

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Военный учебный центр

**«ВОЕННО-ИНЖЕНЕРНОЕ ДЕЛО НА
ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РОССИИ»**

V Всероссийская научно-практическая конференция
(Владивосток, 11-15 января 2021 года)

Материалы конференции



Владивосток
2021

УДК 378.14

Военно-инженерное дело на Дальнем Востоке России: Материалы V Всероссийской научно-практической конференции. Владивосток: ВУЦ ДВФУ. 2021, 256 с.

В издании предоставлены материалы докладов участников V Всероссийской научно-практической конференции «Военно-инженерное дело на Дальнем Востоке России», состоявшейся во Владивостоке 11-15 января 2021 года.

ISBN 978-5-90363-186-5

Под редакцией д.т.н. Минаева А.Н., к.т.н. Федюка Р.С., Козлова П.Г.

© ДВФУ, 2021

Уважаемые участники конференции!

11-15 января 2021 г. Военный учебный центр и Инженерная школа Дальневосточного федерального университета провели V Всероссийскую научно-практическую конференцию: «Военно-инженерное дело на Дальнем Востоке России».

Глобальные процессы и тенденции, которые происходят в Вооруженных Силах РФ, требуют существенных изменений в системе военного образования, формах и методах учебно-воспитательного процесса, разработки и внедрения современных технологий развития военного образования. Предстоит реально вовлечь науку в решение крупных проблем, стоящих перед армией, что способно существенно поднять профессиональный престиж и статус выпускников военных учебных центров при федеральных университетах.

Актуальной является проблема сохранения преемственности поколений в существующей системе подготовки и аттестации студентов военных специальностей. Мы ставим целью учить студентов умению учиться новому, уходить от стандартов и видеть конечную цель обучения. Военный специалист стремится быть профессионально и нравственно подготовленным к восприятию сложных жизненных условий.

Проведение конференции в рамках образовательного процесса ВУЦ направлено на развитие способностей студентов адаптироваться к современным требованиям воинской службы. Для закрепления результатов конференции нам предстоит эффективно руководить научно-исследовательской работой студентов, принимать меры по её стимулированию и совершенствованию. Ведь наука - это уникальная деятельность, направленная, не только на систематизацию знаний, но и на раскрытие творческого потенциала специалиста, в т.ч. будущего офицера ВС РФ.

Первая конференция, проведенная нами в апреле 2017 года, дала хороший практический опыт её участникам в проведении научных исследований и оформлении их результатов, в подготовке тезисов докладов и презентаций, в выступлении перед аудиторией. Выражаю уверенность, что мы продолжим начатую работу, и в дальнейшем проведение конференции «Военно-инженерное дело на Дальнем Востоке России» станет ежегодным событием для российской науки и привлечет участников из всех регионов России.

**С уважением,
профессор военного учебного центра при ДВФУ
член-корреспондент Российской инженерной академии
подполковник Федюк Роман Сергеевич**

Оглавление

Батаршин В.О. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ	8
Гулеватенко А.А. ВИДЫ ЗАКЛАДКИ В ГОРНОМ ДЕЛЕ.....	10
Семиохин А.С. КЛАССИФИКАЦИЯ СПОСОБОВ СТРОИТЕЛЬСТВА В ГОРНОМ ДЕЛЕ ПРИ ПОМОЩИ КОМБАЙНОВ.....	12
Батаршин В.О. РАЗВИТИЕ МЕТОДА КОМПЛЕКСНОЙ ЗАКЛАДКИ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА.....	15
Гулеватенко А.А. ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАВАЮЩЕГО ФУНДАМЕНТА В ГРАЖДАНСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЕГО ОТЛИЧИЯ ОТ ДРУГИХ ТИПОВ ФУНДАМЕНТА.....	18
Семиохин А.С. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ГОРНОГО ДЕЛА.....	20
Гулеватенко А.А. ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА БЕТОННЫХ ОБДЕЛОК В НАРУШЕННЫХ ГРУНТОВЫХ ПОРОДАХ.....	22
Батаршин В.О. ПРИМЕНЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ТЯЖЕЛЫХ БЕТОНОВ В ГОРНОМ ДЕЛЕ.....	25
Семиохин А.С. ПОВЕДЕНИЕ ВЫРАБОТКИ, ПРОЙДЕННОЙ В МАЛОНАРУШЕННОМ ГОРНОМ МАССИВЕ И ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕТОНА.....	27
Аверченко Г.А., Борисов В.А., Васильев К.А. ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЭКСПРЕСС-ИСПЫТАНИЙ.....	29
Таранов Д.К. ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ ЭТИЛЕНВИНИЛАЦЕТАТА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	32
Заенец Е.О., Кетнер А.В. БЫСТРОВОВОЗВОДИМЫЕ ЗДАНИЯ С КАРКАСОМ ИЗ ЛСТК И ЗАПОЛНЕНИЕМ ИЗ МОНОЛИТНОГО ПЕНОБЕТОНА.....	35
Борсук В.В., Тимохин Р.А. К ВОПРОСУ О РАЗНОВИДНОСТЯХ КИРПИЧА...	40
Явинский А.В. ВЛИЯНИЕ ЗОЛЫ ГИДРОУДАЛЕНИЯ НА СВОЙСТВА ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА.....	48
Медведев Н.А., Кузеванова Ю.А., Филатов М.И., Телятников Д.Р. ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЕ БЕТОНЫ.....	52
Гурьев Д.Ю., Тимохин Р.А., Чеботарев В.Г. К ВОПРОСУ О ПРОИЗВОДСТВЕ ГАЗОБЕТОНА.....	55
Елизаров А.С., Тимохин Р.А. АКТУАЛЬНОСТЬ И СПОСОБЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИРОДНОГО КАМНЯ.....	64
Енаке Василе СЕРОБЕТОН. ИННОВАЦИОННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ.....	69

Исаева Е.С. ВЛИЯНИЕ МОДИФИКАТОРОВ НА СВОЙСТВА АВТОКЛАВНЫХ ГАЗОБЕТОНОВ.....	74
Исаева Е.С. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ДЕРЕВЯННЫХ СТЕНОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КЛЕЕНОГО БРУСА.....	77
Кобзарь И.М. TOP DOWN – НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА.....	80
Шашко А.И., Рудакова Е.А., Аверченко Г.А. КОНСТРУКЦИЯ И РАСЧЕТ БЕЗМЕТАЛЬНОГО АНКЕРА ГЛАДКОГО СТЕКЛОПЛАСТИКОВОГО СТЕРЖНЯ.....	83
Леденцов К.Е. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА МЕТРО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА.....	87
Крылов В.В. РАСШИРЕНИЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НАТМ ЗА СЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД.....	90
Крылов В.В. СЕТЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ ТОННЕЛЕЙ КАК АНАЛОГ СИСТЕМЫ МЕТРОПОЛИТЕНА В Г. ВЛАДИВОСТОКЕ.....	92
Будовская М.С. ВНЕДРЕНИЕ НА СУДОРЕМОНТНОМ ЗАВОДЕ СИСТЕМЫ САТИА V5 ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СУДОВОГО ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЯ.....	96
Glagolev E.S. THEORETICAL FOUNDATIONS OF CREATING COMPOSITES FOR 3D ADDITIVE TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION.....	102
Гальцев М.А. СОВРЕМЕННАЯ ВОДООПРЕСНИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА СЕРИИ AQUA.....	104
Квашнин Л.А. ИСПЫТАНИЯ СУДОВОЙ ПАРОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ.....	109
Кильдяева А.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДОТОПЛИВНОЙ ЭМУЛЬСИИ В РАБОТЕ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.....	115
Крылов В.В. СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ВИБРАЦИЙ, СОЗДАВАЕМЫХ ДВИЖЕНИЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА ПО ТОННЕЛЯМ.....	119
Закабуня Р.Ю. СТРОИТЕЛЬСТВО В УСЛОВИЯХ ГОРНОГО РЕЛЬЕФА.....	121
Акопян А.К. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ ВОЗДУХА ДЛЯ ПОГРУЗОЧНО-ДОСТАВОЧНЫХ МАШИН С ДИЗЕЛЬНЫМ ПРИВОДОМ В ПРОХОДЧЕСКИХ ЗАБОЯХ.....	125
Матыскина А.Д., Немирова Е.А. ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ В ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОСРЕДСТВОМ ВНЕДРЕНИЯ ВИМ-ТЕХНОЛОГИЙ.....	127

Хью Туан Ле, Гришина А.Н., Гладких В.А. ПРИЧИНЫ СНИЖЕНИЯ ВОДОСТОЙКОСТИ СЕРОАСФАЛЬТОБЕТОНА.....	131
Панарин И.И. ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЗАЛОЖЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ОБЪЕКТОВ ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ С УЧЕТОМ ПОРАЖАЮЩИХ ФАКТОРОВ ЯДЕРНОГО ОРУЖИЯ.....	136
Скрипов П.О., Марфуткин Е.А. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ МЕСТНОГО ПОДОГРЕВА ТОПЛИВА СУДОВ ТИПА «СВИЦЕР САХАЛИН».....	147
Гуга Н.А., Баланин А.П., Новоселов А.В. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ПЕРЕКРЫТИЙ ЗДАНИЙ ИЗ СБОРНЫХ ПАНЕЛЕЙ.....	153
Лисейцев Ю.Л. ФИБРОБЕТОНЫ ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА...	156
Оселедец А.Г., Тушков А.А. ГОРОД КАК ОБЪЕКТ КОМПЛЕКСНОГО ПАРАДИГМАЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ.....	159
Акопян А.К. ДЕФОРМАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ И ПОРЯДОК ИХ ВЫЯВЛЕНИЯ.....	166
Глаголев Е.С. ПРИМЕНЕНИЕ НАПОЛНИТЕЛЯ ИЗ ЦЕМЕНТНОЙ МАТРИЦЫ БЕТОННОГО ЛОМА В КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ.....	168
Козлов П.Г. ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ВОЕННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ.....	172
Кузнецов М.С. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	178
Кузнецов М.С. РАЗВИТИЕ МЕТОДА КОМПЛЕКСНОЙ ЗАКЛАДКИ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА.....	180
Кузнецов М.С. СПОСОБЫ РАЗРАБОТКИ УРАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ	183
Зенкин И.С. ВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ.....	185
Зенкин Игорь Сергеевич МЕРОПРИЯТИЯ, ПРЕДОТВРАЩАЮЩИЕ ПРОСЕДАНИЯ ФОРТИФИКАЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	187
Зенкин И.С. МОРСКОЕ БУРЕНИЕ.....	189
Болотнюк А.П. ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ В ВОЕННЫХ УЧЕБНЫХ ЦЕНТРАХ ПРИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧЕРЕЖДЕНИЯХ.....	192
Дёмкин А.М., Батюк И.Я. АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ОБЛЕГЧЕНИЯ ПУСКА ХОЛОДНОГО ДВИГАТЕЛЯ НА ВОЕННОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ	195
Иваненко С.В. РОЛЬ УЧЕБНОГО СБОРА В ФОРМИРОВАНИЕ ЛИЧНОСТИ ОФИЦЕРА.....	199
Ильина Л.В., Тацки Л.Н. УЛУЧШЕНИЕ СВОЙСТВ ОСВЕТВЛЕННОГО КЕРАМИЧЕСКОГО ЧЕРЕПКА ИЗ НИЗКОКАЧЕСТВЕННОГО ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ.....	201
Ильина Л.В., Туляганов А.К. ПРИМЕНЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОЛОКОН В ШТУРАТУРНЫХ КОМПОЗИЦИЯХ.....	207
Павликов С.Н., Коломеец В.Ю., Пленник М.Д., Копаева Е.Ю., Зимарева Е.А., Колесов Ю.Ю., Гареева М.А. КОГНИТИВНАЯ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ СЕТИ.....	209

Павликов С.Н., Стволовая А.К., Копаева Е.Ю., Зимарева Е.А., Колесов Ю.Ю., Гарева М.А. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ДОСТАВКИ СООБЩЕНИЙ.....	216
Саламанова М.Ш., Гацаев З.Ш. РАЗРАБОТКА ЩЕЛОЧНОГО ЗАТВОРИТЕЛЯ ИЗ КРЕМНЕЗЕМИСТЫХ ДОБАВОК ПО УПРОЩЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ..	222
У А.Д. ОБЗОР ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМЫХ НЕОБИТАЕМЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ.....	228
Красова А.В. ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ.....	232
Таранов Д.К., Чеботарев В.Г. ПРИМЕНЕНИЕ УДАРОПРОЧНОГО ПОЛИСТИРОЛА В АВТОКЛАВНОМ ГАЗОБЕТОНЕ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК.....	234
Федорова А.Ю. РАСЧЕТ КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА В COMSOL MULTIPHYSICS.....	239
Ха Ван Зуи МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СКОРОСТНЫХ ПАССАЖИРСКИХ КАТАМАРАНОВ.....	243
Лесовик В.С., Елистраткин М.Ю., Сальникова А.С., Подгорный Д.С. МЕЛКОЗЕРНИСТЫЕ ВЫСОКОПРОЧНЫЕ САМОУПЛОТНЯЮЩИЕСЯ БЕТОНЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛЕГО-БЛОКОВ.....	246
Сальникова А.С. ЛЕГО-БЛОКИ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА.....	254
Романенко А.А., Лесовик В.С., Бузов А.А., Чуев В.П. ЗАКОН СРОДСТВА СТРУКТУР В СТОМАТОЛОГИЧЕСКОМ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ.....	256

Батаршин Виталий Олегович

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Научный руководитель – к.т.н., доц. Федюк Р.С.

Аннотация. С момента изобретения пороха прошло 11 веков, Большую часть этого времени для строительства подземных сооружений использовался буровзрывной способ ведения горных работ, однако этот способ можно считать устаревшим. Данная статья станет ответом насколько актуально использовать буровзрывной способ в современном, технологическом мире.

Ключевые слова: буровзрывной способ, тоннелепроходческий комплекс, комбайн, подземное пространство, подземные сооружения.

Для комплексного и безопасного строительства подземных сооружений с момента изобретения пороха применяют буровзрывной способ, суть которого заключается в зарядании шпуров взрывчатыми веществами и их взрыв. Время внесло свои коррективы, благодаря развитию технологий, были изобретены различные виды автоматизированных механических комплексов строительства подземных сооружений более известные как очистные и проходческие комбайны. В связи с тем, что на протяжении многих веков для строительства подземных сооружений различного назначения использовались буровзрывные работы по привычке принято считать их панацеей. Стоит упомянуть, что в ряде случаев, необходимо использовать буровзрывной способ, но обо всем по порядку.

1) Очистные комбайны используются в случаях разработки хрупких горных массивов, не поддающихся пластической деформации. Рабочим органом такого типа комбайнов выступает шнек или барабан. Принцип работы заключается в расслоении полезного ископаемого. Метод заключается в создании разновекторного движения режущих кромок инструментов, пересекающихся между собой в области разрыхления.

Шнековые и барабанные системы позволяют комбайну при минимальной площади незакрепленной кровли отработать пласт. Этого можно достичь при расположении их по концам корпуса машины в определенной конфигурации. Данное свойство снижает требования к запасу прочности [1].

2) Проходческие комбайны разделяют на:

- комбайн избирательного типа разрушения. Исполнительным органом комбайна избирательного типа разрушения является стрела с фрезерным наконечником. Данный комбайн позволяет производить раздельную выемку горных пород. Проходческие машины позволяют проводить выработку в горизонтальном и наклонном направлении и создавать любую форму сечения.

- комбайн сплошного типа разрушения более известный под названием проходческий щит в качестве исполнительного органа имеет является ротор с буровой коронкой с породоразрушающим инструментом шарошечного типа и специальными ковшами. Данный вид комбайнов имеет способность разрушать весь забой сразу и выгружать отбитую породу по конвейерной системе на поверхность. Комбайны сплошного типа разрушения также делятся по типу пригруза на: гидравлический, грунтовый, суспензионный и по типу лобовой конструкции на закрытый и открытый. Создаваемая форма сечения таким типом комбайна является круг. Одним из преимуществ сплошных комбайнов заключается в исполнительном рабочем органе, который позволяет проходить выработки по породам крепостью 20 по шкале профессора Протодяконова [1].

3) Буровзрывной способ проходки подземных сооружений. Может использоваться практически в любых горно-геологических условиях, благодаря большому разнообразию взрывчатых веществ. Данный способ является менее безопасным по сравнению с комбайновыми способами, так как при взрывании образуются ядовитые газы, которые впоследствии необходимо выводить из выработок с помощью вентиляции [2]. Данный способ позволяет проводить выработки любой формы и наиболее экономически выгодный, однако требует больше времени на строительство подземных сооружений таким способом [3-4].

Комбайновый способ имеет следующие достоинства:

- Высокая производительность и скорость проходки;
- Уменьшение непроизводительных потерь;
- Отсутствие заколов и «стаканов» в забое;
- Высокая автоматизация и механизация процессов;
- Безопасность;
- Возможность применения в различных горно-геологических условиях.

Среди недостатков можно отметить:

- Большие финансовые затраты;
- Большие энергозатраты на производство работ;
- Ограниченная область применения: только наклонные и горизонтальные выработки.

Буровзрывной способ имеет следующие достоинства:

- Область применения в любых условиях;
- Дешевизна, низкое энергопотребление.

Но данные преимущества перебиваются недостатками:

- Низкая скорость проходки выработок;
- Низкая безопасность;
- После взрыва могут остаться «стаканы», которые через несколько циклов не позволят использовать буровзрывной способ.

Сравнивая комбайновый и буровзрывной способы можно сделать следующие выводы: буровзрывной способ остается актуальным, но наиболее целесообразно применять его в выработках маленькой длины, так как в данном случае он может полностью проявить себя. В то же время комбайновый способ превосходит буровзрывной во всем кроме финансовых вложений.

Список литературы

1. ТЗГМ [Электронный ресурс] // Горный комбайн — Режим доступа: <https://tzgm.org/articles/gornyj-kombajn-cto-eto-takoe/> свободный — Загл. с экрана.
2. Голинько В.И. Вентиляция шахт и рудников: учеб. пособие / В.И. Голинько, Я.Я. Лебедев, О.А. Муха. — Д.: Национальный горный университет, 2012. — 266 с.
3. Oborudka.ru [Электронный ресурс] // Общие вопросы и методы ведения БВР — Режим доступа: <https://oborudka.ru/handbook/36.html> свободный — Загл. с экрана.
4. Fediuk R., Yushin A. Composite binders for concrete with reduced permeability // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Ser. "International Conference on Advanced Materials and New Technologies in Modern Materials Science 2015, AMNT 2015" 2016. С. 012021.

Гулеватенко Андрей Анатольевич

ВИДЫ ЗАКЛАДКИ В ГОРНОМ ДЕЛЕ

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Научный руководитель – к.т.н., доц. Федюк Р.С.

Аннотация. Одним из наиболее опасных для людей последствием неправильной разработки подземного месторождения или строительства подземного сооружения является проседание поверхности. Данное горно-геологическое явление негативно сказывается как на человеке, так и на природе в месте просадки, что может вызывать техногенные катастрофы. Для предотвращения данного явления были изобретены различные способы борьбы с ним, однако мы остановимся и разберем способ возведения закладки подземного пространства.

Ключевые слова: закладка, закладочный массив, закладочный материал, закладочные работы, подземное пространство, горное дело.

Несмотря на развитие науки и техники современный мир продолжает допускать ошибки, вызывающие негативные последствия для природы и человечества в целом. Одной из таких ошибок для горного дела является неправильная разработка подземных месторождений. Неправильное

использование недр в ряде случаев приводит к нарушению земной поверхности в виде ее провалов или проседаний [1]. Для борьбы с данным явлением используют закладку выработанного пространства.

С помощью закладки совершенствуются способы разработки сильно газоносных пластов, пластов, опасных по внезапным выбросам угля и газа, склонных к самовозгоранию. Закладка эффективно используется для предотвращения деформаций земной поверхности, охраны зданий и сооружений, охраны водных объектов и водоносных горизонтов [1].

Закладка – процесс заполнения выработки пустой породой

Закладочный материал – пустая порода, применяемая для закладки выработанного пространства

Закладочный массив - массив из уложенного в выработанном пространстве закладочного материала

Работы осуществляются последовательно в два этапа. На первом этапе приготавливают и транспортируют закладочный материал к выработанному пространству. На втором этапе возводится закладочный массив.

Для выполнения первого этапа на шахте создается закладочное хозяйство шахты.

Технологическая схема закладочного хозяйства шахты определяется:

- способом закладки;
- технологической схемой шахты (способами вскрытия и подготовки шахтного поля, системой разработки);
- местом расположения дробильно-сортировочного комплекса;
- видом исходного закладочного материала, подлежащего переработке, и положением источника его получения;
- объемом применения закладки соответственно решаемой технической задачи [2].

При сухих способах закладки доставка закладочного материала к месту заполнения выработанного пространства осуществляется в сухом (сыпучем) состоянии в вагонетках, конвейерами, бункер-поездами, погрузочно-доставочными машинами, сжатым воздухом по трубопроводу, а возведение закладочного массива – под действием сил гравитации, с помощью машин различного принципа действия, и сжатым воздухом. Эти процессы ведутся без использования воды, и соответственно их разделяют на самотечный, механический и пневматический способы сухой закладки [3].

Мокрые способы закладки характеризуются использованием воды как для транспортирования закладочного материала к месту его закладки в выработанное пространство, так и непосредственно для возведения закладочного массива. Эти процессы осуществляются по трубам (реже – по желобам), по которым транспортируется пульпа – смесь твердых материалов с водой.

Применение пульпы, состоящей только из инертных наполнителей, характерно для гидравлической закладки. Если же в пульпу добавляются вяжущие вещества, содержащие соединения алюминия, кальция, магния, известь, фосфогипс и т.п., закладка называется твердеющей.

Класс комбинированных способов закладки включает также способы, при применении которых допускается сочетание сухих способов транспортирования с мокрыми способами возведения и упрочнения закладочного массива. Так, выработанное пространство, заполненное обрушенными породами или сыпучим материалом способом самотечной или механической закладки, подвергается затем нагнетанию в закладочный массив твердеющих смесей (инъекционная закладка).

Когда закладочный массив возводится из сухих шахтных пород или песков и поливается водой с одновременной подачей низкотемпературного воздуха – ледяная закладка.

В зависимости от полноты заполнения выработанного пространства закладка может быть полной или частичной [3-4].

При полной закладке закладочным материалом заполняется весь объем выработанного пространства очистных забоев, т.е. формируется закладочный массив.

Частичная закладка характеризуется ограниченным объемом заполнения выработанного пространства. Она находит применение при возведении охранных (бутовых) полос для поддержания подготовительных выработок и для управления кровлей частичной закладкой. Ее применяют также для погашения горных выработок или их консервации с целью повторного использования. Все виды закладки справляются со своей задачей, позволяя управлять горное давление. Однако среди данных способов можно выделить комбинированные способы закладки, благодаря комбинации сухих и мокрых способов сводят к минимуму недостатки и к максимуму сухие и мокрые способы.

Список литературы

1. Neftegaz.ru [Электронный ресурс] // Разведка и разработка — Режим доступа: <https://neftgaz.ru/science/development/331806-termokarst-obrazuyushchiysya-pri-protaivanii-ldistykh-merzlykh-porod/> свободный - Загл. с экрана.
2. Cyberleninka.ru [Электронный ресурс] // Подземная геотехнология с закладкой выработанного пространства, недостатки, возможности совершенствования - Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/podzemnaya-geotehnologiya-s-zakladkoj-vyrabotannogo-prostranstva-nedostatki-vozmozhnosti-sovershenstvovaniya/viewer> свободный - Загл. с экрана.
3. Горная энциклопедия [Электронный ресурс] // Закладка выработанного пространства - Режим доступа: <https://mining-enc.ru/z/zakladka-vyrabotannogo-prostranstva> свободный - Загл. с экрана.
4. Fediuk R., Mochalov A., Timokhin R. Review of methods for activation of binder and concrete mixes // AIMS Materials Science. 2018. Т. 5. № 5. С. 916-931.

Семиохин Александр Сергеевич

КЛАССИФИКАЦИЯ СПОСОБОВ СТРОИТЕЛЬСТВА В ГОРНОМ ДЕЛЕ ПРИ ПОМОЩИ КОМБАЙНОВ

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток
Научный руководитель – к.т.н., доц. Федюк Р.С.

Аннотация. Для разработки подземных месторождений и строительства подземных сооружений используют различные способы строительства. Основными способами являются буровзрывной способ и комбайновый. Буровзрывной способ используется уже достаточно давно, в то время как относительно недавно начали использовать комбайны. По этой причине именно о последних пойдет речь, а именно о комбайнах сплошного типа разрушения.

Ключевые слова: очистной комбайн, проходческий комбайн, подземное пространство, подземное сооружение, способы строительства.

Существует два способа строительства подземных сооружений: буровзрывной способ и комбайновый. Комбайновый способ позволяет производить строительство подземных сооружений с одновременной проходкой выработки и возведением временной или постоянной крепи. Данный способ ускоряет процесс проходки в разы по сравнению с устаревшим буровзрывным способом.

Комбайны подразделяются по способу разрушения пород. По способу разрушения породы комбайны можно поделить на очистные – используемые для добычи породы и проходческие – применяемые не только для добычи пород, но и для строительства сооружений. Именно о последних и пойдет речь.

Проходческие комбайны делятся по типу исполнительного органа и конструктивной схемы на:

- комбайн избирательного типа разрушения. Исполнительным органом комбайна избирательного типа разрушения является стрела с фрезерным наконечником. Данный комбайн позволяет производить раздельную выемку горных пород. Проходческие машины позволяют проводить выработку в горизонтальном и наклонном направлении и создавать любую форму сечения.

- комбайн сплошного типа разрушения более известный под названием проходческий щит в качестве исполнительного органа имеет является ротор с буровой коронкой с породоразрушающим инструментом шарошечного типа и специальными ковшами. Данный вид комбайнов имеет способность разрушать весь забой сразу и выгружать отбитую породу по конвейерной системе на поверхность. Создаваемая форма сечения таким типом комбайна является круг. Одним из преимуществ сплошных комбайнов заключается в исполнительном рабочем органе, который позволяет проходить выработки по породам крепостью 20 по шкале профессора Протодяконова [1].

Именно комбайны сплошного типа являются наиболее интересными. Это связано с их способностью работать в любых горно-геологических условиях.

Комбайны сплошного типа в свою очередь можно подразделить по типу лобовой конструкции на:

- **Открытый.** Данный тип лобовой конструкции не обеспечивает достаточной механизации при строительстве сооружений, так как исполнительный орган находится внутри комбайна и разрушает породу только при использовании рабочих. То есть данный способ задействует ручной труд.

- **Закрытый.** Исполнительный орган данной конструкции находится снаружи щита и установлен на лобовой конструкции при помощи специальных технических отверстий разрушенная порода попадает в щит и в дальнейшем доставляется до поверхности.

Комбайны сплошного типа разрушения с закрытой лобовой конструкцией могут быть дополнительно оборудованы пригрузом, для повышения производительности и эффективности строительства подземных сооружений. По типу пригруза можно разделить комбайны на [2]:

- **Гидравлический.** Данный тип пригруза является наиболее эффективным. Это связано с использованием бетонитов, которые поступая в забойное пространство усиливают давление на породу позволяя исполнительному органу зайти глубже, а отбитая порода, смешиваясь с водой по трубам выходит на поверхность где происходит сепарация и отделение от воды породы и бетонитов. Бетониты являются очень прочными материалами, которые крайне сложно уничтожить комбайном, поэтому они пригодны для многократного использования. По этой причине бетониты имеют высокую стоимость. Эффективность комбайна, использующего данный пригруз, увеличивается на 40-50%

- **Грунтовый пригруз** наиболее распространенный, так как в качестве пригруза выступает добытая порода, прошедшая сепарацию. Эффективность комбайна при использовании подобного пригруза вырастает на 10-15%.

- **Суспензионный пригруз** является комбинированным типом вышеперечисленных пригрузов и в качестве материала для заполнения призабойного пространства используется специализированная глина. Эффективность такого комбайна повышается на 20-25%.

Стоит уделить внимание способам доставки пород от комбайна до поверхности. Так в случае использования гидравлического пригруза вся отбитая порода, смешиваясь с водой, доставляется до поверхности по трубам. При использовании других типов пригруза приходится использовать откатный транспорт для доставки породы от бункера накопителя до поверхности [3-4].

Таким образом стоит подчеркнуть, что на данный момент наиболее совершенным комбайном является тоннелепроходческий механизированный комплекс закрытого типа с гидравлическим пригрузом благодаря его выдающимся характеристикам.

Список литературы

1. Dprom [Электронный ресурс] // горные комбайны — Режим доступа: <https://dprom.online/mtindustry/gornye-kombajny-tesmec-rock-hawg/> свободный — Загл. с экрана.

2. tzgm [Электронный ресурс] // Горный комбайн — Режим доступа: <https://tzgm.org/articles/gornyj-kombajn-chto-eto-takoe/> свободный — Загл. с экрана.

3. Горная энциклопедия [Электронный ресурс] // горный комбайн — Режим доступа: <https://www.mining-enc.ru/k/kombajn-gornyj/> свободный — Загл. с экрана.

4. Федюк Р.С., Смоляков А.К., Тимохин Р.А. Строительные материалы для войсковой фортификации // XVIII Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых, аспирантов и студентов в г. Нерюнгри, с международным участием, посвященной 25-летию со дня образования Технического института (филиала) СВФУ. Материалы конференции. Секции 1-3. 2017. С. 109-113.

Батаршин Виталий Олегович

РАЗВИТИЕ МЕТОДА КОМПЛЕКСНОЙ ЗАКЛАДКИ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Научный руководитель: к.т.н., доц. Федюк Р.С.

Аннотация. При разработке подземных месторождений ценных полезных ископаемых можно обнаружить выполнение комплекса мероприятий для закладки подземного пространства. Он широко распространен в горной промышленности. Данная статья ставит перед собой задачи описать историю его возникновения, наиболее интересные места его применения, а также его развитие.

Ключевые слова: закладка, закладочный массив, закладочный материал, закладочные работы, подземное пространство, горное дело.

В горном деле существует множество способов отработки месторождений полезных ископаемых, одним из недавно описанных и используемых способов является способ с закладкой выработанного пространства.

Разработку месторождений полезных ископаемых с закладкой выработанного пространства использовали с целью увеличения извлечения породы из недр, но также и в качестве способа управления горным давлением.

Закладка выработанного подземного пространства это комплекс мероприятий по заполнению отработанного подземного пространства с помощью хвостов обогатительных фабрик, металлическими шлаками или другим материалом. В результате появляется возможность отработать этаж без оставления полезных ископаемых и без обрушения вмещающих пород, что обеспечивает снижение минимальных потерь и разубоживания породы, однако данная возможность требует больших экономических затрат. Также появляется возможность размещения под землей отходов производства, которые в ином случае организуют отвалы.

Самой первой в мире установкой для гидрозакладки является установка на Силезской угольной шахты в Польше в 1878 году и в 1880 на антрацитово́й шахте в Пенсильвании в США. Интересным для развития гидрозакладочного комплекса стал 1907 год, когда впервые были использованы гидрозакладочные комплексы при освоении калийного рудника. Мероприятия по гидрозакладке были следующими:

Для закладки калийного рудника применяли песчано-гравийную породу крупностью менее 75мм, добываемую на карьере. Закладочный материал подавался к смесительному бункеру, установленному непосредственно возле шахтного ствола. В бункере закладочный материал размывался рассолом из отстойников на поверхности. И затем закладочная пульпа спускалась по чугунному трубопроводу, однако после недолгой эксплуатации от гидрозакладки данного рудника отказались, но в 1913 «К. Либнехт» и 1914 «Глюкауф» были построены новые гидрозакладочные установки [1].

Закладку применяют при разработке ценных и средней ценности руд цветных металлов, высококачественных железных руд, также закладку применяют при разработке угольных месторождений. Из-за малообеспеченности углем, Япония добывает каменный уголь из месторождений на дне моря, используя гидравлическую закладку. Ярким примером является остров Хасима, заселенный под добычу угля в 1810 году и после полного истощения шахт закрытый в 1974 году. Япония не единственная страна разрабатывающая подводные месторождения к таким странам можно отнести Англию, Канаду, Тайвань и другие [2].

Гидравлическая закладка также получила большое распространение при добыче калийных и калийно-магниевых солей. Например, Верхнекамское месторождение калийно-магниевых солей, содержащее в своих недрах 19.7% магниевых, 56.6% каменных, 69.5% калийных солей от общероссийских балансовых запасов. При этом до 1968 года применялась механическая закладка данного месторождения. Пластовая залежь калийных солей имеет протяженность до 136 км, ширину до 40 км и общую площадь - 3,5 тысячи квадратных километров. До использования закладки терялось около 60% полезного ископаемого [3-4]. Стоит отметить, что на территории Верхнекамского месторождения дважды было принято решение прекратить использование гидрозакладочных мероприятий и в результате два раза произошло проседание почвы: в первый раз произошла в лесном массиве (рис. 1), а вторая уже привела к разрушению части горного отвода (рис. 2).



Рис. 1. Авария в лесном массиве



Рис. 2. Авария на горном отводе

Данные аварии лишь подтверждают тот факт, что использование закладки позволяет сохранять целостность земной поверхности.

Определившись с прошлым гидрозакладки можно спрогнозировать, какие составы будут использоваться в ближайшем будущем. Главным недостатком гидрозакладки является использование воды, которая впоследствии проникает в выработки через трещины массива и зазоры перекрытий выработок, в результате повышается обводненность этажа и возможно затопление нижних горизонтов. Исходя из этого, можно предположить, что следующим шагом в развитии гидрозакладки будет использование составов, полностью поглощающих воду при затвердении.

Список литературы

1. Neftegaz.ru [Электронный ресурс] // Разведка и разработка — Режим доступа: <https://neftegaz.ru/science/development/331806-termokarst-obrazuyushchiysya-pri-protaivanii-ldistykh-merzlykh-porod/> свободный — Загл. с экрана.
2. Cyberleninka.ru [Электронный ресурс] // Подземная геотехнология с закладкой выработанного пространства, недостатки, возможности совершенствования — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/podzemnaya-geotehnologiya-s-zakladkoj-vyrabotannogo-prostranstva-nedostatki-vozmozhnosti-sovershenstvovaniya/viewer> свободный — Загл. с экрана.
3. Горная энциклопедия [Электронный ресурс] // Закладка выработанного пространства — Режим доступа: <https://mining-enc.ru/z/zakladka-vyrabotannogo-prostranstva> свободный — Загл. с экрана.
4. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Лесовик В.С., Гридчин А.М., Фишер Х.Б. Композиционные вяжущие и самоуплотняющиеся фибробетоны для защитных сооружений // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова . 2018. № 7. С. 77-85.

Гулеватенко Андрей Анатольевич

ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАВАЮЩЕГО ФУНДАМЕНТА В ГРАЖДАНСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЕГО ОТЛИЧИЯ ОТ ДРУГИХ ТИПОВ ФУНДАМЕНТА

*Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток
Научный руководитель – к.т.н., доц. Федюк Р.С.*

Аннотация. При создании сооружений в зонах с повышенной сейсмической активностью или на территориях где возможен подъем и проседание грунта строители заметили, что обычные фундаменты быстрее разрушаются, появляются перепады высот, которые приводят к разрушению зданий и появлению на них трещин. Для решения данной проблемы необходимо было создать более податливый и пластичный материал, не уступающий по прочности бетону. Таким способом появился плавающий фундамент. Однако до конца не ясно, какая разница между данным фундаментом и его аналогами.

Ключевые слова: гражданское строительство, плавающий фундамент, бетон, технические характеристики, гражданское сооружение, площадка фундамента.

Невозможно представить современный развивающийся мир без строительства новых объектов жилищного или торгового типа. Все настоящие ГОСТы регламентируют принципы строительства и виды используемых материалов, для обеспечения долговечности и безопасной эксплуатации сооружений. Однако в них крайне редко можно заметить рекомендации по использованию плавающих фундаментов. С одной стороны, причина кроется в

использовании относительно недавно созданного материала, который не успели еще юридически закрепить [1].

Теперь стоит разобраться в том что представляет из себя фундамент.

Фундамент — это строительная несущая конструкция, часть сооружения, которая воспринимает все нагрузки на себя и распределяет их по всей площади основания [2].

Основные причины разрушения фундамента можно разделить на три группы: конструктивные, проектные и ошибки, появившиеся в результате неудовлетворительной эксплуатации. Из этих трех групп можно выделить следующие причины:

- Оставление насыпных грунтов, в основании и несоответствие установленной глубины заложения.

- Неисправное или неудовлетворительное состояние канализации, системы водоснабжения, которые приводят к вымыванию основания.

- Производство подземных работ под недавно построенными зданиями на глубине, не соответствующей безопасной.

- Динамическое воздействие на грунты в частности на водонасыщенные.

- Применение водонепроницаемых пород для заполнения котлована под фундаментом

- Строительство сооружений рядом или на уже имеющихся зданиях с использованием того же фундамента, без наличия данных и характеристик о данном основании.

- Понижение уровня воды за счет водоотлива.

Все вышеперечисленные причины на самом деле вытекают из двух более обширных групп первая группа — это причины, вызванные ошибками при расчетах и строительстве, вторая группа — это причины, вызванные природным воздействием и его последствиями. Так как первая группа может быть полностью исключена при использовании более опытных и профессиональных подрядных организаций, то вторая группа является наиболее важной, так как невозможно предсказать какие природные явления могут произойти спустя 5-6 лет на данном месте [3-4].

К таким природным явлениям можно отнести чрезмерное насыщение пород водой или сейсмическую активность. Именно для предотвращения разрушений вызванных в результате подобных природных явлений был разработан плавающий фундамент.

Основное отличие плавающего фундамента от обычного заключается в том, что плавающий фундамент имеет повышенную пластичность, что позволяет ему при подъеме и проседании грунта занимать необходимый объем без потери прочностных показателей и нарушения самой структуры бетона. То есть сопротивление нагрузки плавающего фундамента на изгиб выше, чем у его обычных аналогов, что увеличивает время до появления первых трещин в фундаменте и соответственно увеличивает долговечность конструкции. В остальном же плавающий фундамент по всем своим показателям равен или выше чем у обычных фундаментов. По этой причине цена плавающего фундамента выше, чем у аналогов.

Однако стоит отметить и существенный минус при создании плавающего фундамента из целых плит. При строительстве конструкции на сплошной плите возможно проявление следующего: благодаря своей пластичности будет изменяться толщина плиты в разных местах плиты, что приводит к непропорциональной нагрузке сооружения на фундамент. Но данный недостаток можно исправить при использовании не единой плиты, а делении ее на различные участки и последующем объединении.

В заключении стоит отметить, что появление подобных материалов в строительстве позволяет с уверенностью говорить о том, как мало еще известно о способах и методах строительства, что приводит нас к выводу: появление плавающего фундамента – это первый шаг для создания нового комплекса способов и мер в создании и производстве сооружений.

Список литературы

1. Neftegaz.ru [Электронный ресурс] // фундаменты — Режим доступа: <https://neftegaz.ru/science/development/331806-termokarst-obrazuyushchiysya-pri-protaivanii-ldistykh-merzlykh-porod-i-stroitelstvo-fundamentov-v-nix/> свободный — Загл. с экрана.

2. Cyberleninka.ru [Электронный ресурс] // Причины разрушения — Режим доступа: https://www.sinref.ru/000_uchebniki/01701stroitelstvo/006_stroitelstvo_kurenski_1983.html свободный — Загл. с экрана.

3. Всероссийская энциклопедия [Электронный ресурс] // плавающие фундаменты — Режим доступа: https://stroitelstvo/plavayushie_fundamenti/ свободный — Загл. с экрана.

4. Fediuk R., Smoliakov A., Muraviov A. Mechanical properties of fiber-reinforced concrete using composite binders // *Advances in Materials Science and Engineering*. 2017. Т. 2017. С. 2316347.

Семиохин Александр Сергеевич

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ГОРНОГО ДЕЛА

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Научный руководитель: к.т.н., доц. Федюк Р.С.

Аннотация: Горное дело - это одна из немногих отраслей благодаря, которой все остальные отрасли получают ресурсы для своего развития. Многие задаются вопросами, какая отрасль предшествовала появлению горного дела и какие действия позволили горному делу развиваться до нынешних высот.

Ключевые слова: история, горное дело, металлообработка, древнее время, современность.

Горное дело – это отрасль, которая играет огромную роль в экономике, технологическом развитии и благополучии любой страны. Сейчас данная отрасль находится на пике развития, однако данный процесс занял большое

количество времени. На современных обрабатываемых месторождениях сейчас используется большое количество техники, но 1000 лет назад весь процесс работ по освоению месторождений производился только ручным трудом.

Развитие горного дела можно разделить на следующие периоды: каменный; горно-металлургический (эпоха раннего металла, железный век); энергетический (гидросиловые установки; паровые двигатели, двигатели внутреннего сгорания); информационные технологии.

Каменный век длился от самого появления человечества и до 5-6 тысячи лет до нашей эры. Технологии разработки месторождений в этот период были примитивными, и заключалось в разработке поверхностных месторождений при помощи примитивных карьеров, собирательстве камней и их дальнейшей обработки до примитивных инструментов. Как ни странно, именно этот период предшествовал возникновению горной промышленности не в совокупности с собирательством, а отдельной сферой [1].

Эпоха раннего металла относится к первой половине горно-металлургического периода. Данный период продлился с 5-6 тысячи лет до нашей эры до 1 тысячи лет до нашей эры. К примитивным технологиям в этот период добавилась обработка металла с помощью огня. К методам добычи полезных ископаемых добавились механические врубы, которые заключались в обнажении вертикальной и горизонтальной поверхности в скалах.

Железный век отнесен ко второй половине горно-металлургического периода, и длился он 2 тысячи лет, то есть до 1 тысячи лет нашей эры. В этот промежуток времени у человечества появились новые технологии разработки месторождений такие как: скважинная добыча полезных ископаемых и их добыча при помощи подземных горных выработок, пройденных при относительно небольшой глубине до 15 м. Соответственно в этот промежуток времени, появились первые шахты и рудники [2].

Первая треть энергетической эпохи связана с появлением, развитием и использованием пороха. После появления паровых двигателей происходит переворот в горном деле. К этому периоду относят строгое упорядочивание проектов шахт, появление аналитических методов расчета, использование гидромеханического оборудования. Окончанием энергетической эпохи принято считать появление двигателей внутреннего сгорания, которые позволяют провести полную механизацию практически всех процессов горной промышленности того времени. Появляются все известные способы добычи полезных ископаемых, начиная от гидравлической добычи угля, заканчивая газификацией. Появляются технологии для обогащения полезных ископаемых, чье количество растет вместе с развитием техники и науки. В это же время начинают использовать помимо уже известных способов разработки подземных месторождений, таких как открытые и подземные, новые способы – комбинированные. В этот период происходит множество значимых для горного дела событий.

Последней же эпохой развития горного дела на данный момент считается век информационных технологий. Этот период можно охарактеризовать как время, в которое происходит переход от комплексной механизации и использования

ручного труда к автоматизации всех процессов и мероприятий по добыче полезных ископаемых. Все это происходит благодаря использованию и широкому применению вычислительных машин, которые позволяли производить необходимые расчеты, моделировать взрывы, анализировать месторождения, решать геодезические и маркшейдерские задачи, визуализировать объекты в двухмерном и трехмерном пространстве и все это в короткие промежутки времени. Также стоит отметить, появление новых способов обогащения полезных ископаемых при помощи микробиологических технологий. Создание синтетических аналогов минералов, обладающих теми же характеристиками что их природные сородичи. К уже известным технологиям добычи полезных ископаемых добавляются горные технологии по разработке месторождений, находящихся под водой, ярким примером подобного месторождения является ныне заброшенный искусственный остров Хасима, принадлежащий Японии, на котором до недавнего времени велась добыча угля [3-4].

В заключении стоит сказать, что горное дело относительно недавно получило возможность для дальнейшего развития, и это развитие происходит прямо сейчас. Чем дальше двигается наука и техника, тем большая потребность возникает в горном деле, так как без ресурсов, которые добывается в горной сфере развитие всего человечества остановится.

Список литературы:

1. Большая российская энциклопедия [Электронный ресурс] // горное дело - Режим доступа: https://bigenc.ru/technology_and_technique/text/2370892/ свободный — Загл. с экрана.
2. Кругосвет [Электронный ресурс] // горное дело — Режим доступа: https://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/tehnologiya_i_promyshlennost/GOR_NOE_DELO.html свободный — Загл. с экрана.
3. Всероссийская энциклопедия [Электронный ресурс] // основы горного дела — Режим доступа: https://stroitelstvo/plavayushie_fundamenti/ свободный — Загл. с экрана.
4. Федюк Р.С. Применение сырьевых ресурсов приморского края для повышения эффективности композиционного вяжущего // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. 2016. № 1. С. 28-35.

Гулеватенко Андрей Анатольевич

ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА БЕТОННЫХ ОБДЕЛОК В НАРУШЕННЫХ ГРУНТОВЫХ ПОРОДАХ

*Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток
Научный руководитель: Козлов Павел Геннадьевич*

Аннотация: При строительстве подземных сооружений, большое внимание уделяется поведению массива горных пород и его взаимодействию с выработкой.

Данная статья ставит перед собой задачу определить разницу между нагрузками, создаваемыми на внутреннем контуре выработки нарушенным грунтовым массивом и скальным малонарушенным массивом, а также определить: каким образом можно снизить данную нагрузку.

Ключевые слова: прочностные свойства бетона, подземное пространство, нарушенные грунтовые породы, ненарушенные скальные породы, бетон В25.

Для добычи полезных ископаемых подземным способом в массиве горных пород создаются горные выработки. Дальнейшее взаимодействие выработки с массивом определяется такими его характеристиками, как степень трещиноватости, крепость, обводненность пород и другие. В результате проведение двух аналогичных выработок с одинаковой площадью сечения, толщиной обделки и материалом крепи, в разных массивах приводит к разрушению выработки в массиве нарушенных грунтовых пород и долгосрочной эксплуатации в массиве скальных малонарушенных пород. Для подтверждения этих слов был проведен опыт: при помощи программы РК1 были смоделированы две идентичные выработки, проведенные в массивах, сложенных разными породами. На основе полученных данных были построены 2 следующие диаграммы (рис. 1-2).

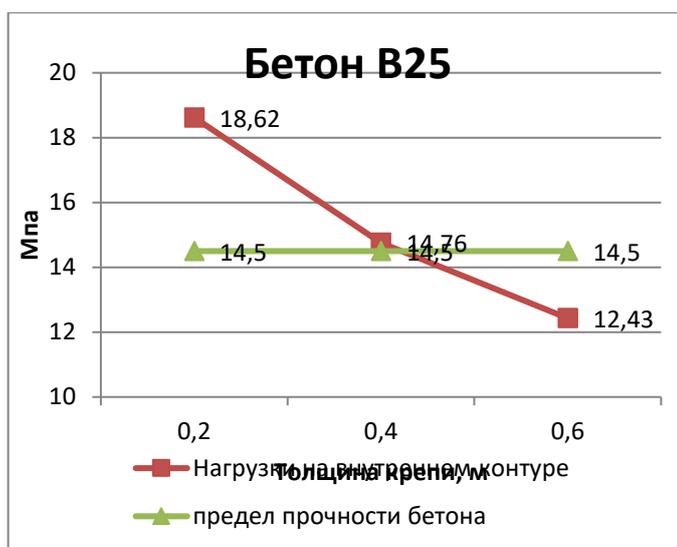


Рис. 1. Диаграмма зависимости нагрузки на внутреннем контуре выработки, проведенной в массиве нарушенных грунтовых пород, от толщины крепи, изготовленной из бетона В25

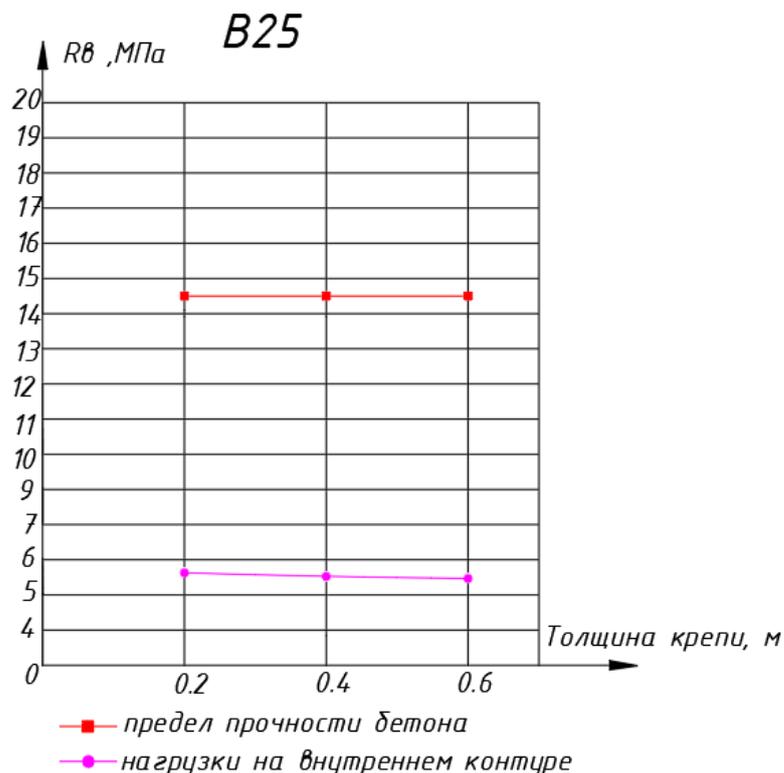


Рис. 2. Диаграмма зависимости нагрузки на внутреннем контуре выработки, проведенной в массиве ненарушенных грунтовых пород, от толщины крепи, изготовленной из бетона B25

Рассматривая данные диаграммы, можно заметить, что ненарушенный массив имеет меньшую нагрузку на выработку, так как породы, слагающие массив крепко связаны между собой, и сила данной связи выше силы отрыва породы, что и приводит к низкому показателю нагрузки. Также можно заметить, что увеличение толщины крепи, уменьшает нагрузку массива на ее внутренний контур. В то же время массив, имеющий большое количество трещин, ослабляющих связь породы между собой, высокую обводненность, маленький коэффициент сопротивления сдвига и отрыва пород, оказывает нагрузку в 2 - 3 раза выше, чем малонарушенный. Отсюда можно сделать вывод, что ослабление связи горных пород, приводит к повышению нагрузки на внутренний контур крепи.

Для того, чтобы увидеть способ, позволяющий снизить давление массива на крепь, нужно обратить внимание на диаграмму 1, на которой отчетливо видно уменьшение нагрузки при увеличении толщины крепи. Таким образом: при увеличении толщины в 2 раза, величина нагрузки падает на 20.8%, а при увеличении толщины в 3 раза, нагрузка уменьшается еще на 12.5%. Стоит заметить, что для устойчивого состояния горной выработки достаточным значением толщины крепи будет значение, при котором предел прочности бетона будет равен или выше чем оказываемые массивом нагрузки. В данном случае достаточно уменьшить нагрузку на 22.2% увеличив толщину крепи до 0.42 м. Также увеличить предел прочности бетона можно, используя бетон более высокого класса.

Подводя итог: одним из основных факторов, определяющих нагрузку на горную выработку, является связь пород массива между собой.

Малонарушенные массивы, являются более благоприятными для проведения подземных горных выработок, так как при небольшой толщине крепи, на нее действуют относительно маленькие нагрузки. А в случаях, когда нагрузки на крепь превышают предел прочности бетона, достаточным условием будет увеличение толщины крепи, или замены бетона на имеющий более высокий класс.

Список литературы:

1. Оловянный А.Г. Механика горных пород, Санкт-Петербург: Коста 2012 - 280 с.
2. Булычев Н.С. Механика подземных сооружений. - М.: Недра, 1994. - 384 с.
3. Макаров В.В., Николайчук Н.А., Воронцова Н.А. Деформирование и разрушение горных пород в предельном и запредельном состояниях. - Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2003. – 142 с.
4. Abirami T., Loganaganandan M., Murali G., Vickhram Sreekrishna R., Vignesh T., Januppriya G., Fediuk R., Karthikeyan K. Experimental research on impact response of novel steel fibrous concretes under falling mass impact // Construction and Building Materials. 2019. Т. 222. С. 447-457.

Батаршин Виталий Олегович

ПРИМЕНЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ТЯЖЕЛЫХ БЕТОНОВ В ГОРНОМ ДЕЛЕ

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Научный руководитель: Козлов Павел Геннадьевич

Аннотация: За всю историю развития строительства было создано не мало прочных материалов способных выдерживать огромные нагрузки. К таким материалам можно отнести тяжелые бетоны. В данной статье пойдет речь о тяжелых бетонах их развитии и классификации, а также о возможных путях развития в горном деле.

Ключевые слова: тяжелый бетон, горное дело, крепь, подземная конструкция, подземное пространство, строительство.

В горном деле до изобретения бетона для крепления горных выработок использовали деревянные крепления и конструкции из камней. Однако данные конструкции не выдерживают длительных нагрузок и могут выполнять функции крепления, создавая безопасные условия труда на протяжении 2 – 3 лет. Им на смену пришли крепи из бетонов.

Бетон – это искусственный каменный материал, который применяют в строительстве, получаемый в результате затвердения смеси из вяжущего вещества, песка, щебня или гравия после замешивания с водой или добавления отвердителя. Прочность бетона напрямую зависит от прочности используемого щебня. В зависимости от вяжущего вещества меняются параметры бетона. Стоит отметить, что инертными веществами в бетоне являются песок в роли мелкого заполнителя, используемый для закрытия пор и возможных полостей, щебень или гравий, используемый в качестве крупного заполнителя и выполняющий основную роль для отдачи прочности в бетоне. Среди активных составляющих бетона выделяются вода и вещество отвердитель, которые выполняют роль вяжущего.

Бетон по плотности делится на легкие и тяжелые. Тяжелые бетоны получили широкое распространение в горной промышленности благодаря своим прочностным показателям. Для производства горных крепей используют в основном тяжелые бетоны плотностью 2200-2300 кг/м³ [1].

Среди видов тяжелого бетона можно выделить следующие:

- Железобетон. Данный тип бетона был создан путем добавления арматурных каркасов в тяжелый бетон. Данный тип бетона обеспечивает повышенную сопротивляемость к нагрузкам на изгиб.

- Гидротехнический. Данный вид бетона предназначается для работы в местах с повышенной влажностью. Гидротехнический бетон выдерживает воздействие воды длительное время и не поддается разрушению.

- Быстротвердеющий. Подобные виды тяжелого бетона имеют быстрыми сроками схватывания и набора прочности без потери своих характеристик.

- Бетоны особой тяжести. Отличие от тяжелых бетонов заключается в добавлении следующих веществ в состав бетона: магнетит, металлический скрап, лимонит, барит. В результате повышается плотность тяжелого бетона. Благодаря добавкам увеличиваются как показатели прочности так и цена.

- Высокопрочный. Данный тип бетона имеет также повышенную прочность благодаря применению различных добавок.

- Кислотостойкий. Бетон, обладающий хорошими показателями при строительстве химических объектов.

- Полимербетон. Получается благодаря добавлению особых полимеров. Он пропитывается полимерами, которые продлевают долговечность и увеличивают эксплуатационные характеристики. Однако подобные материалы имеют высокую стоимость.

Среди всех показателей тяжелого бетона можно выделить следующие [2]:

1. Пористость. Данный показатель зависит от количества мелкого заполнителя и минимальный показатель пористости соответствует 6 – 15%.
2. Морозостойкость. Способность бетона выдерживать цикл заморозки отморозки без потери свойства прочности.
3. Теплопроводность. Теплопроводность является недостатком бетонов, так как при промерзании бетона снижаются его характеристики.

4. Водостойкость. Бетон относится к строительным материалам способным долгое время сохранять свои свойства под воздействием воды.
5. Прочность является главным преимуществом бетона перед другими материалами. Бетон обладает высокими показателями прочности, сопротивлению разрушению на сжатие.

Именно благодаря высоким техническим показателям бетона, и возможностью добавления различных свойств тяжелые бетоны используются в горном деле для крепления выработок в особых горно-геологических условиях.

Таким образом, можно сделать вывод, что использование тяжелых бетонов в горном деле обусловлено высокими техническими показателями последних, так как для поддержания безопасных условий труда в горном деле нужны материалы хорошо переносящие нагрузки на сжатие [3-4].

Резюмируя все вышесказанное, хочется отметить, что наиболее важным направлением в развитии бетона является повышение его теплопроводности, которая напрямую связана с плотностью материала. Ведь чем выше плотность, тем выше теплопроводность и прочность. Соответственно следующим шагом развития тяжелых бетонов будет создание смеси, обеспечивающей повышение плотности бетона.

Список литературы:

1. Neftegaz.ru [Электронный ресурс] // Разведка и разработка — Режим доступа: <https://neftegaz.ru/science/development/331806-termokarst-obrazuyushchiysya-pri-protaivanii-ldistykh-merzlykh-porod/> свободный — Загл. с экрана.
2. Cyberleninka.ru [Электронный ресурс] // Бетон и железобетон для горной крепи — Режим доступа: https://www.sinref.ru/000_uchebniki/01701gornoe_delo/006_gornoe%20delo_shehurdin_1987/108.html свободный — Загл. с экрана.
3. Горная энциклопедия [Электронный ресурс] // тяжелые бетоны — Режим доступа: <https://mining-enc.ru/z/tyazeliy/beton/> свободный — Загл. с экрана.
4. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Лесовик В.С. Современные способы активации вяжущего и бетонных смесей (обзор) // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. 2018. № 4 (37). С. 85-99.

Семиохин Александр Сергеевич

ПОВЕДЕНИЕ ВЫРАБОТКИ, ПРОЙДЕННОЙ В МАЛОНАРУШЕННОМ ГОРНОМ МАССИВЕ И ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕТОНА

*Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток,
Научный руководитель: Федюк Р.С., канд. техн. наук, доцент*

Аннотация: При строительстве подземных сооружений, большое внимание уделяется материалам, из которых впоследствии будут возводиться

крепления. Выбор материала напрямую зависит от геологических условий, в которых будет находиться сооружение, а также от технических и экономических показателей материала. Принято считать, что более дорогие материалы способны обеспечить лучшие условия для будущего сооружения. Данная статья поможет разобраться с данным утверждением.

Ключевые слова: прочностные свойства бетона, подземное пространство, нарушенные грунтовые породы, бетон В25, бетон В30.

Для добычи полезного ископаемого подземным способом создают горные выработки. Для поддержания их безопасной эксплуатации создают горную крепь [1]. В горном деле существует множество типов и видов крепи, но мы остановимся на крепи, изготовленной из бетона марки В25 и В30, и разберемся, как себя будет вести выработка в массиве нарушенных грунтовых пород. Для этой цели обратимся к графикам зависимости нагрузки на внутреннем контуре выработки от толщины крепи, изготовленной из бетона В25 и В30 (рис. 1 и рис. 2 соответственно).

На данных графиках можно увидеть зависимость нагрузки внутреннего контура выработки от толщины обделки выработки, где значения нагрузки на внутреннем контуре равные или меньше предела прочности бетона соответствуют устойчивому состоянию выработки. Также можно установить следующую закономерность: повышение толщины обделки уменьшает нагрузку на внутренний контур выработки. Так для крепи, выполненной из бетона марки В25 минимальная толщина равна 0,42 м, а для В30 – 0,3 м [2].



Рис. 1. График зависимости нагрузки на внутреннем контуре выработки, от толщины бетона В25

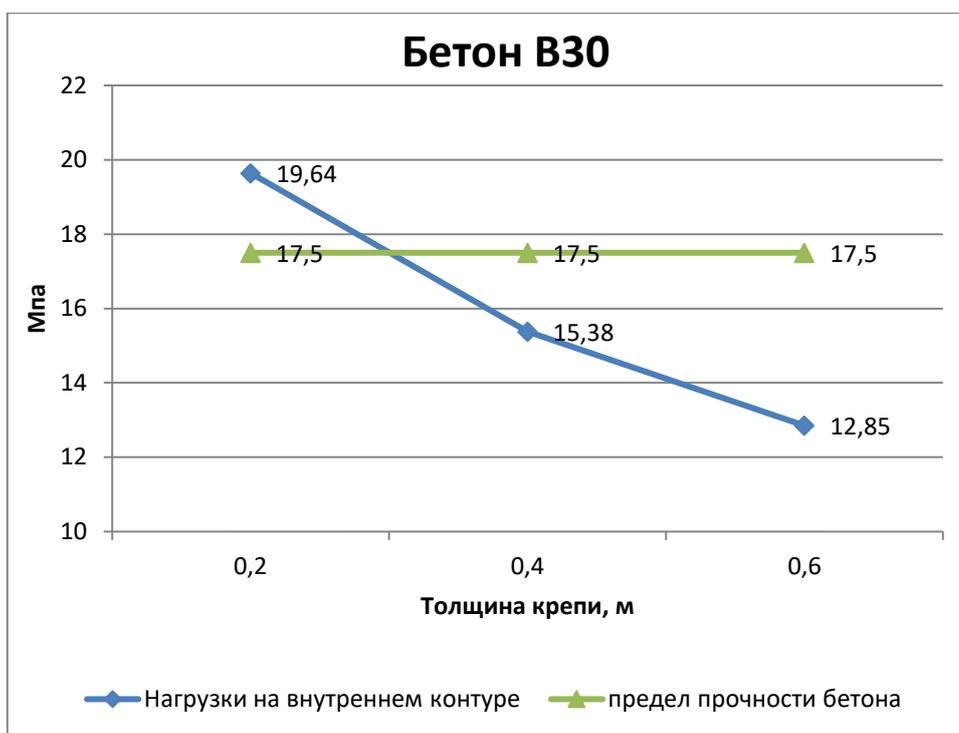


Рис. 2. График зависимости нагрузки на внутреннем контуре выработки, от толщины бетона В30

Исходя из экономической точки зрения бетон марки В25 дешевле В30 на 6%. Для возведения 1 м² крепи потребуется на 40% больше бетона марки В25 чем для создания аналогичной крепи из бетона марки В30. Отсюда следует увеличение объема более дешевого материала, что приводит к увеличению его цены на 32%. Соответственно изначально дешевый материал – бетон марки В25 при возведении 1 м² крепи выходит на 32% дороже чем его дорогой аналог, имеющий более высокие технологические характеристики, бетон марки В30.

С точки зрения геомеханики, меньшая нагрузка, действующая на внутренний контур выработки, приводит к более устойчивому состоянию системы крепь-массив, так как массив стремится устранить в себе пройденную выработку и чем меньше нагрузка, тем больше срок эксплуатации выработки. Сравнив нагрузки, возникшие на внутреннем контуре, крепи из бетона В25 и В30 выходит, что нагрузка на первую крепь меньше на 18%. Отсюда можно сделать вывод, что бетон марки В25 обеспечивает более низкий показатель нагрузки на крепь, чем В30 [3-4].

Сравнивая экономические и геомеханические показатели можно сделать вывод, что более дешевый бетон, имеющий характеристики ниже, чем аналогичный дорогой, оказался более применимым в условиях нарушенного грунтового массива лишь с точки зрения геомеханики, с точки зрения экономики он оказался дороже бетона марки В30.

Список литературы:

1. Оловянный А.Г. Механика горных пород, Санкт-Петербург: Коста 2012 - 280 с.

2. Булычев Н.С. Механика подземных сооружений. - М.: Недра, 1994. - 384 с.
3. Макаров В.В., Николайчук Н.А., Воронцова Н.А. Деформирование и разрушение горных пород в предельном и запредельном состояниях. - Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2003. – 142 с.
4. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Симонов В.А. Тенденции развития норм по тепловой защите зданий в России // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. 2012. № 2 (11). С. 39-44.

**Аверченко Глеб Александрович, Борисов Вячеслав Андреевич,
Васильев Кирилл Андреевич**

ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЭКСПРЕСС- ИСПЫТАНИЙ

*Санкт-Петербургский политехнический университет (СПбПУ),
195251, Санкт-Петербург, Политехническая, 29
Научный руководитель: Алексеев Сергей Викторович*

Аннотация: Объектом исследования являются механические свойства полимерных композиционных материалов, изученные в процессе экспресс испытаний. На основе деформационных свойств полимерных композиционных материалов определяются их технологические характеристики, и в значительной степени формируют эксплуатационные показатели, которые отражают долговечность готовой продукции. Изученные методики для оценивания жесткости конструкции сопровождаются значительной продолжительностью и трудоёмкостью. Проведенные нами испытания позволили судить об изменении деформационных свойств исследуемого материала лишь по одному параметру. Использование данной методики прогнозирования целесообразно и может быть рекомендовано к применению на предприятиях строительной индустрии для оперативной оценки качества полимерных строительных материалов.

Ключевые слова: деформационные свойства, ползучесть, полимер, герметик, кратковременный, модуль упругости.

Согласно феноменологическому методу прогнозирования, разработанному профессором П.В. Мелентьевым, изменение деформационных свойств полимеров в процессе старения можно представить показательной зависимостью. Указанная зависимость, полученная для некоторого количества экспериментальных точек, дает возможность с достаточной надежностью прогнозировать развитие процесса вплоть до его предельного равновесного состояния.[14] Проведенные нами исследования показали, что наилучшими для описания начального участка кривой ползучести (а точнее – явления последействия) полимеров (при продолжительности испытаний, не превышающей двух минут и относительной деформации, составляющей не

более двух процентов) являются степенная функция и логарифмический трехчлен второй степени.[5]

Для проверки аппроксимации логарифмическим трехчленом второй степени в феноменологическом методе прогнозирования в течение полугода партия образцов аластомера – герметика подвергалась кратковременному (восьмиминутному) растяжению постоянной нагрузкой. После каждого очередного испытания (интервалы между двумя смежными испытаниями составляли десять суток) определялись среднестатистические значения параметров функции ползучести. Результаты позволили судить об изменении деформационных свойств исследуемого композиционного материала лишь по одному параметру – минутной деформации, ограничиваясь установлением его функциональной зависимости от фактора старения. Для значений минутной деформации, вычисленных по результатам экспресс – испытаний в течение полугода, была определена показательная зависимость и вычислено ее предельное значение.

Контрольные испытания, проведенные через каждые тридцать суток в течение двух лет с момента начала старения материала, подтвердили асимптотическое приближение экспериментальной кривой к прямой (асимптота), найденной теоретически. Через год отличие составляло 14,7%, а через два года – 4,4%.

От минутной деформации легко перейти к минутному модулю упругости, как к одному из основных механических характеристик материалов, и определить его предельное значение.[6] Таким образом, использование логарифмического трехчлена второй степени в феноменологическом методе прогнозирования является целесообразным и может быть рекомендовано к применению в цеховых заводских лабораториях (ЦЗЛ) предприятий строительной индустрии для оперативной оценки качества полимерных композиционных строительных материалов. Эффективными характеристиками в этом случае удобно принимать параметры функции ползучести, а объектом прогнозирования – степень деформативности. Количественно о последней можно судить по величине деформационного модуля упругости, значение которого следует считать мерой качества полимерных строительных материалов.

Список литературы:

1. Огурцов Г.Л., Аверченко Г.А. Композитный материал в мостостроении - путь к совершенству. В сборнике: Архитектура и архитектурная среда: вопросы исторического и современного развития. материалы международной научно-практической конференции. Тюмень, 2020. С. 353-355.

2. Аверченко Г.А., Огурцов Г.Л. Перспективы использования композитного материала в мостостроении. В сборнике: Фундаментальная и прикладная наука: состояние и тенденции развития. сборник статей II Международной научно-практической конференции. 2019. С. 229-231.

3. Аверченко Г.А., Кириллова Д.Ю. Исследование работы стеклопластобетонных балок. В сборнике: Неделя науки СПбПУ. материалы

научной конференции с международным участием, Инженерно-строительный институт. В 3 ч.. отв. ред. Н. Д. Беляев, В. В. Елистратов. 2019. С. 42-44.

4. Аверченко Г.А., Квитко А.В. Развитие композитов в мостостроении. Научные исследования: от теории к практике. 2016. № 4-2 (10). С. 10-16.

5. Горелов И.П., Никифоров В.А., Пахомов П.М., Хижняк С.Д. Физико-химия полимеров: синтез, свойства и применение/ Сборник научных статей. Вып. 13 – 2011 г.

6. Колтунов В.А., Майборода В.П., Зубчанинов В.Г. Прочностные расчёты изделий из полимерных материалов.pdf – 2010 г.

7. Пивень А.Н., Гречаная Н.А., Чернобильский И.И. Теплофизические свойства полимерных материалов.pdf – 2010 г.

8. Повстугар В.И., Кодолов В.И., Михайлова С.С. Строение и свойства поверхности полимерных материалов.pdf – 2010 г.

9. Штаркман Б.П. Основы разработки термопластических полимерных материалов.pdf – 2011 г.

10. Долженкова М.В. Прогнозирование долговечности кровельных битумно полимерных материалов.pdf – 2005 г.

11. Бельшева В.С., Костылева В.В., Карабанов П.С., Бекк Н.В., Абуталипова Н.Н., Тихонова Л.В., Горбачик В.Е., Шалбуев Д.В., Бастов Г.А., Александров С.П., Максудова М.У. Техническое регулирование: базовая основа качества материалов, товаров и услуг.pdf – 2018 г.

12. Крыжановский В.К. Технические свойства полимерных материалов.pdf – 2005 г.

13. Сидоркин В.И., Янчеленко В.А. Эксплуатационные материалы.pdf – 2001 г.

14. Мелентьев П. В. Механические испытания полимерных материалов // Ленинградская промышленность – 1961 г.

Таранов Даниил Константинович

ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ ЭТИЛЕНВИНИЛАЦЕТАТА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Научный руководитель: Федюк Р.С., к.т.н., доц.

Аннотация: Количество отходов увеличивается с каждым годом и это становится серьезной проблемой в современном мире. При производстве таких продуктов, как спортивная обувь, плавательные коврики, пищевая упаковка, адгезивы, клеи и многие другие материалы, образуется большое количество отходов этиленвинилацетата (EVA). Эти отходы практически не подлежат вторичной переработке, а при сгорании выделяют токсичные вещества, которые наносят удар по экологии, а также способные причинить различный вред для здоровья, а именно сильное раздражение глаз, кожи и слизистых оболочек. Таким образом, в настоящее время его складывают на полигонах, так как это

считается самым простым и дешевым способом избавления от отходов данного типа. Однако этот материал не поддается биологическому разложению и потребуются больше, чем тысяча лет, чтобы он перешел из одного состояния в другое. Учитывая это, можно получить выгоду, используя переработанные отходы в качестве сырья для строительства. Получив при этом, такие показатели как снижение общей стоимости строительства, снижение потребления энергии и уменьшение использования натуральных материалов.

Ключевые слова: бетон, строительство, прочность, звук.

Вспененный материал этиленвинилацетата (EVA) — это сополимер, состоящий из этилена и винилацетата, который используется во многих промышленных продуктах. Диапазон рабочих температур этиленвинилацетата (EVA): от -80 до $+55^{\circ}\text{C}$. Чаще всего используют EVA с 10-50% содержанием винилацетата. Известно, что EVA легкий, влагостойкий, химически изолирующий, теплоизоляционный и поглощающий энергию [1]. Отходы EVA получают путем обрезки вспененных листов, используемых для производства стелек обуви и разных покрытий. Использование отходов этиленвинилацетата в бетоне - относительно новое явление в мире бетонных технологий, поэтому необходимо провести много исследований, прежде чем этот материал будет активно использоваться в строительстве.

В зарубежной литературе, в отличие от отечественной, достаточно широко раскрыто применение этиленвинилацетата в качестве заполнителя бетонной смеси. Исследуются такие характеристики, как прочность, износостойкость, морозостойкость, влагоустойчивость и др. В России производство данного материала еще не является повсеместным, вопрос об утилизации данных отходов и вовсе не стоит. Тем не менее импорт товаров изготовленных из EVA с каждым годом показывает рост спроса на данный материал. Согласно исследованию UNIDO, в 2019 году во всем мире производится только 17 миллиардов пар обуви, причем каждый миллион при этом образует около 80 тонн отходов. Из этого количества отходы вспененный материал EVA составляет 14%, в результате ежегодно производится 194 000 тонн отходов [8]. Также не стоит забывать, что отходы образуются и при производстве других товаров, изготовленных из EVA. Таким образом вопрос о применении данных отходов в строительстве может решить сразу несколько задач, такие как переработка отходов производства, удешевление производства материала, снижение общей стоимости строительства, снижение потребления энергии и уменьшение использования натуральных материалов.

Использование отходов в бетоне, обычно снижает прочность получаемого бетона, поэтому исследования должны быть ориентированы на тройные системы, которые помогают преодолеть этот недостаток пластмасс в бетоне. Бетон с заполнителем EVA (рис.1) продемонстрировал снижение прочности на сжатие, но практически не показал разницы в прочности на изгиб [7].



Рис. 1. Отходы этиленвинилацетата (EVA)

Результаты прочности на изгиб, показали, что включение заполнителей EVA не оказывает отрицательного влияния на прочность бетона на изгиб. На самом деле есть несколько вариаций, таких как фракция 9,5 мм с долей 5% и 19 мм с долей 20%, которые дают более высокие значения прочности на изгиб. Остальные вариации все близки по значению к контрольной смеси. Это может быть связано с характером связывания вяжущего с частицами EVA. А также может быть результатом высокой абсорбции EVA, которая может усилить связывание между частицами [2,5].

Для увеличения прочности минерального связующего предлагается в дальнейшем использовать с портландцементом полигидратный гипс, а также применять добавки, в состав которых входят суперпластификатор, опока, полиакриламид и винная кислота, предназначены для придания смеси свойств пластичности и равной текучести, а также контролируемости времени схватывания [3].

Бетон с добавлением EVA демонстрирует хороший потенциал для производства легких бетонов. Исследования показывают возрастание устойчивости к истиранию. Отличные показатели, в сравнении с обычным бетоном, можно наблюдать у образцов с долей 10% EVA [6].

Хотя результаты теста на проникновение воды показали более высокую водопроницаемость для бетона с EVA, он сможет стать хорошим кандидатом для применения в теплоизоляции. При проведении тестов бетон не претерпел каких-либо значительных изменений в отношении его свойств огнестойкости.

Добавление этиленвинилацетата в бетон, сделало смесь более пластичной, а не хрупкой. Более того, высокий процент замены показал первоначальный потенциал для применения в проницаемых бетонах.

Самый высокий процент грубого заполнителя EVA около 60% не увеличивает характеристики шумового звукопоглощения, однако в исследованных образцах применение других заполнителей и 20 - 40% отходов EVA привело к улучшенным акустическим характеристикам, при этом измеренный уровень шума снизился на 15 дБ, с 77 дБ до 62 дБ. В ходе испытаний ударным шумом, исследуемые образцы бетона показали наилучшие акустические характеристики с удовлетворительными характеристиками для строительных лабораторий [6].

Результаты испытаний показали, что объемная плотность и теплопроводность легкого бетона имеет тенденцию к увеличению с возрастанием содержания отходов EVA. По результатам, использование отходов EVA в качестве легкого наполнителя показало хорошую возможность использования в легком бетоне. Было установлено, что повышенное содержание отходов EVA вызывает снижение значений влажности легкого бетона и увеличивает его теплопроводность и насыпную плотность.

Бетон с EVA показал перспективные результаты с точки зрения огнестойкости и теплоизоляции. Например, при воздействии огня бетон EVA практически не выделяет токсичных паров.

Добавление отходов EVA практически не влияют на прочностные характеристики, при небольшой концентрации. Увеличение объема добавки уменьшает прочность на сжатие. Тем не менее за счет нее увеличивается износостойкость, звукопроницаемость и теплопроводность. Использовать промышленные отходы EVA в качестве замены заполнителя лучше для ненагруженных элементов конструкции, например, для перегородок и ограждений, а также отходы EVA могут использоваться для тепло-, гидроизоляции и звукоизоляции в качестве стен в студиях, холлах, университетах, конференц-залах и школах. Использование отходов материала EVA перспективно. Его можно использовать как замену пенополистиролу в пенополистерол-бетоне. Использование отходов EVA может быть полезно не только с технической точки зрения, но также с экологической и экономической.

Список литературы:

1. Черкасов В.Д., Волоцкой А.Н., Юркин Ю.В., Авдонин В.В. Влияние полярности наполнителей на динамические свойства вибропоглощающих полимерных композиционных материалов на основе этиленвинилацетата. Регионал. архитект. и строит.2020. № 1(42). С. 52-62.
2. Волоцкой А.Н., Юркин Ю.В., Черкасов В.Д., Авдонин В.В., Мансурова И.А. Оценка влияния полярности пластификатора на динамические свойства полимерных материалов на основе этиленвинилацетата. Вестн. БГТУ им. В.Г. Шухова.2018. № 9. С. 15-23.
3. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Лесовик В.С. Современные способы активации вяжущего и бетонных смесей (обзор) // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. 2018. № 4 (37). С. 85-99.
4. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Пезин Д.Н., Тимохин Р.А. Самоуплотняющиеся бетоны с применением отходов растениеводства // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2018. Т. 15. № 2 (60). С. 294-304.
5. Nunes, M. F. O.; Rauber, J.:EVA waste material to reduce transmission of impact noise , São Paulo, EDUSP (2010).
6. Tutikian, B.F.; Nunes, M.F.O.; Leal, L.C.; Marquette, L. Impact sound insulation of lightweight concrete floor with EVA waste. Build. Acoust. 2012,19, 75–88.

7. Gregorová, Valéria & Uncik, Stanislav. Characterization of Lightweight Concrete Produced from Plastics Waste - Polystyrene and EVA. Applied Mechanics and Materials 2016, 861. 24-31.

8. United Nations Industrial Development Organization, 2019. Industrial Development Report 2020. Industrializing in the digital age. Vienna.

9. Kodolov, V. "Polyethylene foam waste utilization for lightweight concrete production" International Journal of Polymeric Materials, 47, 1(2000), pp. 7-17.

10. Mounanga, P; Gbongbon, W; Poullain, P; Turcry, P. "Proportioning and characterization of lightweight concrete mixtures made with rigid polyurethane foam wastes", Cement and Concrete Composites, 30, 9(2008), pp. 806- 814.

Заенец Евгений Олегович, Кетнер Андрей Владимирович

БЫСТРОВОЗВОДИМЫЕ ЗДАНИЯ С КАРКАСОМ ИЗ ЛСТК И ЗАПОЛНЕНИЕМ ИЗ МОНОЛИТНОГО ПЕНОБЕТОНА

*Ангарский государственный технический университет, кафедра ПГС
665831, Ангарск, Иркутской области, ул. Чайковского, 60.*

Аннотация: В статье рассмотрено решение строительства быстровозводимых зданий с каркасом из легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) и несъемной опалубкой наружного слоя с заполнением стены и перекрытия из монолитного пенобетона теплоизоляционных марок по плотности. Такое решение имеет ряд конструктивных и технологических преимуществ.

Ключевые слова: монолитный пенобетон, быстровозводимые здания, технология строительства, облегченные перекрытия.

При выборе проекта для будущего дома, застройщики в первую очередь ориентируются на стоимость строительства и скорость работ по возведению объекта. Одна из известных технологий, выбираемая в строительстве благодаря доступности и простоте исполнения – технология «СОВБИ», или, другими словами, применение каркаса из легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) и несъемной опалубки наружного слоя с заполнением стены из монолитного пенобетона (рис. 1). Такое техническое решение позволяет наилучшим образом проявиться положительным свойствам элементов легкого стального каркаса и пенобетона как материала наружного стенового ограждения. Технология «СОВБИ» успешно применяется более чем в 200 городах, во всех климатических зонах России от Калининграда до Якутска, на Кавказе, в Белоруссии, Казахстане, Чехии и других странах.



Рис.1. Процесс возведения здания с каркасом ЛСТК и несъемной опалубкой ограждающих конструкций

Монолитный пенобетон вполне подходит для строительства многоэтажных зданий и коттеджей. Как строительный материал, пенобетон представляет собой искусственный поризованный камень, отвечающий требованиям ГОСТ25485-89 по морозостойкости и прочности. У него высокая атмосферостойкость, водостойкость. Теплозащитные свойства его в 3-12 раз выше, чем у кирпича или обычного бетона. Стена из монолитного пенобетона способна «дышать», создавая комфортный микроклимат в помещении. Но при этом, в отличие от деревянных строений, обладающих теми же свойствами, пенобетон отличается высокой биологической и огневой стойкостью. Помимо этого, технологии позволяют использовать в составе золу и другие техногенные отходы, добавляемые в легкий бетон в качестве заполнителя. Кроме теплоизоляционной функции, монолитный пенобетон низких марок по плотности может применяться при устройстве перекрытий зданий (рис. 2). Облегченные перекрытия широко используются не только в малоэтажном строительстве, но и в многоэтажных зданиях [1,2].

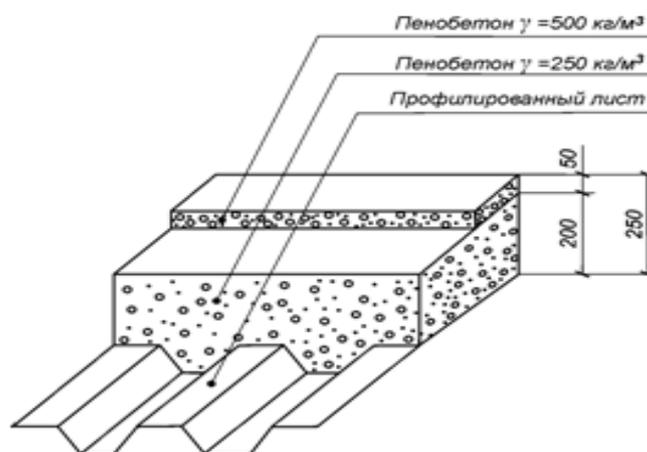


Рис.2. Схема конструкции покрытия со слоем монолитного пенобетона, уложенного на профилированный лист

Пенобетон как стеновой материал дешев и эффективен, но, ввиду его недостаточной прочности, сам по себе не может применяться для изгибаемых элементов перекрытий. Он нуждается в специальных поддерживающих конструкциях, которыми могут быть либо стальные, либо железобетонные балки.

Имеются технические решения перекрытий, разработанные в ЦНИИПСК им. Мельникова, давно и успешно применяемые на многих объектах России [3]. На схеме (рис. 3) показана такая конструкция. На профилированный настил, лежащий на двутавровых балках, укладывается арматура и заливается тяжелый бетон нужной толщины. Это технологично, поскольку при производстве работ не требуется устройство опалубки, так как профнастил сам служит несъемной опалубкой. Но, такое перекрытие, во-первых, имеет большой собственный вес, во-вторых, немалая жесткость профнастила востребована только при укладке бетонной смеси, а в дальнейшем, усилие растяжения возьмет на себя арматура монолитной плиты, создавая избыточную жесткость.

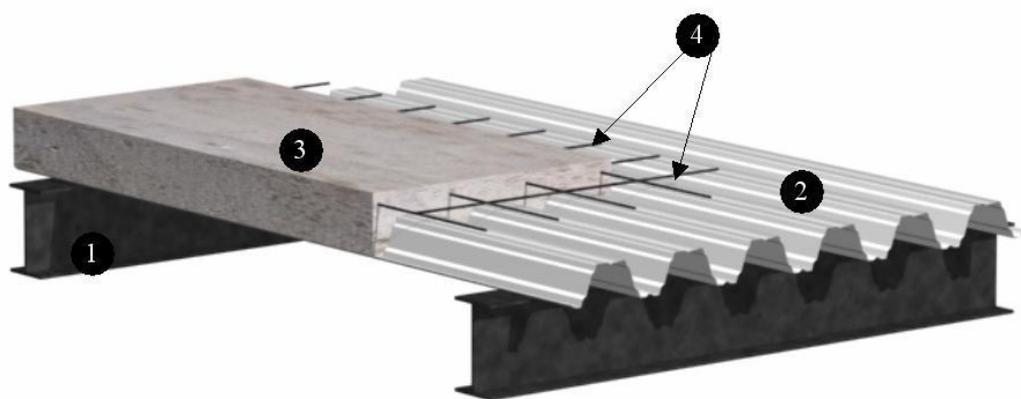


Рис.3. Схема конструкции перекрытия с плитой из конструкционного бетона по профлисту.
1- балка перекрытия; 2- гофрнастил; 3- монолитная железобетонная плита; 4- арматурные стержни

Предлагается техническое решение, основанное на том, что монолитная пенобетонная плита перекрытия укладывается на профнастил, лежащий на

нижних полках составного двутавра из гнутых швеллеров. Таким образом, составная балка оказывается внутри пенобетонного массива, что придает ей общую устойчивость и защиту от коррозии и огня.

