

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Российская академия наук
Российская академия архитектуры и строительных наук
Администрация Белгородской области
ФГБОУ ВО Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова
Международное общественное движение инноваторов
«Технопарк БГТУ им. В.Г. Шухова»
Всероссийский фестиваль науки
Областной фестиваль науки



Сборник докладов

Часть 6

**Эффективные конструкции, материалы
и организационно-технологические решения
для строительства и жилищно-коммунального хозяйства**

Белгород

13-14 октября 2022 г.

УДК 005.745

ББК 72.5

М 43

**XIV Международный молодежный форум
«Образование. Наука. Производство»: эл. сборник
докладов [Электронный ресурс]:** Белгород:
М 43 БГТУ им. В.Г. Шухова, 2022. – Ч. 6. – 148 с.

ISBN 978-5-361-01063-9

В сборнике опубликованы доклады студентов, аспирантов и молодых ученых, представленные по результатам проведения XIV Международного молодежного форума «Образование. Наука. Производство»

Материалы статей могут быть использованы студентами, магистрантами, аспирантами и молодыми учеными, занимающимися вопросами энергоснабжения и управления в производстве строительных материалов, архитектурных конструкций, электротехники, экономики и менеджмента, гуманитарных и социальных исследований, а также в учебном процессе университета.

УДК 005.745

ББК 72.5

ISBN 978-5-361-01063-9

©Белгородский государственный
технологический университет
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2022

Оглавление

Анфалова Е.Б.	
МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ ИНЖЕНЕРА В.Г. ШУХОВА	7
Атапина Н.А.	
ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПОДЪЕМА КРУПНОРАЗМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ.....	10
Власова М.А.	
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	14
Волошко Г.А.	
АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ ПЛОСКИХ КРЫШ	17
Гиренко М.Ю., Кудрявых А.Д.	
СОВРЕМЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ БЕТОНА И ОРГАНИЧЕСКИХ ДОБАВОК	23
Горбатенко И.С.	
РОЛЬ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПОДЗЕМНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ	27
Демин В.О.	
ХАРАКТЕРНОЕ ПОВРЕЖДЕНИЕ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ НА ЦЕМЕНТНЫЙ БЕТОН.....	30
Демьянова А.И.	
ПРИМЕНЕНИЕ ЭКОМАТЕРИАЛОВ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ЗДАНИЙ	34
Догонина А.О., Хвостова П.В.	
ОСОБЕННОСТИ ДОБЫЧИ ПРИРОДНОГО ГАЗА ИЗ МОРСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ	37
Долбина К.И.	
ИСПЫТАНИЕ МЕТАЛЛОВ НА СТАТИЧЕСКОЕ РАСТЯЖЕНИЕ	41

Дудченко В.А.	
ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРОИЗРАСТАНИЯ РЕГИОНА	44
Дьяченко А.Ю.	
СТРОИТЕЛЬСТВО И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ.....	49
Захарчук А.А.	
ОБЗОР ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	54
Кладиева П.В., Беликова Е.А.	
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕОРИИ И ПРИКЛАДНЫЕ МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЯЧЕИСТОБЕТОННЫХ И АРМИРОВАННЫХ ЯЧЕИСТОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ	58
Кочерженко А.В., Рябчевский И.С.	
АНАЛИЗ РОССИЙСКОГО РЫНКА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВ	62
Кувшинова А.С.	
ФАСАДНЫЕ СИСТЕМЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ. ТЕХНОЛОГИИ ОТДЕЛКИ	66
Матвеев Д.С.	
СОЗДАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ С ПРИРОДНЫМ БИОРАЗЛАГАЕМЫМ КОМПОНЕНТОМ	70
Меркулов В.В.	
ПРИМЕНЕНИЕ ФАХВЕРКОВЫХ СИСТЕМ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	75
Мирошников Д.А.	
ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ СБОРНОГО И МОНОЛИТНОГО БЕТОНА	77
Мочалова А.О.	

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БЕТОНИРОВАНИЯ НЕСУЩИХ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	86
Мочалова А.О.	
ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ ИЗ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА	90
Оспищев Д.В., Чесноков И.А.	
ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ	93
Постовой А.А.	
ПРОЦЕССЫ РАБОТЫ КРАНА ПРИ БЕТОНИРОВАНИИ КОНСТРУКЦИЙ.....	97
Разумовский Д.В.	
ПРИЧИНЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ НАРУШЕНИЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ КОНСТРУКЦИЙ ФУНДАМЕНТОВ.....	101
Рыженков Е.Н.	
ИССЛЕДОВАНИЕ НДС СЖАТО-ИЗГИБАЕМЫХ СТЕРЖНЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, УСИЛЕННЫХ СТАЛЬНОЙ ОБОЙМОЙ: СУТЬ ПРОБЛЕМЫ И ОБОСНОВАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	104
Сардина В.С.	
ОСОБЕННОСТИ УКЛАДКИ ПОЛИЭТИЛЕНОВОГО ГАЗОПРОВОДА «ЗМЕЙКОЙ»	108
Се Ди, Чесноков И.А.	
ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА КЛЕЕВЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ПОЛИУРЕТАНА.....	111
Сиделин В.Э., Юрченко Э.В.	
ПРЕДЕЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ БЕТОНА, АРМИРОВАННОГО ВОЛОКНАМИ.....	116
Стативко К.А.	

ИСПЫТАНИЯ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ НА УДАРНУЮ ВЯЗКОСТЬ.....	119
Тищенко А.Е.	
ПРОБЛЕМЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ В СЕЙСМООПАСНЫХ ЗОНАХ	123
Фомин Н.А.	
МАЛЫЙ ГРУЗОВОЙ ЛИФТ ДЛЯ МАЛОЭТАЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ГРУЗОПОДЪЁМНОСТЬЮ 50 КГ	126
Чесноков И.А.	
АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИИ	133
Чесноков И.А., Штодлер В.В.	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ СТОЧНЫХ ВОД В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	140
Щербак В.С., Иванов С.В.	
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СНЕГОУБОРОЧНОЙ ТЕХНИКИ	144

УДК 72.036

Анфалова Е.Б.

*Научный руководитель: Серых И.Р., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ ИНЖЕНЕРА В.Г. ШУХОВА

В конце XIX века В.Г. Шухов вступает в новую сферу инженерного искусства – область металлических конструкций.

Как писал А.П. Галанкин: «сотни тысяч тонн металла благодарны Шухову за то, что он их поставил в наилучшие условия работы, что он их поставил в наилучшие условия работы, что он строил сооружения так, чтобы материал жил вечно, не уставая» [1].

Одной из самых ярких и наиболее известных работ в этой области являются перекрытия Верхних торговых рядов на Красной площади в Москве. В своем проекте Владимир Григорьевич обосновал известный из практики факт о том, что наиболее рациональной формой фермы является параболическое очертание верхнего пояса. Он смог кардинально усовершенствовать конструкцию, заменив традиционные раскосы, работающие на сжатие, системой достаточно легких, предварительно напряженных металлических лучевых затяжек. Они работали на растяжение, что является более выгодным для данного материала видом усилий. Шухов проделал огромную научно-исследовательскую работу. Он выполнил подробный расчет арочных ферм, учитывая их статическую неопределимость и переменные, зависящие от количества связей и внешней нагрузки. Сравнение результатов точной и приближенной методик расчета для относительно гибкого верхнего пояса фермы показало отсутствие каких-либо существенных расхождений и погрешностей. Именно поэтому В.Г. Шухов предложил упростить расчетную схему. А ведь главную цель разрабатываемой теории В.Г. Шухов видел в возможно более широком внедрении своей конструкции в практику.

Устройством тяг Владимир Григорьевич достиг замены одного опасного сечения, по которому до него велся расчет арочных ферм, несколькими, что обеспечило «наиболее правильное распределение материала и получение возможно малого веса фермы. Располагая возможностью увеличивать число наклонных тяг без особого увеличения затрат на материал и изделие их, можно значительно уменьшать сгибающие моменты и тем самым облегчать вес арки» [2].

Для получения полной картины всех напряжений, возникающих в арочных фермах, Владимир Григорьевич рассматривал также случай, когда под действием ветровой нагрузки конструкция подвергается неравномерному нагружению, что делает необходимым установку добавочных тяг. Отличительная черта этих тяг – их геометрическое положение, а именно то, что они идут от опоры к ближайшей половине арки, а не к противоположной, как обычные. Расчеты показали, что число ветровых тяг должно быть в два раза меньше, чем число обыкновенных тяг, «на практике же даже при самых больших пролетах не приходится ставить более двух или трех ветровых тяг, считая и тягу, проходящую через вершину» [2]. Таковы основные теоретические принципы, согласно которым было спроектировано и возведено светопрозрачное перекрытие верхних торговых рядов [3].

Другим интересным проектом В.Г. Шухова стала гиперболоидная башня, история изобретения которой была подобна яблоку Ньютона.

Владимир Григорьевич рассказывал: «И вот прихожу раньше обычного в свой кабинет и вижу: моя ивовая корзина для бумаг перевернута вверх дном, а на ней стоит довольно тяжелый горшок с фикусом. И так вдруг ясно стала передо мной моя будущая конструкция башни. Уж очень выразительно на этой корзинке было показано образование кривой поверхности из прямых прутков» [2].

Для подтверждения своей теории изобретатель убрал растение, а затем сам сел в корзину, которая благополучно выдержала его вес, составляющий около восьмидесяти килограмм.

После того, как перед мысленным взором В.Г. Шухова на уровне прозрения «ясно встала будущая конструкция», вместе с интуицией на главную сцену незамедлительно вышли впечатляющая инженерная логика и блестящие способности математика-аналитика и геометра. Следовало очень тщательно продумать все конструктивные детали, разработать методы расчета и порядок оформления проектной документации, ну и конечно наиболее оптимальные методы изготовления и монтажа конструкций.

Окончательно конструкция определилась так: «Сетчатая поверхность, образующая башню, состоит из прямых деревянных брусьев, брусков, железных труб или уголков, опирающихся на два кольца: одно сверху, другое внизу башни; в местах пересечения брусья, трубы и уголки скрепляются между собой. Составленная таким образом сетка образует гиперболоид вращения, по поверхности которого проходит ряд горизонтальных колец. Устроенная вышеописанным способом башня представляет собой прочную конструкцию, противодействующую внешним усилиям при значительно меньшей

затрате материала. Главное применение такой конструкции предвидится для водонапорных башен и маяков» [2].

Шухов предложил применить сетчатые поверхности к устройству резервуаров и чанов. «Боковая поверхность сосуда, сделанного из кирпича, дерева или железа такой толщины, что сама поверхность не может выдержать усилий разрыва, вызванных давлением налива, покрывается двумя взаимно встречающимися спиралями из полосового, круглого или углового железа; ход спиралей уменьшается пропорционально расстоянию от верха резервуара. Обвитая таким образом спираль при соответствующем натяжении принимает на себя усилия разрыва, передаваемые на нее стенками» [2].

Идеальная во всех отношениях пространственная сетчатая конструкция башни, как и другие сетчатые покрытия, представляет собой систему, в которой благодаря единой слаженной работе всех ее элементов, прочность материала использовалась наиболее полно. Принципиальное отличие сетчатых башен Шухова от других типов металлических водонапорных башен заключается в том, что вертикальную нагрузку от резервуара, наполненного водой, а также ветровую нагрузку воспринимает вся система в целом.

Создавая безупречные конструкции из металла, В.Г. Шухов намного опережал свое время [4]. Своими изобретениями он показал широчайшие возможности использования металла в виде прокатных профилей и листовых конструкций. Разработав теории металлических конструкций разных типов и на практике доказав их преимущество, он обеспечил металлургической промышленности широкий рынок сбыта ее продукции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гумилевский Л.И. Русские инженеры. М., 1953.
2. Шухова Е.М. Владимир Григорьевич Шухов. Первый инженер России. М.: Изд-во МГТУ им. И.Э.Баумана, 2003. 368 с.
3. Юрьев А.Г., Серых И.Р. Инженерная аналогия в творениях В.Г. Шухова / Архитектоника инженера В.Г. Шухова: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 160-летию со дня рожд. В.Г. Шухова // Московский архитектурный институт. М.: Изд-во БГТУ, 2013. С. 114-115.
4. Юрьев А.Г. Принцип аналогии в инженерной практике В.Г. Шухова // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2008. № 3. С. 9-11.

Атапина Н.А.

*Научный руководитель: Кочерженко В.В., канд. техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПОДЪЕМА КРУПНОРАЗМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ

Монтаж строительных конструкций является одним из основных комплексно-механизированных процессов (видов работ) при возведении зданий и сооружений или их частей из заранее изготовленных элементов. Необходимо заранее подобрать порядок использования и объемно-планировочных и конструктивных решений монтируемых конструкций.

Составляющие структуры комплексного процесса монтажа обычных и сверхтяжелых, крупноразмерных покрытий или их частей полной заводской готовности, которые влияют на формирование технологии монтажа и методов их выполнения представлены на (рисунке 1) [1, 2].

Анализ составляющих приведенной структуры заключается прежде всего в рассмотрении всех параметров и свойств, которые зависят от объемно-планировочных и конструктивных решений объекта, а при определении технологии их возведения – от степени укрупнения конструкций, их транспортировки и подачи, размещения средств механизации, последовательности выполнения работ и т.п. Сначала определяем условия влияния на формирование технологической зоны, где будут выполняться работы по возведению здания или сооружения со всеми зонами, которые к ней относятся: изготовление крупноблочного, большегабаритного или сверхтяжелого покрытия, или его части, желательно заводской готовности (a_1).

Масса и габаритные размеры в дальнейшем будут влиять на средства транспортировки или подачи этих конструктивных элементов в зону монтажа (P_1). Решение этого вопроса важно не только при определении организационно-технологических решений, но и на стадии объемно-планировочного и конструктивного проектирования.

Если условия транспортировки, габариты и масса покрытия удовлетворяют техническим условиям, то дальше, последовательно выполняются решения, диктуемые составляющими структуры ($a_1 - a_6$) и заканчиваются такелажными (подготовительными) операциями или работами по его оснащению и строповки – захват (a_7).



Рис. 1 Структура комплексного процесса монтажа крупноразмерных покрытий или их частей полной заводской готовности

В этом случае целесообразнее работы выполнять с использованием крана (методами свободного подъема, наведения, ориентирования и установления – (a₈) [3].

Временные выверки и постоянное закрепление в проектном положении выполняют в соответствии с принятыми условиями, для которых они разработаны, находят другие типичные организационно-технологические решения. Главными факторами в этом случае выступают масса и объемно-планировочные и конструктивные решения.

Когда масса покрытия составляет 1000 и более тонн, а размеры достигают 100 м и более, применение традиционных методов становится невозможным или экономически нецелесообразным, например, монтаж покрытия аэропорта в Хитроу (рисунок 2).



Рис. 2 Проектный вариант собранного в зоне монтажа большеразмерные покрытия с последующим поднятием его на проектные отметки десятью кранами

Решение этого метода не было осуществлено из-за технической нецелесообразности, но как вариант, оно заслуживает выполнения соответствующего исследования. Если собрано покрытие полной заводской готовности или его часть не может быть доставлена в монтажную зону из-за отсутствия транспортных средств, или дорожных условий, она должна собираться в соответствующей зоне ($a_1 - a_9$) [4, 5].

Анализ различных источников, которые позволили выявить условия укрупнения покрытия в монтажной (рабочей) зоне, свидетельствуют о том, что укрупнение покрытия в монтажной или рабочей зоне из конструктивных элементов, масса и размеры которых позволяют использовать современные транспортные средства, а путевые условия могут значительно сократить трудоемкость и срок выполнения работ. При этом технология укрупнения остается традиционной, а монтаж требует специальных принудительных методов подъема.

Минимальный размер участка в условиях укрупнения и подъема сверхтяжелого, большеразмерного покрытия может определяться пролетом с одним или несколькими шагами колонн, а максимальный – деформационным швом. Исходя из этих условий, сначала выполняются при проектировании технологии укрупнения, а затем – монтажа (подъема) крупноразмерных покрытий, которые можно выделить в таблицу современных методов подъема (таблица 1) [6, 7].

Таблица 1 – Общая классификация современных методов подъема строительных конструкций

Подъем	Направление перемещения	Методы монтажа (подъема)	Группы методов монтажа
Свободный	Вертикальный	Наращивание	Наращивание в вертикальном направлении
	Горизонтальный		Наращивание в горизонтальном направлении
Принудительный	Вертикальный	Перемещение по вертикальным направляющим	Перемещение одной конструкции
			Перемещение нескольких конструкций
		Подращивание	Подращивание колонн
			Подращивание стен
			Подращивание каркасов пространственных конструкций
	Горизонтальный	Перемещение по Горизонтальным (наклонным) направляющим	Поэлементное надвигающейся отдельных элементов
			Конструкции или сооружения
			Пошаговое составление и передвижения
			Надвигающейся полностью сложенных сооружений
			Поворот (В вертикальной плоскости)
Радиальный	Поворот (В вертикальной плоскости)	Поворот вокруг неподвижного шарнира	
		Поворот вокруг подвижного шарнира	
		Поворот вокруг нескольких шарниров	

Таким образом, основным направлением дальнейшей работы для повышения эффективности возведения одноэтажных зданий и сооружений как альтернативы крановым методам монтажа может стать совершенствование технологии поднятия крупноразмерных покрытий полной заводской готовности, которые собраны на земле, массой 300-1000 и более тонн домкратными системами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Теличенко В.И. Технология строительных процессов. Ч. 1, 2. М.: Высшая школа. 2005. 392 с.
2. Канюка Н. С. Комплексная механизация трудоемких работ в строительстве. М.: Будивельник. 1981. 232 с.
3. Гребенник Р.А. Монтаж строительных конструкций, зданий и сооружений. М: Изд-во Ассоц. строит. Вузов. 2009. 309 с.
4. Черненко В. К. Обоснование и разработка технологии и средств механизации монтажа крупноблочных строительных конструкций: Автореф. дис. док. техн. наук. М. 1991. 35 с.
5. Пат. 1656100 Российская Федерация, МПК E04G21/26. Способ монтажа покрытия здания / Кочерженко В.В., Колчунов В.И., Кочерженко А.В.; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. №1656100, заявл.08.01.1989; опубл. 15.06.1991, Бюл. № 22. 4 с.
6. Kocherzhenko, V., Suleymanova, L., Ryabchevskiy, I. Block-span method of roofing structures assembling // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. Т. 896. №1. С. 012021.
7. Кочерженко В.В., Сулейманова Л.А. Технология и организация возведения большепролетных и высотных зданий и сооружений. – Белгород: Изд-во БГТУ. 2018. 178 с.

УДК 691.87

Власова М.А.

*Научный руководитель: Ильин В.К., д-р техн. наук, проф.
Казанский государственный энергетический университет,
г. Казань, Россия*

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В России ежегодно на строительном рынке появляется все большее количество строительных материалов. Наибольшим спросом пользуются основные традиционные материалы: металл, бетон и железобетон, керамика, стекло, древесина, но за последнее десятилетие распространение также получили и полимеры, создаваемые на той же сырьевой основе, но с применением новых рецептур компонентов.

Основная задача, которая решается на всех этапах жизненного цикла зданий и сооружений, - обеспечение надежности в заданных условиях и режимах эксплуатации, которая поддерживается долговечностью и безотказностью отдельных строительных

конструкций и системы здания в целом. Повысить долговечность железобетонных конструкций, эксплуатируемых в сильно агрессивных средах, где трудно обеспечить коррозионную стойкость стальной арматуры, повреждение которой приводит к снижению силового сопротивления и жесткости конструкции, возможно благодаря применению неметаллической композитной арматуры согласно СП 28.13330.2012 «СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии» и ГОСТ 31384-2008 «Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Общие технические требования».

Композитная арматура – неметаллические стержни из стеклянных, базальтовых, углеродных или арамидных волокон, пропитанных термореактивным или термопластичным полимерным связующим (термореактивной синтетической смолы – пластика) [1]. Такая арматура имеет множество достоинств - абсолютно стойка к хлоридной и сульфатной среде, обладает высокой прочностью и огнестойкостью, реологическими, антимагнитными и диэлектрическими свойствами, не теряет прочностные качества под действием низких температур, имеет малый вес. Однако из-за низкого значения параметра модуля упругости материала, усложняется применение композитной арматуры в строительстве для армирования перекрытий, так как в этом случае необходимы дополнительные расчеты [2]. Также можно выделить один из весомых недостатков - непосредственно на строительной площадке элементам композиционной арматуры невозможно придать изгиб. Стоит учитывать, что композитная арматура не выдерживает сильных температурных перепадов, поэтому рекомендуется использовать данный вид арматуры в районах, где температура окружающей среды относительно стабильна.

Подробный анализ характеристик арматуры, позволит сделать выводы о возможности и целесообразности замены металлической арматуры на композитную. Сравнительная характеристика представлена в (таблице 1).

Таблица 1 – Сравнительная характеристика металлической и некоторых видов композитной арматуры

Технические характеристики	Арматура			
	Металлическая	Композитная		
		Угле-пластиковая	Стекло-пластиковая	Базальто-пластиковая
Упругость, ГПа	200	до 350	до 45	до 50
Огнестойкость, °С	400	до 600	до 300	до 600
Устойчивость к коррозии	подвержена	устойчива		
Экологичность	Экологична			

Теплопроводность, Вт/(м·С)	от 0,35	от 1,0	до 1,0	до 1,0
Электропроводность	проводит электричество	не проводит электричество		
Негативное влияние на человека	нет	пыль из волоконных игл может нанести повреждения глазам и дыхательным путям человека. Относится к 4 классу опасности.		

Применение композитной арматуры получило распространение в различных областях – армирование ненапряженных бетонных конструкций, армирование дорожных покрытий, применение гибких связей в слоистой кладке для улучшения теплотехнических характеристик стен, армирование кирпичных конструкций, армирование фундаментов, в стеновых панелях промышленных зданий, эксплуатируемых в средах агрессивных к стальной арматуре [3]. В России чаще композитную арматуру применяют в фундаментах здания, так как там наиболее полно раскрываются ее достоинства, также используют для соединения наружного и внутреннего слоев тепловой изоляции в стеновой конструкции здания для увеличения сопротивления теплопередачи. Применение композитной арматуры позволяет значительно сократить денежные ресурсы на процесс строительства по сравнению с применением стальной арматуры. Однако, наибольшим препятствием в применении композитной арматуры является отсутствие нормативной базы, реализация распоряжения правительства РФ от 24 июля 2013 года №1307-р «О плане мероприятий «Развитие отрасли производства композитных материалов» позволит исправить сложившуюся ситуацию. Разработка нормативно-технической документации по рациональному замещению металлической арматуры на композитную возможна только на основе проведения научных исследований, поэтому они становятся актуальными, имеющими важное научное и практическое значение. До составления нормативных документов выполнять проектирование композитобетонных конструкций возможно только с использованием зарубежных норм проектирования и исключительно под арматуру конкретного производителя [4].

Таким образом, проведенный анализ позволяет сделать следующие выводы:

Заменить стальную арматуру на композитную во всех областях армирования не целесообразно, так как из-за существующего соотношения цен со стальной арматурой применение композитной эффективно только в случае необходимости использования ее свойств [5]. Наиболее результативным решением послужит комбинированное применение арматуры: композитная обеспечит коррозионную

стойкость, в то время как металлическая придаст конструкции прочность. Для расширения области применения композитной арматуры в строительстве рекомендуется разработать стандарты, правила расчета и конструирования композитобетонных конструкций на основе проведенных научных исследований.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеева Л. А., Игнатович А. В. Бетон с композитной арматурой в коттеджном строительстве //AlfaBuild. 2017. №. 1. С. 16-26.
2. Солдатов А. А., Акобян Г.В., Бедник В.С. Проблемы использования стеклопластиковой арматуры в строительстве //Современные научные исследования и инновации. 2016. №. 10. С. 45-46.
3. Окольников Г. Э., Герасимов С. В. Перспективы использования композитной арматуры в строительстве //Экология и строительство. 2015. №. 3. С. 14-21.
4. Лешкевич О. Н. Перспективы применения композитной арматуры //Третий междунар. симп. «Проблемы современного бетона и железобетона». Белгород. 2011. С. 9-11.
5. Устинов О. В., Сулейманов Р. Д., Гурьева В. А. Проблемы применения композитной арматуры в строительстве. 2017.

УДК 692.41

Волошко Г.А.

*Научный руководитель: Дорожкина Е.А., ст. преп.
Национальный исследовательский Московский государственный
строительный университет, г. Москва, Россия*

АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ ПЛОСКИХ КРЫШ

Строительство, как отрасль, постоянно совершенствуется, поэтому развиваются и технологии строительного производства. Сегодняшнее представление о жизнедеятельности неразрывно связано с высокотехнологичным развитием строительства, направленным на современную архитектуру, новейшие конструктивные решения и применение «зеленых» технологий [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Актуальность темы исследования обусловлена большими теплопотерями через крыши зданий и сооружений, ведь, как известно, теплый воздух всегда стремится вверх [7]. Поэтому к конструкциям крыш следует уделить

особое внимание, что и отражено в СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», где значения требуемого сопротивления теплопередаче для крыш выше, чем, к примеру, для стен. В работе рассмотрены различные конструкции плоских крыш и их энергоэффективность, выделены лучшие варианты, массовое применение которых позволит снизить потребление электрической и тепловой энергии, тем самым будет снижена стоимость эксплуатации таких зданий, а самое главное, возможно будет наблюдаться улучшение экологической обстановки.

Целью исследования рассмотреть различные кровельные системы плоских крыш (по строительным системам ТехноНиколь).

Задачи исследования: проанализировать энергоэффективность конструкций.

Гипотеза: вектор современного развития строительной отрасли определяет новейшие технологии, которые в свою очередь должны обеспечивать высокий класс энергоэффективности проектируемых зданий и сооружений, который достигается применением соответствующих конструкций.

Чтобы провести сравнительный анализ энергоэффективности зданий при различных конструкциях крыш, необходимо комплексно рассмотреть варианты этих конструкций, которые будут актуальны в нашем климате.

Так как задачей исследования является проведение анализа энергоэффективности, то сравнение крыш будет проведено по теплоизоляционным материалам, которые используются в конструкциях.

Теплоизоляционные материалы, используемые в плоских крышах на железобетонном основании для промышленного и гражданского строительства:

- Каменная вата;
- Экструзионный пенополистирол;
- Пенополиизоцианурат;
- Несколько материалов (комбинированный тип);
- Теплоизоляционные материалы не применяются.

Для анализа энергоэффективности конструкции крыш проведем теплотехнический расчет различных типовых кровельных систем ТехноНиколь с толщиной утеплителя, указанной в техническом листе изделия, как минимальной, учитывая железобетонное ($\lambda = 2 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$) основание толщиной 200 мм как типовое. Примем, что конструкции будут применяться в равных условиях, использование температуры в расчетах не требуется в виду сравнительного смысла анализа. Проанализируем и сравним три кровельные системы:

1. Кровельная система с теплоизоляционным слоем из каменной ваты

Для примера возьмем систему ТН-кровля Фикс Бетон ПРОФ (рисунок 1).

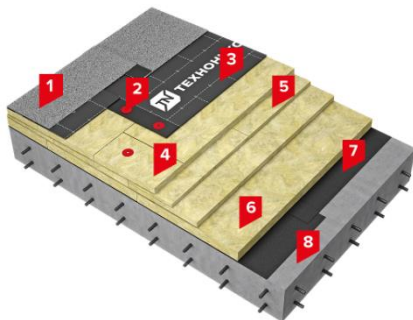


Рис. 1 Кровельная система с теплоизоляционным слоем из каменной ваты
ТН-кровля Фикс Бетон ПРОФ

Система состоит из восьми слоев:

1. Верхний слой водоизоляционного ковра;
2. Нижний слой водоизоляционного ковра;
3. Верхний слой утепления;
4. Уклонообразующий слой;
5. Нижний слой утепления;
6. Пароизоляция;
7. Несущее основание кровли.

В качестве слоя 3 используется Техноруп В Оптима ($\lambda = 0,040 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$) толщиной 50 мм, слой 4 – Техноруп В Экстра Клип ($\lambda = 0,039 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$) 30 мм и слой 5 – Техноруп ПРОФ ($\lambda = 0,038 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$) 50 мм.

Сопротивление теплопередаче рассматриваемых слоев:

$$R_{\text{кв}} = \frac{0,05}{0,04} + \frac{0,03}{0,039} + \frac{0,05}{0,038} \approx 2,019 \frac{\text{м}^2\cdot\text{°C}}{\text{Вт}} \quad (1)$$

2. Кровельная система с теплоизоляционным слоем из экструзионный пенополистирола

Для расчета возьмем систему ТН-кровля Проф (рисунок 2), состоящую из шести слоев:

1. Кровельный ковер;
2. Разделительный слой;
3. Уклонообразующий слой;
4. Слой утепления;
5. Пароизоляционный слой;

6. Несущее основание кровли.

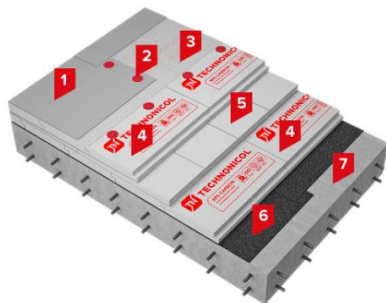


Рис. 2 Кровельная система с теплоизоляционным слоем из экструзионный пенополистирола ТН-кровля Проф

Слой 3 предусматривает использование ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF SLOPE ($\lambda = 0,029 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$) 10 мм, а слой 4 – ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF ($\lambda = 0,029 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$) 40 мм.

Сопrotивление теплопередаче рассматриваемых слоев:

$$R_{PS} = \frac{0,04}{0,029} + \frac{0,01}{0,029} \approx 1,724 \frac{\text{м}^2\cdot\text{°C}}{\text{Вт}} \quad (2)$$

2. Кровельная система с теплоизоляционным слоем из пенополиизоцианурата

Для примера возьмем систему ТН-кровля фикс бетон PIR (рисунок 3), состоящую из следующих слоев:

1. Верхний слой водоизоляционного ковра;
2. Нижний слой водоизоляционного ковра;
3. Верхний теплоизоляционный слой;
4. Уклонообразующий слой;
5. Нижний теплоизоляционный слой;
6. Пароизоляционный слой;
7. Несущее основание кровли.

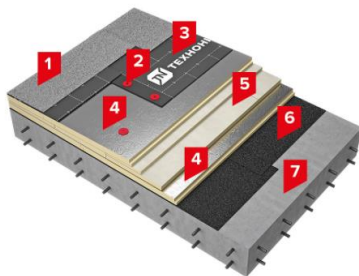


Рис. 3 Кровельная система с теплоизоляционным слоем из пенополиизоцианурата ТН-кровля фикс бетон PIR

В качестве слоев 3, 5 - LOGICPIR PROF ($\lambda= 0,021$ Вт/м·°С) по 30 мм, слой 4 - LOGICPIR SLOPE ($\lambda= 0,025$ Вт/м·°С) 10 мм.

$$R_{PIR} = \frac{0,03}{0,021} + \frac{0,01}{0,025} + \frac{0,03}{0,021} \approx 3,257 \frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bt} \quad (3)$$

По результатам теплотехнического расчета трех кровельных систем проведен анализ их энергоэффективности. При прочих равных и использовании минимальной толщины утеплителя, предусмотренной технической документацией исследуемых продуктов, получили, что наиболее энергоэффективной из сравниваемых является строительная система ТН-КРОВЛЯ Фикс Бетон PIR с результатом $3,257 \frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bt}$, следующим является показатель сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции ТН-КРОВЛЯ Фикс Бетон ПРОФ - $2,019 \frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bt}$, и последним результатом являются показатель кровельной системы ТН-КРОВЛЯ Проф - $1,724 \frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bt}$. Таким образом, исследованные строительные системы подойдут под свои условия эксплуатации и бюджет, но стоит отметить, что материал пенополиизоцианурат является наиболее энергоэффективным из представленных, так как обладает наименьшим коэффициентом теплопроводности. Для сравнения стоит рассмотреть кровельные системы, которые применялись в прошлом веке, в них используются куда менее энергоэффективные материалы, следовательно прогресс не стоит на месте, технические характеристики современных материалов значительно лучше.

Вывод: анализ энергоэффективности зданий при различных конструкциях крыш проведен, наиболее энергоэффективным из исследованных конструкций для промышленных и гражданских зданий с плоской крышей является конструкция, в которой в качестве теплоизоляционного материала является пенополиизоцианурат. В завершение исследовательской работы готов отметить, что энергоэффективные конструкции крыш на сегодняшний день крайне актуально использовать в соответствии с вектором развития современного строительства и общей тенденции к сохранению экологии нашей планеты, и, разумеется, в целях снижения энергоемкости эксплуатации зданий и сооружений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Табунщиков Ю. А., Бродач М. М., Шилкин Н. В. Энергоэффективные здания. Москва: Информационно-издательское предприятие "АВОК-ПРЕСС", 2003. 200 с.

2. Богословский В. Н., Савин В. К., Матросов Ю. А., Гагарин В. Г. Проблемы развития строительной теплофизики зданий на современном этапе // Качество внутреннего воздуха и окружающей среды: Материалы XVI Международной научной конференции, Флоренция, 16–29 сентября 2018 года. Флоренция: Волгоградский государственный медицинский университет, 2018. С. 9-20.

