

ISSN 2415-7996

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Центр фундаментального образования

НАУЧНОМУ ПРОГРЕССУ – ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЫХ

Материалы
XIII международной молодежной научной конференции
по естественнонаучным и техническим дисциплинам

Йошкар-Ола, 20-21 апреля 2018 года

Часть 4

Йошкар-Ола
ПГТУ
2018

УДК 378.147.88

ББК 74.58

Н 34

Редакционная коллегия

Д. В. Иванов, член-корреспондент РАН, д-р физ.-мат. наук; профессор;

С. Г. Кудрявцев, канд. техн. наук, доцент;

Э. В. Унженкина, специалист по учебно-методической работе ЦФО;

В. Е. Шебашев, канд. техн. наук, профессор

Научному прогрессу – творчество молодых: материалы XIII
Н 34 международной молодежной научной конференции по естественно-
научным и техническим дисциплинам (Йошкар-Ола, 20-21 апреля
2018 г.): в 4 ч. / редкол.: Д. В. Иванов [и др.]. – Йошкар-Ола: По-
волжский государственный технологический университет, 2018. –
Ч. 4. – 188 с.

Представлены результаты научно-исследовательских работ молодых ученых, аспирантов и студентов по секциям «Исследование, расчет и проектирование конструкций зданий и сооружений», «Исследования в архитектурном проектировании», «Современные материалы и технологии в строительном комплексе».

УДК 378.147.88

ББК 74.58

© Поволжский государственный
технологический университет, 2018

ПРЕДИСЛОВИЕ

Современный уровень наукоемкого производства требует подготовки в университетах специалистов, способных легко воспринимать и аккумулировать новые идеи, искать и создавать новейшие технологии, эффективно их внедрять в промышленное производство. Поэтому акцент при организации образовательного процесса в учебных заведениях необходимо переносить на самостоятельную работу студентов и, в первую очередь, на самостоятельную творческую работу с целью формирования у них нестандартного мышления и инновационной культуры. Растущий объем информации, новые способы коммуникации способствуют организации самостоятельной работы. Разумное и взаимное сочетание между учебной и самостоятельной работой позволит сформировать у студентов определенный набор компетентностей для дальнейшей практической деятельности.

Одной из эффективных форм самостоятельной работы, которая требует повседневного напряженного труда, мобилизации интеллектуальных и нравственных сил, является организация научно-исследовательской работы студентов. Совместная работа преподавателя и студента, направленная на решение конкретной научной задачи или доведение до практического применения научных или технологических достижений, является основой успешной подготовки квалифицированных специалистов.

XIII Международная молодежная конференция по естественно-научным и техническим дисциплинам, которая прошла 20-21 апреля 2018 года на базе Центра фундаментального образования Поволжского государственного технологического университета, и была направлена на привлечение талантливой молодежи к научным исследованиям, формированию у нее инновационной культуры, развитию профессиональных компетенций, использованию их творческого потенциала для решения актуальных проблем современной науки и практики.

Представители молодого поколения из вузов, научно-исследовательских институтов Российской Федерации, стран ближнего и дальнего зарубежья приняли участие в ее работе. По традиции большие студенческие делегации присутствовали из Брянска, Казани, Чебоксар.

Работа конференции была организована в 21 секции. Названия секций соответствовали приоритетным направлениям деятельности научных

школ ПГТУ. Работу секций курировали ведущие в соответствующих областях науки ученые ПГТУ и других вузов России. По представлению руководителей секций лучшие доклады отмечены дипломами соответствующей степени.

Работа конференции позволила:

- оценить уровень подготовки молодых исследователей с позиций их общего образовательного уровня, технической грамотности, инженерного мышления;
- провести независимую, объективную экспертизу работ, выполненных представителями разных научных школ;
- выявить и отметить талантливых ребят с целью их мотивации и стимулирования для дальнейшего творческого роста;
- привлечь внимание представителей промышленности и бизнеса к научно-техническим разработкам молодежи.

При подведении итогов работы конференции было отмечено благоприятное отношение молодежи к научно-техническому творчеству, ее огромный интеллектуальный потенциал, который в дальнейшем целесообразно направить на решение новых научных и прикладных задач.

По результатам конференции выпускается сборник материалов в 4 частях. В данной части представлены секции: «Исследование, расчет и проектирование конструкций зданий и сооружений», «Исследования в архитектурном проектировании», «Современные материалы и технологии в строительном комплексе».