При устройстве перекрытий по предлагаемой технологии необходимо проверить по условию прочности несущую способность гофронастила согласно СП16.13330-2011. Считая, что гофроплита работает по балочному типу в полосе, шириной 1 метр пролетом в пределах шага балок перекрытия и нагружена равномерно, можно вычислить полезную нагрузку на квадратный метр:

$$P = \frac{2 \cdot R_y \cdot W_x}{100 \cdot l^2} - q_{\text{пост}} \quad (1)$$

где: R_y – расчетное сопротивление профильного листа;

W_x – погонный момент сопротивления профилей Н60, Н75, Н114;

l – пролет настила или шаг балок;

$q_{\text{пост}}$ – собственный вес перекрытия.

Построив зависимость полезной нагрузки от пролета согласно уравнению (1) для значений момента сопротивления профилей Н60, Н75, Н114, получены следующие графики (рис. 4).

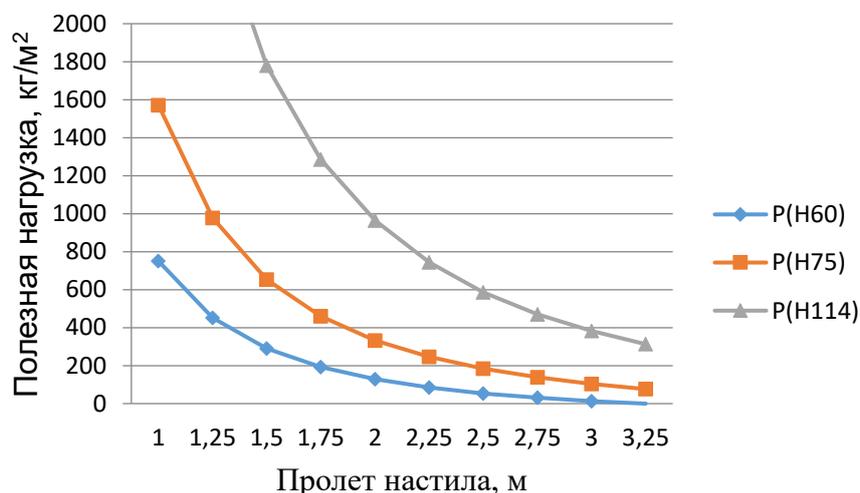


Рис. 4. Полезная нагрузка на перекрытие от пролета гофронастила

Определено, что при шаге балок 2 метра перекрытие по профилю Н60, который широко применяется, вполне удовлетворяет условию прочности при полезной нагрузке в пределах 300кг/м². На пролете настила 3 метра целесообразнее использовать профнастил Н114.

Также необходимо убедиться в обеспечении необходимой несущей способности двутавровых балок. В данном случае представлен расчет полезной нагрузки от несущей способности балок калибра 30Б1 и для сравнения – профиля, составленного из двух гнутых швеллеров 300*100*8. Полезная нагрузка (рис.5) вычислена из условия прочности изгибаемого элемента с учетом общей устойчивости по формуле:

$$P = \frac{\frac{2 \cdot R_y \cdot \varphi_b \cdot W_x}{100 \cdot l^2} - q_{\text{св}}}{a} - g_{\text{пост}} \quad (2)$$

где: a – шаг балок;

φ_b - коэффициент общей устойчивости балки перекрытия.

$q_{св}$ – линейная плотность прокатного и составного двутавра

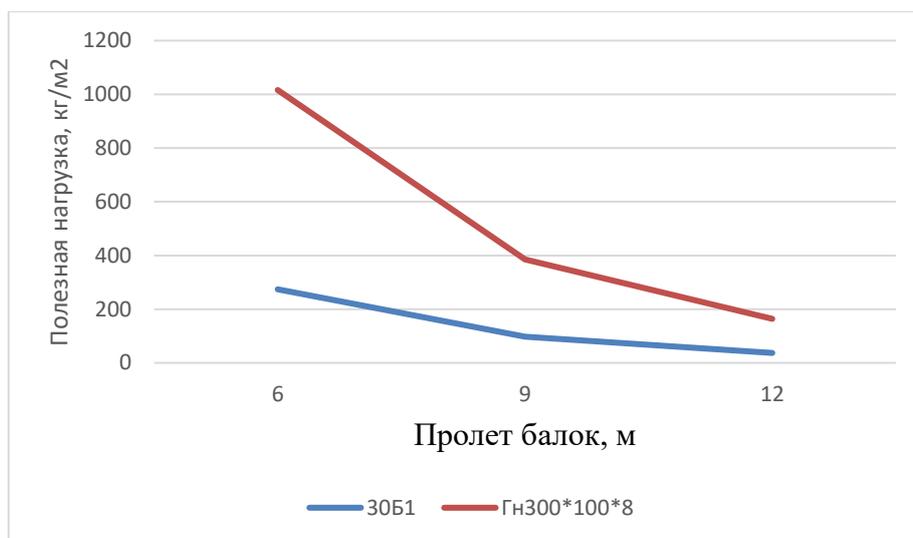


Рис. 5. Полезная нагрузка на перекрытие от пролета несущих балок при их шаге $a=3$ метра

Несмотря на то, что момент сопротивления легкого профиля несколько меньше, чем у прокатного двутавра, их полезная нагрузка выше главным образом за счет обеспечения общей устойчивости гнутого профиля в пределах пролета. Следовательно, применение ЛСТК в каркасах зданий возможно, поскольку легкие профили не уступают и даже превосходят традиционные конструкции по несущей способности.

Вывод. Применение в строительстве каркасно-монолитной технологии (СОВБИ) вместе с облегченными конструкциями каркасов имеет ряд достоинств, это:

- относительно малый вес несущих конструкций каркаса, уменьшение общего веса стеновой конструкции и нагрузки на фундамент и каркас здания;
- возможность минимальных транспортных расходов по доставке сырья (цемент в мешках) и конструкций на строительный объект;
- в условиях строительного объекта простота в приготовлении и подачи пенобетона к месту укладки, поскольку требуется минимальная площадь для размещения оборудования и сырьевых материалов;
- сейсмостойкость конструкций, возможность строительства в сейсмически опасных районах;
- повышенная огнестойкость и коррозионная стойкость конструкций, обеспечиваемая тем, что несущие элементы каркаса находятся внутри теплоизоляционного материала;
- ускорение и оптимизация процесса строительства за счёт более простой технологии проведения монтажных работ, обеспечиваемых техникой небольшой грузоподъемности и минимальным числом рабочих;
- не требуется складирование больших объемов плит или сыпучих традиционных теплозвукоизоляционных материалов и их перемещение на

строительном объекте к месту укладки, что снижает многодельность работ по устройству перекрытий, затраты труда и механизмов;

- жесткость пенобетонной плиты обеспечивается изгибными характеристиками гофролиста, поэтому в плите не требуется никакая арматура;
- обеспечение отличной тепло- и звукоизоляции благодаря микропористой структуре, Хорошие характеристики пенобетона позволяют экономить энергию, при эксплуатации.
- комфорт внутри помещения благодаря паропроницаемости пенобетона.

Список литературы:

1. Туснин А.Р. Облегченные перекрытия многоэтажных зданий со стальным каркасом // Промышленное и гражданское строительство. 2016. №10. С. 99-103.
2. Конструкции гражданских зданий / под ред. М.С. Туполева -М.: Архитектура-С, 2007. 240с.
3. СТО 047-2005. Перекрытия сталежелезобетонные с монолитной плитой по стальному профилированному настилу. -М.: ЦНИИПСК им. Мельникова, 2005, 66с.

Борсук Виталий Вячеславович, Тимохин Роман Андреевич

К ВОПРОСУ О РАЗНОВИДНОСТЯХ КИРПИЧА

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Научный руководитель: Козлов П.Г.

Аннотация: Кирпич - это искусственный камень правильной формы, используемый в качестве строительного материала, произведенный из минеральных материалов, обладающий свойствами камня, главное прочностью, водостойкостью, морозостойкостью. Наиболее известны три вида кирпича, гиперпрессованный кирпич производится по технологии гиперпрессования, красный кирпич из обожжённой глины и силикатный, состоящий из песка и извести, а также цемента.

Ключевые слова: кирпич, строительные материалы.

Введение

Стеновые и отделочные материалы - это чаще всего гетерогенные композиции, которые имеют многокомпонентный состав. Их макроструктура определяется назначением материала. Регулирующие соотношения между компонентами материала при решении общего технологического процесса изменяют их свойства

Функциональное назначение стеновых материалов и изделий - обеспечение нужной прочности, жесткости, долговечности сооружений; создание комфортных условий в помещениях и создание комфортного режима в помещении, повышение декоративных свойств интерьера и вида здания в целом

за счет использования разнообразной цветной гаммы и фактуры и обеспечение нужного температурно-влажностного режима (ГОСТ 530-2007).

К наиболее распространенным стеновым и отделочным материалам относят керамические кирпич и камень, силикатный кирпич и камень, изделия из легких бетонов на пористых заполнителях, изделия из ноздреватых бетонов, оконные и дверные системы, гипсокартонные системы и подвесные потолки, каменные материалы и изделия, керамическая плитка, коррозиестойкие и полимерные материалы, сухие строительные смеси, материалы и изделия из дерева, стекла.

История кирпича как строительного материала

Слово «кирпич» заимствовано из тюркских языков. До кирпича — использовалось слово *плинфа*. «Плинфа» — тонкая и широкая глиняная пластина, толщиной примерно 2,5 см. Изготавливалась в специальных деревянных формах. Плинфа сушилась 10-14 дней, затем обжигалась в печи. На многих плинфах находят клейма, которые считаются клеймами изготовителя.

Стандартный обожжённый кирпич — примерно с XVI века.

До XIX века техника производства кирпичей оставалась примитивной и трудоёмкой. Формовали кирпичи вручную, сушили исключительно летом, а обжигали в напольных печах-временках, выложенных из высушенного кирпичасырца. В середине XIX века была построена кольцевая обжиговая печь, а также ленточный пресс, обусловившие переверот в технике производства. В конце XIX века стали строить сушилки. В это же время появились глинообрабатывающие машины бегуны, вальцы, глиномялки. В наше время более 80 % всего кирпича производят предприятия круглогодичного действия, среди которых имеются крупные механизированные заводы, производительностью свыше 200 млн шт. в год.

Хотя вплоть до нашего времени широчайшее распространение имел во многих странах необожжённый кирпичсырец, часто с добавлением в глину резаной соломы, применение в строительстве обожжённого кирпича также восходит к глубокой древности (постройки в Египте, 3—2 тысячелетие до н. э.). Особенно важную роль играл кирпич в зодчестве Месопотамии и Древнего Рима, где из кирпича (45×30×10 см) выкладывали сложные конструкции, в том числе арки, своды и т. п. Ярким примером использования кирпичного строительства в России времён Иоанна III стало строительство стен и храмов Московского Кремля, которым заведовали итальянские мастера.

Однако есть предположение, относящееся к римскому периоду, что изначально кирпичи не были несущим материалом: в римских сооружениях зачастую слой извести шире слоя кирпичей и можно сделать вывод, что именно известь была т.н. "несущим материалом", а вовсе не кирпич (выполнял роль арматуры в бетоне, сказали бы сейчас). Кирпичи предположительно были всегонавсего черепицей, что характеризует их размер - прим. 300х300х20 мм. Да и в домонгольской Руси (абсолютно "деревянной") кирпичные кладки были схожи с римскими, постольку поскольку "кирпичное зодчество" пришло на Русь из Византии являющейся преемницей Рима. Даже кладка Айя-Софии выполнена в той же манере - тонкая прослойка кирпича и в 1,5-2 раза шире прослойка извести.

Силикатный кирпич

Силикатный кирпич аналогичен известняку - природному материалу, который уже несколько веков используется в строительстве. Однако у этого природного материала есть один существенный недостаток - он не стоек к воздействию влаги.

Состоит силикатный кирпич из смеси извести, песка и воды. В 19 веке многие учёные пытались понять, как устранить главный недостаток этого материала. И в 1880 году химик Михаэлис обработал эту смесь паром под высоким давлением. Так и появился силикатный кирпич.

В начале 20 века в России же было несколько заводов по производству этого материала.

Морозостойкость - это количество циклов замораживания-размораживания, которые может выдержать кирпич. Обозначается буквой F и числом. У силикатного кирпича это значение обычно 50 или 75 циклов.

Прочность - способность кирпича не деформироваться под воздействием нагрузки. Обозначается буквой M и цифрой (вес, который выдерживает кирпич на 1 квадратный сантиметр). У силикатного кирпича это значение обычно M-150 или M-200.

Силикатный кирпич бывает одинарным 1НФ или полуторным 1,4НФ. По пустотности он либо полнотельный, либо имеет технологические пустоты.

Стандартный цвет силикатного кирпича - белый. Чтобы придать ему нужный цвет, при производстве добавляют красящие пигменты.

Поверхность его гладкая или брусочек может иметь рустированный ложок, угол. Такой кирпич имитирует натуральный камень и очень эстетично смотрится при комбинированной облицовке здания.

Преимущества силикатного кирпича

- Невысокая стоимость - самое главное достоинство этого материала;
- Хорошие экологические свойства;
- Привлекательный внешний вид, хорошие эстетические свойства;
- Хорошая совместимость с кладочными растворами;
- Хорошая морозостойкость;
- Отличная геометрия;
- Хорошая совместимость с кладочными растворами

Недостатки силикатного кирпича

- Разрушается под воздействием высоких температур (дымоходы строить из него нельзя);
- Достаточно тяжёлый материал, как следствие - повышенная нагрузка на фундамент;
- Разрушается при постоянном воздействии воды, поэтому не подходит для строительства влажных помещений.

Силикатный кирпич - хороший, экономичный, эстетически привлекательный материал для строительства. Вполне достойная замена керамическому кирпичу, если соблюдать все технологии работы с ним и выбрать качественный материал

Керамический кирпич

Керамический кирпич все так же занимает лидирующие позиции в линейке самых востребованных материалов, используемых при строительстве домов. Такая популярность объясняется массой достоинств керамической продукции.

Плюсы применения керамического кирпича:

Прочность. В продаже представлены изделия разной марки прочности (М50, М75, М125 и т. д.). Причем кирпичи марки М200 отлично подходят для отделки цокольных помещений, успешно справляются с большими нагрузками. По ГОСТ прочность керамического кирпича и камня может достигать марки М1000. Но при изготовлении такой продукции используется особый сорт глины, который проходит высокотемпературный обжиг.

Экологическая чистота (в состав подобного стройматериала входят исключительно природные компоненты).

Большой выбор размеров керамического кирпича, позволяющий использовать его в разных строительных работах.

Большой срок службы.

Высокая теплопроводность. Это касается пустотелых изделий, которые значительно снижают потери тепловой энергии сквозь стены.

С учетом размеров и марки плотности отличается и вес керамического кирпича, что важно учитывать при обустройстве фундамента.

Виды керамических изделий

В зависимости от назначения строительный материал бывает:

рядовой, который используется для кладки стен, не отличается высоким уровнем изготовления, может иметь разные сколы, трещины, требует обязательного проведения отделочных работ;

облицовочный (лицевой), который уже имеет более привлекательный внешний вид, поэтому отлично подходит для проведения фасадных, отделочных работ. К тому же лицевой керамический кирпич может иметь гладкую ровную или фактурную поверхность, сложные геометрические формы, что позволяет создавать разнообразные декоративные элементы.

В продаже представлено сразу несколько популярных типоразмеров керамической продукции. Самым оптимальным вариантом считается одинарный керамический кирпич размером 250x120x 65 мм. Также имеется полуторный и двойной кирпич.

По наличию полостей в структуре кирпичи бывают полнотелые и пустотелые. Полнотелый кирпич имеет большой вес и невысокие теплозащитные свойства, поэтому используется исключительно для возведения несущих стен, колонн.

При выборе керамического кирпича необходимо учитывать не только его соответствие ГОСТ, но и обращать внимание на марку, размеры в зависимости от его дальнейшей сферы применения.

Организация кирпичного производства

Организация кирпичного производства должна создать условия для двух основных параметров производства: обеспечивать постоянный или средний состав глины и обеспечивать равномерную работу производства. Для выявления истинных причин большого количества брака на производстве проводится анализ соответствия организации производства этим требованиям.

Кирпичное производство принадлежит к тем видам человеческой деятельности, где результата добиваются только после длительных экспериментов с режимами сушки и обжига. Эта работа должна проводиться при постоянных основных параметрах производства. Невозможно сделать правильные выводы и подкорректировать работу при несоблюдении этого простого правила.

Невозможно выпускать качественную продукцию при непостоянном составе глины и производительности. Невозможно найти причины брака уменьшая переработку, не имея возможности контролировать и регулировать режим сушки, не соблюдая режим обжига в печи. Как понять, где находится источник брака: глина, добыча, переработка, формовка, сушка или обжиг?

Самая лучшая глина — это глина постоянного состава, которую с низкими затратами могут обеспечить только многоковшовый и роторный экскаваторы. Кирпичному производству требуется постоянный состав глины в длительном промежутке времени для опытного подбора режимов сушки и обжига. Нет более простого и лучшего способа получить продукцию отличного качества.

Глина

Хороший керамический кирпич производится из глины добытой мелкой фракцией с постоянным составом минералов. При постоянном составе минералов цвет кирпича при производстве одинаковый, что характеризует лицевой кирпич. Месторождения с однородным составом минералов и многометровым слоем глины, пригодным для добычи одноковшовым экскаватором, очень редки и почти все разработаны.

Большинство месторождений содержит многослойную глину, поэтому лучшими механизмами, способными при добыче делать глину среднего состава, считаются многоковшовый и роторный экскаваторы. При работе они срезают глину по высоте забоя, измельчают её, и при смешивании получается средний состав. Другие типы экскаваторов не смешивают глину, а добывают её глыбами.

Постоянный или средний состав глины необходим для подбора постоянных режимов сушки и обжига. Нельзя получить высококачественный кирпич, если состав глины постоянно меняется, поскольку для каждого состава нужен свой режим сушки и обжига. При добыче глины среднего состава, один раз подобранные режимы позволяют получать высококачественный кирпич из сушки и печи годами.

Качественный и количественный состав месторождения выясняется в результате разведки месторождения. Только разведка выясняет минеральный состав, то есть какие суглинки пылеватые, глины легкоплавкие, глины тугоплавкие и т. д. содержатся в месторождении. Лучшими глинами для производства кирпича считаются те глины, которые не требуют добавок.

Для производства кирпича всегда используется глина непригодная для других керамических изделий. До принятия решения о постройке завода на основе месторождения проводятся промышленные испытания пригодности глины для производства кирпича. Испытания проводятся по специальной стандартной методике, заключающейся в подборе технологии для переработки.

Испытания дают ответ на несколько вопросов: есть ли в месторождении слой однородной глины, пригодный для промышленной разработки; если нет, то пригоден ли средний состав глины для производства кирпича; если нет, то какие добавки требуются для получения качественного кирпича, какая нужна техника для добычи и оборудование для переработки и пр.

Сушилки камерные

Сушилки загружаются кирпичом полностью и в них постепенно изменяется температура и влажность по всему объёму сушилки, в соответствии с заданной кривой сушки изделий. Сушилки находят применение для изделий электрокерамики, фарфора, фаянса и при малых объёмах производства. Очень трудно регулировать режим сушки.

Сушилки туннельные

сушилки загружаются постепенно и равномерно. Вагонетки с кирпичом продвигаются через сушилку и проходят последовательно зоны с разной температурой и влажностью. Туннельные сушилки лучше всего применять для сушки кирпича из сырья среднего состава. Применяются при производстве однотипных изделий строительной керамики. Очень хорошо «держат» режим сушки при постоянной и равномерной загрузке кирпича-сырца.

Процесс сушки

Глина, с точки зрения сушки, это смесь минералов, состоящая по массе более чем на 50 % из частиц до 0,01 мм. К тонким глинам относятся частицы менее 0,2 мкм, к средним 0,2—0,5 мкм и крупнозернистым 0,5—2 мкм. В объёме кирпича-сырца есть множество капилляров сложной конфигурации и разных размеров, образованных глинистыми частицами при формовке.

Глины дают с водой массу, которая после высыхания сохраняет форму, а после обжига приобретает свойства камня. Пластичность объясняется проникновением воды, хорошего природного растворителя, между отдельными частицами минералов глины. Свойства глины с водой важны при формовке и сушке кирпича, а химический состав определяет свойства изделий во время обжига и после обжига.

Чувствительность глины к сушке зависит от процентного соотношения «глинистых» и «песчаных» частиц. Чем больше в глине «глинистых» частиц, тем труднее удалить воду из кирпича-сырца без образования трещин при сушке и тем больше прочность кирпича после обжига. Пригодность глины для производства кирпича определяется лабораторными испытаниями.

Если в начале сушилки в сырце образуется много паров воды, то их давление может превысить предел прочности сырца и появится трещина. Поэтому температура в первой зоне сушилки должна быть такой, чтобы давление паров воды не разрушало сырец. В третьей зоне сушилки прочность сырца достаточна для повышения температуры и увеличения скорости сушки.

Режимные характеристики сушки изделий на заводах зависят от свойств сырья и конфигурации изделий. Существующие на заводах режимы сушки нельзя рассматривать как неизменные и оптимальные. Практика многих заводов показывает, что длительность сушки можно значительно сокращать, пользуясь методами ускорения внешней и внутренней диффузии влаги в изделиях.

Кроме того, нельзя не учитывать свойства глиняного сырья конкретного месторождения. Именно в этом и заключается задача заводских технологов. Нужно подобрать такую производительность линии формовки кирпича и режимы работы сушилки кирпича, при которых обеспечивается высокое качество сырца при максимально достижимой производительности кирпичного завода.

Процесс обжига

Глина с точки зрения обжига представляет смесь легкоплавких и тугоплавких минералов. При обжиге легкоплавкие минералы связывают и частично растворяют тугоплавкие минералы. Структура и прочность кирпича после обжига определяется процентным соотношением легкоплавких и тугоплавких минералов, температурой и продолжительностью обжига.

В процессе обжига керамического кирпича легкоплавкие минералы образуют стекловидную, а тугоплавкие кристаллическую фазы. С повышением температуры всё более тугоплавкие минералы переходят в расплав и возрастает содержание стеклофазы. С увеличением содержания стеклофазы повышается морозостойкость и снижается прочность керамического кирпича.

При увеличении длительности обжига возрастает процесс диффузии между стекловидной и кристаллической фазами. В местах диффузии возникают большие механические напряжения, так как коэффициент термического расширения тугоплавких минералов больше коэффициента термического расширения легкоплавких минералов, что и приводит к резкому снижению прочности.

После обжига при температуре 950-1050°C доля стекловидной фазы в керамическом кирпиче должна составлять не более 8-10 %. В процессе обжига подбираются такие температурные режимы обжига и продолжительность обжига, чтобы все эти сложные физико-химические процессы обеспечивали максимальную прочность керамического кирпича.

Размеры

Как это ни удивительно, но в России кирпичи единого стандарта (т. н. нормального формата (НФ)), появились недавно по сравнению с тем, сколько времени бытует у нас этот строительный материал, — в 1927 году. Нормальный формат имеет габаритные размеры 250x120x65 мм. Наименования остальных размеров являются производными от НФ:

- 1 НФ (одинарный) — 250x120x65 мм;
- 1,4 НФ (полуторный) — 250x120x88 мм;
- 2,1 НФ (двойной) — 250x120x140 мм.

Также описаны в ГОСТе и применяются (но значительно реже) другие размеры :

- 0,7 НФ («Евро») — 250x85x65 мм;

1,3 НФ (модульный одинарный) — 288x138x65 мм.

Неполномерный (часть):

3/4 — 180 мм;

1/2 — 120 мм;

1/4 — 60—65 мм.

Согласно ГОСТ 530—2007, грани кирпича имеют следующие названия:

Постель — рабочая грань изделия, расположенная параллельно основанию кладки (на примере 1 НФ это часть с размерами 250x120 мм);

Ложок — средняя по площади грань изделия, расположенная перпендикулярно к постели. (у 1НФ — 250x65 мм);

Тычок — наименьшая грань изделия, расположенная перпендикулярно к постели. (у 1 НФ — 120x65 мм).

Список литературы

1. Роговой М.И. Пути повышения технического уровня кирпичных заводов. Сб. «Повышение технического уровня производства стеновых керамических материалов». Издание МДНТП, М., 1966.

2. Лундина М.Г. Исследование обработки глиняных масс при производстве кирпича. Труды НИИСтройкерамики, вып. 14. М., Госстройиздат, 1959.

3. Роговой М.И., Гвоздарев И. П. Стеновая и фасадная керамика в современном строительстве. «Строительные материалы», 1960, № 8.

4. Беркман А.С., Мельникова И. Г. Структура и морозостойкость стеновых материалов. М.—Л., Госстройиздат, 1962.

5. Роговой М. И. Увлажнение глины паром в производстве кирпича. М., Стройиздат, 1943.

6. Попильский Р.Я., Кандрашов Ф.В. Прессование керамических порошков. М., «Металлургия», 1968.

7. Ценке В. И. Трещины расслаивания при полусухом способе прессования керамических изделий и меры борьбы с ними. Сб. «Улучшение качества глиняного кирпича». М., Легкая индустрия, 1964.

8. Роговой М.И. Новое в кирпичном производстве «Строительные материалы», 1970, № 12.

9. Роговой М.И. Технологию искусственных пористых заполнителей и керамики. Учебник для вузов. М., Стройиздат, 1974. 315 с.

10. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Пезин Д.Н., Тимохин Р.А. Самоуплотняющиеся бетоны с применением отходов растениеводства // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2018. Т. 15. № 2 (60). С. 294-304.

Явинский Александр Викторович

ВЛИЯНИЕ ЗОЛЫ ГИДРОУДАЛЕНИЯ НА СВОЙСТВА ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)»; кафедра ОТиМС, пр. Мира, д. 5, г. Омск, Россия, 644080.

Научный руководитель: Чулкова Ирина Львовна, д.т.н., профессор.

Аннотация: В статье исследовано влияние золы гидроудаления на свойства тяжелого бетона. Изучено влияние золы гидроудаления на свойства тяжелых бетонов и растворов, установлено влияние золы гидроудаления на прочность, пористость, водопоглощение тяжелого бетона.

Ключевые слова: зола гидроудаления, тяжелый бетон, пористость, прочность, водопоглощение.

Переработка топливных зол и шлаков тепловых электростанций является важной частью проблемы по очистке окружающей среды от загрязнений. Загрязнение воздуха, воды и почвы происходит вокруг территорий золоотвалов, под которые выделяются большие площади [1].

В Европе использование в составе бетона золошлаковых отходов является обязательной частью технологии производства. Германия ежегодно использует более 3 миллионов тонн золы в качестве добавки при производстве бетона. В Скандинавских странах для вторичного производства используется 100% золошлаковых отходов. Из этих данных можно сделать вывод об эффективности использования золошлаковых отходов для производства бетона [2].

В работе было рассмотрено влияние ультракислой золы гидроудаления на свойства тяжелого бетона и раствора. Зола гидроудаления может вводиться в бетон в качестве замены части цемента, части песка, либо взамен части песка и цемента одновременно.

При введении золы гидроудаления с удельной поверхностью не менее 150 м²/кг взамен части цемента объем вяжущего компонента остается прежним. Из чего можно сделать вывод, что макроструктура бетона не изменяется. Из-за разбавления цемента добавкой золы гидроудаления может ухудшаться его микроструктура в раннем возрасте. Вследствие чего увеличивается пористость цементного камня. В связи с протеканием пуццолановой реакции, на которую влияет дисперсность и химическая активность золы, качество цементозольного камня будет улучшаться. При длительном твердении бетона наблюдается снижение пористости и размера пор. В зрелом возрасте бетон с введением золы гидроудаления может показывать пониженную пористость и уменьшение размера пор по сравнению с контрольными образцами [3].

Для нахождения рационального количества золы в составе тяжелого бетона из цементно-песчаного раствора изготавливались образцы-балочки размером 4x4x16 см. После распалубки было проведено пропаривание по режиму 3+4(80°С) + медленное остывание. Применялась зола гидроудаления ТЭЦ-5 города Омска и портландцемент ЦЕМ I – 32,5Б.

При пропаривании происходит термоактивация пуццоланической реакции золы гидроудаления, при которой аморфный оксид кремния и оксид алюминия, содержащиеся в золе гидроудаления, взаимодействуют с гидроксидом кальция,

которая появляется при гидратации цемента, в результате чего формируются гидросиликаты кальция, что приводит к резкому возрастанию прочности и снижению пористости и проницаемости бетона [4]. После пропаривания образцов из раствора получаем более высокие значения прочности при сжатии (до 34,5 МПа) по сравнению контрольными бездобавочными растворами. Это подтверждает вовлечение в процесс твердения дополнительных продуктов золы гидроудаления с щелочами в форме $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и ROH [5, 6].

Показатели прочности растворов при сжатии приведены на рис. 1.

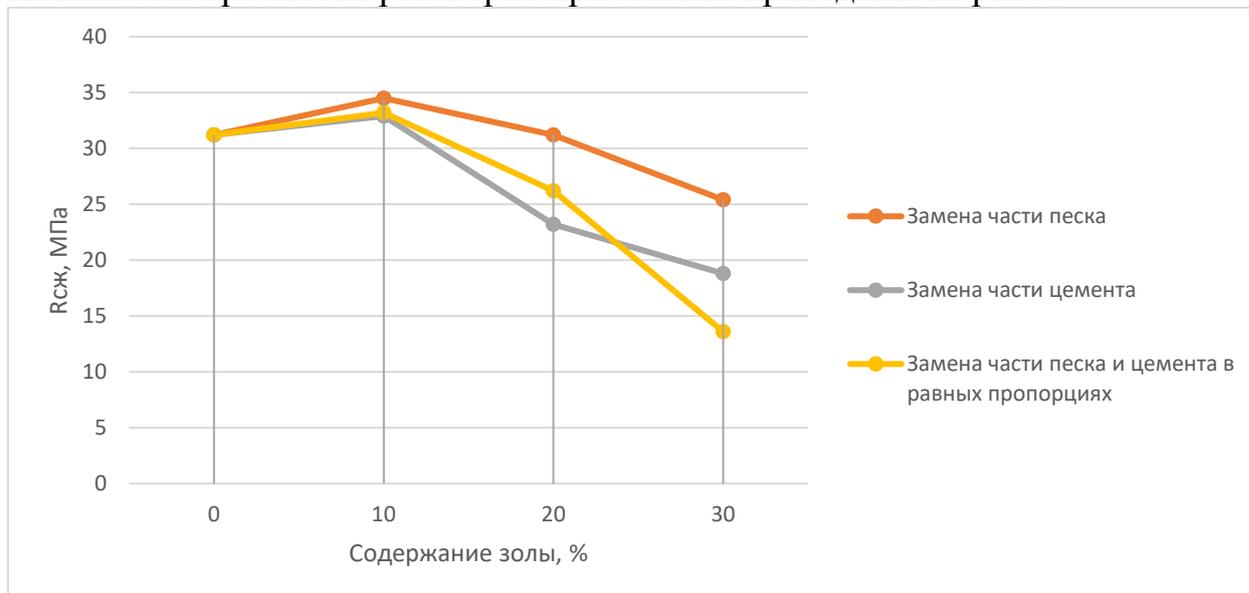


Рис. 1. Зависимость прочности при сжатии растворов от содержания золы гидроудаления

После анализа результатов эксперимента было установлено, что растворы с заменой 10% песка золой гидроудаления показывают наивысшую прочность при сжатии (до 34,5 МПа). Повышение прочности связано с переходом $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в гидросиликаты кальция.

Но при увеличении количества золы гидроудаления свыше 10% в составе растворов, прочность при сжатии начинает снижаться. Этот эффект связан с разрыхлением структуры образца, а также с сокращением площади контактов. При более длительных сроках твердения будет происходить связывание кремнезема, из-за чего может наблюдаться выравнивание прочности при сжатии образцов содержащих 30% золы гидроудаления до прочности при сжатии растворов с меньшей добавкой золы гидроудаления [7].

Было изучено влияние введения золы гидроудаления на водопоглощение тяжелого бетона после ТВО. Для этого образцы-кубы $15 \times 15 \times 15$ см из тяжелого бетона были помещены в емкость с водой с таким расчетом, чтобы уровень воды был выше верхнего уровня уложенных образцов примерно на 50 мм. Образцы помещались в воду постепенно, чтобы не произошло захлопывание воздуха в порах бетона. Результаты исследований представлены на рис. 2.

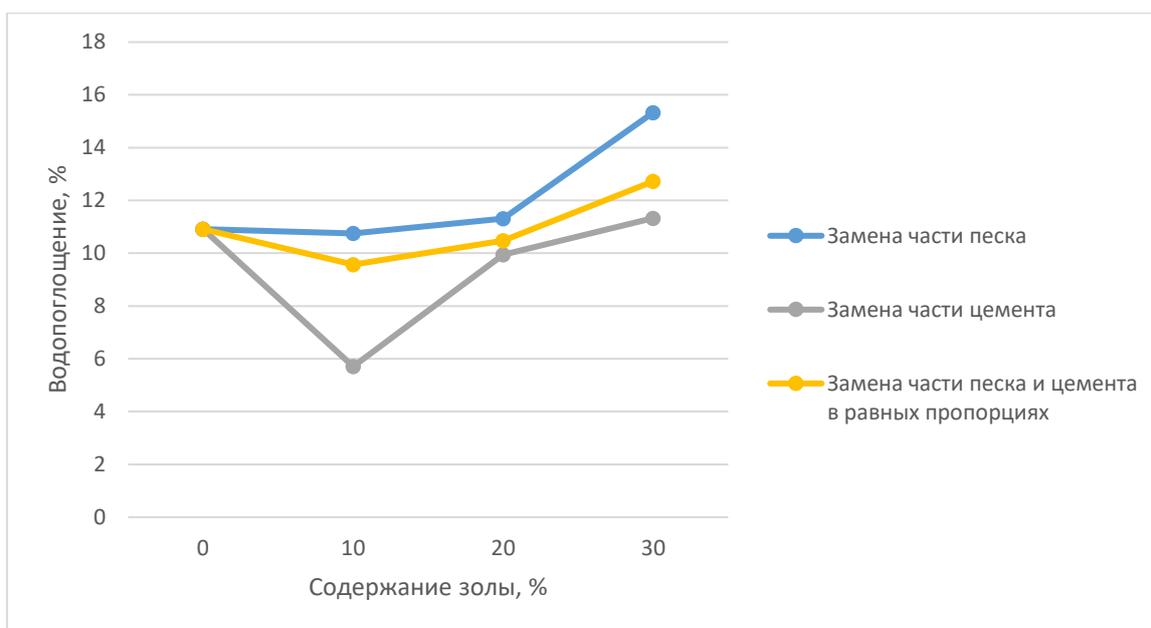


Рис. 2. Зависимость водопоглощения тяжелых бетонов от содержания золы гидроудаления

Установлено, что при замене 10% цемента золой гидроудаления наблюдается наибольшее уменьшение водопоглощения тяжелых бетонов (снижение на 5,2 %), что говорит о повышении плотности и уменьшении пористости образцов. Положительный эффект связан с образованием гидросиликатов кальция из оксида кальция при пуццоланической реакции золы гидроудаления. При замене компонентов тяжелого бетона золой гидроудаления на 20% и более значительного уменьшения водопоглощения не наблюдается. Эффект снижения водопоглощения связан с уменьшением плотности образцов из-за разрыхления их структуры.

Свойства тяжелого бетона изменяются при разных вариантах замены компонентов золой гидроудаления. Это происходит вследствие перемен в структуре композита. Основными причинами этих изменений являются: наполняющее действие золы гидроудаления; изменение водосодержания смеси с золой; пуццолановая реакция, приводящая к трансформации $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в силикат кальция. В зависимости от варианта замены компонентов в бетоне золой гидроудаления эти эффекты могут проявляться в большей или меньшей степени.

Проанализировав полученную информацию, можно сделать вывод, что применение золы гидроудаления в количестве 10% при замене цемента в составе тяжелого бетона позволяет получить бетон с повышенной прочностью при сжатии, уменьшенной пористостью и сниженным водопоглощением.

Положительное влияние золы гидроудаления в составе тяжелого бетона выражается в изменении микроструктуры твердой фазы, уплотнении композита связанное с увеличением количества гидросиликатов. А ее ухудшение выражается в появлении новой поверхности раздела: «зола - продукты гидратации цемента». Отрицательное влияние уменьшается в процессе твердения бетона и в зрелом возрасте исчезает вовсе, что будет в дальнейшем изучаться

Список литературы

1. Козлова В.К. Использование зол тепловых электростанций в производстве строительных материалов. — Барнаул: Алт. Кн. изд-во, 1975. — 144 с.
2. Явинский А. В. Переработка золошлаковых отходов для производства дорожных плит/ А.В. Явинский, И. Л. Чулкова // Сборник материалов III Национальной научно-практической конференции. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)», Омск, Россия. 2020 — С. 631–636.
3. Урханова Л. А. Высокопрочный бетон с использованием золы-уноса и микрокремнезема/ Л. А. Урханова, В. Е. Розина // Вестник ИрГТУ, Иркутск, Россия. 2011. №10. — С. 97–100.
4. Данилович И.Ю., Использование топливных шлаков и зол для производства строительных материалов // И.Ю. Данилович, Н.А. Сканави. — М.: Высшая школа. 1988. — 77 с.
5. Строителева А. Ф. Влияние условий твердения на оптимальное количество золы при замене песка и на микроструктуру цементных бетонов/ А. Ф. Строителева, Е. А. Серенко // Известия петербургского университета путей сообщения, Санкт-Петербург, Россия. 2006 — С. 126–132.
6. Явинский А. В. Влияние золы гидроудаления на свойства тяжелого бетона / А.В. Явинский, И. Л. Чулкова // Proceeding of the International Symposium On Innovative development of science. Research Center of Innovative Technologies Tajikistan National Academy of Sciences, Душанбе, Таджикистан. 2020 — С. 205–206.
7. Ращупкина М.А. Характер влияния золы на прочностные и деформативные свойства бетона / М.А. Ращупкина, П.П. Дерябин // Сборник материалов II Национальной научно-практической конференции. 2019. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)», Омск, Россия. 2019— С. 428–431.

Медведев Никита Алексеевич, Кузеванова Юлия Александровна, Филатов Матвей Игоревич, Телятников Дмитрий Романович

ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЕ БЕТОНЫ

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение «Средняя общеобразовательная школа №4 р.п. Линево» Искитимского района Новосибирской области, проспект Мира 50, индекс 633216
Научный руководитель: Раков Михаил Андреевич, к.т.н., старший преподаватель кафедры «Строительные материалы, стандартизации и сертификации» Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета (Сибстрин)

Аннотация: Современные бетоны уже давно вышли за рамки общего представления по его составу, чтобы добиться высоких эксплуатационных показателей, традиционное понимание из 4 компонентов нужно расширять до 8 – 10 применяя полифракционный щебень, природный и искусственный песок, микронаполнитель, высокомарочные цементы и, конечно же, добавки последнего поколения на основе поликарбоксилатов [1-4].

Ключевые слова: бетон, добавка поликарбоксилата, полифракционный щебень, отсеб дробления, физико-механические характеристики.

В рамках работы по развитию инженерного мышления совместно со школьниками 7-х и 9-х классов СОШ №4 р.п. Линево Искитимского района Новосибирской области были разработаны составы высокоподвижного и высокопрочного бетона для строительства многоэтажных зданий различного назначения. В основу работы легли фундаментальные исследования Полинга, которые гласят о плотнейшей упаковке частиц в различных конгломератах, в частности в бетоне. Были получены различные составы бетона, в которых варьировалось введение мелкого заполнителя, в контрольном составе использовался кварцевый песок, а в двух других, песок от дробления горных пород в соотношении 50:50 с кварцевым песком и в чистом виде, как замена привычного заполнителя песка.

Используемые материалы:

Цемент класса ЦЕМ II/A-III 32,5Б АО «Искитимцемент» (Новосибирская область). Минералогический состав, % по массе: C_3S –62, C_2S –15, C_3A –7 и C_4AF –13. Химический состав, % по массе: SiO_2 – 21,35, Al_2O_3 – 5,43, Fe_2O_3 – 4,27, CaO – 65,74, MgO – 1,62, SO_3 – 0,26, п.п.п. – 0,22.

Щебень полифракционный – диабаз Буготакского месторождения (сопка 30) (фракция 4-8 и 8-16 мм) в соотношении 50:50 АО «Новосибирское карьероуправление». Истинная плотность – 2670 кг/м³, насыпная плотность соответственно 1490 кг/м³. Марка по дробимости 1400.

Кварцевый песок мелкий (Мк - 1,8) с содержанием пылевидных, илистых и глинистых частиц 0,5 % ОАО «Камнереченский каменный карьер», г.

Новосибирск. Истинная плотность – 2630 кг/м³, насыпная плотность соответственно 1520 кг/м³.

Песок дробленный диабазовый Коенского месторождения. Истинная плотность – 2950 кг/м³, насыпная плотность соответственно 1590 кг/м³.

Добавка суперпластификатора на основе поликарбоксилатов Venovil группы компаний Bentax в количестве 0,9 % от массы цемента.

Образцы твердели в нормальных условиях в течение 7, 14 и 28 суток, а также подвергались тепловлажностной обработке по режиму: 3 часа – подъем температуры до 85 °С, 8 часов – изотермическая выдержка при данной температуре и 3 часа – снижение температуры до 20 °С.

Испытания на прочность проводились на гидравлическом лабораторном прессе П-125 с постоянной скоростью нагружения до разрушения.

Полученные результаты исследования приведены в табл. 1.

Таблица 1

Испытания после ТВО					
	м, гр.	Размеры, см	ρ, г/см ³	R _{сж} , МПа	R _{сж} ^{ср} , МПа
Состав 1	2454	10×10×9,3	2639	40,9	46,0
	2572	10×10×9,9	2598	51,1	
Состав 2	2486	10×10×9,3	2673	43,8	42,8
	2582	10×10×9,7	2662	41,9	
Состав 3	2476	10×10×9,3	2662	56,2	49,0
	2498	10×10×9,6	2602	41,9	
Испытания после 7 суток твердения в нормальных условиях					
Состав 1	2432	10,1×10×9,3	2589	28,4	27,6
	2358	10,1×10×9,1	2565	26,8	
Состав 2	2606	10,1×10×9,4	2745	42,7	42,5
	2530	10,2×9,9×9,2	2723	42,4	
Состав 3	2496	10×10,1×9,5	2601	40,2	38,6
	2520	10×10×9,5	2652	37,9	
Испытания после 14 суток твердения в нормальных условиях					
Состав 1	2586	10×10×10	2586	43,3	56,6
	2422	10×10×9,4	2577	69,8	
Состав 2	2486	10×10×9,4	2644	40,2	52,9
	2498	10×10,2×9,3	2633	65,6	
Состав 3	2432	10×10×9,3	2615	46,8	48,0
	2410	10×10×9,3	2591	49,2	
Испытания после 28 суток твердения в нормальных условиях					
Состав 1	2580	10×10×9,9	2606	61,1	60,7
	2414	10×10×9,4	2568	60,4	
Состав 2	2558	10×10×9,6	2664	59,9	60,9
	2486	10×10×9,4	2644	62,0	
Состав 3	2604	10×10×9,9	2630	52,8	55,8
	2520	10×10×9,4	2681	58,8	

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод, что замена традиционного кварцевого песка на отходы дробления имеет место быть, показатели прочности остаются примерно в тех же интервалах, иногда даже превышая контрольные. Так при замене кварцевого песка на дробленный

наблюдается увеличение прочности на 6,5 % при тепловлажностной обработке, а при твердении в нормальных условиях в течение 7 суток замена половины или полностью песка на дробленый позволяет повысить прочность образцов от 40 до 54 %. Современные тенденции строительства диктуют нам более быстрые темпы набора прочности бетоны, мы уже не можем ждать традиционные 28 суток, поэтому и вводим добавки, ускоряющие твердение бетона за счет химических воздействий при гидратации цемента [5].

В ходе работы были определены теоретические и фактические плотности бетонной смеси, которые составили в составе №1 2352 и 2510 кг/м³, в составе №2 2407 и 2610 кг/м³ и в составе №3 2379 и 2530 кг/м³.

Показатель удобоукладываемости бетонной смеси определялся путем расплыва стандартного конуса. Для состава №1 данный показатель составил 50 см, для состава №2 – 40 см и для состава №3 соответственно 35 см.

Данные показатели говорят нам о том, что плотность бетонной смеси будет напрямую зависеть от составляющих компонентов, так как песок дробленый обладает более высокой плотностью, то и плотности смеси выше, чем при использовании в составе традиционного кварцевого песка.

Также и диаметр расплыва будет определяться исходя из гранулометрического состава заполнителя в частности отсева дробления и включении в нем большего содержания пылеватых частиц, чем в кварцевом песке.

Список литературы

1. Калашников, В.И. Эволюция развития составов и изменение прочности бетонов. Бетоны настоящего и будущего. Часть 1. Изменение составов и прочности бетонов / В.И. Калашников // Строительные материалы. 2016. № 1-2. С. 96-103.
2. Комаринский, М.В. Литые и самоуплотняющиеся бетонные смеси / М.В. Комаринский, С.И. Смирнов, Д.Е. Бурцева // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2015. – Вып. 11(38). – С. 106-118.
3. Ушеров-Маршак, А.В. Взгляд в будущее бетона / А.В. Ушеров-Маршак // Строительные материалы. 2014. №3. С. 4-5.
4. Okamura, H. M. Selfcompacting concrete [Текст] / H. M. Okamura, M. Ouchi // Journal of Advanced Concrete Technology. 2003. Vol. 1(1). P. 5–15.
5. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Симонов В.А. Тенденции развития норм по тепловой защите зданий в России // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. 2012. № 2 (11). С. 39-44.

¹Гурьев Даниил Юрьевич, ¹Тимохин Роман Андреевич, ²Чеботарев Вячеслав Геннадьевич

К ВОПРОСУ О ПРОИЗВОДСТВЕ ГАЗОБЕТОНА

¹Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

²Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.

Шухова, г. Белгород

Аннотация: Газобетон - перспективный строительный материал, являющийся полностью заслугой XX века. Относится к классу ячеистых (пористых) бетонов. Впервые газобетон удалось получить и запатентовать технологию в 1924 году в Швеции. В нашей стране, в бывшем СССР, активное изучение и применение в строительстве газобетона началось в конце 20-х годов. Позднее, через полтора десятка лет, страна располагала несколькими крупными газобетонными заводами. К 60-му году XX века на территории СССР насчитывалось уже более пяти десятков предприятий по выпуску газобетона. В наши дни можно наблюдать бурный подъем производства газобетона. Постоянно растущая популярность этого строительного материала обусловлена, как минимум, тремя причинами: выгодным соотношением характеристик и цены, ужесточением требований к теплосопrotивлению жилых зданий, постоянное удорожание энергоносителей.

Ключевые слова: газобетон, исследование, факторы.

Высокое качество газобетонных изделий обеспечивает снижение последующих монтажных, эксплуатационных и экологических затрат, а также гарантирует долгий срок службы и качество жилья. Срок службы газобетонных изделий практически неограничен. В связи с крайне низким коэффициентом теплопроводности газобетон является идеальным энергосберегающим материалом, а также может применяться в качестве несущих конструкций при малоэтажном домостроении. Блоки используются в качестве изоляционного материала при «скелетном» монолитном домостроении. Крупноформатные армированные элементы применяются в качестве элементов перекрытия и стеновых панелей крупнопанельного домостроения. Крепление блоков и строительных плит между собой эффективно производить клеем.

Для изготовления газобетона вначале приготавливают смесь из цемента, извести, гипса и алюминиевого порошка. При необходимости, для придания газобетону дополнительных свойств, вводят специальные добавки. Полученную смесь формируют и нарезают на готовые кирпичи-камни. Газобетон, изготовленный по разной технологии, существенно отличается и по своим свойствам. При неавтоклавном производстве смесь для получения газобетона оставляют твердеть в обычных условиях. Это относительно дешевый способ: минимальны затраты электроэнергии, нет нужды применять специальное оборудование. Несомненно, при существенном росте цен на энергоносители, повышении доли транспортных расходов в себестоимости продукции, этот вид производства заслуживает внимания, в особенности при проектировании и

строительстве малоэтажных домов.

Производство неавтоклавного газобетона получило развитие еще в начале XX в. Ячеистый бетон приготавливали на основе портландцемента, а затем стали применять вяжущие на основе шлаков и зол. Удавалось получить не только теплоизоляционный, но и конструкционный газобетон для ограждающих конструкций малоэтажных зданий. Сегодня неавтоклавный газобетон изготавливается с применением современного технологического оборудования, новых видов тепловлажностной обработки. Подобраны оптимальные составы газобетонной смеси с учетом достижений в области диспергирования материалов.

Поризация смеси осуществляется на стадии формирования материала за счет взаимодействия газообразователя (алюминиевой пудры) со щелочью. Образующийся в результате коррозии алюминия водород выделяется в свободном состоянии в виде газовых пузырьков, используемых для вспучивания газобетонной массы. Данная технологическая стадия, особенно в неавтоклавной технологии, является весьма ответственной, предопределяющей формирование пористой структуры материала. Для улучшения свойств неавтоклавного газобетона в смесь вводят различные модифицирующие добавки: полуводный гипс, микрокремнезем, ускоритель твердения — хлорид кальция. Основным направлением разработок становится приближение прочностных свойств к автоклавному газобетону. Наиболее перспективными в этом отношении являются дисперсно-армирующие волокна как искусственного (полимерное волокно различного состава, стекловолокно и др.), так и природного происхождения (асбестовое, базальтовое волокно). Другим способом упрочнения является добавка микрокремнезема или кислой золы-уноса в количестве 5–10% от веса цемента. Качественный влажностный режим по уходу за газобетоном во время его интенсивного твердения также существенно улучшает его прочностные свойства.

Неавтоклавный способ производства имеет существенный недостаток: усадка газобетона в процессе эксплуатации гораздо больше (2–3 мм/м), чем у автоклавного бетона (0,3 мм/м), при одинаковой плотности изделий. Специфика технологии неавтоклавного газобетона требует и повышенного расхода цемента. Несмотря на относительную дешевизну получаемого изделия, в промышленных масштабах предпочтительнее производство автоклавного газобетона. Автоклавная обработка газобетона производится не только для того, чтобы ускорить процесс твердения смеси. Основным смыслом состоит в том, что в автоклаве при температуре +180 °С и давлении до 14 бар в газобетоне образуется новый минерал — доберморит. Благодаря этому повышается прочность материала и, что особенно важно, в несколько раз уменьшается усадка. За счет своих характеристик автоклавный бетон имеет гораздо больше способов применения. Он может использоваться, например, в армированных конструкциях — перемычках, панелях, и др. Ячеистый бетон автоклавного твердения имеет пониженную трещиностойкость и морозостойкость. Автоклавная обработка позволяет в более короткие сроки получать изделия с достаточно высокой прочностью при пониженном расходе вяжущего. У

автоклавной обработки имеются и недостатки: дорогостоящее оборудование, специфика его эксплуатации, требующая высококвалифицированного обслуживающего персонала, высокая металлоемкость автоклавов, низкий коэффициент использования внутреннего объема автоклава. Мелкосерийное производство при автоклавном способе оказывается экономически невыгодным.

Основные закономерности и процессы структурообразования газобетона

Важнейшей задачей современного строительства является повышение эффективности, качества, надежности и долговечности конструкций и сооружений при максимально возможном снижении их материалоёмкости и капитальных затрат. Использование в строительстве высокоэффективных теплоизоляционных материалов позволяет создавать лёгкие ограждающие конструкции, отвечающие современным требованиям архитектуры, градостроительства, комфортности жилья, сокращать материалоёмкость и общестроительные затраты на возведение зданий.

В этой связи актуальной проблемой является разработка научных основ структурообразования и совершенствования технологии газобетонов неавтоклавного твердения.

При дисперсном армировании газобетонов полиамидными волокнами возможно снижение усадочных деформаций. А это значит, что изделия из дисперсноармированных газобетонов при низкой энергоёмкости их изготовления, должны отличаться улучшенными эксплуатационными свойствами по сравнению с традиционно применяемыми в строительстве материалами. Поэтому результаты исследований структурообразования и свойств газобетонов неавтоклавного твердения дисперсно-армированных синтетическими волокнами должны быть положены в основу направленного совершенствования технологии их производства, и эффективно служить решению важнейших задач современного строительства.

В связи с изложенным автором выполнен обширный комплекс исследований в области направленной организации структуры газобетонных смесей с целью получения заданных физико-механических свойств, разработаны научно обоснованные технологические принципы получения таких материалов широкого спектра назначения.

В основу работы положена гипотеза о том, что повышение агрегативной устойчивости смесей в период преобладания вязких связей между компонентами способствует уменьшению количества дефектов структуры в затвердевших бетонах, что достигается введением в зернистую дисперсную систему — пенобетонную смесь — протяженных поверхностей раздела фаз в виде синтетических волокон (фибры).

Целью работы является развитие научных представлений о закономерностях формирования структуры газобетонов и разработка теоретических и методологических принципов рецептурно-технологического регулирования их свойств.

Предложена научно обоснованная, достоверная и удобная для технологической практики методика проектирования состава газобетона. Результаты исследований использованы при разработке и подготовке

нормативных документов по технологии изготовления газобетона неавтоклавно твердения и изделий из него.

Основные физико-механические свойства газобетона

Газобетон (автоклавный ячеистый бетон) – это прочный минерально-каменный искусственный материал, не требующий значительного ухода. В нем соединились лучшие качества двух самых древних материалов: камня и дерева. Этот материал огнестоек, прочен, он не гниет, не стареет, не выделяет токсичных веществ. За счет поглощения и отдачи влаги ячеистый газобетон поддерживает постоянную влажность воздуха внутри помещения. А воздушные пузырьки, занимающие около 80% материала, обеспечивают ему высокую теплоизоляционную способность, что способствует снижению затрат на отопление на 25-30% и отказу от применения каких-либо дополнительных теплоизоляционных материалов. Термическое сопротивление ячеистого бетона в 3 раза выше, чем из глиняного кирпича, и в 8 раз выше, чем из тяжелого бетона. Наружная стена из блоков толщиной 375 мм обеспечивает требуемое нормативное термическое сопротивление $R_t=2,5$.

Методы расчета основных параметров технологии получения газобетона. Расчет прочности бетона от его объемной массы

При определении состава газобетона необходимо обеспечить заданную объемную массу и его наибольшую прочность при минимальных расходах порообразователя и вяжущего вещества. При этом структура газобетона должна характеризоваться равномерно распределенными мелкими порами правильной шаровидной формы.

Объемная масса газобетона и его пористость зависят главным образом от расхода порообразователя и степени использования его порообразующей способности. Некоторое влияние на них оказывают температура смеси и количество воды, принятое для затворения смеси, т.е. водотвердое отношение В/Т. Увеличение В/Т повышает текучесть смеси, а, следовательно, улучшает условия образования пористой структуры, если обеспечивается достаточная пластичная прочность смеси к концу процесса газообразования.

На рис. 1 приведена зависимость прочности газобетона от его объемной массы. Прочность газобетона зависит также от характера его пористости, размеров и структуры пор и прочности межпоровых оболочек. С увеличением В/Т до оптимального значения, обеспечивающего наилучшие условия формирования структуры смеси, прочность газобетона повышается. Прочность оболочек, в свою очередь, зависит от оптимального соотношения основного вяжущего и кремнеземистого компонента, В/Т, а также условий тепловлажностной обработки. Из этого следует, что применение смесей с минимальным значением В/Т при условии образования высококачественной структуры (например, вибропучиванием) позволяет получить газобетон более высокой прочности.

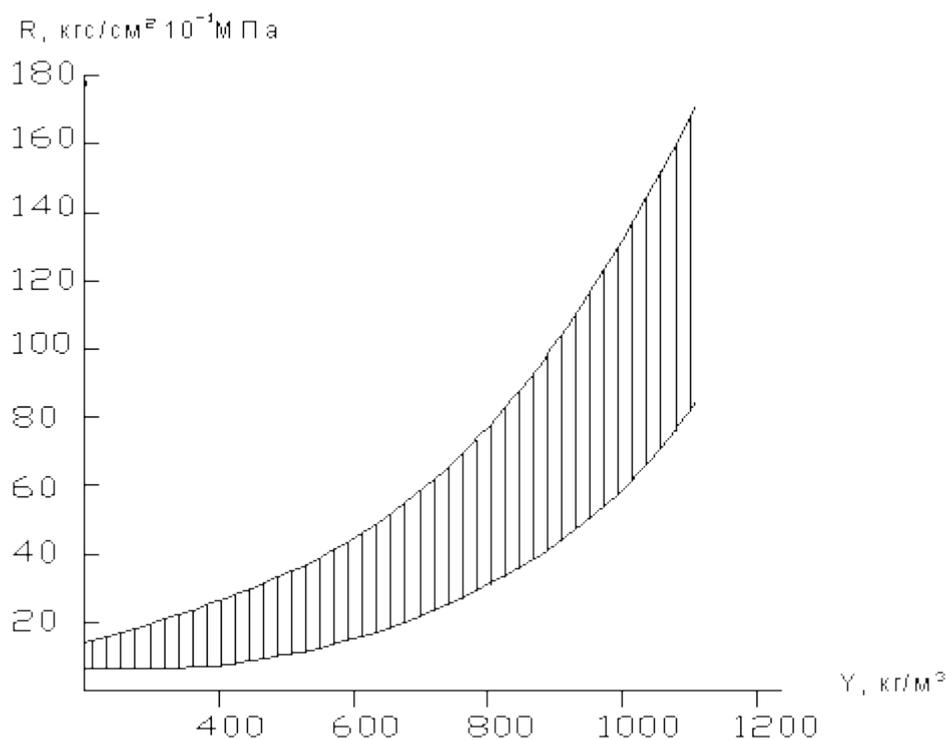


Рис. 1. Зависимость прочности газобетона от его объемной массы

Технологическая схема получения газобетона

Бетоны с ячеистой структурой могут быть получены способом газообразования. Такие автоклавные и неавтоклавные ячеистые бетоны получают на основе портландцемента и извести и называют газобетонами или газосиликатами.

Газобетон (или автоклавный ячеистый бетон) состоит из кварцевого песка, цемента, негашеной извести и воды. Он изготавливается в промышленных условиях при помощи автоклавов, в которых поддерживается определенное давление и температура. При смешивании в автоклаве всех компонентов с газообразователем - алюминиевой пудрой - происходит выделение водорода. Он в несколько раз увеличивает исходный объем сырой смеси. А пузырьки газа при застывании бетонной массы образуют в структуре материала огромное количество пор. Процесс производства газобетона требует точного соблюдения технологии.

Для изготовления газобетона применяют портландцемент марок 300, 400, 500, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 970-61. Производство газобетона предъявляет специальные требования к портландцементу в отношении щелочности цементного теста – рН теста не должна быть ниже 12. Щелочность цемента определяется количеством свободной CaO и суммой Na₂O и K₂O. По данным работы газобетонных заводов, содержание щелочей (Na₂O, K₂O) в 1 л раствора цемента не должно быть менее 75 мг. В случае недостаточной щелочности раствора в газобетонную массу следует дополнительно вводить известь или щелочь в виде каустической соды (NaOH).

При применении в качестве основного вяжущего извести особое внимание уделяют значительному количеству активных окиси кальция (CaO) и магния

(MgO). Общая активность извести не должна быть менее 75%, количество MgO - не более 1,5%. В производстве можно применять известь - молотую кипелку и пушонку. Известь должна быть равномерно обожженной.

Введение извести как добавки к цементу сокращает расход цемента и одновременно увеличивает щелочность раствора, обеспечивая энергичное протекание реакции газообразования:



В качестве кремнеземистого компонента в производстве газобетона применяют речной или горный кварцевый песок, золу-унос тепловых электростанций, маршалит и другие материалы. Кварцевый песок для изготовления газобетона и газосиликата должен быть чистым, без примесей глины и органических веществ, с содержанием SiO₂ не менее 80%. Присутствие глины замедляет твердение газобетона и уменьшает его прочность. Органические примеси вредно сказываются на протекании реакции газовыделения; вспучивание газобетона при наличии органических примесей ухудшается. Зола-унос может применяться в производстве газозобетона при содержании SiO₂ более 55%. Зола-унос должна иметь незначительное количество сернистых соединений, несгоревших частиц угля и карбонатов кальция.

В качестве кремнеземистого компонента сырьевой смеси могут применяться отходы – металлургические шлаки соответствующих химических составов и тонкости измельчения. В нашей стране и за рубежом в качестве газообразователя преимущественное распространение получил алюминиевый порошок. Алюминиевый порошок, применяемый в производстве газобетона, должен быть химически чистым и содержать не менее 96-98% Al. Величина частиц алюминия должна быть однородной и такой, чтобы при просеивании через сито с 4900 отв/см² не было остатка. Равномерность размеров частиц необходима для получения равномерного вспучивания и образования одинаковых по размеру пор в объеме изделия из ячеистого бетона.

Для производства газобетона следует применять алюминиевую пудру марки ПАП-2 и ПАП-3. Алюминиевая пудра при хранении в большом объеме самовозгорает. Для предотвращения этого при изготовлении алюминиевой пудры ПАП частицы ее покрывают парафиновой или стеариновой пленкой, вследствие чего они плавают на поверхности воды и цементного раствора. Пленка препятствует протеканию реакции газообразования с выделением вспучивающего газобетонную массу водорода. Для повышения реакционной способности и лучшего смешивания алюминиевой пудры с водой ее предварительно прокалывают в течение 2-3 часов при температуре, не превышающей 190-200°, или в смесь добавляют клееканифольную эмульсию, понижающую поверхностное натяжение на границе парафин - вода. Расход алюминиевой пудры на 1 м³ газобетона зависит от заданного объемного веса и составляет от 300 до 700 г. В качестве добавок регуляторов схватывания и твердения, вяжущего применяют железный купорос, едкий натр и сахар. В качестве антикоррозийного покрытия для арматуры в газобетонах применяют цементные растворы с нитридом натрия, битумно-глинистые эмульсии и т. д.

Важнейшей технологической особенностью получения высококачественных газобетонных изделий максимальной пористости и достаточной прочности является создание оптимальных условий для двух одновременно протекающих процессов газовыделения и газоудержания. Необходимо обеспечить соответствие между скоростью реакции газовыделения и скоростью нарастания структурной вязкости цементного теста или раствора. При этом выделение газа должно как можно полнее закончиться к началу схватывания системы цемент - вода. Протекание процесса газообразования определяется большим количеством различных факторов. Наибольшее влияние на скорость этого процесса оказывают вид, количество и свойства газообразователя, щелочность и температура среды и т. д.

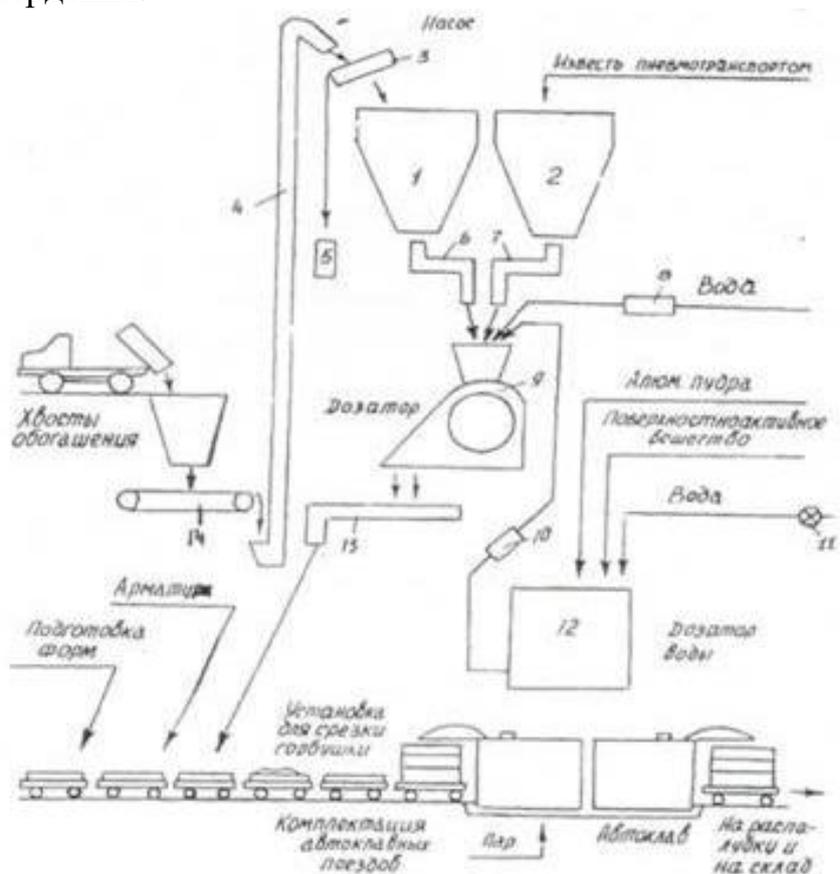
Изготовление газобетона осуществляется мокрым или сухим способом. Экономически более целесообразным является мокрый способ, при котором помол кремнеземистого компонента или его смеси с известью производится в присутствии воды с получением шлама. При сухом способе помол и смешение компонентов осуществляются в шаровых мельницах в сухом виде. Песок размалывают в шаровых мельницах. Для осуществления мокрого помола в мельницу вводят подогретую воду. При применении в производстве извести, последнюю вводят в мельницу для совместного помола с песком. Из мельницы шлам пропускают через сито для отделения от крупных включений. Далее шлам собирают в сборнике и с помощью мембранного насоса или путем перекачивания сжатым воздухом подают в шламовый бассейн или шламовый силос. Для предотвращения разделения шлама, т. е. осаждения частиц песка, шлам в бассейнах и силосах подвергают непрерывному перемешиванию. Одновременно производят барботаж шлама.

Дозировка шлама, подогрев и предварительное смешение осуществляются в ванне-дозаторе. Для подогрева шлама до 40-45° применяют острый пар. Дозировка цемента – весовая. Газообразователь – алюминиевую пудру - отвешивают и подают в бачок с клееканифольной эмульсией, снабженный пропеллерной мешалкой.

Окончательное интенсивное смешение всех компонентов газобетонной массы происходит в передвижной самоходной пропеллерной газобетонномешалке. Материалы в газобетонномешалку загружают в определенной последовательности. Сначала заливают песчаный шлам, затем немолотый песок (в случае необходимости) и в последнюю очередь – цемент. После этого в течение 2-3 мин перемешивают всю массу. Введение алюминиевой пудры и клееканифольной эмульсии определяет начало перемешивания газобетонной массы. Одновременно с этим газобетонномешалка начинает передвигаться. Перемешивание газобетонной массы должно продолжаться 2-3 мин. В настоящее время применяют высокоскоростные пропеллерные мешалки (50-60 об/мин). Тщательное перемешивание массы обеспечивает однородность смеси и равномерность вспучивания. Излишняя продолжительность перемешивания вредна, так как возможно начало интенсивного газообразования в газобетонномешалке. При этом теряется часть выделившегося газа и при заливке в формы газобетонная масса не даст нужного вспучивания. Разливают массу в

формы через отверстия в нижней части мешалки при помощи гибких резиноканевых рукавов. Формы до заливки газобетона смазывают минеральным маслом или специальными эмульсиями для предотвращения сцепления газобетона с металлом форм. Газобетонную массу заливают с учетом вспучивания на 2/3 или 3/4 высоты формы.

После заливки газобетонной массы начинается вспучивание. процесс вспучивания продолжается 30-40 мин. После вспучивания происходит схватывание и твердение газобетона. Для ускорения схватывания и твердения газобетона, а также для ускорения процесса газовыделения в цехе по производству газобетонных тонных изделий температура воздуха должна поддерживаться не ниже +25°C. Формы, в которых вспучивается и твердеет газобетон, нельзя передвигать, подвергать сотрясениям и ударам, так как вспученная, но не затвердевшая масса может при этом осесть. При вспучивании газобетонная масса образует так называемую горбушку, которую после затвердевания срезают ручными или механическими ножами. Затем застывшую массу разрезают на изделия нужного размера, формы устанавливают на автоклавные вагонетки в 2-3 яруса по высоте и загоняют в автоклав для ускоренного твердения.



- Технологическая схема получения газобетона: 1 - бункер хранилищ; 2 - бункер извести; 3 - вибросито; 4 - элеватор; 5 - отходы; 6 - дозатор; 7 - дозатор извести; 8 - дозатор воды; 9 - дезинтегратор; 10 - дозатор алюм. суспензии; 11 - водомер; 12 - смеситель; 13 - разливочное устройство; 14 – питатель

Автоклавная обработка газобетонных изделий принципиально не отличается от обработки пенобетонных изделий. Газобетон допускает ускоренный подъем давления и температуры до изотермического прогрева в

течение 3-4 час. После окончания автоклавной обработки формы с изделиями оставляют в цехе для остывания, после чего производят распалубку и увозят изделия на склад готовой продукции.

Методы оценки качества газобетона

Результаты испытания и анализа лаборатория сообщает в отдел технического контроля, который дает разрешение на передачу сырья в производство или бракует его, т.е. возвращает сырье, обязательно со своими результатами испытаний, предприятию-поставщику.

К задачам контроля за технологическими процессами относят проверку очередности и правильности операции, расход сырьевых материалов и соответствие рецептуры, расход электроэнергии, пара, воздуха, размеров поперечного сечения выпускаемых изделий, их внешний вид и т.д.

Параметры всех технологических процессов задаются заводской лабораторией, контролируются отделом технического контроля, а также цеховыми лабораториями. Все контрольно-измерительные и весовые приборы периодически проверяются в соответствии с правилами.

Качество готовой продукции на соответствие с требованием ГОСТа или ТУ контролирует заводская лаборатория. Для характеристики внешнего вида материала, определения размеров, формы, а также проведения физико-химических и механических испытаний от каждой партии отбирают определенное его количество, затем из отобранной пробы материала в установленном порядке изготавливают требуемое количество образцов и подвергают их всем испытаниям, регламентированных ГОСТом, после чего дают заключение о его качестве.

Результаты испытаний включают в паспорт-документ, который сопровождает каждую партию, отгружаемой заказчику продукции и удовлетворяющий соответствию её требованиям стандарта.

Кроме результатов испытаний в паспорте указывают наименование, адрес предприятия-изготовителя, марку и сорт изделия, основные внешние признаки, массу или количество изделий в партии, дату изготовления и розничную цену

Список литературы

1. Рыбьев И.А. Строительное материаловедение - М.: Высшая школа, 2002 – 701 с.
2. Хоменко В.Г. Справочник по теплозащите зданий. Киев. Будивельник, 1996г.
3. Баженов Ю.М. Технология бетона. Москва. «Высшая школа», 1978 г.
4. Сапожников М.Я, Дроздов Н.Е. Справочник по оборудованию заводов строительных материалов. Москва – 1970.
5. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Лесовик В.С. Современные способы активации вяжущего и бетонных смесей (обзор) // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. 2018. № 4 (37). С. 85-99.

Елизаров Алексей Сергеевич, Тимохин Роман Андреевич

АКТУАЛЬНОСТЬ И СПОСОБЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИРОДНОГО КАМНЯ

*Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток
Научный руководитель: Федюк Р.С., к.т.н., доц.*

Аннотация: Природный камень - один из самых распространённых материалов на Земле. Вряд ли человечеству известен ещё один, столь же прочный, долговечный и надёжный строительный материал, как натуральный камень. Природный камень используется в строительстве уже на протяжении тысячелетий. И, что удивительно, до наших дней сохранились постройки, возведённые из камня много столетий назад. Это ли не главное доказательство качеств натурального камня как строительного материала.

Ключевые слова: жилые здания, энергосбережение, расходы, эффективность.

Сегодня для строительства домов натуральный камень практически не используется — он слишком тяжёл, работы по возведению построек из камня трудоёмки и дороги.

Для этой цели с успехом используются современные строительные материалы, а природный камень нашёл своё применение в отделочных и облицовочных работах. Здания, облицованные природным камнем, приобретают преимущества каменных построек и в то же время они лишены их недостатков.

Полезные свойства природного камня

Помимо прочности и долговечности природного камня, следует отметить такие его качества, как:

- Экологичность — натуральный камень не содержит в себе химических примесей, способных вызвать аллергические реакции или причинить иной вред организму человека. Кроме того, зачастую натуральный камень даже обладает бактерицидным свойством.

- Теплоизоляция — дома, отделанные натуральным камнем, отлично сохраняют тепло зимой и дарят прохладу летом.

- Инертность — природный камень не вступает в химические реакции с веществами, содержащимися в других строительных материалах. К тому же натуральный камень не подвержен воздействию химическими агентами.

- Разнообразие цвета и фактур. Натуральный камень обладает настолько широкой палитрой оттенков и таким многообразием фактур, что может быть использован в различных дизайнерских решениях и для различных стилей.

На сегодняшний день известно около 8000 различных пород камня. Конечно, далеко не все они используются в строительстве. Самые популярные в строительстве породы — это мрамор, гранит, известняк, песчаник, сланец.

Мрамор пользуется заслуженной любовью строителей и дизайнеров благодаря многообразию расцветок, лёгкости обработки, удобству использования. Мрамор бывает белый, серый и цветной.

При этом он может иметь множество различных оттенков. Белый и серый

мрамор отличается большей твёрдостью, чем цветной мрамор. Но, тем не менее, это достаточно пористый материал, поэтому его использование для внешней отделки зданий в нашем климате нежелательно. Зато мрамор просто незаменим для декоративной отделки помещений — здесь возможности для реализации различных дизайнерских задумок безграничны.

Гранит — природный материал, отличающийся особой прочностью. Это обусловлено высоким содержанием в породе кварца — от 15 до 35 процентов.

Гранит не подвержен механическим повреждениям, выветриванию, воздействию воды и перепадов температуры. Всё это делает гранит незаменимым для внешних отделочных работ. Более того, гранит с успехом применяется не только для отделки фасадов зданий, но также и для мощения дорожек и площадок.

Сегодня очень популярна пиленая брусчатка, изготовленная из гранита. Ей не страшны ни каблуки, ни большой поток пешеходов, ни колёса транспорта.

Известняк — это, пожалуй, самая распространённая в строительстве порода. В чистом виде известняк имеет белый или серый оттенок, но, как правило, он содержит различные примеси — доломит, глинистые минералы, кремнезём, окислы железа, песчаные частицы и другие. Они-то и придают известняку всевозможные цвета, вплоть до чёрного. Благодаря своей прочности известняк широко применяется во внутренних и внешних отделочных работах, и ландшафтном дизайне.

Однако следует помнить о том, что, несмотря на достаточно высокую прочность, известняк обладает средней морозостойкостью и достаточно высоким водопоглощением. Поэтому его использование для облицовки цоколя — не лучший вариант. Для цоколя лучше использовать гранит, а известняк отлично подойдёт для облицовки стен, мощения садовых дорожек, укладки полов.

Песчаник — ещё один достаточно распространённый и популярный в строительстве вид натурального камня.

Хотя он и обладает в большинстве своём средней прочностью, некоторые разновидности песчаника очень и очень крепкие, по своим качествам не уступающие гранитам и кварцитам, что позволяет широко использовать песчаник во внешних отделочных работах.

Песчаник применяется для облицовки цоколей, фасадов, ступеней, укладки полов, строительства заборов, мощения дорожек.

Сланец — одна из самых модных и популярных сегодня пород, применяемых в строительстве. Сланец или природный шифер — обладает одной интересной особенностью — способностью раскалываться на тонкие пластинки благодаря продольно ориентированному расположению входящих в него минералов.

При этом сланец отличается достаточно высокой прочностью, что позволяет использовать его в отделочных и кровельных работах.

Как уже говорилось, натуральный камень может быть использован для различных дизайнерских решений. Этому способствует не только большое разнообразие пород, расцветок и физических свойств, но и широкий выбор фактур лицевой поверхности камня. Обработанный камень, применяемый в

строительных работах, может иметь разную фактуру поверхности.

Количество видов обработки натурального камня, с помощью которых производят очистку, шлифовку поверхности камня насчитывают более десяти. Наиболее популярные виды поверхности натурального камня:

- Шлифованная — имеет лёгкие неровности и следы обработки абразивом.
- Полированная — имеет глянцевую поверхность, которой присущ зеркальный блеск.
- Колотый камень — имитация естественного скола камня и характерные перепады рельефа.
- Точечная — имеет следы разрушения от ударов специальным молотком, применяемым при обработке камня, так называемые выколы.
- Пиленая — шероховатая поверхность, имеющая продольные канавки, глубина которых может достигать 5 мм.

2 Использование природного камня в строительстве

Последнее время все больше людей в процессе строительства домов и оформления ландшафта отдают предпочтение натуральным материалам. Данный материал сейчас пользуется очень большим спросом среди потребителей.

Сооружения из высококачественного натурального камня способны выдерживать значительные нагрузки. Им не страшны резкие климатические изменения, перепады температуры. Природный каменный материал отличается повышенной степенью функциональности с повышенными показателями прочности.

Наиболее распространено применение натурального камня в строительстве частного малоэтажного жилья. Помимо применения в облицовке из натурального камня изготавливают перегородки, стены, фундаментные блоки и даже кровлю.

Устройство фундамента, транспортных и гидротехнических сооружений

Для строительства таких конструкций, как фундамент, транспортные и гидротехнические сооружения, могут быть использованы грубо обработанные каменные материалы, бутовый камень, обломки пород известняка, доломита, гранита, песчаника, от 20 до 50 см в поперечнике, весом от 40 до 50 кг. Их получают взрывным способом и применяют для устройства сложных, требующих особой прочности и надёжности сооружений.

Изготовление брусчатки

Также бутовый камень применяется для изготовления колотой, либо пиленой брусчатки и щебня. Существует 9 марок бутового камня по характеристикам предела прочности, по степени морозостойкости бутовый камень делится на марки с «F» обозначением.

Стеновые камни

Стеновые камни штучные, правильной формы. Используются как готовые изделия или элементы декоративного убранства. Их добывают методом выпиливания из горного массива. Блоки пород весом 40 кг, различают по маркам прочности на сжатие от 0,4 до 40 МПа/м² (4—400 кгс/см²). Так маркируются известняк, туф вулканического происхождения, ракушечник и прочие породы.

Все они обладают отличными теплозащитными свойствами, легки в обработке, резке, тёске, скалывании.

Облицовочные плиты

Блоки-заготовки, предназначенные для производства облицовочных плит, которые вырезают из плотных горных пород, мелкозернистого гранита, базальтов, габбро, мрамора, доломита и прочих добываемых открытым способом. Эти блоки в основном идут на кладку цоколей сооружений, подпорные стены и облицовку. Размеры таких блоков иногда достигают высоты одного этажа.

С помощью термоструйного, фрезерного и прочего инструмента производится дальнейшая обработка камня, идущего на облицовку зданий. Штучный камень и блочные заготовки имеют тёсаную, полированную, бороздчатую и прочую фактуру.

Строительство дорожного полотна

Строительные материалы природного происхождения могут использоваться для строительства дорожного полотна. Подходят такие материалы как щебень и гравий.

Ландшафтная архитектура

Валунный камень необходим для ландшафтной архитектуры. Природный камень экологически чистый, отличающийся высокой степенью износостойкости, широко применяется для ландшафтного дизайна. Этот обязательный элемент декорирования в сочетании с водой и растительностью является лучшим украшением любого природного ландшафта, как на личных приусадебных участках, так и на общественных улицах и площадях. Здесь применима любая порода.

Обоснование актуальности использования природного камня

Современное строительство после изобретения бетона, кирпича и железобетона всё реже использует природный камень для облицовки, с целью удешевления проекта. Однако, если в строительстве планируется использование искусственного или натурального камня, дешевле будет покупка натурального камня, так как в среднем он в 1,5-2 раза дешевле своего искусственного собрата.

В России богатой запасами природного камня есть множество восхитительных сооружений, сложенных и облицованных ценными каменными породами. Камень добывают на Урале, в Карелии, на Кольском полуострове, в Восточной Сибири и Северокавказском регионе.

В зависимости от типа механического воздействия на каменный монолит, разработка может осуществляться при помощи:

- Взрывания. Применяются в районах больших месторождений. Наиболее крупные обломки породы используют для формирования плит. Но стоит учесть, что взрывные способы добычи камня могут повлиять на разрушение блоков изнутри. Монолитные участки деформируются разломами, при этом значительная часть минерала крошится. Из-за больших потерь сырья, получение природного камня при помощи взрывотехники считается наиболее дешевым.
- Откалывания. Чтобы сохранить качество камня и увеличить его себестоимость, используется специальная воздушная подушка. Благодаря этому

брусчатка разных форм и размеров имеет предельно аккуратные срезы. Специальное оборудование позволяет осторожно отколоть основу, без лишних повреждений. Метод откалывания способствует контролю качества разломов камня, что невозможно при взрыве.

- **Разрезания.** Такая добыча природного камня является наиболее дорогой. Камнерез – это один из наиболее востребованных способов для разработки разных пород. Все работы проводятся канатными и дисковыми пилами, оснащенными алмазными насадками. Спецоборудование дает возможность предотвратить всевозможные разломы, в том числе микротрещины. Данное свойство отражается не только на товарном виде продукции, но и ее стоимости.

Одними из главных свойств природного камня является износоустойчивость и прочность. Именно от них зависит степень износостойкости готовой отделки. По степени прочности каменные породы делятся на три большие группы:

С высоким уровнем прочности. К таким относят, к примеру, гранит и кварцит.

Со средним уровнем прочности. Таковыми являются мрамор и травертин.

С низким уровнем прочности. К таким относят рыхлый сорт известняка, к примеру.

Большое значение имеет степень пористости каменной поверхности, то есть число полостей на один кубический сантиметр. Именно от этого параметра зависит вес различных элементов, степень теплопроводности, пригодность к обработке. Степень пористости, конечно, имеет большое значение при отделке внутренних помещений. Однако не менее важен этот параметр при отделке внешних элементов дома.

Естественно при выборе натурального декоративного камня необходимо учитывать и степень его износостойкости. Особенно, если материал будет использоваться для отделки поверхностей, которые будут постоянно подвергаться значительному трению или другой нагрузке. Особенно, если речь идет об отделке лестниц и полов. К износостойкости можно отнести и способность камня выдерживать агрессивное воздействие таких элементов окружающей среды, как соли и кислоты.

Богатство декоративных возможностей, богатство текстуры и цвета, создающих уникальные визуальные варианты с удовольствием используют в дизайне интерьеров и экстерьеров. Отделка стен, пола, изготовление столешниц, ваз, вазонов, мозаичных панно, мебели и скульптуры из натурального материала придают помещениям особую изысканность, создают неповторимую энергетику пространства. Эксклюзивность натурального камня в ландшафтной архитектуре применяется при строительстве дорожек, рокариев, лужаек, альпийских горок, создавая вечную красоту.

Недостатки природного камня

- Первым минусом природных камней является вес. Поэтому, прежде чем начинать укладку материала, следует выполнить предварительные расчеты. Здесь следует учесть и толщину стен постройки, и породу камня, и высоту дома, и вес облицовки.

- Высокая стоимость. Из-за дороговизны природных материалов, применить их для строительства сможет не каждый.

- Довольно сложно ухаживать за камнем. Время от времени материал следует обрабатывать защитными составами, иногда поливать.

Заключение

Таким образом, можно сделать заключение, что природный камень занимает особое место в строительстве, может использоваться как декоративный элемент, а также элемент укрепления конструкции сооружения.

Многочисленные плюсы природных камней омрачаются его ценой, однако такая высокая стоимость обусловлена сложной технологией добычи. Поэтому развитие и удешевление технологий добычи и обработки природных камней может значительно увеличить их популярность.

Список литературы

1. Информационные ресурсы и услуги [Электронный ресурс] Использование натурального камня в строительстве – М., [2018]. – Режим доступа: <https://stroyka-gid.ru/supplies/ispolzovanie-naturalnogo-kamna-v-stroitelstve.html>, свободный.

2. Информационные ресурсы и услуги [Электронный ресурс] Использование природных камней в строительстве – М., [2019]. – Режим доступа <https://granitcapital.ru/stone-building>, свободный.

3. Abirami T., Loganaganandan M., Murali G., Vickhram Sreekrishna R., Vignesh T., Janupriya G., Fediuk R., Karthikeyan K. Experimental research on impact response of novel steel fibrous concretes under falling mass impact // Construction and Building Materials. 2019. Т. 222. С. 447-457.

Енаке Василе

СЕРОБЕТОН. ИННОВАЦИОННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

*Российский университет дружбы народов, аспирант департамента
Строительства Инженерной академии, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6
Научный руководитель: Свинцов А.П., д.т.н., проф.*

Аннотация: В статье описана перспектива применения инновационного материала на основе серы в качестве реализации вторичного сырья промышленных отходов. Приведены сравнительные показатели, подтверждающие экономическую эффективность применения серобетона по сравнению с традиционным цементобетоном. Уделено внимание механическим характеристикам серобетона и выполнен расчет себестоимости производства смеси на его основе. Представлен итоговый расчет возможных сокращений издержек производства при строительстве сооружений из серобетона.