3. Волков А. А., Гиясов Б. И., Челышков П. Д. Оптимизация архитектуры и инженерного обеспечения современных зданий в целях повышения их энергетической эффективности // Научно-технический вестник Поволжья. 2014. № 6. С. 111-113.

4. Dorozhkina E., Pastukhov A., Averyanova A., Stepanov K. Eco-trends in the decoration of facades of houses of modern industrial series // E3S Web of Conferences: 22, Voronezh, 08–10 декабря 2020 года. Voronezh, 2021. P. 5029. DOI 10.1051/e3sconf/202124405029.

5. Митряев, Е. А. Попов А. В. Перспективы реконструкции 9-го квартала новых Черемушек с изменением функции // Экология урбанизированных территорий. 2022. № 1. С. 80-85. DOI 10.24412/1816-1863-2022-1-80-85.

6. Бабкина Д. О., Янова Р. Ю., Попов А. В., Сорокоумова Т. В. Международные стандарты "зеленой архитектуры", перспективы применения и адаптации к условиям России / // Экология урбанизированных территорий. 2019. № 1. С. 70-74. DOI 10.24411/1816-1863-2019-11070.

7. Голубева О. А., Мерзлякова П. О., Дорожкина Е. А. Конвекция как фактор, влияющий на теплообмен в здании // Наука и инновации в строительстве : Сборник докладов VI Международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию кафедры строительства и городского хозяйства, Белгород, 14 апреля 2022 года. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2022. С. 15-18.

8. Dorozhkina E., Pastukhov A. Features of the Application of Information Modeling in the Construction Industry // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Russky Island, 04–06 марта 2019 года. Russky Island: Institute of Physics Publishing, 2019. P. 032235. DOI 10.1088/1755-1315/272/3/032235.

УДК 691.342

Гиренко М.Ю., Кудрявых А.Д.

Научный руководитель: Шорстова Е.С., асс.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

СОВРЕМЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ БЕТОНА И ОРГАНИЧЕСКИХ ДОБАВОК

Строительная сфера является одной из наиболее важных в экономике России. Её состояние во многом определяет развитие производственной и социальной сфер страны. Строительная промышленность—это не просто возведение жилых домов и прочих объектов. Это решение вопросов демографии, проблем освоения пустыющих и заброшенных территорий. Для решения всех этих проблем необходимо большое количество стройматериала. В настоящее время его существует огромное количество. Однако, во многих из них имеются вредные примеси, материалы обладают низкой прочностью и высокой стоимостью. Из этого следует вывод, что необходимо найти новый, прочный и экологически чистый строительный материал.



Рис. 1 Дом из экоблоков.

Появление экологических материалов на рынке уже давно не для кого не новость. Экологическим материалом еще называют природные, так как из них люди на протяжении долгих тысячелетий сооружали свои

дома. Такими материалами можно назвать-дерево, камень или кирпич, натуральную олифу, сланец. Красный кирпич-это тип блока, использующийся для возведения стен зданий и сооружений. Самый простой и дешевый стройматериал, его можно приобрести всего за 2 600 рублей за один кубический метр. Стены из кирпича отлично поглощают шум с улицы. Он не задерживает внутри помещения избыточную сырость. Имеет высокую механическую прочность. Минусов достаточно много, во-первых, высокая теплопроводность, из-за чего требуется кладку осуществлять в два ряда. Во-вторых, на изготовление мощного фундамента уйдет немало сырья, это будет формировать высокую цену изделия. В-третьих, кирпич-это тяжеловесный материал. Еще одним природным материалом является древесина. Она имеет большое количество достоинств, например, высокая прочность, сопротивляемость статическим и динамическим нагрузкам, долговечность, малая теплопроводность, легкость при механической обработке. Но в свою очередь у неё есть и свои минусы. Долговечной древесина будет только при правильном уходе-постоянные обработки антисептиками, лаками, гидрофобизирующими веществами, огнезащитными пропитками. Из-за существования «безхозийственной» модели лесопользования, лесной массив используется попросту как месторождение бревен, без реальных мер по воспроизводству и выращиванию хозяйственно ценных лесов. Поэтому древесина чрезвычайно дорогая, например, один кубометр древесного бруса обойдется примерно в 9 000 рублей. [3]

Уже давно в строительной сфере стоит вопрос о совершенствовании классического сырья для строительства зданий. Начиная с 20 века были изобретены новые стройматериалы, способствующие рационализировать использования сырья и облегчить возведение домов. Самые интересные из них стали комбинированные блоки на основе бетона и органических добавок, по другому их можно было назвать экоблоки. Это вид легких бетонов, применяемый для производства стеновых блоков. Обычно их применяют для постройки малоэтажных зданий, строя внешние и внутренние стены, а после покрывая их облицовочным материалом. Также ими утепляют подвалы, стены гаражей, мастерские и жилища для скота.

Характеристики бетонно-стружечного строительного материала возможно кардинально изменить при разных пропорциях ключевых компонентов. Одни подходят для постройки малоэтажных зданий, другие для возведения перегородок, а третьи в качестве утеплителя. Выделяют пять основных видов экоблоков:

1. Арболит. Для его изготовления применяют древесную щепу, цемент и песок. Иногда берут отходы лиственных и хвойных пород. Порой в качестве заполнителя можно встретить солому либо хлопчатник. Материал бывает теплоизоляционный и строительный. Он хорошо подходит для выгонки внутренних и наружных перегородок, создания стен, перекрытия потолка и пола. [1]

2. Фибролит. Основой являются стружка и связующий раствор. В качестве наполнителя берут древесные отходы, которые измельчают, а после минерализуют в хлористом калии. По окончании получают блоки или толстые плиты. В строительстве применяют как теплоизоляционный и строительный материал. [5]

3. Опилкобетон. Материал состоит из цементной смеси и опилок разного размера, в смеси также присутствует известь или глина. Сырье обычно используют при возведении строений. Материал легкий и недорогой, поэтому его часто применяют при возведении невысоких зданий. [4]

4. Ксилолит. Сырье производится из древесных остатков, в качестве связующего вещества используют магнизиальный раствор. В составе также присутствуют мелкозернистые ингредиенты. Обычно ксилолит используют при создании полов, его применяют как в многоэтажках, так и в частных домах.

5. Цементно-стружечные плиты. Их создают из бетонной смеси и древесных отходов, с добавлением минеральных добавок. Полученный материал не горит, не разрушается от гнили, бактерий и насекомых. Кроме того, плиты выдерживают многократные циклы заморозки, поэтому их используют при утеплении фасада.

Построить дом из экоблоков вовсе не трудно. С этой работой можно справиться даже собственными усилиями, однако все же какие-то минимальные познания в области строительства должны быть. Обычно возводят дома не более трех этажей, а толщина стен равна 30 сантиметров. Материал обладает большим количеством достоинств, вот некоторые из них:

1. Материал очень легкий. Удельный вес базового состава опилкобетонной смеси составил примерно 1100 кг/м^3 .

2. Производство блоков обойдется очень дешево. Блоки состоят из пяти ингредиентов: вода, цемент, песок, опилки, различные добавки. Так же необходима опалубка для формирования формы блоков и бетономешалка.

3. Блоки имеют низкую теплопроводность, коэффициент теплопроводности $K_t=0,17-0,29 \text{ Вт/м}^*\text{К}$. Пустые блоки дают лучшую теплозащиту, чем полнотелые.

4. Из-за высокого содержания бетона, блоки меньше подвержены горению. Огнестойкость материала составляет 0,75-1,5 ч.

5. Морозостойкость может достигать 50 циклов.

6. Можно использовать отходы от деревоперерабатывающего или лесозаготовительного производства.

7. Материал экологичен. В составе блоков находится древесная щепа или опилки, а также цементная смесь. Также из-за того, что в состав блоков входят древесная масса, они имеют дышащие способности. [2]

Сейчас экоблоки переживают свое второе рождение. Не смотря на то что материал можно назвать экзотическим, он был изобретен еще в начале 60-х годов. Блоки из опилок – отличный вариант для строительных и ремонтных работ. При наличии доступ к древесным остаткам можно самостоятельно изготовить недорогое сырье для возведения небольшого коттеджа, гаража или хозяйственной постройки. А их высокие параметры теплоизоляции и паропроницаемости следует использовать при утеплении зданий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Матыева А.К., Кенешбек УУЛУ Т., Сайыткажиев Н.Т. Арболит из легкого бетона // Журнал Наука и инновационные технологии. 2019. №1. С.38-44.

2. Чубарова Е.А. Технология изготовления строительных блоков // Студенческий вестник. 2021. №17-7(162). С.32-33.

3. Шуленок К.Ю. Иновации в сфере жилищного строительства: проблемы и перспективы / Культурно-историческое наследие строительства: вчера, сегодня, завтра. Материалы международной научно-практической конференции // Кафедра «Организация и управление инженерными работами, строительство и гидравлика» ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова», г. Саратов; кафедра «Организация строительства и управления недвижимостью» Национального исследовательского университета ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет», г. Москва 2014. Издательство: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова (Саратов) 2014. С. 148-150.

4. Пат. 2695313 Российская Федерация, МПК С04В 18/26; С04В 28/14; С04В 111/20. Сырьевая смесь для опилкобетона и способ изготовления изделий из опилкобетона / Н.И. Алфимова, А.А. Титенко, И.С. Никулин, Ю В. Галдун С.Ю. Пириева, А.А. Чепурных; заявитель

и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. № 2018126082, заявл. 13.08.18; опубл. 23.07.19, Бюл. №21. 3 с.

5. Мургузов Ф.И., Булат Д.Д., Микушин А.А. Фибробетон // Студенческий вестник. 2021. №23-5(168). С.43-44.

УДК 624

Горбатенко И.С.

Научный руководитель: Оноприенко Н.Н., канд. техн. наук, доц.
*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

РОЛЬ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПОДЗЕМНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

В современном строительстве прокладка подземных инженерных сетей, в том числе подземных газопроводов, является одним из самых ответственных этапов строительства любого проекта. Для проектирования любого строительного объекта необходимы инженерно-геологические изыскания, однако при проектировании подземных коммуникаций они играют решающую роль, так как грунт оказывает непосредственное влияние на конструкции подземных коммуникаций. Поэтому для их грамотного проектирования и просчета необходимы данные о различных физических и механических характеристиках грунтов на строительном участке [1, 2].

Инженерно-геологические изыскания, проводимые перед строительством подземных газопроводов, имеют ряд отличительных особенностей. Для проведения геологических изысканий необходим обзорный план, на который нанесена трасса будущего газопровода, а также топографическая съемка с нанесенными подземными коммуникациями. План должен быть достаточно доступным, чтобы буровую установку можно было доставить до мест бурения. Глубина бурения скважин, проводимого для построения геологического разреза и определения уровня грунтовых вод, зависит от характера трассы газопровода и обычно составляет от 2 до 4 метров. Расстояние между скважинами обычно составляет от 200 до 300 метров. Обязательными местами бурения скважины являются точки пересечения газопровода с естественными препятствиями: реками, насыпями, дорогами и пр. [1-3].

СНиП 2.05.06-85 закрепляет основные правила прокладки магистральных трубопроводов, в том числе и требования, выдвигаемые исходя из результатов инженерно-геологических изысканий. Так, например, тип грунта, в котором будет залегать газопровод

непосредственно влияет на глубину заглубления трубопровода. Для болот и торфяных грунтов эта величина должна составлять не меньше 1,1 м., для песчаных барханов не меньше 1 м., для скальных грунтов или болотистой местности при отсутствии проезда сельскохозяйственных машин не менее 0,6 м. и для пахотных или орошаемых земель не менее 1 м. Также для некоторых грунтов при условии засыпки этими грунтами необходимо предусмотреть наличие подсыпки из мягких грунтов. Для скальных, щебенистых и гравийно-галечных грунтов толщина подсыпки должна быть не менее 10 см, а для скальных и мерзлых грунтов взрывного способа рыхления не менее 20 см. [1, 2, 4].

Всё большую популярность набирает прокладка подземных газопроводов и других подземных коммуникаций бестраншейным способом различными методами. Бестраншейный способ позволяет облаживать подземные газопроводы на участках, где демонтаж объектов над предполагаемым местом прокладки невозможен или нецелесообразен, а также во многих случаях дешевле в реализации. Бестраншейная прокладка газопровода может производиться следующими методами: [5]

1. Прокол
2. Продавливание
3. Микротоннелирование
4. Горизонтально-направленное бурение
5. Шнековое бурение

Для проведения строительных работ с использованием бестраншейных технологий, необходимо располагать данными не только о геологическом разрезе гидрогеологических условиях, но и о физико-механических свойствах пород по трассе сооружаемых коммуникаций. Исследования грунта проводят в скважинах или методом зондирования. Инженерно-геологические изыскания в достаточном объёме помогают избежать ошибок, не допустить удорожания строительства и сделать его экономически рентабельным, снизить риск возникновения технологических проблем и аварийных ситуаций [1-5].

Результаты инженерно-геологических изысканий являются немаловажным фактором при выборе метода бестраншейной прокладки трубопровода. Так, например, метод прокола применяется в хорошо сжимаемых глинистых и суглинистых грунтах, так как он предусматривает проталкивание в грунт трубы с конусным наконечником, который уплотняет грунт вокруг, из-за чего удаление пульпы не требуется, поэтому важно оценить прочностные и деформационные-характеристики песчано-глинистых пород.

В легкоразмываемых грунтах также может применяться подвид метода прокола – гидропрокол, при котором грунт размывают с помощью специальной насадки во время прокладки. Метод продавливания схож с методом прокола, за исключением того, что трубу вдавливают открытым концом. Метод продавливания эффективен для грунтов I-IV групп. При методе горизонтально-направленного бурения используется буровой раствор, а потому при прокладке трубопровода особо важна информация о водонасыщенных грунтах, так как бурение в них требует четкого контроля давления и расхода бурового раствора, а также использование в его приготовлении специальных добавок. Также необходимо учитывать pH грунтовых вод и наличие в них минеральных солей, так как эти параметры оказывают влияние на стабильность суспензии [1-5].

Таким образом, инженерно-геологические изыскания играют важную роль в проектировании подземных газопроводов, непосредственно влияя на различные параметры прокладываемой магистрали, применяемое оборудование, выбор метода прокладки, если планируется использовать бестраншейный способ прокладки трубопровода и других характеристик. Правильно составленный отчет геологических изысканий позволяет спроектировать надежный подземный газопровод, выбрать наиболее эффективные методы при строительстве, избежать лишних затрат и аварийных ситуаций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Оноприенко Н. Н., Черныш А. С. Инженерные изыскания: учеб. пособие. Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. 176 с.
2. Габибов И. А. Обеспечение безопасности при транспортировке газа // Вектор ГеоНаук. 2022. Т.5. № 2. С. 19-22.
3. Писаренко М. В. Оценка качества геологической информации по результатам разведки месторождения и эксплуатационной разведки. // Вектор ГеоНаук. 2020. Т3. №3. С. 31-37.
4. Оноприенко Н.Н., Сальникова О.Н., Ашихмин П.С. Инженерная геология. Белгород 2021. 117 с.
5. Морозова Ю. А. Технология бестраншейной прокладки трубопроводов инженерных сетей. // Инновационная наука. 2018. С. 41-45.
6. Биктимирова К. А., Инженерно-геологическое обеспечение горизонтально направленного бурения при строительстве различных подземных коммуникаций в условиях мегаполисов. // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2016. №12. С. 342-348.

7. Оноприенко Н.Н., Калачук Т. Г. Перспективы развития инженерных изысканий для индивидуального жилищного строительства // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016 №5. С. 73-79.

УДК 69.059.4

Демин В.О.

*Научный руководитель: Смоляго Г.А., д-р техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ХАРАКТЕРНОЕ ПОВРЕЖДЕНИЕ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ НА ЦЕМЕНТНЫЙ БЕТОН

Производственные здания в ходе эксплуатации подвергаются воздействию агрессивной среды, создаваемой особенностями технологических процессами [1-2].

При проектировании зданий учитывается технологический процесс и особенности условий работы строительных конструкций. Данные особенности учитываются при подборе величины защитного слоя и прочности бетона, покрытия металлических конструкций, конструкции полов и т.д. Однако в результате ошибок проектирования, нарушений при проведении строительных работ или ненадлежащей эксплуатации без своевременных ремонтных работ соответствующие решения теряют свои защитные свойства, в результате чего несущие строительные конструкции подвергаются помимо силового воздействия воздействию агрессивной среды [2]. Для бетонных конструкций происходит коррозия бетона и, после уменьшения щелочности бетона, начинается коррозия арматуры[3-5]. Для металлических элементов также начинается процесс коррозии.

Основным фактором агрессивности среды в производственных зданиях молочной промышленности является молочная кислота. Являясь сильноагрессивной средой, она попадает на поверхность пола и, в случае повреждений его конструкции, в тело бетона, вызывая его коррозию.

Основными сдерживающими факторами являются применение кислотоупорной плитки и гидроизоляционного слоя в стяжке пола. Однако, помимо вероятного повреждения данных слоев, слабыми местами конструкции пола также являются сливные воронки и желоба, а также технологические отверстия. Вокруг последних нередко наблюдаются следы замокания и коррозии бетона.

Обследование технического состояния здания (сооружения) – комплекс мероприятий по определению и оценке фактических значений контролируемых параметров, характеризующих работоспособность объекта обследования и определяющих возможность его дальнейшей эксплуатации, реконструкции или необходимости восстановления, усиления, ремонта, и включающий в себя обследование грунтов основания и строительных конструкций на предмет выявления изменения свойств грунтов, деформационных повреждений, дефектов несущих конструкций и определения их фактической несущей способности [6].

С точки зрения воздействия агрессивной среды на бетон и арматуру следует выделить как снижение защитных свойств и прочности самого бетона, так и последующую коррозию арматуры. Явление коррозии арматуры сопровождается увеличением внутреннего давления и разрушения защитного слоя бетона за счет увеличенных в объеме продуктов коррозии арматуры.

Для более быстрого нахождения наиболее поврежденных воздействием агрессивной среды участков бетона можно ориентироваться на характерные для различных видов агрессивных сред дефекты и повреждения.

Так, в местах, постоянно подвергающихся воздействию молочной кислоты, отмечено характерное изменение цвета бетона. Наиболее поврежденные участки приобретают цвет от насыщенного изумрудно-зеленого до черного. Характерную градацию можно наблюдать в разрезе конструкции пола производственного помещения молочного предприятия (рисунок 1).



Рис. 1 Разрез плиточного клея под кислотоупорную плитку

Отдельные части стяжки и плиточного клея того же помещения (рисунок 2). Стоит отметить, что стяжка была произведена по технологии «полусухой» стяжки и имела изначальный дефект в виде некачественного состава смеси.



Рис. 2 Отдельные куски плиточного клея и стяжки с характерным окрасом

Подобная картина наблюдалась на втором объекте, производственное помещение которого также контактировало с молочной кислотой (рисунок 3).



Рис. 3 Характерный окрас стяжки под конструкцию пола

После вскрытия конструкции пола до полки ребристой плиты перекрытия был произведен замер поверхностной прочности бетона методом упругого отскока. Результаты замера показали прочность полки плиты 11,0 МПа, что соответствует классу бетона по прочности В7,5. В это время прочность бетона ребра плиты, замер которой был произведен снизу в неповрежденном участке, составила 38,4 МПа, что соответствует классу бетона по прочности В27,5. Помимо прочего, в некоторых плитах отмечено разрушение защитного слоя продольных ребер плит перекрытия, что в совокупности с коррозией продольной арматурой может привести к нарушению анкеровки с последующим разрушением [7-10]. Данные об условиях работы той или иной конструкции могут быть использованы для более точной оценки остаточного ресурса [11-12].

При проведении обследования на предмет определения технического состояния строительных конструкций зданий и

сооружений важно иметь перечень характерных дефектов и повреждений, свидетельствующих о негативном воздействии на строительные конструкции. Одним из таких характерных следов повреждений является описанный выше окрас цементного камня в результате воздействия молочной кислоты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Оценка остаточного ресурса водоочистных сооружений сточных вод при коррозионных повреждениях бетона / Г. А. Смоляго, С. В. Дрокин, А. В. Дронов [и др.] // Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения. – 2016. – № 1. – С. 195-203. – EDN YOХUVH.

2. Смоляго, Г. А. Анализ коррозионных повреждений, эксплуатируемых изгибаемых железобетонных конструкций зданий и сооружений / Г. А. Смоляго, Н. В. Фролов, А. В. Дронов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2019. – № 1. – С. 52-57.

3. Парфенов, С. Г. К вопросу влияния степени агрессивности среды на коррозию железобетона / С. Г. Парфенов, М. В. Моргунов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2013. – № 31-2(50). – С. 144-148.

4. Смоляго, Г. А. Исследование и анализ процессов коррозии стальной арматуры железобетонных конструкций под действием агрессивной среды / Г. А. Смоляго, А. В. Дронов // Бетон и железобетон - взгляд в будущее: Научные труды III Всероссийской (II Международной) конференции по бетону и железобетону: в 7 томах, Москва, 12–16 мая 2014 года. – Москва: Московский государственный строительный университет, 2014. – С. 415-420. – EDN TVVBТХ.

5. Изучение влияния дефектов железобетонных конструкций на развитие коррозионных процессов арматуры / Г. А. Смоляго, В. И. Дронов, А. В. Дронов, С. И. Меркулов // Промышленное и гражданское строительство. – 2014. – № 12. – С. 25-27. – EDN TBVEGN.

6. ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния».

7. СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения».

8. ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований».

9. Дрокин, С. В. Расчет железобетонных конструкций с учетом влияния дефектов на прочность и деформативность элементов перекрытий каркасных конструктивных систем / С. В. Дрокин, Г. А. Смоляго, А. Е. Жданов. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2014. – 139 с. – EDN WDXNVH.

10. Смоляго, Г. А. Моделирование величины коррозионных повреждений арматуры железобетонных конструкций в условиях хлоридной агрессивной среды / Г. А. Смоляго, А. В. Дронов, Н. В. Фролов // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2017. – № 1(70). – С. 43-49. – DOI 10.21869/2223-1560-2017-21-1-43-49. – EDN YLZGCL.

11. Методические рекомендации. Методика оценки остаточного ресурса несущих конструкций зданий и сооружений. ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. М, 2018.

12. Добрымыслов А.Н. Оценка надежности зданий и сооружений по внешним признакам. Справочное пособие. –М.: Издательство АСВ, 2004, – 72 с.

УДК 691.1

Демьянова А.И.

Научный руководитель: Баженова О.О., асс.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКОМАТЕРИАЛОВ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ЗДАНИЙ

В России по данным Федеральной службы государственной статистики экологическая обстановка ухудшается с каждым днём. Строительство жилья является неотъемлемой частью влияющих факторов на экологию.

В настоящее время, выбирая строительные и отделочные материалы, необходимо уделять особое внимание не только экстерьеру и интерьеру здания, но и конструктивным характеристикам и экологически чистым безопасным материалам.

Токсичные элементы в некачественных стройматериалах способны загрязнять атмосферу в помещениях, нанося существенный вред здоровью.

В разных странах существуют различные системы сертификации строительных материалов. В России производители чаще всего ориентируются на требования международного стандарта EcoMaterial.

При проведении анализа по выбору строительных материалов для внутренней отделки помещения выявлены токсичные и экологически чистые материалы. Анализ показал, что экоматериалы, используемые в строительстве, улучшают атмосферу в зданиях, нанося минимальный вред окружающей среде и здоровью человека.

Для определения экологичности стройматериалов оценивают по следующим критериям:

- наличие или отсутствие в сырье ядовитых соединений, опасных микроорганизмов, радиоактивных частиц;
- влияние материала на характеристики здания и условия проживания в нем;
- энергетические затраты на обработку сырья и изготовление готовой продукции (бруса, кирпича, краски и т. д.);
- воспроизводимость сырья в естественных природных условиях;
- срок службы материала под воздействием неблагоприятных атмосферных и биологических факторов;
- возможность вторичной переработки после окончания жизненного цикла строения.

Современные материалы, используемые в строительстве, могут привести к образованию большого количества отходов после того, как здание в конечном итоге снесут. Эти отходы могут быть токсичными для окружающей среды и разлагаться сотни лет. Но используя биоразлагаемые материалы, мы можем улучшить экологическую среду без ущерба функциональности зданий.

Рассмотрим одни из самых экологичных и природных материалов для возведения стен здания, такие как натуральная древесина и кирпич, который делают из натуральной глины, известняка и песка.

Несмотря на все преимущества и высокие эксплуатационные характеристики материалов, например конструкции из древесины нуждаются в защите от влаги, огня и насекомых, поэтому их обрабатывают специальными составами, которые защищают от воздействия негативных факторов и продлевают эксплуатационные характеристики, что значительно увеличивает стоимость материала.

Кирпич считается одним из надежных и безопасных материалов в строительстве, он обладает более прочными характеристиками, но является довольно дорогим материалом. Поэтому его часто используют

при возведении фундамента или первых этажей. К тому же, зданию, возведенному из кирпича, необходим очень прочный фундамент.

Помимо данных экологически безопасных материалов в строительстве применяют и другие материалы, которые обладают также повышенными экологичными показателями и значительно ниже в стоимости. Например, керамическая пена (или керпен) – это материал, производимый из легкоплавких глин, базальтов. Обладает теми же характеристиками прочности, что и кирпич, однако обладает намного меньшим весом. Еще одним из альтернативных материалов является зидарит, который представляет собой плиты из древесной стружки, отлично подходит для утепления стен и опалубки. Следующий материал геокар из торфа и древесной стружки, у него хорошее шумопоглощение и звукоизоляция. Этот материал также обладает бактерицидными свойствами и хорошо подходит для возведения малоэтажных зданий.

В качестве теплоизоляционных материалов с учетом их экологичности применяют утеплители из целлюлозы и стекломассы. Также наиболее безопасными являются базальтовые и минеральные ваты. К выбору утеплителя нужно подходить взвешенно, так как некачественный и опасный с точки зрения экологии утеплитель может отрицательно влиять на здоровье и самочувствие людей.

В настоящее время достаточно проблематично подобрать экологичные и безопасные строительные материалы и при этом сохранить низкую стоимость. Поэтому при подборе материала важно использовать оценку жизненного цикла материала, позволяющую выполнить анализ с точки зрения экологической и экономической эффективности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сулейманова Л.А., Погорелова И.А., Кондрашев К.Р., Сулейманов К.А., Пириев Ю.С. Энергосберегающие газобетоны на композиционных вяжущих // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №4. С. 73-83.

2. Сулейманова Л.А., Кара К.А., Коломацкая С.А., Сулейманов К.А. Энергоэффективные технологии газобетона для зеленого строительства // В сборнике: Современные строительные материалы, технологии и конструкции Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО «ГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова». Грозненский

государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова. 2015. С. 142-148.

3. Баженова О.О. Зеленое строительство во взаимосвязи с экологической безопасностью строительства. Международный студенческий строительный форум – 2018, Белгород. С. 18-22.

УДК 553.981.2

Догонина А.О., Хвостова П.В.

Научный руководитель: Рамазанов Р.С., канд. техн. наук, ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ОСОБЕННОСТИ ДОБЫЧИ ПРИРОДНОГО ГАЗА ИЗ МОРСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Каждой стране для полноценного существования и функционирования нужны энергоносители, такие как, например газ, нефть, уголь, древесина и т.д. Природный газ – это смесь углеводородов, преимущественно метана, с небольшими примесями других газов, добываемая из осадочных горных пород Земли. Это ценнейший вид экологически чистого топлива. Добыча природного газа обходится значительно дешевле добычи нефти и угля и находит применение в разных областях жизни человека. Газ широко используется для любого вида деятельности человека, начиная от заправки соответствующего типа настольных ламп и до работы тепловых электростанций. Природный газ широко применяется в бытовой сфере жизни, например в работе бытовых газовых приборов для приготовления пищи, отопления жилых зданий, топлива для котельных, автомобильного топлива и т.д. [1].

В настоящее время для добычи природного газа более распространено использование метода бурения. На территории месторождения газа бурят несколько скважин, в которые протягивают стальные трубы, которые вращают с помощью ротора и промывают специальным глинистым раствором для того, чтобы порода не забивала скважину. Природный газ сам поднимается по трубам вверх, стремится в зону с наименьшим давлением. Так же природный газ можно добывать из угледобывающих шахт откачкой газа вакуумными насосами с дальнейшим помещением в ёмкости, кроме того, существует метод гидроразрыва паста – закачиванием в уже существующую скважину смеси химикатов и вследствие этого разрывом пласта метаногенных пород. Но эти способы или менее эффективны, или экологически не

безопасны в сравнении с классическим способом добычи и бурением скважин [2, 3].

Россия возглавляет список стран по количеству доказано найденного газа, на ее долю приходится четверть мировых запасов, а также входит в топ 3 по добыче газа. Во многом перспектива экономического развития страны зависит от добычи газа, в том числе и подводной. 85% общих ресурсов сосредоточены в морях и океанах, так же и нефтегазовые бассейны могут быть расположены под водой. Россия имеет особый потенциал в подводной добыче газа, так один из самых крупных шельфов со многими месторождениями расположен на острове Сахалин. В 2007 году «Сахалин Энерджи» начал бурение на Лунском месторождении. Добыча газа на платформе «Лунская-А» началась в 2009 году. Так же реализуется добыча газа в Охотском море и готовится к разработке Штокмановское месторождение в Баренцевом море [4].

На начальных этапах освоения шельфовых месторождений при подводной добыче газа для оснащения систем добычи сбора и подготовки углеводородов применяли технологи и оборудование, предназначенное для наземных месторождений. Разбуривание подводных залежей осуществлялось с берега наклонно-направленными и горизонтальными скважинами или с использованием насыпных островов или стационарных гидра-технических сооружений такая система добычи используется и по сей день если месторождение находится близко к берегу (от 2 до 100 метров), в прибрежной зоне. Месторождения, находящиеся дальше от берега (от 100 метров), уже относятся к шельфу. Подводный континентальный край, имеющий ту же структуру, что и берег, называется «шельфом», а его границей является гребень – крутой перепад глубин.

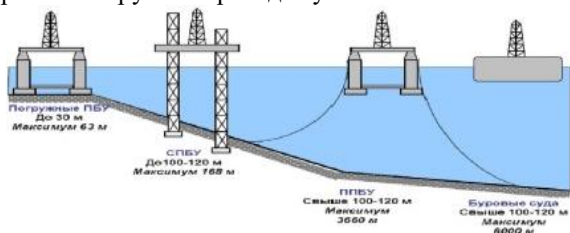


Рис. 1 Буровые установки

Не самоходные буровые баржи, применяющиеся для проведения геологоразведочных работ на шельфе. Погружаются не более чем на 5 метров и используются при работе на внутриконтинентальных месторождениях.

СПБУ – самоподъёмная плавучая буровая установка (рис. 2. б). Используются для тех же работ что и буровые баржи, но на большей глубине. С помощью закрепленных на дне опорам вся установка поднимается над уровнем моря. Максимальная глубина, на которой могут проводиться работы зависит от высоты самих опор, обычно не превышает 150 метров.

Буровое судно это полностью самоходное, автономное, маневренное судно с высокой тоннажностью, позволяющее осуществлять бурение на глубине до 1,5 км. Встречается два вида исполнения: однокорпусное (рис. 2. в) и двухкорпусное (рис. 2. з) [4, 5].

ППБУ – полупогружная плавучая буровая установка (рис. 2. д). Один из самых распространенных типов газодобывающих платформ. Используется на глубине он 150 до 6000 метров. Имеет относительно высокую легкость в постановке на точку бурения и снятие с неё, высокую устойчивость к ветровым воздействиям, волнениям и течениям. Платформа имеет внушительные размеры, на ней расположены не только буровые вышки и станции обработки природного газа, но и жилые помещения, ремонтные цехи, вертолетные площадки, госпитали.

Различают три типа полупогружных плавучих буровых установок:

- 1) ППБУ с якорной системой удержания. Погружается на глубину 18-30 метров под уровнем моря и заякоривается.
- 2) ППБУ с динамическим позиционированием. Для удержания над скважиной используется: 8 винтов продольного и поперечного перемещения, акустическая аппаратура и вычислительная машина.
- 3) ППБУ на натяжных опорах. Занимают ведущее место среди всех известных типов ППБУ. Понтон (элементы с переменной плавучестью) растяжками соединяют с фундаментом на дне в точке бурения, который выполняет роль придонного якоря и удерживает понтоны в подводном положении [5, 6].

Стационарная буровая платформа. Статичная конструкция гравитационного типа, установленная на монументальных опорах и стабилизируемая за счёт собственного веса и связи сваи с грунтом. Здесь располагаются эксплуатационные скважины, аналогичные тем, что применяются на суше.

«Добывающий паук» или ПДК – подводный добывающий комплекс (рис. 2. е). В основе конструкции находится манифольд - «тело паука» к которому тянутся несколько трубопроводов, соединяющих скважины с общим основанием [7, 8]. Используется на глубине более 500 метров. Используется в скважинах с низким пластовым давлением и в старых скважинах. Особенно удобен в зонах,

где использование надводных станций проблематично, например в Арктике, т.к. большой риск повреждения айсбергом.

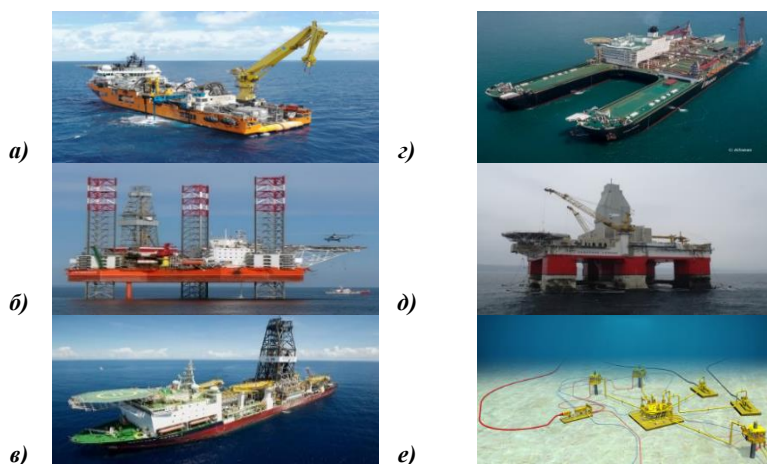


Рис. 2 Виды газодобывающий буровых устройств

- a* – буровая баржа; *б* – самоподъёмная плавучая буровая установка (СПБУ);
в – буровое судно однокорпусное; *г* – буровое судно двухкорпусное;
д – полупогружная плавучая буровая установка (ППБУ);
е – подводный добывающий комплекс (ПДК)

Официально признано более четырёхсот нефтегазоносных бассейнов. Это места, где теоретически можно вести работы по извлечению и добыче нефтяных ресурсов. Крупнейших центров очень мало. Они обеспечивают основные потребности населения Земли. Сюда принято включать четыре источника добычи нефти. Три залива и море: Персидский залив, Венесуэльский залив, Гвинейский залив, Северное море [8].

В России широко распространена добыча газа на шельфе Балтийского моря, около побережья Калининградской области, на шельфе Каспийского моря, а также у берегов Сахалина.

Сложно представить современный мир без использования газа. Российский шельф имеет самую большую в мире площадь, более 6 млн. кв. километров. Шельф содержит в себе почти половину добываемого газа. Месторождения распределены следующим образом: Баренцево море – 49 %, Карское – 35 %, Охотское – 15 %. К преимуществам этого вида топлива можно отнести: себестоимость, экологическое превосходство над другими видами топлива, при сгорании газа происходит наименьший выброс вредных веществ в атмосферу,

широкое разнообразное применение как в быту, так и в промышленности. Газодобывающая промышленность продолжает развиваться и имеет в этом большие перспективы, ведь запасы природного газа еще далеки от истощения. Более того, доказанных запасов природного газа в разы больше добываемого объема, а значит есть смысл возводить новые добывающие станции и искать способы более эффективной добычи газа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Куцев Л.А., Сулов Д.Ю., Рамазанов Р.С., Швыдка М.А. Интенсификация процесса сжигания природного газа в системах газоснабжения ЖКХ // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. №11. С. 95–99.
2. Жорницкий И.Д., Самарский В.Н., Отечественные и зарубежные буровые суда. Баку.: АзНИИНТИ, 1973. 71 с.
3. Кузнецов В.Г., Кузьменко С.Е., Сазонов А.И., Щербич Н.Е. Особенности бурения скважин на арктическом шельфе. Тюмень: Изд-во ТюмГНГУ, 2016. 53 с.
4. Морская добыча природного газа в мире и в России, добыча нефти и газа на море / Официальный сайт ПАО «Газпром»: [сайт]. 2022. – URL: <https://www.gazprominfo.ru/articles/sea-production/>
5. Агагусейнов Ю.А., Вишневская Э.Л., Кулиев И.П., и др. Самоподъемные плавучие буровые установки. М.: Недра, 1979. 215 с.
6. Баладинский В.Л., Лобанов В.А., Галанов Б.А. Машины и механизмы для подводных работ. Л.: Судостроение, 1979. 191 с.
7. Галахов И.Н., Литонов О.Е., Алисейчик А.А. Плавучие буровые платформы. Л.: Судостроение, 1981. 224 с.
8. Морская добыча газа. / Официальный сайт ООО Росгаз: [сайт]. 2018. – URL: <https://rosgaz.biz/stati/424-morskaya-dobycha-gaza.html>

УДК 620.17

Долбина К.И.

*Научный руководитель: Чернявский О.С., ст. преп.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ИСПЫТАНИЕ МЕТАЛЛОВ НА СТАТИЧЕСКОЕ РАСТЯЖЕНИЕ

При разработке строительных конструкций, машин и механизмов инженер должен знать значения величин, характеризующих

прочностные свойства материала. Это возможно путем механических испытаний, проводимых в экспериментальной лаборатории на соответствующих машинах. Это самые разнообразные испытания, в частности на твердость, сопротивляемость ударным нагрузкам, противодействие высоким температурам и многие другие. [1]

В результате статического испытания на растяжение можно узнать наибольшее количество информации об механических свойствах металлов. Испытание проводится в соответствии с требованиями ГОСТ 1497-84.

Для испытания на растяжение используют образцы цилиндрической формы (рисунок 1). Элементы представляют собой рабочие части, имеющие начальную длину l_0 , на которой определяется удлинение, и головку с переходным участком. Эти головки имеют форму, которая зависит от способа их крепления к захватным устройствам. Существует два вида стержней - длинные и короткие. Длинные стержни имеют соотношение $l_0/d_0=10$, а короткие — $l_0/d_0=5$. Установленные размеры образцов стандартны для сравнения результатов испытания в разных лабораториях. [2]

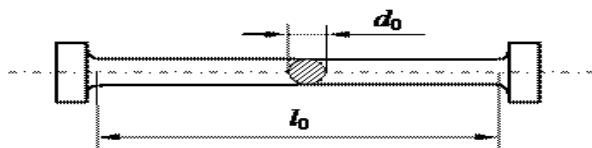


Рис. 1 Форма образца для испытания на статическое растяжение

Для испытаний металлов на растяжение используются специальные машины, которые называются «машины для испытания металлов на растяжение» или «разрывная машина». Машины гарантируют надежность крепления образца в захватках, плавность нагружения при растяжении и его разгрузке, медленную скорость упругого и пластического деформирования образца, нагружение вдоль оси образца. [3] Разрывные машины должны соответствовать требованиям ГОСТ 7855-84.

Как правило, машины бывают с механическим или гидравлическим приводом, в зависимости от метода приложения нагрузки. Их обычно изготавливают с вертикальным расположением образца. [3] Разрывная машина имеет встроенный механизм автоматического записи диаграммы растяжения и показывает график зависимости между растягивающей силой P и удлинением образца Δl (рисунок 2).

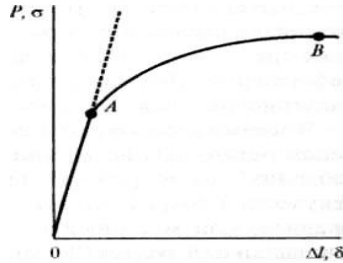


Рис. 2 Схема диаграммы растяжения: изменение удлинения образца в зависимости от нагрузки

Напряжение ниже точки А практически не вызывает остаточной деформации и в соответствии с определенным допуском на точность измерения деформаций можно установить предел упругости σ_y , а также пределы пропорциональные $\sigma_{пл}$. [4] Здесь и далее напряжения равны частному от соответствующей нагрузки и площади поперечного сечения образца до испытания F_0 .

При отсутствии локализованной деформации (не образуется шейка - место сужения поперечного сечения) образец из хрупких металлов разрушается при какой-то максимальной нагрузке в точке В. При делении соответствующей нагрузки на площадь начального поперечного сечения получается разрушающее напряжение σ_b , соответствующее наибольшей нагрузке, выдерживаемой образцом. [4]

Диаграмма растяжения позволяет судить о пластичности металла, которая характеризуется относительным удлинением после разрыва и относительным сужением площади сечения образца.

Отношение абсолютного удлинения образца после разрыва $\Delta l = l_k - l_0$ (где l_k - конечная длина образца) к его начальной расчетной длине l_0 , выраженное в процентах, называется относительным удлинением δ . [5]

Отношение уменьшения площади поперечного сечения разорванного образца $\Delta F = F_0 - F_k$ (F_k - минимальная площадь поперечного сечения образца после его разрыва) к первоначальной площади поперечного сечения F_0 , выраженное в процентах, называется относительное сужение после разрыва ψ . [5]

Сталь работает обычно с напряжением, значительно меньшим предела пропорциональности. Использование остальной криволинейной части диаграммы возможно лишь в отдельных местах элементов конструкций, например, на месте концентрации напряжений и ударных воздействий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чернявский О.С. Технические вопросы применения общей сборки при изготовлении металлоконструкций. / Наука и инновации в строительстве: сб. материалов конф. IV Международной научно-практической конференции // Белгородский гос. технол. ун-т: Изд-во БГТУ, 2020. С. 287-292.
2. ГОСТ 1497-84 Металлы. Методы испытаний на растяжение.
3. ГОСТ 7855-84 Машины разрывные и универсальные для статических испытаний металлов и конструкционных пластмасс. Типы. Основные параметры. Общие технические требования.
4. Стандартные испытания прочностных и пластических свойств металлов. Электронный ресурс: URL:- <https://metallplaza.ru/prop/isp.htm>
5. Испытание на растяжение образца из конструкционной стали. Электронный ресурс: URL:- <https://support17.com/termeh-labs-5/>

УДК 539

Дудченко В.А.

*Научный руководитель: Овсянников С.И., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРОИЗРАСТАНИЯ РЕГИОНА

Различают различные природные и растительные области и зоны, в которых могут наблюдаться общие условия, влияющие на качество физико-механических свойств древесины. Влияние условий выращивания на показатели качества древесины подтвердилось исследованиями многих российских и зарубежных ученых. В связи с этим, можно полагать, что не только среднегодовая температура влияет на произрастания, но также природно-климатическая зона. Таким образом, практически невозможно отделить влияние климатических факторов от топографических условий и наоборот.

Как упоминалось ранее, уже давно наблюдается, что климат, то есть среднегодовое количество тепла, оказывает значительное влияние на структуру древесины. Дело в том, что зависимость качественных показателей древесины в широтном направлении нелинейна, так как корректировки вносят движения воздушных масс. Они влияют на

воздействие солнечной радиации, количество осадков и, как следствие, плодородие почвы.

Основные лесообразующие породы, занимающие самую большую территорию России и имеющие большое промышленное значение — это хвойные (лиственница, сосна, ель, пихта, кедр), мягколиственные (береза, осина, ольха, липа, тополь), твердолиственные (дуб, бук, граб, ясень, клен, вяз и др.) [3].

Качественные характеристики древесины меняются при переходе из одной подзоны в другую. Например, в направлении с севера на юг наблюдается изменение завязывания узлов и снижение продуктивности. В южной таежной подзоне рост древесины в основном ограничен недостатком тепла и избыточной влажностью, чрезмерной кислотностью почвы и недостаточным содержанием минеральных питательных элементов в почве [4,6].

С другой стороны, в лесостепной зоне ограничивающими факторами являются недостаток влаги, а также недостаток минеральных питательных веществ в почве. Оптимальные условия для ели и сосны наблюдаются в подзоне смешанных хвойно-широколиственных лесов (центральная часть России) [7]. Однако в пределах каждой из подзон плодородие почвы и, следовательно, качество, состав и продуктивность поддержки деревьев могут различаться в зависимости от местности, поскольку высота над уровнем моря меняется. Важными элементами плодородия почвы являются обилие почвы и ее водный баланс.

Рассмотрим на примере Хабаровского и Приморского края изменения физико-механических свойств представленный в таблице 1

Таблица 1 – Изменения физико-механических свойств древесины

Регион произрастания/Порода дерева	Корейской сосны (Кедр)	Лиственница
Хабаровский край	Жёлтая, плотная	Используется, как на погонаж, так и в столярку.
Приморский край	Красноватая, более рыхлая. множественными смоляными карманами, много гнилья и мёртвых сучков.	В столярку фактически не используется, только в стройку.

На основании таблицы 1 приходим к выводу, что при использовании древесины, произрастающей в Хабаровском крае, даёт на выходе большее качественную продукцию.

Внешне, на первый взгляд, разные породы растущей древесины практически не отличаются, но на практике различия в изготовлении срубов, обработке бревен (пиление, распиловка, выборка пазов и облочек) очевидны.

Изучению влияния условий выращивания на изменение физико-механических свойств древесины посвящена работа многих ученых: Гаджиев Д.М., Оганесянц Л.А. Никитина Н. И. и другие.

Имеющиеся данные о физико-механических свойствах древесины лесных пород из разных районов произрастания позволяют предположить, что климатические факторы влияют на физико-механические свойства древесины, но не в одинаковой степени для разных пород [1]. Наиболее явное влияние зоны произрастания наблюдается на древесину наших основных хвойных пород. Таким образом, физико-механические свойства древесины сибирской лиственницы и сибирского кедра улучшаются по мере их перемещения с запада на восток через Евразию (за исключением прочности древесины лиственницы на изгиб, которая в Сибири ниже). В то же время физико-механические свойства древесины обыкновенной сосны и сибирской пихты ухудшаются при движении в одном направлении.

Для древесины основных пород лиственных пород (дуб, ясень) четкой зависимости не установлено, только для древесины ясеня обыкновенного наблюдается тенденция к повышению устойчивости к статическим нагрузкам и ударным изгибам при движении с севера на юг в европейской части страны.

Для древесины наиболее распространенных лиственных пород (береза, осина) наблюдается тенденция (более выраженная для осины) к увеличению физико-механических свойств при перемещении с севера на юг по территории Европейской части страны при переходе на другие виды древесины. территория Европы. В Сибири свойства древесины березы и осины снова снижаются. Однако этот последний вывод об отсутствии данных следует считать предварительным [5].

Выявленная разница в степени влияния климатических факторов на физико-механические свойства древесины разных пород позволяет предположить, что степень влияния климатических факторов находится в зависимости от ареала распространения породы, это влияние наиболее четко выражено для древесины пород, имеющих более высокую степень защиты и широкий ареал (лиственница, сосна, ель, береза, осина). Для пород с небольшим ареалом, более требовательных к

условиям произрастания (дуб, ясень), влияние климатических факторов мало заметно.

Архангельская сосна отличается от сосен из южных регионов страны, особенно плотностью колец. Лето на севере очень короткое и не может удовлетворить продолжительными температурами. Таким образом, у любого дерева очень мало подходящего времени для роста.

В течение года темпы роста северной сосны относительно меньше, чем в теплых регионах. Например, стволу сосны требуется более 100 лет, чтобы достичь диаметра 24 см на севере, в то время как на юге та же сосна может достигнуть такого же диаметра за 50-60 лет.

Архангельская или другая северная порода сосны, растущая в суровых условиях, в производстве, обрабатывается гораздо тяжелее. Предпочтительнее более плотные кольца, так как, существует корреляционная связь между, ростом ширины годичных колец и снижением плотности, в результате ухудшаются механические свойства сосны [2]. Это относится к самым южным районам произрастания сосен.

Проведенные исследования показывают, что географическое положение произрастания древесины и условия выращивания влияют на ее качественные показатели. В среднерусской равнине древесина мягкая, пористая. В московской области древесные породы становятся плотнее. В районе лесотундры-твердая, также существует закономерность, чем севернее произрастает древесина, тем ее меньше. Древесина из разных регионов со временем будет выглядеть по-разному, так как на нее действуют различные внешние факторы. По этой причине северная и южная древесина также требуют различных затрат на техническое обслуживание во время эксплуатации. Данные о влиянии расположения произрастания деревьев на качество древесины убедительно показывают, что материалы более высокого качества образуются в наилучших условиях произрастания используемой породы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ермакова, Н. П. Древесина в строительстве: свойства и применение / Н. П. Ермакова // Перспективные научные исследования: опыт, проблемы и перспективы развития: Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, Уфа, 17 июня 2019 года. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-издательский центр "Вестник науки", 2019. – С. 240-244.

2. Ковяров, И. И. Об особенностях использования древесины в строительстве / И. И. Ковяров, Д. К. Андропов // Студенческий научный поиск - науке и образованию XXI века: материалы X международной студенческой научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2018 года. – Рязань: Автономная некоммерческая организация высшего образования "Современный технический университет", 2018. – С. 130-135.

3. Минибаев, А. А. Исследование свойств и преимуществ термически модифицированной древесины / А. А. Минибаев, С. И. Овсянников // Наука и инновации в строительстве: Сборник докладов V Международной научно-практической конференции. В 2-х томах, Белгород, 14 апреля 2021 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2021. – С. 189-195.

4. Пилогина, А. А. Проблемы и перспективы использования древесины в строительстве / А. А. Пилогина, Е. Ю. Пчелинцева // Инвестиции, строительство, недвижимость как драйверы социально-экономического развития территории и повышения качества жизни населения: Материалы IX Международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Томск, 12–15 марта 2019 года / Под редакцией Т.Ю. Овсянниковой, И.Р. Салагор. – Томск: Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2019.

5. Строительные материалы и изделия: сборник задач / В. С. Лесовик, А. А. Володченко, Е. С. Глаголев, Н. И. Алфимова. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2019. – 139 с.

6. Чубинский, А. Н. Древесина в строительстве: достоинства и недостатки / А. Н. Чубинский // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: Материалы третьей международной научно-технической конференции, Санкт-Петербург, 23–24 мая 2018 года / Под редакцией В.М. Гедьо. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, 2018. – С. 244-246.

7. Чубинский, А. Н. Древесина в строительстве: достоинства и недостатки / А. Н. Чубинский // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: Материалы третьей международной научно-технической конференции, Санкт-Петербург, 23–24 мая 2018 года / Под редакцией В.М. Гедьо. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, 2018. – С. 244-246.

УДК 624.139

Дьяченко А.Ю.

*Научный руководитель: Есипов С.М., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

СТРОИТЕЛЬСТВО И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ

Вечномерзлые грунты распространены в пределах 65% всей территории России. В связи с тем, что большое количество ресурсов нашей страны залегают в недрах северных регионов, нельзя оспорить актуальность строительства и проектирования зданий в условиях вечной мерзлоты. Интенсивное развитие методов строительства в данных условиях с двадцатого века позволило существенно расширить экономическую деятельность, а также способствовало активному росту строительства городов в северной части России. В последние годы в инженерной геокриологии российские исследователи являются одними из ведущих лидеров в этой области. Однако, не смотря на хорошо отработанные методы строительства в УВМ, вопрос о повышении эффективности процессов строительства и проектирования зданий и сооружений в этих условиях является значимым до сих пор.

Основные принципы строительства зданий в условиях вечной мерзлоты основываются на фундаментальных законах физики. В первую очередь, это необходимость в обеспечении высокой теплоизоляции. Немаловажно условие разработки конструктивных схем без «мостиков холода» и применение морозостойких материалов и энергосберегающих технологий. Особое внимание уделяется возведению фундамента [1].

Главным отличием, влияющим на объемно-планировочное и конструктивное решение зданий в УВМ, является залегание в основании вечномерзлых грунтов, и, в частности, низкие температуры в зимний период времени (рисунок 1).

Возводить здания на ледяном щите, который при температурных колебаниях часто меняет свою структуру, довольно не просто. Различные виды грунтов при строительстве в условиях вечной мерзлоты могут повести себя крайне непредвиденно. Построенные на них здания нагревают грунт, в связи с чем, он утрачивает монолитность и тает. Это приводит к смещению возведенного здания [2].



Рис. 1 Распространение многолетнемерзлых пород на территории России

В процессе строительства на вечномерзлых грунтах необходимо учитывать особенности данной территории, которые будут влиять на выбор метода устройства фундамента будущего здания. При обосновании проектных решений возведения зданий в УВМ следует выполнять технологические проработки вариантов заложения фундамента с запасом и предусмотрением возможных неблагоприятных воздействий, что могут возникнуть в вечномерзлых породах [3].

Существует два основных принципа использования вечномерзлых грунтов в качестве оснований, в зависимости от состояния самого грунта – мерзлого или талого. Выбор того или иного метода обусловлен как конструктивным, так и технологическим решением самого здания. Важным условием является и геокриологическое состояние территории строительства.

I принцип – грунты основания сохраняются в мерзлом состоянии, не только в процессе строительства, но и на весь период эксплуатации здания.

II принцип – грунты основания находятся в оттаявшем состоянии, с допущением их оттаивания в процессе эксплуатации здания, либо до начала его возведения [4].

Большое количество зданий, расположенных в УВМ, было возведено на основании I принципа. При данном процессе строительства создается зазор между грунтом и основанием, что обеспечивает естественную вентиляцию мерзлой поверхности (рисунок 2). Деформационные и прочностные свойства грунтов в условиях вечной мерзлоты, главным образом, устанавливаются в зависимости от значений их отрицательных температур. В связи с этим, поддержание расчетной температуры основания составляет основное условие при строительстве зданий по I принципу. На данный момент для охлаждения грунтовых пород применяют два основных метода: устройство проветриваемого подполья, установка охлаждающих устройств [5].



Рис. 2 Проветриваемое подполье в жилом доме

Основным видом фундаментов зданий, возводимых по I принципу, являются свайный фундамент. Сваи устанавливаются в заранее пробуренные скважины. Они работают как стойки, жестко защемленные одним концом в грунт, а верхним концом закрепленные в монолитный фундаментный ростверк. При температурных деформациях ростверка верхние концы свай перемещаются в зависимости от длины ростверка. Особенно это касается крайних свай [6].

Снизить нагрузку от температурных деформаций можно за счет увеличения свободой длины свай, и путем устройства температурных швов. Следует выделить, что при работе отопления температурные деформации ростверка сокращаются, так как он жестко связан с конструкциями здания [7].

Проветриваемое подполье является частью здания, что находится между грунтом основания и цокольным перекрытием. Высотой подполья считается расстояние от низа выступающей конструкции до поверхности грунта. Обычно она находится в пределах от 1,2 до 1,7 м (рисунок 3).

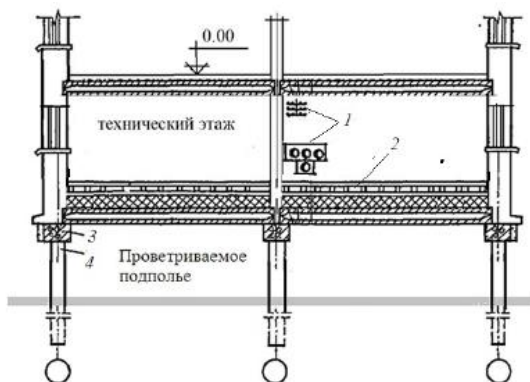


Рис. 3 Конструкция проветриваемого подполья в жилом доме:
1 – инженерные коммуникации; 2 – цокольное перекрытие; 3 – ростверк;
4 – свая.

Охлаждающими устройствами, которые используются для повышения надежности мерзлых оснований, в основном, являются сезонно-охлаждающие устройства (СОУ). Они работают за счет естественного холода. СОУ могут быть жидкостные, парожидкостные или вентилироваться холодным воздухом. Эти устройства могут располагаться рядом или внутри свай [8].

Строительство по II принципу предполагает использование грунтов в оттаявшем состоянии. Данный способ возведения зданий подходит для районов, в которых возможен переход грунта из мерзлого состояния в талое. В сильновлажных грунтах при их промерзании образуются деформации в виде пучения. В период оттаивания, за счет преобразования льда в воду, уменьшается объем грунта. С целью уменьшения разницы перепадов температур в мерзлых грунтах применяют метод стабилизации.

На сегодняшний день научные достижения дают возможность строить здания в любых климатических районах. Однако следует обратить внимание на то, что возведение зданий с учетом условий вечной мерзлоты обладает рядом особенностей, поэтому повышение эффективности строительства в УВМ – это многоплановая задача в

строительном производстве, которая требует детального изучения и доработки технологических решений. По сей день главными вопросами в развитии данного направления остается изучение влияния отдельных процессов на строительство, в частности, можно выделить вопрос о влиянии грунтового основания и фундамента в УВМ на напряженно-деформированное состояние каркаса здания. Результаты исследования могут позволить оценить достоверность выполняемых расчетов и определить необходимость учета ряда факторов при расчете каркаса. Данные также могут помочь в решении вопросов о повышении устойчивости, надежности и долговечности зданий, возводимых в условиях вечной мерзлоты, что приобретает большое практическое значение.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Справочник по строительству на вечномёрзлых грунтах. Под ред. Велли Ю. Я., Докучаева В. П., Федорова Н. Ф. Л.: Стройиздат. Ленингр. отд-ние, 1977. - 552 с.
2. Цытович Н. А. Механика мерзлых грунтов: учебное пособие. М.: Высш. школа, 1973. - 446 с.
3. Кузнецова В. Н. Анализ результатов сжимаемости мерзлых грунтов / В. Н. Кузнецова // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. - 2016. - № 7. - С. 90-93.
4. Васьковский А. П., Шкляров Н. Д. Конструкции гражданских зданий для строительства на Севере. Л.: Стройиздат. Ленингр. отд-ние, 1979. - 136 с.
5. Алёшина, Т. А. Строительство на мерзлоте: опыт и новшества. Сибирский форум: URL: sibforum.sfu-kras.ru/node/106 (дата обращения 12.10.2022).
6. Кочерженко В. В. Инновационные свайные технологии в современном фундаментостроении / В. В. Кочерженко, Л. А. Сулейманова // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. - 2022. - № 4. - С. 57–67.
7. Композиционное вяжущее для монолитного строительства в северных регионах / В. В. Строкова, В. В. Нелюбова, Л. Н. Боцман [и др.] // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. - 2016. - №11. - С. 36-42.
8. Плотников А. А. Макаров В.И. Методы охлаждения оснований зданий, построенных по принципу сохранения грунтов в мерзлом состоянии (на примере г. Мирного), ОФМГ, №5-2017, С. 26-31.

УДК 536.212.3

Захарчук А.А.

Научный руководитель: Рыбина А.В., асс.

Белгородский государственный технологический университет

им В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ОБЗОР ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Решение вопроса о традиционном потреблении энергии и поиск надлежащих альтернативных ресурсов являются жизненно важными ключами к политике устойчивого развития. В последние годы было разработано множество различных теплоизоляционных материалов для повышения энергоэффективности и уменьшения ущерба окружающей среде. Эти продукты подтвердили свою полезность в зданиях из-за их преимуществ, таких как низкая плотность, высокая термостойкость и экономическая эффективность. Эффективность теплоизоляции зависит от их теплопроводности и способности поддерживать свои тепловые характеристики в течение определенного периода времени. Здесь представлены факторы, влияющие на коэффициент теплопроводности трех основных групп, включая обычные, альтернативные и новые передовые материалы. Наиболее распространенными факторами являются содержание влаги, разница температур и объемная плотность. [1]

Глобальные расходы энергии в промышленном и жилом строительстве стали одной из самых важных проблем в третьем десятилетии 21-го века. Согласно Директиве 2010/31/EU Европейского парламента и Совета от 19 мая 2010 года об энергетических характеристиках зданий, новое строительство должно будет потреблять почти нулевую энергию, и эта энергия будет в очень большой степени из возобновляемых ресурсов, потому что строительный сектор был определен как крупнейший потребитель энергии, производство до 1/3 глобальных ежегодных выбросов парниковых газов (ПГ), обеспечение до 40% мировой энергии и потребление 25% глобальной воды во всем мире. Прогнозируется, что мировое потребление энергии вырастет на 64% до 2040 года от значительного увеличения жилого, промышленного, коммерческого и городского строительства из-за промышленного развития и роста населения, по данным Энергетической информационной ассоциации в 2018 году.

По мере того, как энергия становится все более ценной, в зданиях применяется использование теплоизоляционных материалов.

Теплоизоляция представляет собой материал или комбинацию материалов, которые замедляют скорость теплового потока проводимостью, конвекцией и излучением при правильном применении. Использование теплоизоляционных продуктов помогает снизить зависимость от систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (HVAC). Поэтому он экономит энергию и уменьшает использование природных ресурсов. Другими преимуществами являются прибыль, экологически чистые материалы, продление сроков теплового комфорта в помещении, снижение уровня шума, противопожарная защита и так далее [3]. Эти материалы позволят системам достичь энергоэффективности.

Большинство доступных теплоизоляционных материалов можно классифицировать по четырем общим группам, включая неорганические, органические, комбинированные и передовые материалы. Они создаются в нескольких формах, включая пористую, одеяльную или ватную форму, жесткую, естественную форму и отражающую структуру. Неорганические материалы (стекловата и минеральная вата) составляют 60 % рынка, тогда как органические изоляционные материалы составляют 27 %. Традиционные материалы, такие как полиуретан (PUR), полиизоцианурат (PIR), экструдированный полистирол (XPS), пенополистирол (EPS), являются предпочтительными во многих зданиях и приложениях для хранения тепловой энергии из-за их низкой теплопроводности и низкой стоимости [4].

Коэффициент теплопроводности. Изоляционные материалы должны плохо проводить тепло, чтобы предотвратить большие потери тепла. Чем ниже теплопроводность в материале, тем меньше тепла проходит через него. Тепловые характеристики ограждающих конструкций здания в значительной степени зависят от тепловой эффективности изоляционного слоя, которая в основном определяется его λ -значением. Теплопроводность - это временная скорость стационарного теплового потока через единичную площадь однородного материала в направлении, перпендикулярном его изотермическим плоскостям, индуцированная единичной разницей температур по образцу. На микроскопическом уровне кажущаяся теплопроводность зависит от многочисленных факторов, таких как размер ячейки, диаметр и расположение волокон или частиц, прозрачность для теплового излучения, тип и давление газа, связующие материалы и т.д. Определенная комбинация этих факторов обеспечивает минимальную теплопроводность. Теплоизоляционные материалы могут снизить потери энергии, а также минимизировать

выбросы парниковых газов из зданий. Выбор изоляционного материала может оказать большое влияние на энергоэффективность как при охлаждении и обогреве, так и на проблемы со здоровьем. Теплопередача в теплоизоляционных материалах обычно делится на теплопроводность через твердый материал, проводимость через молекулы газа и излучение через поры. Конвекция незначительна из-за небольшого размера пузырьков воздуха.

Факторы влияющие на теплопроводность. Температура. Температурная зависимость теплопроводности в строительных изоляционных материалах исследована большим количеством теоретических и практических исследований. Исходя из этих результатов, λ -значение обычно увеличивается с увеличением температуры.

Влажность. В нормальных условиях окружающей среды вокруг зданий все эти три стадии влажности (твердой, жидкой, газовой) могут быть опасны для строительных материалов. Чрезмерная влажность вызывает следующие пять проблем: ухудшение качества жилья, снижение термической стойкости, дополнительные механические нагрузки, транспортировка соли и распад материала. Это явление обусловлено как очевидными, так и более незаметными причинами: проникновение влаги в интерьер здания из-за контакта с жидкой водой, осаждение влаги на поверхности здания из-за контакта с водяным паром, проникновение влаги в здание из-за контакта с водяным паром и встроенной влагой. Для строительных ограждающих конструкций, изолированных стен и крыш влага может уменьшить их эффективные тепловые свойства. Кроме того, влага, мигрирующая через оболочки зданий, также может привести к ухудшению качества воздуха в помещении, поскольку высокий уровень влажности окружающей среды вызывает рост микробов, что может серьезно повлиять на здоровье человека и быть причиной аллергии и респираторных симптомов. Поскольку теплопроводность воды примерно в 20 раз больше, чем у стационарного воздуха, водопоглощение всегда связано с увеличением теплопроводности.

Плотность. Исследована зависимость плотности теплопроводности полистирола, стекловолокна и минеральной ваты при различных средних температурах. Теплопроводность пенополистирола (ЭПС) снижается с 0,043 и достигает минимального значения 0,032 Вт/(м.К) при повышении плотности от 14 до 38 кг/м³ при средней температуре 10 °С. Такое поведение может быть объяснено размерами пузырьков воздуха пористых материалов в случае низкой плотности, которые больше, чем в пенопластовых материалах с более

высокой плотностью. Более высокие пузырьки обеспечивают более интенсивную теплопередачу через материал. По мере увеличения плотности пузырьки воздуха будут меньше, а каркасная структура станет более сложной. В меньшем пузыре теплопередача ниже, и дополнительно более сложная твердая матричная система имеет более высокое тепловое сопротивление. При увеличении плотности содержание твердого тела в системе будет выше, следовательно, теплопроводность твердых частей станет более доминирующей. Эти три явления (размер пузырька, сложность рамы, количество твердого содержимого) приводят к эффективной теплопроводности, которая может достигать минимального значения. Хотя обычные материалы в основном используются в зданиях, альтернативные материалы, полученные из природных источников, также показывают те же отклонения к производительности при отоплении. Исследование с открытыми ячейками изоляционных материалов, которые изготавливаются из конопляных волокон, показало, что снижение теплопроводности с увеличением плотности обусловлено конденсацией внутри образца [2]. Испытание целлюлозных волокон показало, что λ -значения увеличиваются незначительно примерно на 5% с увеличением плотности от 20 до 110 кг/м³. Количество тепловых мостиков, образованных целлюлозными волокнами, увеличивается с увеличением плотности материала, что вызывает повышенную теплопроводность. Такой же результат при исследовании влияния влаги на теплопроводность при различной плотности был получен экспериментально с использованием трех биоматериалов: конопляного бетона, льняного бетона и рапсового соломенного бетона.[5]

Температура, содержание влаги и объемная плотность являются основными факторами, существенно влияющими на коэффициент теплопроводности. В большинстве случаев теплопроводность показывает линейно повышающуюся тенденцию с температурой. Содержание влаги сильно влияет на теплопроводность как органических, так и неорганических материалов. Насыпная плотность также играет важную роль в определении теплопроводности с противоположными тенденциями, она может демонстрировать линейное снижение для обычных материалов и нелинейное изменение для органических материалов. Эта функция, по-видимому, является линейным уменьшением типов обычных материалов или показывает нелинейность с натуральными волокнистыми материалами. В зависимости от взаимосвязи между теплопроводностью и влияющими факторами, волокнистые изоляционные материалы показывают большую чувствительность к температуре, влаге и плотности по

сравнению с другими обычными материалами. Понимание количественной взаимосвязи между эффективной теплопроводностью и влияющими факторами изоляционных материалов имеет основополагающее значение для определения теплоты оболочки, массообмена и потребления энергии в здании.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Губарева В.В. Снижение энергозатрат при производстве строительных материалов // Энергетические системы. 2017. № 1. С. 486-489.