Ключевые слова: серобетон, переработка вторсырья, промышленные отходы, строительный материал.

Активное внедрение инновационных строительных материалов и технологий в строительную отрасль позволяет не только сократить сроки производства работ, но и снизить затраты за счет таких свойств как большая энергоэффективность и технологичность материала. Кроме того, у современных

материалов в сравнении с материалами прошлого поколения имеется ряд преимуществ: они композитные, более дешевые, большинство из них являются переработанным вторичным сырьем, что положительно сказывается на экологии окружающей среды.

С каждым годом таких материалов становится больше, но далеко не все они могут использоваться в строительстве по причинам недостаточно изученных свойств материалов, отсутствия нормативной базы для обоснования применения и учета данного материала, низкий уровень индустриализации, например, отсутствие необходимого оборудования и строительных машин. Кроме того, «новинкой» вполне могут называть материал, который применяется уже несколько лет или даже десятилетий в зарубежных странах.

Таким материалом является серобетон. В настоящее время в России имеются четыре стандарта на серобетон – минимально необходимая нормативная база для организации производства этого материала и ведения строительно-монтажных работ имеется. Экспертным советом Минстроя России все серосодержащие композиционные материалы признаны инновационными. Сера является очень хорошим материалом для капсулирования и нейтрализации токсичных и радиоактивных отходов. Это свойство и определило новое инновационное направление использование серы.

Серобетон является композиционным геополимерным материалом, образованным из рационально подобранной смеси серного вяжущего вещества и инертных материалов, применяемых для традиционного бетона. На рис. 1 представлена технология производства серобетона по проекту центра инноваций «Химические технологии и оборудование» [1].

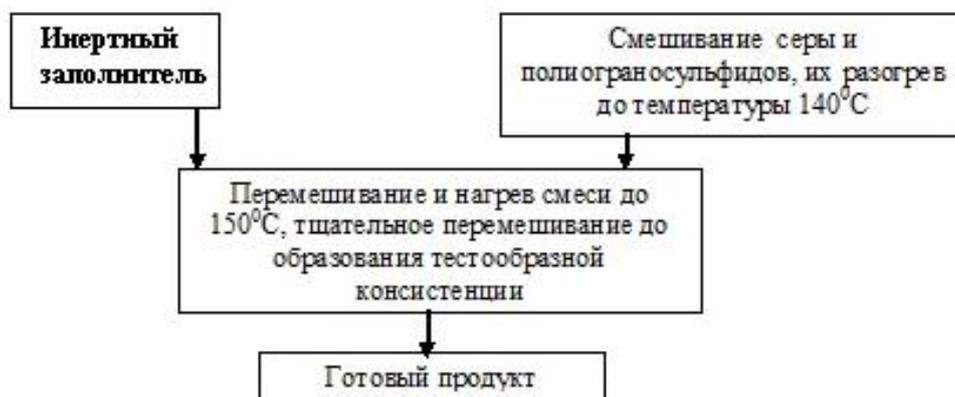


Рис. 1. Технология производства серобетона [1]

Повсеместное присутствие серы в качестве самого распространенного неметалла в природе, а также в качестве побочного продукта в составе выбросных газов промышленного производства, определяет более низкую стоимость этого вяжущего в сравнении с традиционным цементом.

Свойства серы формируют конечные свойства серобетона и делают его более конкурентно способным особенно в суровых условиях крайнего Севера. Отличительные свойства серобетона по отношению к бетону традиционному:

- твердение при низких отрицательных температурах;
- возможность работать на растяжение;

- низкая пористость;
- низкая гидрофобность;
- биологическая стойкость;
- повышенная морозостойкость, так при 100% влажности морозостойкость возрастает на 500 – 600%, т.е. в 5–6 раз;
- возможность вторичной переработки без потери свойств вяжущего.

Данные свойства позволяют проектировать достаточно большое количество разновидностей серобетонных смесей, пригодных для работы конструкций в суровых климатических условиях Арктики, наиболее популярные из них:

- серобетон гидрофобный, занимает особое место в применении в условиях «мокрых грунтов»;
- пеносеробетон – разновидность ячеистого бетона, обладает высокой химической стойкостью и низкой теплопроводностью;
- серобетон ускоренного набора номинальной прочности – от нескольких минут до нескольких часов, используется при строительстве в стесненных или специфических условиях.

К материалам для приготовления серобетонной смеси (заполнителям, тонким наполнителям, модифицированной сере) и к составу самой смеси предъявляют требования в соответствии с нормативно-техническими документами ПНСТ 105-2016, а также в соответствии технологической документации к изготовлению изделий и конструкций из серобетона.

Необходимо учитывать, что для приготовления серобетонных смесей для производства армированных конструкций, необходимо использовать модифицированную серу высшего сорта. Модифицированную серу первого сорта можно использовать только для неармированных изделий. В табл. 1 приведены характеристики модифицированной технической серы.

Таблица 1.

Физико-химические показатели серы для производства серобетона

Наименование показателя	Значение			Метод анализа
	Высший сорт	Первый сорт	Второй сорт	
1 Внешний вид	Гранулы сферической, полусферической и других геометрических форм. Не допускается присутствие механических загрязнений (бумага, дерево, песок и др.)			Визуально
2 Содержание нерастворимой части, %, не менее	15,0	8,0	8,0	По п. 8.1
3 Массовая доля гранул, %, не менее, с диаметром, мм:				По п. 8.2
2,0—7,0	90	-	-	
1,0—16,0	-	90	-	
1,0—16,0	-	-	90	

Заполнители для серобетона - щебень из горных пород или щебень из гравия по ГОСТ 8267, шлаковый щебень по ГОСТ 3344, с определенной максимальной крупностью зерен - не более 40 мм. В случае отсутствия указаний по стойкости к коррозии, допускается применение щебня из осадочных горных пород. Показатели механических и физических свойств серобетона и цементобетона приведены в табл. 2.

Таблица 2

Сравнение основных показателей серобетона и цементобетона

Характеристики материала	Серобетон	Цементобетон
Состав вяжущего	Модифицированная сера	Портландцемент
Способность нейтрализовать наполнитель и заполнитель, содержащий в своем составе тяжелые металлы и их соли	до 100%	0%
Требования к качеству наполнителя и заполнителя, при производстве изделий	не предъявляются	предъявляются
Вторичная переработка без потери качества, %	100	0
Набор 50% марочной прочности, ч	0,5÷1,0	24
Набор 100% марочной прочности, ч	12÷24	672
Морозостойкость	не менее F 500	F 100 ÷ F 200
Водонепроницаемость	не менее W 20	W 2 ÷ W 8
Химическая стойкость, %	100	23 ÷ 35
Предел прочности на сжатие, МПа	40÷86	30÷60
Предел прочности на растяжение, МПа	5÷8	3÷8
Прочность при изгибе, МПа	10÷12	8÷10
Модуль упругости при сжатии, МПа 10 ⁴	3,5÷4,1	2,4÷2,8
Плотность (для тяжелого и особо тяжелого бетона), кг/м ³	2,2÷2,7	2,2÷2,7
Теплопроводность, Вт/м*С	0,2÷0,5	0,7÷1,35
Линейная усадка, %	0,01÷0,02	0,015÷0,07
Истираемость, г/см ²	0,2 ÷ 0,3	0,4 ÷ 0,7
Термостойкость, °С	90	80

С одной стороны, свойства серобетона не до конца изучены, с другой – имеются явные преимущества по сравнению с обычным бетоном. Но, не смотря на этот ряд преимуществ, серобетон до сих пор не может перейти из разряда перспективного инновационного материала в материал массового использования. В табл. 3 систематизированы возможные проблемы, связанные с эксплуатацией серобетона и их решения [2].

Таблица 3

Проблемы, связанные с эксплуатацией серобетона и их решение

№ п/п	Проблемы при эксплуатации конструкции из серобетона	Пути решения проблемы
1.	Из-за нестабильности химического соединения серы с компонентами серобетона, объем полимерной серы в составе изделия может уменьшаться, за счет возможности перехода серы в моноклинную форму и обратно	Химическая стабилизация серы
2.	Из-за низкой температуры плавления серы (120 °С) серобетон может быть термически неустойчив	Использование термических стабилизаторов
3.	Сера обладает биофильными свойствами, т.е. при наличии влажной органической среды некоторые виды бактерий способны поедать серу, словно сахар	Применение ингибиторов микробиологической коррозии

4.	Сера является слабо ядовитым веществом и имеет способность сублимироваться в твердом виде	Предусмотреть в серобетоне специальный изолирующий слой
----	---	---

Стоимость серобетона формируется с учетом перечисленных недостатков и достоинств данного материала. Но даже учитывая применение ингибиторов и стабилизаторов, стоимость серобетона все равно ниже стоимости цементобетона.

Разработкой технологий по утилизации серы по средствам приготовления серобетонной смеси в России активно занимается Центр инноваций «Химические технологии и оборудование», являющийся дочерним предприятием ООО «Башкирский инновационный центр «Содействие». Научные изыскания последнего десятилетия в рамках работ по утилизации серы и улучшения экологической ситуации в России позволяют выпускать бетон на основе серного вяжущего и экспериментально применять его в условиях арктического климата. В 2008 г. инновационный центр получил патент на состав бетона с высокой прочностью на сжатие (до 100 МПа) с применением в качестве модификаторов полиограносульфидов.

Отличительной особенностью технологии производства серного бетона по отношению к цементному является полное отсутствие воды в качестве затворителя в процессе изготовления. Само вяжущее в чистом виде в процессе приготовления серобетона практически не применяется из-за проявления определенных недостатков: низкая устойчивость к воздействию температур, в случае застывания большого объема материала наблюдается неравномерная усадка, приводящая к образованию трещин, низкая пожаростойкость. Согласно технологии, серу модифицируют специальными добавками, исключая подобными недостатками и обеспечивающими заданные проектом свойства.

Экономическая выгода при производстве инновационного материала составила 19,4%, что не только обеспечивает рост прибыли, но и способствует утилизации промышленных отходов.

Тематика вторичного сырья в настоящий момент очень актуальна в России. Все больше и больше инноваций появляется в сфере переработки. Это позволяет не только эффективно утилизировать промышленные отходы, но и максимально эффективно снижать себестоимость строительной продукции, развивать экономику страны, открывать новые перспективы рынка строительных материалов.

Список литературы

1. Инновационный центр Химические технологии и оборудование URL// <http://chemteq.fis.ru>
2. Селин И.В. Оценка возможностей и факторов инновационного развития региональной экономики // Экономические и социальные перемены: факторы, тенденции, прогноз. 2013. № 4 (28). С. 82-91.

Исаева Екатерина Сергеевна

ВЛИЯНИЕ МОДИФИКАТОРОВ НА СВОЙСТВА АВТОКЛАВНЫХ ГАЗОБЕТОНОВ

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Аннотация: Автоклавный газобетон является одним из распространенных строительных материалов, используемых для возведения гражданских и промышленных зданий. Повсеместное использование данного материала обусловлено сочетанием высоких прочностных показателей с хорошими теплоизолирующими свойствами, что отличает их от обычных материалов. Использование автоклавного газобетона в строительстве обеспечивает не только долговечность возводимой конструкции, но и создает комфортную среду жизнедеятельности. Однако возрастающие требования потребителей приводят к необходимости повышения качества выпускаемых изделий. Достичь этой цели можно как корректировкой состава газобетона путем введения модифицирующих компонентов, так и за счет использования различных технологических приемов.

Ключевые слова: газобетон, прочность, строительство, модифицирующие компоненты.

Автоклавный газобетон – легкий, сборный, пенобетонный строительный материал, который одновременно обеспечивает устойчивую структуру, звукоизоляцию и огнестойкость, устойчивость к плесени. Продукты из автоклавного газобетона широко используются в качестве блоков, стеновых панелей, напольных и кровельных панелей. В настоящее время Российская Федерация находится на лидирующих позициях по производству изделий автоклавного твердения, эта позиция обусловлена наличием обширной сырьевой базы и возможностью организации производства на большей части территории страны. Однако возрастающая конкуренция на рынке данного материала и высокие темпы роста индивидуального жилищного строительства, а также увеличение требований к качеству выпускаемых строительных материалов обуславливает потребность в поиске альтернативных видов технологических решений и сырьевых материалов, способных придать готовому продукту необходимые технико-эксплуатационные характеристики с существенной экономией на себестоимости продукции. В разное время для решения этой задачи предлагалось использование техногенного сырья различного состава (глины, золы-уноса и др.); компонентов наноразмерного уровня (первичных наноматериалов) и др. Однако, актуальным и более целесообразным является разработка технологий получения газобетона автоклавного твердения с использованием высокоактивных дисперсных добавок, обеспечивающих не только экономию основных материальных ресурсов, но и способных осуществлять направленное регулирование структурообразующих процессов, что обеспечит получение изделий с заданными высокими эксплуатационными свойствами. Так, минеральный модификатор из аморфизированных пород выступает в качестве структуроформирующего компонента, влияющего на сокращение поризационных процессов с формированием системы с улучшенной

микро- и макроструктурой. Введение минерального модификатора обеспечивает интенсификацию газовыделения: сокращение времени вспучивания массивов на 8 – 50% в зависимости от концентрации добавки, добавление модификаторов в смесь в диапазоне 10 – 30% приводит к росту прочностных свойств композитов при сохранении их марки по плотности [1].

Использование наноструктурированного модификатора взамен цемента при получении газобетона автоклавного твердения способствует снижению плотности и увеличению прочности готовых изделий, к числу таких добавок относится наноструктурированный модификатор (НМ), получаемый по технологии длительной механоактивации исходных компонентов. При введении в ячеистобетонную смесь НМ происходит интенсификация процессов вспучивания массивов газобетона. Составы с содержанием модификатора более 20% характеризуются сниженным временем газовыделения (на 15 – 30 мин) по сравнению с контрольным. При этом образцы характеризуются максимальным объемом выделившегося газа и прироста объема готовой смеси [2].

Исследование системы «пенообразователь FoamX – фибра» показало, что введение фибры, независимо от вида, в количестве 1 % от массы раствора снижает кратность получаемых пен на 10 %. Стекловолоконная фибра, сохраняя в смеси свои плотные агломерации, создаёт в её структуре дополнительные напряжения и способствует миграции воды, что негативно сказывается на устойчивости смесей, интенсифицируя скорость синерезиса на 18 %. Базальтовая фибра в структуре смеси, благодаря отдельным распушенным волокнам, способствует закупорке каналов Плато-Гиббса, по которым стекает излишняя вода. За счёт более медленного слияния смежных крупных пузырьков, в межпоровое пространство которых попали волокна, коалесценция происходит преимущественно между пузырьками неразделёнными волокнами. Дисперсное армирование базальтовой фиброй обеспечивает повышение устойчивости пены на 57 % [3].

Экспериментальные исследования автоклавного газобетона на основе высококальциевой золы ТЭЦ позволили разработать рецептуру сырьевой смеси и технологии производства конструкционно-теплоизоляционного газобетона и получать газобетонные блоки плотностью 700 кг/м³ с высокими и стабильными строительно-техническими свойствами, превышающими свойства заводских изделий. Теплопроводность газобетона определялась методом стационарного теплового потока. Результаты эксперимента показали, что теплопроводность автоклавного цементно-зольного газобетона колеблется в пределах 0,15-0,16 Вт/(м*°С) в зависимости от состава сырьевой смеси и полученной средней плотности бетона [4].

Количество проведённых исследований отечественными и зарубежными авторами показывает актуальность изучения автоклавных газобетонов, а востребованность данного строительного материала обусловлена высокими прочностными и теплоизоляционными свойствами. Сейчас задача стоит в исследовании и испытании свойств различных составов автоклавного газобетона, из-за высокой вариабельности природных материалов различного

происхождения обобщение в области науки часто затруднены, как подчеркивают многие, как отечественные, так и зарубежные исследователи. Проверки и испытания материала, определение новых технологий и методов производства требуется проводить вновь при изменении состава смеси, из которой будет произведен газобетон. Исследование возможности применения различных модификаторов может значительно удешевить технологию производства материала и откроет возможность еще большего вовлечения в строительство в качестве надежного и прочного материала.

Список литературы:

1. Пальшина Ю.В. Совершенствование технологии газобетона автоклавного твердения с использованием природного аморфизированного силикатного сырья. ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова», 2018 158 с.

2. Подгорный И. И. Материалы автоклавного твердения с использованием наноструктурированного модификатора на основе магматических пород кислого состава. ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова», 2015. - 197 с.

3. Попов А.Л. Фибропенобетон автоклавного твердения с использованием композиционного вяжущего на основе кварц-полевошпатового песка Якутии. ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова», 2019. - 252 с.

4. Подгорный И. И. Материалы автоклавного твердения с использованием наноструктурированного модификатора на основе магматических пород кислого состава. ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова», 2015. - 197 с.

5. Bae, S. Effects of Incorporating High-Volume Fly Ash into Tricalcium Silicate on the Degree of Silicate Polymerization and Aluminum Substitution for Silicon in Calcium Silicate Hydrate. / S. Bae, R. Taylor, D. Kilcoyne, J. Moon, P.J.M. Monteiro // Materials. - Basel, 2017. - №10(2). 131.

Исаева Екатерина Сергеевна

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ДЕРЕВЯННЫХ СТЕНОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КЛЕЕНОГО БРУСА

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Аннотация: Использование древесины в строительстве имеет многовековую историю. Дерево является прочным, податливым, легким и возобновляемым материалом. Однако перед лесопромышленным комплексом стоит задача рационального потребления древесного сырья с целью уменьшения ущерба природе, вызванного повсеместной вырубкой леса. В связи с этим возрастает потребность в развитии полной переработки древесного сырья и качества выпускаемой продукции, поскольку оно в значительной мере определяет конкурентоспособность товаров из древесины. Одним из развивающихся направлений полной переработки древесины деревообрабатывающими производствами является изготовление клееной продукции на основе пиломатериалов и шпона. Наиболее распространенным видом данной продукции является клееный брус, материал, обеспечивающий высокую несущую способность и стабильность размеров изделия. Эффективное и рациональное использование древесного сырья не только удовлетворяет потребностям строительства, но и оказывает положительно влияние на экологию. В связи с этим развитие технологий производства клееного бруса и улучшение характеристик готовой продукции в настоящее время является актуальной темой.

Ключевые слова: древесина, клееный брус, конструкция, клеевая композиция, строительство.

В современных экономических условиях значительный прирост объемов жилищного строительства в мире обеспечивается за счет малоэтажного и многоэтажного деревянного домостроения. Использование современных строительных технологий, строительных материалов на основе древесины позволяет сократить сроки строительства, энергозатраты, снизить себестоимость сборки объекта. В статье Лесного Кодекса Российской Федерации одним из основных принципов лесного законодательства прописан принцип обеспечения многоцелевого, рационального, непрерывного, неистощительного использования лесов для удовлетворения потребностей общества в лесах и лесных ресурсах [1]. Использование клееной продукции на основе пиломатериалов и шпона может оказать положительное влияние на сохранность лесных ресурсов и по возможности заменить собой использование цельных деревянных конструкций в строительстве. Клееный брус – конструкционное изделие из дерева, состоящее из склеенных между собой деревянных планок, подходит к использованию для несущих конструкций как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении. При исследовании вертикальных деформаций стеновой конструкции при эксплуатационных воздействиях анализ полученных численных значений показал, что основной особенностью напряженно-деформированного состояния в зоне сопряжения брусьев под воздействием нагрузки можно назвать смятие древесины в опорном зубе бруса. Общим условием предельного состояния стеновой конструкции в венцовом соединении являются значения напряжений смятия, что позволяет оценивать надежность конструкции при эксплуатационных воздействиях в зависимости от степени смятия [2].

Повышения несущей способности деревянных конструкций из клееного бруса можно добиться путем совершенствования технологии склейки сборных элементов и модификации конструкции соединения. Оригинальным конструктивным решением соединения деревянных элементов является конструкция на основе металлических накладок с использованием металлической зубчатой пластины. Классическое соединение типа «ласточкина хвоста» Австрийской фермы SHERPA состоит из двух алюминиевых деталей, которые образуют жесткое соединение и крепятся к деревянным конструктивным элементам из поперечно-клеёной древесины (CLT) и бруса из клееного шпона (LVL) с помощью шурупов. С учётом комбинации шурупов с металлическими накладками соединительная система содержит в себе достоинства: удобство и быстрота сборки; высокий уровень предварительной сборки на заводе; более высокая прочность соединения, воспринимаемая нагрузку до 280 кН; безопасность и надежность, обеспечиваемая общестроительным сертификатом; многофункциональность. При улучшении крепления металлическими накладками, а именно укреплении металлической зубчатой пластиной, несущая способность повышается на 31,15% [3].

Исследование клееного соединения клееного бруса, направленные на изучение структуры и сплошности клеевых соединений различных клеев, показали, что клеевая композиция (КМФ – 70%, КФ-БЖ – 27,33%, Шунгит – 2,67%) удовлетворяет требованиям стандартов как по прочности при скалывании вдоль волокон (6,2 МПа), так и по требованиям к водостойкости клеевых соединений (3,2 МПа). Клеевому соединению по ГОСТ 17005-82 «Конструкции деревянные клееные. Метод определения водостойкости клеевых соединений» может быть присвоена повышенная группа водостойкости. Применение в качестве связующего клеевой композиции (КМФ – 70%, КФ-БЖ – 27,33%, Шунгит – 2,67%) позволяет получить клеевые соединения, которое не уступает прочности при скалывании вдоль волокон массивной древесины по сухому и мокрому образцу (при влажности $10\pm 2\%$). Клеевому соединению на композиционном связующем может быть присвоен повышенный класс водостойкости. Использование древесины в сочетании с клеевой композицией позволит создать клееные изделия, обладающие высокими физико-механическими характеристиками, повышенной водо- и биостойкостью, а также повысит несущую способность [4].

Плотность древесины оказывает существенное влияние на прочность клеевых соединений при склеивании и носит линейный характер, как и у цельной, при этом усилие и характер разрушения во многом зависит от вида клея. Эмульсионные полимер-изоцианатные клеи в отличие от поливинилацетатных лучше поглощаются древесиной, создавая зону, пропитанную клеем древесины с равномерно распределенной плотностью, упрочняют поверхностные разрушенные при механической обработке слои, позволяя получать клеевые соединения требуемой прочности при скалывании у древесины плотностью от 450 кг/м³ и выше. Согласно исследованию, определение плотности древесины ультразвуком ЭПИ клеи более устойчивы к изменению условий склеивания и расходу клея и способны формировать прочные клеевые соединения даже при

минимальных значениях параметров в исследуемом диапазоне в отличие от ПВА клеев. Рекомендуемые условия склеивания клееных брусков и брусьев: на ЭПИ клее: плотность древесины свыше 450 кг/м³, расход клея 300-350 г/м², давление прессования 0,8-1,0 МПа; на ПВА клее: плотность древесины свыше 475 кг/м³, расход клея 120-140 г/м², давление прессования 0,8-1,0 МПа [5].

Таким образом, опыт производимых исследований показывает возможности совершенствования технологий производства и улучшения конструктивных элементов из клееного бруса, что указывает на актуальность данной темы. Однако опыт использования подобных соединений за рубежом показывает, что их несущая способность не всегда удовлетворяет требованиям практики строительства, в связи с этим появляется необходимость в совместном исследовании влияния модифицированных соединений, различных клеевых композиций и физических характеристик в итоговом изделии. Также остро стоит вопрос создания экологически безопасного клеевого состава для сведения к минимуму отрицательного воздействия на организм человека, что может значительным образом продвинуть данный материал на строительном рынке.

Список литературы:

1. Лесной кодекс российской Федерации Текст. — М: Из-во «Омега-Л», 2007. 55 с.
2. Кирютина С. Е. Совершенствование технологии и повышение эксплуатационной надежности деревянных стеновых конструкций из клееного бруса. ФБГОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова». 2018. - 149 с.
3. Сюй Юнь. Повышение несущей способности соединений элементов деревянных конструкций на металлических накладках с использованием металлической зубчатой пластины. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», 2015.- 198 с.
4. Чаузов К. В. Формирование клееных деревянных брусьев с использованием модифицированных связующих. ФБГОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова». 2015. -188 с.
5. Федяев А. А. Технология склеивания строганых пиломатериалов с использованием ультразвуковой диагностики. ФБГОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова». 2011. - 158 с.

Кобзарь Иван Михайлович

TOP DOWN – НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Научный руководитель: Козлов Павел Геннадьевич

Аннотация: Несмотря на то, что в развитии современного общества особую роль играет урбанизация, ни для кого не секрет, что плотная застройка городской

территории создаёт массу проблем в сфере строительства и ввода в эксплуатацию особо значимых объектов недвижимости. В целях более рационального использования земельных участков для возведения зданий и сооружений на урбанизированной территории, стали применять изощёрнённые технологии. Одной из таких технологий является «Тор Down».

Ключевые слова: прочностные свойства бетона, подземное пространство, нарушенные грунтовые породы, бетон В25, бетон В30.

«Тор Down» - относительно недавно разработанный метод подземного строительства, означающий проходку котлована сверху вниз. При использовании данного метода предусмотрена поярусная разработка грунта. Такой способ строительства подземных сооружений позволяет вести работу на ограниченном пространстве, что чрезвычайно важно при «точечной» застройке.

При строительстве подземных сооружений методом «Тор Down», должны максимально точно соблюдаться технологические нормы. Особое значение уделяется качеству конструкций и материалов, используемых при строительстве, ввиду возможного их контакта с залегающими в месте строительства грунтовыми водами.

Подземные объекты гражданского строительства возводятся в котлованах открытым или полузакрытым способом.

Наиболее широкое применение указанный способ строительства находит в Европе и Америке благодаря малому сроку окупаемости подобного рода инвестиционных проектов.

Вместе с тем, технология «Тор Down» способна сократить до минимума деформации ограждающих конструкций за счет монтажа распорных перекрытий и иных индивидуальных технических решений.

Начинается строительство подземной части сооружения с возведения по его периметру «стены в грунте». Она может быть выполнена в виде монолита, или же быть сборно-монолитной. Конструкция выполняется из бетона, имеющего высокую водонепроницаемость. Начальный этап работы может выполняться двумя способами:

- 1) По периметру будущего сооружения выкапывается траншея, в которую заливается бетон. Затем из внутренней части выбирается грунт на глубину до трёх метров.

- 2) Предварительно выкапывается котлован, стены которого укрепляются шпунтовыми сваями. По готовности первого этапа строительства выполняется заливка монолитного перекрытия, выполняющего сразу две функции – оно становится нулевой верхней этажа подземного сооружения, а также поддерживает стены котлована.

В монолите оставляют технологические отверстия, через которые после полного застывания бетона из-под него удаляется грунт. Данный этап работы выполняется механизированным способом. Грунт направляется к технологическому отверстию, а затем эскаватором-грейфером поднимается наверх.

После достижения котлованом необходимой глубины стены вновь укрепляются, и заливается следующее перекрытие. При необходимости цикл работ повторяется. Уникальная технология даёт возможность проводить подземные строительные работы на минимальной рабочей площади, что чрезвычайно важно в современных мегаполисах.

Особым преимуществом технологии «Top Down», является возможность одновременно с выполнением подземных работ выполнять возведение основной, наземной части здания. Проведённые исследования зданий, уже построенных данным методом, утверждают, что влияние строительства на постройки, находящиеся рядом, минимальное.

Метод «Top Down» является усовершенствованным вариантом технологии «Up Down», чаще всего используемой в транспортном строительстве. Эта технология не предусматривает продолжения в виде наземного сооружения. Поэтому её обычно используют при строительстве подземных парковок, возводимых при сохранении движения автотранспорта.

Указанной технологией предусмотрен монтаж опор для поддержания подземных перекрытий. Опоры могут быть постоянными либо временными. Если используются временные опоры для поддержки перекрытий, то их демонтаж следует выполнять после установки плиты фундамента и несущих стен.

При необходимости устройства больших котлованов применяется комбинированный способ разработки грунта. В указанном случае подземная часть выполняется методом «Top Down», а центральная - снизу-вверх по классической схеме. В качестве крепления ограждающих конструкций используются периметральные фрагменты дисков подземных перекрытий [1-3].

Очевидным преимуществом способа «Top Down» является способность одновременного выполнения подземных и наземных работ, что существенно сокращает сроки строительства зданий и сооружений. При этом следует отметить минимальное влияние построенных объектов на соседние постройки.

Кроме вышперечисленных достоинств, технология «Top Down» имеет и недостатки, которые отмечают многими экспертами. К этим недостаткам относится следующее:

- 1) Образование монолитных швов между сборными элементами;
- 2) Образование большого количества монолитных швов в плите фундамента и в стенах, расположенных в подземной части;
- 3) Высокая стоимость работ и немалые трудозатраты в устройстве гидроизоляции, защитной кладки и дренажного слоя;
- 4) Необходимость выполнения ремонтных работ по ликвидации протечек гидроизоляции вдоль технологических швов, особенно вертикальных деформационных;
- 5) Вынужденная перенасыщенность арматурой плит фундамента, особенно в высотных зданиях, а также особая сложность в их бетонировании, особенно в местах перепуска стержней.

Кроме того, технология «Top Down» по сравнению с традиционными способами строительства отличается значительными финансовыми затратами.

Подводя итоги, важно отметить, что внедрение рассматриваемой технологии в промышленное и гражданское строительство положительно сказалось на развитии строительного рынка. Спрос на такие объекты недвижимости достаточно высокий. Если говорить о перспективах развития метода «Top Down» в мировом строительстве, то можно уверенно прогнозировать скорейшую модернизацию данного способа возведения зданий и сооружений за счет активного внедрения инновационных технологий и, как следствие, удешевление стоимости строительного-монтажных работ с одновременным улучшением их качества.

Подземное строительство в стеснённых городских условиях приносит множество проблем геотехнического характера. Тем не менее, современные условия строительного производства позволяют инженерам выбрать наиболее оптимальные пути решения сложных проблем. Правильный выбор технологических операций позволяет не только уберечься от аварийных ситуаций, но и не допустить возникновения необоснованных и непредвиденных деформаций смонтированных конструкций.

В современных городах использование новейших технологий производства подземных работ часто является единственным способом возведения новых объектов. Плотность застройки не даёт возможности строительства традиционными способами. Это и является фактором, определяющим выбор прогрессивных методов, использование которых позволяет расширить городское пространство. Территория города используется более эффективно за счёт появления подземных уровней.

Список литературы:

1. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Лесовик В.С., Гридчин А.М., Фишер Х.Б. Композиционные вяжущие и самоуплотняющиеся фибробетоны для защитных сооружений // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2018. № 7. С. 77-85.
2. Fediuk R., Smoliakov A., Muraviov A. Mechanical properties of fiber-reinforced concrete using composite binders // Advances in Materials Science and Engineering. 2017. Т. 2017. С. 2316347.
3. Федюк Р.С. Применение сырьевых ресурсов приморского края для повышения эффективности композиционного вяжущего // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. 2016. № 1. С. 28-35.

Шашко А.И., Рудакова Е.А., Аверченко Г.А.

КОНСТРУКЦИЯ И РАСЧЕТ БЕЗМЕТАЛЬНОГО АНКЕРА ГЛАДКОГО СТЕКЛОПЛАСТИКОВОГО СТЕРЖНЯ

*Санкт-Петербургский политехнический университет (СПбПУ),
195251, Санкт-Петербург, Политехническая, 29*

Аннотация: Объектом исследования является новая конструкция

безметалльного анкера гладкого стеклопластикового стержня. В процессе разработки безметалльных клееных деревянных конструкций для растянутых элементов обычно использовались гладкие стеклопластиковые стержни. В узлах они соединялись с помощью специальных анкеров. Известные решения анкеров не соответствуют требованию безметалльности. Наши исследования предлагают новую конструкцию. Данный анкер работает по принципу заклинивания. Приведены формулы для расчета длины анкерования гладкого стержня, наружного радиуса патрубка и прочности материала патрубка на смятие в радиальном направлении. Использование данных анкеров целесообразно и может быть рекомендовано к применению в растянутых элементах деревянных конструкций, что позволяет полностью использовать несущую способность гладких стеклопластиковых стержней.

Ключевые слова: безметалльный анкер, гладкий стеклопластиковый стержень, полимербетонный клин, обойма, патрубок, шайба, растянутые элементы, деревянные конструкции.

В Санкт-Петербургском политехническом университете имени Петра Великого (СПбПУ) при разработке различных безметалльных клееных деревянных конструкций, в частности ферм оттяжек и вант, для растянутых элементов использовались гладкие стеклопластиковые стержни. Их соединение в узлах осуществлялось при помощи специальных анкеров [10]. Известные решения анкеров не отвечают требованию безметалльности [3,4]. В связи с этим был разработан и всесторонне исследован анкер новой конструкции.

Анкер включает разветвленную часть стержня, полимербетонные клин и обойму, стеклопластиковый патрубок и шайбу (рис.1).

При центральном растяжении стержня с упором на шайбу, анкер работает по принципу заклинивания [1,6]. Испытания анкерования гладких стержней из однонаправленного стеклопластика марки СПМ–ЭА диаметром 16 и 20 мм кратковременной и длительной статической нагрузкой показали устойчивый характер разрушения по стержню (вне анкера) и в целом – надежность анкера [11].

Результаты эксперимента подтвердили также приемлемость для предварительных расчетов следующих основных предпосылок:

- нормальные сжимающие напряжения по боковым поверхностям ветвей стержня внутри анкера распределяются равномерно;
- повышение прочности полимербетона клина, обоймы и стеклопластиковых ветвей за счет сложного напряженного состояния в анкере не учитывается;
- угол расклинивания ветвей (2 α) соответствует углу самоторможения при трении полимербетона и стеклопластика без учета адгезии;
- для обеспечения упругой работы анкера предполагается его предварительная вытяжка расчетным усилием;
- за критерий прочности при расчете элементов анкера принято усилие в стержне соответствующее его несущей способности (при диаметре стержня 20 мм – в среднем 20 тс).

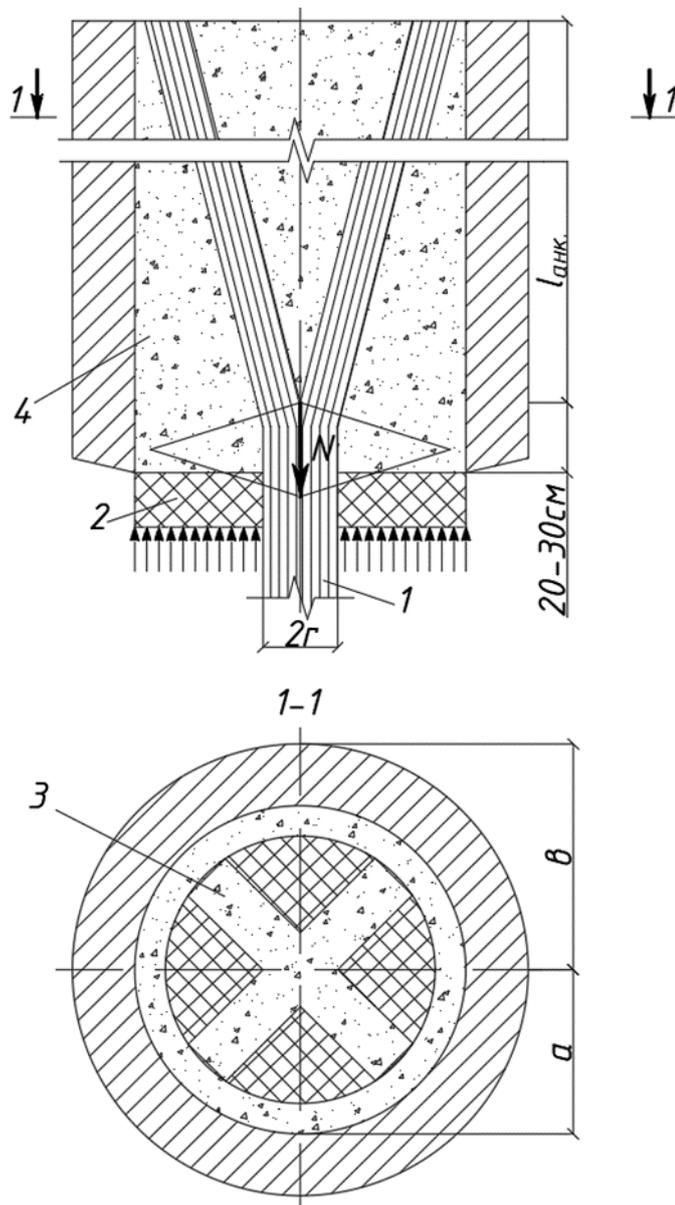


Рис. 1. Конструктивная схема анкера:
 1 – гладкий стержень; 2 – шайба; 3 – клин; 4 – обойма.

Исходными параметрами являются обычно диаметр стержня и необходимые физико-механические свойства материалов в анкере, которые, как правило, проверяются экспериментально [5,9]. В результате расчета определяются длина анкера и проверяются внутренний диаметр и толщина патрубка из ряда условий [8]. Длина анкеровки гладкого стержня ($l_{\text{анк}}$) находится из условия прочности стеклопластикового стержня на сжатие поперек волокон по площади контакта с обоймой. При этом прочность полимербетона не должна быть ниже прочности стеклопластикового стержня

$$l_{\text{анк}} = r \cdot \sigma_p^{\text{CT}} / (4 \cdot \sigma_{90^\circ}^{\text{CT}} \cdot \sin \alpha); \quad (1)$$

где: r – радиус стержня;

σ_p^{CT} – предел прочности стержня на растяжение вдоль волокон;

$\sigma_{90^\circ}^{\text{CT}}$ – предел прочности стержня на сжатие поперек волокон.

При соблюдении предпосылки $\operatorname{tg}\alpha < f$ (f - коэффициент трения покоя), требуемый внутренний радиус патрубка предварительно может быть найден из геометрического соотношения:

$$\alpha \geq l_{\text{анк}} \cdot \operatorname{tg}\alpha; \quad (2)$$

Полученная величина дополнительно проверяется из условия смятия шайбы под анкером [12].

Обычно равнопрочность анкерного соединения со стержнем достигается при длине анкера около 760 мм, при внутреннем диаметре патрубка 36 и толщине стенки 10 мм. При таких параметрах патрубков относится к толстостенному и его толщина (δ) проверяется из условия прочности на разрыв от действия окружных напряжений по безмоментной теории [7]. Наружный радиус патрубка определится из выражения

$$b = \sqrt{(\sigma_t/P_r + a^2)/(\sigma_t/P_r - 1)}; \quad (3)$$

где: P_r – радиальная составляющая усилий на внутренней поверхности патрубка;

σ_r – предел прочности патрубка на расстояние по касательной в направлении перпендикулярном образующей.

Толщина патрубка существенно зависит от направления армирования. Наибольший эффект достигается при кольцевом армировании [13].

Прочность материала патрубка на смятие в радиальном направлении ($\sigma_{\text{см.р.}}^{\text{п}}$) должна удовлетворять условию

$$\sigma_r = [P_r \cdot a^2 / (b^2 - a^2)] (1 + b^2/c^2) \leq \sigma_{\text{см.р.}}^{\text{п}}. \quad (4)$$

где: c – средний радиус патрубка.

Если условие (4) не выполняется, то длину анкера следует увеличить.

Для уточнения расчета и совершенствования конструкции проводятся экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния анкера методами тензометрирования и голографии [2].

Применение таких анкеров позволяет полностью использовать несущую способность гладких стеклопластиковых стержней в растянутых элементах деревянных конструкций.

Список литературы:

1. Ануфриев В.Е., Жаров А.И., Ларин Н.И. Способ закрепления анкера и конструкция анкера для его осуществления. Институт угля и углехимии СО РАН. 2001.
2. Наджибуллох Р., Рахмонов А.Д. Испытания анкеров по французским нормам FIP и натяжение анкеров. В сборнике: Политехнический вестник. Серия: инженерные исследования. 2018. С. 234-244.

3. Огурцов Г.Л., Аверченко Г.А. Композитный материал в мостостроении - путь к совершенству. В сборнике: Архитектура и архитектурная среда: вопросы исторического и современного развития. материалы международной научно-практической конференции. Тюмень, 2020. С. 353-355.
4. Аверченко Г.А., Огурцов Г.Л. Перспективы использования композитного материала в мостостроении. В сборнике: Фундаментальная и прикладная наука: состояние и тенденции развития. сборник статей II Международной научно-практической конференции. 2019. С. 229-231.
5. Аверченко Г.А., Кириллова Д.Ю. Исследование работы стеклопластобетонных балок. В сборнике: Неделя науки СПбПУ. материалы научной конференции с международным участием, Инженерно-строительный институт. В 3 ч.. отв. ред. Н. Д. Беляев, В. В. Елистратов. 2019. С. 42-44.
6. Ерофеев В.Я., Теодорович С.Б. Способ закрепления анкера в массиве. Сибирский государственный индустриальный университет. 2001.
7. Новиков А.О. Ударная нагрузка при установке анкера в породный массив. В сборнике: Научный вестник НИИГД респиратор. 2019. № 4 (56). С. 65-71.
8. Позолотин А.С., Лысенко М.В., Райко Г.В., Самок А.В. Определение оптимальной длины анкеров для закрепления конвейеров к почве выработок. В сборнике: Горная механика и машиностроение. 2019. № 4. С. 12-17.
9. Дрипан П.С., Марийчук И.Ф. Устойчивость анкера при установке в породный массив под действием динамической нагрузки. В сборнике: Инновационные перспективы Донбасса. 2019. С. 119-126.
10. Румянцева Е.А. Методы крепления конструкций к стенам с помощью анкеров. В сборнике: Студенческий вестник. 2020. № 17-5 (115). С. 78-80.
11. Есипов А.В., Черных К.В. Экспериментальное исследование работы анкера в клеевом соединении армированной деревянной балки. В сборнике: Новые технологии - нефтегазовому региону. 2019. С. 147-149.
12. Соловьев С.А., Шевцов Л.С. Вероятностный расчет анкера (дюбеля) в газобетоне на выдергивание. В сборнике: Инженерный журнал с приложением. 2020. № 2 (275). С. 25-29.
13. Шевцов Л.С. Вероятностное обоснование допустимой нагрузки на анкер (дюбель) в газобетоне. В сборнике: Моя профессиональная карьера. 2019. № 5. С. 93-98.

Леденцов Кирилл Евгеньевич

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА
МЕТРО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА**

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Научный руководитель: к.т.н., доц. Федюк Р.С.

Аннотация: В советское время на строительство метро могли претендовать только города-миллионники. Владивосток в 1984 году имел население в 590 тысяч человек. По данным Госплана Союза, город фактически никак не мог в краткосрочной перспективе вырваться в миллионники. Так идею метрополитена в те годы и отложили. [1]. В очередной раз о метро заговорили в 2008 году, когда Игорь Шувалов презентовал проект «Большой Владивосток». Метрополитен изначально является планово-убыточным проектом и дотируется даже в самых развитых странах. Например, сегодня дотации московскому метро составляют примерно 30 млрд рублей в год, выручка от билетов — 50 млрд рублей (плюс/минус 5 млрд рублей в разные годы) — это деньги на текущую деятельность, а не гигантские инвестиции в его развитие.

Ключевые слова: метрополитен, открытый способ, закрытый способ, пассажиропоток, финансирование.

Целью данной работы является проведение сравнительного анализа стоимостных показателей строительства метро в зависимости от применяемой технологии. Автором проведен сравнительный анализ открытого и закрытого способов строительства метрополитена на примере города Владивостока.

Объектом исследования является план владивостокского метро. Предмет исследования — стоимость строительства метро.

В 1980-е предлагали не допустить транспортного коллапса в будущем, и выразил свое мнение о перспективах появления метрополитена во Владивостоке.

Предложенная схема на карте города напоминала крест. Первая ветка, согласно проекту, начиналась в пригороде, в районе Чайки — рядом с Академгородком. Оттуда поезда метро должны были идти через Вторую Речку и Молодежную. Далее по плану составы выныривали бы из-под земли через тоннель в сопке Холодильник, выезжая на эстакаду, после чего стремительно неслись бы к району современной развязки на Гоголя. В районе Голубиной Пади путь лежал снова под землю, однако и нескольких минут бы не прошло, как поезд метро появлялся бы в районе фуникулера по пути к мосту. Да, данный вариант предусматривал строительство мостового перехода через бухту Золотой Рог, причем двухъярусного. Верхний — для автомобильного движения с шестью полосами и пешеходными тротуарами, а по нижнему ярусу уже предполагалось пускать электротранспорт. Конечная остановка должна была располагаться в данном случае в районе «Диомида».

Вторая линия метрополитена пролегла поперек — по ней планировалось перевозить пассажиров из центра города в район Тихой. Она не была столь протяженной, как первая. Предполагалось, что метropоезда будут совершать остановки в районе ДВГТУ, Дальзавода, стадиона «Авангард» и на Луговой. Планом также допускалось возможное дальнейшее продление ветки до Сахалинской и ТЭЦ-2. [2]

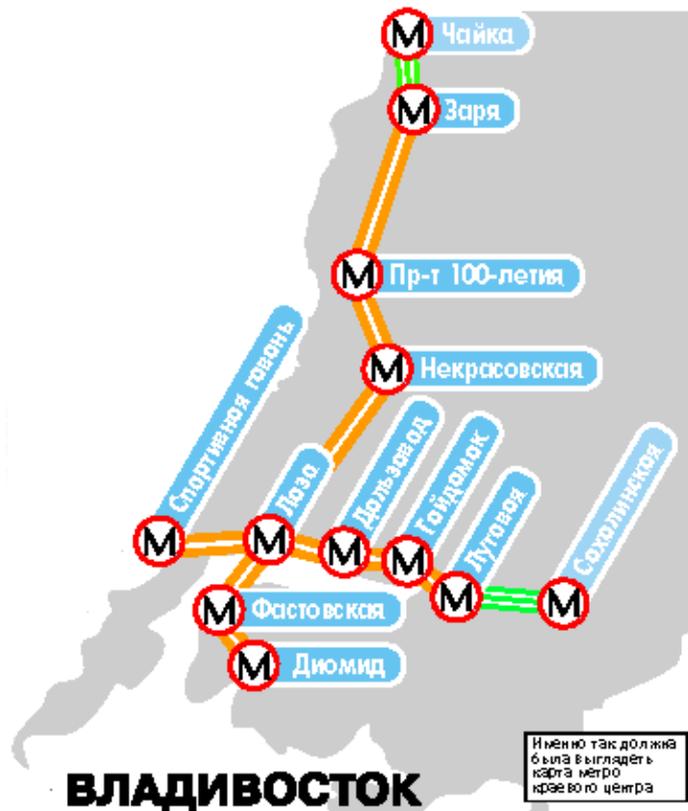
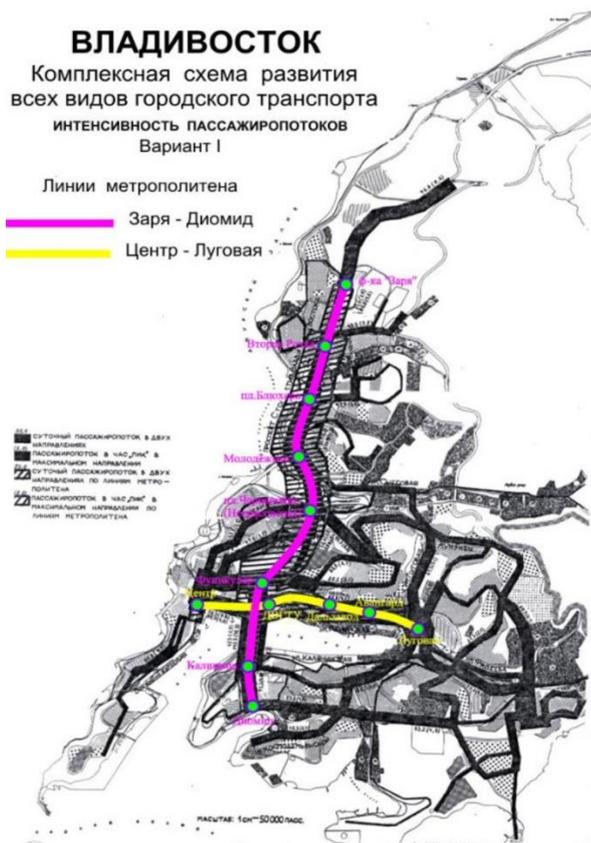


Рис. 1. Планируемая схема метрополитена г. Владивостока

Суммарная протяжённость линий метрополитена – 19.9 км. (1 линия – 12.3 км., 2 линия – 7.6 км.)

Этапы строительства при открытом способе отличаются от этапов строительства при закрытом способе.

При открытом способе это:

- забивка свай;
- крепление котлована;
- разработка грунта;
- устройство лотка (монолитные конструкции);
- устройство монолитных стен и перекрытий;
- обратная засыпка.

Основные этапы строительства при закрытом способе:

- разработка грунта;
- монтаж блочной железобетонной обделки;
- откатка грунта в вагонетках;
- первичное нагнетание за обделку тоннеля;
- укладка узкоколейного пути;
- передвижка блокоукладчика;
- погрузка грунта;
- вспомогательные работы.

Базовая стоимость основных работ определяется по следующей формуле:

$$C_{(6)} = Ц_{(6)} \times K_B \times K_{cp} \times \prod_{i=1}^n K_i$$

где

$C(б)$ - базовая стоимость основных проектных работ;

$Ц(б)$ - базовая цена основных проектных работ;

$Kв$ - коэффициент, учитывающий вид разрабатываемой документации (определяется по таблице 1);

$Kср$ - коэффициент, учитывающий состав разделов разрабатываемой проектной и рабочей документации (определяется по таблицам приложения 1);

$$\prod_{i=1}^n K_i$$

- произведение корректирующих коэффициентов, учитывающих усложняющие (упрощающие) факторы и условия проектирования (приведены в разделах 2 и 3); произведение всех коэффициентов K_i , кроме коэффициента, учитывающего сокращение сроков проектирования, и коэффициента, учитывающего вид реконструкции существующего объекта, не должно превышать значения 2,0. [3]

Всего удельная стоимость работ (на погонный метр) при закрытом способе составила:

Если тоннель от 100 до 500 метров: 603,6 в тыс.руб

Если тоннель от 500 до 1000 метров: 2658 в тыс.руб

Удельная стоимость при открытом способе работ:

Если тоннель от 100 до 500 метров: 430,8 в тыс.руб

Если тоннель от 500 до 1000 метров: 1624,8 в тыс.руб

Из проведенного экономического анализа можно сделать вывод о том, что открытый способ строительства погонного метра метрополитена дешевле, чем закрытый способ на:

$603,6 - 430,8 = 172,8$ в тыс.руб (Если тоннель от 100 до 500 метров)

$2658 - 1624,8 = 1033,2$ в тыс.руб (Если тоннель от 500 до 1000 метров)

Вывод: результаты проведенного исследования показывают, что строительство метро закрытым способом более затратное, но срок выполнения работ меньше, чем при открытом способе. Причинами такой разницы в себестоимости строительства является то, что:

— технология строительства при закрытом способе более дорогая;

— требуется устанавливать дорогостоящие бетонные кольца;

— при открытом способе роется один котлован на два тоннеля, а при закрытом – щит роет один тоннель, а потом другой;

— очень дорогая аренда щита.

Для того чтобы ускорить строительство метро, нужно применять современные технологии, приобрести машины и механизмы с большей производительностью и обеспечить бесперебойный процесс строительства [4]. Но все же постоянное финансирование в любом строительстве является самым важным.

Список литературы:

1. Численность республик, краёв, областей на 1 января 1984 г. - http://istmat.info/files/uploads/18113/narhoz_rsfsr_1981_naselenie.pdf
2. Максим Тихонов, статья для сайта города «Как в советские годы во Владивостоке хотели построить метро и монорельсовую дорогу» - <https://www.newsv1.ru/vlad/2018/08/14/172758/>
3. МРР-4.6.02-19. Метрополитен и объекты его инфраструктуры 2019 г. - <https://smetamds.ru/normativdocument/document.html?iddoc=MRR-4.6.02-19>
4. Абсалямов Д. Р. Повышение надежности инженерных систем методом формализации поиска отказов // Инженерно-строительный журнал. 2012. №2. С. 39-47.
5. Федюк Р.С., Смоляков А.К., Тимохин Р.А. Строительные материалы для войсковой фортификации // XVIII Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых, аспирантов и студентов в г. Нерюнгри, с международным участием, посвященной 25-летию со дня образования Технического института (филиала) СВФУ. Материалы конференции. Секции 1-3. 2017. С. 109-113.

Крылов Владислав Вадимович

РАСШИРЕНИЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НАТМ ЗА СЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Научный руководитель: Козлов Павел Геннадьевич

Аннотация: В данной статье кратко описаны преимущества внедрения систем мониторинга за состоянием массива горных пород. Сложности, связанные со строительством тоннелей новоавстрийским методом, можно нивелировать с помощью современных технологий. Описана примерная структура подобной системы.

Ключевые слова: Новоавстрийский метод, тоннели, мониторинг, массив, геомеханика, система.

Одним из наиболее высокотехнологичных методов строительства подземных сооружений тоннельного типа является так называемый новоавстрийский тоннельный метод. Популярность этого метода по всему миру в последнее время стремительно растёт, однако некоторые особенности горно-геологических, геомеханических и других условий ограничивают его применение в нашей стране. Важным аспектом является необходимость постоянного измерения напряжений, деформаций и смещений контура подземного сооружения. Разработка и применение системы мониторинга состояния массива горных пород с использованием самых современных технологий позволит значительно расширить область применения НАТМ.

Главной отличительной особенностью новоавстрийского метода является режим работы временного крепления. Чтобы максимально разгрузить массив горных пород от напряжений в данном случае допускаются значительные смещения контура поперечного сечения выработки. В качестве временной может использоваться анкерная, набрызгбетонная или арочная крепи. Применение НАТМ позволяет существенно снизить затраты на возведение постоянной крепи за счёт уменьшения объёма бетона, увеличить скорость проходки, обеспечить высокий уровень механизации [1, 2].

Новоавстрийский метод может применяться в самых разнообразных условиях: от глинистых, песчаных и сланцевых до скальных трещиноватых и других типов грунтов. Необходимым условием является устойчивость сооружения на период крепления одной заходки. На протяжении всего периода строительства необходимо производить мониторинг состояния массива горных пород [1].

Одним из сдерживающих факторов применения новоавстрийского метода является сложность отслеживания геомеханических параметров массива. Данную проблему можно решить внедрением системы мониторинга состояния массива горных пород. Это позволит не только оперативно принимать меры по укреплению временной крепи, но и прогнозировать деформационные процессы, происходящие в системе массив-крепь, что позволит отслеживать изменение напряжений и деформаций и самого контура сооружения. Кроме того, это способствовало бы большей механизации и автоматизации строительства, и, как следствие, росту уровня безопасности ведения работ за счёт предотвращения возможных аварийных ситуаций и снижения влияния опасных факторов на человека и оборудования [3].

Система должна представлять собой комплекс подземного и наземного оборудования, множества датчиков (напряжений, усилий, вертикальных перемещений, осадки грунтов, микроползучести, смещения грунтов, нагрузки на арматуру, на анкера, тензодатчиков, инклинометров, экстензометров и других), регистрирующих устройств, устройств хранения больших объёмов информации, программы обработки информации, поступающей с датчиков, производительный компьютер, обеспечивающий расчёт, прогнозирование и моделирование состояния массива, диспетчерского центра и хорошо подготовленного персонала.

Такая система должна обладать следующими возможностями: анализировать изменения напряжённого состояния массива в пространстве и времени, отслеживать сейсмическую обстановку в области ведения подземного строительства, оперативно прогнозировать и обнаруживать сверхнормативные смещения контура выработки и внезапные увеличения напряжений в массиве, моделировать состояние массива горных пород с учётом его реологических свойств. Подобные системы геомеханического мониторинга активно внедряются многими крупными компаниями (Татнефть, СИБУР, Газпром, Schlumberger). Готовые решения предлагает компания Tokyo Measuring Instruments.

Таким образом, грамотное применение современных технологий и внедрение систем мониторинга состояния массива горных пород позволит

существенно расширить область применения новоавстрийского метода строительства подземных сооружений. С развитием науки и техники возможности данных систем могут расширяться за счёт использования технологий искусственного интеллекта, нейронных сетей и виртуальной и дополненной реальности [4-6].

Список литературы:

1. Ламонина Е.В. Обоснование возможности применения новоавстрийского тоннельного метода для проходки тоннелей в глинистых грунтах Московского региона // Вестник МГСУ. 2010. №4-4.
2. Цибариус Ю.А. Обоснование параметров набрызгбетонной крепи по результатам геотехнического мониторинга системы «крепь-массив» // Сиб. гос. ун-т путей сообщ. 2015.
3. Потапов П.В., Кравченко А.И., Славолюбов В.В., Сороковых С.В. Комплексный подход к созданию системы мониторинга состояния массива горных пород и угля на угольных шахтах // Вестник Научного центра. 2016. №3.
4. Лapidус А.А., Ндайирагидже И.В. Искусственные нейронные сети как инструмент оптимизации производственных процессов в строительстве // Технология и организация строительного производства. 2018. № 4.
5. Сергунин М.П., Еременко В.А. Обучение нейронной сети предсказывать параметры сдвижения горных пород налегающей толщи на основании данных о трещиноватости массива на примере рудника "Заполярный" // ГИАБ. 2019. №10.
6. Fediuk R., Mochalov A., Timokhin R. Review of methods for activation of binder and concrete mixes // AIMS Materials Science. 2018. Т. 5. № 5. С. 916-931.

Крылов Владислав Вадимович

СЕТЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ ТОННЕЛЕЙ КАК АНАЛОГ СИСТЕМЫ МЕТРОПОЛИТЕНА В Г. ВЛАДИВОСТОКЕ

*Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток
Научный руководитель: Козлов Павел Геннадьевич*

Аннотация: В данной статье предлагается решение транспортной проблемы в г. Владивостоке. В качестве альтернативы метрополитену предлагается сеть автомобильных тоннелей.

Ключевые слова: тоннель, метрополитен, вибрации, виброзащита, виброизоляция, метро, подземные сооружения.

С увеличением плотности застройки городов и увеличением количества машин все больше страдает городская инфраструктура. Все более актуальной становится проблема городских пробок. Особенно остро эта тема ощущается во Владивостоке, самом автомобильном городе России. По данным статистики, на автомобиле передвигается каждый второй житель Владивостока. По улицам города передвигается гораздо больше машин, чем позволяет их пропускная

способность. В других крупных городах России наладить инфраструктуру частично удалось с помощью системы метрополитена. Но особенности рельефа, относительно меньшая численность населения и другие условия делают решение транспортной проблемы с помощью метро нерациональным [1, 2].

В данном случае в качестве альтернативы метрополитену предлагается сеть автомобильных тоннелей. Подобное решение позволит не только разгрузить улицы города, но и максимально сохранить его исторический вид. В то же время увеличение пропускной способности улиц за счёт их расширения требует значительных временных и материальных затрат и вызывает сложности с точки зрения проектирования, тем более что некоторые дороги уже максимально расширены. В отдельных случаях на самых загруженных направлениях строились эстакады, но сейчас и они не способны вместить необходимое количество автомобилей. Решить проблему также пытаются с помощью светофоров, которые адаптируются к загруженности улиц в утреннее и вечернее время суток, с помощью перепланировки перекрёстков, но ситуация на дорогах в час пик все ещё оставляет желать лучшего.

Не каждый готов отказаться от собственного автомобиля в пользу некомфортного общественного транспорта, поэтому совершенствование инфраструктуры городского пассажирского транспорта также не даёт существенных результатов, а увеличение автобусов в городском трафике только усложняет ситуацию. В данных условиях едва ли не единственным решением остаётся строительство особой сети автомобильных тоннелей.

Тоннели при всех своих недостатках имеют ряд преимуществ перед наземными магистралями. Состояние дорожного полотна во Владивостоке сложно назвать хорошим. Все дело в сложном рельефе, особенностях грунтов, климатических условий, количестве автомобилей. Срок службы асфальтобетонного покрытия в тоннелях значительно больше, поскольку оно меньше подвержено влиянию внешних факторов. Тоннели занимают значительно меньше наземной площади, чем другие дорожные сооружения, поскольку на поверхности находятся только въезды. При этом должно снизиться количество дорожно-транспортных происшествий и повыситься общий уровень безопасности, поскольку в тоннелях предусмотрено движение только автомобилей, а пешеходы будут двигаться по поверхности. В то же время тоннели обладают собственным микроклиматом, поэтому в нем всегда обеспечена сухость дорожного полотна и хорошая видимость [3].

Нельзя не упомянуть проблему нехватки парковочных мест во Владивостоке. Днём тяжело припарковаться в центральных районах города, вечером – в спальных. Подземное пространство можно грамотно использовать для строительства подземных автостоянок, соединённых с сетью тоннелей.

Метро является источником шума и вибраций, в то время как автомобильный тоннель, наоборот, снижает уровень шума в городе за счёт уменьшения количества машин на поверхности. При этом снижается количество вредных выбросов в атмосферу, поскольку тоннели обладают собственной системой вентиляции и очистки воздуха.

Постоянный ремонт и реконструкция существующей сети автодорог значительно осложняют ситуацию, поскольку требуется частичное перекрытие полос движения, в то время как строительство подземного тоннеля гораздо меньше затрудняет проезд автотранспорта.

Проведение тоннелей возможно щитовым, комбайновым и буровзрывным способами. Использование буровзрывного способа в условиях плотной городской застройки затруднительно, а комбайн не всегда способен обеспечить необходимую скорость проходки в данных условиях. Поэтому рациональным решением будет использование щитовой проходки. Она способна обеспечить скорость до 500 м в месяц.

Даже несмотря на постоянное повышение цен на топливо, количество машин на улицах не становится меньше. Нестабильный курс валют также негативно сказывается на стоимости автомобилей с аукционов Японии, но и это ведёт лишь к росту количества малолитражек в городе. Популярность также набирают гибридные автомобили и электромобили. Конечно, метро и общественный транспорт могли бы обеспечивать перевозку куда большего количества людей на большие расстояния за меньшее время, но постоянный рост числа автомобилей говорит о том, что жители Владивостока предпочитают личный транспорт. Кроме того, Владивосток является одним из крупнейших точек ввоза японских автомобилей и запчастей к ним, откуда они отправляются в другие города России. Существенную долю трафика составляют грузовые перевозки. В условиях узких улиц, плотной городской застройки, запаркованных обочин, утренних и вечерних пробок, грузовые автомобили также осложняют дорожную ситуацию, нередко являясь причиной дорожно-транспортных происшествий, ведущих к частичному, а порой и полному перекрытию некоторых важных транспортных артерий. Строительство тоннелей между портами и промышленными районами города поможет существенно разгрузить центр города.

Таким образом, для решения транспортной проблемы в качестве альтернативы системе метрополитена предлагается строительство системы тоннелей и других подземных сооружений. В комплексе с грамотной модернизацией существующей системы наземных автодорог это может положительно сказаться на инфраструктуре Владивостока.

Список литературы:

1. Крылов В.В. Снижение влияния ведения подземных горных работ на здания и сооружения, расположенные на поверхности // Военно-инженерное дело на Дальнем Востоке России: Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции. ВУЦ ДВФУ. 2020.
2. Крылов В.В. Факторы, влияющие на устойчивость подземного сооружения в условиях повышенной сейсмоопасности// Военно-инженерное дело на Дальнем Востоке России: Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции. ВУЦ ДВФУ. 2020.

3. Субботин В. А., Лихтерман С. С., Троицкий Л. Н. Целесообразность строительства протяжённых скоростных подземных автодорожных тоннелей для разгрузки магистралей г. Москвы // ГИАБ. 1999. №6.

4. Fediuk R., Yushin A. Composite binders for concrete with reduced permeability // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Ser. "International Conference on Advanced Materials and New Technologies in Modern Materials Science 2015, AMNT 2015" 2016. С. 012021.

Будовская Маргарита Сергеевна

ВНЕДРЕНИЕ НА СУДОРЕМОНТНОМ ЗАВОДЕ СИСТЕМЫ САТИА V5 ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СУДОВОГО ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЯ

*ДВФУ, Политехнический институт, отделение машиностроения, морской
техники и транспорта*

Научный руководитель: Минаев Александр Николаевич, д.т.н., профессор

Аннотация: С развития судостроительной промышленности в настоящее время связана с повышением производительности труда. Этим объясняется необходимость совершенствования технологических процессов изготовления и монтажа трубопроводов, а также автоматизации трубообрабатывающего производства, направленных на снижение трудоёмкости и сокращение сроков строительства современных морских заказов.

Ключевые слова: Equipment Arrangement, трассировка, Система САТИА, станок ЧПУ.

1. САТИА V5 в судостроении

Система САТИА (Computer Aided Three-dimensional Interactive Application) одна из самых распространённых САПР высокого уровня. Это комплексная система автоматизированного проектирования (САД), технологической подготовки производства (САМ) и инженерного анализа (САЕ), включающая в себя передовый инструментарий трёхмерного моделирования, подсистемы программной имитации сложных технологических процессов, развитые средства анализа и единую базу данных текстовой и графической информации. Система позволяет эффективно решать все задачи технической подготовки производства - от внешнего (концептуального) проектирования до выпуска чертежей, спецификаций, монтажных схем и управляющих программ для станков с ЧПУ.

Система САТІА предлагает проектировщикам широкий выбор возможностей для создания, анализа и модификации сложной поверхности судового корпуса, в числе которых:

- создание поверхностей по заданным граничным условиям или по множеству точек;
- построение поверхностей на основе сегментов форм и оболочек;
- определение площади, центра тяжести и других параметров поверхности;
- контроль кривизны и касательных;
- пересечение, объединение, разрезание, зеркальное отражение, выравнивание и сглаживание поверхностей;
- обнаружение и устранение зазоров (разрывов) и наложений;
- импортирование и обработка поверхностей из других САD-систем (через стандартные форматы обмена графическими данными IGES, VDAFS и др.).

На этапе проектирования судовых помещений и коммуникаций используются широкие возможности АЕС САТІА (или ССPlant) - подсистемы, охватывающей все монтажные дисциплины: оборудование, трубопроводы, опорные конструкции, вентиляцию и отопление, магистрали электрических систем, а также проектирование внутренних судовых помещений.

Модули АЕС САТІА обеспечивают создание принципиальных монтажно-технологических схем, интерактивную трехмерную трассировку трубопроводов с динамическим размещением и модификацией компонентов, автоматическую проверку соответствия трехмерных моделей предварительно сформированным технологическим схемам, контроль пересечений и зазоров элементов конструкций, автоматическую генерацию изометрических монтажных чертежей трубопроводов со спецификацией компонентов, визуальный пространственный контроль модели в режиме реального времени, проверку выполнения корпоративных правил проектирования, создание пользовательской базы конструктивных элементов и многие другие функции. Проектирование выполняется на основе унифицированных элементов конструкций, структурированных в развитой системе каталогов и отвечающих требованиям используемых стандартов (международных - DIN, ANSI и других; отраслевых или собственных стандартов предприятия).

2. Модуль трассировки инженерных коммуникаций Systems Routing

Модуль трассировки инженерных коммуникаций Systems Routing предлагает недорогое комплексное решение для пространственной прокладки трубопроводных, вентиляционных, электрических, конвейерных и других трасс.

Этот модуль предоставляет возможность последующей детализации объектов прокладки на основе стандартных или подготовленных пользователем каталогов трубопроводных, вентиляционных и т.п. деталей. Ограничением модуля является отсутствие автоматической связи с управляющими принципиальными схемами.

3. Модуль Equipment Arrangement

Equipment Arrangement — модуль для проектирования и размещения оборудования и арматуры, позволяющий на основе твердотельных заготовок определять объекты оборудования, привязывая к ним технологические параметры, устанавливать на оборудование соединительные коннекторы и сохранять объекты в структуре каталогов. При размещении оборудование извлекается из стандартных или созданных пользователем каталогов и располагается в пространстве по координатным привязкам или в зарезервированные объемы. Работа может выполняться под управлением принципиальных схем (трубопроводных, вентиляционных, волноводных или электрических). При этом пользователь указывает на схеме позицию оборудования и приложение автоматически находит соответствующее представление в каталогах трехмерных моделей (рис. 2).

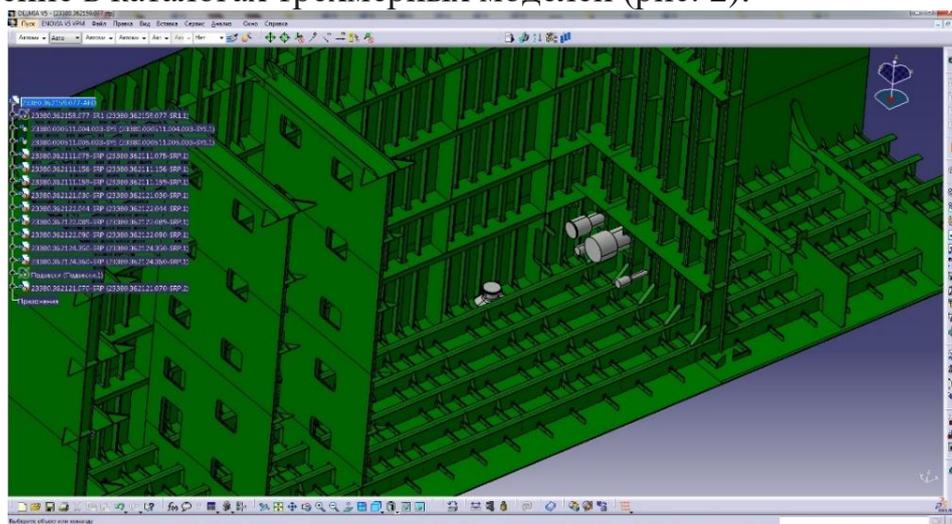


Рис. 1. Расположение арматуры в БО

4. Модуль Piping/Tubing Design

Piping/Tubing Design — модуль для трассировки и детализация трубопроводных линий, производящаяся с контекстной привязкой к соединителям оборудования, координатной привязкой либо под управлением принципиальных схем (Tubing отличается от Piping ориентацией на другие отраслевые стандарты, предназначенные, в частности, для агрегатных трубопроводных систем в аэрокосмической отрасли). Для арматурных деталей, которые не показаны на схеме, но использование которых предусмотрено в структуре трубопроводной линии (например, фланцы, прокладки, сварные соединения), на основе каталогов выполняется автоматическая генерация 3D-геометрического представления (рис. 3,4,5) и соответствующей спецификации.

В процессе проектирования пользователь может в любой момент выполнить анализ соответствия текущего состава трехмерной модели и управляющей принципиальной схемы, а также проверить целостность детализированной трубопроводной линии. При модификации расположения элементов зарезервированного системного пространства (габаритные объемы оборудования, трассировка трубопроводов) происходит автоматическое обновление расположения соответствующих деталей и необходимая перестройка геометрии труб.

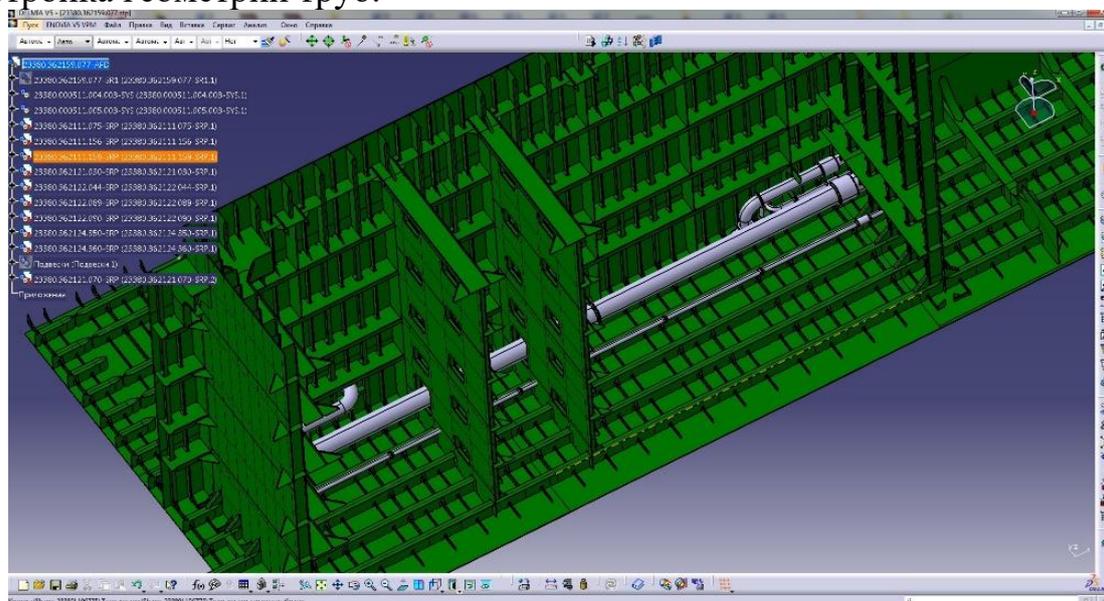


Рис. 2. Трассировка труб в БО

После трассировки труб необходимо спроектировать подвески под трубопроводы, с помощью корпусного модуля [3].

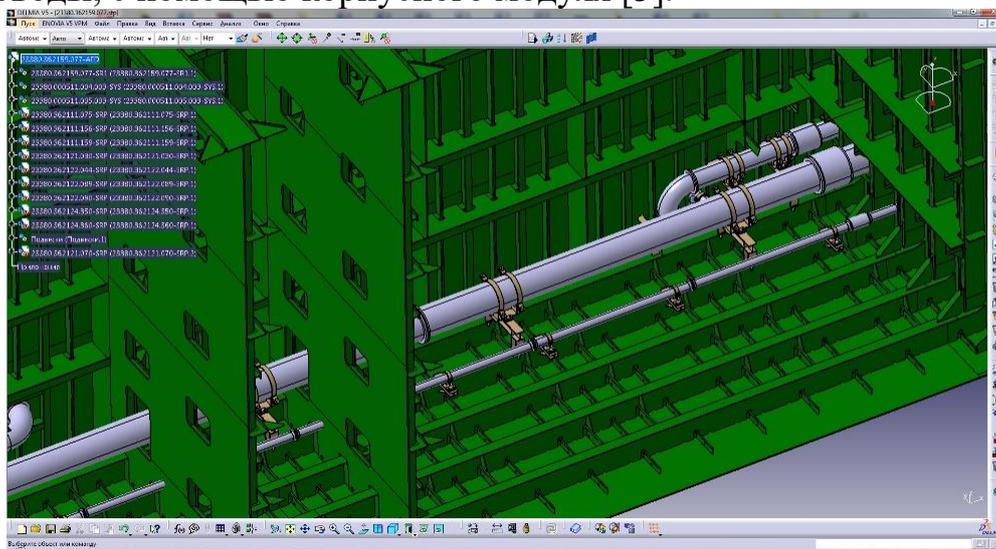


Рис. 3. Расположение подвесок под трубы в БО

5 Модуль Drafting

Drafting – модуль, позволяющий выполнять переход от 3D-моделей к 2D-проектированию [4], включает все необходимые инструменты для создания промышленных чертежей, а также интерфейсы к наиболее часто используемым в промышленности стандартам данных.

С помощью данного модуля упрощается процесс разработки рабочей документации, которая формируется теперь в автоматическом режиме, конструктору же остается только оформить чертеж соответственно требованиям нормоконтроля [5].

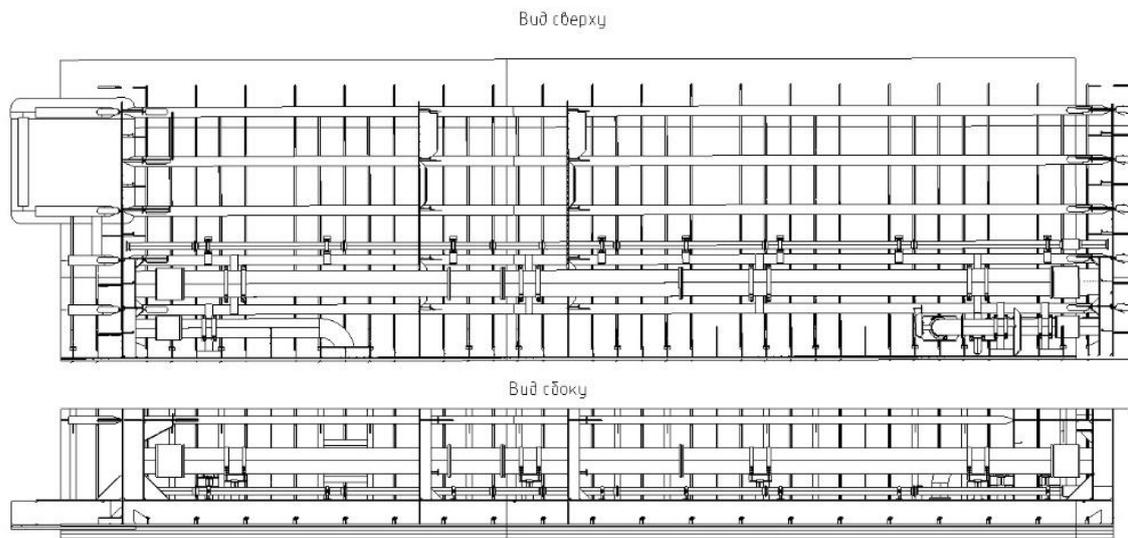


Рис. 4. Заготовка под чертеж балластной и зачистной системы в БО

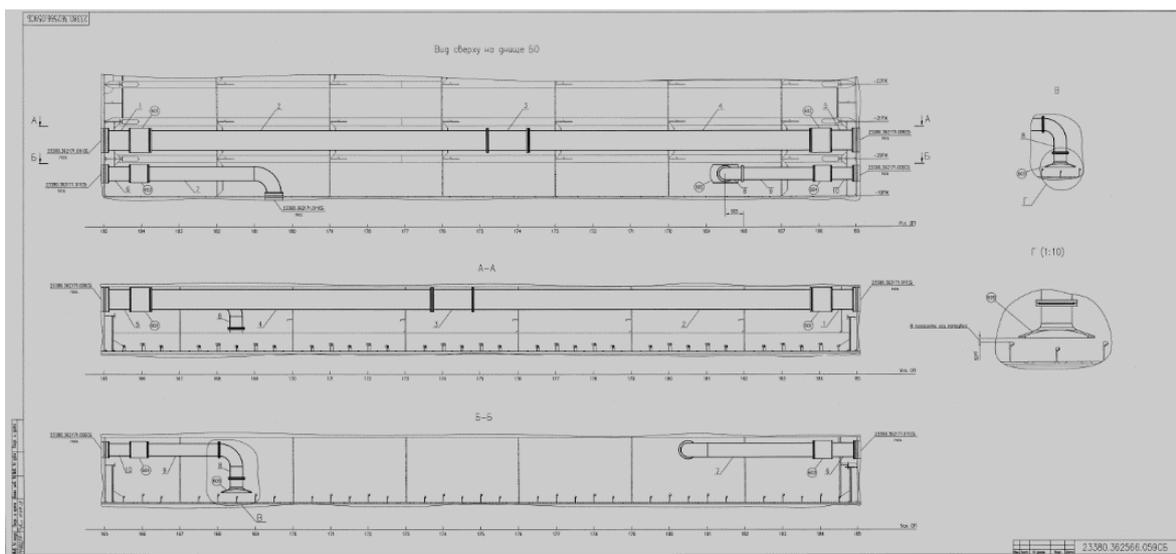


Рис. 5. Чертеж балластной системы в БО

6 Дальнейшие планы внедрения трубогибочных станков ЧПУ на судостроительное предприятие

С помощью системы САТИА V5 возможно получать данные для создания управляющих программ для станков с ЧПУ. В данном случае с помощью модуля Piping/Tubing Design возможно получать координаты труб [6], что позволяет использовать их для трубогибочного производства.

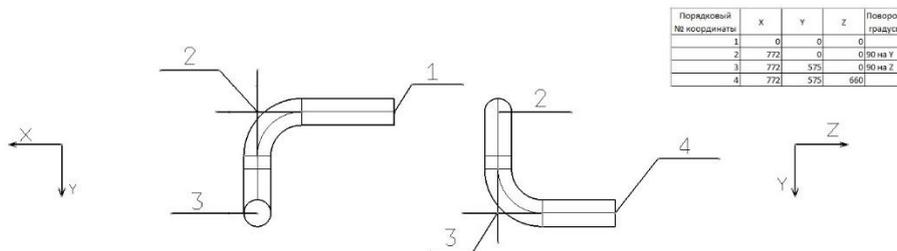
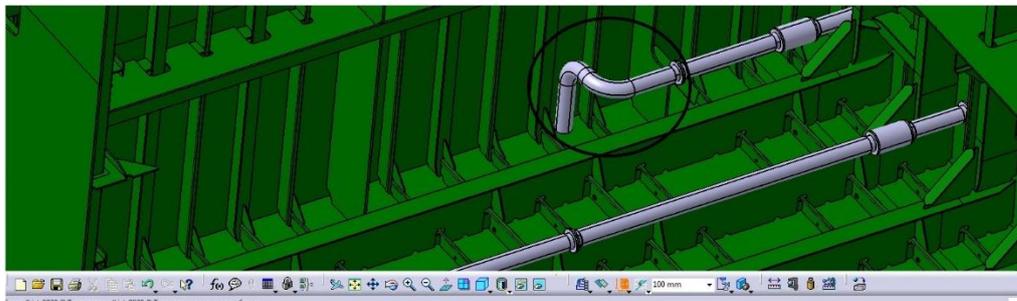


Рис. 6. Труба с координатами для гибки на станке с ЧПУ

Труба, представленная на рис. 6, взята из балластного отсека зачистной системы [7]. Трудоемкость на гибку данной трубы традиционным методом увеличивается, так как трубу нужно:

- подготовить для гибки на станке без ЧПУ;
- найти начало и конец ггиба;
- выставить на станок, и провести операции гибки.

Все вышеперечисленные операции занимают 1 – 2 рабочих дня, и нет гарантии, что труба будет изготовлена точно, с выдержкой размеров по чертежу. При гибке на станке традиционным методом велика вероятность брака (образование волн, трещины, заломы). Для гибки на станке с ЧПУ операция под пунктом 2 теряет свою актуальность, трубу устанавливают на станок, запускают программу, и гибка проходит в автоматическом режиме.

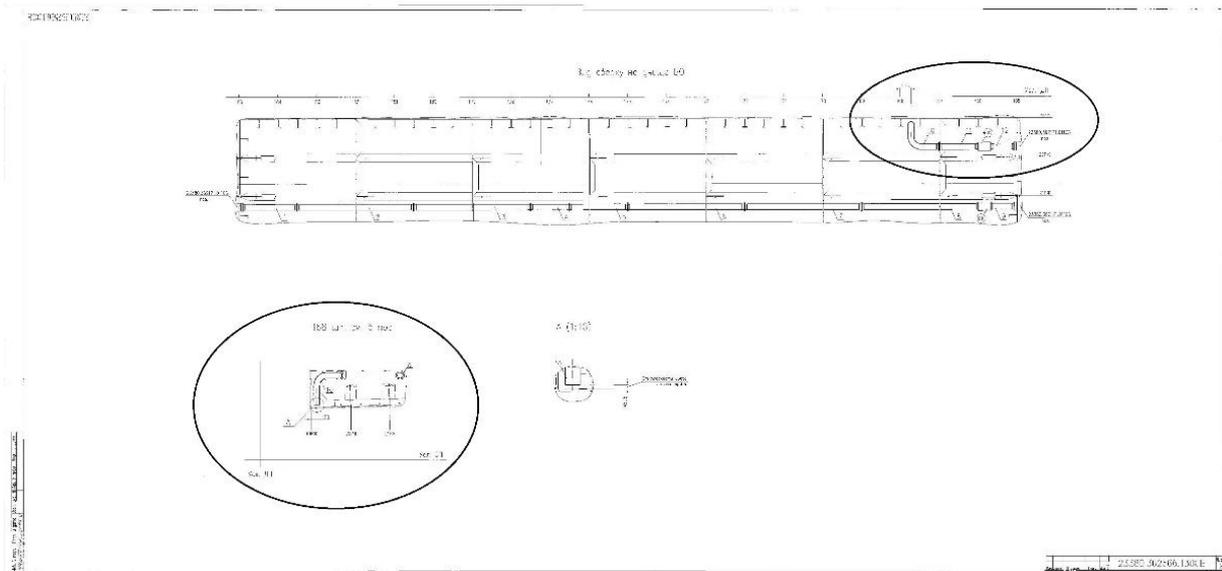


Рис. 7. Чертеж зачистной системы

7 Экономический расчет изготовления трубы с 2 погибами

Для сравнительного расчета была принята труба зачистной системы указанная в п.4 данной работы. Предполагается гибка трубы двумя методами, традиционным и на станке с ЧПУ.

Для заказчика в среднем 1 н.ч стоит 3500 рублей, следовательно, гибка 1 трубы с 2 погибами T_1 будет стоить:

$$T_1 = n * S,$$
$$T_1 = 8 * 3500 = 28000 \text{ рублей.}$$

где n – н.ч; S – стоимость н.ч .

На станке с ЧПУ изготовление 1 трубы с 2 погибами T_2 составит:

$$T_2 = n * S,$$
$$T_2 = 2 * 3500 = 7000 \text{ рублей.}$$

Разница (Δ) в стоимости гибки труб между методом T_1 и T_2 составляет:

$$\Delta = T_1 - T_2,$$

$\Delta = 28000 - 7000 = 21000$ рублей.

Заключение

На основании выполненного анализа, получены следующие результаты и выводы:

Выполненный экономической расчет эффективности показал, что трубогибочный станок УИН-250 с ЧПУ в случае внедрения окупит себя за 5 месяцев, а ежегодная экономия средств от реализации данного проекта составит 11 367 300 рублей.

Применение современных технологий трубогибочного производства позволяет повысить качество выполняемых работ за короткий промежуток времени, увеличивая тем самым потенциал максимального объема возможных работ, а также способствует уменьшению трудоемкости и увеличению эффективности производства

Таблица 1

Количество нормочасов для двух погибов на трубе

№	Наименование	ед.изм.	Традиционный метод гибки	Метод гибки на станке с ЧПУ
1	Подготовка трубы для гибки на станке	н.ч	1	1
2	Разметка трубы	н.ч	4	-
3	Гибка	н.ч	3	1
4	Итого	н.ч	8	2

Список литературы:

1. Сахно К.Н. Научные основы повышения технологичности трубопроводов судовых систем на стадии проектирования: дис. ... д-ра техн. наук / К.Н. Сахно. Астрахань, 2012. 301 с.
2. Сахно К.Н. Современное состояние вопроса проектирования, изготовления и монтажа трубопроводов судовых систем. Постановка задач исследования К.Н. Сахно, П.Ю. Сергеев // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Морская техника и технология. 2013. № 1. С. 54–60.

Glagolev Evgeny Strgeevich

THEORETICAL FOUNDATIONS OF CREATING COMPOSITES FOR 3D ADDITIVE TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION

Belgorod State Technological University n.a. V.G. Shukhov

Abstract: The study of the genesis, mineral composition, texture and structure of rocks made it possible to establish that natural analogues of composites obtained using 3D additive technologies are anisotropic rocks of layered, banded and shale texture.

Key words: geomimetics, 3D-printing, composite.

In accordance with the provisions of the transdisciplinary science of geomimetics, each building material has a natural analogue, the best of which significantly surpass them in properties. The study of the genesis, mineral composition, texture and structure of rocks made it possible to establish that natural analogues of composites obtained using 3D additive technologies are anisotropic rocks of layered, banded and shale texture.

The nature of the destruction of the rocks of the banded texture of the rock varieties indicates that the thin layers at the contact with the external environment are destroyed and washed out by sediments. Inside the massif, they remain for a certain time, therefore the rock massifs have such a structure [1-2].

The most durable are anisotropic rocks, in which layers are composed of systems similar at nano-, micro- and macrolevels, and have high adhesion to each other.

In general, the coefficient of anisotropy of rocks depends on the mineral composition, texture and structure [3-5].

Analysis of the genesis, structure composition and durability of natural analogs of composites for 3D-additive technologies in construction - anisotropic rocks with banded, layered and shale textures suggests that a new theoretical basis is required for the design of effective composites for 3D-additive technologies; depending on construction objects, compositions of composite binders are required; to obtain composite binders and materials proper, it is necessary to use natural and man-made raw materials with high internal energy; the weakest point in structures is the contact zone between the layers and the composition of the layers. Especially if the printer installs a multi-layer wall structure in one pass; the strength characteristics of buildings and structures created using 3D additive technologies will be determined not only and

not so much by the characteristics of the components used, but will depend largely on the adhesion of the layers [6-7].

The correct selection of compositions of various types of special composite binders (CB) for forming concrete mixtures, taking into account the use of targeted additives, fillers and the "law of affinity of structures", with a wide range of technological and special characteristics, allows not only to develop their application in the process of 3D construction technologies, but also significantly expand the architectural expressiveness of buildings and structures.

The nature of the work and other significant properties of the set of additively structured materials differ from those of the original composites by the degree of their discreteness, i.e. the number of contacts per unit volume. The degree of discreteness is determined by a number of factors, for example, the accepted method of obtaining an additively structured material, increasing in the series "monolithic concreting with sliding or fixed formwork" → "layered non-form concreting" → "contour printing"; the ratio of the dimensions of the section of the structure and a single structural element (layer or track) - the most difficult case is contour printing, where the degree of discreteness can vary widely within one structure (for example, a linear section of a wall and a structural element outlining the opening).

In this regard, the work focused on the development of a systematic approach to the formalization of known and new additively structured materials, through the development of principles for their classification and methods for determining the most significant special properties that are not characteristic of traditional composites. A feature of the proposed method for determining printability is the creation during testing of the same basic influences (mechanical pressure and vibration) that ensure the movement of the mixture when passing through the forming device of the printer, without reproducing its design. To assess the degree of "dimensional stability" it is proposed to use two complementary indicators: the bearing capacity of the freshly formed layer; the time of fixing the structure, assessed through the ability to withstand a load corresponding to a certain number of successively laid layers, which is of great practical importance from the point of view of regulating the printing speed. This approach recreates the most difficult material operating conditions achievable with the accepted ratio of track width and standard sample size. An additively structured material, when tested according to the proposed method, can be perceived as quasi-homogeneous. Contact zones in this case are not defects with a random distribution or structurally weaker areas, but systemic elements of its structure. The use of such strength indicators in structural calculations will improve safety and simplify them, making it possible to calculate a multilayer additive composite as a traditional isotropic concrete. This aspect is of the greatest importance when calculating the structural zones of printed structures that have the largest effective cross-section and take increased operational loads.

Список литературы:

1. Glagolev E.S. High reaction activity of nano-size phase of silica composite binder / E.S. Glagolev, L.A. Suleimanova, V.S. Lesovik // International journal of environmental & science education. – 2016. – Vol. 11. – No. 18. – P. 12383–12389.

2. Volodchenko, A. A. Effective finishing composites using nontraditional natural raw materials / A. A. Volodchenko, R. V. Lesovik, E.S. Glagolev, A.N. Volodchenko, N. M. Tolypina, I. A. Cherepanova // *Advances in Engineering Research*. – 2018. – Vol. 177. – P. 290–295.

3. Lesovik, V.S. Increasing impact endurance of fiber concrete/ V.S. Lesovik, E.S. Glagolev, A.V. Mochalov, R.S. Fedyuk, A.V. Bituyev // *Advances in Engineering Research*. – 2018. – Vol. 177. – P. 302–306.

4. Lesovik, V.S. Theoretical backgrounds of nonerred materials production based on new raw materials / V.S. Lesovik, A.A. Volodchenko, E.S. Glagolev, N.V. Chernysheva, I.V. Lashina, R.S. Feduk, // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. – 2018. – Vol.327(4). – 042064.

5. Lesovik, V.S. Non-autoclaved aerated concrete on the basis of composite binder using technogenic raw materials / V.S. Lesovik, E.S. Glagolev, V.V. Voronov, M.V. Absimetov, M.Y. Elistratkin // *Materials Science Forum*. – 2019. – Vol. 945. – P. 205–211

6. Lesovik, V.S. Features of building composites designing for their exploitation in extreme conditions / V.S. Lesovik, E.S. Glagolev, I.V. Lashina, R.S. Fediuk, A. Mochalov, R. Timokhin // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. – 2018. – Vol. 456. – Issue 1. – 012054.

7. Volodchenko, A.A. High-void non-autoclaved silicate composites with aluminosilicate raw materials / A.A. Volodchenko, V.S. Lesovik, E.S. Glagolev, I.V. Erofeeva, I.A. Cherepanova, M.I. Lomov // *Advances in Engineering Research*. – 2019. Vol 1. – P. 342 -346.

Гальцев Михаил Анатольевич

СОВРЕМЕННАЯ ВОДООПРЕСНИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА СЕРИИ AQUA

*ДВФУ, Политехнический институт (Школа), отделение техникв и технологии
кораблестроения и водного транспорта,*

Научный руководитель: Минаев Александр Николаевич, д.т.н, профессор

Аннотация: По заказу "Роснефтефлота" на судоремонтном заводе ООО "ЦСД" был построен и сдан в 2020г. танкер ледового класса «РН Приморье».

Дедвейт танкера составляет 3,1 тыс. тонн, длина 88,9 метра, ширина 13,6 метра. Автопилот позволяет автоматизировать процесс судовождения, что значительно снизило нагрузку на команду судна. Для экипажа созданы комфортные условия — большинство кают одноместные, на борту есть сауна, спортзал с комплексом тренажеров, просторный камбуз, прачечная и кладовые. Экипаж 14 человек.

На данном танкере установлена современная водоопреснительная установка AQUA фирмы Альфа Лаваль.

Ключевые слова: танкер, автономная система, опреснительная установка, комплекс устройств.

Опреснительная установка – это комплекс устройств для снижения концентрации солей в морской (грунтовой) воде до степени ее пригодности для питья, хозяйственных и технических нужд.

Водоопреснительная установка состоит из следующих основных компонентов:

- Технологический блок.

Технологический блок изготовлен из титановых пластин, помещенных в чугунно-стальную раму. Пластины выполняют три основные функции: испарение, разделение и конденсацию. Испарение осуществляется в нижней части, разделение — в средней, и конденсация — в верхней части.

- Комбинированный рассольный/воздушный эжектор.

Эжектор отсасывает рассол и неконденсирующиеся газы, удаляя их из технологического процесса.

- Эжекторный насос.

В качестве эжекторного насоса используется одноступенчатый центробежный насос. Этот насос снабжает конденсатор необходимой забортной водой, и подает струйную воду на рассольный/воздушный эжектор. Часть забортной воды используется в качестве питательной воды для испарения.

- Насос пресной воды.

В качестве насоса пресной воды используется одноступенчатый центробежный насос. Насос пресной воды откачивает выработанную опресненную воду после конденсации и отправляет ее в цистерну пресной воды.

- Солемер.

Солемер непрерывно измеряет соленость вырабатываемой опресненной воды. При слишком высокой солености вырабатываемая опресненная вода автоматически отводится обратно в водоопреснительную установку.

Аварийную установку можно регулировать (солемер смонтирован на панели управления).

- Панель управления.

Оснащена пускателями электродвигателей с реле тепловой защиты и индикаторами работы на каждом насосе и солемером.

Комбинированный рассольный/воздушный эжектор, приводимый в действие охлаждающей водой, создает в системе пониженное давление, необходимое для снижения температуры испарения питательной воды (рис.1).

Давление на входе комбинированного рассольного/воздушного эжектора должно составлять не менее 3,0 бар.

Противодавление на выходе комбинированного рассольного/воздушного эжектора должно составлять не более 0,6 бар.

Питательная вода поступает в секцию испарителя через отверстие и подается в каждый второй пластинчатый канал (испарительные каналы) (рис.2).

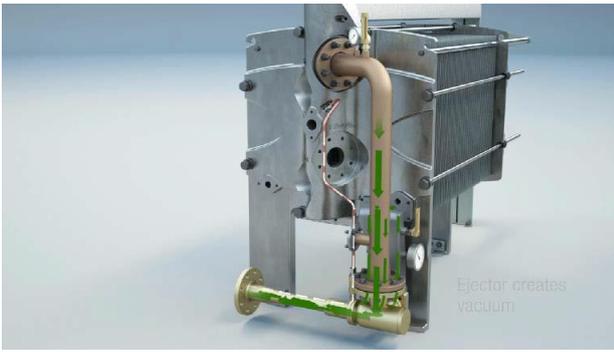


Рис. 1. Рассольный/воздушный эжектор

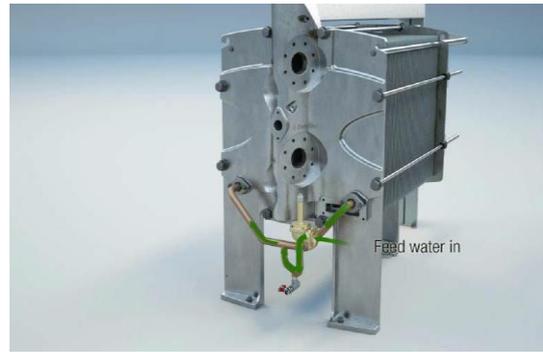


Рис. 2. Подвод питательной воды

Горячая вода распределяется по оставшимся каналам, передавая, таким образом, тепло питательной воде в испарительных каналах (рис. 3).



Рис. 3. Подвод горячей воды

Достигнув температуры кипения, которая ниже, чем при атмосферном давлении, питательная вода подвергается частичному испарению, при этом образуется смесь пара и рассола. Рассол отделяется от пара и отсасывается комбинированным рассольным/воздушным эжектором.

Расход горячей воды рассчитывается по следующей формуле:

$$: MJW = \frac{KJW \times Cap.м^3/24h}{\Delta tJW},$$

где

MJW = расход горячей воды. [м³/ч]

KJW = постоянная величина = 25,6

ΔtJW = разность температур горячей воды на входе и выходе. [°C]

Cap.м³/24ч = выработка пресной воды за 24 часа, т.е.

т.е. производительность за 5 мин. x 288. [м³]

Пример: Cap. м³/24 ч= 15 м³

ΔtJW = 18,4 °C.

Пройдя через зону разделения, пар поступает в каждый второй пластинчатый канал в секции конденсатора (рис. 4).

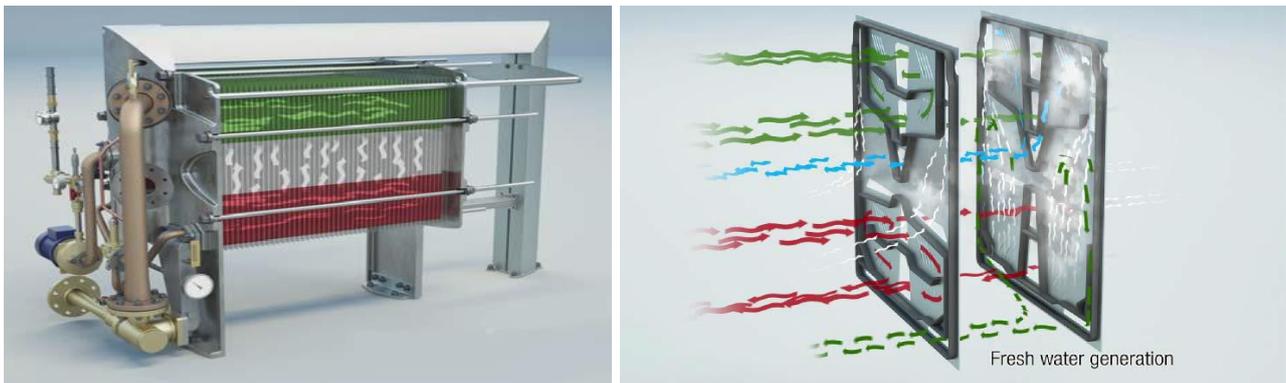


Рис. 4. Зона разделения пара

Подаваемая охлаждающая вода распределяется по оставшимся каналам, отнимая, таким образом, тепло у сконденсировавшегося пара.

Расход охлаждающей заборной воды соответствует норме, если давление на входе комбинированного воздушного/рассольного эжектора находится в пределах от 3,0 до 4,0 бар.

Для непрерывного контроля качества произведенной опресненной воды предусмотрен солемер с электродным блоком, установленным на нагнетательной стороне насоса пресной воды.

В процессе испарения морской воды существует опасность отложения солей на поверхностях нагревательных элементов. Солеотложение ведет к уменьшению коэффициента теплопроводности нагревательной поверхности, а также к снижению выработки опресненной воды. Это потребует тщательной очистки.

Без правильной эксплуатации водоопреснительной установки, а также химической обработки питательной воды, прежде чем она поступит в установку AQUA, твердые соли будут образовывать отложения. Степень осаждения накипи (твердых солей) зависит от концентрации кальция, магния, бикарбонатов и сульфата в морской воде. При определенных температурах карбонаты кальция, гидроксиды магния и сульфат кальция отвердевают и осаждаются на любой поверхности, с которой они находятся в контакте в течение достаточно продолжительного периода времени.

Для того чтобы контролировать процесс солеотложения на поверхностях нагрева и непрерывно обеспечивать длительные периоды работы без применения кислотного промывания установки, необходимо в обязательном порядке дозировать добавку химреагентов, регулирующих солеотложение, в питательную воду.

Карбонаты кальция и гидроксиды магния образуют мягкие, или щелочные накипи, и относительно легко растворяются кислыми растворами. Они образуются преимущественно при температурах выше 45°C. Поскольку установка AQUA, как правило, работает при температурах выше 45°C, накипь становится реальной проблемой, которую необходимо решать, добавляя антискаланты.

Компания Alfa Laval рекомендует реагент Alpacon Altreat 400, представляющий собой ингибитор солеотложения, производимый ей для дозирования питательной воды.

Технические характеристики:

Внешний вид Светло-коричневая жидкость

Плотность при 20°C Прибл. 1,25г/см³

Вязкость при 23°C 600 мм²/с

Температура воспламенения >100 °C

Величина pH при 20°C Прибл. 8

Смешиваемость с водой В любых пропорциях

Информация для заказа

Артикул.

985 00056-82 Alpacon Altreat 400 — 25 литров

985 00056-81 Alpacon Altreat 400 — 200 литров

В данной установке цикл обработки воды построен так, она тратит в 2 раза меньше энергии, а так как сжигание ископаемых видов топлива сопровождается выбросом вредных газов, то снижение потребления топлива ведет к сокращению выбросов CO₂.

Данное оборудование представляет собой полностью автономную систему. Она легко интегрируется в систему управления судном, что делает возможным выполнение работ и мониторинг из рубки управления одним человеком.

Заключение

Опреснитель установка AQUA фирмы Альфа Лаваль знаменует собой огромный шаг вперед в области технологий опреснения, в данной системе цикл обработки воды построен так, что она потребляет вдвое меньше морской воды, чем другие установки аналогичного назначения, потребная мощность насосов также снижается на 50%. В связи с этим могут использоваться насосы меньших размеров, на привод которых затрачивается меньше энергии, а следовательно, и топлива, потребляемого дизель-генераторами.

Список литературы:

1. Опреснительные модули – URL: <https://www.alfalaval.ru/industries/marine-and-transportation/marine/fresh-water-generation/>
2. Водоопреснительные установки серии AQUA// Руководство по установке и эксплуатации. AD-00341 - Hull No.: Name of yard: Amur Shipyard 2012, с. 18-56.

ИСПЫТАНИЯ СУДОВОЙ ПАРОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ

ДВФУ, Политехнический институт, отделение машиностроения, морской техники и транспорта

Научный руководитель: Диденко Евгений Петрович

Ведущий инженер по наладке и испытаниям АО «ДВЗ «Звезда»

Аннотация: Произведено испытание судовой паротурбинной установки (далее по тексту ПТУ). Рассмотреть разновидности ПТУ. Рассмотреть пооперационный порядок действий при вводе ПТУ. Рассмотреть причины неисправностей при вводе ПТУ и их решения.

Ключевые слова: паротурбинная установка, испытания.

Цели настоящей работы – произвести испытание судовой паротурбинной установки (далее по тексту ПТУ).

Задачи:

- Рассмотреть разновидности ПТУ;
- Рассмотреть пооперационный порядок действий при вводе ПТУ;
- Рассмотреть причины неисправностей при вводе ПТУ и их решения.

Паровые турбины (рис.1) относятся к двигателям, в которых тепловая энергия подведенного пара вначале превращается в кинетическую и только после этого используется для работы. На судах паротурбинные двигатели применяются с 1895 г. Практически турбинный двигатель впервые был установлен на боевых кораблях в первом десятилетии XX в., а уже позднее стал использоваться на больших пассажирских судах.

ПТУ устанавливают только на очень больших судах дедвейтом более 200 тыс. т. Они сохранились на крупных боевых кораблях военно-морского флота, а также на быстроходных и больших контейнерных судах, когда мощность главного двигателя составляет 29440 кВт и более. Кроме того, паровые турбины даже при очень большой мощности имеют сравнительно небольшие размеры, так как частота вращения ротора довольно высока и в зависимости от типа и назначения турбины составляет от 3000 до 8000 об/мин.

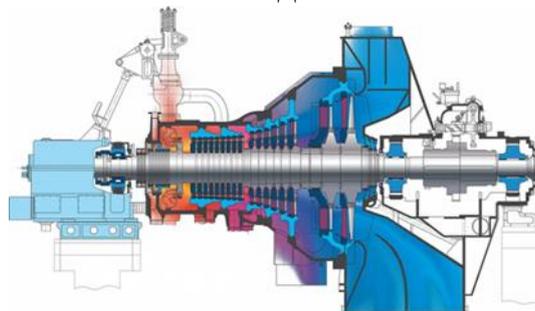


Рис. 1. Паровая турбина

При испытании и вводе в эксплуатацию судовых ПТУ необходимо соблюдать порядок действий в строгом соответствии с инструкциями по эксплуатации заводов-изготовителей, правилами технического обслуживания судовых паровых турбин, а также другими руководящими и инструктивными

документами, имеющимися на судах.

Перед началом пуска паровой турбины обслуживающий персонал должен осмотреть турбоагрегат и убедиться в том, что паротурбинная и конденсационная установки находятся в исправном состоянии.

Очень важна проверка правильности показаний расширения корпуса турбины (по указателям). Кроме того, производятся замеры осевого и радиального положения роторов турбины и валов зубчатой передачи. Вахтенный механик должен сравнить полученные данные, а результаты занести в машинный журнал.

При подготовке к работе смазочной системы (рис.2) проверяется работа масляных насосов, запорной арматуры, сигнализации падения давления масла, а также отсутствие пропусков и подтеканий в трубопроводах и в местах их соединений.

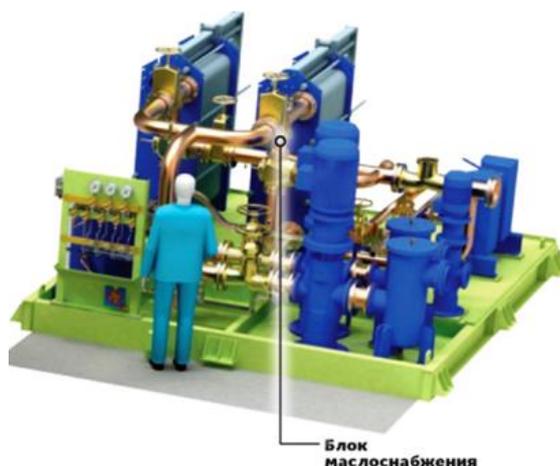


Рис. 2. Блок масляной системы

Количество масла в опорных и упорных подшипниках должно достигать соответствующего уровня; при использовании принудительной смазки необходимо включить в работу масляный насос и проверить поступление масла к трущимся поверхностям

Систему охлаждения опорных и упорных подшипников, работу циркуляционного и конденсатного насосов и других механизмов, обслуживающих турбину во время работы, проверяют, руководствуясь инструкциями заводов-изготовителей и Правилами обслуживания судовых вспомогательных механизмов и ухода за ними.

Перед пуском турбины обязательно следует проверить исправность валоповоротного устройства и подготовить его к работе, для этого необходимо отжать тормоз гребного вала (рис.3) и ослабить дейдвудный сальник.

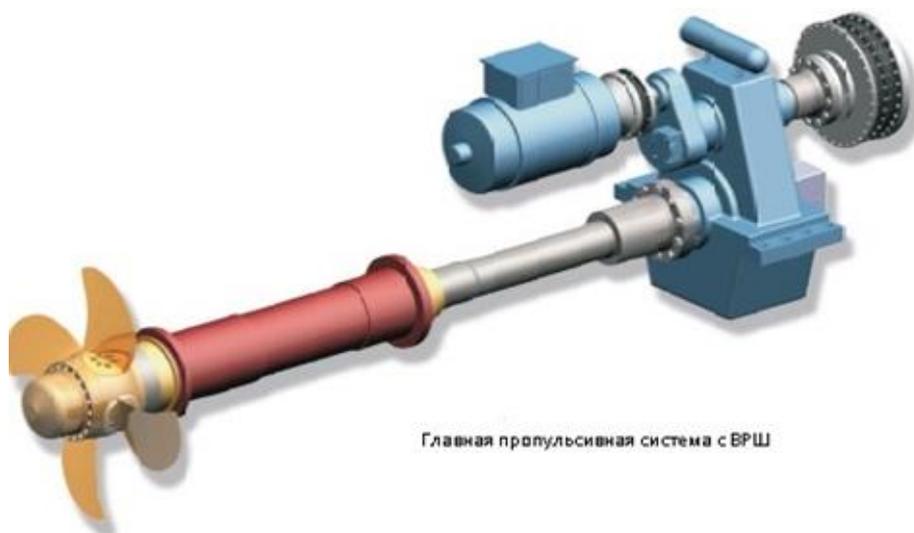


Рис. 3. Валопровод с ВРШ

Если на дейдвудные втулки для смазки подается вода, необходимо убедиться в ее поступлении, при смазке втулки маслом - удалить из системы отстой и подать масло на дейдвуд.

Одновременно проверяется автоблокировка валоповоротного устройства, закрытие быстрозапорного и маневрового клапанов.

Получив разрешение с мостика, производят пробное проворачивание главного турбозубчатого агрегата (ГТЗА) и одновременное прокачивание его маслом. Проворачивают агрегат не менее чем на 1 одну треть оборота гребного вала на передний и задний ходы. Во время проворачивания необходимо внимательно следить за нагрузкой на электродвигатель валоповоротного устройства. Нагрузка выше номинальной или ее резкие колебания свидетельствуют о неисправностях в ГТЗА, которые необходимо немедленно выявить и устранить.

После подготовки паропроводов и систем управления ГТЗА, которая ведется согласно соответствующим инструкциям, приступают к прогреву турбины для того, чтобы при пуске в ней не возникали недопустимые термические напряжения и остаточная деформация в деталях, что может привести к задеванию вращающихся деталей о неподвижные.

При остановленном роторе выпуск пара не допускается, так как при этом верхняя часть турбины обогревается больше нижней, а это приводит к короблению и прогибу ротора.

Поступающий в турбину пар конденсируется и собирается в ее нижней части. Для предотвращения гидравлического удара во время вращения ротора весь конденсат из турбины необходимо своевременно удалять. Поэтому все части паропровода и турбин, в которых может собираться конденсат, имеют трубопроводы и конденсационные горшки с запорными клапанами, которые открываются перед подачей пара на прогрев турбин.

Перед пуском турбины в работу еще раз убеждаются в отключении валоповоротного устройства, пускают на полную производительность паровоздушный эжектор, циркуляционный и конденсатный насосы. Медленным открытием маневрового клапана проворачивают турбину 3—4 раза на передний

и задний ходы при открытых продувочных кранах и клапанах. Если замечаний нет, докладывают на мостик, что турбина готова к пуску.

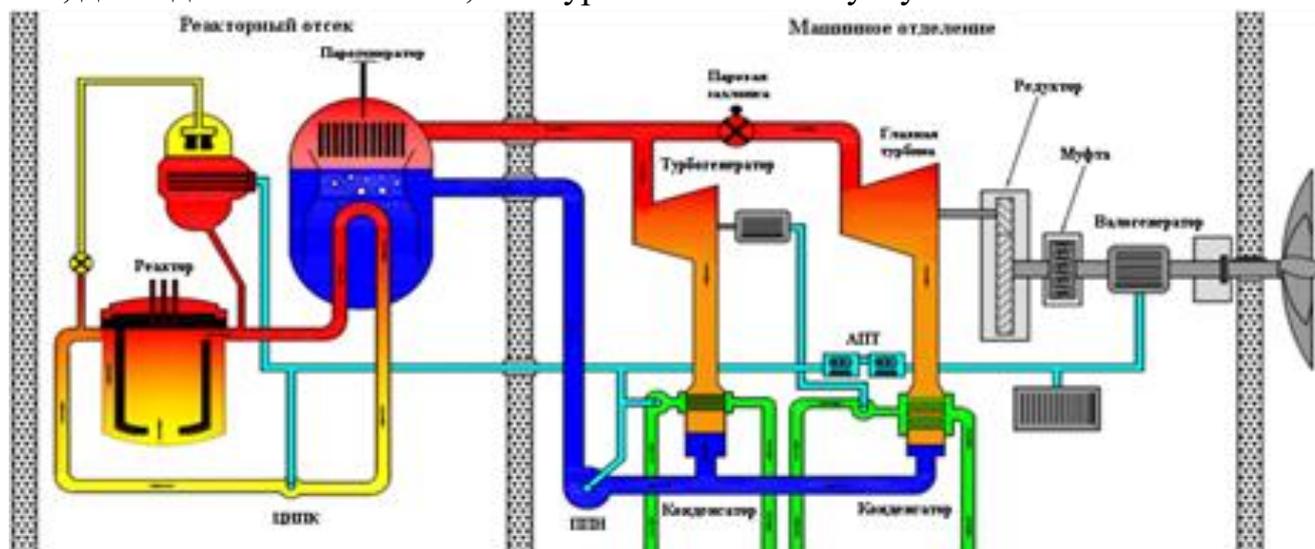


Рис. 4. Система работы ПТУ от ЯЭУ

Пуск турбины (по команде с мостика) производится медленным открытием маневрового клапана, после чего частоту вращения постепенно увеличивают до требуемой. Сопловые клапаны на любом режиме должны быть полностью или открыты, или закрыты.

Подача пара, а, следовательно, и частота вращения турбины регулируются маневровым клапаном. При достижении необходимой частоты может возникнуть повышенная вибрация турбины. В этом случае необходимо снизить частоту до исчезновения вибрации, а через 5—10 мин вновь увеличить ее. Если после дву-, трехкратного повторения этого маневра вибрация появляется вновь, следует остановить турбину, выявить причины вибрации и принять все меры к ее устранению. При увеличении частоты вращения ротора необходимо внимательно следить за работой редуктора, изменением шума, появлением вибрации, температурой пара, идущего в конденсатор, удлинением ротора и расширением корпуса, температурой подшипников, давлением масла в смазочной системе и т. д.

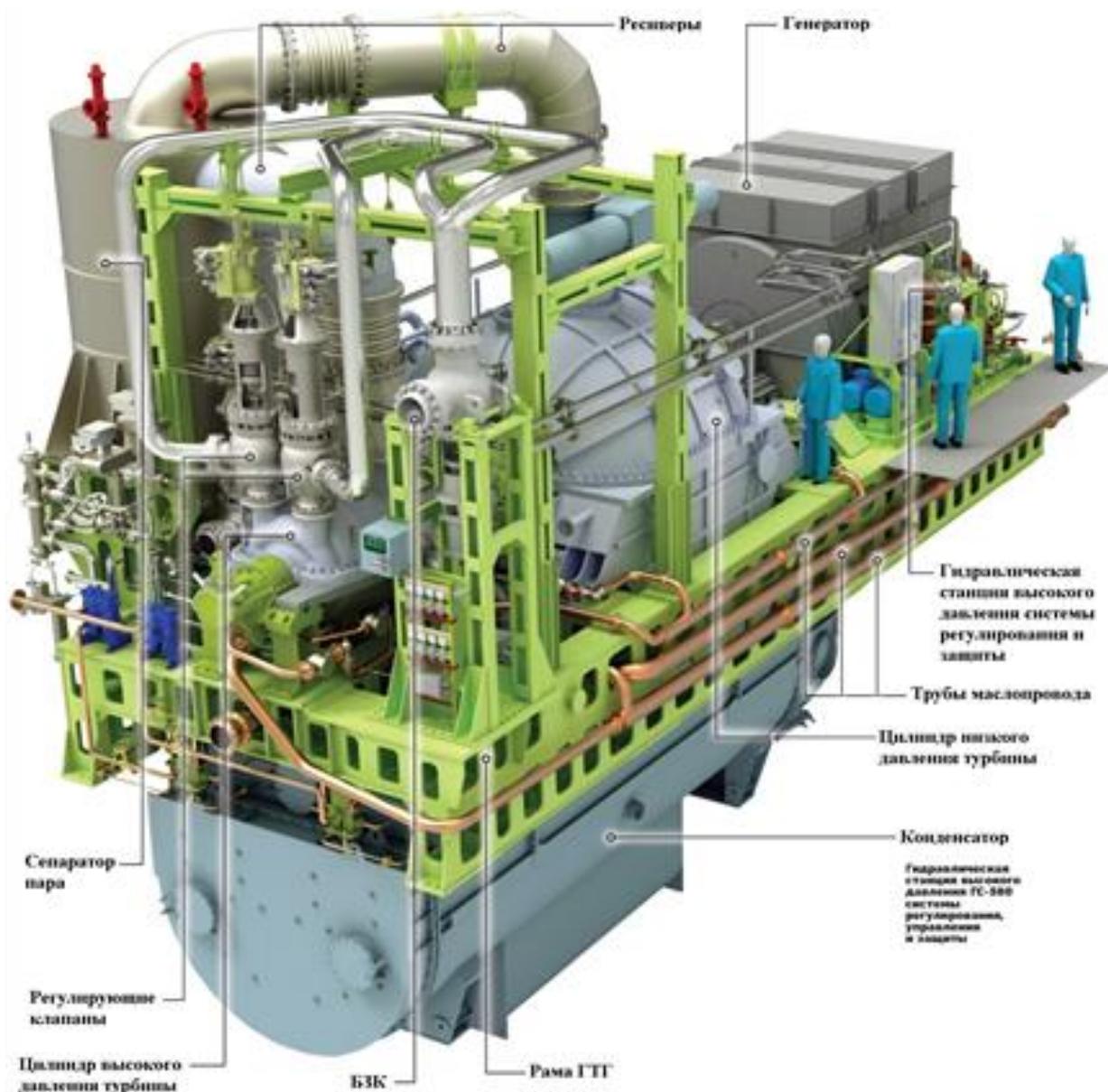


Рис. 5. Блок ПТУ

При увеличении частоты вращения турбин с гибкими валами зона критической частоты проходится быстро. Переходя на устойчивый режим работы турбинной установки, маневровый клапан открывают полностью, чем достигают уменьшения дросселирования пара. Необходимая частота вращения турбины достигается открытием определенного количества сопловых клапанов. Все механизмы и устройства переводятся на режим работы, соответствующий нагрузке на турбозубчатый агрегат. По разрешению с мостика перекрывается пар на ТЗХ.

Основное внимание обслуживающего персонала должно быть уделено поддержанию заданной частоты, необходимого давления и температуры масла в системе смазки; наблюдению за концевыми уплотнениями; своевременному обнаружению посторонних шумов и вибрации в турбозубчатом агрегате; наблюдению за работой конденсатора и всех контрольно-измерительных приборов.

Отклонение параметров рабочего пара не должно превышать для давления—

5% от рабочего, для температуры $-10 - 15^{\circ}\text{C}$. Понижение давления не должно быть более чем на 10 % от номинального.

Температура масла, поступающего к подшипникам, должна быть в пределах $35-45^{\circ}\text{C}$, выходящего не более $65-70^{\circ}\text{C}$. Подшипники во время работы должны быть под особым наблюдением обслуживающего персонала, так как их выход из строя приведет к выходу из строя всего турбозубчатого агрегата (ТЗА). Поэтому во время обхода и осмотра ТЗА, который осуществляется обслуживающим персоналом каждые полчаса, внимательно проверяется давление смазочного масла до и после фильтров, температура подшипников.

Перед проведением маневров турбина заднего хода должна быть прогрета и готова к пуску.

Реверс турбины осуществляется изменением подачи пара при помощи маневого клапана. Пар в ТЗХ можно пускать после того, как закрыт маневровый клапан ТПХ, и наоборот. Причем маневровый клапан турбины заднего хода слегка открывается лишь тогда, когда частота вращения турбины переднего хода снизится на 25 % ниже номинальной.

Давление контрпара зависит от конструкции турбины, числа сопел, частоты вращения и указывается в инструкции завода-изготовителя. Изменение режима работы турбины следует производить медленным плавным открытием маневого клапана. В некоторых турбинах используется более быстрый и удобный способ регулирования частоты вращения гребного вала при помощи маневровых клапанов, имеющих блокировочное устройство, обеспечивающее открытие маневого клапана заднего хода. Этим осуществляется подача контрпара на лопатки ТЗХ, что позволяет сократить время на реверс. Реверсирование современных турбин осуществляется обычно в течение 30 с.

При маневрах все дренажи и продувочные клапаны должны быть открыты, а механизмы, обслуживающие турбоагрегат, должны работать на режиме, обеспечивающем максимальный ход турбины.

После окончания маневров турбина переводится на определенный режим работы или останавливается и поддерживается в готовности, которая может быть полной, получасовой, часовой, двухчасовой, суточной.

Остановка турбины осуществляется закрытием маневого, быстрозапорного и сопловых клапанов.

Список литературы:

1. Кирюхин В.И., Тараненко Н.М., Огурцова Е.П. и др. Паровые турбины малой мощности КТЗ. - М: Энергоатомиздат, 1987. – 216 с.
2. Костюк А.Г., Фролов В.В. Турбины тепловых и атомных электрических станций. – М: Издательство МЭИ, 2001.
3. Огурцов А.П. Паровые турбины сверхкритических параметров ЛМЗ. – М: Энергоатомиздат, 1991.
4. Ядерные энергетические установки с водяными реакторами, работающими под давлением: <https://mirmarine.net/svm/seu/801-yadernye-energeticheskie-ustanovki-s-vodyanyimi-reaktorami-rabotayushchimi-pod-davleniem>
5. Каталог продукции группы компаний "Силовые машины" –

Кильдяева Алина Александровна

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДОТОПЛИВНОЙ ЭМУЛЬСИИ В РАБОТЕ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

*ДВФУ, Политехнический институт (Школа), отделение
машиностроения, морской техники и транспорта,*

*Научный руководитель; Минаев Александр Николаевич, д.т.н., профессор
кафедры судовой энергетики и автоматики*

Аннотация: В данной работе приведен анализ использования водотопливных эмульсий (ВТЭ) в работе дизельных двигателей. Цель – доказать эффективность и экологичность использования ВТЭ. Задачами, которые позволяют в полной мере раскрыть тему данной работы, являются ознакомление с понятием водотопливной эмульсии и ее разновидностями, анализ влияния ВТЭ на работу двигателя и на окружающую среду.

Ключевые слова: двигатель, дизельный двигатель, водотопливная эмульсия, эмульгаторы, топливо.

рациональное использование ресурсов в условиях бурного роста промышленного производства, являются наиболее актуальными. Так как двигатели внутреннего сгорания относятся к одним из ключевых элементов в судо- и кораблестроении, а также входят в число оборудования, которое играет существенную роль в загрязнении атмосферы, то улучшение экономических показателей ДВС и снижение токсичности их отработавших газов является одной из важнейших задач в сфере судо- и кораблестроения.

Для решения вышеупомянутых проблем наиболее эффективным в настоящее время является применение альтернативного вида топлива. Имеется большое количество различных видов, но на данный момент будет рассмотрена водотопливная эмульсия (ВТЭ) по причинам того, что её использование не требует каких-либо переделок двигателя, не вызывает необходимости изменения технологии изготовления топлива и не нуждается в больших капиталовложениях [2].

Водотопливная эмульсия представляет собой дисперсную систему, состоящую из мелких капель жидкости (дисперсной фазы), распределённую в другой жидкости (дисперсионной). Различают эмульсию прямого типа «масло в воде» и обратного типа «вода в масле» (рис.1).

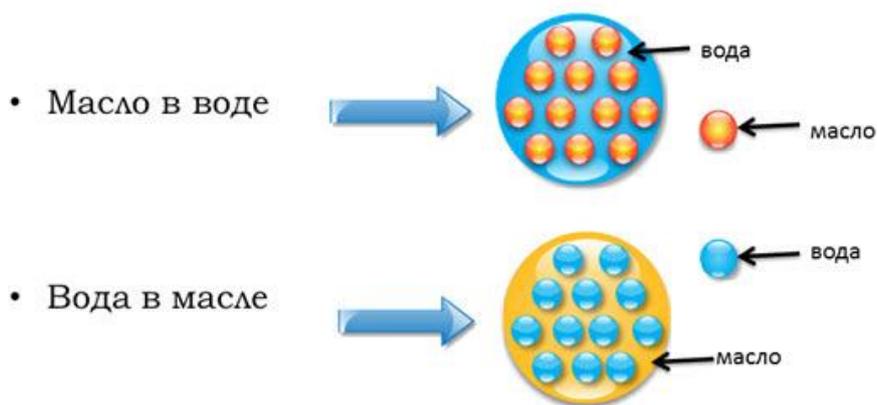


Рис. 1. Типы эмульсий

Для предотвращения контакта воды с металлическими поверхностями двигателя и стенок трубопроводов в дизелях применяют эмульсию обратного типа.

Смесь воды и горючего, как бы совершенно они не были перемешаны, являются неустойчивой системой особенно в состоянии покоя, т.е. капельки однородных жидкостей стремятся к взаимному слиянию и последующему укреплению [3]. Поэтому стабильность водотопливной эмульсии является важнейшим показателем её качества с точки зрения надёжности работы двигателя на ВТЭ. Различают кинетическую и агрегатную стабильность.

Кинетическая стабильность определяется устойчивостью частиц дисперсной фазы к седиментации (оседанию частиц дисперсной фазы в жидкости или газе под действием гравитационного поля или центробежных сил) [2].

Агрегативная стабильность характеризуется устойчивостью частиц дисперсной фазы к коалесценции, т.е. слиянию частиц внутри подвижной среды (жидкости, газа) или на поверхности тела [2].

На примере моторного топлива можно проследить изменения коэффициента поверхностного натяжения эмульсии с разным содержанием воды от температуры (рис.2) [2].

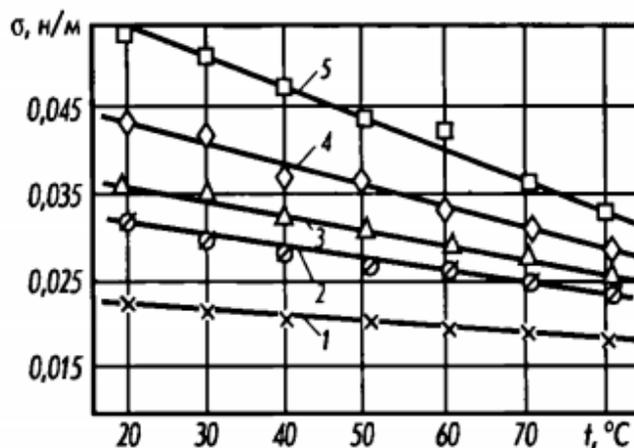


Рис.2. Зависимость коэффициента поверхностного натяжения эмульсии моторного топлива от температуры: 1 – моторное топливо; 2 – $\xi = 10\%$; 3 – $\xi = 20\%$; 4 – $\xi = 30\%$; 5 – $\xi = 40\%$

Из данного графика можно сделать вывод, что с увеличением температуры и содержания воды в топливе происходит снижение агрегативной стабильности водотопливной эмульсии.

Для предотвращения подобных ситуаций в ВТЭ добавляются эмульгаторы – поверхностно-активные вещества (ПАВ). Ими являются мазут (1-2%), низшие спирты (не более 5%) и их сложные эфиры (0,05-0,5%). Для получения эмульсий тяжёлых топлив эмульгаторы не требуются, т.к. в них уже имеются природные ПАВ.

На примере моторного топлива можно проследить зависимость агрегативной стабильности эмульсии от времени (рис.3).

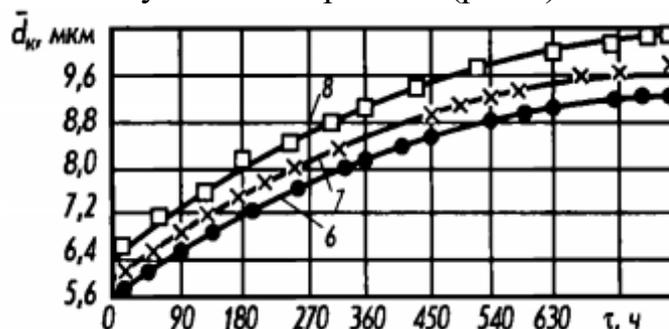


Рис.3. Зависимость агрегативной стабильности эмульсии моторного топлива от времени: 6 – $\xi = 10\%$; 7 – $\xi = 10\%$, мазут – 1%; 8 – $\xi = 15\%$, мазут – 1%

Из графика видно, что с использованием эмульгаторов длина контура, ограничивающего поверхность жидкости, возрастает со временем. При постоянной температуре увеличение длины контура ведёт к увеличению силы поверхностного натяжения, а это говорит о возрастании агрегативной стабильности.

Кинетическую стабильность можно не рассматривать, если водотопливная эмульсия будет производиться непосредственно перед подачей в сам двигатель. Если такой возможности не имеется, то для повышения кинетической стабильности требуется максимальное измельчение компонентов [3].

Также стоит отметить влияние ВТЭ на работу двигателя внутреннего сгорания. При попадании топливной эмульсии в камеру сгорания, она представляет собой совокупность капелек воды, окруженных прослойками жидкого топлива. Диаметр частиц колеблется от 80 до 300 мкм. А капелек воды 8–50, чаще 9–20 мкм. При прогревании частиц, после превышения температуры 100 °С, происходит вскипание капелек воды – «микровзрывы» – и разбрасывание топлива. Это вторичное распыление способствует интенсификации смешен

ия топлива и воздуха и повышению полноты сгорания, что и определяет, главным образом, возможность улучшения экономических показателей внутреннего сгорания при работе на водо-топливных эмульсиях [3]. Также наличие воды в топливе способствует снижению циклового давления и температуры.

Не стоит оставлять без внимания влияние ВТЭ на экологические показатели двигателя. Благодаря проведенным ранее исследованиям было выявлено, что применение ВТЭ по сравнению с дизельным топливом обеспечивает снижение

концентрации оксидов азота NO_x и суммарных углеводородов C_nH_m почти во всем диапазоне нагрузок, причём степень снижения в основном пропорциональна величине нагрузки [4] (рис.4).

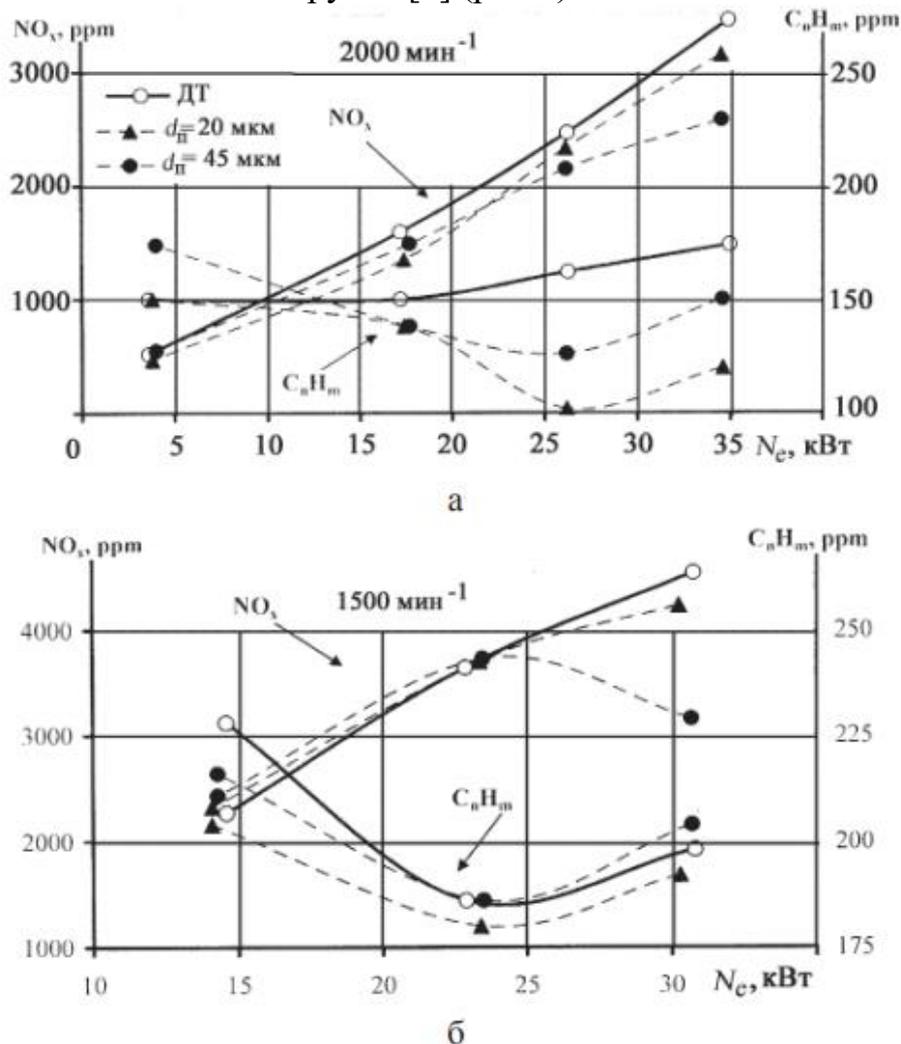


Рис.4. Изменение концентрации оксидов азота NO_x и углеродов C_nH_m в зависимости от мощности двигателя на разных скоростных режимах: а – 2000 мин^{-1} ; б – 1500 мин^{-1}

Список литературы:

1. <https://cyberleninka.ru/> Водотопливная эмульсия для двигателей внутреннего сгорания.
2. Топливо и топливные системы судовых дизелей: учебное издание / Ю.А. Пахомов, Ю.П. Коробков, Д.В. Дмитриевский, Г.Л. Васильев; – Москва: Изд – «РКонсульт», 2004, - 484 с.
3. <https://helpiks.org/> Водотопливные эмульсии.
4. <https://fundamental-research.ru/> Улучшение экологических характеристик дизелей применением водотопливной эмульсии.

СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ВИБРАЦИЙ, СОЗДАВАЕМЫХ ДВИЖЕНИЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА ПО ТОННЕЛЯМ

*Дальневосточный федеральный университет, Военный учебный центр
Научный руководитель: Козлов Павел Геннадьевич*

Аннотация: В данной статье кратко описаны меры снижения уровня вибраций, создаваемых при движении железнодорожного транспорта по тоннелям. Описаны негативные последствия влияния вибраций на объекты и способы борьбы с их разрушительным воздействием на обделку тоннелей.

Ключевые слова: вибрации, виброзащита, виброизоляция, метро, подземные сооружения.

Рост уровня урбанизации постепенно ведёт к увеличению плотности городской застройки. В крупных городах, где из-за высокой плотности застройки, загруженности улиц автомобилями и большого количества людей страдает их инфраструктура, единственным рациональным решением транспортной проблемы стало строительство системы метрополитена. Но здесь возникает новая проблема: вибрации, создаваемые движением железнодорожных составов, могут оказывать разрушительное действие на обделку тоннелей и фундаменты сооружений, находящихся в зоне воздействия [1, 2]

В связи с этим необходимо на этапе проектирования строящегося или реконструируемого подземного сооружения разработать комплекс мер по его вибрационной защите.

Каждый конкретный случай требует разработки индивидуального решения, учитывающего особенности технических и горно-геологических условий и требования нормативных документов [3]. Необходимо ответственно подходить к сбору информации об уровнях вибрации в максимально приближенных к данным условиям, использовать современные методы компьютерного моделирования.

Исследования, описанные в [4, 5] говорят о том, что вибрация в зависимости от конструкции сооружения может передаваться на все его этажи, причём наиболее опасным является диапазон частот 20-40 Гц. Вибрации ведут к образованию трещин, скорость раскрытия которых может достигать 11,5 мм/год [6]. Чтобы защитить сооружения, находящиеся в зоне влияния прибегают к виброизоляции фундаментов, возведению одно- и двухслойных пустотелых стенок-экранов по периметрам сооружений,

Для того, чтобы ограничить воздействие вибрации могут применяться самые разнообразные решения. Один из примеров конструкции виброзащиты, представляющий собой опорный элемент с тремя разновысокими перфорированными выступами и ребристыми боковыми элементами рассмотрен в [7]. Такая конструкция позволяет бороться с горизонтальными и вертикальными вибрациями в зависимости от загруженности метро в разное

время суток. Также в зависимости от конструкции рельсовые пути могут укладываться на щебень и подбалластный мат или плитное основание (балластные), могут укладываться с использованием упругих нащпальных, подрельсовых и подшпальных прокладок (безбалластные). Достоинства и недостатки каждого способа подробно описаны в [8]. Подобные системы упругого крепления рельсового пути согласно [9] могут снизить уровень вибрации на 7-10 дБ.

На уровень вибраций также влияет степень износа железнодорожных составов. Поэтому необходимо своевременно проводить их техническое обслуживание (устранять эксцентриситет колёс и производить проточку бандажей, корректно настраивать систему рессорного подвешивания).

Для того, чтобы снизить разрушительное воздействие вибраций и продлить срок службы обделки тоннеля следует использовать в её конструкции особые эластичные амортизаторы, а полости между обделкой и горной породой заполнять вибропоглощающими материалами.

Таким образом, для осуществления эффективной виброзащиты тоннелей и окружающих их сооружений необходимо грамотно подходить к проектированию конструкций верхнего строения пути и обделки, а также следить за техническим состоянием железнодорожного транспорта. В настоящее время эту проблему активно решают на линиях московского метро, поэтому в будущем интерес к ней будет только расти. Важно понимать, что в первую очередь необходимо проводить исследования в области снижения вибрации от её источника. Защита от вибраций объектов, находящихся в зоне влияния, должна производиться только в комплексе с виброизоляции источника. Грамотное использование достижений науки и техники в этой области позволит и дальше осваивать подземное пространство и налаживать инфраструктуру крупных городов.

Список литературы:

1. Крылов В.В. Снижение влияния ведения подземных горных работ на здания и сооружения, расположенные на поверхности // Военно-инженерное дело на Дальнем Востоке России: Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции. ВУЦ ДВФУ. 2020.
2. Крылов В.В. Факторы, влияющие на устойчивость подземного сооружения в условиях повышенной сейсмоопасности// Военно-инженерное дело на Дальнем Востоке России: Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции. ВУЦ ДВФУ. 2020.
3. СП 23-105-2004 Оценка вибрации при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов метрополитена.
4. Алявдин П.В., Музычкин Ю.А. Вибрация конструкций каркасного здания, вызванная движением поездов метрополитена // Наука и техника. 2011. №2.
5. Ковальчук О.А., Зубков Д.А., Андреева П.И. Исследование эффективности резинометаллических виброизоляторов фирмы

«Вибросейсмозащита» применительно к каркасным зданиям, возведенным вблизи тоннелей метро мелкого заложения // Вестник МГСУ. 2011. №6.

6. Золина Т.В., Купчикова Н.В. Исследование влияния вибрационных воздействий от автотранспорта на состояние конструкций фундамента жилого здания // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2019. №3 (29).

7. Дашевский М.А., Мондрус В.Л., Моторин В.В. Эффективная виброзащита верхнего строения пути метрополитена // Academia. Архитектура и строительство. 2017. №4.

8. Наумов Б.В., Совершенствование способов борьбы с вибрацией, передаваемой от железнодорожного пути на тоннель метрополитена // СПб. 2005.

9. Шепелевич Н.И., Коноплицкий А.Л., Устинович А.В., Исследование вибрации обделки тоннеля метрополитена при упругом креплении рельсового пути // РУП «Институт БелНИИС», 2018.

Закабуня Ричард Юрьевич **СТРОИТЕЛЬСТВО В УСЛОВИЯХ ГОРНОГО РЕЛЬЕФА**

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток
Научный руководитель: Козлов Павел Геннадьевич

Аннотация: В статье рассмотрены особенности строительства в условиях горного рельефа (на примере Эгюий-дю-Миди во Франции). Было отмечено, что из-за сложности проектирования на рельефе необходимо создавать специальные объемно-планировочных решения архитектурных объектов. Характером рельефа местности и крутизной уклона определяется уровень сложности проекта, а также предстоящие затраты на строительство. Необходимо обязательно учитывать уклон участка, а также то, как он располагается относительно сторон света. Автор приходит к выводу, что строительство указанного французского туристического комплекса является уникальным примером сочетания архитектурных приемов и горного ландшафта, при этом, для обеспечения безопасности функционирования комплекса, учтены все рельефные особенности горной вершины.

Ключевые слова: горный рельеф, строительство.

Проблема строительства на сложном рельефе является актуальной для многих территорий. Осуществляя планировку, строительство архитектурных объектов, необходимо максимально использовать своеобразие природно-ландшафтных условий [1].

Из-за сложности проектирования на рельефе необходимо создавать специальные объемно-планировочных решения архитектурных объектов.

Характером рельефа местности и крутизной уклона определяется уровень сложности проекта, а также предстоящие затраты на строительство.

Необходимо обязательно учитывать уклон участка, а также то, как он располагается относительно сторон света. Перед разработкой проекта

производят ряд сложных расчетов. Процесс проектирования и строительства сопровождаются трудности вертикальной планировки, в частности, создаются террасы или вырезаются участки склона [3]. Если строительство осуществляют на крутом рельефе, участок разбивают на разноуровневые террасы, закрепляемые путем подпорных стен.

Чтобы успешно реализовать строительство на склоне, необходимо правильно оценить особенности рельефа и грамотно разработать проект строительно-земляных работ, тщательно изучается почва на участке. Для этого необходимо проведение штамповых испытаний для измерения степени осадки грунта под воздействием нагрузки, а также для учета характера изменений деформации во времени [3].

При выборе определенного типа застройки, необходимо учитывать ее своевременность, целесообразность и аутентичность для данной местности. Строения могут размещаться параллельно изолиниям (вдоль склона), перпендикулярно им (поперек склона) или диагонально к склону. Главная проблема при посадке здания на участок с крутым склоном – это форсирование перепадами высот по сторонам строения в направлении уклона; увеличение величины этих перепадов происходит с повышением крутизны, а также горизонтальных размеров проектируемого объекта.

Также необходимо соблюдать принципы взаимодействия архитектуры и ландшафта:

□ принцип поляризации (архитектуру противопоставляют природному основанию). В качестве конструктивной основы здесь выступают колонны и опоры, которые поднимают здание над землей, которая при этом остается нетронутой;

- принцип интеграции. При реализации указанного принципа здание как бы растворяется в естественном ландшафте, выступает в качестве неотъемлемой части его продолжения. Форма здания становится ступенчатой через ритм горизонтальных плоскостей;

принцип глубокой интеграции, где здание как бы сливается с ландшафтом и «утопает» в толще земли. Особая характеристика такого здания – возможность полного внедрения в любые условия рельефа, в этой связи могут быть созданы неординарные, интересные архитектурные решения;

- принцип формального подхода. Это самый распространенный тип застройки на рельефе. Исторически было обусловлено, что по причине отсутствия определенных технологий строительства, а также новых градостроительных решений на рельефе, здания строили в рамках сложившейся схемы, где геометрическое решение объекта превалирует над естественным строением участка [4].

Проводя анализ и подготовку строительных материалов, необходимо получить подробные климатические характеристики: среднегодовую температуру, типы ветров и снеговых нагрузок.

Одним из достаточно известных архитектурных комплексов, возведенных в условиях горного рельефа, является смотровой комплекс на вершине горы Эгюий-дю-Миди. Вершина состоит из нескольких пиков, которые соединяют

между собой переходы и тоннели, вырубленные в скале. Данный комплекс был построен в период с 1951 по 1954 год. В качестве первого элемента данного комплекса выступил вспомогательный лёгкий технический подъёмник со стороны ледника, по которому строители попадали на вершину горы, к месту строительства [6].

Канатная дорога, ведущая на вершину комплекса, составляет 3780 м. На пути движения туристов по канатной дороге, на высоте 2300 м расположена смотровая площадка, после которой через три километра можно попасть непосредственно на Эгюий-дю-Миди, где перепад высот составляет 1 500 метров.

На Эгюий-дю-Миди построены смотровые площадки, расположенные на разных уровнях. Верхняя, которая располагается на высоте 3842 метра, выше нижней более чем на 70 метров. Внутри скала пронизана целой сетью тоннелей, по которым осуществляется переходы между смотровыми площадками и выход на альпинистские маршруты. Попасть на самую высокую смотровую площадку можно на бесплатном лифте, в котором имеется счетчик высоты. Максимальная вместимость лифта — не более 10 человек [6].

Еще один тоннель ведет к альпинистскому маршруту на Монблан. Интересна особенность этого тоннеля: обледеневшая скала на выходе переходит в ледяную пещеру, из которой можно попасть наружу.

На одной из площадок горы располагается стеклянная кабина, пол в ней также выполнен из стекла 12-миллимитровой толщины. Кабина называется «Шаг в пустоту», задняя часть кабины крепится к скале, под кабиной – пропасть. Попасть в кабину можно только в специальных тапочках, защищающих пол из стекла от царапания и повреждений.

Как отмечают разработчики данного обзорного аттракциона, стены кабины могут выдержать ветры, скорость которых составляет 220 километров в час, также кабина устойчива перед перепадами температур до 60 градусов [6].

Большинство объектов комплекса выполнены в скале (туннели, переходы). Площадка перед входом в тоннель, а также лестницы, ведущие на вершину комплекса, огорожены защитной решеткой.

За безопасностью комплекса и за износостойкостью строительных элементов в течение многих лет следят специалисты. Так, в 1980-х была осуществлена реконструкция опор, увеличив их количество с трех до четырех. В 1991 году была реконструирована система тросов, вместо трех рабочих тросов сегодня используется один, прочность которого в несколько раз выше, чем у трех предыдущих. Машинная часть комплекса также была перестроена и переведена на электронное, компьютерное управление.

В 2017 году началась реконструкция системы канатных дорог и зданий комплекса, заказчиком проекта выступила *Compagnie du Mont Blanc*, компания, которая эксплуатирует систему канатных дорог в регионе [5].

В результате вышеуказанных работ комплекс примет новый и современный вид. За счет использования новых материалов планируется достичь легкости и воздушности новых построек и внутреннего дизайна. Планируется

также оборудовать смотровые площадки стеклянными, что повысит уровень их комфорта для туристов, обеспечить круговое движение вокруг вершины.

Планируется строительство панорамных площадок с прозрачным полом по аналогии с теми, что имеются в Альпах. Также по проекту для посещений будет оборудована ледовая пещера на южной стороне горы. Традиционно в подобных пещерах демонстрируется структура льда, экспозиция будет дополняться подсветкой и звуковым сопровождением.

Самый высокий в мире музей планируется расположить на высоте 3777 метров. Экспозиция музея будет демонстрировать альпинистское освоение района, историю строительства комплекса Эгюий-дю-Миди.

Также планируется построить крытую террасу на вершине пика, так как часто на верхней террасе присутствует ветер и изморозь. На крытой террасе туристы смогут укрыться от ветра и других неблагоприятных факторов [5].

По проекту будут объединены галерея Ребюффа и Аллея Монблана. Соответственно, появится возможность обойти вокруг пика на нижнем уровне. Также при оформлении всех помещений будет использован новый дизайн, туристам будет также обеспечен легкий и безопасный спуск в Белую Долину [5].

Комплекс, располагающийся на вершине Эгюий-дю-Миди – выдающееся достижение инженерной мысли, памятник, сделавший это произведение рабочим. строительство указанного французского туристического комплекса является уникальным примером сочетания архитектурных приемов и горного ландшафта, при этом, для обеспечения безопасности функционирования комплекса, учтены все рельефные особенности горной вершины предельные величины деформаций основания и напряжений в грунте.

Список литературы:

1. Александер К. Язык шаблонов. Города. Здания. Строительство/ Кристофер Александер, Сара Исикова, Мюррей Сильверстайн; [пер. с англ. И. Сыровой] – М.: Изд-во Студии Артемия Лебедева, 2014. –1096 с.

2. Горниак Л. Использование территории со сложным рельефом под жилую застройку [Текст] / пер. Иванова В.К. / Крогиус В.Р. // М.: Стройиздат. — 1982. - № . – С. 64-70.

3. Ерышев В. А., Латышева Е. В., Малыш А. С. Определение эксплуатационных параметров качества железобетонных конструкций в составе здания без их физического разрушения путем натуральных испытаний // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета, 2015 г. № 1 (31). С. 75-80.

4. Крогиус, В.Р. Город и рельеф / В.Р. Крогиус. – М.: Стройиздат, 1979. – 124 с.

5. Новая высота Монблан и проект реконструкции Эгюий дю Миди etc.....[Электронный ресурс]. Режим доступа: https://7vershin.ru/news/all/item_2737/

6. Последний из связки первых. О строительстве Эгюий-дю-Миди. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://sport-marafon.ru/article/gornolyzhnyu-otdykh/posledniy-iz-svyazki- pervykh/>.

Акопян Арман Каренович

РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ ВОЗДУХА ДЛЯ ПОГРУЗОЧНО-ДОСТАВОЧНЫХ МАШИН С ДИЗЕЛЬНЫМ ПРИВОДОМ В ПРОХОДЧЕСКИХ ЗАБОЯХ

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток
Научный руководитель: *Макишин Валерий Николаевич, д.т.н., доцент*

Аннотация: В последней редакции Правил ПБ были внесены изменения касающиеся требований к обеспечению проход забоев свежим воздухом при использовании ДВС. Была отменена норма расчета количества воздуха исходя из расхода 5 кв. м на 1 л.с. согласно п. 344 ЕПБ установлена потребность в воздухе исходя из условия разжижения газов до уровня ПДК. В данной работе мы рассмотрим несколько методик для расчета потребности воздуха в проходческих забоях в которых работают машины с дизельными ДВС.

Ключевые слова: целесообразная методика расчета, количество воздуха, нормы ПДК, методики расчета

Цель работы

Выбор наиболее целесообразной из существующих в настоящее время методик расчета потребности воздуха для стабильной работы горнотранспортного оборудования с дизельным ДВС в горных выработках.

Метод

Для выбора наиболее приемлемой методики расчетов были проанализированы три методики: Анализирование методик и норматив расчета потребности воздуха для горнотранспортного оборудования с дизельным ДВС в горных выработках, приведение расчетного графика, проведение сравнительного анализа, подведение итогов.

При работе рудных месторождений подземным способом широко используется горнотранспортное оборудование с дизельными двигателями, для обеспечения стабильной работы ДВС и разбавления до предельно допустимой нормы требуется определенное количество воздуха. Для определения нормы подаваемого в выработку объема воздуха существует несколько методик расчета:

1. Расчет по выделению отработанных газов дизельных двигателей на 1 л.с. номинальной мощности.
2. Расчет согласно нормативному документу 5 м³/(мин·л.с)
3. Расчет по объему цилиндров дизельного двигателя

Расчет был выполнен для машин типа ПДМ (Янта) и подземных автосамосвалов ЛН-307, ТН-320 с дизельными приводами мощностью 220 и 320, 185 и 332 л.с. соответственно.

Для горных предприятий сечения выработок в настоящее время не превышают 20-25 кв. м. Поэтому для погрузки используются ПДМ. Поэтому стационарного источника газов в забое не будет.

По всем трём методикам произвели расчет потребности воздуха и исходя из этих расчетов приведем график (рис. 1).

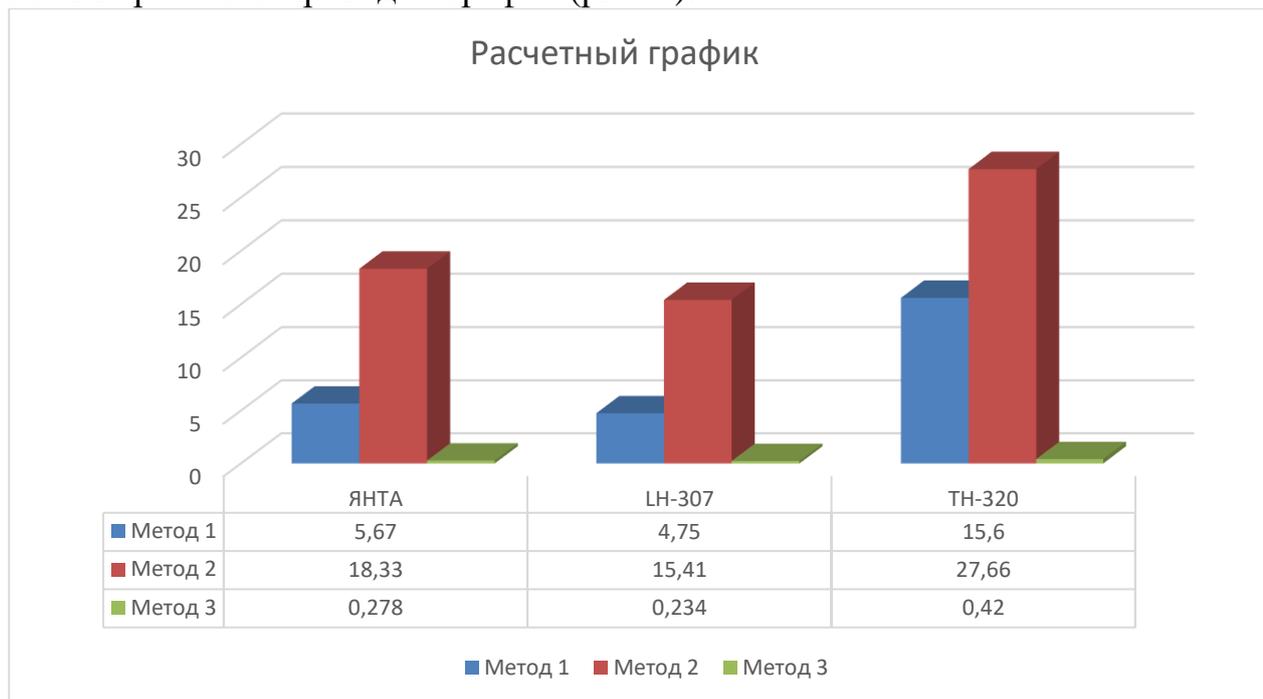


Рис. 1. Расчет потребности воздуха

Исходя из данных (рис. 1) можем рассудить и определить наиболее целесообразную методику для расчета потребности воздуха дизельных ДВС в горных выработках.

Согласно нормативному документу, количество воздуха, подаваемого в горную выработку должно составлять не менее 5 м³/(мин·л.с). Соблюдать такие требования представлялось возможным до тех пор, пока мощность дизельных двигателей было относительно невелика (менее 100 л.с.). Однако, в последнее время используются горнотранспортное оборудование (погрузочно-доставочные машины), мощность дизельных двигателей которых достигает 400 л.с. и более. К тому же технологии 21 века не стоят на месте и на сегодняшний день преобразовалось в лучшую сторону топливо, применяемое к горнотранспортному оборудованию, а также несмотря на мощности ДВС изменениям подверглись и системы потребления воздуха. А также данная методика устаревшая и не включает в себя такой параметр как длина выработки в котором работает оборудование и дополнительные параметры, поэтому эта методика устаревшая и экономически не рентабельна.

Что касается методики расчета по объему цилиндров она показывает нам значения, при которых будет стабильно работать ДВС у ПДМ в проходческом забое и не учитывает проветривание до уровня ПДК.

Исходя из вышесказанного более рентабельно использование методики по выделению отработанных газов дизельных ДВС.

Вывод:

Исходя из вышесказанного более рентабельно использование методики по выделению отработанных газов дизельных ДВС, так как он учитывает много параметров которые делают проветривание экономически выгодным.

Список литературы:

1. Рекомендации по проектированию, монтажу и эксплуатации систем вентиляции при сооружении тоннелей / - М.: ВНИИ транспортного строительства, 1983. (Источник: ИСС "ТЕХЭКСПЕРТ")

2. Фомичев В.И. Вентиляция тоннелей и подземных сооружений. –Л.: Строй. издат., Ленинград. отд., 1991. – 200 с.

3. ВНТП 13-2-93 Нормы технологического проектирования горнодобывающих предприятий металлургии с подземным способом разработки ВНТП от 27.01.1993 N 13-2-93. Утв. Комитетом РФ по металлургии (протокол от 27.01.93, № 1) по согласованию с Госгортехнадзором РФ (протокол от 13.12.92, № 4) (Источник: ИСС "ТЕХЭКСПЕРТ")

4. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых», утвержденные приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11 декабря 2013 г. № 599 (в ред. Приказа Ростехнадзора от 21.11.2018 г. № 580).

5. Расчет объема подаваемого воздуха для проветривания горных выработок при эксплуатации пдм с дизельным приводом на УПГР Р. «УШКАТЫН-3» АО «ЖАЙРЕМСКИЙ ГОК» (poisk-ru.ru)].

Матыскина Алиса Дмитриевна, Немирова Елизавета Александровна

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ В ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОСРЕДСТВОМ ВНЕДРЕНИЯ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ

Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет; кафедра техносферной безопасности, 2-я Красноармейская ул., д. 4, 190005

Научные руководители: Смирнова Е.Э., Савин С.Н.

Аннотация: С учетом быстрой разработки и внедрением информационного моделирования зданий и цифровых технологий, связанных с BIM, использование их для управления рисками стало растущей исследовательской тенденцией, что приводит к необходимости тщательного анализа состояния таких разработок. В данной статье представлен краткий обзор оптимизации безопасности в строительстве с помощью таких технологий.

Ключевые слова: BIM (информационное моделирование зданий), техносферная безопасность, цифровые технологии, информационные технологии, строительство.

Ежегодно в строительной отрасли погибает и получает ранения слишком много людей, несмотря на все усилия всех заинтересованных сторон. В то время

как многие используют информационное моделирование зданий (BIM) для повышения эффективности и увеличения прибыли, возможно, меньше людей задумываются о здоровье и безопасности. Даже во времена экономического спада строительство по-прежнему остается одним из крупнейших секторов промышленности. Эта отрасль остается одной из самых опасных и, несмотря на то, что уровень травматизма за последние 20 лет значительно снизился, строительство остается отраслью повышенного риска для работы [1]. Исследования показывают, что в строительной отрасли используются традиционные стратегии предотвращения травм. Следовательно, возможно, потребуется новый подход в области безопасности. Потенциал воздействия на строительные травмы и их предотвращения экспоненциально снижается по мере продвижения проекта с исследованиями, показывающими, что наиболее эффективная форма элементов программы безопасности возникает на этапах планирования и подготовки к строительству.

Традиционно методы повышения безопасности перед строительством, такие как проектирование в целях безопасности (DfS), сталкиваются со значительными препятствиями, которые возникают из-за того, что они в значительной степени контролируются проектировщиком. Хотя исследовательские проекты, посвященные BIM, здоровью и безопасности, продемонстрировали свою эффективность, к сожалению, многие из этих исследований основаны на гипотетических упрощенных зданиях «квадратной формы», невысокой сложности и часто проверенных в лабораторных условиях.

За последние несколько десятилетий индустрия архитектуры, проектирования и строительства (AEC – Architecture, Engineering and Construction) стала быстро развиваться во всем мире, особенно в развивающихся странах. Проект AEC начинается с планирования и проектирования, за которым следует этап строительства, который длится месяцами или годами, и в конечном итоге проект вступает в рабочий период, который может длиться несколько десятков лет перед сносом. Риски могут присутствовать на каждом из различных этапов проекта и жизненного цикла продукта. Существует широкий спектр рисков, приводящих к опасностям. В последние годы, с быстрым развитием общества, риски постепенно растут из-за возрастающей сложности конструкции и размера проекта и принятия новых и сложных методов строительства [3-4].

Применение технологий в строительной отрасли может улучшить управление безопасностью. Ряд технологий, которые были приняты для обеспечения безопасности строительства, были рассмотрены Чжоу, Иризарри и Ли (2013). Технологии включают информационные коммуникационные технологии (ИКТ), сенсорные технологии, графические информационные системы (ГИС), глобальную систему позиционирования (GPS) / дистанционное зондирование (RFID) и виртуальную реальность (VR). Хотя авторы пришли к выводу, что эти технологические приложения могут быть эффективными в управлении здоровьем и безопасностью строительства, они определили пять дальнейших пробелов в исследованиях:

1. Отсутствие исследований, посвященных этапам предварительного строительства и технического обслуживания.

2. В исследованиях игнорировалась рентабельность применения технологий.

3. В исследованиях не учитывались непреднамеренные воздействия в результате самого применения технологий.

4. Незавершенный переход от исследования безопасности строительства к практике.

5. Правовые вопросы при применении передовых технологий упускаются из виду.

Для снижения вероятности возникновения этих опасностей и успешного достижения целей проекта существует высокая потребность в эффективном управлении рисками в течение всего жизненного цикла проекта. Однако внедрение традиционного управления рисками все еще является ручным делом, и оценка в значительной степени зависит от опыта и математического анализа, а принятие решений часто основывается на интуиции, основанной на знаниях и опыте, что приводит к снижению эффективности в реальной среде [5]. В ответ на эти проблемы в настоящее время существует новая исследовательская тенденция использования информационного моделирования зданий (BIM) и инструментов, связанных с BIM, для помощи в раннем выявлении рисков, предотвращении аварий, информировании о рисках и т. д., которая определяется как «Управление рисками на основе BIM».

Перед авторами стоит задача критического рассмотрения современного состояния использования технологий BIM. За последние несколько лет, благодаря быстрому развитию теории и компьютерных приложений, BIM вызвало значительный интерес в отрасли АЕС. Расширилось внедрение BIM для поддержки планирования, проектирования, строительства, эксплуатации и фазы обслуживания [6]. Вместо того, чтобы просто рассматриваться как технология, BIM становится систематическим методом и процессом, который изменяет реализацию проектов [7], а также коммуникационное и организационное управление. Хотя большинство документов, использующих BIM в качестве усовершенствованного инструмента для управления проектными рисками (такими, как ошибки проектирования, качество, бюджет), не всегда преднамеренно связаны с управлением рисками, процесс применения BIM постепенно превращается в систематический способ управления рисками.

Таким образом, использование цифровых технологий, связанных с BIM для управления рисками вызывает растущий исследовательский интерес в отрасли АПС. Успешное использование этих технологий требует всестороннего понимания основ, общего процесса, методов управления рисками и взаимосвязи между новыми и традиционными методами. Чтобы улучшить вышеуказанную ситуацию, некоторые стандарты или правительственные документы (например, ISO 31010: 2009, правила МЧР) делают упор на прогнозируемые риски, которые выявляются и смягчаются на ранней стадии, а информация о рисках должна документироваться и обновляться в процессе разработки проекта. BIM может не только использоваться в качестве инструмента систематического управления рисками в процессе разработки, но также выступать в качестве основного генератора данных и платформы, позволяющей другим инструментам на основе

ВІМ проводить дальнейший анализ рисков. Инструменты, рассмотренные в этой статье, включают автоматическую проверку правил, системы, основанные на знаниях, реактивные и проактивные системы безопасности на основе IT. Полученные данные указывают на то, что большинство текущих усилий сосредоточено на исследовании технических разработок. Поскольку управление рисками на основе ВІМ является развивающейся разработкой, все еще существуют некоторые технические ограничения. Усилия сосредоточены на концептуальном проектировании и создании прототипа. На сегодняшний день ВІМ широко не используется на реальных рабочих местах. Чтобы преодолеть этот пробел, будущие исследования должны иметь междисциплинарное системное мышление, исследовать методы и процессы реализации, интегрировать традиционное управление рисками с новыми технологиями и поддерживать процесс разработки проект [8-9]. Хотя область управления рисками на основе ВІМ только начинает развиваться и пока не существует «полного» эффективного варианта реализации, область ВІМ технологий важна своими интересными и полезными возможностями в будущем [2].

Список литературы:

1. Сидорович В. С. Мировая энергетическая революция: Как возобновляемые источники энергии изменят наш мир. М.: Альпина Паблишер, 2015. 208 с.
2. Гаряев Н. А., Краснощекова А. И., Князев А. А. Анализ рисков, возникающих при внедрении ВІМ-технологий в строительных организациях // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2018. № 7 (1007). С. 58–61.
3. ILO (International Labour Organization). Creating Safe and Healthy Workplaces for All. Creating Safe and Healthy Workplaces for All International Labour Organization. Report prepared for the G20 Labour and Employment Ministerial Meeting. Melbourne, Australia, 2014.
4. Smirnova E., Savin S. Predicting the service life of buildings and facilities to minimize the risk of losses in the conditions of natural and technogenic emergency situations // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 4. Сер. "4th International Conference on Civil Engineering and Materials Science, ICCEMS 2019". 2019. Vol. 652. С. 12010.
5. Savin S. and Smirnova E. Evaluation of mechanical safety of building structures using elastic vibrations varying in wave length. World Applied Sciences Journal. 2013. Т. 23. № 11. С. 1448–1454.
6. Bryde D., Broquetas M., Volm, J. M., The project benefits of building information modelling (BIM) // International Journal of Project Management. 2013. Т. 31. № 7. С. 971–980.
7. Volk R., Stengel J., Schultmann F. Building Information Modeling (BIM) for existing buildings – literature review and future needs // Automation in Construction. 2014. Т. 38. С. 109–127.
8. Porwal A., Hewage, K. N., Building Information Modeling (BIM) partnering framework for public construction projects // Automation in Construction. 2013. Т. 31. С. 204–214.

9. Doumbouya L., Gao G., Guan C. Adoption of the Building Information Modeling (BIM) for construction project effectiveness: The review of BIM benefits // American Journal of Civil Engineering and Architecture. 2016. Т. 4. №. 3. С. 74–79.

**Хью Туан Ле, Анна Николаевна Гришина,
Виталий Александрович Гладких**

ПРИЧИНЫ СНИЖЕНИЯ ВОДОСТОЙКОСТИ СЕРОАСФАЛЬТОБЕТОНА

*Национальный исследовательский Московский государственный
строительный университет (НИУ МГСУ), кафедра строительных
материалов и материаловедения, г. Москва, 129337,
Научный руководитель: профессор, д.т.н. Королев Евгений Валерьевич*

Аннотация: Применение технической серы в качестве модификатора асфальтобетона приводит к снижению водостойкости материала. С целью установления причин снижения коэффициента водостойкости были исследованы серные материалы, наполненные молотым песком и минеральным порошком. Установлено, что снижение температуры изготовления сероасфальтобетона позволяет уменьшить содержание водорастворимых продуктов взаимодействия. Однако взаимодействие серы с дисперсными фазами является не единственной причиной снижения водостойкости сероасфальтобетона.

Ключевые слова: сероасфальтобетон, водостойкость, кристаллическая сера, химическое взаимодействие.

Введение. Перспективным направлением повышения долговечности и физико-механических свойств дорожных строительных материалов является применение серы в качестве компонента асфальтобетонной смеси [1-3]. Однако использование серы приводит к изменению поровой структуры материала во времени и снижает водостойкость получаемого асфальтобетона [4, 5]. Причины снижения водостойкости сероасфальтобетона могут быть различны, в том числе химические. Кроме того, методика определения водостойкости сероасфальтобетона имеет особенность, проявляющуюся в кинетике повышения прочности сероасфальтобетона в раннем возрасте.

Материалы и методы исследования. Для изготовления серобитумного вяжущего использовался битум нефтяной дорожный БНД 60/90 производства ООО «Московский нефтеперерабатывающий завод», соответствующий требованиям ГОСТ 22245-90 «Битумы нефтяные дорожные. Технические условия», кристаллическая сера, соответствующая требованиям ГОСТ 127.1-93 «Сера техническая. Технические условия». Для наполнения вяжущего применялся минеральный порошок из доломитовой породы МП-1, соответствующий требованиям ГОСТ 52129-2003 «Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей. Технические условия».

Физико-механические свойства определяли согласно ГОСТ Р 52129-2003 «Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей. Технические условия», ГОСТ 12801-98 «Материалы на основе органических вяжущих для дорожного строительства. Методы исследования» при температуре 20°C. Водостойкость образцов определяли согласно ГОСТ Р 52129-2003 и ГОСТ 12801-98 на образцах цилиндрической формы диаметром 50,5 мм. Содержание серы в серобитумном вяжущем составляло 30 % по массе.

Исследование водостойкости наполненного серного вяжущего проводилось с использованием образцов кубической формы, ребром 20 мм. Для наполнения использовался указанный ранее минеральный порошок и молотый кварцевый песок с $S_{уд} = 780 \text{ м}^2/\text{кг}$. Изготовление образцов проводилось при температурах 135; 145 и 155°C. Продолжительность изотермической выдержки смеси составляла 3 часа.

Результаты исследования.

Особенностью сероасфальтобетона, несмотря на его сравнительно более высокие прочностные показатели, является снижение коэффициента водостойкости (рис. 1).