2. Аниканова Т.В., Рахимбаев Ш.М., Погромский А.С. Влияние теплового пристенного слоя на теплопроводность пористых и зернистых материалов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г.Шухова. 2015. №4. С. 42-46.

3. Al-Homoud M.S. Performance characteristics and practical applications of common building thermal insulation materials // Build. Environ., 2005, pp. 353-366

4. Villasmil W., Fischer L.J., Worlitschek J. A review and evaluation of thermal insulation materials and methods for thermal energy storage systems // Renew. Sustain. Energy Rev., 2019, pp. 71-84

5. Должонок А.В., Бакатович А.А. Особенности изменения коэффициента теплопроводности стеновых блоков на растительных отходах в зависимости от влажности материала // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г.Шухова. 2019. №10. С. 19-28.

УДК 69.07

Кладиева П.В., Беликова Е.А.

*Научный руководитель: Наумов А.Е., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕОРИИ И ПРИКЛАДНЫЕ МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЯЧЕИСТОБЕТОННЫХ И АРМИРОВАННЫХ ЯЧЕИСТОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Ячеистобетонные конструкции являются прогрессивными и перспективными в малоэтажном строительстве, позволяя создать вокруг здания полностью замкнутый тепловой контур, что отвечает

современным требованиям к ресурсо- и энергоэффективности здания [1].

Использование армированных ячеистобетонных изделий при строительстве зданий создает ряд преимуществ, обусловленных свойствами ячеистого бетона. Комплексное применение ячеистобетонных изделий позволяет уменьшить собственную массу стен, перегородок, перекрытий и покрытий, обеспечить требуемые теплотехнические и противопожарные показатели без применения теплоизоляционных материалов [2].

Известно, что производство ячеистых бетонов непрерывно расширяется, строятся новые заводы, устанавливается импортное оборудование различных фирм, производится и отечественное. Потребности строительства, по данным Федеральной службы государственной статистики, очень далеки от удовлетворения, посылку жилой фонд России необходимо удвоить, для чего и строительство жилья нужно увеличивать, доводя до 120...150 млн м² общей площади в год. При этом стоит учитывать дефицит строительных материалов и их удорожание (кирпич, цемент, деловая древесина, щебень, стандартный песок с модулем $M = 2,5$), а также недолговечность (в некоторых случаях и токсичность) теплоизоляционных материалов, таких как пенополистирол, пенополиуретан, фенольный пенопласт [3].

Ячеистый бетон – материал с равномерно распределенными по объему замкнутыми порами сферической формы, которые разделены тонкостенными перегородками. Основным недостатком ячеистого бетона, как и всех бетонов, является низкая прочность на растяжение и изгиб, не позволяющая применять его в качестве материала для изгибаемых конструкций без армирования. В то же время прочность и трещиностойкость ячеистобетонных армированных традиционной стержневой арматурой конструкций существенно недоиспользуется из-за невысокого сцепления арматуры с обволакивающим массивом ячеистого бетона, что приводит к продергиванию арматуры. Совершенствование существующих подходов к рациональному проектированию изгибаемых конструкций из ячеистых бетонов содержит значительный потенциал, для достижения целей повышения сцепления за счет совершенствования конструктивных решений армирования, обеспечивающих совместную работу арматуры и бетона под нагрузкой как единой монолитной конструкции.

Создание из ячеистого бетона изгибаемых конструктивных элементов здания – перекрытий, перемычек, кровельных панелей, внецентренно-сжатых стеновых панелей поможет решить важную

социально-экономическую задачу, позволяя быстро и недорого строить гражданские малоэтажные здания с полностью энергопассивной поверхностью контакта с окружающей средой. Такая поверхность, полностью созданная из ячеистобетонных элементов не будет содержать теплопроводящих элементов и узлов, что сделает эксплуатацию такого здания очень эффективной и экономичной. Такое теплосберегающее здание будет одинаково востребовано как в условиях сибирских морозов, так и в жарком климате Африки.

На сегодняшний день существуют несколько методик основных проектирования армированных ячеистобетонных конструкций. Как например, «Рекомендации по проектированию и изготовлению ячеистобетонных конструкций, армированных каркасами из волнообразных сеток», разработанные в 1985 году НИИЖБ Госстроя СССР. В документе изложены особенности проектирования конструкций с новым видом каркаса и его изготовления применительно к существующей номенклатуре изделий из ячеистого бетона. Согласно данным рекомендациям, применение пространственных арматурных каркасов из волнообразных сеток (рисунок 1) вместо традиционных плоских сеток армирования, позволяет достичь улучшения следующих показателей: сократить расход арматурной стали на 5-7%, снизить трудоемкость механизированного изготовления арматурных каркасов при использовании существующего оборудования на 20-30 %; уменьшить расход электроэнергии на сварку каркаса в 2-2,5 раза, а также сократить производственные площади, предназначенные для складирования и хранения каркасов [4].

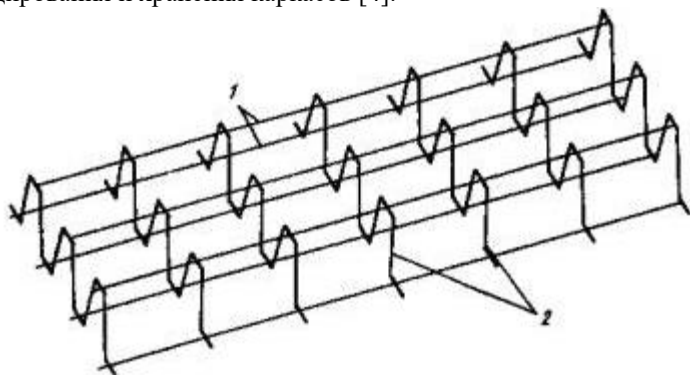


Рис. 1 Принципиальная схема пространственного арматурного каркаса

В.В. Макаричев и К. М. Милейковская проводили множество исследований армированных конструкций из ячеистых бетонов для

уточнения деформативности, прочности сцепления бетона с арматурой, а также дополнительной анкеровки арматуры. Рассматривали отдельные концепции расчета прочности газобетонных балочных конструкций, армированных традиционно сетками и каркасами, по наклонным сечениям (рисунок 2).

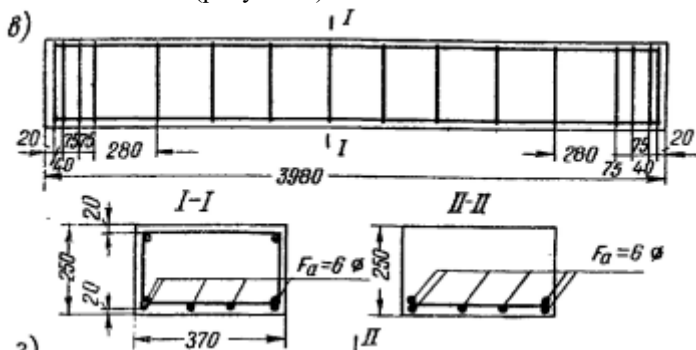


Рис. 2 Армирование балок из ячеистого бетона

В отличие от обычного тяжелого бетона прочность ячеистого бетона на сцепление, применяемого в конструкциях, не обеспечивает достаточного заанкеривания растянутой арматуры и требует дополнительных конструктивных устройств [5]. Поэтому, помимо расчета прочности ячеистобетонных конструкций от действия изгибающего момента по вертикальной трещине, их необходимо проверять также на прочность от изгибающего момента по наклонному сечению [6].

В то же время, что в первом случае проектирования, что во втором, прочность и трещиностойкость ячеистобетонных армированных традиционной стержневой арматурой конструкций существенно недоиспользуется из-за невысокого сцепления арматуры с ячеистой структурой бетона и содержит значительный потенциал повышения за счет совершенствования существующих конструктивных решений армирования ячеистобетонных конструкций.

Таким образом, необходимо совершенствовать методы проектирования армированных конструкций из ячеистого бетона. Одним из направлений такого улучшения можно рассмотреть развитие боковой поверхности стержневой арматуры, устанавливаемой в ячеистобетонную конструкцию, путем замены дискретных стержней на инновационные арматурные элементы или же намеренного наращивания боковой поверхности стержня посредством

предварительного тонкослойного обетонирования арматурных элементов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коровкевич В.В., Пинскер В.А. и др. Малоэтажные дома из ячеистых бетонов. Рекомендации по проектированию, строительству и эксплуатации. С Л. : ЛенЗНИИЭП, 1989. 284

2. Кладиева П.В. Особенности деформирования ячеистых бетонов / В сборнике: Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. Материалы конференции. Белгород, 2021. С. 724-728.

3. Кладиева П.В., Давиденко М.В., Мозговой В.М. Нормативное обеспечение проектирования армированных ячеистобетонных конструкций / В сборнике: Наука и инновации в строительстве. Сборник докладов V Международной научно-практической конференции. В 2-х томах. Белгород, 2021. С. 53-58.

4. Макаричев В.В., Милейковская К.М. Исследование армированных конструкций из ячеистых бетонов. Госстройиздат. Москва, 1963. 19-29; 71-76

5. Кладиева П.В., Мозговой В.М., Моисеев М.В. Теоретическое обоснование повышения эффективности армирования изгибаемых ячеистобетонных конструкций / Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2021. № 6. С. 27-35.

6. Кладиева П.В., К вопросу учета нелинейности ячеистого бетона при проектировании несущих конструкций / В сборнике: VI Международный студенческий строительный форум - 2021. Сборник докладов. В 2-х томах. Белгород, 2021. С. 59-64.

УДК 691.175

Кочерженко А.В., Рябчевский И.С.

Научный руководитель: Сулейманова Л.А., д-р техн. наук, проф.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

АНАЛИЗ РОССИЙСКОГО РЫНКА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВ

Эффективная строительная и промышленная изоляция играет важную роль в решении проблем энерго- и теплосбережения.

Энергоэффективные здания с использованием современных утеплителей, включая затраты на их разработку и строительство, в 3-4 раза эффективнее, чем традиционное строительство, ведущее к энергоёмкому производству строительных материалов, освоению новых месторождений топлива, его добыче, транспортировке, переработке и сжиганию [1, 2].

Среди обширного ассортимента современных теплоизоляционных материалов (рисунок 1) наиболее эффективным материалом является пенополиуретановый утеплитель, с широкой областью применения и уникальным комплексом физико-механических свойств [3-5].



Рис. 1 Классификация теплоизоляционных материалов по виду исходного сырья

Пенополиуретан получают вспениванием газообразным составом, выделяющимся в результате реакции между компонентами первичной смеси – полиолом и изоцианатной группой [5].

Пенополиуретановая теплоизоляция занимает около 1 % всего рынка теплоизоляции. Жесткий пенополиуретан с наполнителем в основном производится в России для изоляции тепловых труб. Помимо промышленных литейных пенополиуретанов, также широко используются составы для распыления. С их помощью производят утепление резервуаров для нефтепродуктов и сжиженного газа, утепление холодильных установок и строительных конструкций.

В России доля потребления вспененных полиуретанов в последние годы составляет 89,5 % от общего количества производимых полиуретанов, среди них доля эластичных пенополиуретанов 57,5 %, жестких 42,5 %. Доля полиуретанов в общем производстве пластмасс в России составляет 4 % [6].

В России производится около 90 тыс. тонн полиолов (рисунок 2). Для выхода на самообеспечение необходимо заложить производство дополнительных 200 тыс. тонн сырья.



Рис. 2 Производство, импорт и потребление полиола в РФ в период 2017-2021 гг.

Потребление полиолов в России по итогам 2021 года увеличилось примерно на 17 % за последние 5 лет и достигло 195 тыс. тонн (рис. 2).

В структуре импорта наибольшая доля – 47 % – приходится на полиолы для жестких пен, на полиолы для эластичных пен – 36%. Это связано с тем, что полиолы для эластичных пен выпускает

ПАО «Нижекамскнефтехим» (г. Нижнекамск, Россия) (94 % от общего объема производства полиолов для эластичных пен), соответственно, есть необходимость в поставках сырья для жестких пен.

По данным на 2021 г., на долю полиметиленфенилизоцианата (полимерного МДИ) приходится большая часть всего импорта изоцианатов – 73,1 % (120 629,08 тонн; 14 871,54 млн рублей).

Толилендиизоцианат (ТДИ) составил 23,8 % (39 250,27 тонн; 7 762,71 млн руб.).

Метилендифенилдиизоцианат (МДИ) составил 2,6 % импорта (4250,9 млн тонн; 641,8 млн рублей) [7]. Прочие изоцианаты, различные изоцианатные смеси и продукты на их основе составляют менее 1 % в структуре импорта (рисунок 3).



Рис. 3. Структура импорта (в натуральном выражении) по видам изоцианатов за 2021 год

Общие объемы и динамика импорта по всем типам изоцианатов в 2019-2021 годах отражена на (рисунок 4).

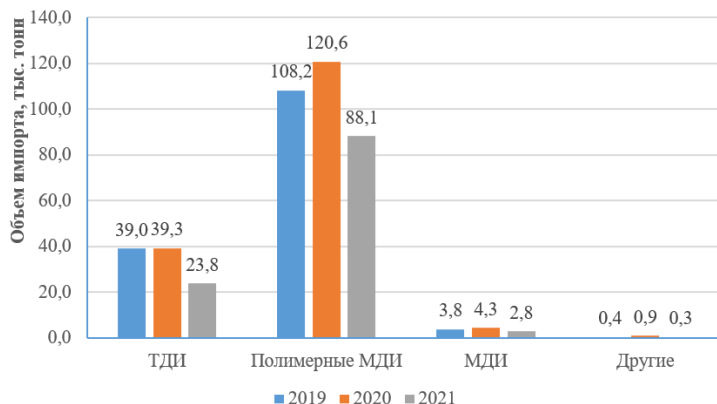


Рис. 4. Объемы импорта изоцианатов в период 2019-2021 гг., тыс. тонн

Таким образом, экономия топливно-энергетических ресурсов является стратегической задачей государства, а одним из наиболее эффективных путей ее решения является сокращение потерь тепловой энергии через ограждающие конструкции зданий и сооружений за счет повышения их энергоэффективности. Важная роль в решении данной проблемы отводится высокоэффективной строительной и промышленной тепловой изоляции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Денисов А. В. Жесткие пенополиуретаны теплоизоляционного назначения // Строительные материалы. 2005. № 6. С. 21-22.
2. Гурьев В.В., Жолудов В.С., Петров-Денисов В.Г. Тепловая изоляция в промышленности. Теория и расчет. – М.: Стройиздат, 2003. 416 с.
3. Кочерженко А.В., Марушко М.В., Рябчевский И.С. Пенополиуретановая теплоизоляция с улучшенными эксплуатационными свойствами // В сборнике: Научно-технические инновации. Сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. С. 84-88.
4. Кочерженко А.В., Марушко М.В. Создание эффективных теплоизоляционных материалов // В сборнике: Молодежь и научно-технический прогресс. Сборник докладов XI международной научно-

практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 4-х томах. Составители В.Н. Рощупкина, В.М. Уваров. 2018. С. 81-83.

5. Дмитриенко С.Г., Апяри В.В. Пенополиуретаны. Сорбционные свойства и применение в химическом анализе Монография. - Москва, Красанд, 2009. 264 с.

6. Мхитарян В.А. Потребление пенополиуретана и оборудование для его получения // Строительные материалы. 2005. №6. С. 23.

7. Производство изоцианатов в России [электронный ресурс]. URL: <https://ect-center.com/blog/izocyanaty-1>

УДК 691-478

Кувшинова А.С.

Научный руководитель: Баженова О.О., асс.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ФАСАДНЫЕ СИСТЕМЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ. ТЕХНОЛОГИИ ОТДЕЛКИ

В настоящее время существует множество вариантов отделки фасадов домов, зданий и сооружений. Для выбора наиболее подходящей компоновки и конструктива стоит ознакомиться с предложением на рынке. Внешний фасад наиболее подвержен воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды: атмосферным осадкам, ультрафиолетовым излучениям, ветрам, действиям механического и термического характера и т.д. От всех этих факторов зависит выбор внешнего фасада здания или сооружения. Навесной вентилируемый фасад (НВФ) и штукатурный фасад являются самыми распространенными в данное время.

Навесной вентилируемый фасад – это современная система наружной облицовки дома, включающая в себя несколько важных функций по внешней отделке, утеплению и защите стен от природных воздействий. Использование навесных фасадных систем позволяет значительно снизить потери тепла, а также придать современный облик реконструируемым зданиям. Вентфасады могут кардинально изменить облик современных зданий на долгие годы.

НВФ состоит из облицовочных материалов, каркасной системы (стальной оцинкованной, стальной нержавеющей или алюминиевой), которая крепится к несущему слою стены или к монолитному перекрытию (рисунок 1). Основной принцип устройства вентилируемого фасада – наличие воздушного вентиляционного зазора,

благодаря которому с поверхности стен удаляется излишняя влага и тем самым продлевается их срок службы. Использование утеплителя значительно изменяет теплопроводность стен и снижает затраты на отопление зимой, и кондиционирование летом.

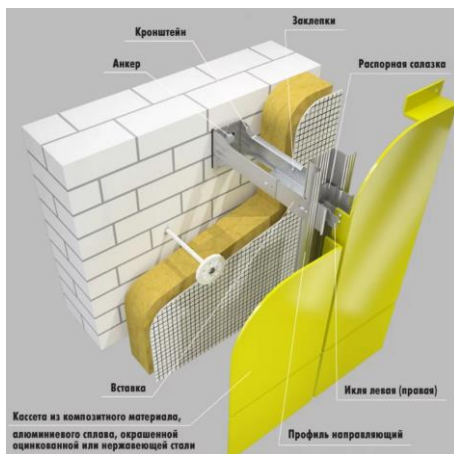


Рис. 1 Навесной вентилируемый фасад

Навесные вентфасады имеют ряд неоспоримых преимуществ, которые и обусловили их сегодняшнюю популярность: теплоизоляция стен, надёжная звукоизоляция, простота конструкции и монтажа, длительный срок эксплуатации, высокий уровень пожарной безопасности. Из недостатков технологии можно выделить дороговизну и сложность замеров, а также возникновение посторонних звуков в результате значительной ветровой нагрузки.

Основные сферы, в которых применяются навесные вентилируемые фасады:

- индивидуальное жилищное строительство;
- многоэтажное жилищное строительство;
- коммерческое строительство;
- промышленное строительство.

Навесной вентилируемый фасад устанавливается в несколько этапов:

1. Разметка фасада и подготовка его к утеплению.

Эти работы заключаются в разметке при помощи лазера, рулеток и монтаже несущей подконструкции. Исследуется фасад на предельно допустимую нагрузку и необходимую толщину утеплителя.

2. Монтаж кронштейнов, теплоизоляционного материала и ветрозащитной пленки.

Кронштейны устанавливаются на саморезы, дюбеля в предварительно засверленные отверстия. Теплоизоляционные плиты необходимо устанавливать в шахматном порядке. Каждая плита теплоизоляции крепится при помощи тарельчатых дюбелей. Ветрозащитная пленка крепится поверх теплоизоляции лицевой стороной наружу. Пленка крепится на тарельчатые дюбеля.

3. Монтаж вертикальных направляющих.

Направляющие монтируются на фасадные кронштейны, установленные ранее по разметке.

4. Монтаж фасадных отделочных материалов.

Вся работа с панелями начинается с крепления первой «стартовой» панели или кляммера на саморезы. Последующие детали облицовочных материалов монтируются строго друг за другом с соблюдением необходимых зазоров и технологии монтажа.

Следующий вид фасадов зданий называется штукатурный. Штукатуркой называют слой затвердевшего штукатурного раствора, нанесённого в пластичном состоянии на поверхность утеплителя в несколько этапов с уплотнением и сглаживанием. Слой штукатурки выравнивает поверхность стен. Нанесённая достаточно толстым слоем, она также служит дополнительным теплоизолятором фасада, делая дом теплее зимой и прохладнее летом (рисунок 2).

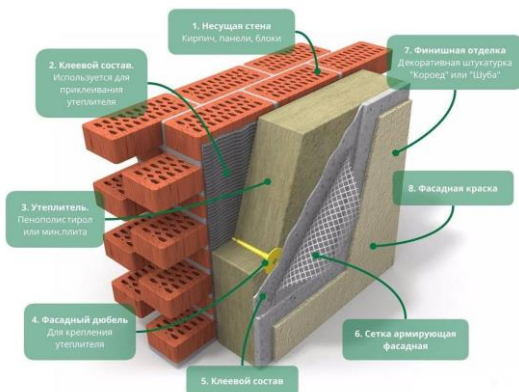


Рис. 2 Штукатурка фасада по утеплителю

Характеристики штукатурного покрытия зависят от состава раствора: его слой может быть паропроницаем, то есть поверхность под

ним «дышит», и в то же время очень прочным и имеет отличные гидроизолирующие характеристики. А кроме того, штукатурка открывает широчайшие возможности для архитектурной выразительности: разнообразные карнизы, молдинги, вертикальные и горизонтальные тяги, сандрики, русты и прочие элементы классического стиля выполнены из обычной штукатурки на основе цемента и извести.

Технология оштукатуривания состоит из трех основных этапов: подготовка стен, набрызгивание раствора, затирание.

Фасады из штукатурки имеют ряд преимуществ: эстетичность, стоимость, экологичность, паропроницаемость, небольшой вес. Из недостатков можно выделить сложность работ, долгую подготовку стен к оштукатуриванию и необходимость соблюдения температурного режима.

Какими же могут быть фасады из штукатурки, используемые в наружной отделке.

Цементные составы – самая распространённая разновидность штукатурки, которая подходит для отделки больших поверхностей. Основу составляет смесь портландцемента и песка. Основной минус – небольшое количество оттенков.

Силикатные составы тоже относятся к минеральным штукатуркам (основы составляет жидкое стекло). Штукатурка на основе силикатной смеси подходит для отделки фасадов, которые подвергаются интенсивным нагрузкам, но их минус – это сложность качественного нанесения и высокая стоимость.

Акриловые и силиконовые штукатурки используются в основном при отделке фасадов малоэтажных зданий. Материалы на основе акрила и силикона легко наносятся и без труда выравниваются либо формируются – это значительно ускоряет отделку.

Основные области применения штукатурки:

- индивидуальное жилищное строительство;
- сельскохозяйственное строительство;
- многоэтажное жилищное строительство;
- государственные учреждения и общественные здания.

Подводя итог вышесказанному, можно сказать, что и у навесных вентилируемых фасадов, и у фасадов из штукатурки есть как достоинства, так и недостатки. Каждый сможет сделать выбор в пользу того или иногда фасада, опираясь на свои пожелания и предпочтения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баженова О.О., Сулейманов К.А. Плитный материал для устройства наружных и внутренних конструкций зданий. Международный студенческий строительный форум – 2017, Белгород. С. 371-374.

2. Погорелова И.А., Сулейманов К.А., Баженова О.О. Реновация конструктивного решения ограждающих стен зданий. Актуальные проблемы реновации жилищного фонда города: взаимосвязь экономических, технических и правовых аспектов // Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции. С. 316-318.

3. Баженова О.О., Маклецова А.А. Ключевые аспекты зеленого строительства. Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова – Белгород, 2019. С. 1265-1268.

УДК 678.002

Матвеевко Д.С.

*Научный руководитель: Черкашина Н.И., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород*

СОЗДАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ С ПРИРОДНЫМ БИОРАЗЛАГАЕМЫМ КОМПОНЕНТОМ

Загрязнения окружающей среды полимерными материалами стало одной из основных задач, решаемых экологией. Наука полимерных материалов до начала 21 века занималась созданием компонентов, максимально сохраняющие эксплуатационные свойства. Это привело к тому, что огромное количество использованных полимеров сложно или невозможно переработать, или природа не справляется с их разложением. Современная наука высокомолекулярных соединений уделяет особое внимание полимерам, в будущем разлагающимся под действием естественных условий. Так существуют два способа создания биоразлагаемых материалов. Первый способ подразумевает получение сополимера из мономеров востребованного полимера и природного компонента, например, сополимеризация лактида и синтетического этилена. Срок жизни биоразлагаемых полимеров, как правило, составляет до нескольких месяцев. Считается, что биоразлагаемые материалы по своим свойствам схожи с синтетическими полимерами [1]. Вторым способом является создание композиционного материала, состоящего из полимера и добавки,

способствующей разложению. Отработанные изделия из биоразлагаемых материалов, способны разлагаться под действием температуры, УФ-света, кислотного и щелочного гидролиза, ферментами микроорганизмов и другими факторами [2].

Даже если допустить, что значительная часть тары и упаковки будет использована вторично, возникает вопрос, какая кратность переработки является допустимой, после чего все же наступит время захоронения или, если возможно, сжигания; в любом случае обострение экологической обстановки в окружающем мире нарастает [3, 4].

Известны работы, когда отходы растительного производства, например, шелухи пшеницы, помогают частично решить проблему экологии [5].

В данной работе была предпринята попытка разработать полимерные композиционные материалы, состоящие из возобновляемого растительного сырья и эпоксидной смолы. Эпоксидная смола является реактопластом. Под действием отвердителей, образуются сшитые полимерные сети, неплавкого и нерастворимого материала. Добавление в эпоксидную смолу мелкодисперсного растительного компонента позволили улучшить ее способность к разложению.

Были проведены исследования, доказывающие способность композита разрушаться. Определение фунгицидных свойств материала по ГОСТ 9.048-75, ГОСТ 9.053-75.

Были приготовлены 5 исследуемых образцов. Эпоксидная смола с порошком шелухи овса 10 и 20% наполнения, эпоксидная смола с порошком из соломы 10 и 20% наполнения, эпоксидная смола без наполнителя.

Образцы инфицируют суспензией микроскопических грибов *Aspergillus niger*. Инфицирование образцов из строительного материала производят с помощью их полного погружения на 2 мин в пробирку с суспензией конидий грибов плотностью 1000000 мл.

Инфицированным материал помещают во влажные емкости - чашки Петри с увлажненной фильтровальной бумагой. Емкости с образцами помещают в эксикаторы, герметично закрывают, инкубируют в течение одного месяца при 26 - 28° С.

После одного месяца образцы подвергают анализу. Один из полученных образцов представлен на (рисунке 1).



Рис. 1 Образец с наполнителем солома после месячной эксплуатации

Результаты деградации оценили по убыли веса и появлению на материале спорных головок *Aspergillus niger*.

Так как часть полимерных материалов после использования попадают в землю, был проведен опыт определяющий степень деградации композита в ней.

Технически наиболее просто определять активность микрофлоры, разлагающей целлюлозу, по степени и скорости распада льняной ткани (полосок льняного полотна). Хорошо вымытые эпоксидные брусочки 1х1х4 см обтягивают льняной тканью и вставляют в почву вертикально, так чтобы ткань плотно прилегала к ровной стенке почвенного разреза или прикопки. Высота брусочков должна быть равна глубине изучаемого слоя почвы. Затем пластины засыпают почвой, которую уплотняют до исходного состояния.

В ходе проведенного исследования использовалось всего четыре образца с различной степенью наполнения их органическими порошками. Эпоксидная смола с порошком шелухи овса 10 и 20% наполнения, эпоксидная смола с порошком из соломы 10 и 20% наполнения, эпоксидная смола без наполнителя. Образцы перед исследованием были очищены и взвешены. Результаты представлены в таблице.

Таблица – Масса используемых материалов до проведения опыта

	Образец 1 10% солома	Образец 2 20% солома	Образец 3 10% лузга	Образец 4 20% лузга
$m_{\text{исх}}, \text{Г}$	3,12	3,29	3,06	3,40

Количественно скорость распада льняного полотна определяют по убыли его массы в сухом состоянии. Для этого заготавливают отрезки льняной ткани определенной массы, например, 3 г.

Метод льняных полотен показывает не только активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов, но и степень токсичности исследуемых образцов. Кроме того, определение интенсивности разложения растительного материала методом льняных полотен более объективно отражает состояние и активность микрофлоры почвы в естественных условиях поля.

По прошествии выдерживания в течении 30 дней образцы были вынуты и взвешены. Результаты представлены в таблице.

Таблица – Масса материалов после проведения опытов

	Образец 1 10% солома	Образец 2 20% солома	Образец 3 10% лузга	Образец 4 20% лузга
$m_{пол}$, г	3,097	3,163	3,049	3,28

Процент потери массы определяется по следующей формуле:

$$\omega = \frac{m_{исх} - m_{пол}}{m_{исх}} * 100 \quad (1)$$

Где ω – процент потери массы, $m_{исх}$ - масса исходного образца, $m_{пол}$ - масса образца после выдерживания.

Солома:

$$\omega_{11} = \frac{3,12 - 3,097}{3,12} * 100 = 0,74\% \quad (2)$$

$$\omega_{12} = \frac{3,29 - 3,163}{3,29} * 100 = 3,86\% \quad (3)$$

Лузга:

$$\omega_{21} = \frac{3,06 - 3,049}{3,06} * 100 = 0,36\% \quad (4)$$

$$\omega_{22} = \frac{3,40 - 3,28}{3,40} * 100 = 3,52\% \quad (5)$$

Результаты деградации оценили по убыли веса, представленной на (рисунке 2).

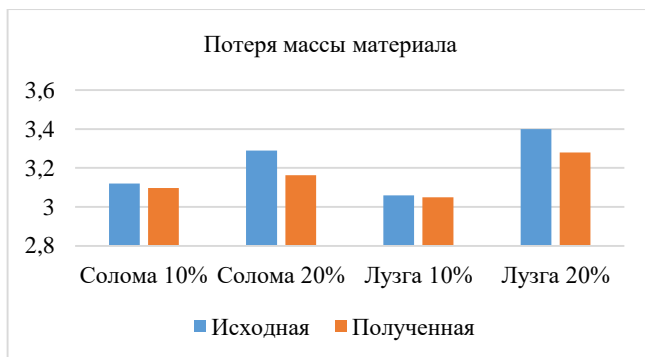


Рис. 2 Потеря массы образцов в зависимости от процентного содержания наполнителя (по массе)

Было проверено, что деструкция полимерного материала при добавлении в него растительного компонента проходит гораздо активнее, исследуемый материал не токсичен для почвенных микроорганизмов и разлагается в земле.

Исследование выполнено в рамках Государственного задания Минобрнауки России № FZWN-2021-0015.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гоготов И.Н., Герасин В.А., Баразов С.Х., Пономарев А.Н. Исследование свойств синтетических и биоразлагаемых полимеров, с целью возможности их использования в пищевой отрасли// Пластические массы. 2009. №5. С. 42-48
2. Гоготов И.Н. Экология и промышленность России// 2007. С. 16-19
3. Nishiyama M. Cinemas Dzayre (Funct. And Mater) // 1990. V. 10, № 1. P.181
4. Ковальченко Н.А., Коршик Т., Калатоци В.В. Конверсионный подход комплексной переработки отходов кофейного производства для решения экологических проблем // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2015. № 4. С. 172–175.
5. Степанова С.В., Шайхиев И.Г., Свергузова С.В. Очистка модельных стоков, содержащих ионы тяжелых металлов, шелухой пшеницы // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2014. №6. С. 183–186.

УДК 692.231.3

Меркулов В.В.

*Научный руководитель: Баженова О.О., асс.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПРИМЕНЕНИЕ ФАХВЕРКОВЫХ СИСТЕМ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

С 1 января по сентябрь 2022 стоимость на строительство каркасных домов снизилась на 14,8 %, что вызвало интерес к строительству домов из данных конструкций, к примеру, стоимость на ориентированно-стружечную плиту (ОСП) снизилась на 70 %, а пиломатериал на 32 %. Эти материалы используют в системах для фахверкового строительства, которые рассмотрим в статье.

Фахверковая система состоит из двух основных составляющих: деревянный каркас и стены (рисунок 1). К преимуществам системы можно отнести: нормальный удельный вес, влагостойкость, маленькую теплопроводность и экологичность. Некоторые недостатки можно нивелировать конструкционными решениями.



Рис. 1 Классический фахверковый дом

Фахверковое строительство имеет длинную историю и самые первые системы заполнялись глиной и камнем.