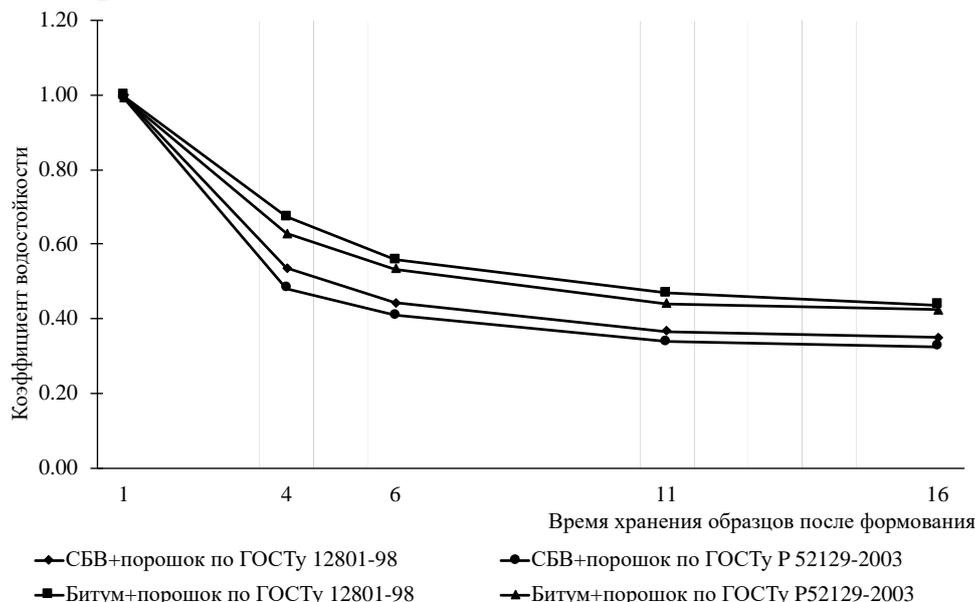


Рис. 1. Кинетика изменения водостойкости материала

Анализ экспериментальных данных, представленных на рисунке 1, показывает, что изменения водостойкости исследуемых составов адекватно описываются математической моделью вида:

$$K(t) = k_{min} + ae^{-b(t-1)} \quad (1)$$

где k_{min} — минимальная водостойкость; t — продолжительность хранения образцов после изготовления ($t \geq 1$); a , b — эмпирические коэффициенты.

Физический смысл коэффициентов a и b заключается в следующем:

- при $t = 1$ водостойкость образцов равна: $K(1) = k_{min} + a$. Отсюда $a = K(1) - k_{min}$ что соответствует максимальному снижению водостойкости материала, т.е. $a = \Delta k_{max}$;

- коэффициент b характеризует интенсивность изменения водостойкости материала. Так, при $t^* = n/b + 1$ (здесь $n = 1, 2, 3, \dots$) из (1) снижение водостойкости материала составит:

$$K(t^*) = k(1) - \Delta k_{max} \frac{(e^n - 1)}{e^n}, \quad (2)$$

где e – число Эйлера.

С увеличением времени хранения, которое можно представить как увеличение n , водостойкость материала будет снижаться до величины k_{min} . Однако скорость снижения водостойкости уменьшается:

$$\frac{dk}{dn} = \frac{1}{e^n}. \quad (3)$$

Значения эмпирических коэффициентов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Значения эмпирических коэффициентов

Эмпирические коэффициенты	Контрольный состав	Серобитумный композит
k_{min} , МПа	0,45	0,35
a , МПа	0,55	0,65
b , сут ⁻¹	0,325	0,505

Анализ данных рис. 1 и табл. 1 показывают, что наибольшее значение коэффициента $a = \Delta K_{max}$, характеризующее максимальное снижение водостойкости материала, наблюдается для серосодержащего материала. Кроме этого, значение коэффициента b , характеризующего интенсивность снижения водостойкости серосодержащего материала выше, чем у бездобавочного. Таким образом, использование технической серы в составе вяжущего приводит к снижению коэффициента водостойкости материалов. После 11 суток экспозиции существенного изменения водостойкости материалов не наблюдается.

Снижение водостойкости композитов при использовании в их составе серы может быть вызвано рядом причин – взаимодействием серы с битумом с образованием водорастворимых продуктов реакции, взаимодействием серы с минеральной частью, а также другими. Из работы [6] известно, что при взаимодействии серы с высокодисперсным кварцевым порошком происходит образование сульфида кремния. Однако указанное взаимодействие может не реализоваться при более низких температурах, используемых при изготовлении серобитумного вяжущего, а также использование дисперсной фазы другого химического состава – минерального порошка – также может предотвратить образование водорастворимых веществ. Результаты исследования водостойкости наполненных серных композитов приведены на рис. 2 и 3.

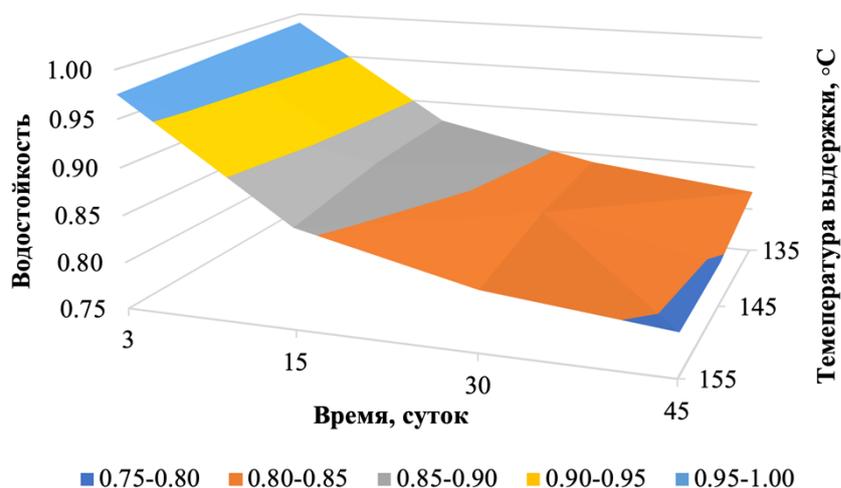


Рис. 2. Значения коэффициента водостойкости серных материалов, наполненных минеральным порошком

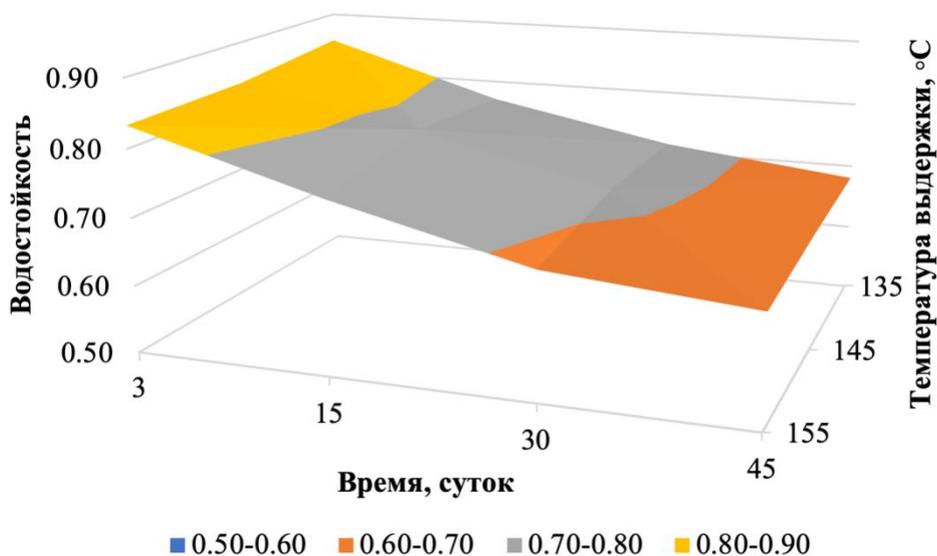


Рис. 3. Коэффициент водостойкости серных материалов, наполненных молотым кварцевым песком

Таблица 2

Коэффициент водостойкости образцов в возрасте 4 и 16 суток

Материал	Возраст	
	4 суток	16 суток
Серный материал, наполненный минеральным порошком	0,97	0,86
Серный материал, наполненный молотым кварцевым песком	0,83	0,78
Сероасфальтобетон (массовая доля серы в вяжущем – 30%)	0,82	0,68

Результаты исследования (рисунки 2 и 3) показывают, что водостойкость серных материалов снижается с увеличением температуры их изготовления. Поэтому снижение температуры изготовления сероасфальтобетона будет

способствовать предотвращению образованию водорастворимых веществ. Однако, этого недостаточно, чтобы обеспечить необходимую водостойкости сероасфальтобетона. При этом вклад продуктов взаимодействия минерального порошка с серой в снижение водостойкости меньше, чем молотого кварцевого песка.

Кроме этого, результаты определения водостойкости показывают, что, учитывая содержание серы, а также активацию кварцевого порошка при помоле, образование водорастворимых продуктов взаимодействия серы с молотым кварцевым песком и с минеральным порошком является только одной из причин снижения водостойкости сероасфальтобетона (физико-химическая причина), но не единственной. Дальнейшие исследования направлены на выявление физических и химических причин снижения водостойкости сероасфальтобетонов.

Вывод. Снижение водостойкости сероасфальтобетонов происходит в связи с протеканием различных процессов: физических, химических и физико-химических. В данной работе рассмотрена физико-химическая причина снижения водостойкости сероасфальтобетона. Приоритетное рассмотрение указанной причины вызвано естественной значимостью границы раздела фаз для композитных материалов. Проведенные исследования демонстрируют, что повышение водостойкости сероасфальтобетона возможно посредством снижения температуры изготовления материала, а также снижением физико-химической активности дисперсной фазы. Однако регулирование интенсивности физико-химических процессов недостаточно для обеспечения высокой водостойкости сероасфальтобетона. Дальнейшие исследования направлены на разработку способов регулирования физического и химического процессов снижения водостойкости сероасфальтобетона.

Список литературы

1. R Yang, H Ozer, Y Ouyang, A. Alarfaj, K Islam, M I Khan, K M Khan, and F. I. Shalabi. Life-Cycle Assessment of Using Sulfur-Extended Asphalt (SEA) in Pavements // *Airfield and Highway Pavements*. 2019. p183-192.
2. Andronov Sergey Yuryevich, Vasiliev Yuri Emanuilovich, Timokhin Denis Konstantino-vich, Repin Alexander Mikhailovich, Repina Oksana Vladimirovna and Talalay Victor Vyacheslavovich. Production and use of sulfur-asphalt composite coatings on roads and bridges // *Bulletin of Eurasian Science* 8. 2016. (3 (34))) p 107.
3. Gladkikh V, Korolev E and Smirnov V. Structure and physical properties of sulfur with nanoscale carbon modifiers // *E3S Web of Conferences* 91. 2019. 07014.
4. Тураев Файзулла Тожиевич, Бекназаров Хасан Сойибназарович, Джалилов Абдулахат Турапович // Исследование модификации дорожного битума элементной серой. *Universum: технические науки*. 2019. (2 (59)), С. 65-69.
5. Vitaliy Gladkikh, Evgeniy Korolev, Dmitriy Husid and Ilya Sukhachev. Properties of sulfur-extended asphalt concrete // *MATEC Web of Conferences IPICSE*. 2016. p86.

6. Евстифеева Инна Юрьевна. Структура и свойства коррозионностойких серных композитов на аппретированном кварцевом наполнителе: Дисс. ... канд. техн. наук. Пенза, 2007.- 255 с.

Панарин Игорь Иванович

**ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЗАЛОЖЕНИЯ
ПОДЗЕМНЫХ ОБЪЕКТОВ ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ С УЧЕТОМ
ПОРАЖАЮЩИХ ФАКТОРОВ ЯДЕРНОГО ОРУЖИЯ**

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Научный руководитель: доктор технических наук, доц. Макишин В.Н.

Аннотации: Оценка использования подземного пространства обычно осуществляется без учета технологических процессов по обеспечению их жизнедеятельности. Обоснование параметров выработок и подземных сооружений в целом связано с особенностями технологических и физических особенностей их эксплуатации, территориального и взаимного расположения подземных объектов, влияния горно-геологических и природных условий и факторов. Статья посвящена изучению вопросов приспособления горных выработок и пещер для использования в качестве подземных объектов двойного назначения, определению рациональных параметров их заложения для обеспечения комплексной защиты укрываемых в них людей и материальных средствах. Проведена классификация подземных защитных сооружений двойного назначения, перспектива развития подземного строительства сооружений двойного назначения в России на ближайший период. Выявлены условия и факторы, определяющие целесообразность использования подземных объектов, включая горные выработки и пещеры для коллективной защиты. Определены технологические параметры, учитываемые при обосновании целесообразности использования горных выработок и пещер в защитных целях. Предложен ряд зависимостей воздействия ударной волны и проникающей радиации на подземные объекты двойного назначения от расстояния до объекта и глубины их заложения при различных грунтах.

Ключевые слова: подземные объекты, защитные сооружения, особый период, горные выработки, пещеры, глубина заложения, воздушная ударная волна, сейсмозрывные волны в грунте.

Введение. Подземные сооружения — объекты промышленного, сельскохозяйственного, культурного, оборонного, коммунального и другого подобного назначения, создаваемые под земной поверхностью, в массивах горных пород [1].

Освоение подземного пространства развивается по следующим направлениям: социальные, горнотехнические, геологические, экономические (экономия энергетических затрат) и оборонные.

Об актуальности проблемы строительства защитных сооружений свидетельствует широкое обсуждение ее в научно-технической литературе, на

конференциях в России и за рубежом. Опыт освоения подземного пространства освещается в работах ведущих ученых и специалистов в области горных наук, подземного строительства и геомеханики (В.А. Котляревский, В.И. Ганушкин, А.А. Костин, А.И. Костин, В.И. Ларионов и др.). При проектировании подземных сооружений необходимо предусматривать их использование в мирное время - для нужд народного хозяйства, в военное время – для укрытия людей от воздействия оружия массового поражения. Переоборудование помещений, используемых в мирное время, на режим защитных сооружений должно осуществляться в возможно короткий срок [2].

Убежища в системе защитных сооружений занимают главенствующую роль, так как обеспечивают противоядерную, противохимическую, противорадиационную и противобактериологическую защиту укрываемых.

Убежища классифицируют по защитным свойствам, вместимости и месту расположения на местности. По защитным свойствам убежища делятся на классы в зависимости от степени защиты от ударной волны ядерного взрыва. По вместимости (числу урываемых людей) различают убежища на малые – до 150 чел., средние – от 150 до 450 чел., и большие – более 450 чел. Удельная стоимость убежищ большой вместимости значительно меньше, чем малой, и их можно эффективно использовать для народного хозяйства в мирное время. По месту расположения различают убежища встроенные (в подвальных этажах зданий 1 и 2 степени огнестойкости) и отдельно стоящие [3].

Воздействие поражающих факторов применения ядерного оружия на подземные объекты двойного назначения

Анализ состояния проблемы показывает, что основополагающим фактором, учитываемым при проектировании убежищ, является поражающее действие взрыва ядерного боеприпаса, которое наиболее влияет на конструктивно-планировочное решение убежищ и их стоимость.

По мощности ядерные боеприпасы условно подразделяются на малые – мощностью до 15 кт, средние – 15-100 кт, крупные – 100-500 кт, сверхкрупные – свыше 500 кт. Различают взрывы воздушные, наземные и приземные, подземные и подводные.

Поскольку поражающими факторами воздушного и наземного ядерного взрыва являются воздушная ударная волна, световое излучение, проникающая радиация, радиоактивное заражение местности и электромагнитное излучение, вследствие при подземном взрыве на глубине проникания в грунт боеголовок или заложения ядерных фугасов основными поражающими факторами являются сейсмозрывные волны в грунте и сильное радиоактивное заражение местности. Ввиду этого при подземных взрывах в зонах воронок разрушаются особо прочные подземные и полузаглубленные сооружения.

Воздушная ударная волна.

На расстояниях от эпицентра взрыва, где превалируют нагрузки от воздушной ударной волны, заглубленные сооружения испытывают нагрузки от волн сжатия в грунте. Характер воздушной ударной волны при наземном взрыве (за пределами воронки) соответствует дальней зоне воздушного взрыва. Таким образом, как при воздушном, так и при наземном взрывах обычно рассматривают

воздушную ударную волну, распространяющуюся от эпицентра с вертикальным фронтом. При подземном взрыве воздушная ударная волна ослабляется грунтовой средой. При глубинах, оптимальных для образования воронок в скальных породах и близких к ним глубинах взрыва, вначале возникает воздушная ударная волна, «наведенная» движением поверхности грунта, а затем происходит выход или прорыв газов, т.е. воздушная ударная волна имеет два максимума. При взрывах на малых глубинах наблюдается только волна от выхода газов, а на больших глубинах при камуфлетах – только «наведенная» волна [4].

В своих исследованиях мы рассматриваем воздействие ядерных боеприпасов на заглубленные объекты.

Таким образом, целью работы является выявление зависимостей воздействия поражающих факторов ядерного оружия различной мощности при наземном взрыве на подземные объекты двойного назначения.

Для достижения цели был решен ряд задач:

- классификация городских подземных объектов по глубине заложения;
- исследование преобладающих грунтов для г. Владивостока [5];
- выявление зависимости воздействия ударной волны на подземные сооружения в зависимости от вида грунта;
- выявление зависимости воздействия проникающей радиации на подземные сооружения в зависимости от вида грунта и материала ограждающих конструкций;

Сейсмозрывные волны в грунте.

При воздушных и наземных ядерных взрывах в грунте образуются сейсмозрывные волны, представляющие собой механические колебания грунта. Эти волны распространяются на большие расстояния от эпицентра взрыва, вызывают деформации грунта и являются существенным поражающим фактором для подземных, шахтных и котлованных сооружений.

При наземном взрыве сейсмозрывные волны образуются как в результате действия воздушной ударной волны, так и вследствие передачи энергии грунту непосредственно в центре взрыва.

Сейсмозрывные волны формируют динамические нагрузки на конструкции, элементы строений и т. д. Сооружения и их конструкции совершают колебательные движения. Напряжения, возникающие в них, при достижении определенных значений приводит к разрушениям элементов конструкций. Колебания, передаваемые от строительных конструкций на размещаемые в сооружениях технику и внутреннее оборудование, могут приводить к их повреждениям. Пораженным может оказаться и людской персонал в результате действия на него перегрузок и акустических волн, вызываемых колебательным движением элементов сооружений.

Спектр сейсмозрывных волн при наземном взрыве весьма широк. Решение задачи расшифровки волновой картины для реального слоистого и градиентного грунтового массива возможно только в сквозном численном расчете с использованием достоверных моделей деформирования грунтов и уравнений состояния в области высоких термодинамических параметров.

Значения амплитудно-временных параметров в эпицентральной волне и закономерности их изменения с расстоянием существенным образом зависят от типа грунтового массива. Причиной является широкий спектр значений прочности, плотности, сжимаемости при переходе от мягких (песков, глин, суглинков) к полускальным (туфам, известнякам, песчаникам) и скальным (гранитам, гранодиаритам, порфиритам и др.) грунтам. При прочих равных условиях значения максимальных напряжений, смещений, ускорений, длительности волнового процесса в мягких и скальных грунтах могут различаться в 10-100 раз [6].

В двухслойном грунте эпицентральная волна, взаимодействуя с границей раздела, порождает отраженные, преломленные и головные волны. Группа головных волн создается в мягком грунте преломленной волной, которая движется по скальному грунту со скоростью в 2-3 раза выше скорости распространения в мягком грунте. С определенного расстояния от эпицентра, зависящего от толщины слоя мягкого грунта, группа головных волн приходит в поверхностные слои раньше, чем волна сжатия от воздушной ударной волны. Головные волны обладают квазиплоским фронтом и, падая на границу раздела с воздухом под малым углом, могут вызывать откольные явления в поверхностном слое далеко за пределами зоны интенсивных макронарушений, создаваемых эпицентральной волной [7].

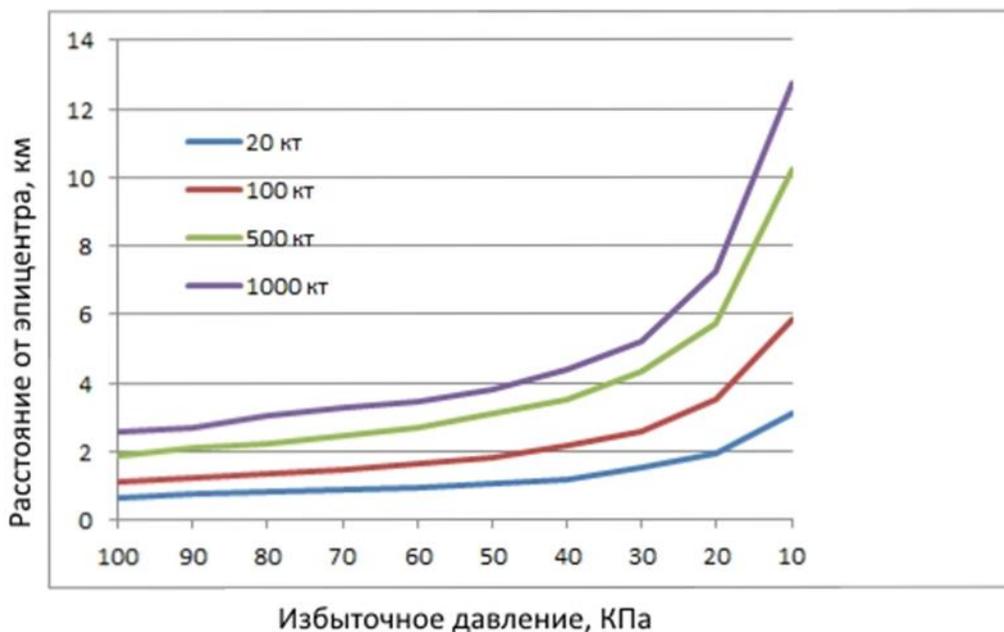


Рис. 1 Зависимость избыточного давления ударной волны ядерного боеприпаса различной мощности при наземном взрыве на объекты двойного назначения от расстояния до объекта от эпицентра взрыва.

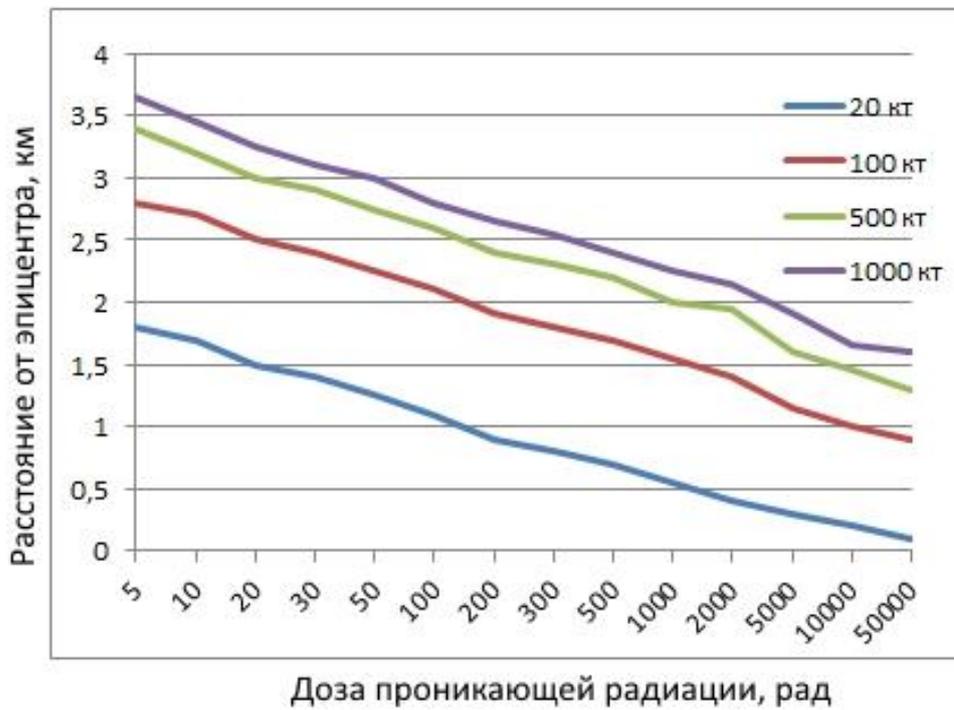
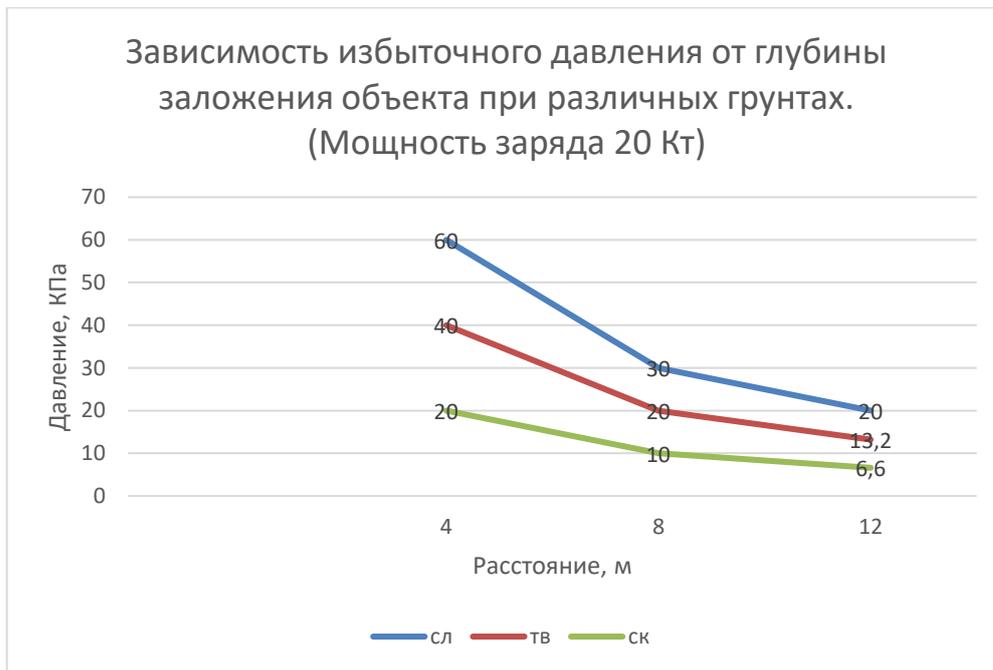


Рис. 2 Зависимость экспозиционной дозы облучения ядерного боеприпаса различной мощности на объекты двойного назначения от расстояния до объекта от эпицентра взрыва



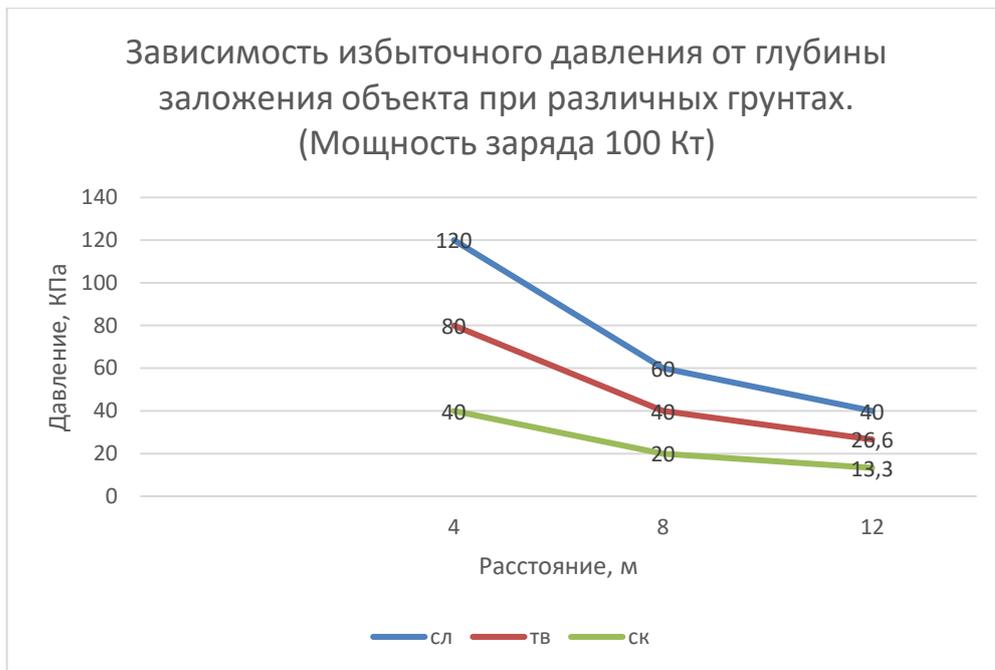
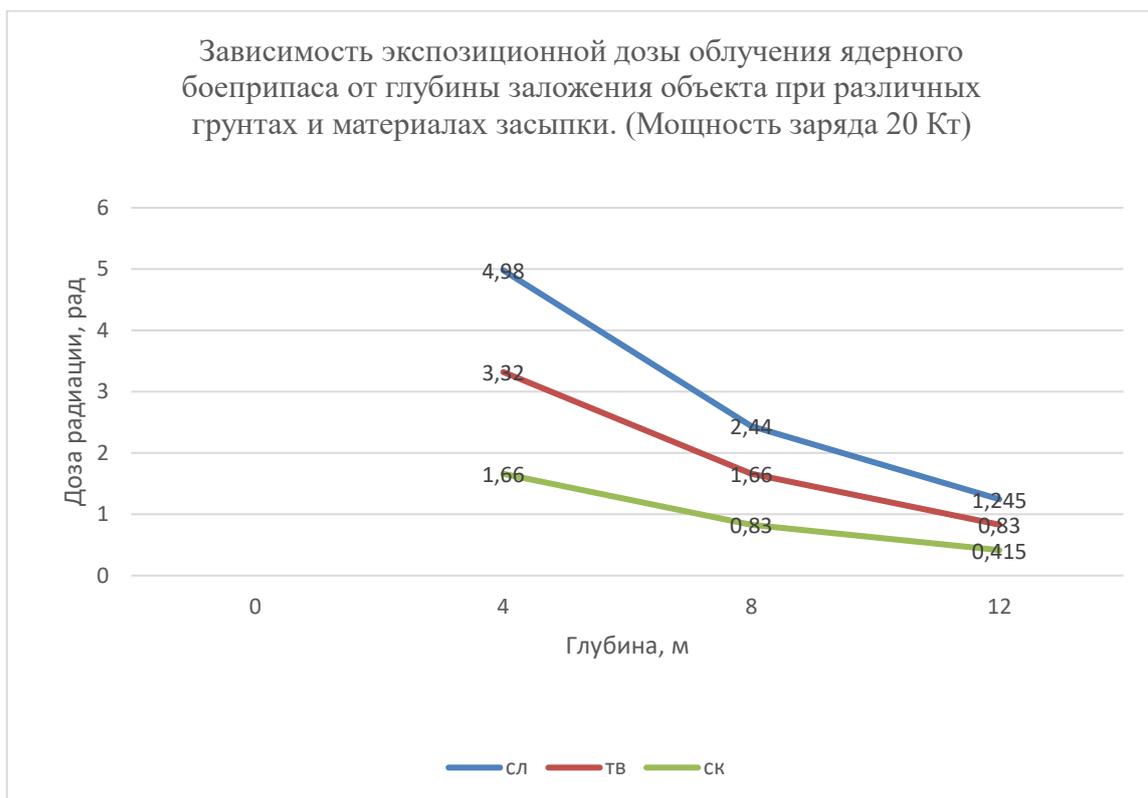


Рис. 3 Зависимость избыточного давления ударной волны ядерного боеприпаса различной мощности при наземном взрыве на объекты двойного назначения от глубины заложения объекта при различных грунтах и материалах засыпки



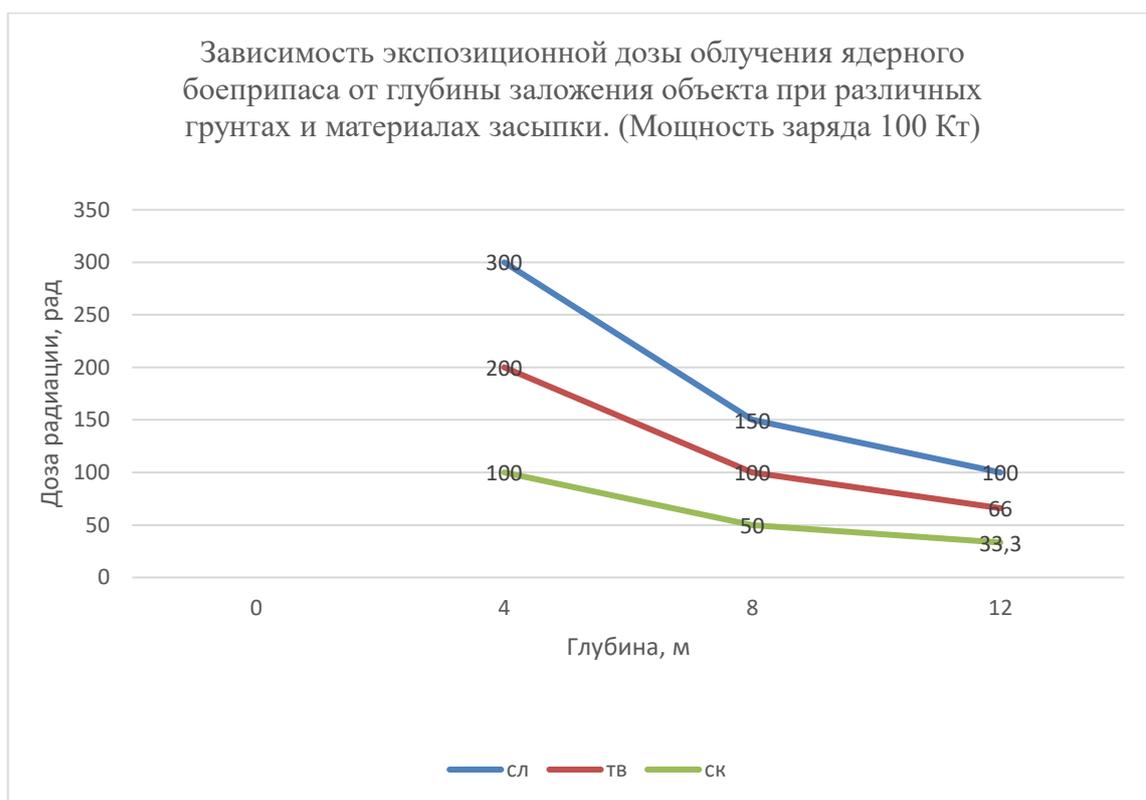


Рис. 4 Зависимость экспозиционной дозы облучения ядерного боеприпаса различной мощности на объекты двойного назначения от глубины заложения объекта при различных грунтах и материалах засыпки.

В результате подземные пространства городской инфраструктуры Владивостока являются надежной защитой населения от действия боеприпасов ядерного и обычного вооружения. Их целесообразно использовать в качестве объектов двойного назначения. Это подтверждается:

- глубиной расположения относительно земной поверхности. С увеличением глубины заложения подземного объекта возрастают его защитные свойства;

- доступностью. Отдаленность входов в подземное сооружение от объектов городской инфраструктуры, расположенных на поверхности, соответствует требованиям [8], составляет 500–1000 м (эффективно – до 800 м);

- экономической эффективностью. Нет необходимости в строительстве новых убежищ ГО [9]. Подземные сооружения используются в качестве магазинов, саун, спортивных комплексов или складов с соблюдением нормативных соотношений полезных и вспомогательных объемов (не более 35-37% от общего объема). Содержатся в рабочем состоянии. С введением режимов готовности при получении прогноза о возможности возникновения ЧС по распоряжению руководителя ГО осуществляется приведение защитных сооружений в готовность к приему укрываемых [10];

- устойчивостью, долговечностью и надежностью эксплуатации сооружений. Объекты построены в горно-геологических и горно-технологических условиях г. Владивостока

- расположения входов в подземные сооружения с учетом высотности зданий и плотности городской застройки исключают блокирование их обломками зданий;

- технологической и социальной эффективностью. В первую очередь вместимость и безопасность. Возможность размещения (восстановления) герметизирующих устройств, источников тока, вентиляционных установок для проветривания с минимальными затратами [11].

Пещеры и горные выработки – это надежное и наиболее эффективное укрытие, предназначенное для защиты от поражающего воздействия ядерного оружия. Впервые вопрос о актуализации данного вида сооружений возник в 50-е годы XX столетия вследствие возникновения и развития ядерного оружия. В те времена направление разработки и строительства горных выработок и пещер для защиты от воздействия атомного оружия развивалось во многих странах, к примеру, Китае, СССР, США и др.

Использование подземного пространства городских застроек является оптимальным решением ввиду того, что в особый период данные объекты могут быть использованы в качестве защитных сооружений. Именно поэтому к данному вопросу приковано внимание многих государств. Так, к примеру, ключевое значение в строительстве таких объектов отводится системам транспортного назначения. Зачастую подземные защитные сооружения размещаются по трассе линий метрополитена, пересадочных узлах и в составе многоярусных подземных комплексов.

Современное подземное защитное сооружение включает в себя 4 основных уровня: первый уровень – имеет максимальную глубину, на которой находятся все коммуникации, функционирующие без участия человека; второй уровень – включает в себя предприятия промышленности и энергетики; третий уровень – включает транспортные тоннели, гаражи, подсобные помещения; четвертый уровень – содержит пешеходные зоны, учреждения, магазины.

На сегодняшний день составляется прогнозная концепция относительно использования подземных пространств, в соответствии с которой: ожидается качественный прирост показателей объемов подземного строительства; планируется разработка новых подземных убежищ для Правительства, а также развертывание инновационных пунктов и средств связи; увеличится количество подземных складов.

Подземное строительство в РФ внесло колоссальный вклад в развитие экономики государства. На сегодняшний день в нашей стране планируются и возводятся уникальные объекты мирового значения из данной отрасли. Российский рынок подземного строительства имеет огромную емкость, развитие которого, в первую очередь, является следствием эффективной государственной политики.

Потери населения в результате применения гиперзвукового, кинетического, ядерного или иного инновационного оружия могут быть колоссальны. На сегодняшний день досягаемость ударов данными системами вооружения достигает 80% относительно всей площади нашей страны. Именно горные выработки являются одними из основных средств спасения населения в особый

период. Также, реализация данных объектов способна достигнуть колоссального экономического эффекта вследствие приспособления горных выработок и сокращения потребности в дополнительном строительстве искусственных сооружений защиты. Таким образом, комплексное освоение и развитие горных выработок в России является ключевым элементом развития экономической и оборонной составляющей нашей страны.

Итак, видами защитных сооружений, которые приспособляются в горных выработках на особый период, могут выступать укрытия и убежища, а также подземные пространства, предназначенные для хранения и развертывания важнейших объектов, примерами которых являются: объекты энергетики; военных заводов; предприятий; лечебных и учебных учреждений и иные.

В первых нормативных актах, датирующихся 1970-1980 годами оценка пригодности подземных защитных сооружений производилась на основе устойчивости к ядерным ударам. Данные акты основывались на том, что противником могут быть применены различные виды оружия, помимо ядерного. Исходя из этого, нами предлагается установить дополнительную категорию пригодности подземных защитных сооружений – «ограниченно пригодные».

На сегодняшний день установлены следующие показатели и критерии исходных данных об оценке пригодности подземных сооружений: географическое расположение; подверженность сейсмической активности; пригодность массива горных пород и др.

Ключевым условием пригодности использования подземных сооружений является вместимость и минимальные размеры, которые должны составлять: по высоте не менее 1,8 м, по ширине не менее 2 м, угол наклона не более 18°. При этом внутренний объем всей подземной полости должен быть не менее 1,5 м³ на одного укрываемого. Также пригодность массива пород горных выработок оценивается с учетом свойств пород, вследствие оценки которых получают прочность конструкций, креплений и необходимость в гидроизоляции. Полости, которые расположены в неустойчивых и сильно насыщенных водой грунтах, являются непригодными или ограниченно пригодными. Данные свойства оцениваются такими показателями, как отношение к поверхностным водостокам, наличием мокрых стен, озер, текучей воды и др.

Также немаловажным значением являются тепловые данные, замеряемые в натуральных условиях. Для размещения укрываемого населения используются выработки с температурой воздуха не выше 27 °С (для ограниченно пригодных — не выше 30 °С). Для хранения техники и т.п. температура пригодности устанавливается на основе норм, установленных для хранения этих видов материальных средств.

Помимо этого, немаловажными свойствами являются учет влажности, фильтрационные свойства и воздухообеспечение. Системы жизнеобеспечения подземных убежищ должны обеспечивать непрерывное пребывание в них расчетного количества укрываемых: для «пригодных» — в течение двух суток; «ограниченно пригодных» — в течение одних суток. При этом для укрываемых необходимо иметь достаточный объем 2 суточного запаса питьевой воды, составляющей не менее 10 литров в сутки на одного человека.

Доступность горных выработок выражается в наличие достаточного количества подземных путей и наличии возможности к быстрому занятию убежищ и укрытий населением. Время доставки населения до защитного сооружения должно составлять не более получаса.

Таким образом, мы рассмотрели основные условия пригодности подземных защитных сооружений, включая дополнительную категорию пригодности «ограниченно пригодные». Следовательно, «непригодными» считаются такие подземные сооружения и пещеры, которые не соответствуют указанным габаритам, расположению, состоят из опасных и вредных для здоровья пород, имеют свойство самовозгораться, затоплены и имеют высокую влажность, не содержат необходимое количество продовольствия в запасе минимум на одни сутки, а также в случае, если они ввиду малой доступности или совокупности указанных ранее данных или характеристик обоснованно признаются «непригодными к использованию».

Заключение. Проведенный анализ эксплуатации подземных объектов двойного назначения, приспособления горных выработок и пещер для использования в качестве подземных объектов двойного назначения, исследование рациональных параметров их заложения для обеспечения комплексной защиты, выявил ряд зависимостей воздействия ударной волны и проникающей радиации на подземные объекты двойного назначения от расстояния до объекта и глубины их заложения при различных грунтах. Дает возможность сделать вывод о том, что их использование является целесообразным и экономически эффективным решением для обеспечения комплексной защиты укрываемых в них людей и материальных средствах.

Список литературы:

1. Подземные сооружения // Горная энциклопедия // Гл. редактор Е.А. Козловский. — М.: Советская энциклопедия, — 1986. — Т. 4. — С. 164-168.
2. СНиП II-11-77: Защитные сооружения гражданской обороны. М., 1985.
3. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 42.4.03-2015 Гражданская оборона. Защитные сооружения гражданской обороны. Классификация. общие технические требования.
4. В.А. Котляревский, В.И. Ганушкин, А.А. Костин, А.И. Костин, В.И. Ларионов // Убежища гражданской обороны // Под редакцией доктора технических наук, профессора В.А. Когляревского // Москва Стройиздат 1989 // УДК 699.85:351.862. — С. 3-9.
5. Федюк Р.С., Козлов П.Г., Мочалов А.В., Тимохин А.М. // Необходимость актуализации дорожно-климатического районирования юга дальнего востока // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. — 2015. № 4 (44). С. 90-99.
6. Замышляев Б.В., Евтерев Л.С. Модели динамического деформирования и разрушения грунтовых сред. // Наука. — 1990. — 215 с.
7. Замышляев Б.В., Маслин Е.П., Лоборев В.М., Шилобреев Б.А. Физика ядерного взрыва В 2 т. Том 1 // ISBN: 5-02-015124-6 // Наука. Физматлит. 1997 — С.17-22.

8. Прохоров Н.И., Моисеев В.А. «Использование подземного пространства в инженерно-геологических условиях г. Тулы» // Известия ТулГУ. Науки о земле. — 2014. Вып. 1. С. 61–64.
9. Свод правил СП 88.13330.2011 "СНиП II-11-77 "Защитные сооружения гражданской обороны" (утв. приказом Минстроя России от 18.02.2014 № 59/пр).
10. Приказ МЧС России от 15.12.2002 № 583 (ред. от 03.04.2017) "Об утверждении и введении в действие Правил эксплуатации защитных сооружений гражданской обороны" (раздел VI «Приведение защитных сооружений в готовность к приему укрываемых» Правил эксплуатации защитных сооружений гражданской обороны).
11. Панарин И.И. Подземные пространства городской инфраструктуры для сооружений двойного назначения // УВЦ ДВФУ. — 2019. - С. 181-190.
12. Скупов Б.А. Подземная оборона – знания и навыки, которые нам пригодятся // Интернет портал «Строительный эксперт». info@ardexpert.ru. — 2017.
13. Постановление Правительства РФ «О порядке создания убежищ и иных объектов гражданской обороны» от 29.11. 1999 г. № 1309.
14. Приказ МЧС России «Об утверждении порядка содержания и использования защитных сооружений гражданской обороны в мирное время» от 21.06.05 № 575.
15. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера в 2011 году. М., — 2012.
16. СНиП II-11-77: Защитные сооружения гражданской обороны. М., — 1985.
17. СНиП II-94-80: Подземные горные выработки.
18. СНиП 3.02.03-84: Подземные горные выработки.
19. СНиП 2.01.54-84: Защитные сооружения гражданской обороны в подземных горных выработках.
20. СНиП 2.01.51-90: Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны.
21. Гвоздецкий Н.А. Проблемы изучения карста и практика// Мысль. М. — 1972.
22. Панов И.В., Пчелкин В.И., Москалев Д.Г., Уразляев Д.Х., Хрипков А.А. // Проблемные вопросы проектирования защитных сооружений гражданской обороны в современных условиях // Технология гражданской безопасности. Т. 7. № 4. - 2010.

Скрипов Павел Олегович, Марфуткин Евгений Александрович

**ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ МЕСТНОГО ПОДОГРЕВА
ТОПЛИВА СУДОВ ТИПА «СВИЦЕР САХАЛИН»**

согласно проекту местного подогрева топливных цистерн (танков) на т/х «СВИЦЕР САХАЛИН» производится модернизация энергетической установки с целью повышения качества топливоподготовки путем подогрева топлива. При проектировании необходимо выполнить гидравлический расчёт для оценки работоспособности системы согласно полученным значениям расхода жидкости Q_c и требуемого напора H_c .

Ключевые слова: гидравлический расчёт, система местного подогрева топлива, прямая и обратная задача.

Характеристики трубопроводов. Общие положения

Судовая система, представляющая собой совокупность трубопровода и гидравлической машины, может выполнять свои функции при условии, что работа среды системы будет соответствовать работе машины. Для достижения установившегося режима работы системы необходимо, чтобы весовой расход среды в системе G_c кг/с был равен весовой производительности машины G_m кг/с. В частном случае, когда рабочей средой системы является несжимаемая жидкость, это условие будет удовлетворено при равенстве объемного расхода в ней Q_c м³/с объемной производительности Q_m м³/с машины.

Из уравнения энергетического баланса совокупности машина - трубопровод следует, что энергия, потребляемая системой, равная ее полезной мощности $\gamma Q_c H_c$ кгм/с, должна равняться приращению энергии, сообщаемой машиной среде в процессе энергообмена, т. е. величине $\gamma Q_m H_m$ кгм/с. Отсюда следует, что установившийся режим работы системы возможен при условии равенства напора H_m , развиваемого машиной, напору в трубопроводе системы H_c .

Определение условий, при которых трубопровод системы в заданном расчетном режиме будет устойчиво работать при использовании данной машины, т. е. расхода среды, напора в трубопроводе, скорости движения и диаметра труб, составляет задачу гидравлического расчета системы.

При проектировании судовых систем и систем энергетических установок необходимо решать прямую или обратную задачу.

- Прямая задача состоит в определении расхода жидкости по потребителям при заданных характеристиках насоса (напор, производительность) и характеристиках системы (диаметр и длина участков трубопроводов, тип и количество арматуры и фасонных частей).
- Обратная задача состоит в нахождении геометрических параметров элементов трубопровода и характеристик насоса при заданных расходах жидкости по потребителям.

Гидравлический расчет системы местного подогрева топлива

Расчёт выполнен решением прямой задачи, так как необходимо оценить параметры работы системы при заданных характеристиках насоса и

геометрических параметрах трубопровода. Гидравлический расчет разрабатываемой системы проводился в соответствии с указаниями РД 5.76.038-84 «Методика гидравлических расчетов судовых разветвленных трубопроводов».

Расчетная схема представлена на рис. 1. Результаты расчёта представлены в табличной форме в табл. 1.

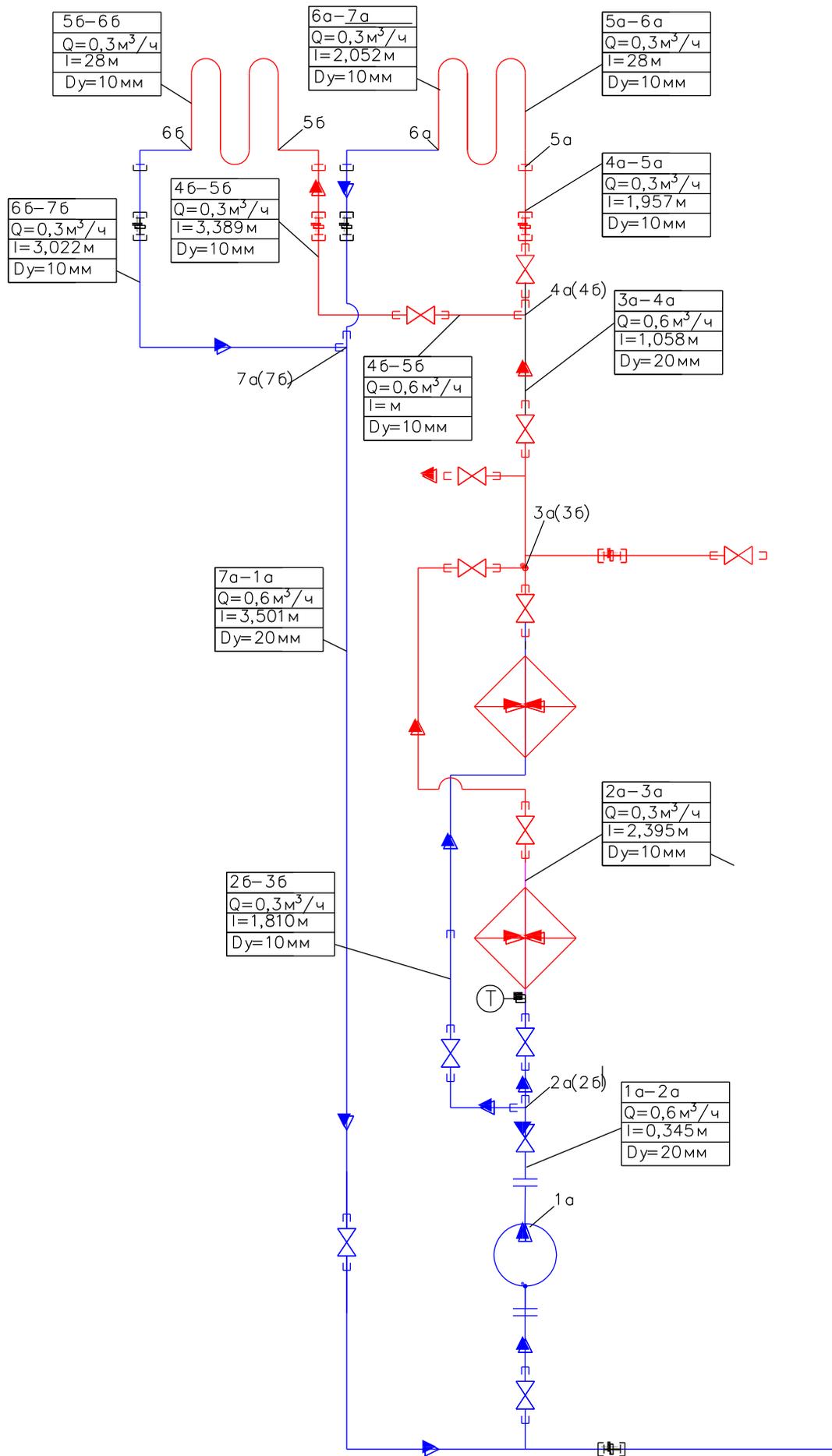


Рис. 1. Расчётная схема гидравлического расчёта

Таблица 1. Гидравлический расчёт системы местного подогрева топлива

№	Величина	Обозначение	Единица измерения	Способ определения	Участки сопротивлений										
					1а-2а	2а-3а	3а-4а	4а-5а	5а-6а	6а-7а	7а-8а	2б-3б	4б-5б	5б-6б	6б-7б
Дано															
1	Расход воды	Q	м ³ /ч	<i>Задано</i>	0,6	0,3	0,6	0,3	0,3	0,3	0,6	0,3	0,3	0,3	0,3
2	Суммарная длина прямых участков, м	l	м	<i>Задано</i>	0,345	2,395	1,058	1,957	28	2,052	3,501	1,81	3,389	28	3,022
3	Диаметр трубы, м	D	м	<i>Задано</i>	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
4	Условный диаметр трубы	Dy	мм	<i>Задано</i>	20	10	20	10	10	10	20	10	10	10	10
5	Температура воды	t	°С	<i>Задано</i>	60	70	70	70	60	60	60	70	70	60	60
6	Абсолютная шероховатость труб	Δ	м	<i>Задано</i>	2E-05	2E-05	2E-05	2E-05	2E-05	2E-05	2E-05	2E-05	2E-05	2E-05	2E-05
7	Геометрическая высота - разность входа и выхода трубопровода	h_r	м	<i>Задано</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Коэффициент местного сопротивления	ξ		Задается согласно рекомендациям РД 5.76.038-84	7,0625	8,74	9,0313	4,08	108,8	0	12,143	7,87	4,08	108,8	0,87

Расчет															
9	Коэффициент кинематической вязкости	ν		Справочные данные	5E-07	4E-07	4E-07	4E-07	5E-07	5E-07	5E-07	4E-07	4E-07	5E-07	5E-07
10	Плотность воды	γ_B	кг/м ³	Справочные данные	983,2	978	978	978	983	983	983	978	978	983	983
11	Площадь поперечного сечения трубы, м ²	F	м ²	$F = \pi D^2 / 4$	0,0003	8E-05	0,0003	8E-05	8E-05	8E-05	0,0003	8E-05	8E-05	8E-05	8E-05
12	Скорость воды	W_B	м/с	$W_B = Q / (3600 F)$	0,531	1,062	0,531	1,062	1,062	1,062	0,531	1,062	1,062	1,062	1,062
13	Число Рейнольдса	Re		$Re = VD / \nu$	22209	25580	25580	25580	22209	22209	22209	25580	25580	22209	22209
14	Коэффициент сопротивления трения по длине	λ		Задается согласно рекомендациям РД 5.76.038-84	0,0255	0,0246	0,0246	0,0246	0,0255	0,0255	0,0255	0,0246	0,0246	0,0255	0,0255
15	Потеря давления от трения	P_T	Па	$P_T = \lambda \gamma_B W_B^2 / (2D)$	60,942	3249,2	179,42	2655	39568	2899,8	618,43	2455,5	4597,7	39568	4270,6
16	Потеря давления от местных сопротивлений	P_M	Па	$P_M = \xi \gamma_B W_B^2 / 2$	978	4815	1244	2248	60275	0	1682	4336	2248	60275	482
17	Потеря давления, обусловленная разностью геометрических высот входа и выхода жидкости	P_G	Па	$P_G = h_G \gamma_B g$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	Суммарная потеря давления на участке	P	Па	$P = P_T + P_M + P_G$	1039	8065	1423	4903	99844	2900	2300	6792	6846	99844	4753
19	Дополнительные сопротивления электронагревателей	$P_{эл наг}$	Па		0	7000	0	0	0	0	0	7000	0	0	0
20	Общая суммарная потеря давления на участке	ΣP	Па		1039	15065	1423	4903	99844	2900	2300	13792	6846	99844	4753

На рис. 2 построены паспортная характеристика насоса марки АН 1В 1,6/5-0,6/5Б-3 и расчетная характеристика системы, согласно таблице 1. Графическое построение показывает работу насоса в системе с расходом воды 0,75 м³/ч при напоре 0,4 МПа. Таким образом, насос подобран с запасом по расходу и напору. Поскольку паспортный расход воды теплообменников 0,6 м³/ч., то при эксплуатации системы может появиться необходимость в регулировке расхода воды, которую можно осуществить с помощью клапанов, установленных в системе.

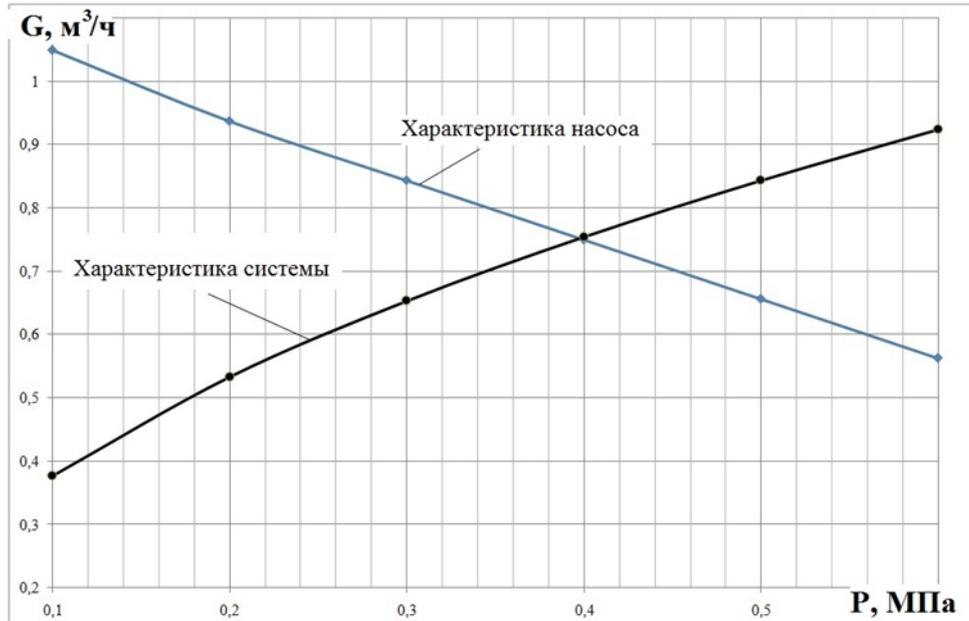


Рис.2. Характеристики разрабатываемой системы и насоса марки АН 1В 1,6/5-0,6/5Б-3

На рис. 3 показан сравнительный анализ сопротивлений различных участков трубопровода. Из рисунка видно, что основное сопротивление в системе создают нагреватели змеевикового типа. При этом значительное влияние на их сопротивление оказывает величина внутреннего диаметра трубок спиралей.

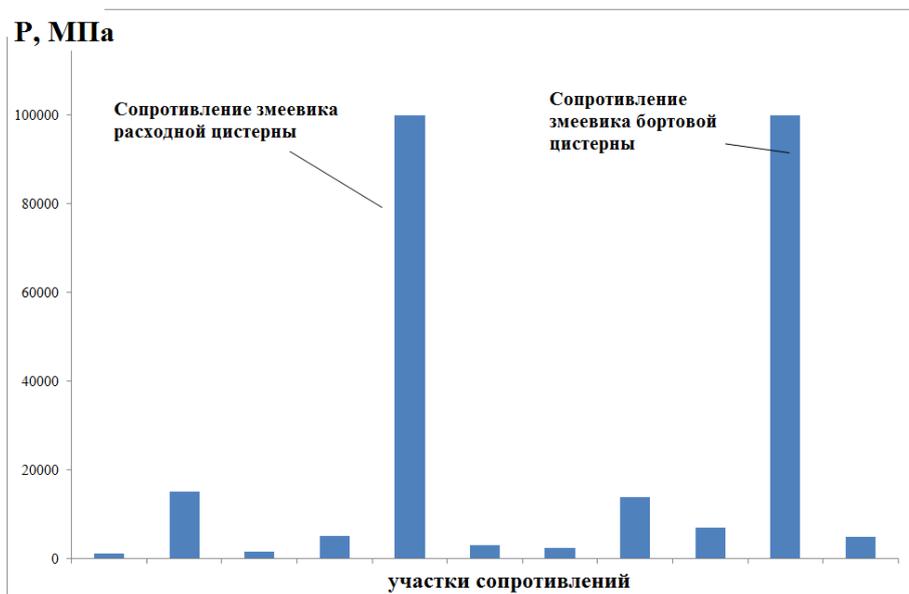


Рис.3. Сопротивления, создаваемые участками системы местного подогрева топлива

Список литературы:

1. Куренский А.В., Куренский В.Е., Грибиниченко М.В. Судовые системы и трубопроводы: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / Инженерная школа ДВФУ. — Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2015. — 202 с.
2. Куренский А.В., Куренский В.Е., Грибиниченко М.В., Куценко Н.В., Системы и трубопроводы судовых энергетических установок. Владивосток: ДВФУ, 2016 – 223 с.
3. Нечмиров В.Н., Судовые системы и трубопроводы. Владивосток: ДВГТУ, 2005 – 33с.
4. Никольский Л.П. Читаем чертежи верфи. Л.: Судостроение, 1980 – 200с.
5. ОСТ 5Р.5222-99. Стандарт отрасли. Система водяного отопления. Правила и нормы проектирования. Введ. 2000-07-01., 32 с.
6. РД 5.76.038-84. Методика гидравлических расчетов судовых разветвленных трубопроводов. Введ. 1984-07-01., 251 с.

**Гуга Никита Александрович, Баланин Алексей Павлович,
Новоселов Александр Вадимович**

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ПЕРЕКРЫТИЙ ЗДАНИЙ ИЗ СБОРНЫХ ПАНЕЛЕЙ

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Высшая школа промышленно-гражданского и дорожного строительства,
195251, Санкт-Петербург, Политехническая, 29
Научный руководитель: Аверченко Глеб Александрович*

Аннотация: Изыскание и внедрение новых типов покрытия, новых материалов, а также совершенствование существующих конструкций является актуальнейшим направлением, которое может не только существенно повлиять на долговечность объектов промышленного строительства, но и сократить финансовые и трудовые затраты.

Вполне возможно, что экспериментально-теоретическое исследование, о котором пойдет речь в нашей статье, создаст более благоприятные условия для конструирования покрытия одноэтажных промышленных зданий, что немаловажно для строительной индустрии, которая с каждым годом набирает все большие и большие обороты.

Ключевые слова: одноэтажное промышленное здание, панель, пролет, железобетонные покрытия, плитно-балочная система, панель-оболочка КЖС

Традиционные методы проектирования сборных железобетонных покрытий одноэтажных промышленных зданий из панелей на пролет и на КЖС (плиту крупноразмерную железобетонную сводчатую), и продольных балок при действии вертикальных нагрузок предусматривает отдельную работу элементов.

КЖС изображена на рис.1 и, в соответствии с [1], представляет собой короткую цилиндрическую оболочку с предварительно напряженными ребрами—диафрагмами сегментного очертания.

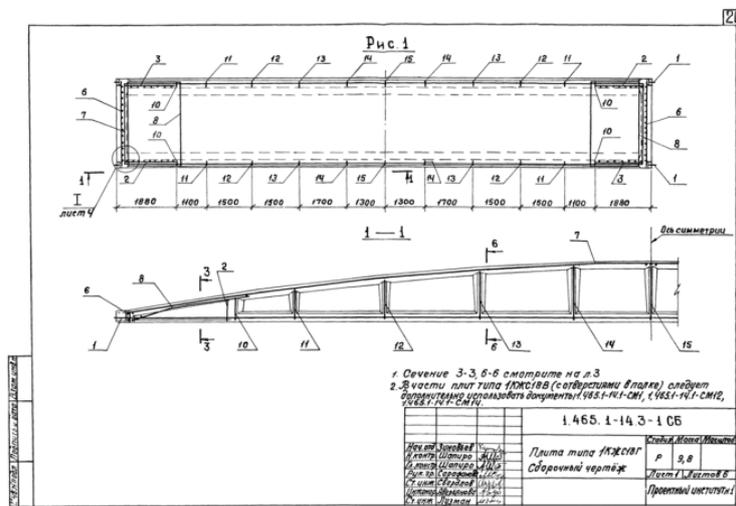


Рис. 1. Сборный чертеж плиты КЖС (Серия 1.465.14 Железобетонные плиты-оболочки КЖС размером 3x18 м для покрытий одноэтажных зданий)

Вместе с тем, исследованиями, проведенными в Санкт-Петербургском политехническом университете (СПбПУ) плитно-балочных систем установлено, что замоноличивание швов между панелями, наличие сопряжений элементов через закладные детали на сварке как количественно, так и качественно меняет характер поведения сборных пространственных конструкции под вертикальной нагрузкой.

С целью установления фактического характера работы конструкций покрытий одноэтажных промышленных зданий из панелей на пролет и разработки рекомендации по их расчету, СПбПУ совместно с организацией ООО «СтройБизнесКонсалтинг» (www.rusbim.com) было проведено экспериментально-теоретическое исследование двух фрагментов покрытий размером 6x18 и 12x18 м.

Покрытия из панелей-оболочек КЖС и продольных балок, опирающихся на колонны при замоноличивании швов между панелями и приварке закладных деталей панелей и балок между собой, представляют короткую цилиндрическую оболочку, в которой наряду с усилиями сжатия-растяжения и изгиба возникают и сдвигающие напряжения, передающиеся с панелей на опорную балку в зоне их сопряжения. Действие сдвигающих сил вызывают в опорных балках обратный изгиб, уменьшающий пролетный момент, и как следствие, позволяющий уменьшить расход арматуры и бетона балок. Данные факторы обозначаются в источниках [2] и [3].

Это обстоятельство было учтено при проектировании фрагментов покрытия для натурных испытаний.

Испытания фрагментов проводились в два этапа - без замоноличивания и с замоноличиванием швов. Загружение производилось равномерно распределенной нагрузкой, создаваемой блоками массой 190 кг. каждый. Величина ступени нагрузки составляла 0,4 кПа.

При испытаниях фиксировались прогибы опорных балок, прогибы средин ребер панелей-оболочек КЖС, деформации закладных деталей, деформации швов замоноличивания, деформации бетона по высоте сечения опорных балок и ребер панелей-оболочек КЖС.

Полученные экспериментальные данные показали, что при совместной работе элементов покрытия происходит перераспределение усилий в ребрах панелей-оболочек КЖС, прогиба опорной балки при замоноличивании швов и включение в совместную работу лишь приопорной зоны замоноличивания и послужили основой для составления расчетной схемы покрытия при его расчете методом конечного элемента (МКЭ) использованием комплексов «ЛИРА-САПР» и «SCAD».

Для проверки принятой расчетной схеме был произведен расчет методом конечных элементов при отдельной работе элементов покрытия и проведено сравнение с традиционной методикой расчета, которая подробно описывается в ресурсах [4], [5]. Сравнение показало, что принятая расчетная схема достаточно точно отражает отдельный характер работы. Для учета действительного характера работы покрытия в расчетную схему были введены элементы, учитывающие работу шва замоноличивания, податливость закладных деталей, действительные условия опирания панелей на балки и балок на колонны [6]. Результаты расчета ячейки 6x18 м приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты расчета фрагмента 6x18 м

Метод расчета	Характер работы элементов	Макс. прогиб балки, мм	Макс. момент в балке, кНм	Концевой момент в балке, кНм	P ₁ , кН	P ₂ , кН	Продольная сила в балке, кН
Традиционный	раздельный	13,31	219,9	0	73,3	73,3	0
МКЭ	раздельный	13,45	125,5	0	72,5	72,5	0
МКЭ	совместная работа	5,83	107,1	32,4	96,7	47,3	162,1

Из табл. 1 видно, что при учете совместной работы качественно и количественно меняется характер работы опорных балок.

Сравнение расчетных и экспериментальных прогибов элементов второго фрагмента (12x18 м) свидетельствует о приемлемости предлагаемой расчетной схемы (табл. 2)

Таблица 2

Результаты расчета фрагмента 12x18 м

Способ определения параметра	Опорная балка		Прогибы диафрагмы в L/2	
	Прогиб в l/4, мм	Прогиб в l/2, мм	Крайняя диафрагма, мм	Средняя диафрагма, мм
Расчет по МКЭ	9,36	12,82	27,6	14,4
Эксперимент	10,06	13,74	36,1	13,1

Заключение:

1. Принятая расчетная схема МКЭ при анализе поведения покрытия под нагрузкой дает качественную и количественную картину напряженно-деформированного состояния элементов, подтвержденную экспериментальными исследованиями.

2. Сравнение полученных результатов с характеристиками напряженно-деформированного состояния при традиционном расчете свидетельствует об их существенном различии.

3. Учет конструктивного взаимодействия элементов позволяет использовать резервы несущей способности типовых элементов покрытий (в частности, опорных балок).

Список литературы

1. Шерешевский И. А. Конструирование промышленных зданий и сооружений. — Л., Стройиздат, 1980. - 168 с.

2. Квитко А.В., Борщев О.И., Аверченко Г.А., Васильев А.О. облегченное межэтажное перекрытие. Патент на полезную модель RU 145332 U1, 20.09.2014. Заявка № 2014111861/03 от 27.03.2014.

3. Кутухтин Е.Г., Коробков В.А. Конструкции промышленных и сельскохозяйственных зданий и сооружений. — М., Стройиздат, 1995. - 272 с.

4. Pavlenko A., Mishakova A., Pertseva O., Olekhnovich Y., AVerchenko G., Ivanova V. Feasibility of using of accelerated test methods for determination of frost-resistance for concrete. В сборнике: E3S Web of Conferences. Key Trends in Transportation Innovation, КТТИ 2019. 2020. С. 06035.

5. Колчунов Б.И. Деформирование и трещиностойкость железобетонных панелей-оболочек на пролет коммуникационного типа. -В кн.:

Лисейцев Юрий Леонидович

ФИБРОБЕТОНЫ ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

*Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток
Научный руководитель: к.т.н., доц. Федюк Роман Сергеевич*

Аннотация: Как известно строительство автодорог одна из самых развивающихся отраслей в нашей стране. Именно в этом направлении появляются все новые и новые материалы.

Ключевые слова: фибробетон, дорожное покрытие, композиционное вяжущее, строительство.

Забота о жизни и здоровье человека с позиций системы «человек-материал-среда обитания», должна учитываться еще на этапе производства материалов. Снижение расхода клинкерного сырья и энергоемкости изготовления материалов, а также утилизация промышленных отходов являются важнейшими шагами на этом пути.

Таким образом, представляется целесообразной разработка фибробетонов с учетом повышения их эффективности за счет применения перспективных композиционных вяжущих с использованием местного сырья и отходов производства.

Основной целью работы является разработка композиционных вяжущих и на их основе с заданными физико-механическими свойствами и эксплуатационными характеристиками, необходимыми для строительства автомобильных дорог и взлетно-посадочных полос для аэродромов.

Для достижения поставленной цели решаются следующие **задачи**:

- изучение вещественного состава, строения и качественных характеристик исходных материалов;
- подбор оптимального состава и параметров изготовления композиционного вяжущего с учетом обеспечения требуемых физико-механических и эксплуатационных характеристик фибробетонов;
- выявление механизма структурообразования фибробетонов на композиционном вяжущем с применением золы-уноса;
- подготовка нормативно-технической документации, внедрение результатов теоретических и экспериментальных исследований в промышленное производство и учебный процесс.

Предложена технология производства композиционных вяжущих с возможностью применения ее на заводах сухих строительных смесей и бетонных заводах с минимальным переоборудованием производственных мощностей.

Фибробетон - один из лучших стройматериалов для строительства, автодорог и аэродромов. Все фибробетонные смеси в сравнении с обычным бетоном или железобетоном имеют ряд преимуществ. Анализ многолетнего использования материала позволяет выделить множество плюсов фибробетона:

1. Прочность и устойчивость к нагрузкам. Наличие внутри бетона-матрицы равномерно распределенной фибры повышает прочностные свойства бетонной смеси на 50%. Наиболее высокие показатели имеют сталефибробетон и стеклофибробетон. Эти материалы успешно используются для строительства автодорог и взлетно-посадочных полос, на который воздействуют постоянные интенсивные нагрузки.

2. Химическая нейтральность и стойкость к агрессивным средам.

3. Отсутствие трещин при усадке. Фиброволокна в составе фибробетонной смеси на 30-50% повышают показатели упругости. При застывании на бетоне не образуется трещин.

4. Отличная водонепроницаемость и морозоустойчивость. В классическом бетоне любого класса всегда имеются микропустоты, которые в процессе набора прочности заполняются водой. При минусовых температурах вода замерзает и разрушает структуру бетона. Внутри фибробетона микропустоты на 90% заняты фиброй, поэтому материал поглощает минимум влаги, обладает повышенной морозоустойчивостью.

5. Увеличенный срок эксплуатации. Низкая истираемость - существенное достоинство всех видов фибробетов. Благодаря высокому уровню адгезии между фиброволокном и цементным связующим пылеобразование (истираемость)

фиброматериала в 3-10 раз ниже. Фибробетонные полы и конструкции служат значительно дольше, не требуют ремонта и реконструкции.

6. Снижение затрат и высокая продуктивность работ. Применение фибробетона снижает затраты на строительство за счет отсутствия необходимости армирования и уменьшения толщины слоя заливки. Работы по заливке фибробетонной смеси выполняются быстро благодаря минимальному времени затвердевания.

Фибробетонные смеси имеют только один минус - сравнительно высокая цена 1 м³. Однако этот недостаток легко компенсируется всеми перечисленными достоинствами.

Известно, что вклад цементной промышленности в глобальную эмиссию парниковых газов, особенно CO₂, составляет 7-10%; это третья наиболее энергоемкая отрасль. В частности, при производстве 1 т клинкера, в атмосферу выбрасывается 0,97 т углекислого газа. Замена цемента другими вяжущими веществами (особенно, с применением отходов производства) позволяет снизить выброс парниковых газов в атмосферу.

Одной из наиболее перспективных технологий строительных материалов, использующих в качестве сырья промышленные отходы, является производство композиционных геополимерных вяжущих на основе пылевидных отходов дробления шлаков.

Авторы [1-3] дали более подробную информацию в своей модели для геополимеризации золы-уноса. Эта модель предполагает, что большинство частиц золы-уноса состоит из полых сфер, которые имеют оболочку, внутри которой расположены более мелкие частицы золы-уноса. Они предположили, что щелочной раствор начинает растворять зольную частицу в тот момент, когда оболочка частиц разрушается, образуя отверстие, а затем раствор входит внутри частицы, и реакции начинаются в обоих направлениях извне и внутри, а внутренние частицы начинают реагировать. Продукты реакции начинают заполнять пространство и сливаются на поверхности непрореагировавших частиц золы-уноса, что предотвращает дальнейшие реакции и процессы замедления и контролируется диффузионным процессом.

Производство и применение строительных материалов на основе промышленных отходов эффективно, если выпускаемые материалы имеют достаточно высокую долговечность. По оценкам различных исследователей, фибробетоны, применяемые для строительства автодорог и взлетно-посадочных полос, на основе композиционных вяжущих с применением портландцемента и золы-уноса характеризуются более высокой эксплуатационной стойкостью по отношению ко многим видам воздействий окружающей среды. Наиболее часто встречающейся причиной разрушения фибробетонов общестроительного назначения от воздействия окружающей среды в Приморском крае является морозная деструкция цементного камня в результате попеременного замораживания и оттаивания в насыщенном водой состоянии. Этот процесс в несколько раз ускоряется при использовании противогололедных средств, что характерно для бетонов автодорожных сооружений.

Таким образом, применение фибробетонов с композиционным вяжущим при строительстве автодорог и взлетно-посадочных полос улучшают прочностные показатели материала и улучшают конечный результат.

Список литературы:

1. Свинцов А.П., Федюк Р.С., Амири Р., Рукосуева А.А. Оценка надежности несъемной опалубки из цементно-стружечных плит // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2019. № 8 (728). С. 79-95.

2. Федюк Р.С., Козлов П.Г., Мочалов А.В., Панарин И.И., Тимохин Р.А., Лисейцев Ю.Л. Повышение эффективности городских подземных сооружений в качестве объектов гражданской обороны // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. 2019. Т. 20. № 1. С. 28-36.

3. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Ильинский Ю.Ю., Ибрагимов Д.И. Энергетическая эффективность в строительстве как критерий экологической безопасности // Современное естествознание и охрана окружающей среды Труды Международной молодежной конференции. 2013. С. 132.

к.и.н. Оселедец Александр Георгиевич¹,

д.и.н. Тушков Александр Анатольевич²

ГОРОД КАК ОБЪЕКТ КОМПЛЕКСНОГО ПАРАДИГМАЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ

¹Дальневосточный федеральный университет, военный учебный центр

²Владивостокский государственный университет экономики и сервиса,
кафедра международных отношений и права

Научный руководитель: Козлов Павел Геннадьевич

Аннотация: В предлагаемой статье авторы исследуют некоторые парадигмальные подходы в проблематику урбанистики. Город – это и экология, и экономика, и повседневная жизнь, и макросоциальные процессы, и многое другое. Исследование авторами некоторых парадигмальных подходов дает возможность более полного представления о полном комплексе проблем урбанистики.

Ключевые слова: вечная мерзлота, подземное пространство, мерзлые породы, радиация, полезные ископаемые.

Город являлся и является объектом изучения многих научных дисциплин. В нём сфокусировались все сферы жизнедеятельности человека. В нём человек живёт, работает, саморазвивается как личность в психологическом, социальном и метафизическом планах. Город с древнейших времён являлся локусом концентрации Истории и Культуры. Многоаспектность научной литературы о городе – первая характерная черта урбанистики. Многие ученые, в зависимости от своих профессиональных интересов, акцентируют внимание на разных аспектах городской жизни, но у всех, кто значительное время занимается городом, появляется широта интересов и разнообразие проблематики. И эти

урбанистские концепции всё более приобретают социологический характер: город понимают в последнее время не столько как форму поселения и производства, сколько как форму сообщества, как тип социальности, сущностной чертой которой является интеграция разнообразных видов жизнедеятельности в единую саморазвивающуюся систему с собственными механизмами поддержания устойчивости и порядка.

Но эта система состоит из относительно автономных и гомогенных подсистем: территориально-поселенческой, экономической, символической и др. Поэтому для описания и изучения города используются знания и теоретические схемы других наук. В том числе используются и естественно-научные знания, прежде всего география и математика. Авторы поставили задачу исследовать некоторые парадигмальные подходы в проблематику урбанистики, которые дают возможность о ее всестороннем представлении.

Одной из первых парадигм, представленных авторами в данной статье, это – производственно-экономическая парадигма. Для его полного рассмотрения необходимо рассмотреть с точки зрения дифференциации труда как социальной основы города, который был выдвинут и аргументирован Э. Дюркгеймом. Он первым высказал и аргументировал мысль, что профессиональное разделение труда – основа урбанизации и прогрессивного развития общества, неизбежный и магистральный путь истории. Этой точки зрения и сейчас придерживается значительное число урбанистов. Две дюркгеймовских идеи продолжают жить и развиваться в урбанистике:

- 1) город как уплотнение пространства жизнедеятельности и интенсификация взаимодействия;
- 2) город как новая форма социокультурной интеграции, как переход к обществу другого типа.

Первая идея детально и всесторонне была проработана Л. Виртом, который писал: «Таким образом, чем больше население, чем выше его плотность и чем более неоднородно общество, тем в большей степени сконцентрированы в нём характеристики урбанизма» («Урбанизм как образ жизни»). Он выделял черты городского образа жизни, обусловленные характеристиками плотности пространства жизнедеятельности.

Функциональное разделение труда – основа появления и динамики изменений городов. Предметом социологии являются социальные последствия конкретных ситуаций, возникающих на этой основе. Информация о конкретной специфике производственно-функциональной ситуации в городе и регионе является составной частью социологической диагностики городской жизни.

Вторая идея живёт в социологии как раздумья о сущности и судьбе цивилизации, которая самым непосредственным образом связана с городом и урбанизацией. Разумеется, истоком цивилизации было не только разделение труда. Размышляя о механизмах перехода от одного типа общества к другому, известный отечественный урбанист Э.В. Сайко пишет, что город явился решающим (а не одним из) фактором перехода к цивилизации, поскольку именно на базе профессионального разделения труда в городах возникли:

- 1) кооперации как особый тип сообществ,

2) стоимостной механизм взаимодействия,

3) преодоление обычая и возникновение институционального механизма интеграции.

Время Дюркгейма – это также время бурного развития промышленности. В силу этих двух обстоятельств формируется представление о городе как производственном организме, как функциональной системе. Но опять же по мере дифференциации труда, система города начинает утрачивать производственно-функциональный характер, становится всё более гетерогенной в социокультурном плане.

Вторая парадигма, представленная авторами в данной статье, это – социокультурная парадигма. Для ее полного представления необходимо подойти, во-первых, с методологических принципов.

1. Город – форпост цивилизации. Возникновение города рассматривается с позиций культурного детерминизма, как результат наложения ряда культурно-исторических обстоятельств, что привело к возникновению принципиально новой (по сравнению с традиционно-архаической) культуры и общества как особого типа социальных отношений, которые можно обозначить как «западные», цивилизационные, «рациональные».

2. Город – исторический полигон социальных инноваций. Город появляется в ситуации разложения сложившихся социальных структур и ослабления традиции как регулятивного механизма. Сущностная черта среды городской жизни – социокультурная гетерогенность: население города складывается и пополняется за счёт мигрантов – представителей различных социальных слоёв и культурных ориентаций.

3. Город – континуум коммуникации сообществ, различных по своей символической и организационной структуре. Социокультурная гетерогенность населения города с необходимостью порождает новые принципы и механизмы коммуникации как процесса согласования представлений и действий. Цивилизационными принципами взаимодействия становятся: формальное равенство всех членов городского сообщества, делегирование полномочий и создание специальной системы и органов управления, основанных на принципе саморегуляции; оценка деятельности человека на основании его личных заслуг и личного вклада в жизнь города как «совместного предприятия».

Часть парадигм авторы объединили в третью группу, которую обозначили как классические теории социокультурной парадигмы. Здесь необходимо понять, что существует недостаточность традиционных подходов в определении понятия и сущности города. К середине XIX в. сложились две основные теории города, влияние которых и сейчас довольно существенно: «бурговая» и «рыночная».

Первая теория основывается на тезисе, что города возникали как крепости, опорные пункты защиты от врагов. В дальнейшем они трансформировались в административно-политические центры окружающих территорий, поскольку являлись местом проживания политических лидеров и знати. Основной социальной функцией города в этом контексте является управление территорией.

Вторая теория акцентирует внимания на экономических основаниях появления города. Город возникает на месте пересечения путей сообщения и по мере развития экономики развивается как торговый и транспортный центр. И сейчас в урбанистике экономическая составляющая объяснения урбопроцессов представлена наиболее широко, разумеется, с учётом специфики современной экономики и современных технологий (например, М. Кастельс).

На основании этих теоретических предпосылок сформулировано наиболее распространённое в литературе определение города, данное ещё в конце XIX века немецким географом Ратцелем: город – концентрированное поселение людей, занятых несельскохозяйственной деятельностью.

Спецификой города как социально-поселенческой общности являются два эмпирически наблюдаемых и измеряемых признака:

1) концентрация населения и вытекающая отсюда его плотность, особая архитектура и технические средства коммуникации;

2) концентрация производства и обслуживающей её инфраструктуры: технической, экономической, информационной, культурной, бытовой, рекреационной.

Эти признаки города вплоть до недавнего времени рассматривались как базовые, определяющие сущность города и лежащие в основе процессов и специфики городской жизни. Однако, при всей очевидной наблюдаемости этих признаков, всегда были проблемы их количественного измерения, точнее – их критерия, например, минимальное количество жителей города, число жителей на единицу территории и др. Другая проблема количественного изучения города, особенно современного, обусловлена спецификой современной технологии производства – ростом её информационно-культурной составляющей. Одной из тенденций современного урбанизма является «растекание» производства и инфраструктуры по неопределённому пространству и в неопределённом направлении, что порождает новые определения города: мегаполис, урбанизированная зона и др.

Таким образом, количественные характеристики не могут являться единственным и исчерпывающим основанием для определения и изучения города. В настоящий момент окончательно отрефлексировано то обстоятельство, что городская среда и жизнь горожанина имеют качественные социокультурные особенности, характеризующие специфику взаимодействия и поведения. Город является не просто формой поселения, а социокультурным феноменом, т.е. явлением, возникшим, в том числе, и под воздействием культурно-мировоззренческих, ценностных обстоятельств. Город как социокультурный феномен обладает такими эмерджентными свойствами, которые порождают специфические особенности городского образа жизни.

Первым исследовал город в этом направлении был М. Вебер. Говоря о недостаточности указанных выше теориях, он обращал внимание на следующие обстоятельства и приводит следующие контраргументы.

1) Укреплёнными районами с военным гарнизоном были в древности не только вотчины князей. Некоторые из них стали городами, некоторые нет.