Камень обладает большим недостатком, а именно существенным весом. Касательно глины, то этот материал экологически чист, но удовлетворительно держит тепло и средне переносит влажность. Оба материала могут использовать и в современном строительстве, но

подавляющее большинство домов, построенных в наше время, делается из новых материалов, наиболее распространённые разберем в статье.

СИП–панель самый дешевый материал в современном фахверковом строении и один из самых распространенных, недостаток материала в малой экологичности, из-за клеящих составов, но главное достоинство этого материала – это высокие характеристики теплоизоляции и быстровозводимость здания (рисунок 2).

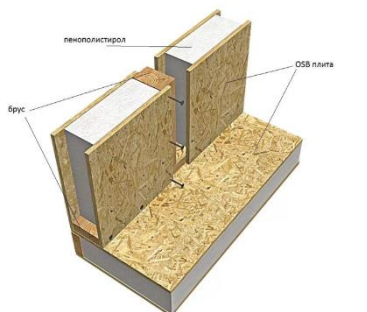


Рис. 2 Классическая СИП-панель

Следующий материал стоит в среднем дорожке подобных и это CLT-панель. Данная панель изготавливается чаще всего из хвойных пород и является анизотропным материалом, так как её склеивают перпендикулярно, что придает жесткости конструкции и в дальнейшем позволяет применять её при строительстве многоэтажных домов. Помимо всего панель огнестойкая и экологически чистая, а также влагостойкая и энергоэффективная (рисунок 3).

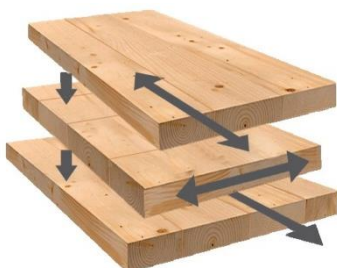


Рис. 3 CLT-панель

Если сравнить рассмотренные материалы, то CLT-плита наиболее подходящий материал для фахверковой системы за счет своих положительных характеристик: низкая теплопроводность,

влагостойкость, жесткость, экологическая чистота и удовлетворительный удельный вес.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Власов В.Г. Архитектура. Словарь терминов. – М.: Дрофа, 2003. С. 175–176.
2. The Elements of Style. An Encyclopedia of domestic architectural Detail. – London: Reed Books Limited, 1991. P. 14
3. Гавриков, Д. С. Терминологическое уточнение понятия «Фахверк» // В мире научных открытий. Красноярск: Научно-инновационный центр, 2010. – № 6.3 (12). С. 115–117.

УДК 693

Мирошников Д.А.

Научный руководитель: Пириев Ю.С., ст. преп.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ СБОРНОГО И МОНОЛИТНОГО БЕТОНА

Железобетонные конструкции являются базой современной строительной индустрии. При возведении зданий и сооружений используются железобетонные фундаменты, колонны, стены, балки, плиты перекрытий и покрытий и др. Их можно изготавливать по двум основным технологиям: сборного и монолитного железобетона.

Сборный железобетон производится на заводах ЖБ в виде крупногабаритных элементов, которые транспортируются на строительную площадку в готовом виде и собираются в одно целое. Все производственные стадии осуществляются на заводской площадке [2,4,5].

Монолитный железобетон – это конструкция из железобетона, которая возводится непосредственно на месте ее расположения в сооружении путем устройства опалубки, установки арматуры, укладки бетонной смеси, уплотнения бетонной смеси, ухода за твердеющим бетоном [1,3].

Альтернативу этим технологиям составляет инновационное сборно-монолитное каркасное домостроение (СМКД).

Сборно-монолитное здание представлено на (рисунке 1).



Рис. 1 Сборно-монолитное здание

Соединение основных элементов производится без применения сварки, путем замоноличивания стыков. При этом каркас получает высокую прочность и жесткость, позволяя строить здания большой высоты (до 25 этажей), в том числе в зонах повышенной сейсмичности. Расчетный срок эксплуатации таких сооружений - 200 лет.

Особенность технологии СМКД, которая определяет ее преимущества, заключается в применении в качестве основы здания несущего каркаса, который собирается в основном из трех элементов заводской готовности - вертикальных колонн, горизонтальных балок (ригелей) и плит перекрытия. В отдельных случаях, при необходимости, применяются так называемые диафрагмы жесткости - вертикальные плиты, устанавливаемые в определенном месте между колоннами.

Колонны выполняются секционными, длина которых ограничивается технологическими возможностями при их изготовлении, а также исходя из требований монтажа и ограничений на транспортировку. Секции колонн стыкуются между собой без применения сварки, для чего выпускают арматуру верхней части колонны в отверстия нижней части («штепсельный разъем»). Шаг колонн определяется пространственно-конструктивной схемой здания и может достигать до 9 метров. При определенных условиях возможно увеличение шага до 18 метров (рисунок 2).

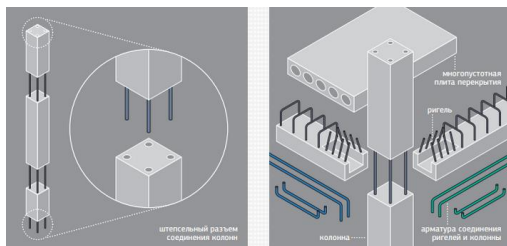


Рис. 2 Стык колонн

Ригели изготавливаются с предварительно напряженной арматурой. Их размеры (длина и сечение) определяются при проектировании здания, исходя из шага колонн и действующих нагрузок, а также с учетом ограничений на выступание за плоскость стен (скрытая система ригелей), (рисунок 3).

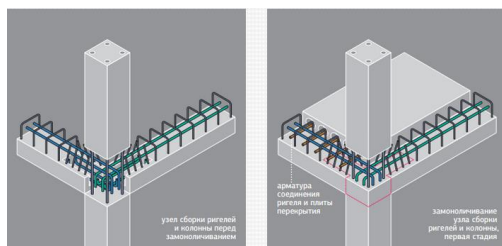







Рис. 3 Ригели

Заключительный этап сборки каркаса этажа здания - установка на ригели плит перекрытий, которые могут иметь различную конструкцию.

Технология сборно-монолитного каркасного домостроения представлена в (таблице 1).

Таблица 1 - Технология сборно-монолитного каркасного домостроения

Вид работ	Пример
Установка съемных опорных хомутов и инвентарных стоек для монтажа ригеля	

<p>Установка ригелей на опорные хомуты</p>	 <p>3</p>
<p>Выполнение арматурных связей в крестообразном соединении ригеля</p>	 <p>4</p>
<p>Домоноличивание крестообразного соединения ригеля</p>	 <p>5</p>
<p>Укладка плиты - несъемной опалубки с опорой на ригель</p>	 <p>6</p>
<p>Монтаж бесварного узла соединения основных элементов</p>	 <p>7</p>

Доармирование перекрытия	
Домоноличивание	

Обеспечение совместной работы слоев бетона и железобетона является важным вопросом в монолитном и сборно-монолитном строительстве, и при реконструкции, техническом перевооружении зданий и сооружений, а также при устройстве стыков и швов сборных железобетонных конструкций.

Необходимым условием работы сборно-монолитных конструкций является обеспечение сцепления сборного и монолитного бетонов, т.е. обеспечение прочности контактного шва между «старым» и «новым» бетонами.

Существует большое разнообразие видов соединений железобетонных конструкций, которые отличаются материалами, технологией соединения и конструктивными решениями. Их условная классификация отражена на (рисунке 4).



Рис. 4 Виды соединений бетонных и железобетонных элементов

В строительстве контактные швы по своему использованию можно условно классифицировать следующим образом, (рисунок 5) [8].

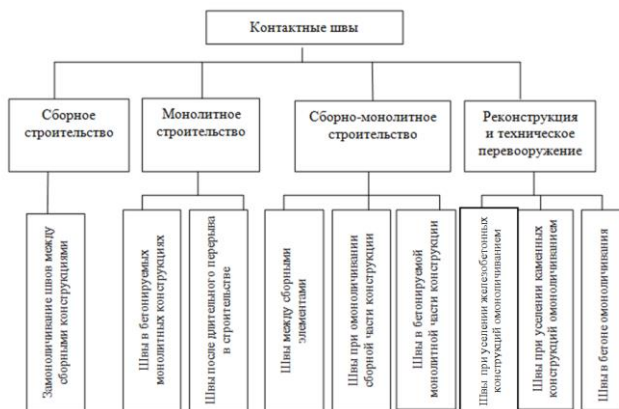


Рис. 5 Классификация контактных швов.

Совместная работа составных бетонных и железобетонных конструкций и ее надежная эксплуатация невозможна без обеспечения сопротивления сдвигу контактного шва. Сопротивление сдвигу «старого» и «нового» бетона определяется характером действия сил, условиями укладки нового бетона, степенью и методом уплотнения, уходом за свежесуложенным бетоном, обработкой сопрягаемой поверхности «старого» бетона, составом бетонной смеси [6,7].

Подготовка поверхности является наиболее простым и доступным способом обеспечения надежного сцепления слоев. Существует несколько технологий подготовки поверхности контактного шва, которые условно можно разделить на четыре группы, (рисунок 6).



Рис. 6 Технологии подготовки поверхности контактного шва

Рост сцепления слоев обеспечивается за счет увеличения фактической площади контактного шва, это увеличивает проникновение частичек цементного теста «нового» бетона в поры и неровности «старого» с образованием своеобразных микроанкеров. Наилучшее сцепление обеспечивается при развитой шероховатости.

Увеличение фактической площади контактного шва можно достичь как путем придания шероховатости поверхности, которая может быть достигнута естественным (незаглаженный бетон) и искусственным путем (насечка, обдирка поверхностного слоя, химический способ и др.), так и устройством отверстий и пазов, анкерных выступов и змеек, или за счет устройства шпонок различной формы, что способствуют увеличению прочности контактного шва. (рисунок 7).



Рис. 7 Разновидности мероприятий по увеличению площади контактного шва

Сопротивление сцепления срезу увеличивается при насечке поверхности, но без дальнейшей ее обработки, такой как смачивание. Бетон укладывается на влажную, но не мокрую поверхность, так как избыток воды понижает прочность сцепления. Образовавшиеся после

промывки поверхности лужицы воды необходимо убрать, особое внимание этому нужно уделять при промывке горизонтальных поверхностей.

Прочность контактного шва в значительной мере определяется составом бетонной смеси, а именно классом бетона, подвижностью бетонной смеси, усадкой и др. Наибольшее сцепление, достигается, если у сборного бетона и бетона намоноличивания применяются одинаковые или близкие по своим свойствам и минералогическому составу цементы, иначе прочность контактного шва значительно снижается. Это связано с тем, что в зоне контакта бетонов сращивание однородных по минералогическому составу новообразований происходит значительно интенсивнее, чем разнородных.

При укладке малоподвижных и жестких смесей даже при виброуплотнении трудно обеспечить надежный контакт и хорошее сцепление. Это связано с уменьшением сплошности сцепления бетонов и, как следствие, уменьшение фактической площади контакта. А при применении весьма подвижных смесей, в т.ч. литых, резко возрастает деструктивное влияние усадки, которое приводит к нарушению адгезионно-когезионных связей и уменьшению сцепления. Следует учесть, что на усадочные деформации влияют количество и вид цемента и крупность заполнителя. Таким образом, *усадка* бетона в значительной степени влияет на прочность контактного шва и, используя пластифицирующие добавки, ее можно уменьшить.

Прочность контактного шва также зависит от уплотнения бетонной смеси и условий твердения.

Необходимо так же отметить неблагоприятное влияние на сцепление разности усадки «нового» и «старого» бетона, поэтому большое внимание уделяется обеспечению влажностного режима для уложенного бетона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 435.1325800.2018. Свод правил. Конструкции бетонные и железобетонные монолитные. Правила производства и приемки работ/ Росстандарт. М., 2019.

2. СП 63.13330.2018. Свод правил. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. / Росстандарт. М., 2019.

3. СП 337.1325800.2017. Свод правил. Конструкции железобетонные сборно-монолитные. Правила проектирования. / Росстандарт. М., 2018.

4. СП 130.13330.2018. Свод правил. Производство сборных железобетонных конструкций и изделий/ Росстандарт.— М., 2019.

5. Байков В. Н., Сигалов Э. Е. «Железобетонные конструкции (Общий курс)» Учеб. для вузов. — 5-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1991. — 767 с.: ил.

6. Соколов Б.С., Никитин Г.П., Седов А.Н., Проектирование железобетонных и каменных конструкций здания с неполным каркасом и сборно-монолитными перекрытиями; Казань: КГАСУ, 2007г. - 116с. (РАДИУСС);

7. Мустафин И.И., Фардиев Р.Ф. Обеспечение совместной работы железобетонной обоймы с усиливаемым внецентренно нагруженным элементом// Известия КазГАСУ. 2008. №1 (9). С. 96-99.

8. Кремнева Е.Г., Хаменок Е.В.. Контактные швы в железобетонных составных конструкциях// Вестник полоцкого государственного университета. Серия F. 2011. №8. С. 48-53.

9. Дребезгова М.Ю., Чернышева Н.В., Глаголев Е.С., Герасимов А.В. Анализ и перспективы развития монолитного малоэтажного строительства// Вестник БГТУ имени В.Г. Шухова. 2016. №9.

10. Лесовик В.С., Сулейманова Л.А., Кара К.А. Энергоэффективные газобетоны на композиционных вяжущих для монолитного строительства // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2012. № 3. С. 10-20.

11. Сулейманова Л.А., Слепухин А.С. Рябчевский И.С. Высококачественные самоуплотняющиеся бетонные смеси // Университетская наука. 2019. № 1 (7). С. 55-57.

12. Меркулов С.И. Есипов С.М. Методы усиления железобетонных конструкций композитными материалами. // Современные наука и образование: материалы Всерос. научн.- практ. конф. Центр содействия развитию научных исследований. Новосибирск: ООО «ЦСРНИ», 2015. С.26-34.

13. Лесовик В.С., Гридчина А.А. Монолитные бетоны на основе расширяющих добавок и химических модификаторов// Строительные материалы. 2015. № 8. С.81-83.

14. Погорелова И.А., Малюкова М.В., Корякина А.А. Применение сверхэффективных бетонов // Научно-технические технологии и инновации Сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. С. 133-137.

УДК 693.5

Мочалова А.О.

*Научный руководитель: Обернихин Д.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БЕТОНИРОВАНИЯ НЕСУЩИХ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Монолитное строительство на сегодняшний день является одним из ведущих способов возведения зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения. Монолитное строительство на сегодняшний день является одним из ведущих способов возведения зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения. Практически все несущие элементы зданий возводят по технологии монолитного строительства.

Главным достоинством этой технологии является возможность возведения зданий с различными архитектурными и объемно-планировочными решениями и основой которых является жесткий железобетонный каркас с высокой несущей способностью.

Опыт возведения железобетонных колонн зданий химических производств показывает, что наиболее «проблемным» местом этих колонн являются их углы. Во время распалубки колонны, часто происходит скол углов с обнажением арматуры. Также в течении всего периода эксплуатации колонн их углы являются наиболее уязвимой частью при случайных ударных или статических воздействий. Ремонт, восстановление внешнего вида и защитных свойств бетона в углах колонн зачастую вызывает необходимость применения специальных материалов, которые значительно сказываются на стоимости проводимых работ [1].

Причинами этой большой «повреждаемости» могут быть значительные напряжения в области защитного слоя арматуры, а также из-за того, что бетон, распложенный в углах конструкции, как правило обладает более низкими прочностными свойствами. Еще одной из причин ухудшение качества бетона на углах, особенно если бетонирование происходило при отрицательной температуре наружного воздуха, является более низкая температура твердения бетона, чем температура основной массы бетона.

На основе отечественного и зарубежного опыта был выявлен ряд факторов, влияющих на качество возведения монолитных конструкций:

1. Качество бетонной смеси. Применение чрезмерно жесткой бетонной смеси при большом проценте армировании приводит к появлению раковин и каверн в зоне расположений арматурных стержней, что снижает сцепление арматуры с бетоном и вызывает опасность появления коррозии арматуры [2].

2. Уплотнение. Основной задачей при уплотнении является удаление пустот и пузырьков воздуха, содержащихся в структуре бетонной смеси. Существует три способа уплотнения: штыкование, трамбование, вибрирование. В настоящее время наиболее распространенный и эффективный способ уплотнения при производстве бетонных и железобетонных изделий является вибрирование. Хорошо уплотненный бетон имеет более высокую плотность, его объемная масса по сравнению с неуплотненной бетонной смесью повышается с 2,2 до 2,4...2,5 т/м. Возрастает прочность, морозостойкость и водонепроницаемость бетона [3].

3. Вид и качество опалубки. Опалубка в современном мире является одним из ключевых факторов, которые влияют на технологию строительства, сроки возведения и стоимость. Правильный выбор опалубки уменьшает сроки строительства и трудозатраты. Устройство опалубки недостаточной жесткости может привести к деформации и смещению арматурных каркасов и сеток и, как следствие, к изменению несущей способности элементов. При снятии опалубки огромное значение имеет величина сцепления бетона с опалубкой: при значительном сцеплении затрудняются работы по демонтажу опалубки. Ухудшение получаемого качества бетонной поверхности приводит к возникновению различных дефектов [4].

4. Доставка и подача бетонной смеси. В зависимости от типа, размеров бетонируемой конструкции и условий на стройплощадке, необходимо применять определенный способ подачи бетонной смеси. Самоходные и башенные краны в комплекте с бункером (бадьей) могут обеспечивать порционную подачу бетонной смеси, выполняя также другие функции на строящемся объекте. Бетононасосы являются наиболее современным и эффективным оборудованием для бетонирования [3].

5. Наличие современного оборудования. Для сохранения скорости и уровня монолитного строительства, необходимо использовать качественное и современное оборудование, к которому можно отнести специальные станции для замешивания и разогрева

бетонной смеси, виброграмбовальное оборудование и технику для горизонтальной и вертикальной транспортировки.

6. Арматура. Арматура является важной составляющей железобетонных конструкций. Она должна соответствовать определенным требованиям: технологичность в производстве и применении, наличие требуемых прочностных и деформационных свойств, наличие периодического профиля и специальных анкеров. На скорость армирования влияет: метод соединения стержней, способ изготовления арматурных элементов, технология заготовки и натяжения напрягаемой арматуры. Соответствующими должны быть условия на складах, которые исключают загрязнение, коррозию и деформации арматуры [3].

7. Климатические и погодные условия. Очень часто бетонировать конструкции приходится и в условиях жаркого климата или в период зимних холодов. Эти условия оказывают существенное влияние на технологию и скорость возведения конструкций. Сухой и жаркий климат приводит к быстрой потере воды, что замедляет процессы гидратации. В следствии снижается прочность, морозостойкость, водонепроницаемость, увеличивается пористость, усадка, что приводит к появлению в бетоне трещин. В 28-суточном возрасте прочность на сжатие бетона, твердеющего без ухода, составляет менее 50 % от проектной, а глубина проникания деструктивных процессов достигает 30 см [3,5]. Для предотвращения этих последствий применяются специальные меры, такие как: увлажнение бетонных конструкций разбрызгиванием струи через распылитель, покрытие полиэтиленовыми пленками, виброуплотнение, применение пористого заполнителя, водоудерживающие добавки, использование опалубок с низким водопоглощением [6,7,]. В зимний период необходимо применять определенные меры по предотвращению негативных последствий. Транспортировка смеси должна осуществляться по дорогам с ровным покрытием, автотранспорт должен быть утеплен для предотвращения остывания, также должен быть обеспечен подогрев за счет отработавших газов. На строительной площадке должно иметься необходимое оборудование для обогрева конструкций: термоматы, провода ПНСВ, опалубки с ТЭН и электропроводами, электроды, оборудование для инфракрасного прогрева, оборудование для индукционного прогрева. Рабочий персонал, который производит бетонные работы, должен быть квалифицирован и опытен [8].

Таким образом, эффективность железобетонных работ напрямую зависит от сроков и графика выполнения работ, который отражает

последовательность выполнения процессов и их взаимную увязку. Уменьшение сроков возведения конструкций и повышения качества работ можно достигнуть путем использования современных средств комплексной механизации, технологии и организации труда.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Имайкин Д.Г., Ибрагимов Р.А.-Совершенствование технологии бетонирования монолитных конструкций

2. Стародубцев В.Г., Горяинов Д.А. Исследование влияния технологии укладки и уплотнения бетонной смеси на однородность структуры и свойств бетона // Электронный научный журнал курского государственного университета, 2018. № 1 (17). С. 62 – 67.

3. Анпилов С.М. Технология возведения зданий и сооружений из монолитного железобетона. М.: Издательство АСВ, 2010. 575 с.

4. Погодин Д.А., Спиридонов Н.Н., Халидов А.А. Совершенствование современных технологий и возведение многоэтажных жилых зданий за счет оптимизации опалубочных работ // Транспортные сооружения, 2019. № 2. С. 7.

5. Хубаев А.О. Описание эксперимента при расчете потенциала производства зимнего бетонирования // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2020. Вып. 2. С. 247-252.

6. Хубаев А.О., Бидов Т.Х. Организационно-технологический потенциал использования методов неразрушающего контроля при производстве бетонных работ в зимний период // Наука и бизнес: пути развития – 2018. № 4. С. 101-104

7. Хаев Т.Э., Аветисян Р.Т. Факторы, влияющие на принятие организационно-технологических решений при выборе конструктивных методов креплений стенок выемок и котлованов // Наука и бизнес: пути развития, 2019. С. 85-87.

8. Лapidус А.А., Хубаев А.О. Формирование потенциала организационно-технологических решений использования методов бетонирования в условиях отрицательных температур // Наука и бизнес: пути развития, 2017. № 11. С. 7-11.

Мочалова А.О.

*Научный руководитель: Обернихин Д.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ ИЗ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Самый популярный материал, который используется для возведения дорогостоящих зданий – это монолитный железобетон. Бетон и железобетон на настоящий момент остается основным конструктивным материалом. Неоспорима его лидирующая роль в строительстве XXI века, никаких других материалов в таком количестве не применяется [1]. Он используется для построения частных домов, многоэтажных зданий, а также торговых центров. Считается одним из самых прочных, долговечных и практичных строительных материалов. Под монолитным бетоном подразумевается заливка конструкции бетонной смесью непосредственно на строительной площадке. Здания из монолитного железобетона отличаются нетиповыми проектами и уникальной архитектурой.

Железобетон состоит из двух материалов: традиционного цементного бетона и стальной арматуры. Такое сочетание предназначено для одновременного использования положительных качеств каждого из материалов. В железобетоне компоненты работают вместе, чтобы противодействовать многим типам нагрузок. Бетон хорошо сопротивляется сжатию, а стальная арматура как правило воспринимает усилия растяжения. Железобетон, как экономичный строительный материал, в настоящее время очень популярен. Он широко используется во многих типах зданий по всему миру. Наряду со многими преимуществами, железобетон также имеет некоторые недостатки [2].

Можно отметить следующие факторы, которые стимулировали развитие монолитного домостроения:

- возможность строительства в стесненных условиях, что особенно важно при дефиците территорий для массовой застройки и сохранения исторического облика города [4];

- развитие химических технологий в строительстве, разработка и использование различных добавок к бетону, позволяющих изменять его

технологические свойства, получать эффективные модифицированные бетонные смеси [5];

- замена обычных бетонов многокомпонентными модифицированными, применение компьютерного проектирования состава бетона и технологии их приготовления, прогнозирование физико-механических и эксплуатационных характеристик [6];

- снижение материалоемкости конструкций и увеличение высотности возводимых зданий;

В качестве достоинств конструкций из монолитного бетона можно выделить:

- огнестойкость;

- высокая нормативная нагрузка, которая позволяет монтировать в жилых помещениях нестандартное бытовое оборудование (мини-бассейны, сауны и т.д.) [4];

- повышенные эксплуатационные характеристики, такие как жёсткость и прочность конструкций, позволяющие увеличить срок эксплуатации до 200 лет.

- высокий уровень механизации строительно-монтажных работ;

К сожалению, можно отметить и недостатки монолитного строительства, такие как:

- большое количество времени, необходимое на бетонирование плит перекрытий, а также на набор прочности бетона. Если минимальная конструктивная прочность стен и колонн может составлять примерно 20% прочности бетона в возрасте 28 суток к моменту бетонирования вышележащего перекрытия, то при прочности бетона, уложенного в перекрытие, равного 40% при распалубке перекрытия, под ним оставляют все поддерживающие ее телескопические стойки. При достижении бетоном прочности 50% оставляют половину стоек, при 60% — четвертую часть; стойки оставляют до набора бетоном прочности равной 70—80% проектной [3].

- необходимость обеспечения контроля качества возводимых монолитных конструкций, зависящее от качества технологического проектирования;

- большой собственный вес конструкций;

- высокая звукопроводность материала;

- возможность образования отслоений, трещин и других деформаций;

- необходимость нагрева бетона, если строительство запланировано в холодное время года;

- за счет высокой теплопроводности материала потребуется дополнительное утепление железобетонных зданий и сооружений;
- потребность в квалифицированной рабочей бригаде;

Следует отметить, что стены из монолитного железобетона обладают низкой воздухопроницаемостью, что не позволяет им «дышать». Такой недостаток затрудняет естественный воздухообмен и требует устройства систем вентиляции еще на начальном этапе строительства. Железобетонный монолит имеет высокую плотность. Поры в бетоне получаются из-за испарения излишка воды и неполного уплотнения воздуха из бетонного раствора. Конструкции из железобетона обладают высоким собственным весом, что значительно сказывается на стоимости строительства. Тяжеловесные элементы требуют укладки мощного фундамента, так как не каждый грунт способен выдержать большие нагрузки, поэтому делают геологические исследования планируемой под застройку местности. После этого выполняется операция установки опалубки. Она равномерно распределяется по всему периметру несущих стен, что дает возможность делать облегченное основание дома. Строительство из монолитного железобетона обходится почти на треть дешевле, чем возведение зданий из кирпича или блоков за счет экономии расходных материалов, меньших затратах рабочей силы, техники и времени. [7].

Монолитное строительство – это возможность проектирования и строительства нестандартного комфортного жилья разнообразной планировки в сочетании с различными материалами и конструкциями. Основной проблемой является обеспечение качества монолитного бетона при стремлении подрядчиков увеличить оборачиваемость опалубки и ускорить темпы строительства. Для обеспечения надежности и долговечности монолитных конструкций необходимо качественное технологическое проектирование и непрерывный контроль с обработкой результатов методами математической статистики и теории вероятностей [4].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Царикаев В.К. История, изобретения железобетона и развитие его производства. <http://lighltd.yandex.net/yandbtm>
2. Преимущества и недостатки железобетона [Электронный ресурс] <https://civiltoday.com/civil-engineering-materials/concrete/23-advantages-and-disadvantages-of-reinforced-concrete>

3. Николенко Ю.В., Манаева М.М., Сташевская Н.А. О технологии бетонных работ в монолитном домостроении // Вестник РУДН.2020г. С.86-87.

4. Технические науки. Акимова Валентина Петровна.

5. [Электронный ресурс] <http://betonbeton.ru/news/intervyu>

6. Зиневич Л.В., Скоростное всесезонное монолитное строительство: пора решать проблемы. <http://ssst.ru>

7. [Электронный ресурс]

<https://kladembeton.ru/vidy/drugie/monolitnyj-zhelezobeton-dostoinstva-i-nedostatki.html>

УДК 678.8

Оспицев Д.В., Чесноков И.А.

Научный руководитель: Рябчевский И.С., асс.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ

Композиционный материал – неоднородный сплошной материал, состоящий из двух или более компонентов, среди которых можно выделить армирующие элементы, обеспечивающие необходимые механические характеристики материала, и матрицу, обеспечивающую совместную работу армирующих элементов. Механическое поведение композита определяется соотношением свойств армирующих элементов и матрицы, а также прочностью связи между ними [1-3]. Эффективность и работоспособность материала зависят от правильного выбора исходных компонентов и технологии их совмещения, призванной обеспечить прочную связь между компонентами при сохранении их первоначальных характеристик. В результате совмещения армирующих элементов и матрицы образуется комплекс свойств композита, не только отражающий исходные характеристики его компонентов, но и включающий свойства, которыми изолированные компоненты не обладают. В частности, наличие границ раздела между армирующими элементами и матрицей существенно повышает трещиностойкость материала, и в композитах, в отличие от металлов, повышение статической прочности приводит не к снижению, а, как правило, к повышению характеристик вязкости разрушения [4-7].

К преимуществам композиционных материалов можно отнести высокую удельную прочность, жёсткость (модуль упругости 130–140 ГПа), износостойкость и усталостную прочность;

Из композиционных материалов возможно изготовить размеростабильные конструкции, причём, разные классы композитов могут обладать одним или несколькими преимуществами.

Однако к существенным недостаткам композиционных материалов относятся высокая стоимость, анизотропия свойств и повышенная наукоемкость производства, необходимость специального дорогостоящего оборудования и сырья, а, следовательно, развитого промышленного производства и научной базы страны.

Производство композиционного материала из отходов пластика и сухого осадка сточных вод основано на том, что с помощью шнекового реактора-экструдера, в который загружают сухой осадок сточных вод и измельченный пластик, при прохождении вдоль реактора масса нагревается, пластифицируется и экструдирована с получением изделия нужного профиля [8]

Недостатком данного способа является то, что он также не может быть применен для переработки влажных твердых бытовых отходов, поскольку не предусматривает удаление влаги из перерабатываемой массы.

При получении композиционного материала из отходов, заключающемся в том, что органические отходы и пластик подвергают измельчению, перемешиванию и термической обработке с получением однородной массы, затем подвергают полученную массу воздействию повышенного давления и повышенной температуры и осуществляют формование полученного материала, согласно изобретению в качестве органических отходов и пластика используют органическую часть твердых бытовых отходов (ТБО) с содержанием влаги до 50%, измельчение, перемешивание и термическую обработку отходов (при 20-150°C, нагреве смеси до 80-300°C и формовании в камере под давлением от 5 до 1500 кг/см²) проводят одновременно в пре-реакторе, в котором также осуществляют испарение влаги и гранулирование массы при температуре 60-180°C, полученной за счет трения механических элементов пре-реактора и массы, а воздействие на гранулированную массу повышенной температуры и повышенного давления и формование полученного материала осуществляют с помощью экструдера, оборудованного нагревателем [8].

Для частных случаев реализации данной технологии существуют следующие технологические особенности:

– измельчение отходов осуществляют до размера частиц не более 5 мм, однако наилучшие результаты достигаются в случае размеров частиц в диапазоне 0,1-0,2 мм;

– используют пре-реактор, представляющий собой конусообразную емкость с расширением конуса кверху с установленной внутри емкости осью, которая связана с приводом вращения и на которой закреплены в несколько рядов подвижные инструменты - в верхней части дробящие инструменты и в нижней части режущие инструменты, а между ними на внутренней поверхности емкости закреплены неподвижные инструменты – в верхней части дробящие и в нижней - режущие инструменты с уменьшением зазоров между подвижными и неподвижными инструментами в направлении сверху вниз, при этом пре-реактор имеет отводную трубу для вывода испаряемой влаги;

– используют экструдер со шнеком, имеющим переменный шаг, уменьшающийся по направлению к экструзионной головке;

– используют органическую часть ТБО с содержанием влаги до 50 % без ухудшения качества получаемой продукции;

– используют органические отходы с примесью минеральных компонентов в количестве не более 10 % без ухудшения качества получаемой продукции;

– формование материала включает его дополнительную обработку после экструдера с помощью каландров с циркулирующей в них холодной оборотной водой [8].

Следующий способ получения композиционного материала с металлической матрицей. Готовят смесь порошка матричного металла с керамическим упрочнителем. Подвергают ее механическому легированию с получением композиционных гранул и последующей дегазации в вакууме при температуре выше температуры солидуса матричного сплава. После чего осуществляют брикетирование смеси и горячую экструзию брикетов [9].

Разработки в области строительных материалов должны быть устойчивыми и в то же время обеспечивать соотношение затрат и энергии, соответствующее современным требованиям. Добавление отходов в бетон может улучшить или ухудшить некоторые свойства материала. Поэтому часто используют комбинацию отходов или вводят в состав другие материалы, чтобы компенсировать какие-либо недостатки.

Строительные композитные материалы разрабатываются на основе новых исследований в области вторичной переработки как

инновационный вариант с экологическими, экономическими и эксплуатационными преимуществами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сулейманова Л.А., Ищенко К.М. Теплоизоляционные материалы. Формированные теплоизоляционные материалы с использованием вспученного перлитового песка и отходов его производства. – Saarbrucken, 2012.

2. Сулейманова Л.А. Энергия связи – основа конструктивных и эксплуатационных характеристик бетонов // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2007. № 9 (585). С. 91-99.

3. Сулейманова Л.А. Энергия внутренних связей в материале - основа его прочности, деформативности и сопротивляемости различным факторам // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. № 6. С. 154-159.

4. Сулейманова Л.А., Жерновский И.В., Шамшуров А.В. Специальное композиционное вяжущее для газобетонов неавтоклавного твердения // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2012. № 1. С. 39-45.

5. Сулейманова Л.А., Коломацкая С.А., Кондрашев К.Р., Шорстов Р.А. Энергоэффективные пористые композиты для зеленого строительства // В сборнике: Научно-технические технологии и инновации. Юбилейная Международная научно-практическая конференция, посвященная 60-летию БГТУ им. В.Г. Шухова (XXI научные чтения). 2014. С. 354-359.

6. Сулейманова Л.А., Лесовик В.С., Глаголев Е.С. Высокая реакционная активность наноразмерной фазы кремнезема композиционного вяжущего // В сборнике: Современные строительные материалы, технологии и конструкции. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова». Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова. 2015. С. 87-93.

7. Сулейманова Л.А., Кара К.А. Оптимизация состава неавтоклавного газобетона на композиционном вяжущем // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2012. № 2. С. 28-30.

8. Шевляков А.А., Панферов В.И., Шевляков С.А., Маркин А.П. Производство композиционных материалов с использованием вторичных отходов в качестве исходного сырья // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2011. № 5. С. 79-84.

9. Thavanayagama G., Pickering K.L., Swan J.E., Caob P. Analysis of rheological behaviour of titanium feedstocks formulated with a water-soluble binder system for powder injection moulding // Powder Technology 2015. No. 269. Pp. 227–232.

УДК 69.002.5

Постовой А.А.

Научный руководитель: Масленников С.А., канд. техн. наук, доц.
*Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ,
г. Шахты, Россия*

ПРОЦЕССЫ РАБОТЫ КРАНА ПРИ БЕТОНИРОВАНИИ КОНСТРУКЦИЙ

Современное строительство сложно представить без использования специализированной техники, благодаря которой быстро и качественно выполняется множество различных процессов. Бетонирование конструкций осуществляется с помощью бетоновозов, конвейеров, лотков, желобов, бетононасосов, кранов с применением бадей и т.д. На строительных площадках использование кранов распространенное явление, так как данная техника отлично себя зарекомендовала в процессе эксплуатации за счет многих факторов:

1. Подача смеси на высоту более 40 м и на расстояние более 150 м.
2. Подача различных строительных материалов, а не только бетонной смеси.
3. Подача литых и жестких смесей, меньшая чувствительность к размеру зерен крупного заполнителя в отличие от бетононасоса.
4. Экономичность и высокая производительность в определенных условиях.

При использовании в работе кранов, как и любой другой техники, требуется учитывать продолжительность ведения работ, так как от знания данного фактора зависит итоговый выбор техники, продолжительность и качество строительства, экономическая составляющая и т.п. В связи с этим разработаны различные формулы для определения продолжительности рабочего цикла крана [1-5], которые учитывают отдельные процессы, влияющие на продолжительность бетонирования конструкций. В одном из моих ранних исследований [6], я приводил несколько формул, с последующим выполнением их сравнительного анализа, результаты которого показали необходимость разработки новой формулы, с целью повышения точности определения рабочего цикла крана. Это связано с

тем, что в существующих формулах не учитывается полный комплекс процессов работы крана, от которых также зависит итоговое значение продолжительности бетонирования конструкции.

В связи со сказанным выше, целью данного исследования является разработка математической модели рабочего цикла крана при бетонировании конструкций. Разработанная модель позволит с большей точностью определять итоговую продолжительность бетонирования различных конструкций, за счет наиболее полного учета процессов работа крана.

На первом этапе исследования осуществлялся поиск информации, касающийся работы крана с бадьей при бетонировании конструкций. Данная задача выполнялась с целью получения более подробного описания состава процессов работы техники, так как для разработки математической модели, требовалось получение полного объема операций, оказывающих влияние на итоговую продолжительность работы крана. Исходя из результатов полученных данных, была сформирована схема (рисунок 1), отражающая процессы, влияющие на продолжительность рабочего цикла крана с бадьей при бетонировании конструкций.

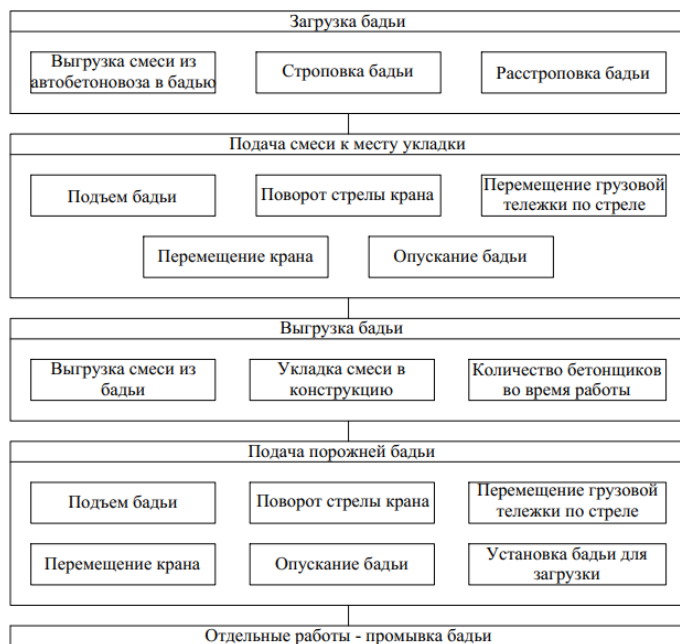


Рис. 1 Процессы, влияющие на продолжительности цикла работы крана

Схема, представленная выше, подходит для расчета продолжительности цикла работы стреловых, автомобильных, гусеничных и башенных кранов. Процесс, соответствующие перемещению грузовой тележки характерен для башенных кранов, для остальных учитывается вылет стрелы. Процесс, учитывающий перемещение крана, подразумевает переезд с одной точки бетонирования на другую.

Следует отметить, что промывка бадьи не осуществляется после каждого цикла, данная операция проводится периодически, не менее одного раза в смену и при перерывах в работе более 1 ч. Бадья промывается и очищается, так как нельзя допускать образование корки затвердевшего бетона на внутренней поверхности бадьи.

На втором этапе исследования осуществлялся поиск источников, в которых приводились формулы для расчета продолжительности бетонирования конструкции краном с бадьей. В ходе поиска новых формул не было обнаружено, найдены лишь те, которые ранее приводились в исследовании [6]. В связи с этим, дальнейшая разработка модели велась на основе найденных формул и приведенной информации в технологических картах.

Как было проанализировано в ранних исследованиях, каждая формула имеет свои достоинства и недостатки, которые отражены в таблице. Первый столбик показывает номер формулы, второй и третий соответственно достоинства и недостатки.

Таблица – Достоинства и недостатки формул рабочего цикла крана

№	Достоинства	Недостатки
1	2	3
1	<p>1) Учитывается наибольшее число факторов, по сравнению с другими.</p> <p>2) Введен коэффициент совмещения операций при работе в груженом и порожнем состоянии.</p> <p>3) Учитывается время маневрирования крана при установке бадьи для последующей загрузки.</p>	<p>1) Не приводятся дополнительные формулы для нахождения величин.</p> <p>2) Не были найдены значения коэффициентов.</p> <p>3) Не приводится более детального пояснения входящих факторов в данную величину.</p> <p>4) Отсутствуют величины, учитывающие время на строповку, расстроповку бадьи и укладки бетонной смеси в конструкцию.</p>

2	1) Учитывается время строповки и расстроповки бадьи. 2) Учитывается время укладки бетонной смеси в конструкцию. 3) Приводится расшифровка формулы учитывающей время подачи краном бадьи с бетонной смесью в блок бетонирования.	1) Учитывается небольшое количество факторов. 2) Не приводится методики определения данной величины.
3	1) Приводится расшифровка формулы времени подъема и опускания бадьи.	1) Учитывается небольшое количество факторов.
4	1) Учитывается время строповки бадьи. 2) Учитывается количество бетонщиков в зоне укладки и норма времени укладки бетонной смеси.	1) Учитывается небольшое количество факторов.
5	1) Учитывает технические параметры крана и объемов работ объекта бетонирования. 2) Учитывает уменьшение скорости перемещение бадьи в начале подъема и при опускании. 3) Есть коэффициент, учитывающий совмещение операций при работе крана. 4) Учитывается большое количество факторов.	1) Не учитывается ряд величин.

Исходя их результатов проведенного анализа, каждая из существующих формул имеет свои достоинства и недостатки, и в целом структура формул идентична и отличается степенью детализации и числом учитываемых факторов, влияющих на продолжительность цикла работы крана. В связи с этим требуется модель, позволяющая совместить в себе все достоинства существующих формул, с наименьшим количеством недостатков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Телешев В.И., Ватин Н.И., Марчук А.Н. Производство гидротехнических работ. Часть 1: учеб. для вузов. М.: Издательство

Ассоциации строительных вузов. 2020. 430 с.

2. Подача бетонной смеси кранами и подъемниками / arhplan.ru: [сайт], 2018. – URL:clck.ru/TPGzq (дата обращения: 09.08.2022).

3. Доставка, подача и укладка бетона / mydocx.ru: [сайт] – URL:mydocx.ru/8-21535.html (дата обращения: 09.08.2022).

4. Подбор машин и механизмов для бетонных работ / studwood.ru: [сайт] – URL:clck.ru/TPCAf (дата обращения: 09.08.2022).

5. Галузин В.М. Бетонирование массивных фундаментов: Методические указания. СПбГТУ: Кафедра технологии, организации и экономики строительства. Инженерно-строительный факультет. 2002. 23с.

6. Постовой, А. А. Анализ методик расчета продолжительности подачи бетонной смеси кранами в бадьях / Актуальные проблемы современной науки: взгляд молодых: сборник трудов X Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых // Челябинск: Южно-Уральский технологический университет, 2021. С. 762-770.

УДК 691.408.2

Разумовский Д.В.

***Научный руководитель: Фролов Н.В., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия***

ПРИЧИНЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ НАРУШЕНИЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ КОНСТРУКЦИЙ ФУНДАМЕНТОВ

Гидроизоляция фундамента является необходимым условием при возведении зданий и сооружений, от качества ее устройства напрямую зависит надежность и долгосрочность эксплуатации фундамента, как правило, и всего здания в целом. Нарушение технологии по устройству гидроизоляции фундаментов соприкасающихся с грунтом, приведет к дальнейшей коррозии. Протекающие коррозионные процессы могут быть не заметны на ранних стадиях, что усугубляет дальнейшую эксплуатацию здания. Достаточно не большого количества влаги, взаимодействующего с поверхностью внешней стенки фундамента, которая за счет капиллярного давления проникнет в тело железобетонной конструкции, что пагубно отразится на состоянии стальной арматуры. Поэтому уже на этапе нанесения гидроизоляции на фундамент необходимо предусмотреть возможные повреждения ее целостности [1], [3], [6].

На данный момент появилось достаточное количество гидроизолирующих материалов, позволяющих надежно защитить от проникающей способности влаги к поверхности стены фундамента, но при этом следует помнить, что большее количество существующих зданий было построено согласно нормам и требованиям прошлого века, как следствие и материалы, такие как рубероид или битумная мастика, если и имели достаточный ресурс, то он уже почти себя исчерпал. Отличия в составах или методах устройства гидроизоляций, при их нарушении приводит к одному результату, поэтому одинаково важно как можно раньше предупредить случай коррозии железобетонной конструкции.

Наиболее распространенная причина отказа гидроизоляции допускается еще на стадии ее устройства на фундамент. Подготовка поверхности имеет решающее значение для достижения безупречной отделки, но нехватка времени или не компетентность кадров являются причиной следующих возможных ошибок: выбранный материал не отвечает требованиям которые необходимо выполнять для конкретного места строительства, выбор материала срок службы которого меньше срока службы защищаемого здания, ошибки в оценках воздействия влаги на гидроизоляцию (частота, сила, длительность), с целью экономии выбрать менее качественный материал или объем гидроизоляции принять меньше требуемого, если например речь идет об обмазочном способе нанесения. Так же предполагаемые повреждения могут быть следствием техногенного характера, а именно, случайное повреждение механическим воздействием со стороны рабочего персонала.

Отступ от технологических требований по работе с выбранным материалом приводит к тому, что технология монтажа нарушается, проявляется это в несоблюдении температурного режима, плохо подготовленной поверхности, не устраненные неровности или не должным образом была очищена поверхность на которую наносят гидроизоляцию. Так же, остаточная влага в фундаменте может ухудшить адгезию, что так же скажется на качестве выполняемой работы. Остаточная влага вызывает разрушение клея или разрыв гидроизоляционного материала, что является наиболее распространенной причиной разрушения гидроизоляции [3], [4].

Часть повреждения гидроизоляции и проникание влаги в помещения происходят в наиболее уязвимых местах конструкций: сопряжениях гидроизоляции с коммуникациями, трубами, воронками, надстройками; сопряжениях горизонтальной и вертикальной гидроизоляции; соединениях гидроизоляции из разных материалов;

стыках сборных бетонных и железобетонных конструкций; швах сборных и монолитных бетонных и железобетонных конструкций и др.

Также гидроизоляция может разрушаться в следствии усадки фундамента, что сопровождается движением швов в его конструкции или его деформации, в таком случае гидроизоляция прочно закрепленная на нем не может благополучно воспринимать растягивающие нагрузки и чаще всего происходит разрыв гидроизоляционного полотна. Это случается при неправильно выполненной экспертизе грунта или отсутствии дренажа, который отводил бы избыточную влагу от фундамента. Ещё одна из возможных причин отказа гидроизоляции, изменение уровня грунтовых вод [5].

Перечисленные, возможные причины, разрушения или отказ гидроизоляции в итоге приведут здание к некоторым ситуациям, затрудняющим его эксплуатацию. Так, например, при наличии капиллярной влаги в теле фундамента, на его внутренней стороне будут образовываться мокрые пятна, которые будут приводить внутреннюю отделку в неудовлетворительное состояние и возможное частичное обрушение бетона. При таком случае велика вероятность коррозии арматуры в фундаменте, что на прямую отразится на его несущие способности и приведет к восстановлению не только внешнего слоя гидроизоляции, но и усилению части фундамента. Если фундаментная стена дала трещину и гидроизоляция не просто пропускает капиллярную влагу, но позволяет прониканию большего количества воды, то однозначно цокольный этаж будет подвергаться подтоплению. Проникновение влаги внутрь здания, в большей или меньшей степени, может спровоцировать появление плесени, что не благоприятно может отразиться на здоровье людей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гидроизоляция подземных частей зданий и сооружений: учебное пособие для студентов строительных специальностей // Спб. Гос. Архит. – строит. унт. – СПб. 2007. – 53 с.

2. Основания, фундаменты и подземные сооружения// М. И. Горбунов – Посадов, В. А. Ильичев, В. И. Крутов и др. ; Под общей редакцией Е. А. Сорочана и Ю. Г. Трофименкова. – М.: Стройиздат. 1985 – 480 с.

3. Солонев Г.Г., Леникова Д.В. Печеникин А.В., Артеменко М.О. Основные причины появления воды в подвалах зданий и рекомендации по ее удалению // Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации. Сборник

статей XLI Международной научно-практической конференции. – Пенза: Наука и Просвещение, 2021. – С. 322-324.

4. Солонов Г.Г., Леникова Д.В. Печеникин А.В., Артеменко М.О. Основные этапы устройства надежной и эффективной отмотки // Новые научные исследования. Сборник статей Международной научно-практической конференции в 2 ч. – Пенза: Наука и Просвещение, 2021. – С. 194-196.

5. Степанова Валентина Федоровна, Розенталь Николай Константинович, Чехний Галина Васильевна. Актуализация свода правил 28.13330.2017 "Защита строительных конструкций от коррозии" // Промышленное и гражданское строительство. – 2018. – №3. – С. 19-25.

6. Косухин М. М., Косухин А. М., Коржова Ю. Энергоэффективный фундамент для коттеджного строительства // В сборнике: Наука и инновации в строительстве. Сборник докладов Международной научно-практической конференции (к 165-летию со дня рождения В.Г. Шухова). 2018. С. 171-176.

УДК 69

Рыженков Е.Н.

*Научный руководитель: Крючков А.А., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ИССЛЕДОВАНИЕ НДС СЖАТО-ИЗГИБАЕМЫХ СТЕРЖНЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, УСИЛЕННЫХ СТАЛЬНОЙ ОБОЙМОЙ: СУТЬ ПРОБЛЕМЫ И ОБОСНОВАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Современная практика проектирования и строительства зданий тесно связана с реконструкцией, модернизацией или ремонтом существующего жилого и производственного фонда. В последнее время их объёмы настолько возросли, что стали сравнимыми с объёмами «нового» строительства. Подобное положение может быть вызвано одной или несколькими из причин: необходимостью сохранения исторических объектов, необходимостью увеличения этажности в условиях тесной городской застройки, конструктивными ошибками на стадии проектирования, отклонениями от проекта на стадии изготовления или возведения конструкций здания, необходимостью перепланировки помещений, повреждениями или просто износом конструкций.

В ряде случаев при реконструкции, модернизации или ремонте зданий требуется повышение, либо восстановление несущей способности конструкций путём их усиления.

К числу наиболее ответственных конструкций, подлежащих усилению, относятся сжатые элементы – внецентренно нагруженные железобетонные колонны здания.

Усиление железобетонных колонн возможно производить различными способами. Однако одним из наиболее эффективных является способ увеличения площади поперечного сечения с применением железобетонной обоймы. Данный способ усиления за многолетний опыт использования зарекомендовал себя как один из наиболее надёжных способов ввиду ряда причин: снижение гибкости элемента, возможность обеспечения совместности работы усиливаемого элемента и обоймы конструктивными мероприятиями, высокая огнестойкость, стойкость к агрессивным средам, стойкость к механическим повреждениям, низкая себестоимость, высокая долговечность.

Принцип работы усиленного элемента в значительной степени отличается от работы обычного сжатого элемента. Поэтому при расчёте подобных конструкций необходимо учитывать ряд немаловажных факторов. Наиболее важными факторами являются: различие в физико-механических характеристиках усиливаемой колонны и обоймы, наличие напряжённого состояния до усиления, податливость контактного шва, явления ползучести и усадки бетона, эффект обоймы, наличие повреждений и дефектов в усиливаемой колонне.

На сегодняшний день известны много работ [3]...[12] направленных на исследование усиленных железобетонных элементов. Однако- следует отметить, что по данному направлению исследований нет единого подхода к расчёту сжатых элементов, усиленных железобетонной обоймой. Недостаточность исследований и отсутствие нормативной базы в этой области затрудняет использование железобетона, для усиления, либо приводит к существенному перерасходу материалов, а в ряде случаев к появлению малонадёжных решений. Всё это свидетельствует о недостаточности научных работ в данной области и необходимости выполнения дополнительных исследований.

Таким образом, исследования усиленных обоймой внецентренно сжатых железобетонных элементов является актуальным направлением исследований.

Целью планируемой работы является теоретические и экспериментальные исследования НДС сжато-изгибаемого элементов,

усиленных железобетонными обоймами, методика определения НДС элемента, с учетом уровня напряжений до усиления и степени включения в совместную работу.

В результате выполнения работы, планируется сделать многофакторные численные исследования усиленных элементов в расчётных комплексах, основанных на методе конечных элементов. Данные исследования позволят численно оценить НДС элементов, определить особенности работы усиленных элементов. Будут определены оптимальные соотношения эксцентриситета к высоте поперечного сечения (h) (рис.1) и оптимальное соотношение площади поперечного сечения обоймы к площади усиливаемого элемента; выявлено влияние поперечного армирования на несущую способность усиленного элемента; произведена оценка влияния усадки бетона обоймы на НДС усиленного элемента. На основании выполненных численных исследований и анализа существующих теоретических исследований планируется определить факторы для дальнейшего выполнения физического эксперимента.

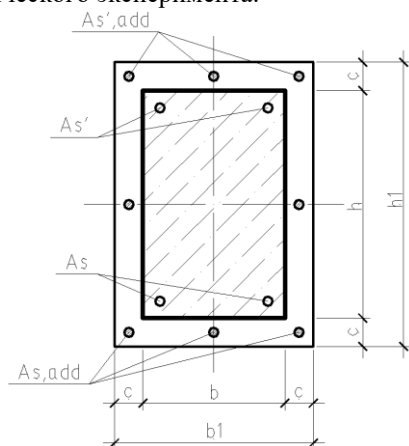


Рис. 1 Усиление колонны железобетонной обоймой.

Также планируется выполнить экспериментальные исследования внецентренно сжатых элементов, усиленных железобетонной обоймой. В качестве основных варьируемых факторов приняты: толщина обоймы, поперечное армирование обоймы, наличие шпонок в контактном шве, наличие нагельной арматуры в контактном шве. Будут выявлены мероприятия, которые обеспечивают максимальную несущую способность усиленных элементов.

Итогом будет разработка методики расчёта прочности и деформативности усиленных ЖБ сжато-изгибаемых элементов с различным содержанием поперечной арматуры в обойме, шпонок и т.д.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Смоляго Г.А., Корсунов Н.И., Крючков А.А., Луценко А.Н. Деформативность стержневых железобетонных изгибаемых элементов // Промышленное и гражданское строительство. 2007. № 8. С. 38-39.

2. Пупынин Ю.Г., Крючков А.А. Исследование напряженно-деформированного состояния каменных и армокаменных конструкций с малыми эксцентриситетами // В сборнике: Проектирование и строительство. Сборник научных трудов 5-й Международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров. Редколлегия: С.В. Дубраков (отв. ред.) [и др.]. Курск, 2021. С. 110-111.

3. Гроздов В.Т., Теряник, В.В. О прочности и деформативности колонн, усиленных обоймами // Известия ВУЗов. Строительство и архитектура. 1989. № 3. С. 8-10.

4. Борисов А.О., В.В. Теряник. Усиление сжатых железобетонных колонн обоймами // Жилищное строительство. 2010. №2. С. 24-25.

5. Блишников Деформативность составных железобетонных элементов при косом выеяцентрином сжатии: Дис. . канд. техн. наук : 05.23.01. Орёл. 2008.142 с.

6. Бондаренко С.В., Санжаровский Р.С. Усиление железобетонных конструкций при реконструкции зданий. М. : Стройиздат. 1990. 352 с.

7. Дворников В.М. Прочность и деформативность внецентрично сжатых усиленных под нагрузкой железобетонных элементов : Дис. . канд. техн. наук: 05.23.01. Курск. 2003. 222 с.

8. Митрофанов В.ГТ. О трактовке понятия "Чистый срез" для бетона // Совершенствование расчётов прочности элементов бетонных, железобетонных и каменных конструкций : сборник научных трудов. Полтава.: Полт. НТУ. 2007. С. 50-62.

9. Пособие к проектированию каменных и армокаменных конструкций (к СНиП 11-22-81). М. : ЦИТП Госстроя СССР. 1989. 152 с.

10. Проектирование и изготовление сборно-монолитных конструкций. Киев : Бушвельник. 1975. 191 с

11. Сконников А.В. Расчёт железобетонных стержневых конструкций при усилении: Автореф. дис.: канд. техн. наук : 05.23.01. Л. 1991. 25 с..

12. Фардиев Р.Ф. Оценка напряжённо-деформированного состояния сжатого элемента, усиленного железобетонной обоймой // Проблемы современного строительства: Сборник научных трудов. Пенза. 2009. С. 163-168.

УДК 622.691.4

Сардина В.С.

*Научный руководитель: Ефремова Т.В., канд. техн. наук, доц.
Институт архитектуры и строительства Волгоградского государственного
технического университета, г. Волгоград, Россия*

ОСОБЕННОСТИ УКЛАДКИ ПОЛИЭТИЛЕНОВОГО ГАЗОПРОВОДА «ЗМЕЙКОЙ»

Природный газ является одним из основных видов топлива для газификации как промышленных, так и бытовых объектов. Первостепенной задачей при эксплуатации сетей газораспределения является обеспечение требований безопасности, а также обеспечение энергоэффективности систем. При проектировании подземных газопроводов рекомендуется предусматривать полиэтиленовые трубы, за исключением случаев, когда по условиям прокладки, давлению и виду транспортируемого газа эти трубы применить нельзя [1].

Полиэтиленовые газопроводы обладают рядом преимуществ:

- долговечность при эксплуатации - гарантийный срок 50 лет, прогнозируемый срок службы - 100 лет;
- экономическая эффективность. Стоимость полиэтиленовых труб и монтажных элементов для них – фитингов (отводов, патрубков, муфт и т.д.)
- значительно ниже стоимости изолированных стальных элементов и труб;
- отсутствие коррозии, в отличие от стальных труб;
- гибкость полиэтиленовых труб позволяет выполнять углы поворота естественным изгибом, что сокращает применение дополнительных отводов;
- небольшой вес, что значительно облегчает и ускоряет транспортировку и монтаж газопроводов из полиэтилена;
- пропускная способность полиэтиленовой трубы со временем не уменьшается, а остается высокой благодаря гладкой внутренней поверхности и отсутствию отложений;
- простота утилизации и возможность вторичной переработки.

Полиэтиленовые трубопроводы имеют значительное тепловое расширение при возрастании температуры. Опасность данного явления состоит в возможности появления на трубопроводе синусоидальных деформаций и в вырывании трубы из стыков и креплений. Для предотвращения последствий теплового расширения полиэтиленовый газопровод рекомендуется укладывать в траншею «змейкой» или естественным изгибом.

Тепловое расширение полиэтиленовых труб характеризует значение коэффициента линейного расширения:

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_1 \cdot \Delta t}, \quad (1)$$

где Δl – удлинение трубопровода, м;

l_1 – первоначальная длина трубы, м;

Δt – разница значений между максимальным и минимальным значением температур рабочей среды, °С [2].

Транспортировку, разгрузку и погрузку труб производят при температуре наружного воздуха не ниже минус 20 °С. Допускается разгрузку, погрузку и транспортировку труб производить при температурах не ниже минус 40 °С; при этом избегают резких рывков и ударов [3]. Данные требования также распространяются и на соединительные детали.

Засыпку газопровода рекомендуется производить при температурах окружающего воздуха, близких к температуре эксплуатации [4].

Неограниченное линейное расширение трубопроводов не приводит к возникновению в теле трубы напряжений, способствующих ее разрушению. Но если трубопровод неподвижен, то в его теле возникают осевые и тангенциальные напряжения. Величина осевых напряжений не зависит от длины трубопроводов и равна:

$$\sigma_0 = E \cdot \alpha(t_3 - t_M), \quad (2)$$

где E – модуль упругости полиэтилена, МПа; t_3 – максимальная температура, при которой может эксплуатироваться трубопровод, °С; t_M – температура, при которой заканчивался монтаж трубопровода, °С.

Если $t_3 > t_M$, длина трубопровода увеличивается, если $t_3 < t_M$, – уменьшается, при $t_3 = t_M$, трубопровод не меняет своей длины.



Рис. 1 Укладка газопровода «змейкой»

Для определения минимального радиуса изгиба полиэтиленового газопровода необходимо определить SDR трубы - стандартное размерное отношение номинального наружного диаметра к номинальной толщине стенки. Данное отношение определяют по давлению в газопроводе, марке полиэтилена и коэффициенту запаса прочности по формуле (3):

$$SDR = \frac{2 \cdot MRS}{MOP \cdot C} + 1, \quad (3)$$

где *MRS* - показатель минимальной длительной прочности полиэтилена, использованного для изготовления труб и соединительных деталей, МПа; *MOP* - рабочее давление газа, МПа, соответствующее максимальному значению давления для данной категории газопровода, МПа; *C* - коэффициент запаса прочности, выбираемый в зависимости от условий работы газопровода.

Полиэтиленовые трубы и соединительные детали должны изготавливаться из полиэтиленов наименований ПЭ 80 и ПЭ 100 с минимальной длительной прочностью соответственно 8,0 и 10,0 МПа [5].

В зависимости от температуры прокладки газопровода и *SDR* минимальные радиусы изгиба труб из полиэтилена приведены в (таблица 1) по [6].

Таблица 1 – Минимально допустимые радиусы изгиба труб из ПЭ в зависимости от наружного диаметра трубы

Стандартное размерное отношение	Минимальные радиусы изгиба труб при температуре прокладки		
	0 °C	10 °C	20 °C
SDR41	125d	85d	50d
SDR33			
SDR26	75d	50d	30d
SDR21			
SDR17,6	50d	35d	20d
SDR17			
SDR13,6			
SDR11			

Свойства полиэтилена как материала для подземной прокладки газопровода делают его наиболее оптимальным при выборе проектных решений газораспределительных систем. Прокладка полиэтиленового газопровода позволяет осуществить строительство с наименьшими

экономическими и трудовыми затратами за краткий срок. Вместе с тем, необходимо учитывать важную особенность полиэтилена – коэффициент линейного расширения – и с учетом расчетных параметров производить необходимую компенсацию полиэтиленовых газопроводов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 42-103-2003. Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов. М.: ЗАО "Полимергаз", 2003.

2. СП 40-102-2000. Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Екатеринбург: "СантехНИИпроект", 2011.

3. СП 42-101-2003. Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб. М.: ЗАО "Полимергаз", 2003.

4. Шурайц А. Л., Каргин В. Ю., Недлин М. С. Подземные полиэтиленовые газопроводы. Проектирование и строительство. Саратов: ООО «При-волжск. Изд-во», 2012.

5. Проектирование систем газораспределения населенных пунктов: методические указания к курсовому и дипломному проектированию / сост. Е.Е. Мариненко, Т.В. Ефремова, Л.А. Журилова, П.П. Кондауров. Волгоград: ВолгГАСУ, 2007.

6. Проектирование и монтаж трубопроводов из полиэтилена. Инструкция/ под ред. к.т.н., с.н.с. Добромыслова А.Я.: ИКАПЛАСТ, Санкт-Петербург, 2006.

УДК 678.8

Се Ди, Чесноков И.А.

Научный руководитель: Сулейманова Л.А., д-р техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА КЛЕЕВЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ПОЛИУРЕТАНА

Полиуретаны (ПУ) представляют одну из наиболее динамично развивающихся областей промышленности. Ежегодный выпуск этих полимеров в мире увеличивается в среднем на 5 % и по прогнозу на 2022 г. составит 33 млн. т. Интерес производителей прежде всего связан с

универсальностью ПУ, на основе которой возможно изготовление газонаполненных материалов, монолитных эластомеров и пластмасс, герметиков, волокон, клеев и лакокрасочных композиций. Высокие темпы производства и потребления. Наиболее эффективно применение полиуретана при возведении строительных конструкций из кирпичных, пено-, газобетонных и других ячеистых блоков в качестве вяжущего раствора с высокой энергетической эффективностью [1-4]. ПУ приводят к накоплению значительных количеств технологически неизбежных отходов и изделий, вышедших из эксплуатации. Поэтому все более значимой целью становится необходимость переработки отходов ПУ и их возврата в промышленное производство.

Как полимерный материал, полиуретан обладает способностью к пенообразованию, эластичностью, износостойкостью, адгезией, устойчивостью к низким температурам, устойчивостью к растворителям, устойчивостью к биологическому старению, поэтому он играет важную роль в строительстве благодаря своим превосходным физико-механическим свойствам. В процессе синтеза полиуретана в качестве жестких сегментов используют изоцианат и отвердитель, а в качестве мягких – полиэфирные полиолы. В соответствии с различными стандартами полиуретан имеет множество методов классификации [5].

По структуре мягких сегментов полиуретан можно разделить на три типа в соответствии с различными группами: полиэстер, полиэфир и бутадиев.

В соответствии со структурой жестких сегментов и различным сырьем, используемым для удлинения цепи полиуретана, можно разделить на полиуретан уретанового типа, полученный реакцией удлинения цепи диола, и полиуретан мочевино-уретанового типа, полученный реакцией удлинения цепи диамина.

Согласно классификации молекулярной структуры, по количеству функциональных групп в молекулярной структуре полиуретаны можно разделить на два типа: корпусной и линейный [5].

Существует много видов полиуретанов, имеющих разный внешний вид, а также разную прочность. Основная причина влияния на эти свойства заключается в том, что сырье для мягких и твердых сегментов синтетического полиуретана различно.

Рассмотрим влияние жестких сегментов на свойства полиуретана. Изоцианат в основном влияет на термодинамические свойства и жесткость полиуретана. Молекулярное расположение ароматических (с бензольным кольцом) диизоцианатов очень упорядочено, и метиловый эфир аминокислоты образуются в реакции и могут создавать межмолекулярную структуру. Образует сильное сцепление,

подготовленный полиуретан на водной основе и полиуретановый эластомер обладают хорошими термодинамическими и механическими свойствами. Алифатические (без бензольного кольца) диизоцианаты имеют меньше водородных связей, поэтому получаемый полиуретан имеет плохую стойкость к термическому окислению. [6].

Атомы углерода с двойными связями в середине изоцианатов имеют большое напряжение, а группы $-NCO$ на обоих концах сильно ненасыщены. Изоцианаты реагируют с влагой воздуха и обладают высокой активностью. Они также очень склонны к нуклеофильным и электрофильным реакциям, C^+ и N^- и O^- , C^+ легко атакуются нуклеофилами, что приводит к нуклеофильной реакции, в то время как N^- и O^- легко атакуются электрофилами, что приводит к электрофильной реакции [5].

Удлинитель цепи (отвердитель) в основном влияет на механические и реологические свойства полиуретана. Различные удлинители цепи имеют разные реакции из-за разной температуры реакции и времени процесса реакции, что приводит к разным химическим связям, разной полярности и механическими свойствами, а также реологическим свойствам конечного полиуретана. Кроме того, при добавлении аминного удлинителя цепи в процесс получения полиуретана реакция будет давать очень активную мочевиновую связь.