Политические и административные центры нередко меняли своё географическое положение, а судьба поселений складывалась по-разному.

2) В самой вотчине отсутствовал ряд черт городского образа жизни: специализации деятельности и расширенного экономического воспроизводства; политической самостоятельности населения; формального права и независимой организации судопроизводства; отношений личной независимости.

3) Сам по себе рынок не порождает город. Рыночные сезонные поселения всегда были в сельской местности.

4) Ремесло и торговля первоначально не являлись самостоятельными видами деятельности и не имели своей целью расширенного производства, а обслуживали военных, сакрально-идеологическую деятельность и личные потребности знати.

М. Вебер полагал, что предпринимательство как вид деятельности и соответствующий социальный слой появились не в связи с развитием ремесла и торговли, а возникли в особой социокультурной ситуации города как культурно-исторического феномена.

Вторым, кто исследовал город в этом направлении стал Ф. Тённис. По его мнению, город – как «общественная» социальность. Идея формальной рациональности как основы нового типа отношений, проявивших себя особенно ярко в городах, является одной из центральных в социологии Ф.Тённиса. Он предложил различать два типа социальности: «общинность» («Gemeinschaft») и «общественность» («Gesellschaft»).

«Gemeinschaft» как идеальный тип традиционного сельского общества характеризуется следующими чертами:

1) доминирующей формой отношений является непосредственный контакт;

2) механизмами регуляции взаимодействия являются личный пример и традиция;

3) основой социального положения является приобретённый по родству статус;

4) субъектом социального действия является «самость», действующая на основе личных убеждений, формирующихся в процессе первичной социализации;

5) основой взаимодействия являются: кровное родство, соседство, дружба.

«Gesellschaft» как идеальный тип нового, городского общества характеризуется следующими чертами:

1) доминирующей формой отношений являются специализированные безличные отношения, основанные на расчете;

2) механизмами регуляции взаимодействия являются формальная нормативность и деловая этика;

3) основой социального положения является достигаемый статус, индивидуально-личные достижения;

4) субъектом социального действия является «лицо», действующее на основе формального механического единства с другими;

5) основой взаимодействия являются формальные организации и контракт.

Для полного представления социокультурной парадигмы необходимо во-вторых, рассмотреть чикагскую школу социальной экологии, которая рассматривает город как среду обитания.

Методологический анализ данной концепции проделан отечественными социологами С.П. Баньковской и О.Н. Яницким. Формирование социально-экологической концепции Р. Парка, Э. Бэрджесса, Р. Маккензи происходило в условиях тесной связи исследовательских задач с конкретными проблемами города. Участие студентов и профессоров университета в разного рода городских реформах обеспечивало чувство особого, «интимного» отношения к городу.

Складывавшаяся социальная ситуация ставила практическую проблему согласия, общетеоретическую проблему коммуникации, социологическую проблему взаимодействия социальных образований со средой их обитания.

Социально-экологическая концепция, примененная Парком – Бэрджессом – Маккензи к конкретному объекту – городу, явилась теоретической реакцией на эту ситуацию. В то же время на размышления данных авторов о городе (и обществе в целом) оказали влияния и определённые теоретические традиции: в первую очередь – прагматизм Дж. Дьюи и интеракционизм Дж. Мида (на которого оказал влияние В. Дильтей – «философия жизни», а также философия В. Виндельбанда – «неокантианство» с тезисом о различии наук о природе и наук о духе). Социальное поведение представлялось ими как процесс межличностного взаимодействия на основе индивидуального опыта, понимаемый как целостность, взаимосвязь, изменчивость, уникальность, непрерывность природного и социального, органического и психического, субъективного и объективного.

Социальная среда выступает как результат взаимопроникновения всех трех уровней социальной интеграции – культурного, социального и личностного. Социальность этой среды определяется каждой последующей ситуацией взаимодействия различных ее компонентов и не может быть сведена к какому-либо одному из них. Ситуативность социальной организации позволяет экологам не отвечать на вопрос о том, что является в ней доминирующим – согласие или конфликт. Соревновательные, комплиментарные, хищнические, паразитические и просто безразличные отношения – все они равно теоретически возможны в экологическом сообществе. Среда обуславливает возможности и устанавливает пределы для социального и психологического существования и развития.

Для всех горожан, хотя и в разной степени, характерна ситуация маргинальности – неопределённости статусного и социокультурного пространства. В условиях гетерогенной городской среды эта ситуация преодолевается через социальное конструирование сообществ, перманентный процесс которого порождает особый городской «коммуникативный дух»: взаимообмен значениями и смыслами, нормами и моделями поведения, которые опредмечиваются в архитектонике городской среды. Экологическая организация города – совокупность предметных условий существования и развития «коммуникативного духа», «коммунальное предприятие» (Р. Парк) – систематически предпринимаемые действия для достижения согласия очень

разных людей, проживающих совместно на небольшой территории. Предметная среда города обладает высоким уровнем символичности: в ней закодированы программы поведения. Материальное пространство города превращается в овеществлённые атрибуты сообществ. Городская среда – социокультурная экология горожанина, и разрушение её приводит к деформации личности и наоборот. Таков главный урок Чикагской школы.

Для представления социокультурной парадигмы необходимо в-третьих, рассмотреть предпосылки формирования городского пространства коммуникации:

1. Определечивание культурного текста и информатизация среды. В городах произошло изменение способов производства, хранения и передачи социокультурной информации: норм, целей и моделей жизнедеятельности и взаимодействия. Традиционный способ производства может быть назван антропологическим – репродукция естественных потребностей в форме простого воспроизводства.

2. Расчленение информационного потока на массовый и институциональный. Социокультурная информация в традиционном обществе была обращена к бесструктурной аудитории – ко всем и по своему содержанию была гетерономна – каждый человек получал одинаковую информацию. В культурно-гетерогенном и функционально-дифференцированном сообществе информация по необходимости приобретает специализированный характер, становится обращённой к отдельным социальным группам.

3. Изменение статусного основания мотивации в силу перехода структурной доминанты от аскриптивных – к дескриптивным статусам и ролям. Общей стратегией жизни в традиционном обществе было продолжение «дела» родителей, конкретного сообщества, к которому принадлежал индивид, образа жизни рода. Поведение определялось имеющимся, полученным от рождения, дарованным, присвоенным статусным набором – «приписываемым статусом» (*askriptive status*). Социальное положение горожан было маргинальным – они потеряли связи, а значит и идентификацию с родными сообществами. Социальная идентификация по необходимости превращается в самоидентификацию на основании достигнутого в жизни, становится самописанием, дескрипцией (*descriptive status*). Вектор коммуникации становится обращённым к смысловому творчеству и социальным инновациям. Это явилось коммуникативной базой индивидуалистического типа личности и характера мотивации.

Для представления социокультурной парадигмы необходимо в-четвертых, рассмотреть специфику коммуникативного пространства города:

1. Наличие универсально-значимой системы коммуникации, первоначально на базе письменности.

2. Нормативная и статусная динамика, дающая возможности индивидуального продвижения, но в тоже время, порождающая нестабильность социального положения.

3. Увеличение роли СМИ, символических технологий, имиджевых структур в оформлении мотивации поведения, виртуализация пространства.

4. Интенсификация потребительства как основания мотивации и увеличение значимости потребительских ориентаций для идентификации и определения статуса.

5. Возрастание символической динамики артефактов, приводящей к ценностно-символической и нормативной дезадаптации в поведении.

6. Возрастание социопространственной мобильности и усиление личностно-интерпретативного характера локализации среды обитания.

Подводя итог парадигмальных подходов в проблематику урбанистики, необходимо сделать следующий вывод.

Город является системой комплексов проблем, для исследования которого необходимо подойти с точки зрения научного подхода, который объединяет такие отрасли науки, как экология, экономика, социология, математика, экономика и др.

Для представления о системе, которая подразумевает такое понятие, как «город», необходимо уяснить, что он представляет повседневную жизнь и макросоциальные процессы, а также многое другое. Исследование авторами некоторых парадигмальных подходов дает возможность более полного представления о полном комплексе проблем урбанистики.

Акопян Арман Каренович

ДЕФОРМАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ И ПОРЯДОК ИХ ВЫЯВЛЕНИЯ

*Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток
Научный руководитель – Федюк Роман Сергеевич, к.т.н., доц.*

Аннотация: В данной статье рассматриваются виды деформаций зданий и сооружений. Приведены распространенные методы и порядки выявления зданий и сооружений, рассмотрены характеристики деформаций фундамента и основные причины их появления.

Ключевые слова: строительство, здания и сооружения, деформации.

Значительное место в современной практике инженерных работ занимает наблюдение за деформациями зданий и сооружений, ведь ни одно строительство не обходится без измерений деформаций, а в процессе стройки более крупных сооружений наблюдения могут продолжаться весь период эксплуатации, ведь о величины происходящих деформаций зависит их устойчивость и нормальный режим технологического процесса. Но при этом сложность и объем наблюдений, требования к точности их производства возрастают ежегодно.

Деформации оснований сооружений происходят за счет перемещения частиц грунта, их сжимаемости. Основные факторы, которые влияют на сжимаемость грунта:

- 1) Величина сжимаемой толщи и пористость;
- 2) Размер, форма, вес фундамента;

3) Распределение давления по подошве фундаментов, конструктивная жесткость;

4) Материал, тип надфундаментных конструкций;

5) Природные факторы (просадка, пучение, изменение влажности пород, грунтовых вод) и др.

Выделяют следующие виды деформаций: осадка, набухание и усадка, оседание, подъем (или выпучивание), перемещение в сторону.

Вертикальные деформации оснований зданий и сооружений делятся на осадки и просадки.

Просадка — это сложный процесс, описывающий сильное изменение структуры грунта, его подвижки.

Осадки — медленная, сравнительно небольшая деформация, которая происходит в результате уплотнения грунта под действием силы тяжести здания или сооружения. Математическая характеристика осадок выражается величинами перпендикуляров, которые опущены с начальной горизонтальной плоскости (образованной подошвой фундамента) до пересечения с деформированной поверхностью. Если отрезки этих перпендикуляров равны — осадки равномерны, если не равны — осадки неравномерны.

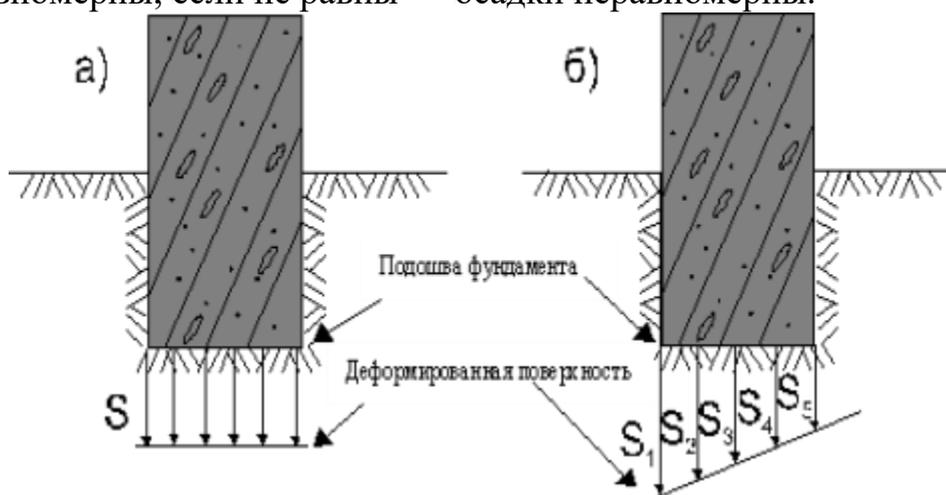


Рис. 1. а) равномерные осадки; б) неравномерные осадки

Равномерные осадки происходят в тех случаях, когда давление веса сооружения и сжимаемость грунтов во всех случаях основания под фундаментом одинаковы. Неравномерные осадки происходят в результате различного давления частей сооружения и неодинаковой сжимаемости грунтов под фундаментом, что, в свою очередь, вызывает разного рода перемещения и деформации в надфундаментальных конструкциях. В реальности равномерных осадок почти не бывает, т. к. геологическое строение основания и в вертикальном, и в горизонтальном направлениях даже на незначительных площадях неоднородно. Равномерные осадки не снижают прочности и устойчивости сооружений, но большие по величине равномерные осадки могут вызвать при эксплуатации сооружения осложнения, способствовать появлению новых нежелательных деформаций. Неравномерные осадки являются более опасными для сооружений. Например, даже незначительный наклон высокого

сооружения может вызвать нарушения при эксплуатации лифта, привести к перенапряжениям в несущих конструкциях. Опасность больше, если значительнее разность осадок частей сооружений, чувствительнее к осадкам конструкции частей. В случае, когда сжимаемость грунтов под фундаментом неодинакова или нагрузка, которая приходится на грунт — различна, возникают деформации — смещения, кручения, которые внешне могут проявляться в виде трещин, разломов.

Глаголев Евгений Сергеевич

ПРИМЕНЕНИЕ НАПОЛНИТЕЛЯ ИЗ ЦЕМЕНТНОЙ МАТРИЦЫ БЕТОННОГО ЛОМА В КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ

*Белгородский государственный технологический университет им.
В.Г.Шухова, кафедра строительного материаловедения, изделий и
конструкций, Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, 46*

Аннотация: В работе исследована возможность применения тонкодисперсного наполнителя из цементной матрицы бетона в композиционных вяжущих. Установлено, что оптимальное количество микронаполнителя составляет 5-15 %, с ростом концентрации наполнителя в системе до 20 % наблюдается снижение прочности при сжатии цементного камня. Рациональная степень измельчения микронаполнителя с точки зрения экономичности и эффективности составляет около 500 м²/кг.

Ключевые слова: бетонный лом, цементная матрица, наполнитель, вяжущее.

Исследования специалистов показывают, что применение в оптимальных дозировках тонкодисперсных наполнителей повышает прочность наполненного цементного вяжущего [1-4]. Однако вопрос о влиянии степени дисперсности измельченной добавки из бетонного лома изделий и конструкций, изготовленных по 3D-технологиям, и степени наполнения вяжущего на свойства композиционного цемента малоизучен [5-6]. Этому вопросу посвящены данные исследования.

Для исследований в качестве вяжущего использовали ЦЕМ I 42,5 Н ($S_{уд}=420$ м²/кг), в качестве минеральных наполнителей использовали отсев дробления бетонного лома 3D-печати, полученного в лабораторных условиях, в виде пылевидного цементного камня, измельченного до удельной поверхности 500, 700, 900 м²/кг. Для контрольных составов использовали тонкодисперсный кварцевый песок ($S_{уд}= 500, 700, 900$ м²/кг). Содержание минерального наполнителя в вяжущем составляло 5, 10, 15 и 20 %. Водопотребность цементного теста находилась в диапазоне 0,27–0,28, твердение образцов 3х3х3 см происходило в нормальных воздушно-влажностных условиях. Для исследования особенностей формирования структуры цементного камня использовали РЭМ TESCAN MIRA 3 LUM.

Прочность цементного камня из тонкодисперсной цементной матрицы бетонного лома с ростом удельной поверхности от 500 до 900 м²/кг возрастает от 7,44 до 21,77 МПа за 7 сут твердения, от 10,67 до 30,10 МПа через 28 сут твердения, соответственно (рис. 1). Прочность цементного камня из измельченного бетонного лома невелика и достигает через 28 сут твердения 4,50-11,12 МПа в зависимости от удельной поверхности 500- 900 м²/кг.

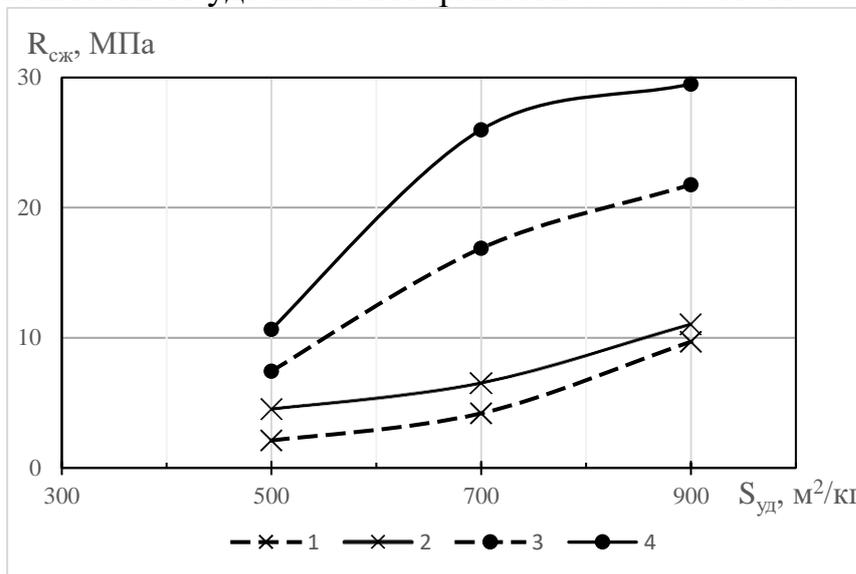


Рис. 1. Прочность тонкодисперсных добавок в зависимости от удельной поверхности: 1- бетонный лом (7 сут); 2- бетонный лом (28 сут), 3- цементная матрица бетонного лома (7 сут); 4- цементная матрица бетонного лома (28 сут)

На основании данных, приведенных на рис. 1 можно предположить, что пылевидная фракция бетонного лома, обладающая способностью к самостоятельному твердению, будет активно участвовать в формировании прочности цементной системы. Результаты исследований, подтверждающих высокую эффективность использования наполнителя из тонкодисперсной цементной матрицы бетонного лома в композиционных цементах приведены на рис. 2.

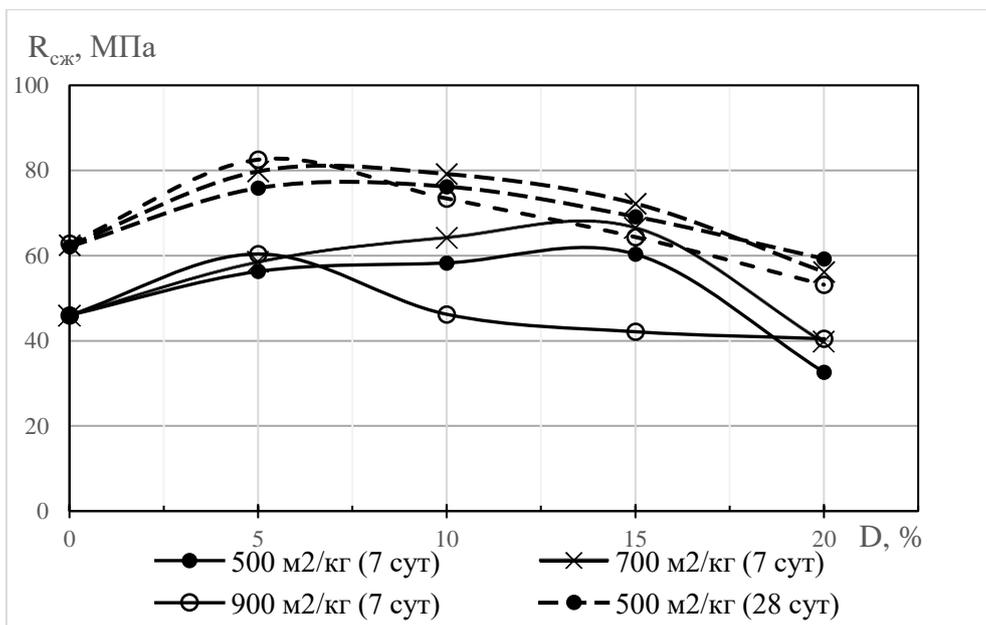


Рис. 2. Влияние удельной поверхности тонкодисперсной цементной матрицы бетонного лома на прочность при сжатии цементного камня

Результаты испытаний показали, что в зависимости от концентрации и дисперсности микронаполнителя из цементной матрицы бетона прочность при сжатии образцов цементного камня возрастает на 16-22 % через 7 сут твердения и на 19-27 % через 28 сут твердения в диапазоне дозировок 5-15 % по сравнению с чистым цементным камнем (рис. 2).

Следует отметить, что повышение удельной поверхности пылевидной цементной матрицы от 500 до 700 м²/кг дает незначительный прирост прочности через 7 сут – 3-5%, а через 28 сут – 5-7 %. Повышение удельной поверхности до 900 м²/кг привело к снижению прочности композиционного вяжущего в диапазоне дозировок 10-20 %. Установленная зависимость сохраняется в возрасте 7 и 28 сут.

Положительное влияние тонкодисперсной цементной матрицы бетонного лома на прочность композиционного вяжущего обусловлено тем, что микрочастицы CSH-фазы выступают более эффективными подложками для кристаллизации гидратных фаз, по сравнению с частицами применяемого вяжущего, так как происходит эпитаксиальное срастание гидратных фаз наполнителя и формирующейся цементной матрицы благодаря их близкой химической природе, что сопровождается значительным снижением энергии образования кристаллизационных центров. Тонкодисперсные частицы цементной матрицы выполняют не только функцию эффективных центров кристаллизации, но и параллельно осуществляют заполнение пор, что приводит к повышению компактности и однородности структуры (рис. 3), обеспечивающей получение бетонов высокой плотности и прочности, при этом самое активное участие принимает негидратированная часть клинкера.

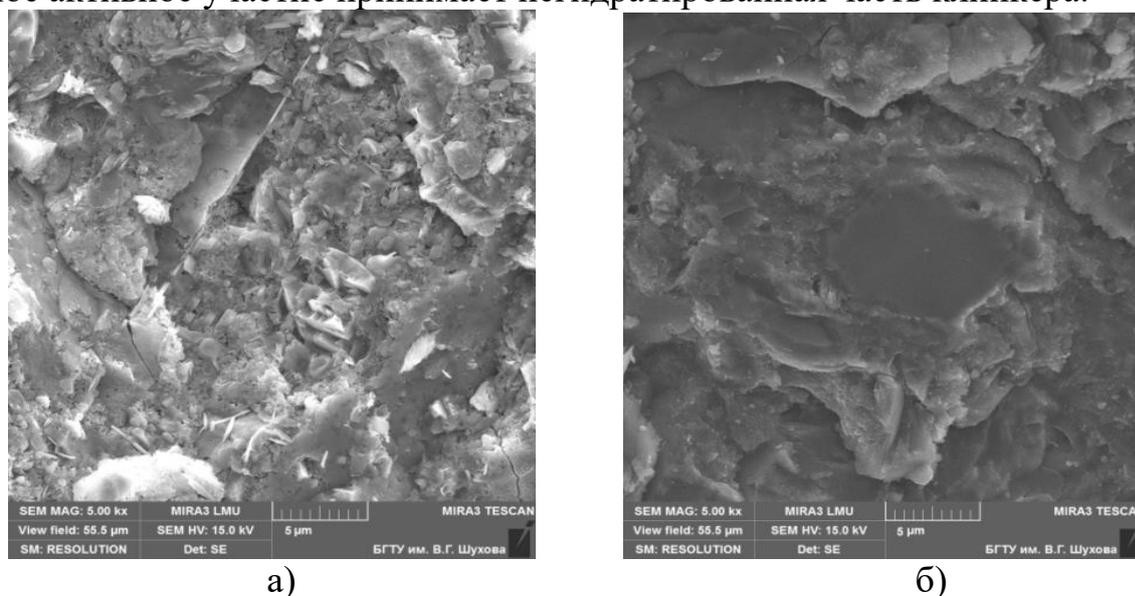


Рис. 3. Микроструктура цементного камня: а) портландцемент, б) портландцемент+15 % микронаполнителя

Особенности микроструктуры гидратированных вяжущих согласуются с данными физико-механических испытаний. В цементном камне из

композиционного вяжущего ПЦ+15% с микронаполнителем из цементной матрицы бетонного лома более четко выражены слои чешуйчатых новообразований, расположенных параллельными слоями микро- и наноразмерного уровня (рис. 3, б). Частицы микронаполнителя принимают активное участие в процессе эпитаксиального срастания с гидросиликатами кальция формирующейся цементной матрицы, образуя плотные слои благодаря их близкой химической природе. Происходит формирование плотной матрицы с образованием устойчивых слоев гидросиликатов кальция. Микроструктура цементного камня из чистого портландцемента представлена плотной компактной массой (рис. 3, а), выделяются отдельные агрегаты, сформированные частицами микроразмерного уровня.

Выводы.

Наибольшей прочностью на сжатие (выше на 19-27 %) характеризуются композиционные вяжущие, содержащие 5-15 % микронаполнителя из тонкодисперсного цементного камня бетонного лома по сравнению с бездобавочным цементом, что обусловлено высокими показателями физико-химического сродства с компонентами формирующейся цементной матрицы, способствующих дополнительному созданию центров кристаллизации, чем у традиционных тонкодисперсных минеральных добавок. Применение пылевидной фракции бетонного лома в качестве тонкодисперсной минеральной добавки в портландцемент кроме повышения физико-механических свойств бетона позволяет попутно решать экологические и экономические задачи

Список литературы:

1. Лесовик В.С. Геоника (геомиметика). Примеры реализации в строительном материаловедении // Монография: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова. 2016. 287 с.
2. Лесовик В.С. Интеллектуальные строительные композиты для 3D-аддитивных технологий // Сб тр. научно-практ. конф. к 85-летию Баженова Ю.М.: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. С. 356-362.
3. Рахимбаев Ш.М., Тольпина Н.М., Хахалева Е.Н., Тольпин Д.А. Влияние вида и содержания наполнителя на коррозионную стойкость порошковых бетонов // Сб. тр. конф. «Наукоемкие технологии и инновации»: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. С. 345-350.
4. Хердтл Р., Дитерманн М., Шмидт К. Долговечность бетонов на основе многокомпонентных цементов // Цемент и его применение. 2011. №1. С. 76-80.
5. Красильникова Н.М., Кириллова Е.В., Хозин В.Г. Вторичное использование бетонного лома в качестве сырьевых компонентов бетонного лома // Строительные материалы. 2020. №1-2. С. 56-65.
6. Кононова О.В., Добшиц Л.М. Свойства цементного камня при различной дисперсности цемента и наполнителя // Цемент и его применение. 2011. №3-4. С. 124-128.

Козлов Павел Геннадьевич

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ВОЕННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

*Военный учебный центр при Дальневосточном федеральном университете
(ДВФУ), г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10, 690922*

Аннотация. В статье рассматривается организация возведения военно-автомобильных дорог. Основное значение уделяется вопросам передвижения по дорогам с военными стандартами при этом остается обеспечение безопасного передвижения при использовании общегосударственных дорог для целей военного назначения.

Ключевые слова: военно-автомобильная дорога, интенсивность движения, насыпь, пропускная способность, сооружения.

Военная автомобильная дорога представляет собой большой комплекс инженерных сооружений. Все сооружения военной дороги подразделяются на основные и вспомогательные. К основным сооружениям относятся:

- земляное полотно;
- дорожная одежда;
- водоотводные сооружения;
- путепроводы, тоннели и подпорные стенки.

Они обеспечивают эксплуатацию дороги в любых природно-климатических условиях. К вспомогательным сооружениям относятся:

- заправочные пункты;
- пункты технической помощи и обогрева личного состава;
- другие сооружения, обслуживающие движение войск по дорогам.

К обустройствам относятся:

- ограждения;
- дорожные знаки.

Все инженерные сооружения дороги размещаются на полосе, специально отводимой для строительства дороги (рис. 1). Ее принято называть дорожной полосой отвода. С целью экономии земли стремятся назначить минимально возможную ширину полосы отвода с учетом категории дороги. В зависимости от количества полос движения она может колебаться в пределах от 18 до 22 метров.

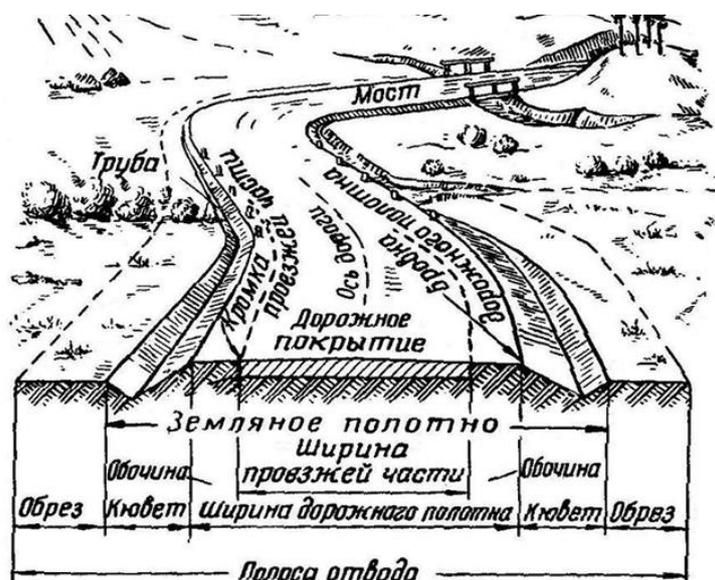


Рис. 1. Элементы дороги:

- 1 - дорожная одежда; 2 - водопропускная труба; 3 - насыпь; 4 - мост; 5 - выемка; 6 - кромка проезжей части; 7 - бровка земляного полотна; 8 - покрытие; 9 - основание; 10 - дополнительное основание (дренирующий слой)

Проектирование, строительство и приемку военных дорог осуществляют по требованиям, предъявляемым к автомобильным дорогам общегосударственной классификации (табл. 1). По техническому совершенству дороги делятся на пять категорий.

Таблица 1

Категории дорог

Наименование технических показателей	Категория дороги				
	I	II	III	IV	V
Интенсивность движения в авт/сутки	Более 7000	3000-7000	1000-3000	200-1000	Менее 200
Расчетная скорость движения, км/час					
- для равнинной местности	150	120	100	80	60
- для пересеченной и горной местности	120-80	100-60	80-50	60-40	40-30
Число полос движения	4 и более	2	2	2	1
Ширина полосы движения, м	3,75	3,75	3,5	3,0	-
Ширина проезжей части, м	2x7,5 и более	7,5	7,0	6,0	4,5
Ширина земляного полотна, м	27,5 и более	15,0	12,0	10,0	8,0
Наибольший продольный уклон, %	3	4	5	6	7
	4-6	5-7	6-8	7-9	9-10
Наименьшие радиусы кривых в плане, м	1000	600	400	250	125
	600-250	400-125	250-100	125-60	60-30
Минимальный требуемый модуль деформации, кг/см ²	700	600	500	380/300	300

К военным дорогам предъявляются технические требования автомобильных дорог III, IV, V категорий общегосударственной классификации (табл. 2).

Таблица 2

Технические требования к военным дорогам

Показатель	Категория дороги		
	III	IV	V
1. Расчетная скорость движения, км/час: - для равнинной местности	100	80	60
- для пересеченной местности	80	60	40
- для горной местности	50	40	30
2. Количество полос движения	2	2	1
3. Ширина проезжей части, м	7	6	4,5
4. Ширина обочин, м	2,5	2	1,75
5. Предельная интенсивность движения, единиц техники/сутки	3000	1000	200
6. Наибольший продольный уклон, %: - для равнинной местности	6	7	9
- для пересеченной и горной местности	7	9	11
7. Наименьший радиус кривой в плане, м: - для равнинной местности	400	250	125
- для пересеченной местности	250	125	60
- для горной местности	100	60	30
8. Наименьший радиус вертикальных кривых, м: - выпуклых;	10000	5000	2500
- вогнутых.	1500	1000	600
9. Минимальный требуемый модуль упругости дорожной одежды, МПа:			
- для капитальных покрытий	180	-	-
- для облегченных покрытий	160	125	100
- для переходных покрытий	-	65	50
10. Минимальное расстояние видимости поверхности дороги, м	140	100	75
11. Ширина полосы отвода, м	22	19	18

Категорию военной дороги устанавливают техническим заданием на проектирование, учитывая выделяемые силы, средства и сроки строительства, наличие дорожно-строительных материалов и условия их подвоза.

При строительстве или ремонте дорожного покрытия предварительно необходимо проконтролировать определенные параметры нижележащего конструктивного слоя и обеспечить выполнение следующих работ:

- нижележащий конструктивный слой должен соответствовать требованиям СНиП 3.06.03-85 в части обеспечения плотности, ровности, геометрических отметок, поперечного уклона;
- быть чистым и сухим, не иметь повреждений, то есть выбоины, трещины и неровности должны быть устранены [1].

Для чего необходимо профилировать нижележащий конструктивный слой дорожной фрезой с автоматической системой обеспечения ровности или уложить выравнивающий слой из мелкозернистой или песчаной смеси [2].

Необходимо учитывать, что дороги III категории предназначены для пропуска техники с осевыми нагрузками 6-10 т, длиной не более 12 м и автопоездов длиной 16-24 м, шириной не более 2,5 м и высотой не более 4 м.

Дороги IV и V категорий предназначены для пропуска техники с осевыми нагрузками менее 6 т и теми же габаритными размерами.

Выполнение задачи строительства дороги невозможно без хорошо продуманной технологии и организации. Строительство военной дороги включает:

- подготовительные работы;
- возведение земляного полотна;
- строительство водопропускных сооружений;
- устройство дорожных одежд;
- отделочные работы.

Для военных дорог характерным является нулевой поперечный профиль земляного полотна, который возводится в основном автогрейдером из грунта боковых водоотводных канав треугольного или трапецеидального профиля. Технологическая схема работ складывается из повторения отдельных циклов рабочих проходов автогрейдера, каждый из которых начинается с зарезания грунта и заканчивается перемещением и укладкой его в насыпь. Общее количество проходов зависит от типа автогрейдера, профиля дороги, характера грунта и колеблется в пределах от 10 до 35.

Подстилающий слой основания несёт, в основном, функции дренажного слоя и практически не влияет на расчётную толщину дорожной одежды. Его толщина назначается в зависимости от дорожно-климатической зоны, типа местности по условиям увлажнения, вида грунта земляного полотна и характеристик материала подстилающего слоя. Учитывая требования к проверке на сдвиг в основании земляного полотна, выявлено, что толщина несущего основания в основном определяется его прочностью (модулем упругости) и несущей способностью грунтового основания. В связи с этим задача сводится к поиску дешевого и прочного основания дорожных одежд с учётом мероприятий по повышению несущей способности нижних конструктивных слоев [3].

Отсыпки насыпей обычно ведут слоями определенной толщины (послойно) с последующим уплотнением каждого слоя. На участках со слабой несущей способностью, а также при пересечении оврагов с крутыми склонами применяют способ отсыпки насыпи с головы, однако при этом усложняется уплотнение грунта по всей высоте насыпи. Если позволяют условия необходимо применять комбинированный способ отсыпки – сочетание отсыпки с головы и послойный.

При разработке выемок необходимо:

- разработку грунта вести наклонными слоями или траншейным способом;

- обеспечить водоотвод на всех стадиях производства работ.

Работы по планировке и укреплению откосов проводятся сразу же после завершения отсыпки и уплотнения насыпи или разработки выемки. Планировочные работы выполняют автогрейдерами или бульдозерами.

Укрепление откосов на военных дорогах производят в основном засевом трав или укладкой дерна.

Для укрепления откосов насыпей, возводимых на заболоченной местности, а также в местах примыкания к насыпям водопропускных труб, применяют полимерные модульные дорожные покрытия (рис. 2).

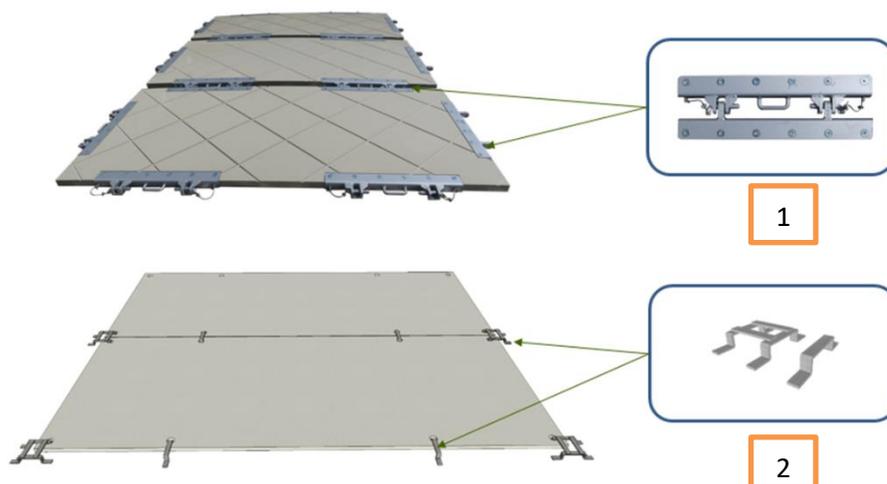


Рис. 2. Плиты из полимерных материалов с высокими физико-механическими характеристиками: 1- замковые соединения на плитах толщиной 35 мм; 2- соединения скобами на плитах толщиной 20 мм

Согласно многим расчётам, в случае устройства насыпи на слабом естественном основании, осадка основания насыпи может составлять до 5 метров. Для уменьшения величины насыпи разработан способ укрепления слабых грунтов в основании при помощи устройства грунтоцементных колонн по технологии струйной цементации (рис.3).

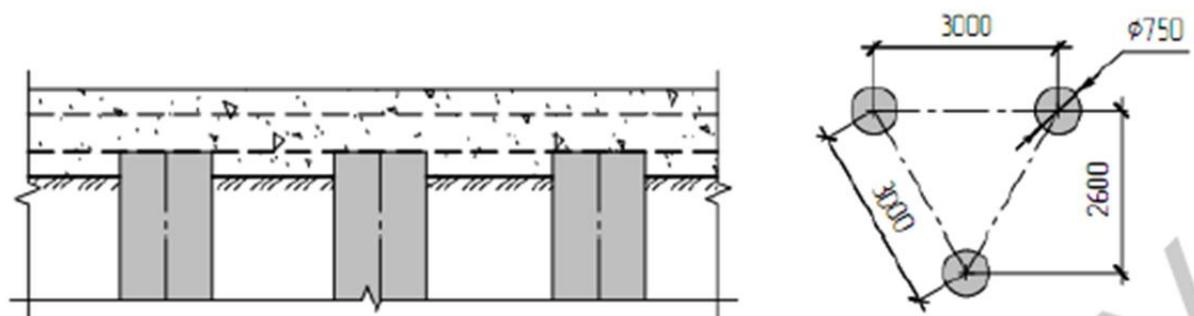


Рис. 3. Схема укрепления основания грунтоцементными колоннами

Сущность данного метода заключается в использовании энергии высоконапорной струи цементного раствора для разрушения и одновременного перемешивания грунта с цементным раствором. В результате получается грунтоцементная колонна, материал которой обладает более высокими прочностными характеристиками по сравнению с первоначальными характеристиками укрепляемого массива.

Дорожно-строительные материалы в период эксплуатации в сооружении (дорожная одежда, искусственные сооружения и другие) подвергаются воздействию внешних механических сил и физико-химических факторов окружающей среды.

К внешним механическим воздействиям относят ударные и статические нагрузки транспортных средств, механическую работу воды, ветра и другие. К физико-химическим факторам относят колебания температуры воздуха, инсоляцию, атмосферные осадки, поверхностные и грунтовые воды.

Пригодность материалов для конкретных условий определяют по их свойствам. Свойства материалов многообразны, что обусловлено, главным образом, их вещественным составом. Для дорожно-строительных материалов важными являются такие характеристики, как прочность и деформация. Также одной из важных характеристик является шероховатость покрытия, что позволяет увеличить коэффициент сцепления шин с дорожным покрытием [4].

В последние годы появились в строительстве новые бетоны с высокими строительно-техническими свойствами на основе наноцементов для аэродромных покрытий, дорог и инженерных сооружений. Бетоны на основе наноцементов могут значительно повысить эффективность строительства военных автомобильных дорог и площадок. Применяются новые конструкции для аэродромного и дорожного круглогодичного строительства из сборных элементов: аэродромные и дорожные предварительно напряженные плиты, коробчатые балки эстакад и мостов, опорные колонны и т.д. [5].

Одним из основных вопросов организации строительства военных дорог является выбор наиболее эффективных способов производства работ, обеспечивающих выполнение в заданные сроки, требуемое качество работ, максимальную производительность труда и минимальные временные показатели. Вследствие влияния большого числа факторов чаще всего разрабатывают несколько вариантов производства работ.

Список литературы

1. СНиП 3.06.03-85 Автомобильные дороги.
2. Справочная энциклопедия дорожника. I ТОМ Строительство и реконструкция автомобильных дорог/ Под редакцией заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, д-ра техн. наук, проф. А.П. Васильева. – МОСКВА, 2005. – 890 с.
3. Левушкин Д.М., Кривенцова Я.Ю., Борисов В.А. Повышение прочности дорожных покрытий лесовозных дорог // В сборнике: НАУКА СЕГОДНЯ: ОПЫТ, ТРАДИЦИИ, ИННОВАЦИИ. Материалы международной научно-практической конференции, 2017. - С. 16-21
4. Голубов Д.С., Казаков А.Д. Применение резиновой крошки при строительстве покрытий лесовозных автомобильных дорог // В сборнике: НАУКА СЕГОДНЯ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ. Материалы международной научно-практической конференции: в 3 частях, 2018. - С. 25-27
5. Левкович Т.И., Мевлидинов З.А., Гуськов К.И., Синявский Р.С. О новых бетонных смесях для покрытий автомобильных дорог // В сборнике:

Кузнецов Максим Сергеевич

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Научный руководитель: Федюк Р.С., к.т.н., доц.

Аннотация: На сегодняшний день для разработки месторождений полезных ископаемых используют открытый и подземный способ. Подземный способ разработки используется в случаях, когда речь идет о разработке месторождений на больших глубинах, или в случаях, когда вскрышных пород слишком много. Однако у такого способа много недостатков. Одним из них является оставление отработанного подземного пространства после окончания эксплуатации выработки. Целью данной статьи является усовершенствование способа, решающего данную проблему.

Ключевые слова: закладка, подземный способ разработки месторождений, отработанное пространство.

С ростом развития современного мира растет спрос на ресурсы, добываемые горной промышленностью.[1] Это т спрос приводит к необходимости в добыче большего количества полезных ископаемых, что в свою очередь влечет увеличение разрабатываемых месторождений открытым и подземным способами.

Подземный способ разработки полезного ископаемого применяется в случаях, когда открытый способ неэффективен и нецелесообразен с экономической точки зрения. Подземный способ имеет несколько негативных черт, одной из которых является создание полостей во время разработки месторождения, а именно оставление выработанного пространства в подземной выработке без его дальнейшего заложения. Данный недостаток может привести к следующим проблемам:

1) Проседание земной поверхности вследствие обрушения выработки, или опускания кровли выработки, вследствие неправильного распределения горного давления.

2) Заполнение выработанного пространства токсичными, неблагоприятными веществами, с их дальнейшим проникновением на нижние горизонты.

3) Создание отвалов на поверхности из пустых пород и хвостов, полученных в результате обогащения, получаемой из месторождения породы.

4) Присутствие лишних вентиляционных струй, способных нарушать систему проветривания, а также разносящих с обнаженных поверхностей газ и пыль [2].

Все вышеперечисленные проблемы наносят вред окружающей среде, поэтому необходимо найти методы, позволяющие наиболее эффективно защищать экологию от вредного воздействия данных проблем. Из таких методов можно выделить закладку выработанного пространства. Закладка решает проблемы проседания поверхности земли, заполнения искусственных полостей в земной коре для предотвращения накапливания в них ядовитых веществ, накапливание и проход воды на нижние горизонты.

Существует 4 вида закладки: твердеющая, сухая, гидравлическая и комбинированная [3].

1. Самым практичным и дорогим видом закладки можно считать твердеющую закладку, так как в ее составе содержится цемент, обеспечивающий схватываемость элементов смеси. Высокая стоимость подобного вида закладки обусловлена необходимостью в доставке составляющих веществ, их большом объеме и длительности, и трудоемкости процесса.

2. Основным принципом работы сухой закладки является использование вскрышных пород для заполнения выработанного пространства, в отличие от предыдущего вида закладки, в сухой не применяются дополнительные компоненты: цемент и прочие. Данный тип закладки является самым дешевым, так как в качестве материалов можно использовать шлак, хвосты обогащения и пустые породы. Однако стоит отметить, что процесс полного заполнения выработки сухой закладкой трудоемкий и длительный, также он не обеспечивает полного заполнения выработки, что является недостатком.

3. Гидравлическая закладка используется для заполнения выработанного пространства сухой породой, доставляемой при помощи смешивания воды с породой и последующего перемещения водно-породной смеси в пустое пространство. Стоит учитывать, что при подобном устройстве закладки вся вода будет уходить на нижележащие горизонты. Также при данном типе закладки используют герметичные переключки, что увеличивает, как экономическую стоимость данного вида закладки, так и трудоемкость его применения [4].

4. Комбинированная закладка применяется как совокупность двух вышеперечисленных закладок, что приводит к более широкой возможности ее использования в зависимости от условий. В качестве примера можно взять твердеющую гидравлическую закладку, доставляемую при помощи воды и застывающие благодаря смеси цемента.

Твердеющая закладка является подтипом комбинированной, так как ее можно разложить на сухую закладку и гидравлическую, с добавлением специальных связывающих смесей, обеспечивающих высокое схватывание закладки. Стоит отметить, что данный вид закладки приготавливается непосредственно на поверхности или под землей в специальных бункерах смесителей, откуда и подается в горные выработки, которые необходимо заложить.

Наиболее целесообразным как с технологической, так и с экологической точки зрения является комбинированный способ. Причина такого вывода заключается в гибкости использования данного способа, его широкой области

применения, а также в сочетании всех преимуществ вышеперечисленных видов закладки.

Список литературы:

1. Борецкий Е. А., Егорова М. С. Горнодобывающая промышленность в России, Молодой ученый. — 2015. — №11.4. — С. 45-47
2. Голинько В.И. Вентиляция шахт и рудников: учеб. пособие / В.И. Голинько, Я.Я. Лебедев, О.А. Муха. – Д.: Национальный горный университет, 2012. – 266 с.
3. Oborudka.ru [Электронный ресурс] // Общие вопросы и методы ведения закладки подземного пространства— Режим доступа: <https://oborudka.ru/handbook/36.html> свободный — Загл. с экрана.
4. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Ильинский Ю.Ю., Ибрагимов Д.И. Энергетическая эффективность в строительстве как критерий экологической безопасности // Современное естествознание и охрана окружающей среды. Труды Международной молодежной конференции. Ответственный редактор А.В. Речкалов. 2013. С. 132.

Кузнецов Максим Сергеевич

РАЗВИТИЕ МЕТОДА КОМПЛЕКСНОЙ ЗАКЛАДКИ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА

*Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток
Научный руководитель: Федюк Р.С., к.т.н., доц.*

Аннотация: В современном мире остро стоит вопрос, связанный с противодействием проникновению воды, так как при взаимодействии с горной крепью может ее разрушить, тем самым уничтожив подземный горизонт. Для борьбы с этим используются различные виды гидроизоляции, однако в данной статье будет рассмотрен вариант обеспечивающий максимальную защиту выработки от проникновения воды.

Ключевые слова: антифильтрационная гидроизоляция, противонапорная гидроизоляция, безнапорная, капиллярная гидроизоляция.

Современный мир отличается огромной потребностью в ресурсах, добываемых подземным способом, а как известно под землей встречается огромное количество опасных факторов. Одним из таких факторов является вода, которая, проникая в горную выработку, способна затопить или разрушить ее. Именно для борьбы с таким фактором была разработана антифильтрационная гидроизоляция.

Антифильтрационная гидроизоляция является максимально полной защитой при любом воздействии возможном воздействии воды на горную выработку. Если рассмотреть воздействие воды с гидротехнической и физической точки зрения можно выделить три вида действия воды на горную выработку: гидростатическое давление воды разной силы, обтекание

конструкции водами без давления и капиллярный подсос. В связи с тем, что антифильтрационная гидроизоляция защищает не материал, а саму конструкцию от воздействия воды, разновидности антифильтрационной гидроизоляции также подразделяются на виды, разработанные на борьбу с конкретным видом вредного воздействия воды. Из всех типов гидроизоляций, антифильтрационная является одним из самых сложных способов [1-3].

Противонапорная гидроизоляция – комплекс методов, позволяющих защищать выработку от совокупности методов, направленных на защиту выработки от давления, проводится во время строительства выработки это связано с тем, что водонепроницаемый материал наносится снаружи, на поверхность конструкции. Принцип работы заключается в том, что вода под давлением и напором прижимается к защищаемой конструкции, тем самым образуя барьер, который препятствует проникновению воды в горную выработку. Есть один существенный недостаток, он заключается в невозможности проведения профилактических и ремонтных работ, так как для этого необходимо производить подземные работы по раскапыванию конструкции. Для обеспечения противонапорной изоляции подземных сооружений для стен в качестве материалов выбирают водонепроницаемые, плотные бетоны и наклеивают рулонную гидроизоляцию, затем устанавливают прижимную защитную стену. Также данный вид гидроизоляции можно разделить на два подвида:

1. Противонапорная при строительстве сооружений с напором водоносных горизонтов не превышает 8-10 м

2. Напорная подземная гидроизоляция при напоре свыше 10 м

Безнапорная гидроизоляция. Данный вид антифильтрационной гидроизоляции разработан для противостояния подземных сооружений обтеканию водой. Он применяется в промышленности для гидроизоляции подземных сооружений, находящихся ниже отметки грунтовых вод. Принцип его работы заключается в следующем: при напоре воды на выработку, антифильтрационная гидроизоляция обеспечивает поверхностный отвод, это осуществляется за счет нанесения на поверхность битумных мастик, осыпаемых сухим песком крупных фракций.

Капиллярная гидроизоляция. Этот вид антифильтрационной гидроизоляции используется для защиты подземной конструкции от воды, проникающей и поднимающейся вверх по микротрещинам, отверстия, следам усталостного разрушения конструкции и др. Принцип работы капиллярной гидроизоляции в следующем: материалы, направленные на капиллярную изоляцию, проникают в бетон и пропитывают его, наделяя его влагонепроницаемыми свойствами. Этот способ чаще всего используется для увеличения гидроизоляционных свойств и реконструкции материалов. Данный вид гидроизоляции можно отнести к внутренней гидроизоляции.

Для того чтобы антифильтрационная гидроизоляция подземных сооружений выполняла свою основную функцию необходимо правильно подбирать гидроизоляционный материал.

1. В качестве материала для противонапорной гидроизоляции лучше всего будет использовать водонепроницаемые тяжелые бетоны марок М 500 и выше, на практике можно применять и бетоны марки М 400, который допускает лишь 4% проникновение воды, что можно устранить применением дополнительной внутренней гидроизоляцией капиллярного типа и внешней гидроизоляцией оклеечного типа.

2. В качестве материала для безнапорной гидроизоляции, устанавливаемой снаружи, следует брать эмульсии и мастики на основе битума с дальнейшей посыпкой их крупнофракционным песком. Это связано с их экономической выгодой перед цементосодержащими составами и обмазочными материалами, включающими в свой состав полимеры.

3. В качестве материала для капиллярной гидроизоляции следует использовать: микроцемент, который благодаря своему составу способен проникать в микротрещины, поры и капилляры, закрывая их собой.

Преимущества и недостатки антифильтрационной гидроизоляции. Самым главным преимуществом данного вида гидроизоляции является отсутствие недостатков, способных навредить конструкции. Это лучший вид гидроизоляции, применяемый в горном деле [4].

Подводя итог всему вышесказанному можно сделать вывод, что антифильтрационная гидроизоляция является наиболее полным комплексом мер для предотвращения проникновения воды в горную выработку, а также является гидроизоляцией, способной защитить выработку от проникновения воды не по одному проникновению, а сразу по нескольким (противонапорная, безнапорная, капиллярная.).

Список литературы:

1. Neftegaz.ru [Электронный ресурс] // Разведка и разработка — Режим доступа: <https://neftegaz.ru/science/development/331806-termokarst-obrazuyushchiysya-pri-protaiivanii-ldistykh-merzlykh-porod/> свободный - Загл. с экрана.

2. Cyberleninka.ru [Электронный ресурс] // Подземная геотехнология с антифильтрационной гидроизоляцией, недостатки, возможности совершенствования - Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/podzemnaya-geotehnologiya-s-antifiltrazionnaya-gidroizolyatsia-nedostatki-vozmozhnosti-sovershenstvovaniya/viewer> свободный — Загл. с экрана.

3. Горная энциклопедия [Электронный ресурс] // Антифильтрационная гидроизоляция - Режим доступа: <https://mining-enc.ru/z/antifiltrazionnaya-gidroizolyatsia> свободный - Загл. с экрана.

4. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Ильинский Ю.Ю., Ибрагимов Д.И. Энергетическая эффективность в строительстве как критерий экологической безопасности // Современное естествознание и охрана окружающей среды. Труды Международной молодежной конференции. Ответственный редактор А.В. Речкалов. 2013. С. 132.

СПОСОБЫ РАЗРАБОТКИ УРАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Научный руководитель: Федюк Р.С., к.т.н., доц.

Аннотация: Современный мир крайне тяжело представить без электричества, которое вырабатывается различными видами электростанций. В последнее время все чаще применяются атомные электростанции, работающие на распаде изотопов радиоактивных элементов, которые добываются горнодобывающими компаниями. Существует три основных способа разработки урановых месторождений. Именно их анализ и предложения для улучшения, будут рассмотрены в данной статье. А также выбран наиболее выгодный и целесообразный способ.

Ключевые слова: урановые месторождения, подземное пространство, полезные ископаемые, радиация.

В современном мире для развития науки и техники используется энергия, следовательно, для увеличения уровня развития современного мира ее нужно больше. Максимальное количество энергии вырабатывают атомные электростанции, для функционирования которых необходима урановая руда. Так как распад изотопов урана сопровождается выделением огромного количества энергии. Данная руда добывается на урановых месторождениях, разработка, которых связана с большой опасностью жизни и здоровья рабочих. Но есть возможность применения способов разработки подобных месторождений при минимальном вреде организму человека.

К основным способам разработки урановых месторождений можно отнести:

- Подземный способ,
- Открытый способ,
- Специальные способы (подземное выщелачивание)

Самым опасным для рабочих способом добычи урановых руд можно считать подземный способ. Так как при разработке урановых месторождений подземным способом, концентрация радона в воздухе возрастает. Увеличение концентрации радона в воздухе связано с эманированием, скоростью вентиляции и скоростью полураспада дочерних продуктов радона. Исходя из этого, можно сделать вывод, что для увеличения безопасности рабочих, добывающих урановую руду, самыми эффективными средствами является: увеличение скорости вентиляции, выдача индивидуальных средств защиты, уменьшение рабочего дня и установка датчиков, следящих за уровнем концентрации радона в воздухе, подключенных к системе оповещения. Однако данный способ требует огромных капитальных затрат и не может обеспечить полную защиту рабочих от радона. [1]

Открытый способ разработки урановых месторождений представляет меньшую опасность для жизни и здоровья рабочих. На данном уровне развития

науки и техники открытым способом разрабатываются месторождения, залегающие на глубине в 200 м. Однако этот способ опасен для окружающей среды из-за пылеуноса. Так же опасность представляет изменение ландшафта в результате проведения разработки месторождения открытым способом, нарушение растительного покрова, негативное воздействие на фауну и создание отвалов. Больших капитальных затрат требуют засыпка карьеров отработанной породой и дальнейшая рекультивация зоны. Единственным способом смягчения негативных последствий на окружающую среду вследствие пылеуноса, является установка пылеулавливателей по траектории движения воздушных потоков данной зоны. Также стоит учитывать, что из подобных карьеров будет уноситься не угольная пыль, а урановая, которая обладает более негативным воздействием на окружающую среду [2]

Среди специальных способов разработки месторождения можно выделить подземное выщелачивание. Данный способ в частности применим к урановым месторождениям. Подземное выщелачивание – данный способ является самым безопасным для здоровья и жизни рабочих, однако он является самым вредным для окружающей среды. Это связано с риском выхода раствора, содержащего ядерные элементы, за пределы пласта через разломы в горной породе или разрывы в гидроизолирующих слоях в грунтовые воды, которые затем смогут перенести данный раствор на большие расстояния, тем самым загрязнив большую территорию. Но данный способ является самым выгодным, так как для его использования достаточно пробуривать скважины с поверхности. Данный способ так же при правильном подходе не наносит вреда рельефу (нет необходимости в карьере), не создает отвалов. Так же дальнейшая рекультивация данной зоны может быть ускорена при применении различных растворов, залитых в ранее пробуренные скважины. В целом этот способ можно улучшить, снизив возможность выхода раствора с продуктом за пределы пласта, применив для определения таких разрывов сейсморазведку. Если местоположение трещины известно можно использовать оборудование для закачки в эти пустоты цементирующие растворы или специальные замораживающие вещества. Данное действие исключает возможность проседания почвы [3].

Исходя из всего вышеперечисленного, можно сделать вывод, что наиболее эффективным, экономически выгодным, безопасным для окружающей среды, здоровья и жизни рабочих является метод подземного выщелачивания, при условии заполнения разрывов и разломов при помощи цементирующих растворов. Не стоит забывать о возможности использования вместо цементирующих растворов специальных замораживающих веществ, которые нашли широкое применение в горном деле.

Список литературы:

1. Сотникова П.А. Радиация - один из видов подземных опасностей и методы борьбы с ней, Военно-инженерное дело на Дальнем Востоке России: Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. Владивосток: УВЦ ДВФУ. 2019, 233 с.

2. А.И. Субботин, А.И. Перепелицын, В.П. Пьянников. Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений подземным способом. Москва, Недра, 1977, 223 с.

3. Батаршин В.О. Замораживание породы как средство удешевления подземных выработок, Военно-инженерное дело на Дальнем Востоке России: Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. Владивосток: УВЦ ДВФУ. 2019, 233 с.

4. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Ильинский Ю.Ю., Ибрагимов Д.И. Наружные железобетонные стеновые ограждения с применением несъемной опалубки из пенополистирола // Молодежь и научно-технический прогресс. Материалы региональной научно-практической конференции: электронный ресурс. 2013. С. 220-222.

Зенкин Игорь Сергеевич

ВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Научный руководитель: Федюк Р.С., к.т.н., доц.

Аннотация: Термин буровзрывные работы означает совокупность процессов, происходящих во время проведения данных работ. В данной статье описаны какие процессы проходят рабочие для подготовки и проведения взрывных работ.

Ключевые слова: буровзрывные работы, взрывные работы, детонация, требования безопасности.

Буровзрывные работы применяются в горном деле, а также при строительстве.

При проведении взрывных работ, сотрудники и рабочие кадры обязаны следовать правилам, установленные «Едиными правилами безопасности при взрывных работах», правилам и требованиям, прописанных в третьей главе СНиП.

Во время такой работы сотрудники, не участвующие в этих операциях, обязаны покинуть рабочую зону и оставаться за ее пределами. Для них за зоной расположены специально отведенные укрытия, в которых они могут быть в безопасности. Кроме того, перед началом взрывных работ безопасная зона обрамляется предупреждающими плакатами. Если сотрудник обнаруживает проблемы и какие-либо повреждения, он должен сообщить о проблеме или подать сигналы, предупреждающие об угрозе. Также к таким работам допускаются те, кто прошел все испытания, необходимые для допуска к работе, прошел подготовительные курсы, а также сдал правила ведения и безопасности буровзрывных работ.

При взрывных работах следует использовать взрывчатые вещества, которые установлены и подтверждены в установленном распорядке промышленных условий.

Подрывные услуги осуществляют компании, которые оформляют проекты в соответствующих инстанциях. Они должны следовать строго установленным

правилам и порядку "Единых правил безопасности при взрывных работах". Документы на получение разрешений на взрывы в особо сложных и опасных местах должны быть созданы и рассмотрены генеральной проектной организацией или специализированной организацией, создавшей данный проект. Кроме того, все решения и проблемы должны быть рассмотрены в случае взрыва, соответствующего правилам техники безопасности при проведении детонационных работ. Особенно сложными условиями для проведения взрывов считаются взрывы, происходящие вблизи железных дорог, мостов, тоннелей, жилых зданий, комплексов, работы в условиях необходимости сохранения горной массы и склонов, подверженных оползням. Методы детонации и технологические характеристики, могут быть определены в ходе их реализации, а также экспериментальных взрывов и специального моделирования.

Изменения, не заменяющие конструкцию, тип, качество или увеличенные потери, учитываются при расчете изменений без внесения изменений в проектную документацию. Если в проектную документацию требуются изменения, то они должны быть согласованы с уполномоченной организацией.

До начала взрывных работ должны быть выполнены:

1. Чистка площади, деление местности или трассы сооружения
2. Организация путей подъезда, временных путей перемещения внутри объекта, установка водоотвода, а также устранение особо опасных кусков пород на склонах.
3. Обеспечение рабочей местности, если необходимо работать в тёмное время суток.
4. При отключении или перемещении линий электропередач, перемещений инженерных механизмов, а также какие-либо подготовительные работы рассчитаны проектом взрывных работ.

Объемы грунтов после взрывных работ должны соответствовать определённым размерам, а если отсутствуют указания, то не должны превышать размеры, установленные в договорном порядке организациями.

Отклонения от проектных линий перекрытий и отводов, разрабатываемых с применением взрывных работ, как правило, должны устанавливаться проектом. При отсутствии таких указаний в проекте граничных значений отклонений, объемов и способов контроля за взрывом глинистых и каменистых грунтов следует принимать, а при взрыве на выброс-устанавливать в проекте производства взрывных работ согласование между организациями, осуществляющими земляные и взрывные работы.

Завершение работ обычно происходит до начала основных строительных работ, которые устанавливаются в ППР.

Список литературы:

1. https://ru.wikipedia.org/wiki/Взрывное_дело
2. http://www.gosnadzor.ru/industrial/mining/acts/explosive_material/pr605/
3. <http://docs.cntd.ru/document/1200000697>
4. http://www.mining-portal.ru/library/literature/?file_download=98

Зенкин Игорь Сергеевич

**МЕРОПРИЯТИЯ, ПРЕДОТВРАЩАЮЩИЕ ПРОСЕДАНИЯ
ФОРТИФИКАЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЙ**

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Научный руководитель: Федюк Р.С., к.т.н., доц.

Аннотация: Для создания фортификационного сооружения требуется применение тяжелых бетонов способных выдерживать различные нагрузки. Однако не везде можно создать фортификационное сооружение, это обусловлено большим количеством видов подстилающих пород. В результате неверно выбранного места, появляется возможность проседания сооружения. Для предотвращения подобных проседаний можно использовать виды мероприятий, приведенные в данной статье.

Ключевые слова: фортификация, укрепленные объекты, военные объекты, защищенные сооружения, постоянные сооружения.

Необходимость создания фортификационных сооружений обусловлена нуждой защиты личного состава, орудий и оборудования от различных поражающих факторов, создания преимущества, обороняющейся стороны, а также их маскировки. Для строительства фортификационных сооружений применяют тяжелые бетоны, способные выдерживать прямое попадание снаряда диапазон марок колеблется от М350 до М700. С повышением марки бетона увеличивается не только предел прочности бетона, но и вес всей конструкции. Из-за этого необходимо подобрать не только правильное место для расположения фортификационного сооружения, обеспечивающее хороший обзор и дающее преимущество, но и породы слагающие будущее основание фундамента.

К породам, слагающим основание фундамента, относят породы грунта. В зависимости от того чем представлена грунтовая порода выбирается значение крепости будущего фортификационного сооружения, таким образом болотистая местность относится к 10 категории пород с пределом прочности на одноосное сжатие равным 0.03 МПа, а гранитные породы к 3 категории с пределом прочности на одноосное сжатие равным 0.1 МПа. В данной работе будет рассмотрено как влияет нагрузка от фортификационного объекта на поверхность.

Под основанием фундамента понимается массив пород, располагаемый под ним и принимающий нагрузки. В результате данных нагрузок массив переходит в нагруженное состояние, и при превышении предела прочности массива нагрузкой происходит изменение фундамента. В результате изменений могут быть следующие последствия:

- 1) Проседание почвы по всему периметру фундамента, в результате которого фортификационное сооружение может опуститься под землю на несколько сантиметров или на всю высоту.

2) Проседание почвы в некоторых областях, что может привести к появлению трещин или разрушению сооружения.

Более детально изменение напряжений можно увидеть на рис. 1, где 1 – подошва фундамента, 2 – эпюра распределения вертикальных напряжений в грунте, 3 – зона наибольших напряжений, 4 – граница области напряжений, 5 – фундамент.

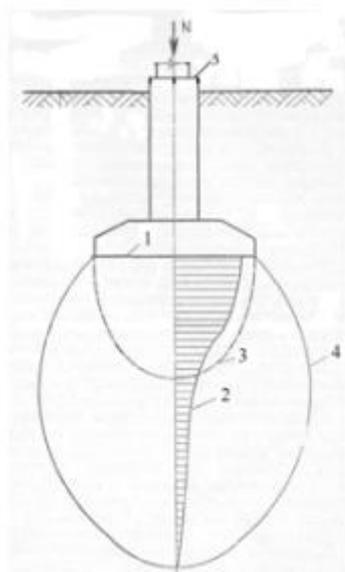


Рис. 1 Нагрузки, создаваемые в результате собственного веса сооружения

Однако с проблемой проседания почвы можно справиться. Для этого можно применить один из нескольких следующих способов:

1. Применение технологии бетонирования при помощи инъекционного оборудования. Сущность данной технологии заключается в создании полости в массиве и ее цементации.

2. Строительство с использованием коренных пород. Для этого весь объем перекрывающих пород вынимается. Затем пустое пространство закладывают материалами. Выкопанные породы можно также применить в целях фортификации.

3. Создание бетонных свай, соединенных с коренными породами. Суть данного метода заключается в бетонировании полости пройденной до коренных пород. Впоследствии, фундамент устанавливают на сваи.

Фортификационные сооружения имеют большое значение для ведения боя, и необходимо убедиться, чтобы на них не действовали условия окружения, в частности подстилающие породы, для этого целесообразно применить бетонные сваи, установленные на коренных породах.

Список литературы:

1. Аткина Л.И., Морозов А.М., Строительное дело и материалы, Екатеринбург, 28 с.
2. Ковалев П.Г. Фундаменты и основания сооружений, Москва, 140 с.
3. Армонов Р.А., Апликорова Г.И. Основные свойства грунтовых пород, Москва, 59 с.

4. Егоров А.В., Бобер Е.А., Кузнецов Ю.Н., Косьминов Е.А., Решетов С.Е., Н.Н. Красюк. Основы строительного дела - 2-е изд., Москва. - 408 с.

Зенкин Игорь Сергеевич

МОРСКОЕ БУРЕНИЕ

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Научный руководитель: Федюк Р.С., к.т.н., доц.

Аннотация: Рассмотрен сложный технически процесс бурения на глубоководном дне предназначенный для извлечения кернов, а также с использованием надводных инженерных сооружений.

Ключевые слова: морское бурение, глубоководный, морские скважины.

Морское бурение - тип бурения, которое производится на акватории Мирового океана для поиска разработки и изучения нефтегазовых и минеральных веществ. Бурение разделяют на неглубокое: не более 500 м ниже уровня дна моря. Такое бурение используют для отбора и изучения твёрдых ископаемых и глубоководное бурение для добычи нефтегазовых продуктов.

Морское бурение, изучающее структуры земли, отводят к этим двум типам.

Такая работа зависит от: сферы действия, инженерно-геологическими исследованиями, большой стоимостью, редкой промышленной деятельностью, характерными чертами деятельности под водой, методикой деятельностью, промышленностью, эксплуатация объекта.

Для морского бурения устанавливаются станции гидротехнических сооружений дамбы, площадки, устанавливающиеся на значительной углубленности, также создают острова, которые помещают на мелководье.

Самая углубленная стационарная площадка размещена в 1980 в недрах Коньяк в Мексиканском заливе (глубина воды 312 м). Изобретение плана глубоко водных неподвижных площадок для глубин воды 450-600 м.

В прибрежье приполярных морей (к примеру, на потоке Бофорта) ради бурения поисково - разведочных скважин создают ненатуральные острова нескольких разновидностей: основывающиеся на дне.

Льдистые острова создают с помощью обильного набрызгивания воды на ледник. Методы заполнения скважин распознают мореходное разбуривание с надводным месторасположением устья скважины.

Бурение с надводным размещением устья производят с устойчивых станций. Методика бурения загрузки и испытанием морских скважин очень похожи на технику работы на суше.

Бурение морских скважин с подводным размещением устья создают при помощи буровых транспортов, погруженных и самоподъёмных буровых устройств, а также с устойчивых ледовых островов.

Самоподъёмные платформы с консольным размещением вышечного блока могут бурить скважины как с подводным, так и с надводным размещением устья, во втором вариации устье размещается на отдельной устойчивой площадке

Методы и способы бурения скважин с подводным размещением устья имеют различие от техники и технологии бурения на суше.

После забивки в морское дно направления, играющего роль сваи, на нём устанавливают донную плиту, благодаря которой с помощью водолазов или специальных канатов, устанавливают подводную буровую конструкцию весом 90-175 т и длиной до 12 м.

Конструкция крепится с плавучей буровой платформой водоотделяющей колонной, на которой снаружи закреплены линии манифольда и выкида.

Для натяжения водоизолирующей колонны используют оборудования натяжения, а в случае длинных колонн делают установку для того, что она уменьшала вес, к таким устройствам присоединяют буйки.

На полупогружных буровых установках и буровых установках над вертикальными перемещениями устанавливают компенсатор, который оставляет прежнюю нагрузку на устройство. Морское бурение различается стоимостью бурения, которое производят на суше. Зависит это и от глубины бурения и от климата если бурение происходит на глубине 30 метров, то оно выше стоимости бурения на суше в 3 раза если бурение происходит на глубине 60 метров - то бурение выше стоимости на суше в 6 раз, а если на глубине 300 метров, то оно больше в 12 раз, чем на суше. Такая работа доходит до 50 млн долларов.

На незамерзающем шельфе чаще всего скважины производят только с буровых установок разделяют 4 вида таких установок:

1. Погружённое судно
2. Полупогруженное
3. Самоподъемное
4. Буровые

Большую популярность обретают эксплуатационные скважины с подводной загрузкой устья, бурение которых выполняется при помощи самоподъемных площадей или наполовину погруженных площадей.

Список литературы:

1. https://ru.wikipedia.org/wiki/Глубоководное_бурение
2. https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_geolog/3212/Морское
3. Патент РФ №2681035. Автомобильная дорога / Р.С. Федюк, П.Г. Козлов, В.С. Лесовик, Ю.Л. Лисейцев. Дата приоритета 07.12.2018.
4. Лисейцев Ю.Л. Фибробетоны на основе щелочеактивированных вяжущих // Военно-инженерное дело на Дальнем Востоке России Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 230-234.
5. Баженов Ю.М., Федюк Р.С., Лесовик В.С. Обзор современных высокоэффективных бетонов // Научные технологии и инновации Электронный сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. С. 45-49.
6. Свинцов А.П., Шамбина С.Л., Федюк Р.С. Влияние маслянистых жидкостей на деформативные свойства бетона // Вестник Пермского

- национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. 2019. Т. 10. № 1. С. 100-112.
7. Федюк Р.С., Козлов П.Г., Тимохин Р.А. Композиционные материалы на сырьевых ресурсах Приморского края для "зеленого строительства" // ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА: Материалы региональной (с международным участием) научно-практической конференции. 2017. С. 256-260.
 8. Fediuk R.S., Yevdokimova Y.G., Smoliakov A.K., Stoyushko N.Y., Lesovik V.S. Use of geonics scientific positions for designing of building composites for protective (fortification) structures // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2017. С. 012011.
 9. Патент РФ 2652201 Состав для закрепления просадочных грунтов / Федюк Р.С., Козлов П.Г. Дата приоритета 07.07.2017.

Болотнюк Александр Павлович

**ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ В ВОЕННЫХ УЧЕБНЫХ
ЦЕНТРАХ ПРИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
УЧЕРЕЖДЕНИЯХ**

*Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия
Научный руководитель: Дёмкин Андрей Михайлович*

Аннотация: Анализ проблем качества подготовки военных специалистов в военных учебных центрах для мобилизационного резерва и службы в Вооруженных Силах.

Ключевые слова: образование, военный специалист.

Укрепление обороноспособности нашей страны зависит, прежде всего, от качества подготовки военного специалиста мобилизационного резерва так и для службы в Вооруженных силах, особенно по инженерным направлениям и специальностям.

В условиях интенсивного научно-технического прогресса наибольшим спросом пользуется инновационное инженерное образование, направленное на формирование у военного специалиста в области техники не только определенных знаний, умений, навыков, но и особых качеств творческой деятельности.

С каждым годом повышаются требования к выпускнику университета, и нашего военного учебного центра в том числе.

Следовательно, вопрос о качестве образования был и остается особенно актуальным. Более того, как для гражданских вузов, так и для военных проблема качества образования обострилась, и тому есть несколько причин:

1. Возникли новые разнообразные системы ценностей на фоне прогрессирующей деидеологизации образования, кризиса прежних систем ценностей.

2. Стал осуществляться последовательный и необратимый переход от единообразия учебных программ, учебников, учебных заведений к их разнообразию.

3. Уже осуществляется подчинение военного образования государственному образовательному стандарту по соответствующим специальностям.

4. Продолжается переход Вооруженных Сил на службу по контракту, следовательно, возрастают требования к качеству подготовки в гражданских вузах высококвалифицированных специалистов - офицеров широкого профиля не только запаса, но и службы в армии.

5. Бурно развивается в последнее десятилетие новая область научного знания - менеджмент в образовании, и, таким образом, появляется возможность использовать разработанные управленческие технологии по отношению и к качеству образования.

Общеизвестно, что универсального хорошего управления вообще не бывает, ибо всякое управление, в том числе и управление качеством образования, объективно ориентировано. Эффективным управление может быть только для конкретного объекта в конкретной ситуации.

Значимость этого принципа универсальна, но в некоторых случаях она становится особенно высокой. Это бывает тогда, когда управляемый объект недостаточно изучен, понятен, описан, а сама его сущность вызывает споры и дискуссии. Таким мало понятным, плохо описанным, по-разному истолкованным и является термин - «качество образования».

Одни сводят качество образования к качеству обучения (т.е. столько-то % на «4» - «5», столько-то на «3» закончили за отчетный период или за выпуск, столько-то дипломов с отличием, с золотой медалью и т.п.)

Другие под качеством образования понимают качество обучения и всего воспитания (учебно-воспитательный процесс).

Третьи под качеством образования понимают степень развитости личности (чаще всего такое понимание относится к компетентности специалиста). Спорить с этим трудно, только вот никто ни точно, ни приблизительно не знает, как эту развитость измерить, описать, охарактеризовать.

Четвертые под качеством образования понимают готовность выпускника военного учебного центра к исполнению обязанностей по его предназначению, т.е. готовность к:

- тяготам и лишениям военной службы;
- защите Родины;
- подчинению;
- выполнению приказов и распоряжений;

- заботе о семье, подчиненных;
- разумному проведению досуга;
- продолжению образования.

В принципе это толкование понятия качества образования очень даже неплохое, однако отзывы из войск на выпускников, и не только нашего вуза, показывают, что многие параметры этого понятия могут быть определены только спустя несколько лет после выпуска, так как адаптационный период к военной службе у каждого выпускника (даже если он золотой медалист) разный и поэтому неясно, как оценить качество образования, как говорят, здесь и сейчас.

Как быть? Какое понятие принять за основу? Ведь даже преподаватели по-разному, а иногда и неверно понимают, что такое качество образования.

Вот почему особую значимость для нас приобретают мудрые слова Рене Декарта: «Определяйте значение слов. Этим вы избавите человечество от половины его заблуждений».

В настоящее время со стороны военных специалистов нет четкого понимания термина «качество образования». В словаре понятий и терминов по законодательству Российской Федерации об образовании, «качество образования выпускников вузов» трактуется как определенный уровень знаний, умений и навыков, умственного, физического и нравственного развития, которого достигли выпускники образовательного учреждения в соответствии с планируемыми целями обучения и воспитания. Из текста такой трактовки понятия «качество образования выпускников» для нас военных неясно:

кем и как определен уровень знаний, умений и навыков. Можно предположить, что под «определенным уровнем» любых показателей рекомендовано понимать показатели, спрогнозированные в зоне потенциального развития конкретного выпускника;

почему взяты только три стороны развитости (умственное, физическое, нравственное). Интерпретируя такую трактовку для выпускников военно-технических специальностей, можно предположить о необходимости введения психического развития (духовного, эмоционального, сферы интересов и профессиональной компетентности).

При всех замечаниях, разъяснениях, уточнениях выше приведенные определения достаточно полно раскрывают понятие «качество образования» и поэтому оно может быть использовано с соответствующей доработкой, интерпретацией в учебно-воспитательном процессе военных учебных центрах.

Если поставить вопрос - что же военный центр должен делать с «качеством образования»? - то это, по всей видимости:

1. Научиться правильно прогнозировать, проектировать, моделировать те качества подготовки выпускника, которые военный центр предполагает получить «на выходе» образовательного процесса, то есть, в соответствии с «квалификационными требованиями» к выпускнику вуза.
2. Обеспечивать, поддерживать достижение требуемого уровня качества образования.
3. Повышать качество образования, приведя его в соответствие с растущими требованиями Министерства Обороны (как заказчика). Повышение

качества образования, появление его новых свойств возможно только через развитие образования (т.е. через инновационный процесс).

4. Выявлять и оценивать реальное качество образования, его соответствие квалификационным требованиям.

Нам необходимо осознать, во-первых - что качество образования как некий феномен и атрибут образовательного процесса обладает проектной природой, то есть может и должен быть предметом проектировочной работы любого субъекта управления.

Во-вторых, необходимо понимать, что прогнозирование является научным методом и ему можно научиться.

Дёмкин Андрей Михайлович, Батюк Иван Яковлевич

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ОБЛЕГЧЕНИЯ ПУСКА ХОЛОДНОГО ДВИГАТЕЛЯ НА ВОЕННОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия

Научный руководитель: Болотнюк Александр Павлович

Аннотация: Исследованы устройство и схемы систем облегчения пуска холодных двигателей на военной автомобильной технике. Установки предпусковых подогревателей на военной автомобильной технике. Выявлены их недостатки. Проанализированы варианты улучшения показателей предпусковых подогревателей путем введения дополнительных новшеств. Сформулирован технический результат улучшения предпусковых подогревателей.

Ключевые слова: предпусковой подогреватель, анализ, главные характеристики, преимущества, военная автомобильная техника.

В настоящее время автомобильная техника является самой массовой из числа самодвигающихся машин стоящей на вооружении. Особое внимание уделяется поставкам военной автомобильной техники под монтаж вооружения поставляемые на обеспечение группировки «арктических» войск, дислоцируемые в суровом, морском, субарктическом климате.

Основной типаж военной автомобильной техники (ВАТ) в Вооруженных Силах на сегодняшний день составляет автомобили семейства «Мустанг» и «Мотовоз».

На всей военной автомобильной технике, поставляемой на вооружение, предусмотрена система облегчения пуска холодного двигателя, оборудованная предпусковым подогревателем.

Широкое применение за простоту и надежность получил предпусковой подогреватель жидкостной дизельный - ПЖД-30 (и его модификации) который устанавливается на поставляемую военную автомобильную технику автомобильными заводами КамАЗ и Урал.

Предпусковой подогреватель выполняет функцию облегчения пуска двигателя в условиях отрицательных температур окружающей среды, подогревом охлаждающей жидкости системы охлаждения (СО) двигателя и масла в картере системы смазки (СС) двигателя.

ПЖД-30 работает независимо от двигателя ВАТ, и подключается к его СО, системе питания топливом (СП) и электрооборудованию.

Составные части подогревателя ПЖД-30 (рис.1) и схема работы предпускового подогревателя (рис.2).

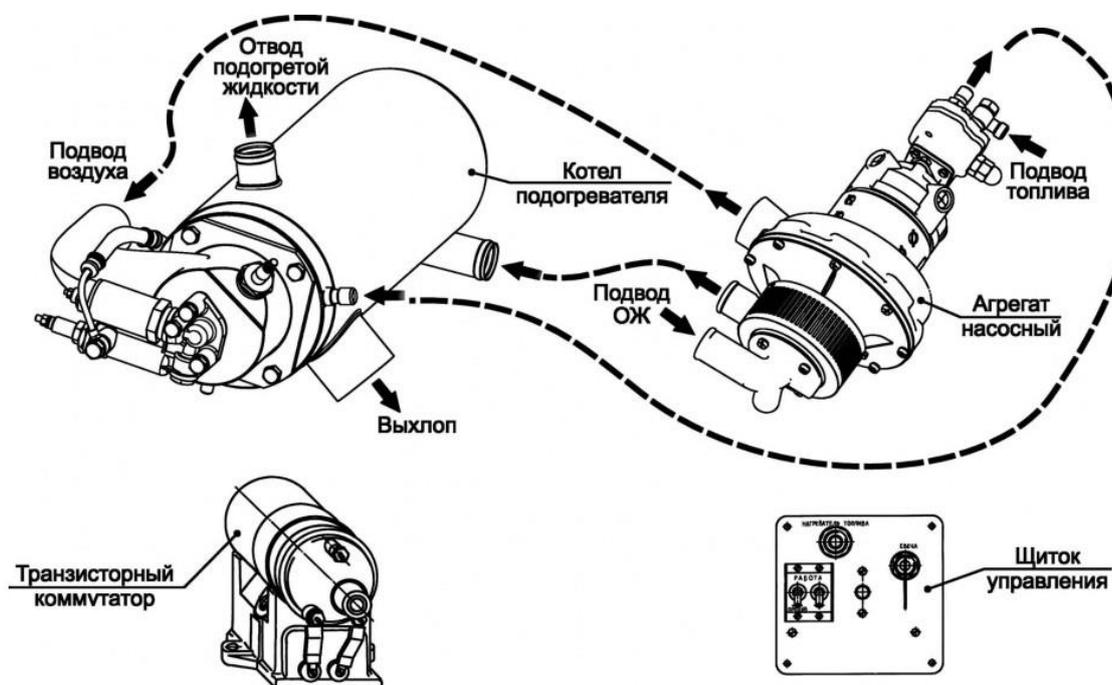


Рис. 1. Составные части предпускового подогревателя ПЖД-30

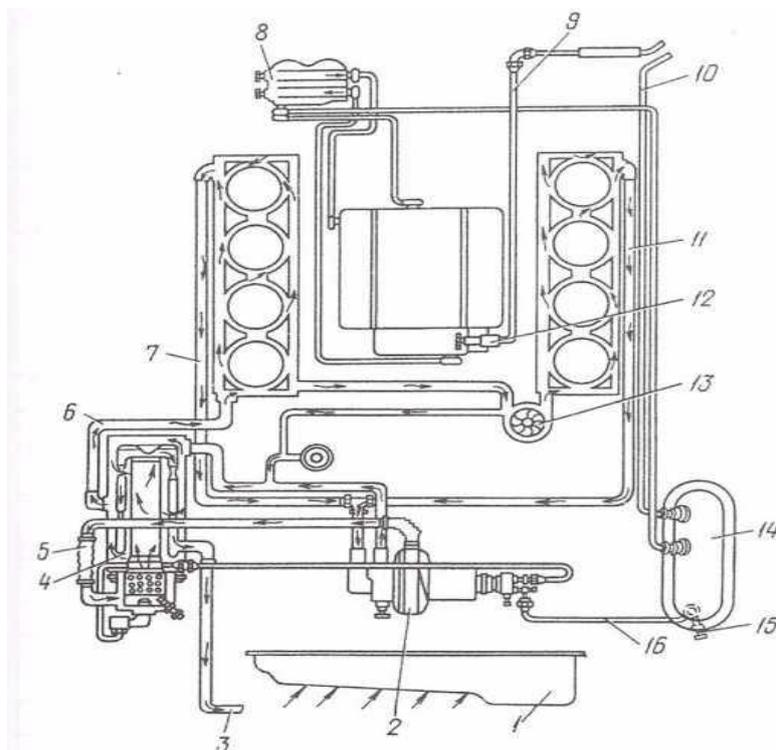


Рис. 2. Схема работы предпускового подогревателя ПЖД-30: 1 - картер двигателя; 2 - насосный агрегат; 3 - труба отвода газов; 4 - теплообменник подогревателя; 5 - воздухопровод к горелке подогревателя; 6 - труба подвода жидкости из подогревателя в блок; 7, 11 - труба отвода жидкости из блока в подогреватель; 8 - фильтр тонкой очистки топлива; 9 - подводящая трубка насоса низкого давления; 10 - топливная сливная трубка; 12 - ручной топливоподкачивающий насос; 13 - жидкостный насос системы охлаждения двигателя; 14 - топливный бачок подогревателя; 15 - топливный кран подогревателя; 16 - подводящая трубка топливного насоса подогревателя

Подогреватель работает следующим образом. Топливный насос подогревателя подает топливо из бачка 14 (рис. 2), которое через открытый электромагнитный клапан подводится к форсунке и впрыскивается во внутреннюю полость горелки теплообменника подогревателя. Распыленное топливо смешивается с подаваемым вентилятором воздухом, воспламеняется и сгорает, нагревая в теплообменнике охлаждающую жидкость. Продукты сгорания топлива через трубу 3 направляются под масляный картер 1 двигателя и нагревают в нем масло.