Рассмотрим влияние мягкого сегмента на свойства полиуретана. Мягкий сегмент в основном влияет на кристалличность, морозостойкость, водостойкость и теплостойкость полиуретана. Обычно используемые материалы для мягких сегментов включают полиэфир, полиэфирный спирт и т. д. [6].

Общность мягких и жестких сегментов влияет на соотношение мягких и жестких сегментов в процессе синтеза полиуретана, что также влияет на характеристики полиуретана [7]: увеличение доли мягких сегментов может улучшить термическую стабильность полиуретана, но в определенной степени температура стеклования и модуль упругости будут снижены. Увеличение доли твердых сегментов улучшит механические свойства полиуретана, но в определенной степени снизит пластичность полиуретана.

Также существует влияние и других факторов. Физическое сшивание молекул полиуретана будет производить водородные связи, а водородные связи в основном существуют в группах, содержащих атомы азота, кислорода и водорода. Хотя сила водородных связей меньше, чем сила связи, количество водородных связей больше, и эффект физической сшивки будет влиять на прочность материала. Когда внутреннее молекулярное сшивание полиуретана усиливается,

модуль упругости полиуретана значительно увеличивается, а набухание и удлинение уменьшаются; если внутреннее молекулярное сшивание полиуретана слишком сильное, это будет контрпродуктивно и производительность полиуретановых материалов уменьшится [8].

Размер молекулярной массы будет влиять на механические свойства, удлинение при разрыве и твердость полиуретана. О том, являются ли механические свойства полиуретана превосходными, можно судить по молекулярной массе полиуретана; температура реакции в основном влияет на молекулярную структуру, которая, в свою очередь, влияет на свойства полиуретана. Разная температура реакции при синтезе полиуретана приведет к разной регулярности молекулярной структуры полиуретана.

Метод синтеза полиуретана на водной основе, полиуретанового материала на водной основе относится к введению гидрофильных групп в процесс синтеза полиуретана, так что мицеллы полимера стабильно существуют в воде. В полиуретане на водной основе вода существует в виде непрерывной фазы. В процессе испарения воды происходит разрыв эмульсии, частицы латекса накапливаются друг с другом, вода полностью испаряется, а эмульсия затвердевает с образованием пленки.

По размеру частиц полиуретаны на водной основе можно разделить на три категории:

1. Дисперсия: дисперсия прозрачна, средний размер частиц менее 10 нм.
2. Эмульсия: Внешний вид эмульсии белый, размер частиц превышает 100 нм.
3. Водный раствор: размер частиц водного раствора составляет менее 1 нм, а внешний вид более прозрачен [9].

В зависимости от положительного и отрицательного заряда гидрофильного удлинителя цепи полиуретаны на водной основе делятся на анионные, катионные и неионогенные полиуретаны на водной основе. В зависимости от мономеров, используемых для синтеза полиуретанов, полиуретаны на водной основе делятся на полиэфирные, полиэфирные и гибридные полиуретаны на водной основе.

Конечные продукты из полиуретана сохраняют свою структуру без разрушения и усадки, когда скорость распространения цепи и скорость выдувания сбалансированы. Это гарантирует, что газ эффективно улавливается ячейками ПУ, а стенки ячеек приобретают достаточную прочность. Для установления оптимального баланса между двумя реакциями используют катализатор или комбинацию катализаторов. Кроме того, наличие катализатора важно для обеспечения полноты реакции в конечных продуктах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сулейманова Л.А. Высококачественные энергосберегающие и конкурентоспособные строительные материалы, изделия и конструкции // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 9-16.
2. Сулейманова Л.А., Ерохина И.А., Сулейманов А.Г. Ресурсосберегающие материалы в строительстве // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2007. № 7 (583). С. 113-116.
3. Сулейманова Л.А., Сулейманов А.Г., Ерохина И.А. Общая закономерность получения материалов с высокими качественными показателями // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2006. № 15. С. 155.
4. Гладков Д.И., Сулейманова Л.А. Физико-химические основы строительного материаловедения // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2005. № 9. С. 68-72.
5. Дмитриенко С.Г., Апяри В.В. Пенополиуретаны: Сорбционные свойства и применение в химическом анализе. – М: КРАСАНД, 2010. 264 с.
6. Горшков, А.С., Никифоров Е.С., Ватин Н.И. Инновационная технология возведения стен из газобетонных блоков на полиуретановый клей // Технологии бетонов. 2015. № 9-10. С. 50-55.
7. Повышение теплотехнической однородности стен из ячеистобетонных изделий за счет использования в кладке полиуретанового клея / А. С. Горшков, Г. И. Гринфельд, В. Е. Мишин [и др.] // Строительные материалы. 2014. № 5. С. 57-64.
8. Lv Pei. Research on the enhancement and performance of polyurethane/ultrafine down powder composite film [D]. Wuhan: Wuhan Textile University, 2019.
9. Горайнов. Г.И., Саракуз О.Н. Полиуретановый клей с повышенной термостойкостью // Сб. трудов. Тезисы докладов 11 международной научнотехнической конференции: Современные достижения в области клеев и герметиков: материалы, сырье, технологии». Держинск, 2016, С. 140-142.

Сиделин В.Э., Юрченко Э.В.

*Научный руководитель: Панченко Л.А., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия.*

ПРЕДЕЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ БЕТОНА, АРМИРОВАННОГО ВОЛОКНАМИ

Пределное состояние материала сочетается с качественным изменением его свойств. Этому состоянию соответствуют начало разрушения в виде появления трещин для хрупкого материала и появление остаточных деформаций для пластического материала.

В первоначальных исследованиях вполне естественным был вопрос о том, на какой площадке деформируемого тела и при каких напряжениях возникает предельное состояние в точке. Как известно, при одноосном напряженном состоянии или чистом сдвиге этот вопрос решается опытным путем.

При плоском и пространственном напряженных состояниях такой путь становится проблематичным из-за неисчерпаемого числа вариантов состояний деформирования.

На смену основополагающему влиянию напряженно-деформированного состояния на предельное состояние материала пришло представление о разрушении как процессе, происходящем с момента создания материала. Фундаментальная роль в снижении прочности твердого тела играют трещины.

Дислокации в структурах кристаллических решеток таят в себе зародышевую микротрещину. Пластичность и разрушение как бы объединяются в единый процесс. Механика разрушения вскрывает причины снижения прочности, способы их преодоления, методы контроля материалов в процессе производства и их функционирования в составе несущих конструкций.

Не менее важны критерии рационального синтеза материалов: слоистых, армированных, микронеоднородных композиций, оказывающих повышенное сопротивление распространению трещин.

В работах [1,2] дано техническое обоснование механизмов функционирования бетонных и железобетонных конструкций, дисперсно армированных волокнистыми композитными материалами. Важность волокон состоит в том, что они придают бетону повышенную сопротивляемость растяжению.

Как говорилось выше, к возникновению предельного состояния причастно напряжение в определенных пределах. Кроме того, раскрытие трещин требует некоторого количества внутренней энергии [3]. Для квазихрупких материалов, каким является бетон, характерна обширная область разрушения, включающая микротрещинообразование, ветвление трещины, наличие в ней перемычки, поверхностное зацепление и закрытие трещины.

Механизмы дополнительного упрочнения от наличия волокон включают их изгиб и внутреннюю энергию разрушения. Волокна требуют дополнительной энергии при их выходе или разрушении.

На начальной стадии нагружения взаимодействие между волокнами и бетоном подчиняется закону упругости с передачей напряжения посредством сдвига. С ростом нагрузки сдвиг может вызвать разрушение бетонной матрицы или отслаивание волокон. Последний фактор сопряжен с комбинацией упругих напряжений и сил трения.

Для выполнения условия совместности деформаций необходимо равенство деформаций растяжения в матрице (ε_m) в радиусе R от волокна и деформации растяжения волокна. Для сопутствующих растягивающего напряжения волокна $\sigma(x)$ и напряжения сдвига $\tau(x)$ на расстоянии x от конца волокна существуют зависимости [4]:

$$\sigma(x) = E_f \varepsilon_m \left[1 - \frac{\operatorname{ch}\beta\left(\frac{l}{2}-x\right)}{\operatorname{ch}\frac{\beta l}{2}} \right], \quad (1)$$

$$\tau(x) = \frac{1}{2} E_f \varepsilon_m \beta \frac{\operatorname{sh}\beta\left(\frac{l}{2}-x\right)}{\operatorname{sh}\frac{\beta l}{2}}, \quad (2)$$

где β – параметр, определяемый выражением:

$$\beta = \frac{\sqrt{2} G_m}{E_f r^2 \ln(R/r)}, \quad (3)$$

где r – радиус волокна; l – длина волокна; E_f – модуль Юнга волокна; G – модуль сдвига матрицы.

Максимум напряжений сдвига – на конце волокна, что подтверждают и экспериментальные исследования, хотя их результаты несколько превосходят величины, полученные по формуле (2).

В дисперсно армированном бетоне с трещинами этот максимум наблюдается в точке, в которой существует полная связь между волокном и матрицей. Когда появляется отслаивание перед

образованием трещины напряжения сдвига вычисляются как сумма сил трения вблизи трещины и величины $\tau(x)$.

П.Бартос [5] исследовал влияние длины волокна на вид разрушения бетона, армированного волокнами. В основу положены три варианта длины волокна: 1) l_c – критическая длина, за пределами которой волокно разрушается до момента его выхода из матрицы;

2) l_p – минимальная длина, необходимая для существования волокна как связи; 3) l_f – длина, при которой волокно разрывается без какого-либо отслаивания.

Возможное разрушение может иметь три варианта (σ_{fu} – предельное напряжение растяжения волокна): 1) при $l < l_p$ волокно выходит путем внезапного отслаивания ($\sigma < \sigma_{fu}$); 2) при $l_p < l < l_c$ волокно выходит при постепенном отслаивании ($\sigma < \sigma_{fu}$); 3) при $l_c < l$ волокно разрушается без отслаивания ($\sigma > \sigma_{fu}$).

Критическую длину можно выразить следующей формулой:

$$l_c = 2\sigma_{fu} \frac{A}{p\tau} \quad (4)$$

или

$$l_c = \sigma_{fu} \frac{d}{2\tau}, \quad (5)$$

где τ – средняя прочность связи на сдвиг на поверхности контакта волокна и матрицы; d , p и A – диаметр, периметр и площадь сечения волокна.

Эксперименты выявили линейную зависимость «нагрузка – скольжение» для бетона, армированного волокнами, после пика диаграммы «напряжение – деформация» для бетона. Предложены микромеханические модели, которые устанавливают напряжения выхода волокон из бетонной матрицы.

Несущая способность конструкции во времени t , обозначенная как $R(t)$, уменьшается с накоплением повреждений [6-8]. Положим, что повреждение описывается скалярной функцией времени $\psi(t)$, так, что

$$R(t) = h[\psi(t)], \quad (6)$$

где h – неотрицательная функция.

Состояние повреждения $\psi(t)$ можно описать дифференциальным уравнением

$$\frac{d\psi}{dt} = f(\psi, \sigma), \quad (7)$$

где $f(\psi, \sigma)$ – неотрицательная функция, σ – напряжение.

При рассмотрении уравнения (7) обычно используют концепцию механики разрушения, выражающую взаимосвязь уменьшения несущей способности конструкции с состоянием повреждения в виде длин трещин $a_i(t)$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Проектирование и основные положения технологий производства фибробетонных конструкций (ВСН 56-97) . М.: НТУ НИЦ «Строительство», 1997. 91 с.
2. Панченко Л.А. Строительные конструкции с волокнистыми композитами. Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. 184 с.
3. Панченко Л.А. Трещинообразование в волокнистых композитах // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2005. №10. С.421-423.
4. Reda Taha M.M., Shrive N.G. Enhancing fracture toughness of high-performance carbon fiber cement composites // ACI Materials Journal. 2001. №2. Pp.168-178.
5. Bartos P. Analysis of pull-out tests on fibers embedded in brittle matrices // Journal of Material Science, V.15. 1980. Pp. 3122-3128.
6. Панченко Л.А. Оценка влияния повреждений на несущую способность конструкций // Проблемы строительного и дорожного комплексов: Матер. II Междунар. науч.-практ. конф. Брянск, 2003. С.234-235.
7. Ржаницын А.Р. Теория расчета строительных конструкций на надежность. М.: Стройиздат, 1978. 239 с.
8. Юрьев А.Г., Панченко Л.А. Вероятностные оценки ресурса сооружения // Проблемы и перспективы развития строительства в XXI веке: Матер. Междунар. науч.-техн. конф. Магнитогорск: МГТУ, 2002. С. 43-45.

УДК 620.17

Стативко К.А.

*Научный руководитель: Чернявский О.С., ст. преп.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ИСПЫТАНИЯ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ НА УДАРНУЮ ВЯЗКОСТЬ

Металлические конструкции и изделия в процессе эксплуатации подвергаются различного рода нагрузкам. В зависимости от характера

работы, назначения и применяемых к ним нагрузок, конструкции и изделия могут быть подвержены хрупкому разрушению – быстрому расколу при образовании трещин.

Строительные конструкции, которые воспринимают динамические и вибрационные нагрузки наиболее часто расположены к хрупкому разрушению. Например, подкрановые балки, подкраново-подстропильные фермы, балки перекрытий технологических и рабочих площадок, тормозные конструкции, узлы связей по поясам ферм и другие элементы будут подвержены данным нагрузкам в процессе работы.

Хрупкое разрушение вызовет мгновенный отказ детали или элемента конструкции в условиях эксплуатации и является наиболее опасным из-за высокой скорости протекания и дальнейших аварийных последствий.

Ударная вязкость играет важную роль при оценке качества металлов и занимает особое место среди других механических характеристик. [1] Определение ударной вязкости позволяет установить склонность материала к хрупкому разрушению, определить условия возникновения хрупкого состояния, а также оценить поведение материалов в условиях эксплуатации и повышенной скорости деформирования, а также при возникновении аварийных ситуаций и связанных с ними ударных воздействий на конструкцию.

Ударная вязкость является мерой надежности материала, мерой сопротивления динамическому разрушению и определяет его способность поглощать механическую энергию в процессе эксплуатации под нагрузкой, то есть, характеризует сопротивляемость материала разрушению вследствие разрастания возникшей в месте концентрации напряжений микротрещины. [1] Микротрещина, если она не растет, может существовать достаточно долго в материале, не снижая его работоспособности. Рост трещины при низкой пластичности металла приводит к его разрушению.

Область применения данных испытаний в металлических конструкциях различна. Для определенной степени ответственности металлоконструкций применяются особые виды образцов с определенным концентратором. (рисунок 1) [2]

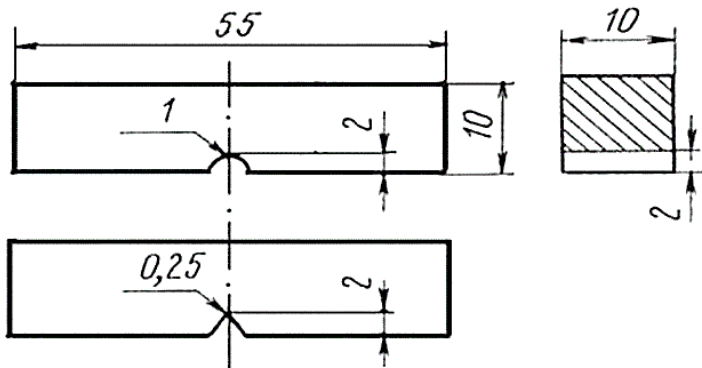


Рис. 1 Образцы с концентраторами различной формы

Согласно ГОСТ 9454-78 образцы могут иметь 3 вида надрезов следующей формы: [2]

- V-образная. Такие образцы применимы для приемосдаточных испытаний материалов и сплавов;

- U-образная. Данная форма надреза предназначена для сплавов и конструкций повышенной степени надежности;

- T-образная. Применяется для испытания образцов особо ответственных конструкций, для эксплуатации которых оценка сопротивления развития трещины имеет первостепенное значение.

Правильное нанесение надреза на образец позволяет получить наиболее достоверные результаты и спрогнозировать дальнейший срок службы элемента конструкции под нагрузкой.

Для проведения испытания используют маятниковый копр. [2] Образец должен свободно располагаться на опорах копра. Удар на образец должен приходиться со стороны противоположной концентратору, в плоскости его симметрии.

Соответственно, ударная вязкость в дальнейшем будет иметь обозначения KCV, KCU и KCT, в зависимости от формы надреза на образцах. [3] Величину ударной вязкости определяют по шкале копра или по таблицам, зная начальную потенциальную энергию маятника и затраченную энергию или по площади диаграммы нагрузка-прогиб.

Испытания на ударную вязкость имеют большое значение для материалов, работающих при низких температурах, так как снижение температуры приводит к ухудшению механических свойств. [3] Многие материалы становятся менее пластичными и даже хрупкими, то есть хладноломкими. Именно поэтому данные испытания принято проводить не только при комнатной температуре, но и при пониженной

для более точной оценки качества конструкции при эксплуатации. По результатам испытаний строят сериальные кривые, показывающие зависимость доли вязкой составляющей от температуры испытания.

Если в результате испытания образец не разрушился полностью, то показатель качества материала считается не установленным. [4] В этом случае в протоколе испытания указывают, что образец при максимальной энергии удара маятника не был разрушен. Результаты испытаний не учитывают при изломе образцов по дефектам металлургического производства.

Главным недостатком испытания на ударную вязкость считается его причастие к разрушающим испытаниям. [5] Для выполнения необходимо делать вырезку детали, что сказывается на несущей способности изделия, или вовсе делает металлоконструкцию непригодной к эксплуатации без дальнейших ремонтных работ.

В любой конструкции рано или поздно появляются трещины и микротрещины. Избежать данного фактора невозможно. Поэтому, чрезвычайно важно провести всесторонние исследования металлов и сварных соединений строительных конструкций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Металлические конструкции: учебник для студ. учреждений высш. Проф. Образования / Ю.И. Кудишин, Е.И. Беленя, В.С. Игнатьева
2. ГОСТ 9454-78 Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженных, комнатных и повышенных температурах.
3. Испытания на ударную вязкость. Электронный ресурс: URL:-<https://heattreatment.ru/ispytaniya-na-udarnuyu-vyazkost>
4. Чернявский О.С. Технические вопросы применения общей сборки при изготовлении металлоконструкций. / Наука и инновации в строительстве: сб. материалов конф. IV Международной научно-практической конференции // Белгородский гос. технол. ун-т: Изд-во БГТУ, 2020. С. 287-292.
5. Испытания материалов ударной нагрузкой. Электронный ресурс: URL:-<https://mash-xxl.info/info/5961/>

УДК 699.841

Тищенко А.Е.

*Научный руководитель: Оноприенко Н.Н., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПРОБЛЕМЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ В СЕЙСМООПАСНЫХ ЗОНАХ

Безопасность возводимых сооружений определяет безопасность жизнедеятельности человека и в настоящее время является актуальной задачей в связи с участвовавшими случаями аварий и разрушений природного и техногенного характера.

При проведении инженерных изысканий особое внимание уделяют опасным геологическим процессам и специфическим свойствам грунтов.

Опасный геологический процесс – это событие геологического происхождения или результат деятельности геологических процессов, возникающих в земной коре под действием различных природных или геодинамических факторов, или их сочетаний, оказывающих поражающие воздействия на людей, животных, растений, объекты экономики и окружающую природную среду [1].

К опасным геологическим процессам относится землетрясение – особый вид движения плит земной коры литосферы. Это выражается в волновых, упругих колебаниях, вызывающих устойчивые деформации земной коры.

По природе возникновения землетрясения бывают нескольких видов. Денудационные возникают в результате толчка из-за обрушения массива горной породы. Вулканические - при извержении вулкана. Тектонические - являются следствием тектонических процессов, происходящих в толще земная кора. Техногенные - вызываются массовыми взрывами [2].

Довольно большая часть территории нашей страны является сейсмически активной. Россия, по сравнению с другими странами мира, расположенными в сейсмоактивных регионах, в целом характеризуется умеренной сейсмичностью, однако это не исключает проблемы, возникающие при строительстве, которые связаны с обеспечением устойчивости землетрясениям сооружений, построенных в активной зоне, и безопасности людей, находящихся в них.

В европейской части России высокой сейсмичностью характеризуется Северный Кавказ, в Сибири – Алтай, Саяны, Байкал и Забайкалье, на Дальнем Востоке – Курило-Камчатский регион и остров Сахалин. Менее активны в сейсмическом отношении Верхояно-Колымский регион, районы Приамурья, Приморья, Корякии и Чукотки, хотя и здесь возникают достаточно сильные землетрясения. Относительно невысокая сейсмичность наблюдается на равнинах Восточно-Европейской, Скифской, Западно-Сибирской и Восточно-Сибирской платформ. Наряду с местной сейсмичностью на территории России [3].

В наше время интенсивно меняется архитектура зданий, а также технология их строительства: возводятся сложные и выразительные по своей структуре и объему здания повышенной этажности, массовые сооружения с широким использованием новых видов пространственных покрытий, здания и сооружения стратегического назначения и др., которые требуют повышенной сейсмической безопасности. При строительстве современных сейсмобезопасных зданий и сооружений возникают множество проблем, из которых можно выделить следующие [4]:

1. Недостаточная точность и надежность сейсмического прогноза.

Данная проблема объясняется тем, что природа сейсмической деятельности не изучена в той степени, чтобы имевшиеся знания позволяли с высокой точностью её предсказывать.

2. Критерии сейсмостойкого строительства.

В настоящее время недостаточно глубоко разработаны критерии сейсмостойкого строительства в зависимости от возможных сейсмических воздействий повышенной интенсивности, грунтовых и геологических условий, назначения зданий, необходимой сейсмозащиты, сейсмоизоляции зданий, правовых, юридических норм и др.

3. Не учёт реального риска землетрясений.

Определение сейсмического риска является основой для принятия решений по снижению рисков, что является ключевым шагом в управлении рисками.

4. Неточные результаты инженерно-геологических изысканий.

При строительстве в сейсмоопасных зонах довольно важную роль играют инженерно-геологические изыскания, ведь при возведении объектов в сейсмических районах необходимо владеть достоверной информацией о свойствах грунтов, прогнозе возможного подъема уровня грунтовых вод, о тектонических процессах на местности в целях исключения аварий построенных сооружений [5].

Выбор мероприятий или их сочетания в конкретных условиях определяется совокупностью факторов:

- характеристикой просадочной толщи (мощность, относительная просадочность, пористость, влажность, начальное давление и т.д.);
- оснащённостью строительно-монтажных организаций;
- геоморфологическими особенностями участка строительства;
- условиями застройки и т.д. [6].

Грунтовые условия влияют на повреждения зданий и сооружений в сейсмических районах, при этом основное значение имеют физико-механические свойства грунтов, характеризующие способность данного грунта воспринимать и передавать сейсмические волны, возбуждаемые землетрясением.

Установлено две главных причины влияния грунтовых условий на разрушительные последствия землетрясений.

Первая связана с динамическими характеристиками грунтов в поверхностных слоях Земли, располагающихся на коренных породах более глубинных слоев.

Вторая определяется несущей способностью самих грунтов, как показывают исследования, наличие более слабых грунтов над плотными породами приводит к увеличению интенсивности колебаний на поверхности.

Участки с активными современными тектоническими движениями и некоторыми типами тектонических структур нередко оказываются неблагоприятными для строительства. Тектоническое влияние на строительство можно разделить на активное и пассивное:

Активное влияние реализуется современными, часто опасными для строительства тектоническими и сеймотектоническими движениями разнообразных структур.

Пассивное влияние реализуется через характер дислоцированности пород и присутствие в районе строительства тех или иных тектонических структур. Это влияние может быть, как отрицательным, так и положительным [7].

Исходя из вышеописанного материала, можно сделать вывод о том, что сейсмические активности доставляют определённые сложности при строительстве, так как природа их возникновения не изучена в той степени, чтобы предотвратить их появления для избежание ущерба, к которым они могут привести. Для того, чтобы облегчить возможные последствия, на начале строительства нужно уделить должное внимание инженерно-геодезическим изысканиям, которые могут предопределить влияние грунтовых условий на последствия землетрясений и тектоническое влияние на строительство.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Оноприенко Н. Н. Учет инженерно- геологических факторов в формировании кадастровой стоимости земли // Вектор ГеоНаук. 2018 Том 1 №3. С. 73- 79.
2. Оноприенко Н.Н., Сальникова О.Н., Ашихмин П.С. Инженерная геология: учеб. Пособие. Белгород, 2021. 117 с.
3. РИА Новости, «Сейсмически опасные зоны России», 2011г, с.1 URL: <https://ria.ru/20110822/421554789.html>
4. Достанова С.Х., Токпанова К.Е., Сахи С.Г. Проблемы теории и практики сейсмостойкости зданий и сооружений с.2-3
5. Оноприенко Н.Н., Перспективы развития инженерных изысканий для индивидуального жилищного строительства, 2016г., с.4
6. Калачук Т.Г., Калачук А.И. Анализ причин деформации зданий и сооружений и мероприятия по их устранению // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016 Том 1 № 6 С. 2-3.
7. Варианты и сочетания сложных тектонических условий строительства //Строительный портал: [сайт], 2017. – URL: <https://okvsk.ru/inzhenernaya-geotektonika/364-varianty-i-sochetaniya-slozhnyh-tektonicheskikh-usloviy-stroitelstva.html> (дата обращения: 18.10.2022).

УДК 692.66+621.876.112

Фомин Н.А.

*Научный руководитель: Понитаев А.А., канд. техн. наук, доц.
Московский государственный технический университет
им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия*

МАЛЫЙ ГРУЗОВОЙ ЛИФТ ДЛЯ МАЛОЭТАЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ГРУЗОПОДЪЁМНОСТЬЮ 50 КГ

Первыми грузоподъёмными устройствами, изобретёнными человеком, являются рычаг, аналог всем известного «журавля» (рисунок 1) и системы канатов и противовесов [1], а первое упоминание об этом относится к 2600 г. до н. э.

В трактате «Десять книг об архитектуре» у архитектора Витрувия упоминается подъёмная машина, построенная Архимедом примерно в 236 году до н. э. [1].



Рис. 1 Водоподъёмник «Журавль», используемый сельскими жителями примерно с VI века

Менее древним устройством является подъёмник в древнеримском городе Геркуланум. Данный подъёмник приводился в действие мускульной силой, а датируется он примерно 79 годом н. э. Применение у него было весьма интересным — доставка приготовленных блюд на верхний этаж [2]. К сожалению, никаких изображений этого подъёмника не сохранилось.

Впоследствии использовали уже не только мускульную силу людей, но и животных, а в 1800-х годах уже применили паровую машину в качестве привода. Это стало новым толчком в развитии отрасли и уже в 1835 году на многих промышленных производствах Англии были установлены паровые грузовые лифты.

Паровые машины производили много шума, поэтому не применялись в спальнях районах. Однако в 1845 году Вильям Томсон частично решил эту проблему, создав гидравлический лифт, привод которого находился на значительном удалении от здания.

Развитие лифтов продолжилось с новой силой после изобретения американским инженером Э.Г. Отисом ловителей для лифта в 1852 году. Примерно в 1880 году компания немецкого инженера Вернера фон Сименса разработала подъёмный механизм максимально похожий на современный лифт. Изобретение перемещалось со скоростью 2 м/с, тогда как первый безопасный лифт Отиса поднимался на 4 этаж примерно за 15 минут. А в 1889 году был создан первый электрический лифт фирмы Otis Elevator в одном из нью-йоркских небоскрёбов. Именно успешное применение ловителей и электродвигателей позволило преодолеть этот шаг в истории лифтостроения. А к началу XX века лифты с электрическим приводом стали неуклонно вытеснять с рынка остальные типы лифтов.

В конце XX века, а именно, в 1996 году финская компания «KONE» изобрела и запустила в производство революционное изобретение в области лифтостроения — безредукторные приводы EcoDisk. Данный тип привода позволил полностью отказаться от машинного помещения, что в значительной мере сократило расходы на установку лифта в шахту. А в 2007 году компания представила лифт, который не требует ни машинного помещения, ни даже противовеса.

Применение новых технологий в лифтостроении тесно связано не только с внешним видом кабины, противовеса, лебёдки или редуктора, но и с кинематической схемой. Рассмотрим основные кинематические схемы лифтов, применяемые на сегодняшний день (рисунок 2).

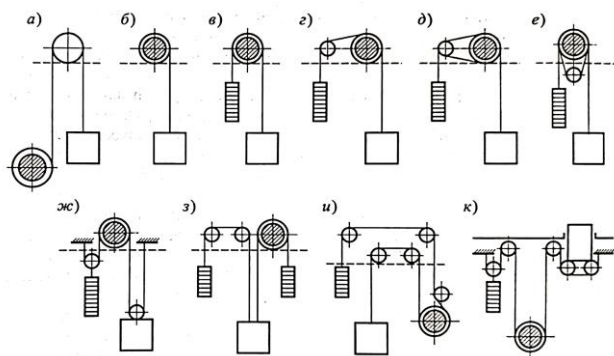


Рис. 2 Кинематические схемы лифтов, применяемые при массовом строительстве

К положительным чертам схем с барабанным приводом относят большую грузоподъёмность при небольшой высоте подъёма (рис. 2, а, б). Высота ограничена канатоёмкостью барабана. Эти схемы используются в основном в специальных лифтах. Так же данные схемы используют в тех случаях, когда по условиям установки размещение противовеса нецелесообразно или практически невозможно.

Барабанный канатоведущий орган может применяться и при наличии противовеса и подвеске кабины на 1 или 2 канатах (рисунок 2, в, г). Однако никаких преимуществ относительно канатоведущего шкива (КВШ) это не даёт, поэтому практически не используется.

Для всех классических кинематических схем лифтов с КВШ обязательным условием является наличие противовеса (рисунок 2, в-к). Применение противовеса позволяет уменьшить необходимую мощность лебёдки за счёт уравнивания веса кабины и части веса груза, а также обеспечивает требуемое сцепление канатов с ободом КВШ.

Наилучшими технико-экономическими показателями обладают лифты с верхним машинным помещением (рисунок 2, б-з). Верхнее машинное помещение позволяет: уменьшить нагрузку от подъёмных канатов на несущие конструкции зданий (или каркас шахты); уменьшить необходимую длину канатов и повысить их долговечность; увеличить КПД подъёмного механизма; снизить стоимость лифта, а также обеспечить удобство и доступность выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования лифта.

Для лифтов с КВШ и верхним машинным помещением наиболее простой и целесообразной является прямая подвеска кабины и противовеса (рис. 2, в). Данная схема обеспечивает наиболее высокий КПД подъёмного механизма и долговечность канатов, так как исключается перегиб канатов на отводных блоках.

При больших габаритах кабины для обеспечения свободного перемещения кабины и противовеса используется отводной блок (рисунок 2, г). Он позволяет установить одинаковую лебёдку в лифтах с различными поперечными габаритами кабин. Но, вместе с этим, данный блок уменьшает угол обхвата КВШ, что снижает его тяговую способность.

Для компенсации этого применяется контршків, который используется одновременно и как отклоняющий блок (рисунок 2, д). Однако дополнительный перегиб значительно снижает долговечность канатов.

При небольших габаритах кабины, но при этом повышенной грузоподъёмности лифта, применяют контршків, расположенный под КВШ (рисунок 2, е).

Из соображения унификации тягового органа может применяться полиспастная подвеска как груза, так и/или кабины (рисунок 2, ж), что позволяет устанавливать одну и ту же лебёдку на лифты разной грузоподъёмности и/или скорости перемещения. Однако, дополнительные перегибы канатов снижают их долговечность.

Для уменьшения окружного момента на КВШ при большой грузоподъёмности используют схемы с кабинным противовесом (уравновешивающим устройством кабины) (рисунок 2, з). Данная схема также позволяет значительно увеличить сцепление (тяговую способность) каната с КВШ.

Для облегчения эксплуатации, ремонта и снижения уровня структурного шума в несущих конструкциях здания применяют кинематические схемы с нижним машинным помещением (рисунок 2, а, и, к). К значительным недостаткам данных схем относят: необходимость дополнительного блочного помещения,

расположенного вверху шахты (за исключением «тротуарных» лифтов, рисунок 2, к); значительное уменьшение долговечности канатов (особенно у лифтов с КВШ, (рисунок 2, и, к)) и увеличения их длины; повышение нагрузки на конструкцию здания и увеличение капитальных затрат.

Данные кинематические схемы успешно применяются в различных условиях, от малоэтажного строительства до небоскрёбов. Вместе с этим, могут возникнуть ситуации, в которых ни одна из этих схем не может быть корректно использована по ряду условий или соображений, например, экономических. Ниже рассмотрим один из таких примеров.

В частном 3-х этажном доме будет использован сервисный подъёмник (по классификации относится к малым грузовым лифтам) [3]. Для него изготовлена шахта (рисунок 3). Однако, предварительно на стадии проектирования кинематическая схема будущего лифта не была выбрана.

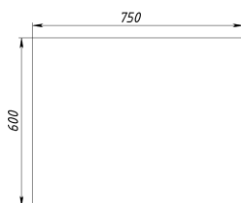


Рис. 3 Габариты шахты лифта (вид сверху).

При подробном анализе конструкции выяснилось, что ни одна из вышеупомянутых классических схем не подходит по следующим причинам:

– (рисунок 2, а) – внизу отсутствует место для установки лебёдки (рисунок 4), поскольку её установка под кабиной не допустима (при установке, наладке, ремонте, и др. случаях получается работа «под грузом»);

– (рисунок 2, б) – сверху отсутствует возможность создания машинного помещения, а установка барабана с лебёдкой и редуктором на раму значительно увеличит нагрузку на несущие деревянные балки (рисунок 5);

– (рисунок 2, в-и) – установка противовеса значительно уменьшает полезную площадь кабины, что серьёзно не устраивало заказчика;

– (рисунок 2, к) – не применима к данному типу лифта;



Рис. 4 Шахта лифта. Прямо́к



Рис. 5 Шахта лифта в верхней её части

В процессе выбора кинематической схемы лифта было найдено упоминание о кинематической схеме лифта с КВШ и без противовеса [2, 4, 5] (рисунок 6). Больше информации найти не удалось.



Рис. 6 Фотография лифтовой лебёдки лифта с КВШ без противовеса

В связи с этим было принято решение применить новую кинематическую схему лифта с КВШ и полиспастной подвеской, в которой не будет использоваться противовес (рисунок 7). На схемах

груз выполняет роль натяжного устройства и не перемещается при движении кабины.

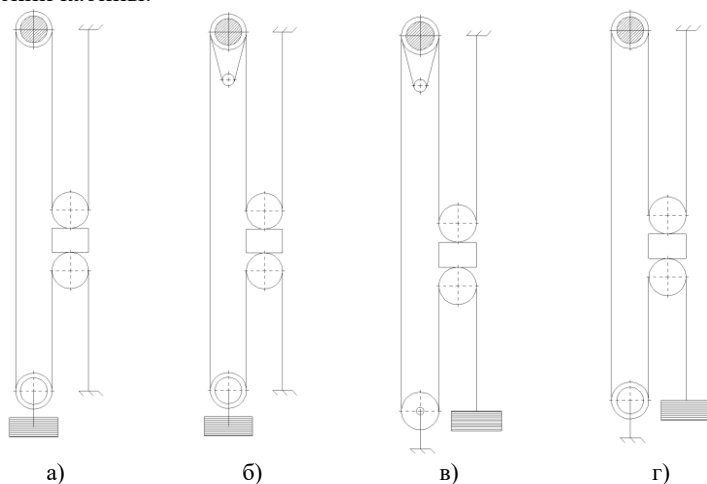


Рис. 7 Кинематические схемы лифта с КВШ без противовеса:

а), б) – без контршкива; в), г) – с контршкивом.

В случае недостаточного трения между ободом КВШ и канатами можно использовать схему с контршкивом. Перемещение натяжного устройства с блока на конец каната позволяет уменьшить необходимую массу в два раза за счёт использования двухкратного полиспаста.

Главным преимуществом подобных схем является возможность использования кабины с площадью пола максимально приближенной к площади сечения шахты. Ещё одним важным моментом является использование схемы без машинного помещения с безредукторной лебёдкой подвесного типа.

К недостаткам может быть отнесено значительное число перегибов каната, которое может негативно сказываться на их долговечности, однако, ввиду не интенсивного режима эксплуатации лифта ($ПВ < 15\%$) это не является значимым фактором.

По выбранной методике расчёта канатов [6] будут использоваться канаты типа ЛК. Схема будет реализована с использованием 2-х канатов диаметром 6,4 мм. На основе этого, по расчётам, запас прочности канатов на разрыв составляет 56 раз, что, в свою очередь положительно отразится на долговечности.

Перед окончательным выбором схемы было принято решение о проведении ряда экспериментов, в том числе, с использованием специального стенда. Первые эксперименты были проведены с применением универсальных средств: блоков, верёвок, карабинов,

шлямбуров и др. оборудования, используемого в качестве альпинистского снаряжения.

Они подтвердили работоспособность вышеупомянутых кинематических схем, однако, более детальный анализ работы будет проведён с использованием специального испытательного стенда, работы по проектированию и конструированию которого ведутся в настоящий момент в лаборатории кафедры «Подъёмно-транспортные системы» МГТУ им. Н. Э. Баумана.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Г.Г. Архангельский и др. Лифты, платформы подъёмные для инвалидов, эскалаторы. Часть 1. Лифты: Учебник / Г.Г. Архангельский, Н.И. Балабанов, Л.В. Гушин, А.А. Ионов, А.А. Рожков, М.А. Степанов, В.Я. Ткаченко; под общ. ред Л.В. Гушина — Изд. АСВ, 2019 г., 680 с.

2. Вороновская Н.А. Лифты и грузоподъемные механизмы: история и современность // Международный научный журнал «Синергия наук». 2018. №24. С. 568-573.

3. Технический регламент Таможенного союза «Безопасность лифтов» № ТР ТС 011/2011 с изменениями от 19.12.2019.

4. Kone EcoDisc // elevation.fandom.com. URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.e9013c37-6346ce3f-dbb38156-74722d776562/https/elevation.fandom.com/wiki/Kone_EcoDisc (дата обращения 12.10.22).

5. Kone // [kone.ru](https://www.kone.ru). URL: <https://www.kone.ru> (дата обращения 12.10.22).

6. ГОСТ 33984.1-2016. Лифты. Общие требования безопасности к устройству и установке. Лифты для транспортирования людей или людей и грузов. М., 2017. 130 с.

УДК 332.8

Чесноков И.А.

*Научный руководитель: Погорелова И.А., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИИ

Жилищно-коммунальное хозяйство - отрасль городского хозяйства, обеспечивающая содержание жилищного фонда и его

функционирование. Коммунальное хозяйство - совокупность служб, организаций и технических средств для обслуживания населения. (водоснабжение, энергоснабжение, теплоснабжение, канализация, уборка улиц, дворов и др.).

Следует отметить, что ЖКХ является одной из основных отраслей российской экономики, обеспечивающей население жизненно важными услугами и производствами, а также необходимой инженерной инфраструктурой. Годовой оборот в сфере жилищно-коммунального хозяйства превышает 4,1 трлн руб. (более 5 % ВВП России) [1].

В настоящее время средняя амортизация основных фондов жилья на долю национальных коммунальных предприятий приходится более 67 %. По данным Министерства регионального развития Российской Федерации, износ котельных достиг 58 %, коммунального водоснабжения – 66 %, канализации и отопления – 61 %, электричества – 57 %, насосных станций – 62 %, канализационных насосных станций – 55 % очистных сооружений – 51 %, сточных вод – 51 %. Примерно 36 % основных фондов жилищно-коммунального хозяйства имеют срок полезного использования и требуют немедленного ремонта и демонтажа. В некоторых регионах и городах норма износа объектов инфраструктуры общего пользования достигает 70 %. По оценкам экспертов, она будет увеличиваться на 2-3% в год, что увеличивает вероятность возникновения экологических катастроф, угрожающих важным социальным объектам, особенно жизни людей.

В настоящее время в России имеется 4 миллиарда квадратных метров жилья, из которых около 90 % находятся в частной собственности (таблица 1). Официальные и неофициальные источники информации о норме амортизации жилого фонда в России различны, но почти все аналитики склонны считать, что норма амортизации жилого фонда составляет 69 % [2].

Таблица – Жилищный фонд в РФ, млн м²

Жилищный фонд в РФ	Годы							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Частный жилищный фонд	3288	3306	3395	3469	3554	3685	3797	3867
Жилищный фонд в собственности граждан	2837	3190	3286	3363	3422	3561	3678	3735

Государственный жилищный фонд	133	127	103	106	110	106	102	99
Муниципальный жилищный фонд	297	192	182	176	173	169	163	160

Общая площадь квартир в аварийных и ветхих зданиях составляет 90,5 млн. м² (рисунок 1), что в 1,5 раза превышает количество квартир, введенных в эксплуатацию в 2016 году, и увеличилась на 16,1 млн. кв. м с 2011 года [3].

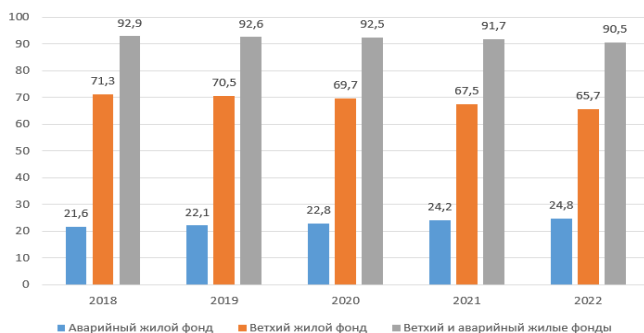


Рис. 1 Динамика изменения ветхого и аварийного жилого фонда и ввода действия общей площади жилых домов на территории РФ (единицы указаны в тыс. м²)

Со временем, жилищные ресурсы сталкиваются с различными факторами, которые не только снижают их технический уровень, но также и их производительность. Для эффективного управления жилищными активами необходимо своевременно принять репродуктивные меры для снижения их износа. Из-за ухудшения жилищных ресурсов и роста городского населения, можно увидеть, что условия жизни в расчете на человека во многих городах фактически не улучшились. Эти условия включают прекращение необоснованного сноса подходящего жилья, капитальные вложения в строительство нового и реконструкцию существующего жилья. Согласно анализу данных, одним из препятствий для нормальной работы здания является задержка в таких мероприятиях как реконструкция и капитальный ремонт (рисунок 2.) [4].



Рис. 2 Содержание капитального ремонта жилищного фонда

Оценка технического состояния многоквартирного дома (МКД) является наиболее важной мерой при его эксплуатации. Технический статус МКД характеризуется его физическим и моральным износом, то есть состоянием зданий, элементов, инженерных систем и коммуникаций. При изучении технического состояния дома физический износ многоквартирного дома следует определять в соответствии с правилами измерений ВСН 53-86 (р) и его фактическим положением. В течение периода оценки физический износ выражается как отношение стоимости ремонта к стоимости ремонта, необходимого для устранения общего повреждения здания, компонента, системы или конструкции [5].

На динамику и характер физического износа жилых зданий влияют следующие факторы: плотность близлежащей застройки, качество общественных услуг, способность реагировать на чрезвычайные ситуации, а также количество и качество текущих, и капитальных ремонтов, выполненных ранее.

Снятие, восстановление и замена всех изношенных деталей (за исключением полной замены каменных и бетонных фундаментов, несущих стен, каркасов и т. д.) является более надежными и экономически эффективными, что улучшает эксплуатационные характеристики ремонтируемого здания [6].

Для разработки планов капитальных ремонтов может быть внедрен метод компьютерного моделирования ситуации различных неэксплуатационных факторов, таких как градостроительное регулирование, приборные исследования, проектирование, строительство и перспективное использование жилья при капитальном ремонте многоквартирного дома.

В настоящее время работы по капитальному ремонту в России финансируются из федерального бюджета через государственные компании и фонды поддержки реформирования ЖКХ, а обязательное финансирование обеспечивается региональными бюджетами и владельцами недвижимости [7].

Стоимость капитального ремонта в многоквартирных домах обычно составляет процент от стоимости замены конструкций зданий, их частей и инженерных систем. Окончательная стоимость зависит от точности проектных и изыскательских работ, то есть от состояния каждого элемента, общего физического износа, а также материалов и оборудования, используемых в работах по техническому обслуживанию. Иногда после завершения проектной сметы стоимость варьируется от 3 % до 9 % от общей расчетной стоимости во время строительства и монтажа.

По состоянию на 1 сентября 2022 года 89 российских организаций (98 %) приняли участие в Программе Фонда содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства (далее - Фонд). Общая сумма активов составляет 438,5 млрд. руб. (Фонд составляет 359,6 млрд. руб.; 78,9 млрд. руб. совместно финансируются российскими учредителями) [8].

Всего профинансировано за счет реализации программы:

- за 2017 год – 63,8 млрд. руб;
- за 2018 год – 127,6 млрд. руб.
- за 2019 год – 101,3 млрд. руб;
- за 2020 год – 90,3 млрд. руб;
- за 2021 год – 100,1 млрд. руб.
- за 2022 год – 113,3 млрд. руб

Отремонтированы и ведется капитальный ремонт в 100 тыс. домах (99 % от заявленных к ремонту). С участием средств Фонда окончен ремонт в 2018 году – в 14 259 домах; в 2019 году - в 16 347 домах; в 2020 году – в 18 931 домах; в 2021 году – 20 158, в 2022 году – 21 101 (рисунок 3).

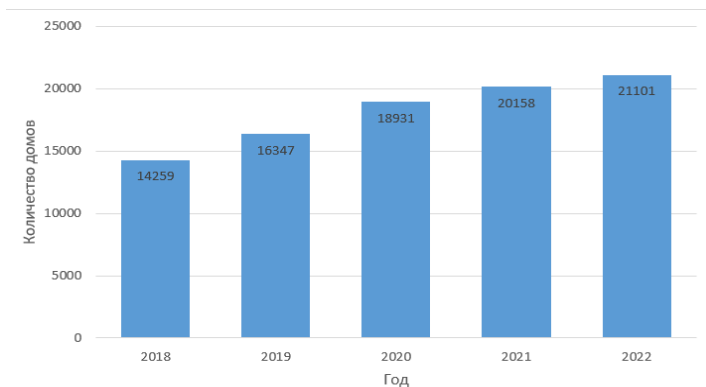


Рис. 3 Динамика капитального ремонта жилых домов на территории РФ

Российские субъекты осуществляют надзор за выполнением положений Федерального закона о финансировании.

- с 2017 по 2018 год – проверены российские компании и 295 городов, проверено 1356 квартир;

- 2019 год было проведено 79 проверок 61 российских компаний, 131 городов и 1267 квартир.

- В 2020 году проверены российские компании, 146 городов и 1134 жилых дома;

- 2021 – Обследованы 5 российские компании, 9 городов и 57 многоквартирных дома.

- 2022 – было проведено 95 проверок 65 российских компаний, 130 городов и 1325 квартир.

В заключение важно отметить, что муниципалитетам необходимо уделять особое внимание качеству жилищно-коммунальных услуг для обеспечения высокого уровня качества жизни граждан. При этом определяющими факторами уровня качества жизни должны стать широкий спектр жилищно-коммунальных услуг и обеспечение высокого роста надежности инженерных сооружений: водоснабжения, теплоснабжения, газоснабжения, водоотведения и коммунальной энергетики. В стратегический план развития городских территорий должны быть включены показатели удовлетворенности городского населения качеством жилищно-коммунальных услуг населения для обеспечения комфортных и благоприятных условий жизнедеятельности граждан. Органы городского хозяйства должны планомерно проводить обратную связь с потребителями жилищно-коммунальных услуг города и обеспечить управляющим компаниям многоквартирных жилых домов проведение мониторинга качества предоставляемых

предприятиями коммунальных услуг, а также непрерывность их подачи до собственников квартир и нежилых помещений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Глаголев Е.С., Сулейманова Л.А., Марушко М.В. Жилищное строительство в России // Строительство: новые технологии - новое оборудование. 2017. № 4. С. 61-67.

2. Эффективность экономики России: Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/efficiency/# (Дата обращения 01.10.2022)

3. Глаголев Е.С., Сулейманова Л.А., Марушко М.В. Эффективное воспроизводство жилищного фонда России // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 10. С. 98-104.

4. Сулейманова Л.А., Козлюк А.Г., Глаголев Е.С., Марушко М.В. К вопросу обследования технического состояния гражданских зданий // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 7. С. 32-36.

5. Курбатов, В. Л. Контроль и надзор в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве / В. Л. Курбатов, В. И. Римшин, Е. Ю. Шумилова. – Минеральные Воды : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2016. – 200 с. – ISBN 978-5-903213-38-2. – EDN VYUXUB.

6. Кущев, Л. А. Пути снижения энергозатрат в жилищно-коммунальном хозяйстве / Л. А. Кущев, Г. Л. Дронова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2008. – № 2. – С. 24-25. – EDN OMSRVR.

7. Чернов, Д. В. Совершенствование системы управления жилищно-коммунальным хозяйством в современных условиях / Д. В. Чернов // Синергия Наук. – 2021. – № 63. – С. 213-222. – EDN BQNWHS.

8. Румянцева Е. Е. Жилищно-коммунальный комплекс России: проблемы теории и практики управления : монография / Е. Е. Румянцева. – М. : РАГС, 2006. – 160 с.

Чесноков И.А., Штодлер В.В.

Научный руководитель: Рябчевский И.С., асс.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ СТОЧНЫХ ВОД В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В последние десятилетия прогресс в промышленности и технологиях привел к значительному увеличению количества и видов отходов. Проблема накопления отходов с каждым годом стоит во всем мире. Эти промышленные и сельскохозяйственные отходы представляют собой побочные продукты, такие как шлак, золу рисовой шелухи, кирпичную пыль, шлам, стекло, шины и т. д. Отходы представляют собой серьезную проблему для окружающей среды, поскольку загрязнение воздуха (пыль и очень мелкие частицы, которые распространяются в атмосфере) и вымывание токсичных химических веществ (мышьяк, бериллий, бор, кадмий, кобальт, свинец, марганец, ртуть, молибден, селен, стронций, таллий, углеводородные соединения и др.) при захоронении в свалки, карьеры, реки или океаны. Капитализация отходов затруднена из-за их разнообразия, а также их неизвестных свойств во времени [1].

В последнее время экологическая устойчивость стала важной проблемой с точки зрения природных ресурсов и отходов. В оба процесса вовлечены сектор строительства и производства строительных материалов: строительная промышленность является крупнейшим потребителем природных материалов, кроме того, большое количество отходов образуется в результате сноса конструкций.

Промышленность строительных материалов представляет интерес для использования отходов, и исследователи пытались производить новые строительные материалы, включающие отходы. Новое поколение строительных материалов развивается по другим теориям в соответствии с устойчивостью окружающей среды [2].

Одним из способов использования отходов сточных вод было получение газообразного метанола или теплового топлива, которое используется для производства электропорошка. Другое применение - превратить его в порошок и использовать в качестве тонкой добавки в строительных материалах.

Использование осадка сточных вод в качестве органического удобрения вызвало особый интерес в свете нормативно-технической

документации об использовании осадка сточных вод, которая создает потребность в более чистых производственных технологиях.

Осадок сточных вод может стать альтернативой для защиты экосистем. Во-первых, органическое вещество, переносимое илом, является решающим фактором в улучшении устойчивости агрегатов и водоудерживающей способности почв, что позволяет снизить риск эрозии. Во-вторых, содержащиеся в иле питательные вещества могут сделать осадок сточных вод отличным и дешевым органическим удобрением для сельскохозяйственных культур. Однако наличие неорганических и органических загрязнителей может препятствовать такому использованию осадков сточных вод. Кроме того, хорошо известно, что внесение органических материалов в почву может поглощать углерод и, таким образом, способствует уменьшению содержания CO₂ в атмосфере [3].

Шлам или зола, полученные при сжигании шлама, могут быть использованы для получения керамических изделий, таких как плитка, кирпичный блок, тротуар и т. д. В этой области было проведено несколько работ. По результатам этих работ сделан вывод о возможности использования шлама очистных сооружений в качестве дополнительного компонента в строительном материале портландцементном бетоне. Кроме того, необходимо было проанализировать другие свойства, такие как происхождение шлама, используемые компоненты и совместимость шлама с цементной матрицей и производство образцов [4].

В своих исследованиях Monzo et. и другие сообщили о влиянии золы шлама сточных вод (SSA) на свойства цементного раствора: снижение удобоукладываемости при замене части цемента золой шлама из-за более высокой водопоглощающей способности. Исследования пуццолановой активности SSA показали, что он способствует повышению прочности на сжатие, но на его действие влияет содержание серы. Высокое содержание серы в отходах сточных вод, по-видимому, мало влияет на прочность на сжатие строительных растворов, содержащих золу сточных вод.

Более того, Казанова и соавторы отметили, что при использовании в бетонной смеси заполнителей, загрязненных гипсом, или сульфидсодержащих заполнителей наблюдались процессы деградации цемента [5].

Шлам или зола, полученные при сжигании шлама, могут быть использованы для получения керамических изделий, таких как плитка, кирпичный блок, тротуар и т. д.

Зола из осадка сточных вод также используется в качестве замены песка, добавляемого в кирпичные глины, которые обладают более высокой огнестойкостью, чем обычные кирпичные глины.

Осадок сточных вод может быть преобразован в шлак и в качестве стекольного материала используется для производства кристаллизованного стекла для керамической технологии [6].

С точки зрения окружающей среды исследователи Cenni et al. изучали возможность использования золы-уноса, образующейся при совместном сжигании угля и шлака сточных вод, в качестве добавки в строительные материалы, поскольку европейские стандарты запрещают их использование. Их исследования показали, что зола от совместного сжигания содержит такие компоненты, как несгоревший углерод, щелочь, оксид магния и т. д. с уменьшенной концентрацией в соответствии со стандартными требованиями.

Другое использование, такое как сжигание осадка сточных вод, является еще одним способом потребления этих отходов, но при этом требуется строгий контроль газовых соединений, который зависит от используемой технологии [7].

Инертные минеральные отходы, получаемые из карьеров, промышленных процессов, могут быть использованы в качестве заполнителя или мелкой фракции при получении строительных материалов и строительных изделий. В любом типе бетона эти отходы могут заменить различные виды заполнителей, способствуя сохранению природных ресурсов.

Исследования в этой области показали, что в промышленности строительных материалов можно использовать большое количество инертных отходов, таких как гранит, мрамор, известняк при производстве различных материалов: бетона, кирпича, сборных элементов и т.д. Использование мрамора и гранита отходов при приготовлении бетона показали, что они улучшают механические свойства, удобоукладываемость и химическую стойкость бетона. Полимербетоны с мраморными отходами представляют большой интерес, так как добавки мрамора или использование мрамора в качестве заполнителей улучшают свойства бетона и способствуют снижению содержания полимера. Отходы мрамора также можно использовать в производстве других строительных материалов, таких как керамические изделия, где они могут использоваться в качестве компонента смеси, или в производстве асфальта в качестве заполнителя [8].

Производство строительных материалов является одним из основных потребителей отходов в процессах получения материалов или

продуктов, строительства мостов или автомагистралей, укрепления грунтов, гидротехнического строительства и т. д. Из экологических соображений рекомендуется широкое использование отходов в строительстве, хотя некоторые отходы могут быть слишком рискованными для использования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сулейманова Л.А., Ерохина И.А., Сулейманов А.Г. Ресурсосберегающие материалы в строительстве // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2007. № 7 (583). С. 113-116.

2. Сулейманова Л.А., Сулейманов А.Г., Ерохина И.А. Общая закономерность получения материалов с высокими качественными показателями // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2006. № 15. С. 155

3. Гладков Д.И., Сулейманова Л.А. Физико-химические основы строительного материаловедения // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2005. № 9. С. 68-72.

4. Прохоров В.А. Переработка строительных материалов // В сборнике: IX Международный молодежный форум "Образование. Наука. Производство". 2017. С. 432-435.

5. Suleymanova L.A., Pogorelova I.A., Kirilenko S.V., Suleymanov K.A. Physical basis of destruction of concrete and other building materials // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. С. 022082.

6. Суй Л. Выбор заполнителя для получения бетонов заданной структуры // В сборнике: Молодежь и научно-технический прогресс. Сборник докладов XIV международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 2 т.. Губкин, 2021. С. 377-378.

7. Стадницкий Г.В., Родионов А.И. Экология: Учеб. пособие для химико-технолог. вузов. – М.: Высш. шк., 1988.

8. Экологические основы природопользования: Учеб. пособие./ Под ред. Э.А. Арустамова. – М.: Издательский Дом Даликов и К, 2001.

Щербак В.С., Иванов С.В.

*Научный руководитель: Мартюченко И.Г., д-р техн. наук, проф.**Саратовский государственный технический университет**им. Гагарина Ю.А., г. Саратов, Россия*

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СНЕГОУБОРОЧНОЙ ТЕХНИКИ

В зимний период времени появляется необходимость уборки снежной массы с проезжей части и тротуаров. Для уборки снега используются различные виды техники.

В настоящий момент времени наиболее распространены отвалы, устанавливаемые на базовую машину. Уборка представляет собой перемещение снежной массы по асфальтовому покрытию в сторону, как правило, на тротуар.

Данный способ позволяет быстро, со скоростью от 10 км/ч до 30 км/ч, очистить проезжую часть от выпавшего снега, что предотвращает образование пробок в зимний период времени. За час работы техники со скоростью 20 км/ч будет очищено 12,5 м³/ч. Технические характеристики плужно-щеточных снегоочистителей представлены в (таблице 1) [1].

Таблица 1. – Техническая характеристика плужно-щеточных снегоочистителей.

Показатель	ПМ-130	КО-105	КО-705	КДМ-130	КО-707
Базовое шасси	ЗИЛ-130	ЗИЛ-130	Т-40АП	ЗИЛ-130	МТЗ-80
Ширина очищаемой полосы, м отвалом	2,5	2,5	2,17	2,5	2,15
Щеткой, м	2,3	2,3	1,8	2,3	1,8
Рабочая скорость км/ч	10-20	10-20	До 10	До 30	До 15
Наибольшая высота сгребаемого слоя, м	0,25	0,25	0,4	0,25	0,5

Стоит отметить, что снег остается лежать на городских улицах. С

течением времени он уплотняется, накапливается в еще больших количествах, что усложняет его дальнейшую уборку и транспортировку. Возникает необходимость задействовать дополнительные единицы техники

Для решения сразу двух задач используют шнекороторные и фрезерно-роторные снегоуборщики. Конструкция данного вида оборудования состоит из шнеков, которые во время движения техники дробят, перемещают снег к ротору, главная задача которого отбрасывать поступающий снег через снегометатель в кузов рядом движущейся машины. Для более качественной уборки снега также предусмотрен отвал, расположенный за шнеками.

Причина, почему данное решение применяется не так часто в городе – это низкая рабочая скорость перемещения снегоочистительной техники, равная 5-7 км/ч. При уборке слежавшегося снега, отличающейся большей плотностью, скорость приходится понижать до 0,3-2 км/ч. Толщина убираемого слоя лежит в диапазоне от 0,3 до 1 м. (рисунок 1) [2,3]

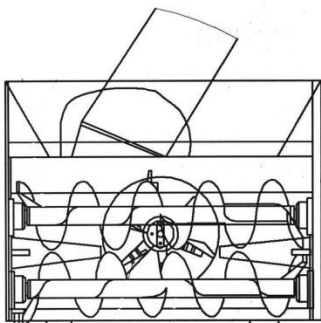


Рис. 1 Снегоуборочная машина. Шнекороторная.

В городских условиях данная технология очистки улиц может спровоцировать серьезные проблемы с движением транспортных средств. Именно по этой причине применение данного вида техники ограничено в городе.

Пытаясь решить проблему скорости уборки снежной массы и ее дальнейшей транспортировки, были созданы виды техники, совмещающие плужное и шнекороторное оборудование (рисунки 2,3) [4,5].

При движении техники снежная масса подрезается нижним основанием отвала. Благодаря особой форме отвала снег сдвигается к определенному краю, где и располагается шнеко-ротор. Отличительной особенностью данного устройства является то, что шнек и ротор имеют

общую ось вращения и при этом используются высокие частоты вращения шнека и ротора [4,6].

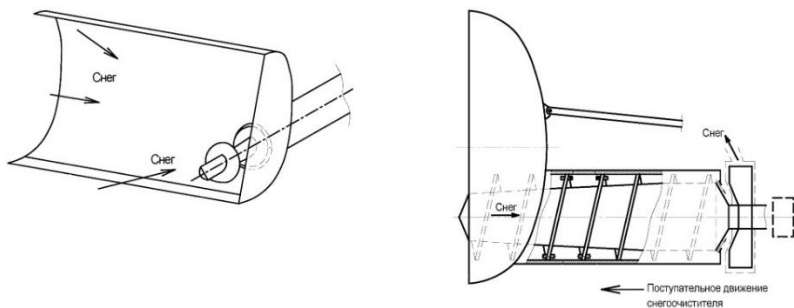


Рис. 2 Снегоочиститель. Плужно-шнеко-роторный

Для упрощения конструкции было предложено не использовать фронтальный шнек, а снег, собираемый отвалом сразу отбрасывать, используя ротор. Рассматриваемый плужно-роторный снегоочиститель содержит воронкообразный отвал, центрирующий снежную массу и направляющий непосредственно к ротору-метателю.

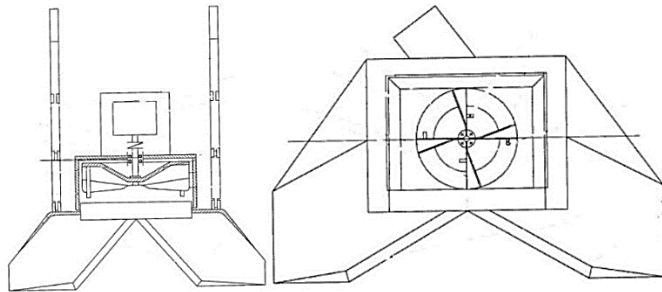


Рис. 3 Плужно-роторный снегоочиститель

При использовании плужно-шнеко-роторного и плужно-роторного оборудования возникает большое лобовое сопротивление, а сама снежная масса может не в полной мере собираться шнеком. Лобовое сопротивление в свою очередь вынуждает использовать базовую машину с большей тяговой мощностью, что увеличивает ее габаритные размеры.

Для уменьшения лобового сопротивления следует уменьшить площадь контакта оборудования со снегом. Решением данной задачи является отказ от использования отвала или максимальное уменьшение

его использования.

Известно оборудование, которое подрезает снег и направляет непосредственно к роторам. В предложенной конструкции не происходит поперечное перемещение снега, а использование нескольких роторов позволяет отбрасывать снег, не центрируя его в какой-либо части рабочего оборудования (рисунок 4) [7].

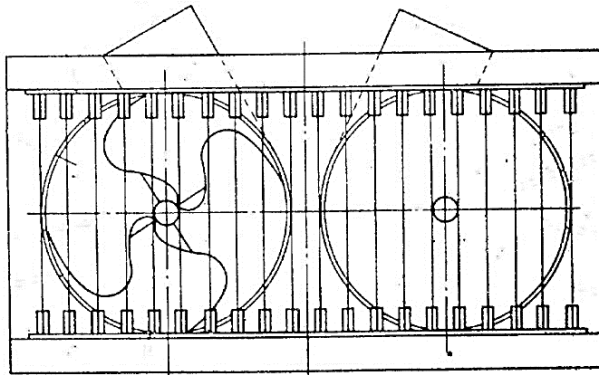


Рис. 4 Роторный снегоочиститель

Подобное оборудование преимущественно используется в области, требующей быстрой и качественной уборки снежно-ледовой массы больших объемов, таких как аэродромы, железная дорога. Но наряду с качественной уборкой снега оборудованию необходимо большое тяговое усилие, которое может обеспечить крупногабаритная техника. Поэтому использование рабочего оборудования затруднительно в городских условиях.

В настоящее время требуется оборудование, способное быстро и в полной мере очищать асфальтовое покрытие в городе от рыхлого и плотного снега. Использование шнекороторных и плужных решений не может в полной мере удовлетворить всем современным требованиям, предъявляемым к качеству и скорости уборки снега. Прослеживается тенденция к упрощению сложных конструкций, адаптация крупногабаритного оборудования к городским условиям, ставящим более жесткие требования к оборудованию и базовой машине, обеспечивающей необходимое тяговое усилие.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Машины по содержанию и ремонту автомобильных дорог и аэродромов: Учеб. Пособие / А.В.Вавилов, А.М.Щемелев, Д.И.Бочкарев

и др.; Под ред. д-ра техн. наук, проф. А.В.Вавилова. – Мн.: БНТУ, 2003 – с.

2. Пат. RU2591726C1 МПК E01H5/09, Снегоуборочная машина/ Сахапов Р.Л., Яхин С.М., Махмутов М.М., Махмутов М.М., Земдиханов М.М. - № 2015104643/13; заявл. 11.05.2015; опубл. 20.07.2016

3. Журнал «Основные средства». Режим доступа <https://os1.ru/article/5377-traktornye-snegoochistiteli-sokrushitelniy-udar-po-zimnemu-bezdorojju>

4. Пат. RU2756015C1 МПК E01H 5/07, снегоочиститель/ Абрамов О.В., Василенко В.Н., Абрамова И.Н. заявитель - № 2020136553; заявл. 2020.11.06; опубл. 2021.09.24

5. Пат. RU177401U1 E01H 5/09, Плужно-роторный снегоочиститель/ Масленников Д.Г., Ленский С.С., Павлов Ю.Н., заявитель - №2017122689, заявл. – 27.06.2017; опубл. 21.02.2018

6. Левина И.В./Конструктивные особенности отвалов снегоуборочных машин / Формирование и развитие новой парадигмы науки в условиях постиндустриального общества: сборник статей Международной научно-практической конференции (1 сентября 2021 г., г. Ижевск). - Уфа: Аэтерна, 2021. – С. 44 – 46.

7. Пат. SU1208125A1 СССР, МПК E01H 5/09, Роторный снегоочиститель / Нестеров Геннадий Иванович заявитель – № 3792003; заявл. 1984.09.24; опубл. 1986.01.30