Топливо очищается фильтрами, установленными в электромагнитном клапане и форсунке.

Топливо для подогревателя поступает из специального топливного бачка 14 (рис. 2), который заполняется автоматически при работающем двигателе. При неработающем двигателе бачок может быть наполнен с помощью ручного топливоподкачивающего насоса, установленного на ТНВД.

Расход топлива регулируется с помощью редукционного клапана, размещенного на топливном насосе.

При достижении температуры на датчике котла (76...85)°С отключится электромагнитный клапан подачи топлива и подогреватель работает в режиме продувки. Повторный запуск возможен только при его полном отключении.

Предпусковой подогреватель ПЖД-30 обеспечивает высокую надежность конструкции при низкой себестоимости производства, безопасность, простоту эксплуатации и минимальных объемах работ по техническому обслуживанию.

Масса и компактность предпускового подогревателя ПЖД-30 допускает его установки на большинстве дизельных образцах ВАТ, стоящих на вооружении.

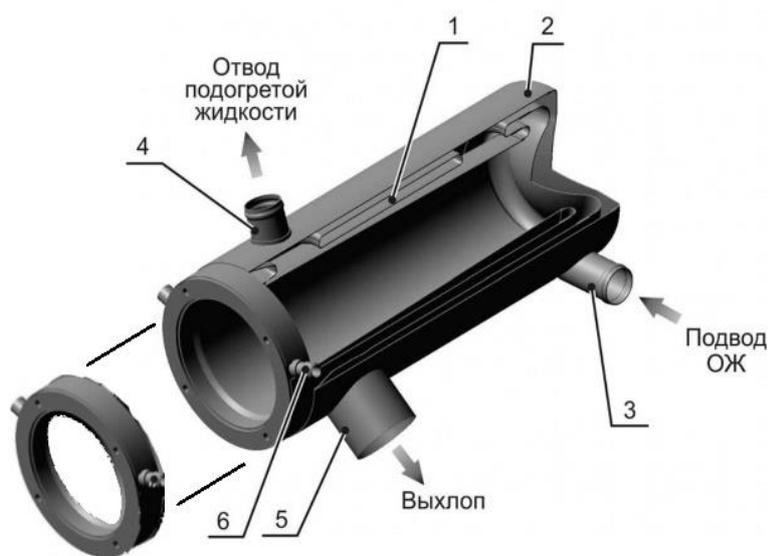
Вместе с тем применение предпускового подогревателя ПЖД-30 на ВАТ обладает рядом недостатков.

К ним относятся недостаточная эффективность использования теплопроизводительности в следствии чего увеличивается продолжительность подготовки машин к движению, а это способствует снижению ее боевой готовности.

Предпусковой подогревателя ПЖД-30 не обеспечивает топливоподготовку, подогрев дизельного топлива системы питания двигателя и дизельного топлива поступающего в горелку подогревателя.

Парафины, которые в той или иной концентрации всегда присутствуют в дизельном топливе при охлаждении переходят в твердое состояние и выпадают в осадок — зрительно это воспринимается как помутнение дизельного топлива. При продолжении охлаждения начинается агломерация — срастание молекул парафинов между собой. Как только парафиновые агломераты станут соразмерными с диаметром микропор топливного фильтра, фильтра окажутся заблокированным белым парафиновым гелем. Топливо перестанет поступать к горелке предпускового подогревателя.

Обеспечить подогрев системы питания двигателя ВАТ топливом можно достичь путем введения дополнительного новшества, установкой дополнительного топливонагревателя к теплообменнику предпускового подогревателя ПЖД – 30 для нагрева топлива в топливопроводах и топливном баке системы питания двигателя топливом. (рис. 3).



1 – газоход; 2 – цилиндр теплообменника; 3 – патрубок подводящий; 4 – патрубок отводящий; 5 – патрубок газоотводящий; 6 – нагреватель топлива

Рис. 3. Схема работы предпускового подогревателя ПЖД-30 с топливонагревателем для системы питания топливом

Установка топливонагревателя для системы питания двигателя топливом осуществляется болтами (М8-6Х26) через прокладку уплотнительную (материал: паронит толщ. 1,5мм) к теплообменнику.

Подача дизельного топлива к топливонагревателю для системы питания топливом производится из топливного бака автомобиля через трубопровод. Отвод нагретого топлива от топливонагревателем осуществляется по трубопроводу соединённым с бачком топливным бачком подогревателя 14 (рис.2), из бачка по топливной сливной трубке в топливный бак автомобиля 10 (рис.2).

Циркуляция топлива осуществляется топливным насосом от электродвигателя МБП-3ШК расположенным на линии трубопровода бака автомобиля – подогреватель топлива.

Таким образом данные улучшения подогрева топлива предпусковым подогревателем ПЖД – 30 позволяют получить результат, который выражается в следующем:

- повышается эффективность использования теплопроизводительности предпускового подогревателя;

- улучшается топливоподготовка системы питания топливом двигателя и топлива, поступающего в предпусковой подогреватель ВАТ в условиях низких температур;

- сокращается продолжительность подготовки машины к работе (движению) способствуя повышению боевой готовности.

Список литературы:

1. ГОСТ 305-2013 Межгосударственный стандарт. Топливо дизельное. Технические условия. 2013. 21 с.
2. Порохин А.П. Эксплуатация бронетанкового вооружения и техники: учеб. Пособие. М: Военное издательство, 1989 – 440 с.
3. Борщев Б.Г. Автомобиль Урал - 43206 и его модификации (издание первое). Руководство по эксплуатации –Миасс, 2000. – 233 с.
4. Васин В.В., [и др.]. Автомобили КамАЗ семейства «Мустанг». Руководство по устройству, эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту [Текст] –Набережные Челны: ОАО «КАМАЗ», 2008. – 546 с.
5. Васильченков В.Ф., Веденеев А.И., Горячев В.А., Жолнин А.Д., Журихин Ю.И., Савченко В.А., Ширяев П.П. Военные автомобили. Конструкция и расчет: учеб. пособие – Рыбинск: Издание ОАО «РДП», 1997-664 с.
6. Подогреватель жидкостной жидкостный ПЖД-30. Руководство по ремонту – Шадринск: ОАО «ШААЗ» 2004 - 23с.

Иваненко Сергей Владимирович

РОЛЬ УЧЕБНОГО СБОРА В ФОРМИРОВАНИЕ ЛИЧНОСТИ ОФИЦЕРА

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия

Научный руководитель: Болотнюк Александр Павлович

Аннотация: Военная служба - сложное социальное и правовое явление. Она составляет основу деятельности и функционирования Вооруженных Сил, других войск, воинских формирований и органов, входящих в военную организацию государства, охватывает миллионы граждан России. Комплектование Вооруженных Сил Российской Федерации – это многогранная система установленных государством мероприятий по обеспечению кадра и запаса (резерва) Вооруженных сил личным составом как в мирное, так и в военное время.

Ключевые слова: учебный сбор, офицер, личность

В настоящее время все чаще встает вопрос комплектования Вооруженных Сил РФ специалистами высокого уровня.

Решающим фактором для этого служит скорейшая адаптации студентов, проходящих подготовку по программе офицеров запаса, сержантов и солдат запаса в военных учебных центрах при образовательных организациях высшего образования, к условиям службы в войсках.

Особое значение имеет для Вооруженных Сил Российской Федерации подготовка студентов, проходящих подготовку по программе офицеров запаса. Так как они являются потенциальным резервом для поддержания высокой степени мобилизационной готовности Вооруженных Сил Российской Федерации. А многие из них свяжут свою дальнейшую жизнь с Вооруженными Силами.

Учебные занятия, предусмотренные программой обучения в стенах военного учебного центра, направлены на формирование у студентов, проходящих подготовку по программе офицеров запаса умений, навыков и компетенций для успешного исполнения обязанностей по должностному предназначению.

Важнейшим и наиболее ответственным этапом образовательного процесса является учебный сбор, проводимый в одной из воинской части Вооруженных сил Российской Федерации. От организации, качественного проведения учебного сбора во многом зависит уровень подготовки будущих офицеров-автомобилистов, степень их готовности к выполнению сложных и многогранных обязанностей.

В ходе учебного сбора, студенты закрепляют теоретические знания в вопросах организации и проведения занятий по боевой подготовке, воспитательной работы, организации службы войск, жизни и быта личного состава в соответствии с требованиями общевоинских уставов Вооружённых Сил Российской Федерации, совершенствуют практические навыки в вопросе организации эксплуатации и ремонта вооружения и военной техники, в организации и проведении воинского нравственного, правового и культурного воспитания личного состава.

Именно в ходе проведения учебного сбора высвечиваются недостатки в подготовке студентов. Это недостаточные знания руководящих документов по службе, устройства и правил эксплуатации автомобильной техники, слабые навыки в методической подготовке студентов, неуверенность при работе с личным составом.

И если недостатки в знании руководящих документов по службе, а также слабые знания устройства и правил эксплуатации автомобильной техники возможно восполнить при подготовке и сдаче итоговой аттестации в форме междисциплинарного экзамена, то проблемы в методической подготовке и неуверенность при работе с личным составом устранить без соответствующей работы с солдатом в стенах военного учебного центра проблематично.

Поэтому при проведении учебного сбора со студентами проходящих подготовку по программе офицеров запаса ставится задача на обязательное совершенствование навыков в работе и проведение занятий с личным составом.

Так же в ходе прохождения студентами учебного сбора, особое значение уделяется вопросам формирования личности офицера. Умению работать с подчиненным личным составом, как индивидуально с конкретным военнослужащим, так и в целом с воинским коллективом. Решение данной проблемы можно условно разделить на два направления.

Во-первых, изучение личности воина, межличностных отношений в воинских коллективах, диагностика неуставного поведения военнослужащих.

Во-вторых, работа по профилактике и предупреждению неуставных взаимоотношений, реагирование на случаи их проявления и устранение их последствий.

Как правило, тот студент, который стремится получить необходимые навыки, попробовать себя в должности офицера автомобилиста с задачами учебного сбора справляется в полном объеме, а те студенты, которые пассивны при обучении в аудиториях военного-учебного центра не добиваются успехов и в отработке программы учебного сбора. И здесь высвечивается роль администрации учебного сбора, которая назначается командиром войсковой части.

В целом успех учебного сбора, ее эффективность во многом зависит от форм, методов работы администрации учебного сбора, командира части и подразделений. Практическая работа офицеров войсковой части, неоднократно проводившие учебные сборы со студентами, свидетельствует о том, что там, где администрация сбора умело организует ее и предъявляет высокую требовательность к студентам, заботу о них, принимает меры к тому, чтобы студенты выполнили программу сбора и другие задания полностью, там и результаты учебного сбора выше. Об этом свидетельствует и контроль хода проведения учебного сбора, и отзывы на студентов по итогам учебного сбора, а также сравнительный анализ результатов по итоговой аттестации.

Одной из особенностей прохождения учебного сбора, является обязательное принятие каждым студентом военной присяги. Принятие военной присяги – наиболее тожественный и волнующий момент в жизни каждого студента. Она имеет силу государственного правового документа, и является

духовно – нравственным актом, закрепляющий клятву на верность Отечеству, своим знаменам и славным боевым традициям. Ритуал приведения к военной присяге осуществляется командованием воинской части в порядке, определенном Уставом внутренней службы Вооружённых Сил Российской Федерации. И каждый студент перед лицом командиров, своих товарищей, родных и близких приносит торжественное обещание на верность своей Родине – России.

Список литературы:

1. Барабанщиков А.В., Давыдов В.П., Феденко Н.Ф. Основы военной психологии и педагогики. М., 1988. - 269 с.
2. Волков С.В. Русский офицерский корпус. М, 1993. - 368 с.
3. Волотовский А.А. Роль прогрессивных традиций офицеров Российской армии в воспитании современных офицерских кадров: Автореф. дис. канд. филос. наук. -М, 1993. -21 с.

Ильина Лилия Владимировна, Тацки Людмила Николаевна

УЛУЧШЕНИЕ СВОЙСТВ ОСВЕТВЛЕННОГО КЕРАМИЧЕСКОГО ЧЕРЕПКА ИЗ НИЗКОКАЧЕСТВЕННОГО ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет;
кафедра строительных материалов, стандартизации и сертификации
630008, г. Новосибирск, ул. Ленинградская, 113*

Аннотация: В связи с дефицитом высококачественного глинистого сырья, во многих регионах России актуальна задача получения кирпича, особенно лицевого, из пород с пониженным содержанием глинистых фракций. Проблема может быть решена за счет использования способа полусухого прессования. Осветление керамического черепка рекомендуется осуществлять введением в состав тонкомолотого мела в сочетании с упрочняющей добавкой волластонитом. Введение добавок в оптимальной дозировке позволило получить: кремовый цвет черепка из красножгущегося глинистого сырья прочностью при сжатии 49,5 МПа, водопоглощением 10,5 мас.%. Таким образом на основе сырья с содержанием глинистых частиц всего 6,8 об. % возможно получение лицевого керамического кирпича с осветленным черепком.

Ключевые слова: низкокачественное глинистое сырье, полусухое прессование, осветление керамического черепка, мел, волластонит.

Керамический кирпич был и остается востребованным материалом из-за высоких физико-технических показателей, долговечности, экономической безопасности и архитектурной выразительности [1, 2]. Однако во многих регионах ощущается дефицит высококачественного глинистого сырья для производства кирпича [3]. В частности, значительная часть осадочных пород Западно-Сибирской низменности и степных районов Красноярского края в подавляющем большинстве представлена суглинками с малым количеством

глинистых и значительным – пылеватых частиц, что обуславливает их низкие технологические свойства: высокую чувствительность к сушке и как следствие - трещинообразование в процессе сушки, неспекаемость при низких температурах обжига кирпича. В связи с этим получение керамических стеновых изделий, отвечающих по качеству потребностям современного рынка, является актуальной задачей. В условиях отсутствия высококачественного глинистого сырья для производства изделий пластического формования, необходимо создание новых и модернизация существующих заводов полусухого прессования кирпича [4].

Таким образом, целью работы явилось получение керамических материалов полусухого прессования с осветленным черепком на основе низкокачественного красножгущегося глинистого сырья.

В исследованиях использовалась глинистая порода Клещихинского месторождения, являющаяся сырьевой базой производства кирпича пластического формования на ОАО «ЗСМ-7» г. Новосибирска. Изменение химического состава глинистой породы, % по сухой массе: SiO_2 - 62,50-64,29; $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2$ - 13,93-11,45; $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{FeO}$ - 5,20-4,83; CaO - 6,11-5,10; MgO - 2,30-2,34; SO_3 - следы-1,01; R_2O - 3,00-0,62; п.п.п. - 6,90-9,85.

Рентгенограммы глинистого сырья представлены на рис. 1, кривые комплексного термического анализа – на рис. 2.

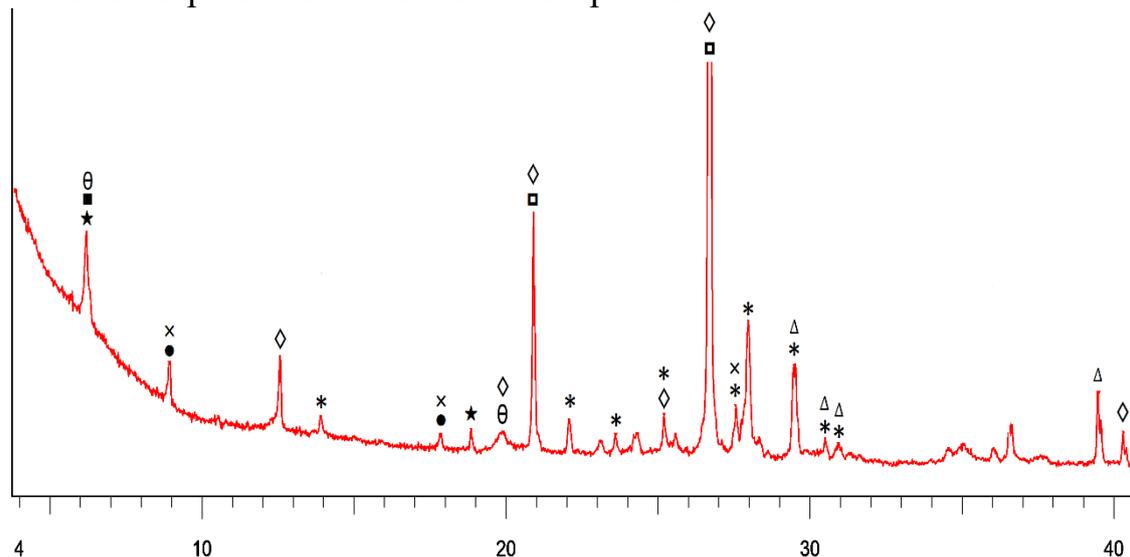


Рис. 1. Рентгенограмма глинистой породы:

Δ - карбонаты, * - хлорит, ■ - смешанно-слойные минералы, • - гидрослюды, ◇ - каолинит, □ - кварц, ○ - кльцит, * - альбит, θ – монтмориллонит, × - мусковит.

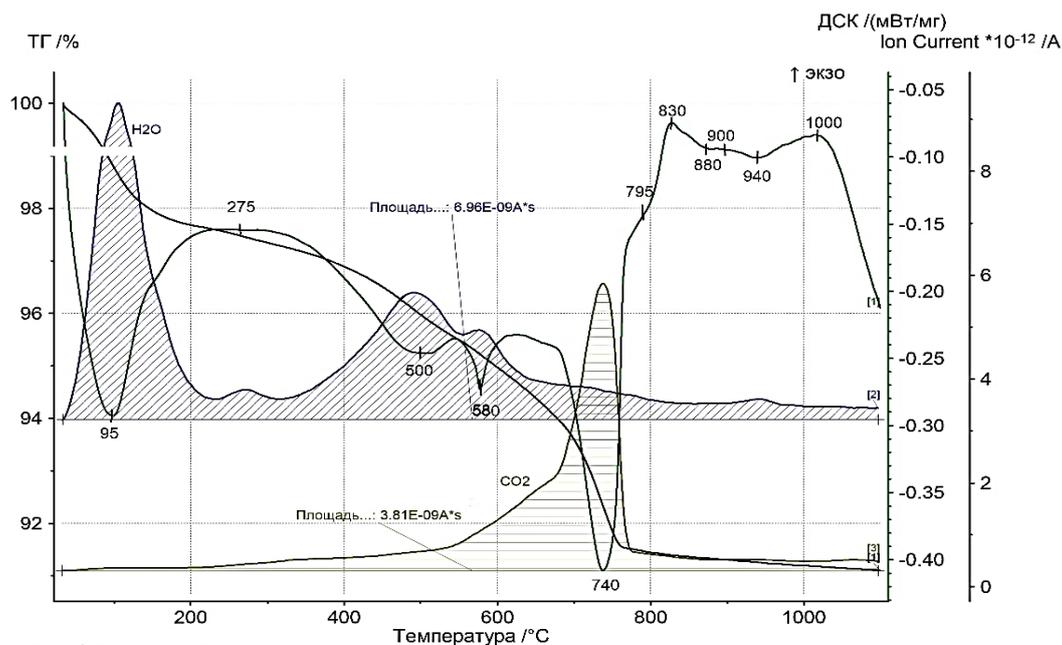


Рис. 2. Кривые комплексного термического анализа

Кривые комплексного термического анализа показали, что термоэффекты, полученные при нагревании сырья, соответствуют следующим процессам:

- удалению адсорбированной воды при температуре 95 °С;
- дегидратации гидрослюд - 275 °С;
- дегидратации вероятно каолинита, монтмориллонита и гидросюд - 500-580°С;
- превращение α -кварца в β -кварц - 580 °С;
- диссоциация карбонатов - 740 °С;
- вероятно, окисление FeO до Fe₂O₃ и переход γ -Fe₂O₃ в α -Fe₂O₃ - 830-900 °С;
- разрушение решетки гидрослюд - 940 °С;
- кристаллизация аморфных продуктов разложения глинистых минералов – 1000 °С.

Таким образом, порода Клещихинского месторождения характеризуется как полиминеральное закарбонизованное сырье. Глинистые минералы представлены гидрослюдами с примесью каолинита, монтмориллонита, смешанно-слойными минералами, хлоритом; в качестве примесей присутствуют кварц, альбит, мусковит, карбонаты. Интенсивное удаление адсорбированной и межпакетной воды в начальные сроки нагревания предопределяет склонность сырья к трещинообразованию в период сушки.

В табл. 1 приведены гранулометрический состав и дообжиговые технологические свойства проб сырья, отобранных в различные годы.

Таблица 1

Гранулометрический состав и дообжиговые свойства сырья

Год отбора пробы	Гранулометрический состав			Число пластичности			Линейная усадка, %	
	50 мкм - 1 мм	5 – 50 мкм	менее 5 мкм	φ_1 , %	φ_2 , %	П	воздушная	общая
1965	11,75	77,75	10,50	35,2	15,4	19,8	6,2	6,9
2008	19,45	74,32	6,23	28,0	12,1	15,9	6,8	7,4
2010	19,45	75,19	6,81	27,5	12,3	15,2	5,9	6,1

Обращает на себя внимание существенное снижение в течение времени содержания глинистых частиц и величины максимальной молекулярной влагоемкости (ММВ, φ_2). Отмечается несоответствие между достаточной величиной числа пластичности (П) и низкой – ММВ, что объясняется высокой дисперсностью пылеватой фракции. В условиях ОАО «ЗСМ-7» достаточно велико количество сушильного брака. Это объясняется тем, что поры сырца засорены пылевидными частицами, а прочность сырца относительно низкая. В связи с указанными особенностями глинистого сырца предпочтительным способом формования является полусухое прессование.

В качестве добавок использовались:

- минеральная отбеливающая добавка – мел МТД-2 производства АО «МелСтром», изготавливаемый по ТУ 5743-008-05720542-96, содержащий 96,84 мас. % углекислого кальция;
- микроармирующая добавка – волластонит (однокальциевый силикат), рудник «Веселый» республика Алтай.

Гранулометрический состав глинистого сырца определяли по методу Б.И. Рутковского. Пластичность устанавливали следующим образом: верхний предел (φ_1 , мас. %) при помощи балансирного конуса, нижний предел – по значению ММВ (φ_2 , мас. %). Число пластичности – как разность между φ_1 и φ_2 .

Минеральный состав глинистого сырца установлен с помощью термогравиметрического и комплексного термического методов. Комплексный термический анализ проведен на термоанализаторе NETZSCH STA 449F1 в аргоне, скорость съемки 10 °С/мин. Физико-технические свойства волластонита установлены по общепринятым методикам, степень белизны – на блескомере путем сравнения с эталоном.

В таблице 2 приведены свойства обожженных образцов в точках матрицы планирования, которые математически обрабатывались для получения вкладов каждого фактора (табл. 3) в значения отклика (свойства образцов).

Таблица 2

Свойства обожженных образцов

Состав по матрице					Свойства обожженных образцов		
№ состава	Содержание мела, мас. %	Температура обжига, °С	Влажность пресс-порошка, %	Давление прессования, МПа	Средняя плотность, кг/м ³	Прочность при сжатии, МПа	Водопоглощение, %
1	25	1000	12	15	1950	33,3	13,2
2	25	1050	8	20	1900	28,9	14,3
3	25	950	10	25	1980	40,8	12,9
4	30	950	8	15	1850	21,7	16,3
5	30	1000	10	20	1800	32,2	14,6
6	30	1050	12	25	1720	12,8	20,2
7	35	1050	10	15	1690	9,4	21,6
8	35	950	12	20	1650	10,6	22,2
9	35	1000	8	25	1880	12,8	16,3

Таблица 3

Влияние изменения технологических параметров на свойства обожженных образцов

Факторы	Влияние изменения технологических параметров								
	на прочность			на водопоглощение			на среднюю плотность		
	уровни			уровни			уровни		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Содержание мела, мас. %	34,33	22,23	17,60	13,47	17,03	20,02	1943	1790	1740
Температура обжига, °С	3,07	2,74	-5,81	-1,22	-0,47	1,70	52	-1	-51
Влажность пресс-порошка, мас. %	-3,26	-0,81	4,07	0,19	0,20	-0,39	6	-41	36
Давление прессования, МПа	-0,34	8,04	-7,69	0,30	-2,15	1,86	2	52	-54

Анализ данных позволил выявить оптимальные технологические параметры (табл. 4) с точки зрения обеспечения наилучших эксплуатационных показателей. Увеличение содержания в шихте мела на 5 % по сухой массе при сохранении остальных технологических параметров на оптимальных значениях, снизило среднюю плотность на 10 %, прочность – на 30,3 %, повысило водопоглощение на 14,8 %. Эти результаты свидетельствуют о необходимости строгого соблюдения дозировки отбеливающей добавки.

Таблица 4

Оптимальные технологические параметры

Состав шихты, % по сухой массе			Давление прессования, МПа	Влажность пресс-порошка, %	Температура обжига, °С	Свойства образцов		
суглинки	мел МТД-2	Волластонит сверх 100 %				средняя плотность кг/м ³	прочность при сжатии, МПа	водопоглощение, %
75	25	10	20	12	1000	2000	49,2	10,4

Примечание: цвет керамического черепка – кремовый.

Таким образом, в связи с дефицитом высококачественного глинистого сырья для производства кирпича актуальной является задача получения стеновых изделий, отвечающих по качеству потребностям современного рынка. На отдельных этапах переработки сырья в готовые стеновые изделия необходимо исследовать их морозостойкость и использовать прогрессивные технологические решения:

- экспериментально установленную возможность получения лицевых керамических изделий с осветленным черепком на основе легкоплавкого глинистого сырья с низким содержанием глинистых фракций;

- необходимость введения в состав шихты упрочняющей добавки – дисперсного волластонита для повышения прочности при осветлении черепка мелом;
- необходимость строгого контролирования содержания отбеливающей добавки (мела), так как увеличение его количества сверх оптимального на 5 мас. % понижает прочность более чем на 30 % и повышает водопоглощение на 14,8 %.

Таким образом, на основе глинистого сырья с низким содержанием глинистых частиц возможно получение лицевых керамических изделий с осветленным черепком.

Список литературы:

1. Pishchulina V., Kotlyar V., Argun A. Integrated Cross-disciplinary Approach to Dating the Architectural Heritage Objects. Based on Abkhazia and Chechnya Architectural Monuments Dating back from 2nd to 11th Centuries. 2nd International Conference on Art Studies: Science, Experience, Education (ICASSEE 2018) «Advances in Social Science, Education and Humanities Re-search». Vol. 284. Pp. 613–617. <https://doi.org/10.2991/icassee-18.2018.121>.

2. Vereshchagin V.I., Khabas T.A., Proskurdina O.A., Starosvetkiy S.I., Proskurdin D.V. Increase in strength of porous alumina ceramic by additives of aluminum oxide nanopowder // Inorganic Materials: Applied Research. 2016. Т. 7. No 1. Pp. 29-33. <https://doi.org/10.1134/S2075113316010275>.

3. Тацки Л.Н., Ильина Л.В., Филин Н.С. Технологические принципы повышения качества керамического кирпича полусухого прессования из низкокачественного сырья // Известия вузов. Строительство. 2019. № 7. С. 35-49. <https://doi.org/10.32683/0536-1052-2019-727-7-35-48>.

4. Guryeva V.A., Doroshin A.V., Dubineckij V.V. Ceramic bricks of semi-dry pressing with the use of fusible loams and non-traditional mineral raw materials // Solid State Phenomena. 2019. Vol. 299, Pp. 252–257. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/SSP.299.252>.

Ильина Лилия Владимировна, Туляганов Александр Константинович

ПРИМЕНЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОЛОКОН В ШТУРАТУРНЫХ КОМПОЗИЦИЯХ

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет;
кафедра строительных материалов, стандартизации и сертификации
630008, г. Новосибирск, ул. Ленинградская, 113*

Аннотация: Приведены результаты исследований по влиянию минеральных волокон на свойства раствора для устройства штукатурного покрытия, наносимого на поверхность зданий и сооружений для защиты от атмосферных воздействий или придания декоративных свойств. Показана возможность повышения трещиностойкости и снижение усадочных деформаций за счет введения в состав штукатурных растворов армирующих элементов из

базальтового волокна. Установлено, что оптимальное содержание волокон составляет 0,6 % при этом прочность при изгибе увеличивается на 21 % по сравнению с составом без волокон и в 1,9 раза по отношению к составу без волокон и РПП. Наибольшая трещиностойкость получена при введении базальтовых волокон, добавление 0,6 % которых обеспечивает трещиностойкость в слое раствора 20 мм уже через сутки твердения.

Ключевые слова: раствор, растворная смесь, полимерные добавки, армирующие волокна, прочность при изгибе, трещиностойкость.

Цементное вяжущее, обладая высокой прочностью на сжатие, имеет сравнительно низкую прочность на растяжение и на изгиб. Для исправления этого недостатка используется много различных способов, одним из которых является армирование цементного камня различными волокнистыми материалами как органического, так и неорганического происхождения [1, 2].

Эффективность дисперсного армирования сухих строительных смесей напрямую зависит от правильного выбора вида волокон и во многом определяется совместимостью волокон с минеральной матрицей, количеством введенных волокон, способом производства работ и условиями последующей эксплуатации [3, 4]. При введении в матрицу армирующего волокна возникает множество локальных микроконтактов взаимодействия между волокнами и цементной матрицей, и, таким образом, связующий механизм волокон уменьшает тенденцию к образованию трещин и увеличивает срок службы штукатурного покрытия [5]. Таким образом, целью работы явилась разработка научнообоснованных составов раствора для устройства штукатурного покрытия, обладающего повышенной прочностью и трещиностойкостью с использованием армирующих добавок в виде базальтового волокна отечественного производства.

При проведении исследований использовались следующие материалы:

- портландцемент класса ЦЕМ I 42,5 Н, производства ООО «Топкинский цементный завод». Минералогический состав цемента, % массе: C_3S – 61,0, C_2S – 14,5, C_3A – 7,4, C_4AF – 12,3, $CaO_{своб}$ – 0,52;

- песок, производства ОАО «Камнереченский каменный карьер». Минеральный состав песка, % массе: кварц – 85, полевой шпат – 20. Естественная влажность – 6 %, истинная плотность зерен песка – 2650 кг/м³, насыпная плотность песка – 1400 кг/м³, модуль крупности – 1,87, содержание илистых, глинистых и пылевидных примесей – 4,8 %;

- гидратная известь второго сорта, производства ОАО «Искитимизвесть», содержащая активных оксидов ($CaO + MgO$) – 70 %;

- дисперсный известняк (г. Искитим, Новосибирская область), отход горнодобывающей промышленности. Химический состав известняка, % по массе: CaO – 54,48; MgO – 0,45; Fe_2O_3 – 0,55; Al_2O_3 – 0,22; SiO_2 – 0,95; SO_3 – 0,27; потери при прокаливании - 43,08, удельная поверхность молотого известняка - 400 м²/кг, насыпная плотность - 1400 кг/м³, истинная плотность - 2800 кг/м³, средний диаметр частиц - 27 мкм;

- базальтовое волокно, изготовленное из базальта Аргаяшского месторождения пос. Новогорный Челябинской обл. ООО «ТД «Порфирит-Урал», химический состав, % по массе: SiO_2 47,5-55,0; TiO_2 1,36-2,0; Al_2O_3 14,0-20,0; $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ 5,38-13,5; MnO 0,25-0,5; MgO 3,0-8,5; CaO 7-11,0; Na_2O 2,7-7,5; K_2O 2,5-7,5; P_2O_5 не более 0,5; SO_3 не более 0,5; прочие породы не более 5. Истинная плотность - 2600 кг/м^3 , длина волокна – 10 мкм, диаметр волокна – 17 мкм;

- релаксационный в воде порошок на основе сополимера винилацетата и винилового эфира версатиковой кислоты (РПП) – производитель ООО «Кубань полимер»;

- метилцеллюлоза (МЦ) производства ООО «Усольехимпром» (Иркутская область) представляющая собой метиловый эфир целлюлозы. МЦ - волокнистый материал белого цвета с желтоватым оттенком, длиной волокон 3 мм и толщиной 8 мкм.

Растворная смесь готовилась следующим образом. Сначала смешивались сухие компоненты (портландцемент, дисперсный известняк, базальтовые волокна, гидратная известь, песок, полимерные добавки), затем вводилось необходимое количество воды. После чего растворная смесь тщательно перемешивалась. Затем растворная смесь оставалась в покое 20 мин., чтобы полимерные добавки, находящиеся в композиционной смеси, начали взаимодействовать с водой. Перед заполнением формы растворная смесь вновь перемешивалась.

Отформованные образцы-балочки размером $40 \times 40 \times 160$ мм твердели 28 суток при температуре 20 ± 2 оС. Проведение испытания стойкости к образованию усадочных трещин осуществлялось по ГОСТ 33083-2014 «Смеси сухие строительные на цементном вяжущем для штукатурных работ. Технические условия». Опыты проводились на слое раствора толщиной 20 мм.

На первом этапе изучалось влияние РПП на прочность при сжатии и при изгибе раствора, стойкость к образованию трещин. Для испытания приготавливалась растворная смесь оптимальной рецептуры, подобранная ранее [2] и содержащая дисперсную минеральную добавку (7 % от массы цемента), гидратную известь (25 % от массы цемента), МЦ (0,4 % от массы сухой смеси). РПП вводился в количестве от 0,2 до 0,5 % от массы сухой смеси. Результаты испытаний представлены в табл. 1 и 2:

Таблица 1

Влияние содержания РПП на прочностные показатели раствора

Содержание РПП, % мас.	Прочность раствора, МПа	
	при сжатии	при изгибе
0	13,1	2,7
0,1	13,0	3,1
0,2	13,0	3,4
0,3	13,0	3,8
0,4	12,8	4,2
0,5	12,7	3,9

Таблица 2

Влияние количества РПП на стойкость к образованию трещин

Продолжительность твердения, сутки	Глубина раскрытия трещин, мм, при количестве РПП, % мас.					
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
1	0,5	0,4	трещины отсутствуют	трещины отсутствуют	трещины отсутствуют	трещины отсутствуют
2	0,6	0,5	0,4	трещины отсутствуют	трещины отсутствуют	трещины отсутствуют
3	0,8	0,6	0,5	0,4	трещины отсутствуют	трещины отсутствуют

Анализ экспериментальных данных показал, что введение в состав смеси РПП увеличивает прочность при изгибе, при этом прочность при сжатии снижается незначительно. Максимального увеличения прочности при изгибе удалось достичь при введении 0,4 % РПП. Прочность при этом увеличилась на 35,7 %. На прочность при сжатии добавление РПП существенно влияния не оказывает, что согласуется с литературными данными [9].

При введении РПП стойкость к образованию трещин увеличивается. При добавлении 0,2 % РПП через 1 сутки твердения трещины в слое раствора толщиной 20 мм не обнаружены. Наибольшей стойкостью к образованию трещин обладает смесь, содержащая 0,4 – 0,5 % РПП. Трещины в такой смеси не обнаружены через 3 суток твердения.

Таким образом, для дальнейших исследований принято количество РПП – 0,4 % от массы сухой смеси.

На втором этапе изучалось влияние армирующих базальтовых волокон на прочность при изгибе раствора и стойкость раствора к образованию трещин.

Для испытания приготавливалась растворная смесь, содержащая дисперсную минеральную добавку (7 % от массы цемента), гидратную известь (25 % от массы цемента), МЦ (0,4 % от массы сухой смеси), РПП (0,4 % от массы сухой смеси).

Исследована растворная смесь и раствор, которые изготавливались как без добавок, так и с добавкой волокон в количестве 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; и 1,0 % от массы портландцемента. Результаты влияния базальтовых волокон на прочность при изгибе приведены в табл. 3.

Таблица 3

Влияние количества базальтовых волокон на прочность при изгибе раствора

Прочность при изгибе, МПа, в зависимости от количества волокон, % мас					
0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
4,2	4,6	4,9	5,1	4,8	4,7

Примечания: 1. Прочность при изгибе контрольного состава (не содержащий волокон, РПП) - 2,7 МПа. 2. Прочность при изгибе состава, содержащего 0,4 % РПП - 4,2 МПа.

Анализ экспериментальных данных показал, что введение базальтовых волокон приводит к увеличению прочности при изгибе. При этом оптимальное содержание волокон составляет 0,6 %. Прочность при изгибе при этом увеличивается на 21 % по сравнению с составом без волокон и в 1,9 раза по отношению к составу без волокон и РПП.

Далее изучалось влияние армирующих базальтовых волокон на стойкость к образованию трещин. Испытания проводились на слое раствора толщиной 20 мм. Результаты стойкости к образованию трещин представлены в табл. 4 и на рис. 1.

Таблица 4

Влияние количества волокон на стойкость к образованию трещин

Длительность твердения, сутки	Глубина раскрытия трещин, мм, при количестве волокон, % мас.					
	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
1	0,5	трещины отсутствуют				
2	0,6	0,4	трещины отсутствуют	трещины отсутствуют	трещины отсутствуют	трещины отсутствуют
3	0,8	0,5	0,4	трещины отсутствуют	трещины отсутствуют	трещины отсутствуют

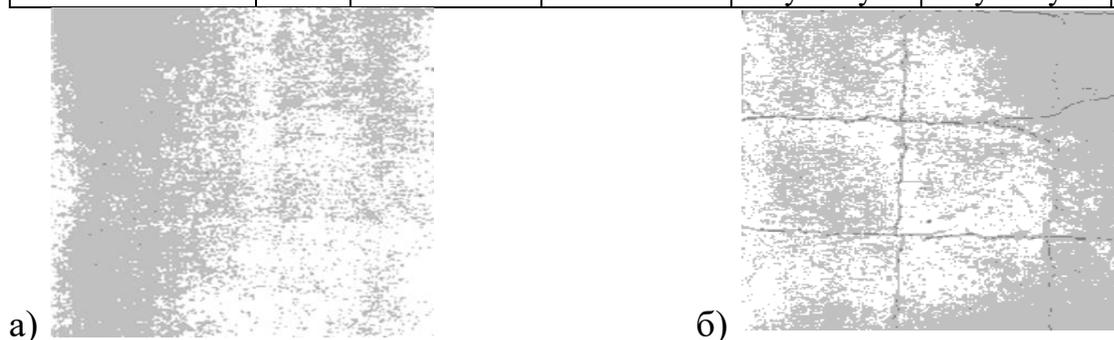


Рис. 1. Поверхность раствора после испытания на стойкость к трещинообразованию: а) с базальтовым волокном б) без волокон

Проведенный микроструктурный анализ контактной зоны базальтового волокна и цементного камня (рис. 2) позволил выявить новообразования на поверхности волокон, образовавшиеся вследствие химического взаимодействия базальтового волокна и продуктов гидратации цемента.

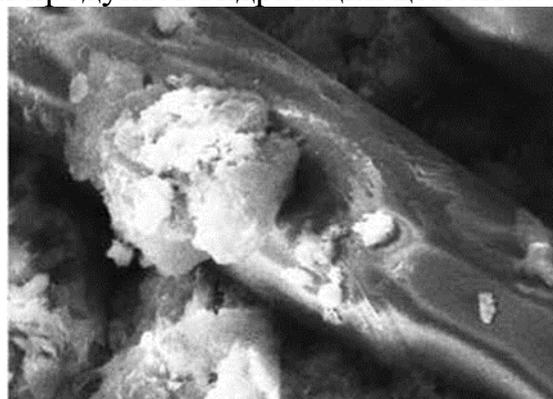


Рис. 2. Структура цементного камня, армированного базальтовым волокном в возрасте 28 суток

Таким образом, введение базальтовых волокон приводит к увеличению прочности при изгибе. При этом оптимальное содержание волокон составляет 0,6 %. Прочность при изгибе при этом увеличивается на 21 % по сравнению с составом без волокон и в 1,9 раза по отношению к составу без волокон и РПП. Наибольшая трещиностойкость получена при введении базальтовых волокон, добавление 0,6 % которых обеспечивает трещиностойкость в слое раствора 20 мм уже через сутки твердения.

Список литературы:

1. Василик П.Г., Голубев И.В. Применение волокон в сухих строительных смесях // Строительные материалы. 2000, № 9. С. 26-27.
2. Ильина Л.В., Кудяков А.И., Туляганов А.К. Цементные растворы с тонкодисперсными минеральными добавками // Известия вузов. Строительство. 2019. №12. С. 32-43
3. Дергунов С. А., Орехов С. А. Сухие строительные смеси (состав, технология, свойства), Оренбург, 2012. 106 с.
4. Сарайкина К.А., Голубев В.А., Яковлев Г.И., Сеньков С.А., Политаева А.И. Наноструктурирование цементного камня при дисперсном армировании базальтовым волокном // Строительные материалы. 2015. № 2. С.34-38.
5. Дервянко В.Н. Саламаха Л. В. Дисперсно-армированные растворы для устройства стяжек полов // Строительство, материаловедение, машиностроение. Сборник научных трудов. 2009. № 3. С.14-19.

Павликов Сергей Николаевич, Коломеец Валерия Юрьевна, Пленник Милена Денисовна, Копаева Екатерина Юрьевна, Зимарева Евгения Андреевна, Колесов Юрий Юрьевич, Гареева Марина Анатольевна

КОГНИТИВНАЯ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ СЕТИ

Морской государственной университет им. адм. Г.И. Невельского, Россия, Владивосток, 690059, ул. Верхнепортовая, 50а

Аннотация: В работе расширено понятие когнитивности системы защиты информационной сети от вредоносных программных продуктов, показаны преимущества матричной структуры. Приведен алгоритм управления множеством антивирусных программ под единым руководством с адаптацией правил принятия решений и возможным изменением уровней и каналов анализа. Цель исследования – повышение эффективности матричного метода анализа и оптимизации управления защитой от развивающихся вирусов. Для этого рассмотрены варианты построения алгоритмов принятия частных, групповых и общего решений, а также правила формирования баз данных: «белого», «серого» и «черного» списков.

Ключевые слова: вирус; защита; сканер; методы защита сети, оптимизация, обнаружение.

Актуальность исследования вызвана высокой интенсивностью атак на информационные сети и персональные компьютеры, а также постоянного процесса совершенствования вредоносных программных продуктов (ВПП) и способов их применения, учитывающих характер развития средств защиты. Возросла степень неопределенности и рисков в борьбе с самомаскирующимися вредоносными программами [1]. Объем данных по ВПП настолько велик, что затрудняет процесс их своевременного применения.

Основным направлением исследований является создание новых и модификация существующих методов и антивирусных программ (АВП) комплексного матричного анализа входных процессов с целью повышения эффективности защиты путем обнаружения ВПП, классификации, пополнения баз данных и ликвидации. Известные другие технические решения, описанные в материалах [1 и 2] и принятые за прототип предложенной матричной антивирусной системы (МАС).

Объектом исследования является матричная система защиты информационной сети, построенная с учетом адаптации по количеству видов АВП различных исследовательских лабораторий (ИЛ) и оптимизации уровней принятия решений с коллективным участием.

Предметом исследования является разработка методика оптимизации и управления структурой, содержанием блоков матрицы и правил их совместного применения при работе, как с известными, так и модифицированными ВПП.

Цель исследования – повышение эффективности метода комплексного анализа и оптимизации управления обработкой входной информации информационной вычислительной системы в условиях высокой неопределенности и риска. Цель достигается решением ряда задач, направленных на системный анализ противоборства ВПП и АВП.

Основой создания МАС стало понятие когнитивности в телекоммуникациях. С учетом новых условий и ограничений когнитивность системы защиты определяется, как способность средств защиты получать, добывать и использовать знания об окружающей процессах и доступных ресурсах, адаптировать структуру, содержание и правила обработки полученных знаний в виде многоуровневого комплекса частных, групповых и общего решений с целями обратных связей и алгоритмов начальной настройки и корректирующих действий по результатам тестовой и контрольной проверок работоспособности каналов (разных АВП, что соответствует ширине поиска) у их уровней (глубине поиска) и системы в целом. При существенных отличиях различных АВП это позволяет провести анализ одного и того же объекта с разных точек зрения формируя тем самым обобщенное по множеству метрик представление об исследуемом программном входном продукте, повысив вероятность обнаружения и классификации его как ВВП.

В работе приведены результаты моделирования работы МАС и определены дальнейшие работы по настройке компонентов системы: по

количеству каналов, количеству уровней принятия решений, алгоритму принятия коллективных решений в режиме обучения, а также при размытых требованиях к входной модели вредоносного продукта и степени риска при использовании метода в реальных условиях.

Для коллективного использования сканеров различных ИЛ предложена структура многопараметрической последовательно - параллельная матричной системы защиты информационной сети, методы настройки и алгоритмы принятия решений с повышенным уровнем обнаружения вредоносных программ.

В работе [3, с.4] предложены варианты построения систем, включающих последовательные, параллельные и матричные структуры.

Критерием предлагается выбрать вероятности правильного обнаружения и ложной тревоги (или вероятностей ошибки первого и второго рода) ВПП, а также их классификации по группам цветных списков. В работе рассматривается задача управления функционированием комплексной системы антивирусной защиты, состоящей из согласованных по уровням принятия решений нескольких АВП различных ИЛ, выбранных по общему рейтингу и результатам накопленного опыта их текущей эффективности.

Приведены результаты математического моделирования процессов формирования структуры системы, правил начальной установки, тестирования и настройки по каналам и уровням. Для этого проводится перечень мероприятий по синхронизации взаимосвязанных правил многоуровневых решений на контрольных выборках с известными параметрами. Оптимизация включает перечень задач с определением:

1. состава и параметров структуры;
2. рейтинга имеющихся АВП и последовательность их загрузки в матричную структуру;
3. методов принятия решений в условиях заданной неопределенности
4. методики настройки пределов пороговых значений;
5. правил принятия частных решений АВП (решения 1 уровня);
6. методики принятия коллективных решений по совокупности методов первого уровня вероятностей ошибки первого и второго рода (решение 2 уровня);
7. методики принятия коллективных решений с разными уровнями пороговых значений, при коррелированных методах обнаружения по совокупности признаков одной АВП или одной ИЛ (решение 3 уровня);
8. методики принятия комплексного коллективного решения МАС по назначенному критерию (решение 4-1 уровня).
9. методики принятия комплексного коллективного решения МАС по другому назначенному критерию (решение 4-2 уровня).
10. методики принятия комплексного коллективного решения МАС по назначенному обобщенному критерию (решение 4 уровня).
11. рекомендаций по адаптации конфигурации системы (оптимальной структуры, перечня АВП с диапазоном меняющихся параметров пороговых

значений и количества каналов), согласованности результатов работы АВП и сокращения избыточности при высокой их корреляции;

12. методики текущего анализа и контрольного тестирования компонентов всех уровней;

13. методики выбора режима запуска тестовых задач во времени и по пространству матричной структуры, определение параметров тестового контроля в режиме на «перекосах»;

14. порядка документирования результатов статистического анализа экспериментальной проверки МАС и выработке корректирующих настроек в автоматическом или экспертном режиме.

В работе предложены рекомендации к ИЛ для принятия совместных усилий по повышению эффективности АВП и в первую очередь для МАС. Для этого требуется совместные согласованные действия по:

- унификации, стандартизации процедур АВП и баз знаний;
- единой классификации ВПП;
- согласованных уровней принятия решений АВП;
- открытых методик настройки уровней принятия решений АВП;
- определению этапов и методов АВП в составе программного продукта одной ИЛ;
- совместимости АВП и правил устранения конфликтов.

Применение МАС позволит повысить эффективность, надёжность работы в меняющихся условиях и ресурсных ограничениях. Совместное использование различных, положительно зарекомендовавших себя АВП в системе для достижения единой цели позволяет получать синергетический эффект.

Для проверки работоспособности предложенного технического решения разработана комплексная программа обнаружения и оценки вирусного заражения компьютера [4]. Совместное использование нескольких АВП с различными, но согласованными уровнями пороговых значений принятия решений относительно обнаружения вируса позволяет использовать набор признаков обнаружения (каждая АВП периодически обновляется АВЛ с учетом опыта их применения) с различными уровнями сканирования, что обычному пользователю не представляется возможным выполнить.

В такой ситуации разработчикам вирусов труднее создать программный продукт, противостоящий множеству АВП. В результате применения данного технического решения уменьшается время, требуемое для проверки потока данных, передаваемого по сети, на наличие угроз без снижения надежности проверки.

Указанный технический результат достигается за счет выборочной проверки потока данных на основе статистики размещения в потоке данных ранее обнаруженных угроз. Статистика размещения угроз в потоке данных может быть получена ранее по доверенным каналам связи от систем сбора статистики по угрозам, которая производит проверку потока данных полностью.

В работе получены следующие результаты.

Научные:

- приведена методика автоматической настройки предложенного технического решения по выбору АВП и применения в элементах МАС на разных уровнях принятия решения;

- приведена сравнительная характеристика алгоритмов принятия решения на основе численного, качественного и совместного применения.

Практические:

- приведен перечень задач по оптимизации матричной системы защиты информационной сети от вредоносных программных продуктов;

- приведен анализ состояния защиты вычислительной сети от маскирующихся вирусов;

- разработано программное обеспечение и получена проверка реализуемости и работоспособности как МАС, так и её алгоритмов.

Таким образом применение известного в системе телекоммуникаций понятия когнитивности для системы защиты, позволяет повысить эффективность метода комплексного анализа и оптимизации управления защитой от вредоносных программ на входе информационной сети.

Список литературы:

1. Руководящий документ. Базовая модель угроз безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных. ФСТЭК России. 2008.

2. Патент №2179738 «Способ обнаружения удаленных атак в компьютерной сети», класс G06F 12/14, заявл. 24.04.2000.

3. Система адаптивного управления пакетом антивирусных сканеров. Павликов С.Н. и др. Патент на полезную модель. №179369, заявка № 2017129638, приоритет от 21.08.2017, дата государственной регистрации 11.05.2018.

4. Комплексная антивирусная программ. Павликов С.Н. и др. №2017619669. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Заявка №2017616528 дата поступления 05.07 2017, дата государственной регистрации 01.09. 2017.

**Павликов Сергей Николаевич, Стволовая Анастасия Константиновна,
Копаева Екатерина Юрьевна, Зимарева Евгения Андреевна,
Колесов Юрий Юрьевич, Гареева Марина Анатольевна**

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ДОСТАВКИ СООБЩЕНИЙ

*Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского
Россия, Владивосток, 690059, ул. Верхнепортовая, 50а*

Аннотация: В условиях высокой доступности к технологиям мониторинга электромагнитных излучений возросла угроза несанкционированного вмешательства в процесс обмена информацией в радиоканале. В статье предложен алгоритм управления распределением технологий доставки сообщений в радиоканале. Целью работы является разработка алгоритма и

способа увеличения скрытности работы радиоканала на основе принципа управления траекториями доставки элементов сообщений по пространству расширенного набора параметров, в том числе уровня помех, за счет регулируемого маскирования переотражателей в канале. Приведена сравнительная оценка эффективности методов распределением технологий доставки сообщений путем управления пространственными преобразованиями сигналов.

Ключевые слова: информация, радиоканал, алгоритм, методы, трассы доставки сообщений.

В настоящее время значимость информационного ресурса растет. Интенсивное внедрение телекоммуникационных технологий приводит: к быстрому росту количества абонентов в радиосети и увеличению взаимных помех, что приводит к неустойчивости работы систем связи. Развитие методов несанкционированного использования информации обострило значимость поиска новых методов защиты. Известные способы основаны на решении задачах из специальных областей математики с поиском оптимальных вариантов показателя, например, пропускной способности канала связи. Предлагается решать проблему иным способом, который представляет собой увеличение количества каналов путем использования дополнительного MR элемента в канале, выполняющего функцию и ретранслятора, и коммутатора [1, с. 9].

Целью работы является разработка алгоритма и способа увеличения скрытности работы радиоканала на основе принципа управления траекториями доставки элементов сообщений по пространству расширенного набора параметров, в том числе уровня помех, за счет регулируемого маскирования приемника, передатчика, ретранслятора и естественных переотражателей в канале.

В процессе решения задач были получены следующие результаты:

Метод повышения разведзащищенности и скрытности на основе разделения информации на блоки, пространственного кодирования антенных процессов и манипуляции с использованием известных сторонам ретрансляторов, а также зашумления на передающей и приемной сторонах секторов, ожидаемого несанкционированного съема информации;

Алгоритма двух этапного управления пространственными преобразованиями информации в каналах доставки сообщения: на антеннах передачи, приема и ретрансляторов;

Программы для ЭВМ, реализующей один из вариантов метода и его визуализация в процессе имитационного моделирования;

Результаты моделирования показали необходимость наличия и учета работы каналов мониторинга информационного взаимодействия: передающей, приемной, станций радиоразведки и радиоподавления и среды, как основного участника всех процессов в канале, а также не менее двух систем более высокого уровня, осуществляющих постановку задач и контролирующих результативность достигнутых результатов и затраченных ресурсов. Семиуровневая модель информационного взаимодействия рассматривается

впервые и характеризуется расширенными: целями, функциями, задачами, совокупностью методов и средств.

Поставлена новая задача управления ресурсами радиосредств семи (восьми, при наличии стороннего наблюдателя) уровневой модели информационного взаимодействия (редко переходящего в конфликт). Приобрел актуальность один из китайских принципов (мудрости) в области военного искусства, которая говорит, что всестороннего анализа ситуации и моделирования вариантов развития событий для сторон иногда достаточно определить победителя и побежденного или не того и не другого, не вступая в материальный контакт электромагнитными полями средств и носителей. Основой такого подхода является тот факт, что, излучая радиосигнал для добывания информации, мы усиливаем противоположную сторону, а значит теряем потенциальное преимущество, выражающееся в потере энергетической, структурной, информационно и других скрытностей, разведзащищенности, помехоустойчивости, помехозащищенности и предоставлении противнику своего местоположения, элементов движения, параметров и режимов используемых средств.

Объектом исследования является радиосистема ответственного назначения, предназначенная для доставки сообщения в условиях угрозы несанкционированного агрессивного перехвата управления.

Предметом – методика управления способами повышения эффективности системы информационного обмена при доставке сообщения за счет увеличения скрытности путём моделирования пространственным преобразованием сигнала, основанного на принципах кодирования, манипуляции, модуляции, маскирования, обфускации и ряда других, а также обратных им преобразований в канале.

Анализ возможных направлений решения проблемы показал, что наибольший потенциал связного ресурса связан с пространственным разделением каналов. Известно, что в этой области эксплуатируются схемы, которые условно обозначаются MIMO, SIMO, MISO и т.д. В них участвуют многоканальные передающие и приемные стороны. В работе введен дополнительный элемент ретранслятор, роль которого может выполнять известное техническое решение или природный отражатель в пространстве радиоканала.

В данный момент чаще всего используют передачу по MIMO, когда множество излучающих антенн соединяются с множеством приемных антенн. Однако увеличение количества многоэлементных антенн более четырех приводит к значительным вычислительным ресурсам, не реализуемым в мобильном терминале. Предложено рассмотреть варианты доставки сообщений через распределение трасс в трехмерном пространстве.

В итоге получим метод MIMRMO.

На рис. 1 приведена сравнительная оценка эффективности методов пространственного преобразования. Самый эффективный метод MIMRMO получил значение 0,8 [2, с. 223].

Алгоритм пространственного распределения трасс приведен на рис. 2.

В ходе работы в Си + был написан программный код реализации метода, визуализация которого представлена на рис. 3.

Для усиления скрытности метода предусмотрено разделения информации по пространству с учетом маскирования опасных секторов. При этом маскирование предусматривается как на передающей, так и приемной сторонах. Возможно зашумление точки ретрансляции в выбранные промежутки времени.

На рис. 4 представлено формирование информационного канала, зашумления, маскирования и канал прицельной помехи [4].

Проведенные эксперименты показали, что разработанный алгоритм приводит к повышению скрытности в 1,5 – 2 и более раз за счет: пространственного разделения трасс, временного разделения информации, пространственно-временного управления трассами и пространственного маскирования.

$C = \log_2(MI + MR + MO)$, где C – эффективность, MI – излучатель, MR – ретранслятор, MO – приемник							
MI	MR	MO	C	MI	MR	MO	C
			0,5				0,7
			0,6				0,8
			0,7				0,6
			0,7				0,7

Рис. 1. Метод пространственного преобразования

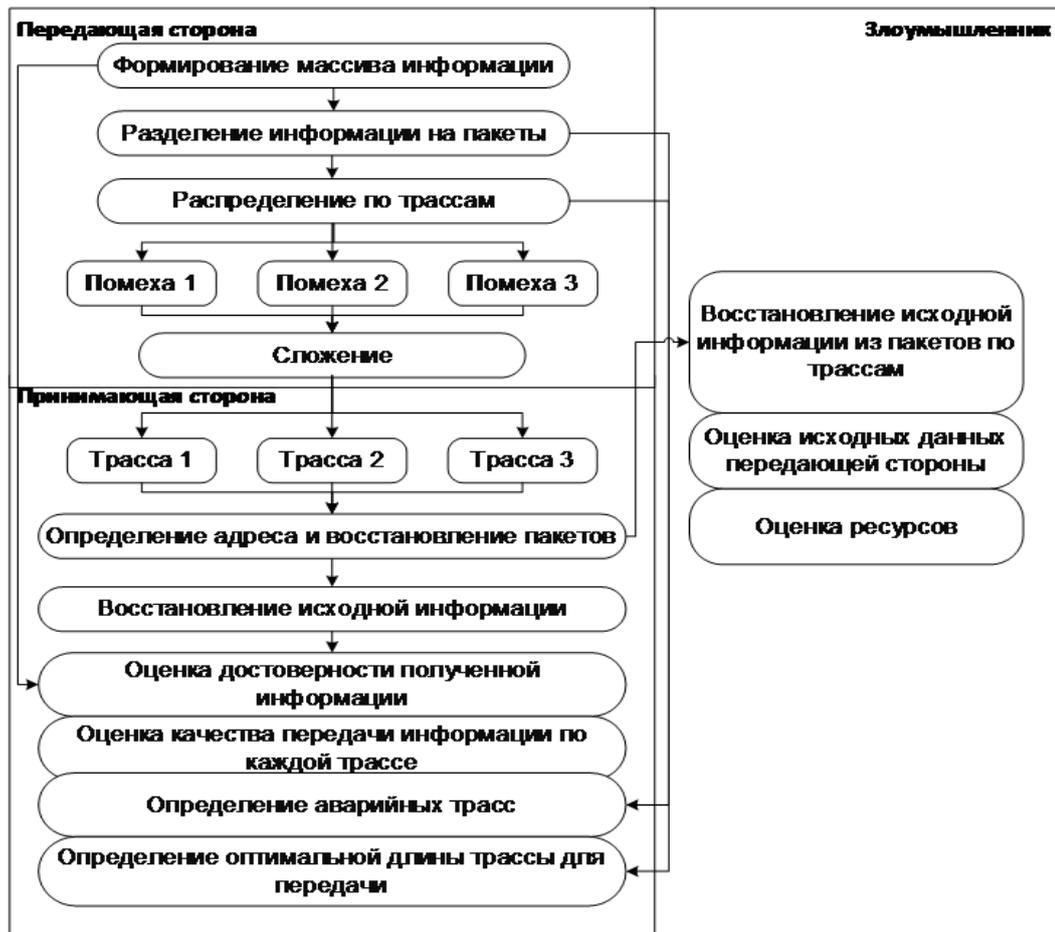


Рис. 2. Алгоритм пространственного распределения трасс

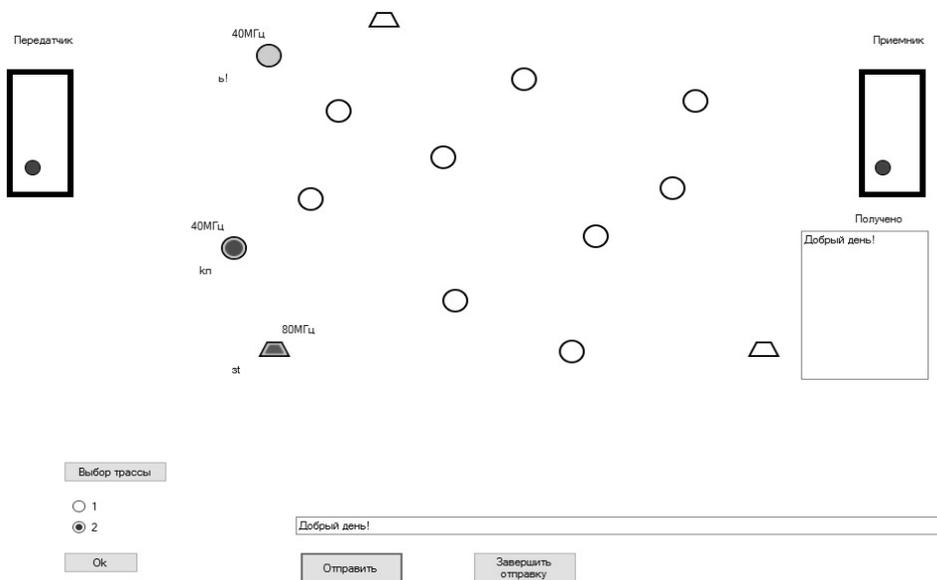


Рис. 3. Визуализация передачи информации методом пространственного распределения трасс

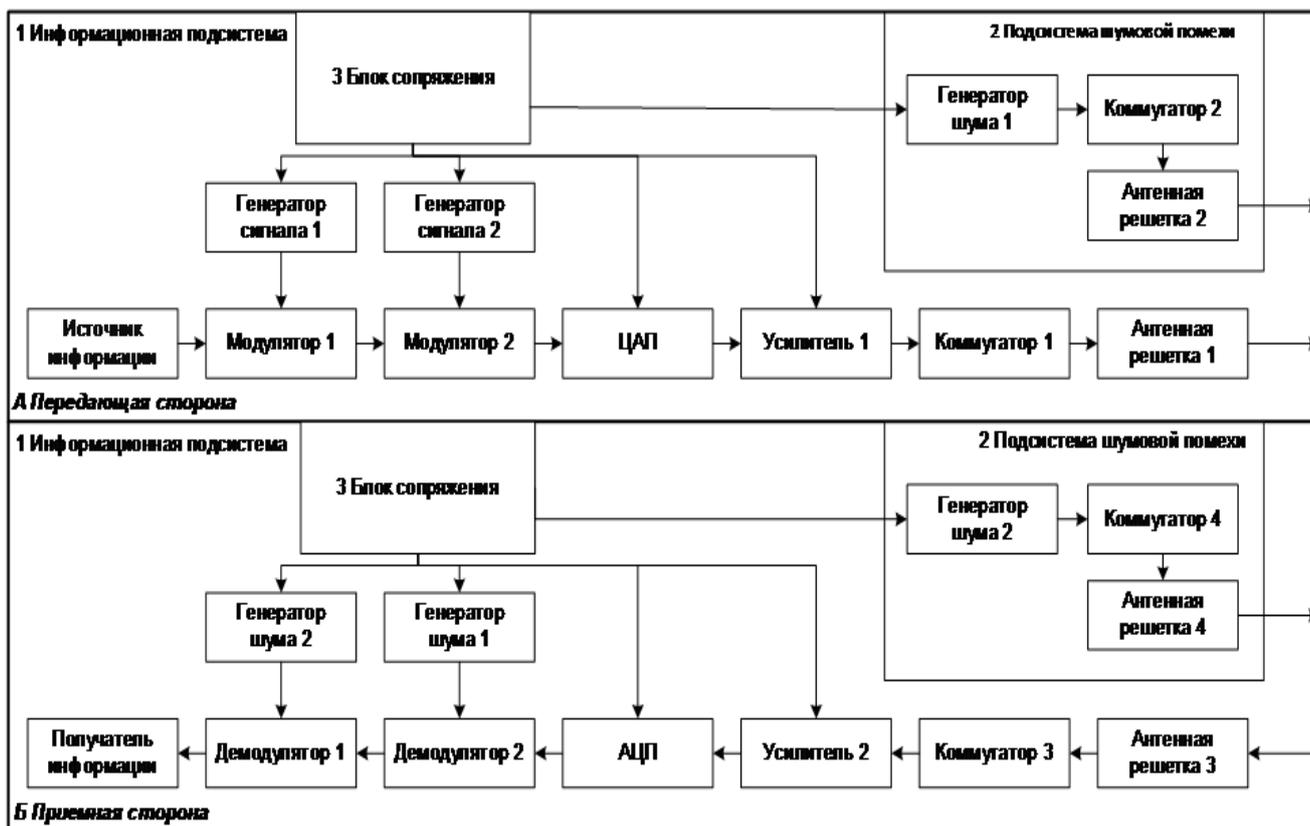


Рис. 4. Техническое решение системы радиосвязи с повышенной разведзащищенностью

Анализ результатов моделирования по пространственно - временному преобразованию сигнала показал, что достаточным является деление информации на два блока по времени или по пространству.

Таким образом, реализация новой совокупности принципов информационного управления ресурсами при выполнении задачи доставки сообщения создает условия ограничивающие действия других сторон. При этом следует иметь в запасе ряд не менее эффективных способов управления своими информационными ресурсами, не применять их повседневной деятельности, что создает условия применения противоположной стороной своих, ранее не применяемых методов для создания условий реализации запасных способов нашей стороной, если на то есть решение системы более высокого уровня и т.д. Игровой подход семи (восьми) уровневой модели значительно расширяет пространство маневра в применении технологий ресурсного управления. В результате требования к радиоэлектронным системам значительно возрастают.

И требования эти становятся понятными только в условиях расширенных целей, функций, методов, средств и др. параметров и режимов.

Поэтому работы по поиску технологий и искусству их совместного применения при управлении задачей доставки сообщения в расширенном понимании эффективности процесса продолжаются. Предложенные алгоритм, метод и техническое решение может быть использовано в системах телекоммуникаций для увеличения пропускной способности радиосистем путем

эффективного использования элементов связного ресурса и их комбинаций в условиях угрозы несанкционированного внешнего наблюдения и воздействия.

Список литературы:

1. Сычев Ю.Н. Информационная безопасность: учеб. - практич. пособие, руководство по изучению дисциплины, практикум, тесты, учебная программа / Ю.Н. Сычев. – М.: ЕАОИ, 2007. – С. 8-11.
2. Васюта К.С. Метод повышения пропускной способности и скрытности системы радиосвязи путем применения ММО-технологии на хаотических несущих: учеб. пособие / К.С. Васюта, С.В. Озеров, Ф.Ф. Зоц и др. – К.: 2012. – С. 223–227.
3. Разработка алгоритма и визуализация пространственного распределения трасс доставки сообщений в условиях угрозы несанкционированного съема: сб. статей науч. ред. журнал «Современные наукоемкие технологии» / А.К. Стволовая, С.Н. Павликов. - М: журнал «Современные наукоемкие технологии», 2018. – С. 104-109.
4. Заявка 2017136910 Российская Федерация, МПК Н 04 К 3/00(2017.01). Система радиосвязи с повышенной разведзащищённостью [Текст] / Павликов С.Н., Стволовая А.К. (РФ); заявитель Владивостокский государственный университет экономики и сервиса / пат. поверенный Ляховская О.Л. – № 2017136910; заявл. 19.10.2017 (РФ). – 9 с. : ил.

Саламанова М.Ш., Гацаев З.Ш.

РАЗРАБОТКА ЩЕЛОЧНОГО ЗАТВОРИТЕЛЯ ИЗ КРЕМНЕЗЕМИСТЫХ ДОБАВОК ПО УПРОЩЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

*Грозненский государственный нефтяной технический университет
имени академика М.Д. Миллионщикова,
кафедра технологии строительного производства
364051, Чеченская Республика, г. Грозный, пр-т им. Х.А. Исаева, 100*

Аннотация: В работе представлена упрощенная методика получения жидкостекольных связующих из горных пород кремнеземистого происхождения для производства бесклинкерных вяжущих щелочной активации и строительных композитов на их основе. Установлено, что мелкие стекольные некондиционные пески и вулканический туф являются перспективным и доступным сырьем для получения менее затратного затворителя, в составе которого формируются цеолитовые фазы, являющиеся затравками в процессе структурообразования бетонов на вяжущих щелочной активации.

Ключевые слова: щелочной затворитель, кремнеземистые добавки, вулканический туф, кварцевые пески, щелочной раствор.

Широкомасштабному промышленному внедрению бесклинкерной технологии и расширению сырьевой базы для изготовления вяжущих и бетонов в значительной степени способствует разработка менее затратных и доступных

щелочных затворителей. Одним из способов решения обозначенной задачи можно считать разработку жидкостекольного связующего на основе кремнеземистых минеральных добавок из некондиционных стекольных мелких песков [1, 2].

Мокрый способ получения щелочного активатора заключается в гидротермальном растворении высокодисперсного кремнезема в растворе высококонцентрированной щелочи натрия. При этом для получения одной тонны жидкого стекла необходимо 212 МДж теплоты или 57 кВт·ч электроэнергии, что в 25,7 раз меньше энергозатрат, чем на производство одной тонны клинкера, и в 13 раз меньше, чем производство одной тонны жидкого стекла сухим методом. Поэтому поставленная в работе задача приготовления эффективного и менее затратного щелочного затворителя считается достаточно актуальной [3, 4, 6].

Технология приготовления раствора натриевого жидкого стекла из местного материала складывается из следующих последовательных операций. На подготовительном этапе необходимо приготовить 40% раствор едкого натра плотностью 1430 кг/м³ и высокодисперсные порошки с высоким содержанием кремнезема. Высокодисперсные порошки готовились из горных пород с высоким содержанием кремнезема, кварцевых стекольных песков и вулканического туфа тонким измельчением в течение 1 часа в вибрационной шаровой мельнице. Тонкоизмельченные порошки просеивались через сито размером в свету 0,315 мм. Подготовленные таким образом порошки, 40% раствор щелочи и вода смешивались в соответствующих пропорциях и помещались в закрытый сосуд для выдерживания в сушильном шкафу при температуре 95 °С в течение 2,5 часов.

Полученный щелочной раствор в виде суспензии помещали на 5 – 7 минут в лабораторную центрифугу типа MPW – 20 для отделения нерастворимого остатка, число оборотов составляло 5000 в минуту. В результате получали жидкое стекло, суспензию нерастворимого остатка сметанообразной консистенции (рис. 1), нерастворимый густой остаток, который отделяется безвозвратно.



Рис. 1. Щелочной раствор и суспензия из вулканического туфа (справа) и кварцевых песков (слева)

Для приготовления жидкого стекла длительными экспериментальными исследованиями были смоделированы композиции щелочного раствора следующих составов, мас. %:

Состав 1:	Состав 2:
– 40% раствор NaOH – 26,4;	– 40% раствор NaOH – 26,4;
– порошок из стекольных песков $S_{уд}$ 1166 м ² /г – 24,2;	– порошок вулканического туфа $S_{уд}$ 1325 м ² /г – 24,2;
– вода – 49,4.	– вода – 49,4.

Щелочной раствор жидкого стекла исследовали для определения концентрации SiO₂ вступившего в реакцию с NaOH и силикатного модуля SiO₂/Na₂O по специальной методике [6]. Варьируя продолжительностью теплового воздействия изучали влияние этого фактора на силикатный модуль и концентрацию кремнезема в щелочном растворе, количество аморфного SiO₂·2H₂O определяли с помощью растрового электронного микроскопа Quanta 3D 200 i, результаты исследований представлены в табл. 1.

Таблица 1

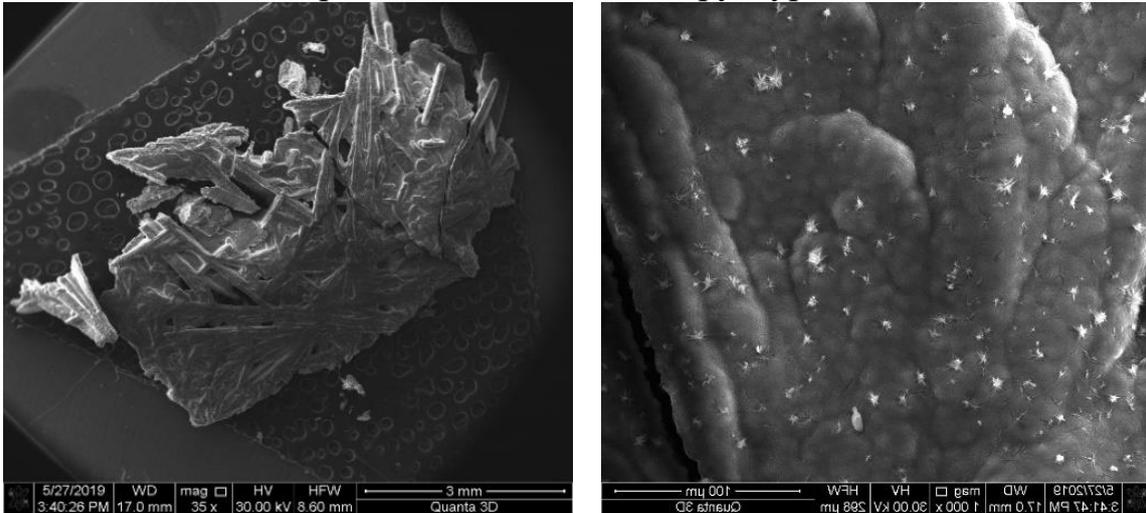
Результаты части жидкого стекла без нерастворимого осадка

№ состава	Минеральная добавка	Концентрация SiO ₂ , г/л / модуль в зависимости от времени термообработки, ч			SiO ₂ ·2H ₂ O мас. %
		2	8	20	
1	Кварцевый песок	121/1,10	116/1,07	121/1,10	48,0
2	Вулканический туф	87/0,84	88/0,85	88/0,87	35,2

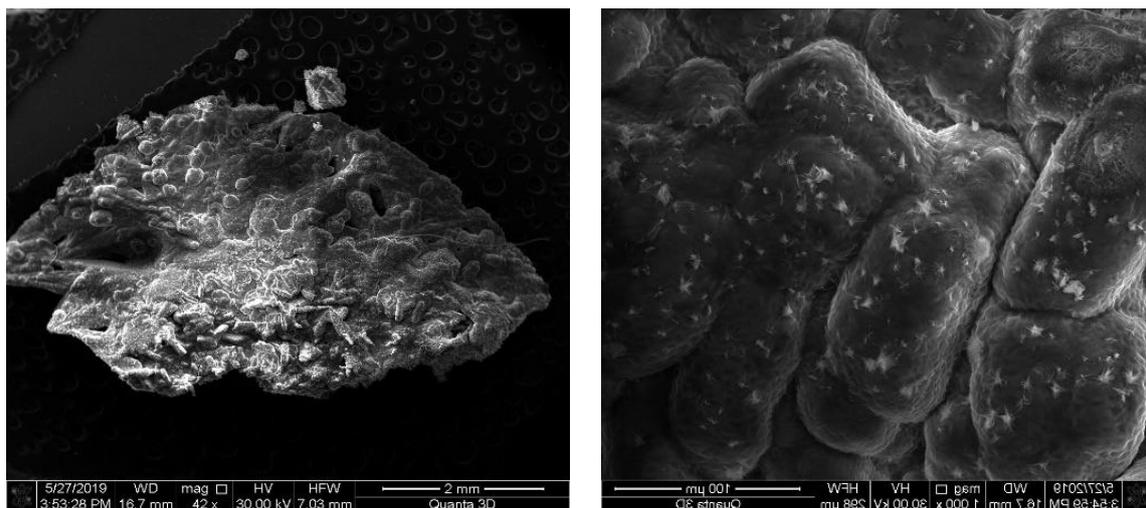
Полученные результаты исследований показали, что по количеству аморфного кремнезема вулканический туф уступает кварцевым стекольным пескам на 35 %, силикатный модуль на 30%. Следовательно, даже при высоком содержании кремнезема в обоих породах, вулканический туф содержит меньше аморфных минералов. Концентрация SiO₂ и силикатный модуль в исследуемых растворах не зависят от продолжительности теплового воздействия. Если учитывать погрешность в методике определения этих показателей ($\pm 10\%$) можно полагать, что активный кремнезем вступает в реакцию с едким натром в течение первых двух часов выщелачивания с образованием щелочных силикатов. Добавки вулканического происхождения содержат в своем составе минералы алюмосиликатной природы, типа альбита, микроклина, мусковита, которые также, как и аморфный кремнезем могут вступать в реакцию с катионами щелочных металлов с образованием гидроалюмосиликатов подобных природному минералу цеолиту [10, 11].

На микрофотографиях различного увеличения жидкостекольного связующего на основе кварцевого песка: рис. 2 (а) фильтрат, (б) суспензия зафиксированы скопления высокодисперсных бесформенных микрочастиц, местами пластинчатых кристаллических образований и игольчатых вкраплений по результатам электронно-зондового анализа соответствующие натриевому гидросиликату состава Na₂[Si₄O₁₀]·4H₂O.

На микрофотографиях различного увеличения жидкостекольного связующего на основе вулканического туфа: рис. 3 (а) фильтрат, (б) суспензия зафиксированы высокодисперсные кристаллические образования в виде скрученных волокон, переплетенных по всей структуре.

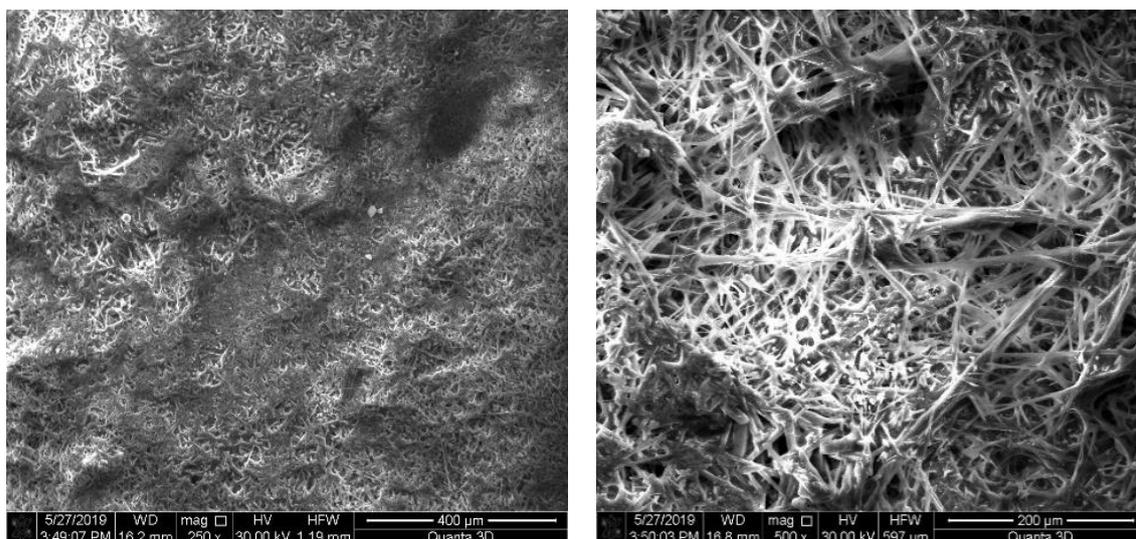


а) кристаллы фильтрата

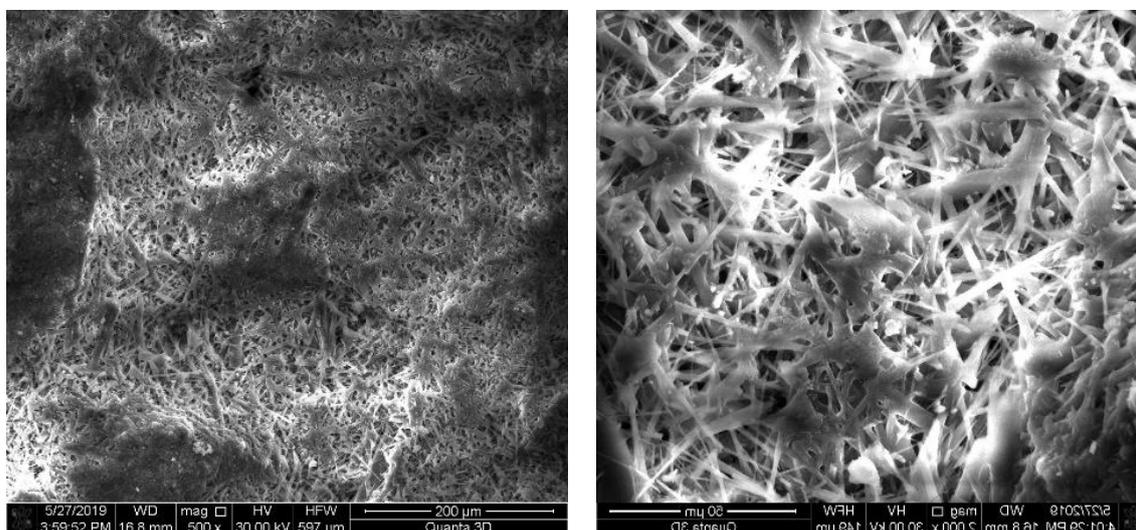


б) кристаллы суспензии

Рис. 2. Микрографии жидкостекольного связующего на основе кварцевого песка: фильтрат (а), суспензия (б)



а) кристаллы фильтрата



б) кристаллы суспензии

Рис.3. Микрографии жидкостекольного связующего на основе вулканического туфа: фильтрат (а), суспензия (б)

Внешняя форма образований видоизменяется в зависимости от $\text{SiO}_2/\text{CaO}/\text{Na}_2\text{O}$, так иголочная структура, характерна для составов $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 0,59\text{SiO}_2 \cdot 0,012\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{aq}$, пластинчатая структура для составов $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 1,02\text{SiO}_2 \cdot 0,03\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{aq}$, скручивание пластин в волокна $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 1,805\text{SiO}_2 \cdot 0,378\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{aq}$, $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2,02\text{SiO}_2 \cdot 0,45\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{aq}$, и при переходе волокон в частицы неправильной формы $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2,46\text{SiO}_2 \cdot 0,54\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{aq}$.

Таким образом, в процессе получения щелочных растворов мокрым способом алюмосиликатные соединения нерастворимого осадка способны перестраиваться, образуя гидрат нефелина и метастабильные соединения алюмосиликатного состава. Кремнезем, содержащийся в избытке в системе и, переходящий в раствор при выщелачивании, также способен синтезировать новообразования, связывающие

свободную щелочь, повышая тем самым прочность строительных композитов щелочного затворения.

Таким образом, мелкие стекольные некондиционные пески и вулканическая добавка являются перспективным и доступным сырьем для получения менее затратного затворителя, в составе которого формируются цеолитовые фазы, являющиеся затравками в процессе структурообразования бетонов на БВЩА.

Список литературы:

1. Murtazayev S- A. Yu., Salamanova M.Sh., Mintshev M.Sh., Bisultanov R.G Fine-Grained Concretes with Clinker-Free Binders on an Alkali Gauging (Мелкозернистые бетоны на основе вяжущих щелочной активации) Proceedings of the International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" dedicated to the 85th anniversary of H.I. Ibragimov (ISEES 2019). Atlantis Highlights in Material Sciences and Technology (AHMST). April 2019. Vol.1. – P.500-503.

2. Bataev D.K-S., S- A. Yu. Murtazayev, Salamanova M.Sh., Viskhanov S.S. Utilization of Cement Kiln Dust in Production of Alkali-Activated Clinker-Free Binders (Использование цементной пыли в производстве бесклинкерных вяжущих щелочной активации) / Proceedings of the International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" dedicated to the 85th anniversary of H.I. Ibragimov (ISEES 2019). Atlantis Highlights in Material Sciences and Technology (AHMST). April 2019. Vol.1. – P.457-460.

3. Kirshner A. Investigation of geopolymer binders with respect to their application for building materials / A. Kirshner, H. Harmuth // Ceramics - Silikaty. – 2004. – Vol.48. – Iss.3. – P. 117-120.

4. Русина, В.В. Жидкое стекло из микрокремнезема [Текст] / В.В. Русина // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2004. – № 9. – С. 122-125.

5. Русина, В.В. Золошлакощелочные вяжущие на основе жидкого стекла из примесесодержащего микрокремнезема [Текст] / В.В. Русина // Строительные материалы. – 2011. – № 11. – С. 25-29.

6. Соколович В. Е. Экспресс-метод определения модуля раствора силиката натрия [Текст] / В. Е. Соколович // Стекло и керамика-1963. – № 9. – С. 13 - 14.

7. Овчаренко Г. И. Цеолиты в строительных материалах [Текст] / Г. И. Овчаренко, В.Л. Свиридов, Л. К. Казанцева. -Барнаул: АлтГТУ, 2000. – 320 с.

8. Иванов Н. К. Получение ячеистого стекла на основе опаловых пород [Текст] / Н. К. Иванов, Н. В. Частухина, К. С. Иванов // Строительные материалы - TECHNOLOGY. - 2004. – № 3. – С. 13-15.

9. Скурчинская Ж. В. Влияние добавки цеолитовых минералов на гидратационные свойства шлакощелочных вяжущих [Текст] / Ж. В. Скурчинская, Е. К. Пушкарёва, М. А. Кочевых - В кн. Шлакощелочные цементы, бетоны и констр.: Тез. докл. II Всесоюзной науч.-практ. конф. - Киев: КИСИ, 1984. – С. 32 - 34.

10. Obata A. Hydroxyapatite Coatings Incorporating Silicon Ion Releasing System on Titanium Prepared Using Water Glass and Vaterite / A. Obata, T. Kasuga,

J. R. Jones // Journal of the American Ceramic Society. – 2011. – Vol. 94. – Iss.7. – P. 2074 – 2079.

11. Murtazaev S-A.Y., Zaurbekov Sh.Sh., Alaskhanov A.Kh., Saydumov M.S. "Impact of Technogenic Raw Materials on the Properties of High-Quality Concrete Composites", International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" (ISEES 2018). Advances in Engineering Research, Vol.177, pp.275-279, 2018.

У Андрей Деннамович

ОБЗОР ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМЫХ НЕОБИТАЕМЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ

*ДВФУ, Политехнический институт, департамент нефтегазовых технологий,
690922, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10.*

Научный руководитель: к.т.н., доц. Куличков Сергей Владимирович

Аннотация: В статье проводится обзор подводных необитаемых аппаратов и рассматриваются их технические характеристики. Рассматриваются такие телеуправляемые необитаемые подводные аппараты как «Triton XLX 150», «Comanche 18», «Ягуар» и «Quantum 30». Целью доклада является определить направление развития подводных аппаратов.

Ключевые слова: шельфовые месторождения, подводный аппарат, телеуправляемый аппарат, гибридные аппараты.

Развитие морской робототехники является значимым направлением развития экономики России, это направление интересно не только с точки зрения освоения природных ресурсов, но и в плане обеспечения национальной безопасности страны.

В международной практике с развитием морской добычи, а именно бурения и строительства сооружений на море, стала закономерно развиваться подводная техника – Remotely operated vehicles (ROVs).

ТПА представляют собой пилотируемые привязные подводные аппараты, управляемые с судна с помощью усиленного шлангокабеля в качестве основного устройства привязи. Трос обеспечивает как электроэнергию, так и позволяет передавать данные между судном и ROV. Движение ROV контролируется несколькими подруливающими устройствами, которые позволяют перемещать и манипулировать во всех направлениях

Телеуправляемые НПА рабочего класса предназначены для аварийно-спасательных, поисковых, подводно-технических работ. Эти аппараты могут выполнять сложные подводные работы в условиях сильных течений и на больших глубинах.

Оснащение ТНПА зависит от выполняемых работ и данном обзоре у всех аппаратов примерно одинаковое.

На шельфовых месторождениях с помощью ТНПА выполняют следующие виды работ:

- визуальный осмотр и определение пространственного положения и углов наклона объектов обустройства месторождения;
- очистку поверхностей оборудования подводного добычного комплекса (ПДК) от морских обрастаний и загрязнений;
- контроль толщины стенок и отсутствия микротрещин у трубопроводов;
- замену отказавших сменных элементов оборудования ПДК;
- контроль отсутствия повреждения скважин и защитных конструкций после воздействия на них внешних неблагоприятных факторов и другие работы.

Примеры применимых подводных аппаратов:

Triton XLX 150

Серия подводных аппаратов Triton применяются как в условиях мелководья, так и на глубинах до 3000 метров (рис. 1).



Рис. 1. ТНПА «Triton XLX 150»

Характеристики:

- Глубина – 3050 м;
- Тяга – 1000 кгс;
- Функции манипуляторов – 5 и 7;
- Вес – 4800 кг.

Данный телеуправляемый аппарат использовался на Киринском ГКМ при монтаже добычного комплекса, производили подключения его элементов и участвовали в вводе подводного оборудования в эксплуатацию [1].

Comanche 18

Телеуправляемый необитаемый подводный аппарат (ТНПА) легкого рабочего класса Comanche производства Sub-Atlantic (рис. 2) предназначен для установки на него 2-х манипуляторов, что делает его идеальным для проведения исследований и работ по техническому обслуживанию буровых установок и других гидротехнических сооружений.

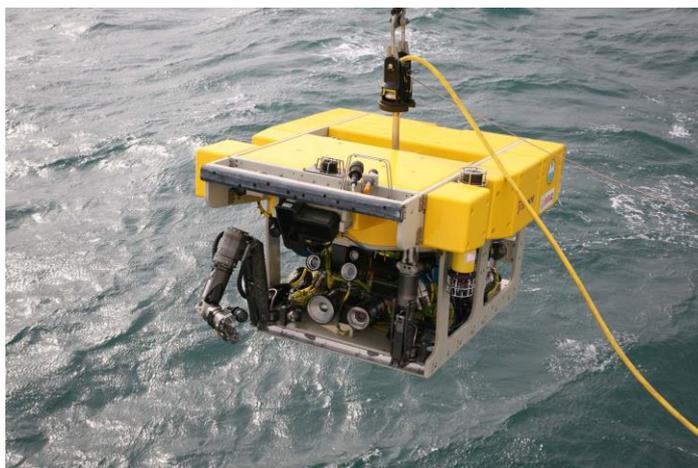


Рис. 2 ТНПА «Comanche»

Характеристики:

- Глубина – 6000 м;
- Тяга – 700 кгс;
- Функции манипуляторов – 7 и 4;
- Вес – 2000 кг.

Данный телеуправляемый аппарат также использовался на Киринском ГКМ и Южно-Киринском месторождениях.

Работы по обследованию четырех скважин проводились силами подразделения ДВФУ с использованием ТПА «СОМАНЧЕ» и привлечением судна-носителя НИС «Мираж» [2].

ТНПА «Ягуар»

Комплекс рабочего телеуправляемого необитаемого подводного аппарата (далее — Комплекс РТПА «Ягуар» (рис. 3) предназначен для проведения поисково-обследовательских, а также подводно-технических работ на глубинах до 3000 м [3].



Рис. 3. РТПА «Ягуар»

Характеристики:

- Глубина – 3000 м;

- Тяга – 700 кгс;
 - Функции манипуляторов – 7 и 5;
- Вес – 2100 кг.

ТНПА Quantum 30

Quantum - это самый большой ROV рабочего класса SMD, подходящий для тяжелых строительных работ (рис. 4). Quantum, предназначенный для решения энергоемких глубоководных задач, является идеальным инструментом для подводного строительства и изысканий. [4]



Рис. 4. ТНПА «Quantum»

Характеристики:

- Глубина – 3000 м;
- Тяга – 1000 кгс;
- Функции манипуляторов – 7 и 5;
- Вес – 5000 кг.

В настоящее время на рынке представлено больше количество ТНПА рабочего класса. В данной статье представлены только лишь некоторые из них, но однозначно можно сделать вывод, что у этих аппаратов нет значительных отличий. Но есть один общий минус – необходимость в кабель тресе и специализированном судне.

Однако последнее десятилетие активно ведутся разработки ГНПА, которые совмещают в себе функции ТНПА и АНПА. Эти НПА могут выполнять механические действия, как ТНПА, а также способны перемещаться автономно и без кабель-троса, как АНПА. Преимущество ГНПА состоит в том, что он может располагаться на морском дне в течение длительных периодов времени и незамедлительно реагировать на требования о проведении работ, связанных с управлением и обслуживанием подводного оборудования, без необходимости мобилизации специального вспомогательного судна. [5]

Список литературы:

1. ROV «Triton» // компания «Фертоинг» // – URL: <http://www.fertoing.ru/equipment/rov/triton> (дата обращения: 25.12.2020).
2. COMANCHE 18 // отдел глубоководного оборудования // – URL: <http://rov-imb.ru/comanche-18/> (дата обращения: 25.12.2020).

3. Комплекс рабочего телеуправляемого необитаемого подводного аппарата «Ягуар» // Морская спасательная служба // – URL: <http://morspas.com/assis/rov> (дата обращения: 5.01.2021).

4. Qunatum 30 // компания «DeepTech oil services» // – URL: <http://www.deeptheoilservices.com/rov-fleet/quantum-30/> (дата обращения: 5.01.2021).

5. Проекта ГНПА // Задачи обслуживания и мониторинга оборудования систем подводной добычи с учетом особенностей шельфовых месторождений российской федерации // – URL: <https://neftegas.info/upload/iblock/bf6/bf6395207cd0e72edf6a968bb5f92525.pdf> (дата обращения: 10.12.2021).

Красова Анна Викторовна

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ

*ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный
университет (Сибстрин)»*

630008, г. Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

Научный руководитель – к.т.н., доцент Смирнова Ольга Евгеньевна

Аннотация. Одним из направлений утилизации осадков сточных вод после биологической очистки является производство строительных материалов. В статье рассматривается вопрос применения осадков сточных вод в качестве комплексной добавки, позволяющей улучшить реологические характеристики на всех этапах твердения цементно-песчаных и бетонных смесей, а также повысить физико-механические свойства цементно-песчаных образцов. Вместе с решением экологического вопроса предлагается возможность направленного регулирования свойств бетонной смеси и получения изделий с заданными свойствами.

Ключевые слова: бетон, техногенные отходы, свойства, осадок, шлак.

Переработка и обезвреживание осадка на очистных сооружениях, образовавшегося после очистки поверхностных сточных вод – актуальный экологический вопрос. Цель работы минимизировать количество отходов путем целесообразного распределения, дальнейшего применения либо эффективной утилизации. Одним из направлений утилизации осадков поверхностных сточных вод после биологической очистки может являться производство строительных материалов. В работе рассматривали возможность применения в составе бетона таких техногенных отходов как электросталеплавильный шлак и осадок сточных вод.

В настоящее время в России в отвалах накоплены сотни миллионов тонн шлаков черной и цветной металлургии, и ежегодно образуются еще миллионы тонн шлаков. Широко распространенными шлаками черной металлургии являются сталеплавильные, объем которых в массе отходов производства

достигает 30-35%. Шлаковые отвалы служат источниками пылеобразования, негативно влияют на состояние окружающей среды, загрязняя грунтовые воды. Использование электросталеплавильного шлака в качестве мелкого заполнителя позволяет утилизировать накопленные в отвалах шлаки, являющиеся техногенными полезными ископаемыми, сэкономить природные и энергетические ресурсы, улучшить экологическую обстановку и существенно расширить сырьевую базу производства строительных материалов.

Показатели физико-химических свойств электросталеплавильного шлака (г. Новокузнецк), были определены стандартными методами и соответствуют требованиям ГОСТ 5578-94, что определяет возможность его применения для приготовления бетонов в соответствии с требованиями ГОСТ 27006-86 «Бетоны. Правила подбора состава».

Обработка и утилизация осадков сточных вод является очень острой проблемой для крупных городов. Анализ состава поверхностных сточных вод с территорий крупных городов РФ выявил высокий уровень их загрязненности. Концентрация загрязняющих веществ и большой объем талых и дождевых вод в поверхностных стоках в течение года составляют до 75 % взвешенных веществ, 20% органики, 63 % тяжелых металлов и 65 % нефтепродуктов.

Осадки сточных вод представляют собой водные суспензии минеральных и органических веществ различного состава и происхождения, выделяемые из сточных вод в процессе их механической, биологической или физико-химической очистки (реагентной) с объемной концентрацией полидисперсной твердой фазы от 0,5 до 10%.

Осадки относятся к классу труднообезвоживаемых полидисперсных суспензий. Как и во всех суспензиях, влага в осадках сточных вод находится в химической, физико-химической и физико-механической связи с твердыми частицами, а также в свободном виде. Объем осадков обычно составляет 0,5 – 1% (в редких случаях до 40%) объема обрабатываемых сточных вод в зависимости от схемы очистки и влажности осадка. Влажность осадков колеблется от 85% (предприятия стройиндустрии) до 99,5% (активный ил сооружений биологической очистки) [1-3].

В работе применяли осадок первичных отстойников влажностью 93 – 95%, размер отдельных частиц от 10мм и более до частиц коллоидной и молекулярной дисперсности представляют собой студенистую суспензию серого или светлокоричневого цвета с кисловатым запахом. Температура осадка 12–20°C, активная реакция среды (показатель рН) составляет 6-8. Состав осадка приведен в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав осадка сточных вод

Тип осадка	рН	Fe, мг/л	Хлорид- ион, мг/л	Cr, мг/л	Zn, мг/л	Cu, мг/л	Pb, мг/л	Ni, мг/л	Взвешенные вещества, мг/л	БПК, мг/л
Осадок поверхностных сточных вод	7,1	3,5	185	<0,1	0,19	0,22	<0,1	<0,1	3,25	790

Согласно результатам анализа содержание окислов и взвешенных веществ в исследуемом осадке поверхностных сточных вод не превышает нормативные значения.

Проведенные исследования показали, что электросталеплавильный шлак при соответствующей дополнительной обработке может быть использован в качестве заполнителя при производстве тяжелого бетона различного функционального назначения. Установлено, что электросталеплавильный шлак целесообразно применять в тяжелых бетонах в качестве заполнителя бетона, для частичной замены песка (10-60%) без снижения прочностных характеристик.

Предлагается использовать осадки сточных вод в качестве комплексной добавки, позволяющей улучшить реологические характеристики на всех этапах твердения цементно-песчаных и бетонных смесей, а также повысить физико-механические свойства цементно-песчаных образцов. Вместе с решением экологического вопроса создается возможность направленного регулирования свойств бетонной смеси и получения изделий с заданными свойствами.

Для решения этих вопросов были изучены свойства сырьевых компонентов, физико-химических процессов и структурных изменений, происходящих при введении осадков сточных вод в состав тяжелого бетона; исследована возможность введения модифицированных пластифицирующими добавками осадков сточных вод в бетон.

В работе применялся портландцемент типа ЦЕМ II, подтипа А со шлаком (Ш) от 6% до 20% класса прочности 32,5 быстротвердеющий (портландцемент со шлаком ЦЕМ II/А-Ш 32,5Б) соответствует требованиям ГОСТ 31108-2016, ГОСТ 30515-2013. Основные физико - механические свойства цемента были определены в лаборатории с учетом требований ГОСТ 30744 – 2001.

Заполнители для тяжелых и мелкозернистых бетонов должны соответствовать требованиям ГОСТ 26333. В качестве крупных заполнителей для тяжелых бетонов используют щебень и гравий из плотных горных пород по ГОСТ 8267, а также щебень из попутно добываемых пород и отходов горнообогатительных предприятий по ГОСТ 23254. В работе использовался щебень из альбитофира фракции от 5 до 20 мм, ООО «Усть – Каменский карьер». Основные свойства щебня определялись с учетом ГОСТ 8269.0-97, ГОСТ 8269.1-97:

- Содержание глины в комках, % по массе: 0,00
- Марка щебня по прочности (дробимости): М – 1400
- Марка щебня по истираемости: И -1
- Содержание зерен слабых пород, % по массе: 0,00
- Марка щебня по морозостойкости: F – 300
- Насыпная плотность щебня, т/м³: 1,43
- Устойчивость структуры щебня против распадов, %: 1,2
- Аэфф естественных радионуклидов, Бк/кг: 95,3±12,5.

В качестве мелких заполнителей для бетонов обычно используют природный песок и песок из отсевов дробления пород на щебень и их смеси, соответствующие требованиям ГОСТ 8736, ГОСТ 10268. В работы применяли

песок АО «Левобережный песчаный карьер» с. Марусино. Основные свойства песка определялись с учетом ГОСТ 8736-88, ГОСТ 8736-2014:

- Содержание пылевидных и глинистых частиц, %: 1,2
- Насыпная плотность, т/м³: 1549
- Влажность, %: 3,8
- Глины в комках – нет
- Удельная, эффективная активность естественных радионуклидов в песке
- АЭФФ – 49,8 бк/кг

Для приготовления стандартной бетонной смеси использовались следующие материалы:

- портландцемент марки М400 – 340 кг/м³;
- щебень фракции 5(3) –20 мм. – 1080 кг/м³;
- песок Мк = 1,83 (мелкий песок), – 780 кг/м³.

Показатели прочности на сжатие (R_{сж}) стандартного бетонного образца в возрасте 3 сут. - 22,2 МПа; 7 сут. – 30,3 МПа; 28 сут. – 40,3 МПа.

Проведенные исследования показали, что осадок сточных вод может быть использован в качестве добавки при производстве тяжелого бетона различного функционального назначения, оптимальным соотношением введения осадка является 0,6 % по массе. Для повышения прочности, подвижности и других свойств бетона модифицировали осадок сточных вод суперпластификатором

Список литературы:

1. Музыченко В.Е. Использование осадков сточных вод/ В.Е. Музыченко, И.И. Павлинова, Е.А. Королева// Водоснабжение и санитарная техника. – 2000.- № 3. – с.17-18.
2. Поляков Г.Н. Внедрение технологии производства керамического кирпича с добавкой золы от сжигания осадков сточных вод / Г.Н. Поляков, Л.И. Святская, И.М. Левит// Строительные материалы. – 2002. - № 10. – с. 28-29.
3. Кучерова Э.А. введение осадков сточных вод гальванических производств в массы стеновой керамики/ Э.А. А.Ю. Паничев// Известия вузов. Строительство и архитектура. – 1992. - № 5/6.

Таранов Даниил Константинович¹, Чеботарев Вячеслав Геннадьевич²

ПРИМЕНЕНИЕ УДАРОПРОЧНОГО ПОЛИСТИРОЛА В АВТОКЛАВНОМ ГАЗОБЕТОНЕ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

*¹Дальневосточный федеральный университет, 690922, г. Владивосток,
Россия*

*²Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, 308012, г. Белгород, Россия*

Аннотация: Автоклавный газобетон (АГБ) нашел универсальное применение при строительстве как внутренних, так и внешних стен. На

протяжении последних лет в жилищном строительстве наблюдается устойчивая тенденция снижения доли строительства кирпичных и панельных домов на фоне роста монолитного домостроения, что обеспечивает увеличение доли потребления АГБ на фоне других видов стеновых материалов. Как известно, газобетон демонстрирует благоприятные свойства теплопроводности, высокую огнестойкость и сопротивление сжатию при относительно низкой плотности. Однако шумоизоляционным характеристикам газобетонных перегородок уделяется достаточно мало внимания.

Ключевые слова: автоклавный газобетон бетон, строительство, звукоизоляция, звук.

Наиболее значимым из физических факторов, оказывающих влияние на среду обитания человека, является шум, воздействие которого на людей в условиях плотной застройки населенных пунктов продолжает возрастать. По данным Российского статистического ежегодника в 2019 году в России зафиксировано 3,669 миллиона человек с нарушением и потерей слуха из них 19 тысяч человек признаны инвалидами по этой причине [1]. Повышенный уровень шума один из основных вредных факторов, массово влияющий на заболеваемость населения. Возможность создания материалов-звукоизоляторов, а также оптимальных звукопоглощающих материалов является важнейшей задачей современного материаловедения.

Жилые высотные здания приобретают все большую популярность в густонаселенных странах благодаря своим выгодным свойствам. Многоэтажные многоквартирные дома имеют преимущество в том, что они эффективно используют относительно небольшую земельную площадь. Одной из наиболее значительных проблем жилой среды в квартирах является шумовое загрязнение, вызванное звуками ударов, шагов, падающих предметов, движущейся мебели, работой разного оборудования и т. д.

Технологии производства автоклавного газобетона энергоэффективны и потребляют небольшое количество сырья по сравнению с производством других строительных материалов, что можно объяснить низкой плотностью и специальной безотходной и экологически чистой производственной формулой данного материала. Типичная плотность АГБ составляет от 300 до 1000 кг / м³. (в сухом состоянии). По данным научно-технического совета Национальной ассоциации производителей автоклавного газобетона в основном предприятия России изготавливают газобетон марки D500. Доля легких марок (D300 и D400) постепенно увеличивается, объемы выпуска «тяжелых» плотностей снижаются [2]. Блоки из автоклавного газобетона имеют небольшую массу, что может показаться неподходящим для стен с высокой звукоизоляцией, но тем не менее перегородки АГБ соответствуют большинству требований для звукоизоляции стен.

Ударопрочный полистирол HIPS – это модифицированный полистирол, аморфный материал, представляющий собой привитой сополимер стирола с полибутадиеном или другими синтетическими каучуками, а также, смесь сополимеров стирола. Обычно данный материал используется в различных

областях, в том числе в производстве лайнеров, в холодильниках, в офисной мебели и во многом другом. Одним из направлений улучшения физико-механических свойств автоклавного газобетона является модификация его состава. Заметный эффект при добавлении измельченного ударопрочного полистирола, такой как улучшенная прочность на сжатие и водопоглощение наблюдались во многих исследованиях [4,10]. Исследования применения полистирола в бетон показывают: при использовании пластика в качестве ингредиента в цементных растворах наблюдается снижение объемной плотности и уменьшение веса конечного компонента [5], увеличение НПС приводит к снижению плотности бетонной смеси в свежем виде, поскольку плотность НПС меньше, чем у заполнителя. Форма и размер заполнителей НПС влияют на консистенцию, и наблюдается снижение плотности свежего бетона, поскольку НПС используется в качестве заполнителя в бетонной смеси. Он имеет тенденцию к снижению на 1,10, 4,87, 7,58, 10,70 и 13,58% для 10, 20, 30, 40 и 50% соответственно [6], просматривается обратная зависимость между плотностью и степенью водопоглощения, и она тем значительнее, чем более количество заполнителя [7]. Сообщается, что в результате использования ударопрочного полистирола в качестве заполнителя в бетоне объемная плотность сухого раствора снижается с увеличением процента замены. Раствор представляет собой бетон средней плотности с заменой НПС на 10% и 20%, а с заменой на 50% НПС оказался легким бетоном [8]. Обширное количество исследований показывает, что применение данного материал является перспективным для разных отраслей строительства.

В исследованиях Brelak S, Dachowski R. модификация автоклавного газобетона ударопрочным полистиролом увеличила прочность материала на сжатие на 27% и снизило коэффициента водопоглощения на 28% по сравнению с контрольным образцом [3]. В качестве материала для испытаний использовался НПС, измельченный до размера частиц 630 мкм, с плотностью 1,05 г / см³. Средняя частота для замеров варьировалась от 31,5 до 8000 Гц.

Для изучения звукоизоляционных характеристик было протестировано 4 группы образцов с разной концентрацией НПС в каждом образце было 0, 10, 20, 30% относительно совместного содержания песка и гипса. Результаты исследования показали, что образцы с самым большим содержанием НПС (30%) показали снижение звуковой волны с 92 дБ до 71,2дБ, что составляет 20,8дБ. Этот результат был на 39% выше, чем у контрольного образца. Образцы, содержащие 10% и 20% НПС показали уровень звукоизоляции НПС на 23% и 32% соответственно выше, чем у Контрольного образца [3].

Анализируя результаты можно сделать вывод, что добавление НПС увеличивает звукоизоляцию. Добавление 30% ударопрочного полистирола повысило звукоизоляцию на 39% по сравнению с обычным продуктом. Таким образом применение данного материала может решить сразу несколько задач, таких как утилизация отходов жизнедеятельности и производства, а также создание звукоизоляционного материала, который отвечает требованиям прочности и морозостойкости для строительных материалов. В России наблюдается стремительный рост на строительство с применением автоклавного

газобетона. А улучшенные звукоизоляционные, прочностные и др. характеристики показывают перспективность данного материала как для внутренних, так и для наружных стен. Для получения более полного исследования требуется изучить применение и влияние HIPS как добавки к АГБ более детально, это может привести к новым инновационным показателям.

Список литературы:

1. Российский статистический ежегодник. 2020: Стат.сб./Росстат. - Р76 М., 2020 – 700 с.
2. Вишневский А.А., Гринфельд Г. И., Смирнова А. С. Текущее состояние рынка АГБ. Прогноз на 2019-2020 годы / Сборник докладов V науч.-практ. конференции. г. Пятигорск, 16–18 октября 2019 г. / Под редакцией научно-технического совета Национальной ассоциации производителей автоклавного газобетона. 2019. – 113 с.
3. Brelak S, Dachowski R. Effect of Autoclaved Aerated Concrete Modification with High-Impact Polystyrene on Sound Insulation. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2017; 245(2):1-5.
4. Ch. Bala Rama Krishna And P. Jagadeesh Influence Of Admixtures On Plastic Wastes In An Eco-Friendly Concrete A Review International Journal Of Civil Engineering And Technology, 8(6), 2017, Pp. 388–397.
5. Saikia N, Brito J.D, “Mechanical properties and abrasion behavior of concrete containing shredded PET bottle waste as a partial substitution of natural aggregate,” Constr. Build. Material, vol. 52, pp. 236-244, 2014.
6. Sharma R, Bansal P.P, “Use of different forms of waste plastic in concrete - a review,” Journal of Cleaner Production, pp.1-10, 2015.
7. Choi Y.W, Moon D.J, Chung J.S, Cho S.K, “Effect of pet waste bottles aggregate on the property of concrete,” Cem. Concr. Res, vol. 35, pp. 776-781, 2005.
8. Wang R, Zhang T, and Wang P, “Waste printed circuit boards nonmetallic powder as admixture in cement mortar,” Mater. Struct, vol. 45(10), pp. 1439–1445, 2012.
9. G. Zapotoczna - Sytek, S. Balkovic, “Autoclaved aerated concrete. Technology, properties, application” [in Polish], Wydawnictwo Naukowe PWN, 2013.
10. R. Dachowski, S. Kapała, “The influence of the high impact polystyrene regranulate on the properties of autoclaved aerated concrete” [in Polish], Materiały Budowlane, vol. 12, pp. 18-20, 2015.
11. R. Dachowski, S. Kapała, “Modification of autoclaved aerated concrete with high-impact polystyrene” [in Polish], Materiały Budowlane, vol. 06, pp. 69-70, 2016.
12. A. Abdulrahman, N. E. Bruce, „Super HIPS: improved high im pact polystyrene with two sources of rubber particles”, Polymer, vol. 45, pp. 8435–8442, 2004.

Федорова Анастасия Юрьевна

**РАСЧЕТ КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА В
COMSOL MULTIPHYSICS**

*ДВФУ, Политехнический институт (Школа), отделение машиностроения,
морской техники и транспорта,
Научный руководитель: Минаев Александр Николаевич, д.т.н, профессор*

Аннотация: Техничко-экономические показатели и надежность работы СЭУ в значительной степени зависят от стабильности поддержания спецификационных параметров теплообменных аппаратов, эффективность которых, в итоге, определяет экономию топливно-энергетических ресурсов.

Одним из основных факторов, снижающих эксплуатационные характеристики судовых теплообменников, является кристаллизация на теплообменных поверхностях накипных отложений, обладающих высоким термическим сопротивлением, что в итоге приводит к снижению производительности аппарата, перерасходу топлива, перегреву поверхности трубок и т.д. [1]

В предыдущей работе [3] выяснено, что в заданном кожухотрубном теплообменном аппарате наиболее подвержены образованию сульфатных отложений (являющимися наиболее сложными в удалении) на уровне от середины теплообменника (в трубках) до выхода пара и воды из межтрубного пространства из патрубка теплообменника – отложения по периметру труб неравномерны.

Ключевые слова: теплообменный аппарат, судовая энергетическая установка.

В данной работе проведен расчет теплообменного аппарата в программе Comsol Multiphysics. Цель работы – вывод шаблонного расчета для дальнейшего более сложного моделирования, а также визуализация процессов, происходящих в кожухотрубном теплообменном аппарате.

При расчете необходимо воспользоваться функцией Turbulent flow – Turbulent к-ε. Особенностью модели является то, что здесь не моделируются твердые поверхности. Они заменены на математические поверхности, к которым применяются соответствующие граничные условия. В данной модели два теплоносителя – воздух, который движется в межтрубном пространстве преимущественно перпендикулярно (рис. 1), и вода в трубках (рис. 2). При этом материал стали, из которого состоит теплообменник, привязывается к поверхностям в связи с отсутствием в данной модели твердых поверхностей (рис. 3).

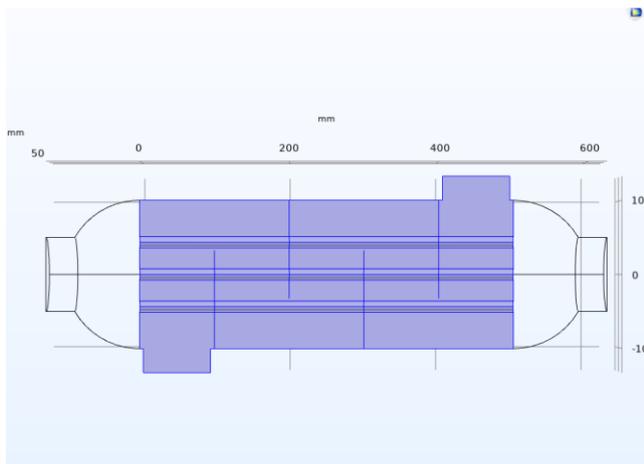


Рис. 1. Воздух в межтрубном пространстве (домен 1)

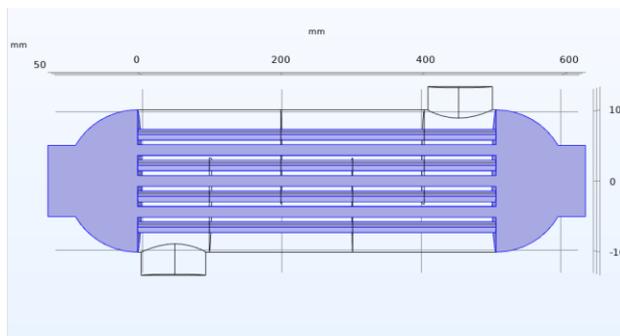


Рис. 2. Вода в трубках и коллекторах (домен 2)

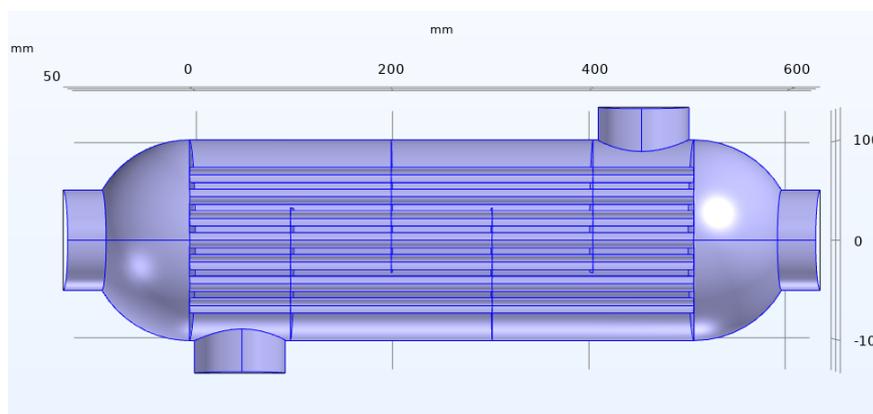


Рис. 3. Материал стали

Далее в функции Turbulent flow выбирается Compressible flow, чтобы учесть зависимость воздуха от давления в уравнении при расчете. Далее задаются граничные условия на входе для воды ($u_{water}=190^{\circ}\text{C}$) и выходе, на входе для воздуха ($u_{air}=10^{\circ}\text{C}$) и выходе. Поскольку внутри присутствуют твердые стенки, для них нужно создать условия прилипания (то есть нулевая скорость воды и воздуха на поверхности стенок). Далее выбирается температура воды при входе (T_{water}) и температура воздуха при выходе (T_{air}). В функции Thin Layer задается толщина стенок для учета их термического сопротивления. После построение сетки и вывод результатов.

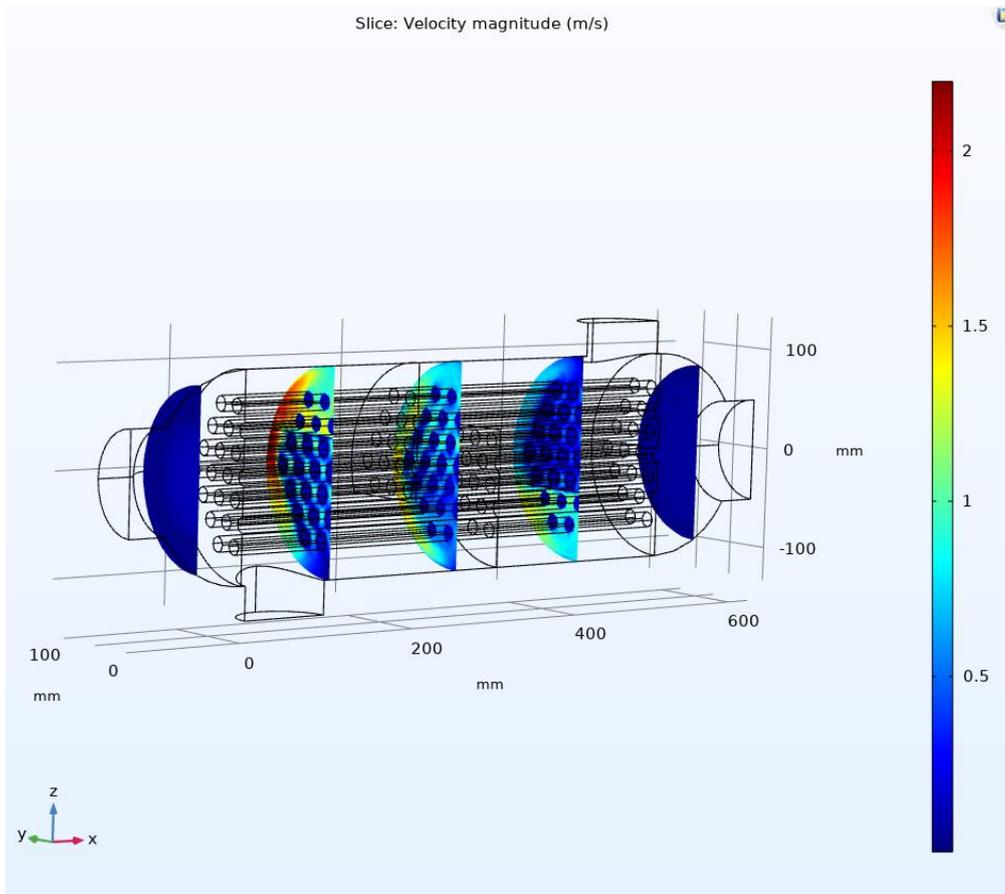


Рис. 4. Распределение скорости в сечениях

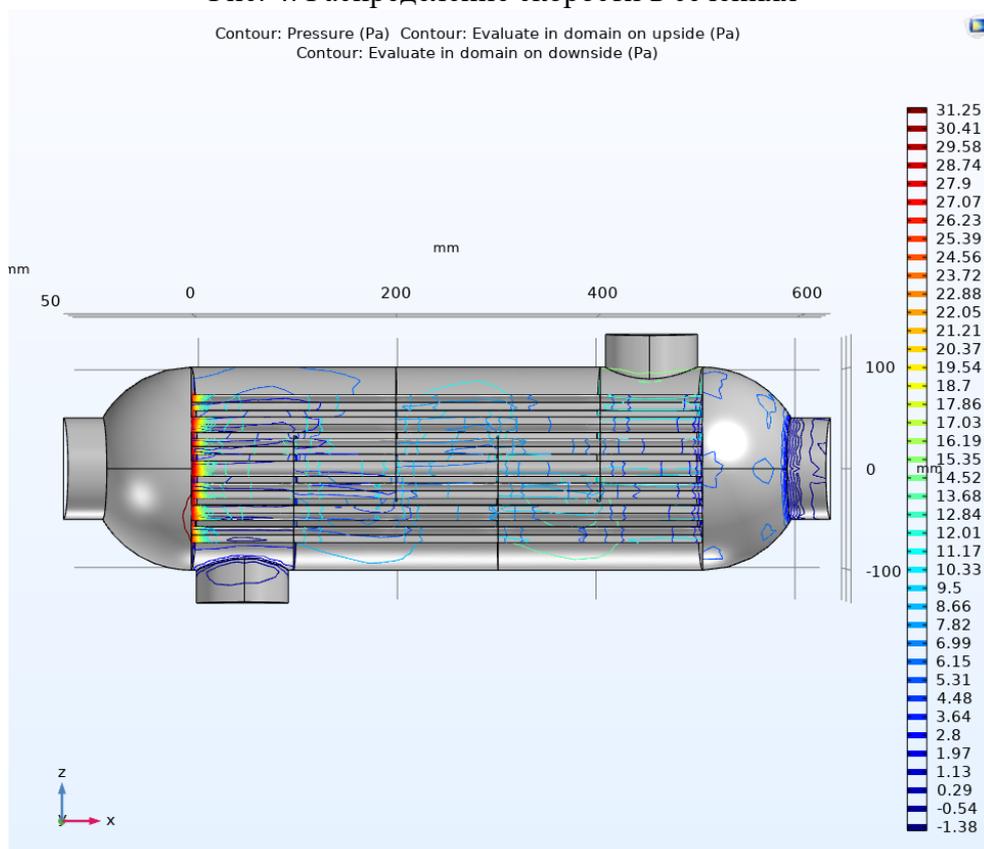


Рис. 5. Распределение давления

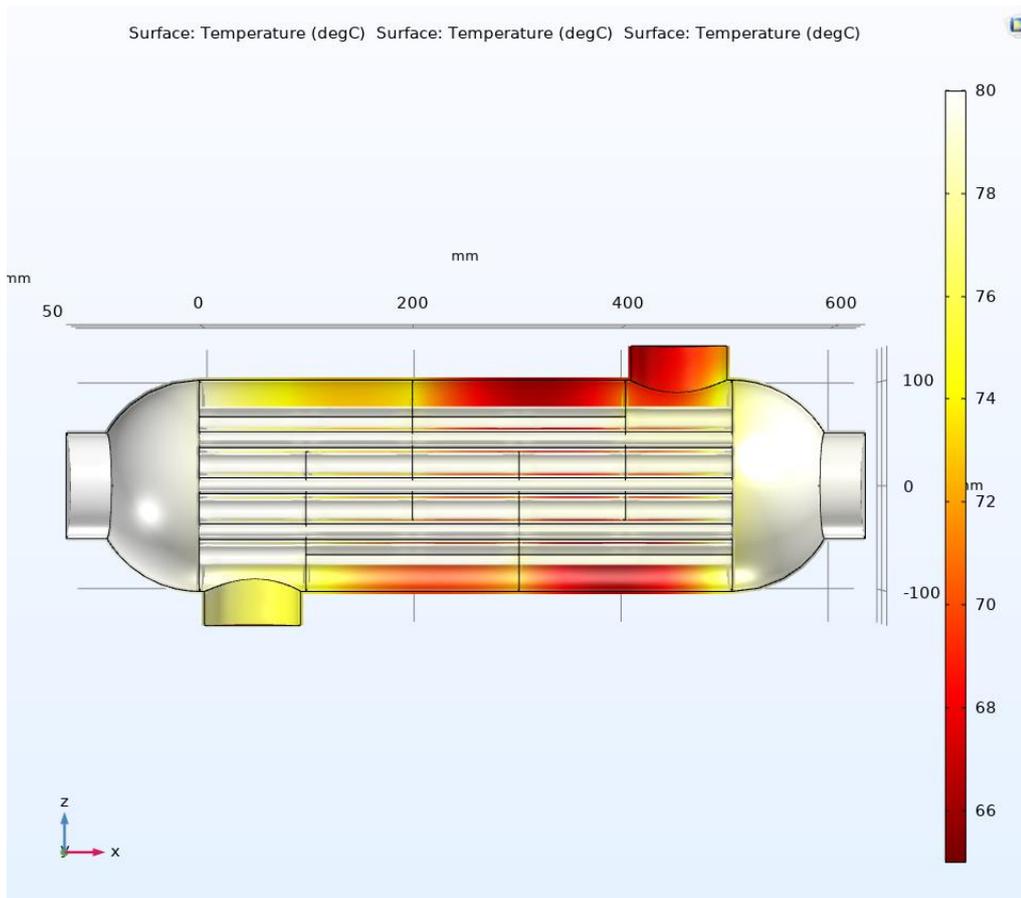


Рис. 6. Температура по поверхности внутренних и внешних стенок

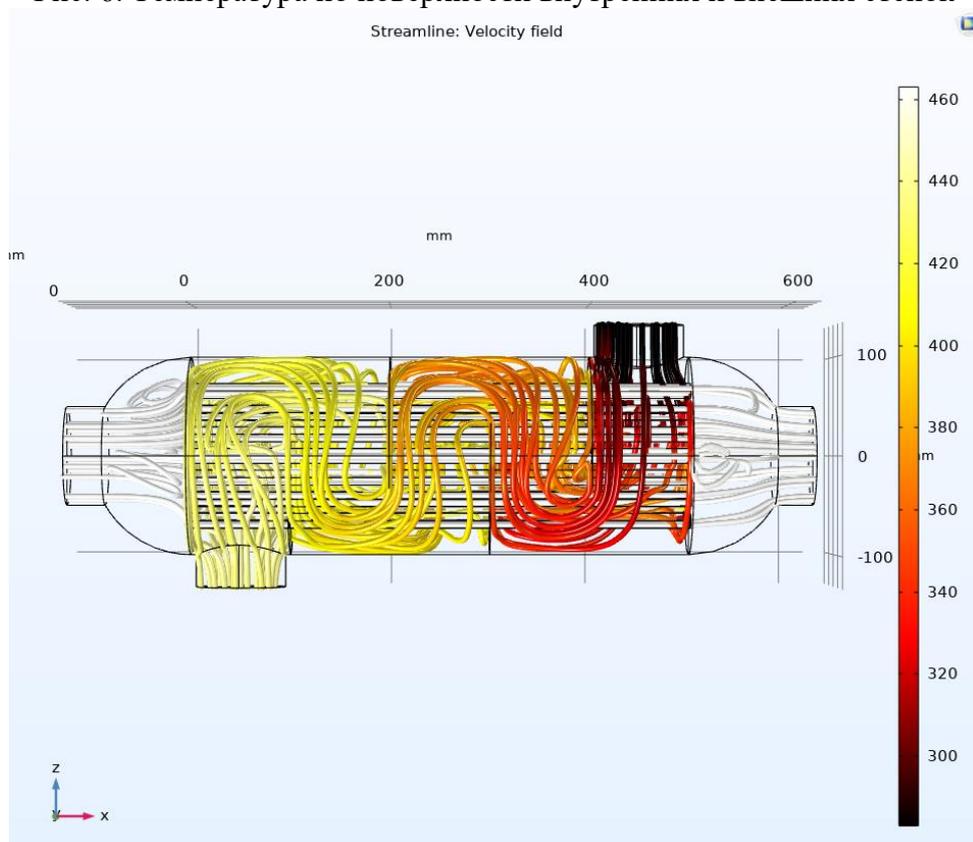


Рис. 7. Линии тока

Выводы:

- по рис. 4 – скорость движения воды при заданном параметре 0,1 м/с увеличивается на стенке перегородки до 2 м/с, но на выходе остается неизменной;

- по рис. 5 – давление воды наиболее существенно при входе в коллектор в трубки;

- по рис. 6 – наибольшая температура поверхности на наружных стенках теплообменника;

- по рис. 7 – линии тока выделены в соответствии с температурой теплоносителя. При заданной выше температуре вода практически не охлаждается, а воздух нагревается от 27°C до 187°C.

Заключение

На основании данного расчета можно судить о проблемных зонах в теплообменнике – например, высокая скорость воды, которая буквально разбивает структуру стали, повышается риск возникновения коррозии, а высокая температура воды повышает риск возникновения накипи (в данном случае, на внутренних стенках теплообменника).

Список литературы:

1. Абрамов В.А. Накипеобразование в судовых теплообменниках, методы их очистки и растворимость CaCO_3 в растворах сульфаминовой кислоты при повышенных давлениях CO_2 // Судовые энергетические установки, № 31, 2013.

2. Расчет теплообменных аппаратов – URL: <https://www.comsol.ru/>

3. Федорова А.Ю. Процессы теплообмена при накипеобразовании в судовых теплообменных аппаратах, работающих на морской воде // Военно-инженерное дело на Дальнем Востоке России: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции. Владивосток: ВУЦ ДВФУ. 2020, с. 40-45.

Ха Ван Зуи

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СКОРОСТНЫХ ПАССАЖИРСКИХ КАТАМАРАНОВ

Дальневосточный федеральный университет, Политехнический институт,

Департамент морской техники и транспорта

Научный руководитель: к.т.н., доцент М.В. Китаев

Аннотация: В статье рассмотрена математическая модель проектирования скоростных пассажирских катамаранов, указаны ее структурные блоки и особенности учета основных конструктивных элементов судов данного типа. Модель предназначена для определения главных размерений морских пассажирских катамаранов на начальных стадиях проектирования.

Ключевые слова: пассажирские катамараны, главные размерения, составляющие нагрузки, общее проектирование, математические модели.

На начальных стадиях проектирования математическое моделирование используют с целью предварительной оценки основных свойств и качеств судна,

функциональной и экономической эффективности в заданных условиях. Кроме того, математические модели играют важную роль в решении задач оптимизации характеристик скоростных пассажирских катамаранов (СПК) для Социалистической Республики Вьетнам (СРВ) и переставляют собой совокупность выражений, описывающих основные свойства и качества судна во взаимосвязи с его элементами и характеристиками. Математическая модель имеет блочную структуру, что позволяет реализовать последовательное решение отдельных проектных вопросов в виде подпрограмм, реализованных языке программирования MATLAB и направленных на решение задач, связанных с внешней архитектурой судна (выбором типа соединительного моста и формы обводов корпуса СПК) и расчетами основных мореходных качеств и эксплуатационных показателей: главных размерений, водоизмещения и отдельных составляющих нагрузки, характеристик вместимости, характеристик остойчивости, действующих на корпус внешних нагрузок, характеристик качки, характеристик прочности, эксплуатационных и экономических показателей функционирования.

В качестве исходных данных приняты величины, учитывающие региональные особенности, специфику проектирования, постройки и эксплуатации СПК в СРВ, что положительно сказывается на адекватности модели и достоверности результатов моделирования (стоимость проектирования, билетов, налоги, ветроволновые воздействия, тайфуны, пассажиропоток, количество судов на линии и др.). Структурная схема модели показана на рис. 1.

К особенностям предлагаемой математической модели можно отнести: возможность выбора обводов корпуса и типа соединительного моста СПК, определение характеристик главного двигателя и редуктора на основе расчетов с использованием созданных автором баз данных охватывающих основные диапазоны характеристик современных двигателей (БД СДВС) и редукторов (БД СР), производимых промышленностью, учет региональных особенностей СРВ в виде нормативов и параметров в расчетах эксплуатационных нагрузок, строительной стоимости и дохода от эксплуатации. Учет требований к вертикальным ускорениям, параметрам бортовой качки, остойчивости и прочности выполнялся по правилам DNV GL, т.к. существующие СПК в большей части спроектированы и построены по требованиям правил Норвежского Веритас [1].

Аналитические зависимости, составляющие основу рассматриваемой модели, приведены в работах [2, 3]. Более подробно рассмотрим содержание блоков оптимизации подсистем СПК (рис. 2) и покажем результаты работы модели.

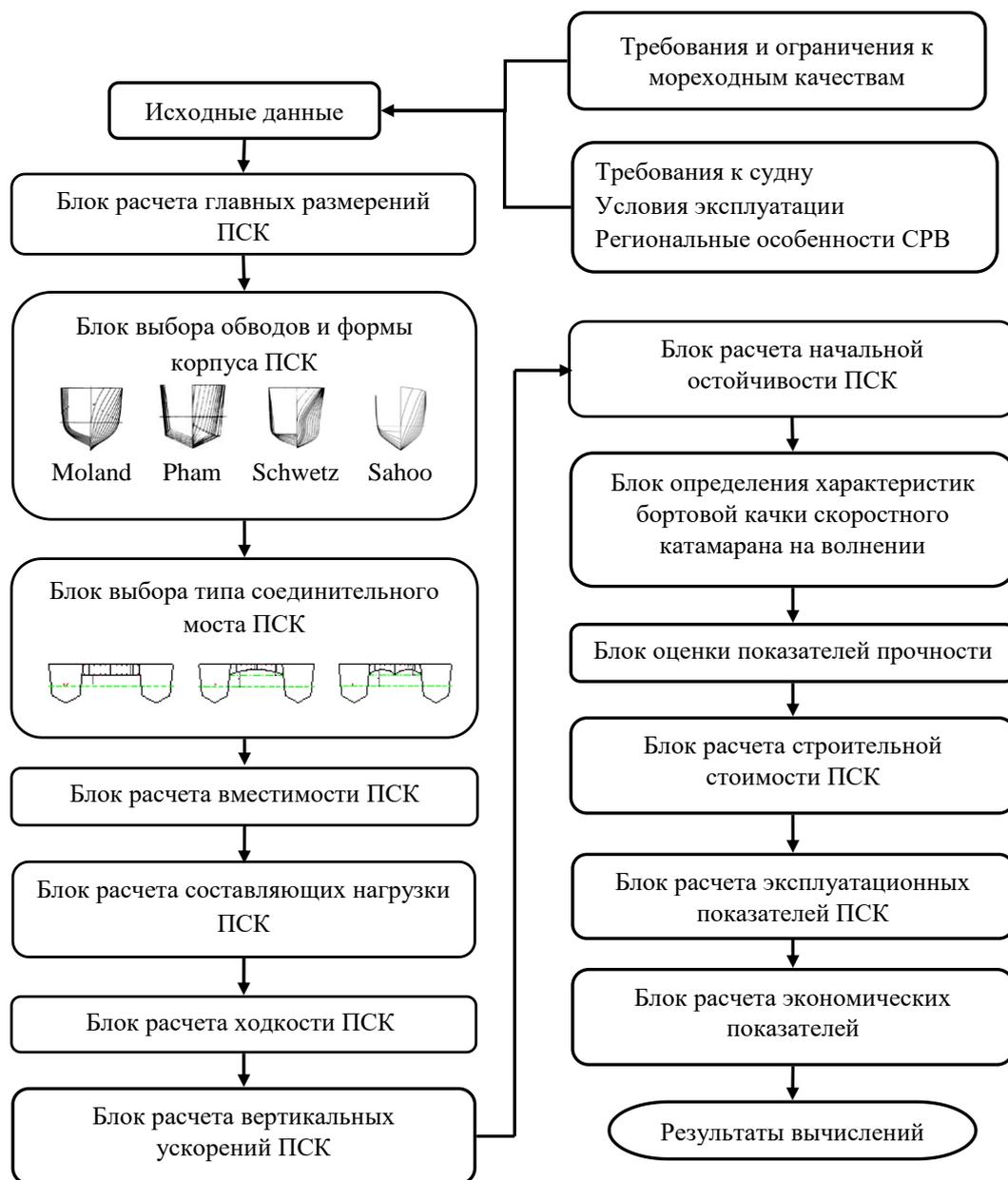


Рис. 1. Блок-схема математической модели проектирования СПК

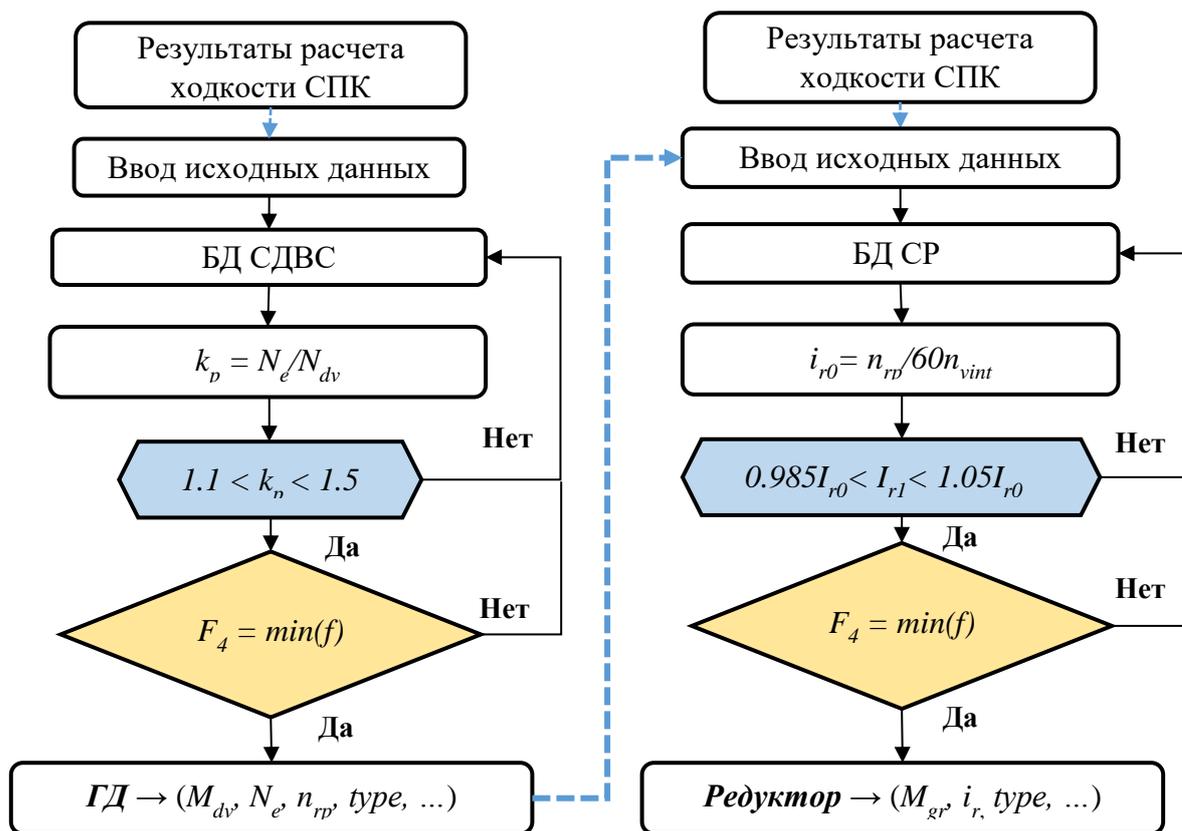


Рис. 2. Блок-схема оптимизации подсистем СПК

На рис. 2 использованы обозначения: N_e – мощность главного двигателя (ГД) из БД (по каталогу); N_{dv} – расчетная потребляемая мощность; M_{dv} – масса ГД; $Type$ – тип ГД и редуктора, $Name$ – модель ГД и редуктора; M_{gr} – масса редуктора; n_{rp} – расчетные обороты ГД; n_{vint} – обороты винта.

В качестве критериев эффективности f при определении типа и характеристик ГД и редукторной установки приняты масса главного двигателя M_{dv} и масса редукторной установки M_{gr} , что непосредственно влияет на размеры и стоимость двигательного-двигательного комплекса.

Математическую модель оптимизации подсистем СПК представим в виде:
 $Minimize F(C, X)$,

где X – вектор оптимизируемых переменных ($x_1 = N_e, x_2 = n_{rp}, x_3 = i_r$); C – вектор требований технического задания и содержащий исходные данные.

Ограничения:

$$1,1 - k_p \leq 0; k_p - 1,5 \leq 0; 0,985 i_{r0} - i_r \leq 0; i_r - 1,05 i_{r0} \leq 0.$$

Требования к оптимизируемым переменным:

$$N_{e\ min} \leq N_e \leq N_{e\ max}; n_{rp\ min} \leq n_{rp} \leq n_{rp\ max}; i_{r\ min} \leq i_r \leq i_{r\ max}.$$

В качестве примера результаты оптимизации главных размерений и подсистем, полученные с использованием рассмотренной модели проектирования СПК показаны в табл. 1 и на рис. 3.

Таблица 1

Результаты вычислений проектных характеристик СПК								
Тип обводов	Lo, м	L, м	Bo, м	B ₁ , м	H, м	T, м	D _w , т	D, т
Плоскокилеватые	30.43	28.66	8.75	2.51	2.88	1.25	33.37	103

Круглоскулые	30.24	28.49	8.73	2.18	3.05	1.32	33.05	102
V-образные	30.47	28.7	8.87	2.36	3.3	1.44	33.43	103



Рис. 3. Пример вывода результатов вычислений

Выводы

В результате проделанной работы разработана математическая модель проектирования СПК для СРВ в которой усовершенствованы расчеты ходовых качеств и экономической эффективности, построечной стоимости катамарана и его эксплуатационных расходов, учтено распределение пассажиропотока в течение года, составлены программы в среде MATLAB

Список литературы:

1. DNV GL. Rules for classification of high speed and light craft. January 2020.
2. Moraes H.B. Vasconcellos J. M., Almeida P.M. Multiple criteria optimization applied to high speed catamaran preliminary design. Ocean Engineering. 2007;34(1):133–147.
3. Ха Ван Зуи, Китаев М.В. Математическая модель оптимизации проектных характеристик скоростных пассажирских катамаранов / Ха Ван Зуи, Китаев М.В// Вестник Инженерной школы ДВФУ, 2020, №3(44), с. 46 – 59.

Лесовик В.С., д-р техн. наук, проф., Елистраткин М.Ю., канд. техн. наук, Сальникова А.С., Подгорный Д.С., студент бакалавриата

МЕЛКОЗЕРНИСТЫЕ ВЫСОКОПРОЧНЫЕ САМОУПЛОТНЯЮЩИЕСЯ БЕТОНЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛЕГО-БЛОКОВ

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

В качестве стенового материала для различных видов малоэтажного строительства все большую популярность набирают так называемые леги-блоки,

которые можно смело назвать новшеством на рынке модульных строительных систем. Они созданы по образу и подобию детского конструктора LEGO американским инженером Арнон Росаном. Такие блоки имеют выступы и впадины, которые при монтаже совпадают. Они крепятся друг на друга, вставляясь один в другой очень точно, за счет чего при монтаже сборно-разборных сооружений пропадает необходимость применения раствора, а при необходимости переноса конструкции, блоки легко демонтируются. При возведении постоянных домов из лего-блоков, для их соединения применяется небольшое количество клея, которым обрабатываются только вертикальные швы. Это значительно уменьшает время монтажа, благодаря чему существенно снижается стоимость строительного-монтажных работ [1].

На сегодняшний день лего-технология опробована на достаточно большом количестве типов строительных материалов: лего-кирпич, фундаментные лего-блоки, полистиролбетонные лего-блоки, пенобетонные лего-блоки, арболитовые лего-блоки и др., что даёт основание предположить её скорое масштабное внедрение в практику строительства наряду со строительной печатью [2-4]. Этим обуславливается актуальность исследований, направленных на расширение спектра материалов применяемых для изготовления лего-блоков.

Одним из перспективных для применения в лего-технологии композитов являются самоуплотняющиеся мелкозернистые высокопрочные бетоны. Их применение, на наш взгляд, может дополнительно повысить привлекательность технологии за счёт существенного уменьшения толщины эффективного сечения изделий, снижения их массы без потери прочности, повышения теплоизоляционных показателей. Ввиду высокой проникающей способности самоуплотняющихся бетонных смесей без дополнительных внешних воздействий (давления, вибрации) появляется возможность создать более сложную структуру блока, например сотоподобную (рис. 1). Подобная структура интересна тем, что она обеспечивает максимально эффективное задействование конструктивных свойств материала, исключает образование мостиков холода. Пустоты в структуре материала могут оставаться свободными, однако для повышения теплоизоляционных показателей за счёт уменьшения конвекционных процессов, они могут заполняться теплоизоляционным материалом, например пенобетоном или каким-либо газонаполненным полимером.

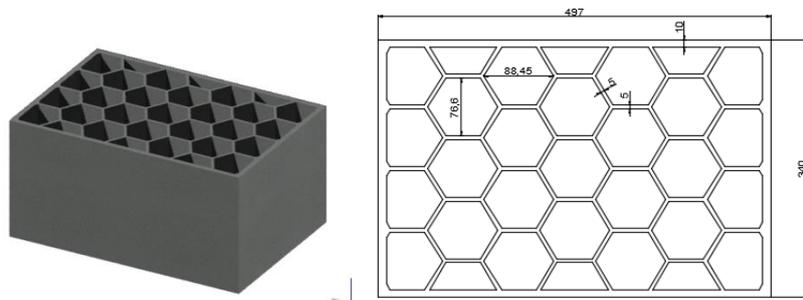


Рис. 1. Вариант исполнения внутреннего заполнения блока

Кроме того использование СУБ смесей, имеющих высокую текучесть и способных проникать в зазоры шириной от 2 мм, позволяет обеспечить возможность реализации других, ещё более рациональных вариантов организации внутреннего пространства реализующих принципы Геоники и Бионики.

Серьёзным препятствием при разработке СУБ смесей для высокопрочных бетонов является то, что основной компонент – вяжущее, в качестве которого в подавляющем большинстве случаев выступает портландцемент, по своим базовым показателям далеко не в полной степени удовлетворяет требованиям ситуации. Следствием этого становится необходимость введения в рецептуру дополнительных минеральных и химических компонентов, призванных откорректировать свойства вяжущих в нужной степени. Часто ввод новых компонентов сопровождается негативными побочными эффектами, для компенсации которых вводятся новые добавки, что еще больше усложняет состав и снижает его эффективность.

Также технологические сложности сама по себе создаёт многокомпонентность состава. Решением этих проблем является применение вместо стандартных цементов композиционных вяжущих на их основе. Данный подход хорошо зарекомендовал себя в работах иностранных [5] и отечественных [6, 7] специалистов, в частности и ученых БГТУ им. В.Г. Шухова [8 - 10].

Одним из инструментов управления свойствами композиционных вяжущих, в значительной степени определяющим их эффективность, является выбор минеральной добавки. Количество вводимой минеральной добавки напрямую определяет величину экономии цемента, при этом прочностные показатели должны снизиться в минимальной степени, а другие значимые свойства вяжущего - прийти к оптимальным значениям для решаемой задачи. В качестве минеральных добавок предпочтительно использовать материалы с максимальной внутренней энергией, к которым относятся большинство техногенных продуктов.

В данной работе в качестве тонкодисперсных наполнителей КВ использовали лом из керамического кирпича (КК), тяжелого бетона (ТБ) и газосиликата (ГС). Доля данных наполнителей в составе вяжущего была принята 30%. В качестве контрольного образца был принят состав на композиционном вяжущем с тонкомолотым кварцевым песком (КП).

Таблица 1

Прочностные характеристики композиционных вяжущих для самоуплотняющихся бетонных смесей

№	Состав			В/В	Плотность, кг/м ³	Прочность, МПа		
	Вяжущее	Вяж: Песок	ГП*, %			5 сут.	14 сут.	28 сут.
1	КВ70(КП) - контрольный	1:1	3	0,22	2463	112	106	129
2	КВ70(ГС)				2416	101	119	109
3	КВ70(КК)				2550	106	115	114
4	КВ70(ТБ)			0,2	2463	123	123	162

* раствор пластификатора с концентрацией производителя

Согласно полученным данным (табл. 1), состав КВ70(ТБ) имеет прочность большую на 10% в раннем возрасте и на 26% в марочном, чем контрольный состав. На наш взгляд это обуславливается содержанием в минеральной добавке некоторого количества негидратированного клинкерного вещества, которое вступая в реакцию с водой, ведет к увеличению прочности в ранний период. Наличие у добавки пуццолановой активности способствует образованию дополнительных гидросиликатов кальция, данный эффект проявляется в более поздние сроки твердения.

Так как для эффективного самоуплотнения смесей большое значение имеет реология компонентов, было изучено совместное влияние минеральной добавки ТБ и гиперпластификатора МС Vauchemie PF3100 на вязкость (рис. 2а, б) и прочность (рис. 2в) (рассмотрены составы без песка при одинаковом В/В=0,2).

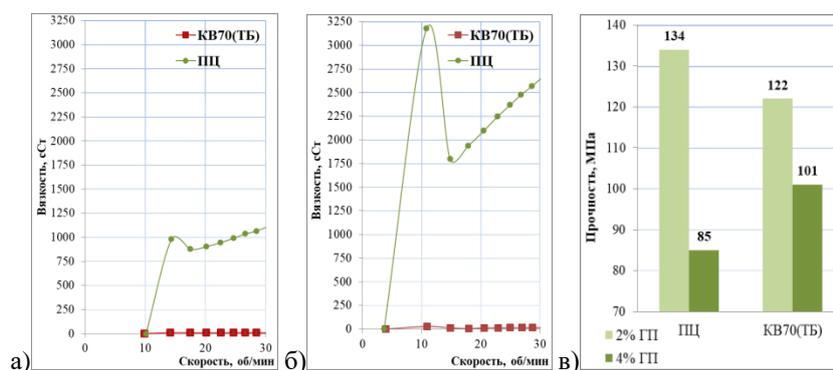


Рис. 2. Вязкость цементного теста при В/В=0,2 а) 2% ГП; б) 4% ГП; в) прочностные характеристики составов

При анализе реологических кривых учитывались два основных параметра - первый пик на реологической кривой соответствующий пределу текучести и угол наклона основной части реограммы, характеризующий динамическую вязкость. Как видно из графиков (рис. 2а, б) повышение количества гиперпластификатора до 4% в большинстве случаев приводит к эффекту повышения вязкости. На наш взгляд это обусловлено тем, что при дозировке 4% от массы вяжущего, добавка, по своей природе являющаяся достаточно вязкой субстанцией, составляет примерно пятую часть от количества вводимой воды и ощутимо загущает смесь. Поэтому применительно к рассматриваемой системе целесообразно ограничить верхний уровень вводимого пластификатора количеством 3% от массы вяжущего (ориентировочно 1% в пересчёте на сухое вещество), что также подтверждается прочностными показателями составов (рис. 2в). Повышенное количество гиперпластификатора в большинстве случаев негативно сказывается на прочности, при этом резерв её повышения за счёт снижения В/В отсутствует.

Предложенные составы обеспечивают полноценную реализацию эффекта самоуплотнения и прочностные показатели на уровне класса бетона В100/110 являясь при этом четырёхкомпонентными как обычные бетонные смеси. Их использование для получения тонкостенных лего-блоков позволит ощутимо снизить материалоемкость и стоимость, повысить качество наружных поверхностей и долговечность ввиду низкой пористости и проницаемости

самоуплотняющихся бетонов, воплощать различные прогрессивные строительные концепции.

Список литературы:

1. N. A. Mashkin, V. S. Baev, V. I. Fedchenko, N. E. Zibnitskaja and J. A. Sharavin, "New materials and technologies in construction of low-rise buildings from precision details foam concrete blocks," 2007 International Forum on Strategic Technology, Ulaanbaatar, Mongolia, 2007, pp. 534-535, doi: 10.1109/IFOST.2007.4798652.

2. Ламов И.В., Гончарова М.А. Применение арболитовых блоков "LEGO" в малоэтажных жилых и производственных зданиях и сооружениях // Научные исследования: от теории к практике. 2015. Т. 2. № 4 (5). С. 47-50.

3. http://stroyka.by/news/2015/05/08/lego_bloki

4. https://www.zaggo.ru/article/stroitel_stvo/steny/stroitel_nyj_lego_kirpich_chem_on_otlichaetsya_ot_obychnogo_i_sto.html

5. Vacheslav N. Yarmakovsky, Andrey P. Pustovgar The Scientific Basis for the Creation of a Composite Binders Class, Characterized of the Low Heat Conductivity and Low Sorption Activity of Cement Stone // Procedia Engineering, Volume 111, 2015, p. 864-870.

6. Баялиева Г.М., Алтынбекова А.Д. Безобжиговые стеновые материалы на основе композиционных вяжущих // Механика и технологии. 2018. № 3 (61). С. 128-132.

7. Федюк Р.С., Мочалов А.В. Композиционные вяжущие для бетонов повышенной ударной стойкости // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. 2018. № 4 (200). С. 85-91.

8. Лесовик В.С., Строкова В.В., Кривенкова А.Н., Ходыкин Е.И. Композиционное вяжущее с использованием кремнистых пород // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2009. № 1. С. 25-27.

9. Алфимова Н.И., Жерновский И.В., Яковлев Е.А., Юракова Т.Г., Лесовик Г.А. Влиянии генезиса минерального наполнителя на свойства композиционных вяжущих // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2010. № 1. С. 91-94.

10. Ахмед А.А., Федюк Р.С., Лисейцев Ю.Л., Тимохин Р.А., Мурали Г. Использование бетонного лома Ирака в качестве наполнителя и заполнителя тяжелого и лёгкого бетона // Строительные материалы и изделия. 2020. Т. 3. № 3. С. 28-39.

ЛЕГО-БЛОКИ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

Строительная индустрия является одним динамично развивающихся направлений экономики. Значительная доля в общем объеме потребления строительных материалов приходится на индивидуальное жилищное строительство (ИЖС), поскольку признано, что именно оно является стимулом развития инфраструктуры регионов, способствует повышению благосостояния и уровня жизни населения [1, 2].

В отличие от высотного строительства ИЖС способствует улучшению физического и эмоционального состояния человека, оптимизации системы «человек-материал-среда обитания» [3-5].

Существует множество материалов, из которых строят частные дома: древесина, панели, кирпич, блоки и др. Большой интерес в ИЖС имеет модульное строительство, которое существенно сокращает сроки возведения домов и позволяет держать уровень производства работ на должном уровне за счёт того, что основные показатели будущих конструкций закладываются непосредственно на заводе. На строительной площадке осуществляется необходимый минимум операций по сборке модулей, как правило, оснащённых системой облегчения монтажа (пазогребневые, замковые соединения, различные направляющие и т.п.) практически исключая вероятность ошибок или некачественного выполнения работ. При соответствующей номенклатуре модулей, подобный подход вбирает в себя преимущества крупнопанельного строительства, неоднократно доказавшего свою эффективность, но при этом сохраняет лёгкость индивидуализации возводимых объектов - необходимого требования к современным строительным системам.

Сравнительным новшеством на рынке модульного строительства являются так называемые лего-блоки. Они созданы по образу и подобию детского конструктора LEGO американским инженером Арнон Росаном. Такие блоки имеют выступы и впадины, которые при монтаже совпадают. Они крепятся друг на друга, вставляясь один в другой очень точно, за счет этого при монтаже сборно-разборных сооружений пропадает необходимость применения раствора и при необходимости переноса конструкции, блоки легко демонтируются. При возведении домов из лего-блоков, для их соединения необходим малый расход клея, обрабатывать которым нужно только вертикальные швы. Это значительно уменьшает время монтажа, благодаря чему существенно снижается стоимость строительного-монтажных работ [6, 7].

На отечественных рынках стройматериалов представлены преимущественно лего-блоки из легкого бетона (пенобетонный и полистиролбетонный блок) (рисунок 1). По заявлению производителей они являются экологичными, практически не впитывают влагу (водопоглощение не более 3%). При

осуществлении армирования через технологические отверстия, их прочностных показателей достаточно для возведения двух и более этажных домов [8].

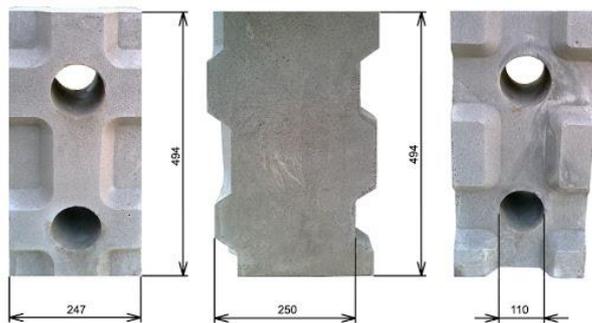


Рис. 1. Лего-блок из легкого бетона [8]

Другим направлением развития технологии стали фундаментные блоки. Многие компании, продвигающие свою продукцию в сети Интернет («Платон-Строй», «Штарком» и «Агротехстандарт» и др.) модернизировали традиционные фундаментные блоки (ФБС) и производят лего-блоки ФБШ (фундаментные блоки с шипом), имеющие разные габариты, и изготовленные из тяжёлого бетона. Примеры подобных изделий представлены в таблице 1 и на рисунке 2 [9].

Таблица 1

Основные типоразмеры блоков ФБШ [6]

Маркировка	Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм
ФБС-ЛЕГО 16.8.8	1600	800	800
ФБС-ЛЕГО 12.8.8	1200	800	800
ФБС-ЛЕГО 8.8.8	800	800	800
ФБС-ЛЕГО 8.4.8	800	400	800
ФБС-ЛЕГО 16.4.8	1600	400	800

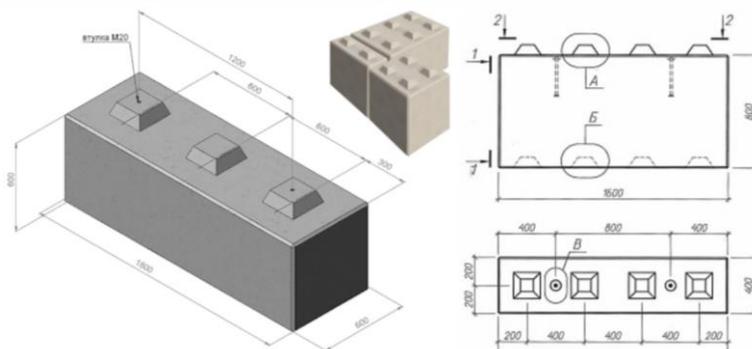


Рис. 2 – Фундаментные лего-блоки [9]

Лего-технология нашла своё применение и при производстве кирпича. Лего-кирпичи известны в разных странах и отличаются друг от друга видами пазов и сырьевым материалом. На Российском рынке лего-кирпич отличается от традиционного керамического тем, что его изготавливают преимущественно методом гиперпрессования. В состав смеси входит комплексный наполнитель в объеме 80–90% (глина, глиняно-песчаная смесь, песок в сочетании с мелкофракционным отсевом щебня или ракушечника, известняковая крупка), цементное связующее (8–15%), вода, а также пластифицирующие добавки и

пигменты. Стандартный размер изделий — 250 (240) × 125 (120) × 65 мм (рисунок 3). Помимо одинарных, выпускаются также бруски полоторные и двойные, которые могут иметь разную форму. Самый практикуемый вариант реализации фиксирующей системы - два центровочных отверстия [10].

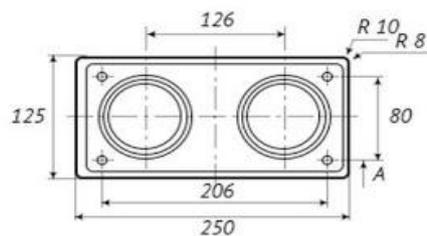


Рис. 3 – Общий вид леги-кирпича с центрирующими отверстиями [10]

Таким образом, леги-технология достаточно хорошо показала себя на различных типах строительных материалов, и вполне обоснованно можно предположить её скорое бурное внедрение в практику строительства наряду со строительной печатью. Это обуславливает актуальность исследований в данном направлении, направленных на расширение спектра применяемых для изготовления леги-блоков материалов. Леги-блоки полученные из легкого бетона, безусловно, обладают рядом достоинств, однако их несущая способность уступает другим видам бетона. Для улучшения прочностных характеристик ведутся разработки леги-блоков, полученные из высокопрочного самоуплотняющегося бетона. Благодаря повышенной прочности, толщину стенки блока можно уменьшить, увеличивая тем самым пустотность и уменьшая массу изделия. Использование самоуплотняющихся составов, имеющих высокую текучесть и способных проникать в зазоры шириной от 2 мм, обеспечит возможность реализации рациональных, с конструктивной точки зрения, вариантов организации внутреннего пространства, в том числе в соответствии с канонами Геоники и Бионики. Полученные ячейки предполагается заполнять различными видами эффективных теплоизоляционных материалов (органических и минеральных), что обеспечит высокие теплоизоляционные характеристики возводимых конструкций.

Список литературы:

1. Невгень А.С. ИЖС как путь повышения экономики регионов // В сборнике: сборник статей XLIV Международной научно-практической конференции. Пенза, 2020. С. 197-199.
2. Варавина Ю.А. Тенденции и перспективы развития индивидуального жилищного строительства в Белгородской области // В сборнике: Образование. Наука. Производство. Материалы X Международного молодежного форума с международным участием. 2018. С. 3189-3193.
3. Лесовик В.С., Шаталова С.В., Азизов В.Г., Богун Н.В., Семиохина В.А., Галкина А.А., Новоселова А.А. ГЕОНИКА. Геомиметика как теоретическая основа совершенствования строительных материалов // В сборнике: Научные технологии и инновации. Электронный сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. С. 278-282

4. Lesovik V., Volodchenko A., Glagolev E., Lashina I., Fischer H.B. Geonics (Geomimetics) as a theoretical basis for new generation compositing // В сборнике: 14th International Congress for Applied Mineralogy (ICAM2019). Сер. "Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences" 2019. С. 344-347.

5. Лесовик В.С., Першина И.Л., Бычкова А.А. Геоника. Геомиметика как принцип оптимизации триады "человек-материал-среда обитания" // В сборнике: Научные технологии и инновации. Электронный сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. С. 273-277.

6. Ламов И.В., Гончарова М.А. Применение арболитовых блоков "LEGO" в малоэтажных жилых и производственных зданиях и сооружениях // Научные исследования: от теории к практике. 2015. Т. 2. № 4 (5). С. 47-50.

7. N. A. Mashkin, V. S. Baev, V. I. Fedchenko, N. E. Zibnitskaja and J. A. Sharavin, "New materials and technologies in construction of low-rise buildings from precision details foam concrete blocks," 2007 International Forum on Strategic Technology, Ulaanbaatar, Mongolia, 2007, pp. 534-535, doi: 10.1109/IFOST.2007.4798652.

8. Машкин Н.А., Баев В.С., Федченко В.И., Зибницкая Н.Е., Шаравин Ю.А. Система "АБВ СТРОЙТЕХНОЛОГИИ" строительства жилых и общественных зданий из высокоточных деталей-пеноблоков // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2007. № 12 (107). С. 80-82.

9. http://stroyka.by/news/2015/05/08/lego_bloki

10. https://www.zaggo.ru/article/stroitel_stvo/steny/stroitel_nyj_lego_kirpich_chem_on_otlichaetsya_ot_obychnogo_i_sto.html

Романенко А.А., Лесовик В.С., Бузов А.А., Чувев В.П.

ЗАКОН СРОДСТВА СТРУКТУР В СТОМАТОЛОГИЧЕСКОМ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ

*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
г. Белгород, Россия*

В терапевтической стоматологии заключительным этапом лечения кариеса, терапии воспаления пульпы и верхушечного периодонта является пломбирование зуба, т.е. заполнение полости зуба пломбировочным материалом с целью восстановления анатомической формы и физиологической функции зуба [1]. Применение неподходящего пломбировочного материала может стать причиной осложнений: отлома и краевой пигментации реставрации, выпадения пломбы, послеоперационной чувствительности и развития вторичного кариеса вследствие нарушения краевого прилегания [2]. Для обеспечения надежности реставрации и достижения оптимального клинического эффекта при пломбировании зубов врачу-стоматологу необходимо применять пломбировочные материалы, разработанные с учетом особенностей строения твердых тканей зуба. Например, для молочных зубов характерно наличие на поверхности эмали микротрещин и микропор. Также известно, микроструктура

эмали молочных зубов характеризуется большим количеством пространств между эмалевыми призмами, а дентинные трубочки более короткие и широкие, чем у зубов постоянного прикуса что эмаль и дентин молочных зубов имеют меньшую толщину, а их степень минерализации ниже, чем у зубов постоянного прикуса [3]. Структура дентина постоянных зубов различна в зависимости от его вида. Первичный дентин образуется в период формирования и прорезывания зуба. В сформированном зубе образуется вторичный дентин с немного измененным строением, в котором дентинные трубочки менее многочисленные и более узкие. Структура третичного (заместительного) дентина, образующегося в ответ на действие раздражающих факторов, характеризуется неправильным ходом или даже отсутствием дентинных трубочек и разнообразными включениями, такой дентин неравномерно и слабо минерализован [4].

Востребованным и перспективным направлением современной стоматологии является лечение с применением несъёмных ортопедических конструкций: металлических, металлокерамических и керамических коронок, мостовидных конструкций, вкладок, накладок, штифтов. Их эффективность и эстетичность во многом зависит от их качественной фиксации. Недостаточная адгезия фиксирующего стоматологического материала приводит к разгерметизации, нарушению фиксации и разрушению зуба под короной. Разработка и применение материалов с высокими адгезионными характеристиками позволит снизить риск преждевременного нарушения фиксации и появления осложнений (развитие вторичного кариеса в опорных зубах).

При лечении различных видов зубочелюстных аномалий широко применяется несъемная ортодонтическая техника, которая фиксируется на вестибулярной или оральной поверхности зуба [5]. Так, для установки металлических, пластиковых, керамических брекет-систем, а также проволочных ретейнеров требуются стоматологические материалы, обеспечивающие надежную фиксацию.

Исходя из вышесказанного, успех лечения и протезирования зубов в значительной степени зависит от применяемых в стоматологической практике материалов. Таким образом, актуальной является задача разработки стоматологических материалов, обладающих сродством к твердым тканям зуба и конструкционным материалам несъемных ортопедических и ортодонтических конструкций. Их сродство обеспечивается близостью химического состава, коэффициентов теплопроводности и термического расширения, прочности, а также их химической и биологической стабильностью.

Подобная задача решалась в рамках строительного материаловедения. Показана возможность получения материалов нового поколения для стройиндустрии на основе закона сродства структур [6], который предусматривает проектирование и синтез композитов и ремонтных систем на нано-, микро- и макроуровне, аналогичных базовой матрице, что приводит к существенному повышению адгезии и долговечности материалов. При данном подходе обеспечивается подобие элементов композита по кристаллографической, гранулометрической микроструктуре, минеральному,

химическому составам и коэффициенту термического расширения. Вследствие диффузии и ионного обмена обеспечивается их взаимодействие с образованием новых фаз и сил сцепления, обеспечивающих прочность и эксплуатационные свойства контактного слоя и композита в целом [7–9]. Отмечается, что для создания прочного и надежного контакта между элементами композита необходимо создать внутреннюю устойчивую связь (контактную зону), призванную обеспечить определенные физико-механические и эксплуатационные требования материала в целом.

В стоматологическом материаловедении подобный подход к разработке материалов позволил улучшить их эксплуатационные характеристики, и, как следствие, повысить эффективность лечения и снизить риск развития осложнений и побочных эффектов.

Список литературы:

1. Ракова Т.В., Тишков Д.С., Карлаш А.Е., Журбенко В.А., Саакян Э.С. Учебно-методическое пособие по терапевтической стоматологии «Пломбировочные материалы» для студентов стоматологического факультета. – Курск: ГОУ ВПО КГМУ Минздрава РФ, 2010. – 145 с.

2. Ошибки и осложнения при работе со светоотверждаемыми композиционными материалами: учебное пособие/ сост.: В.Д. Молоков, З.В. Доржиева, О.П. Самойлова. – 2-е изд., испр. и доп. - ГБОУ ВПО ИГМУ Минздравсоцразвития России – Иркутск, ИГМУ, 2012. – 24 с.

3. Терехова, Т. Н. Анатомо-физиологические и рентгенологические особенности строения твердых тканей зубов, пульпы, апикального и маргинального периодонта и слизистой оболочки полости рта у детей : учеб.-метод. пособие / Т. Н. Терехова, М. Л. Боровая, Е. А. Кармалькова. – Минск : БГМУ, 2010. – 43 с.

4. Бывальцева, С.Ю. Строение твердых тканей зуба : учебное пособие / сост. : С. Ю. Бывальцева, З. В. Доржиева ; ГБОУ ВПО ИГМУ Минздрава России, Кафедра терапевтической стоматологии. – Иркутск: ИГМУ, 2013. – 36 с.

5. Несъемная ортодонтическая техника: учебное пособие/ Чуйкин С.В., Аверьянов С.В., Снеткова Т.В., Чуйкин О.С., Зубарева А.В., Шкуратова И.А. - Уфа: ГОУ ВПО «Башкирский государственный медицинский университет Росздрава», 2011.- 120 с.

6. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Чулкова И.Л. Закон сродства структур в материаловедении // Фундаментальные исследования. 2014. № 3. Ч. 2. С. 267–271.

7. Чулкова И.Л. Структурообразование строительных композитов на основе принципа сродства структур // Вестник СибАДИ. 2012. № 6. С. 83–88.

8. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Беликов Д.А., Щекина А.Ю., Куприна А.А. Эффективные сухие смеси для ремонтных и восстановительных работ // Строительные материалы. 2014. № 7. С. 82–85.

9. Lesovik V.S., Zagorodnuk L.H., Shkarin A.V, Belikov D.A., Kuprina A.A. Creating effective insulation solutions, taking into account the law of affinity structures in construction materials // World Applied Sciences Journal. 2013. No. 24 (11), pp. 1496–1502.