Оргкомитет выражает искреннюю признательность участникам конференции, их научным руководителям за высокий уровень представленных докладов. Особая признательность руководителям секций за квалифицированную, доброжелательную процедуру отбора полученных материалов. Редакционная коллегия сборника благодарит всех, кто предоставил статьи в сборник и тех, кто помогал его готовить к публикации.

Желаем всем творческих успехов и удачи в достижении поставленных перед собой целей.

Проведение XIV конференции по традиционной тематике аналогично планируется на апрель 2019 год. До новых встреч!

Директор центра
фундаментального образования ПГТУ
С. Г. Кудрявцев

Секция «ИССЛЕДОВАНИЕ, РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ»

УДК 624.014.2

Александров С. Е.

Научный руководитель: Актуганов О. А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

К ВОПРОСУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УЗЛОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ КОНСТРУКЦИЙ ЛСТК

***Аннотация.** Представлены краткая характеристика стальных тонкостенных конструкций и сравнение видов узловых соединений ЛСТК. Обоснована необходимость исследования и разработки способов расчета ЛСТК методами конечно-элементного моделирования.*

***Ключевые слова:** ЛСТК, тонкостенные конструкции, метод конечных элементов.*

ЛСТК – это стальные конструкции из оцинкованных тонкостенных холодногнутых профилей, которые нашли широкое применение в строительстве каркасных зданий и сооружений различного назначения. Технология возведения конструкций из ЛСТК берет начало в Канаде, где в 1950-х годах появилась необходимость в возведении большого количества домов малой этажности, соответствующих климату страны. Однако полноценное развитие ЛСТК произошло благодаря возможности производства гнутых профилей в промышленных масштабах.

Случаи применения ЛСТК в российском строительстве крайне редки [1]. В 2016 году Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации приняло СП 260.1325800.2016 «Конструкции стальные тонкостенные из холодногнутых оцинкованных профилей и гофрированных листов. Правила проектирования». До этого введенные в эксплуатацию здания и сооружения проектировались по иностранным методикам или с применением компьютерного моделирования. Результаты расчетов в программах конечно-элементного анализа позволяли объективно оценить разрабатываемые проекты ЛСТК и до введения СП оставались основным инструментом проектных и экспертных организаций.

На территории Республики Марий Эл известны успешные примеры реализации проектов с использованием ЛСТК для жилых малоэтажных зданий, покрытий мансардных этажей, птичников и инкубаторов ООО «Птицефабрика Акашевская». Теоретически использование легких стальных конструкций из тонкостенных холодногнутых профилей в строительной практике имеет целый ряд преимуществ, обусловленных легкостью этих конструкций и связанным с этим понижением транспортных расходов, сокращением сроков строительства, минимальным использованием строительных машин. Необходимо отметить, что внедрение в практику строительства конструкций из тонкостенных холодногнутых профилей является экономически обоснованным.

В конструкциях ЛСТК используются следующие виды узловых соединений:

- **сварные соединения** являются перспективным направлением для изготовления конструкций в заводских условиях, однако неприменимы на строительной площадке из-за высоких требований к качеству выполняемых работ;

- **клеевые соединения** требуют более детальных экспериментальных исследований в научно-исследовательских институтах. Причина – потеря прочности при высоких температурах, следовательно, невыполнение норм пожарной безопасности. Достоинства соединения – равномерная передача напряжений при не слишком тонких соединяемых элементах, а также снижение массы элементов из-за уменьшения числа фасонных элементов.

- **винтовые соединения** осуществляются с помощью самонарезающихся болтов. Саморезы обеспечивают высокую производительность монтажа. Пользуются наибольшей популярностью в силу низкой стоимости.

- **заклепочные соединения** представлены широким выбором заклепок, что позволяет применять их в заводских и монтажных стыках. Хорошо работают на циклическую нагрузку. Недостаток соединения – ограниченное место для размещения заклепок.

- **болтовые соединения** обладают податливостью, которая может повлиять на НДС конструкции. Исследования показывают, что предельным состоянием болтовых соединений является деформация смятия элементов соединения. Болтовые соединения перспективны в использовании монтажных стыков, а основное преимущество – возможность использования соединений в большепролетных конструкциях рам и ферм.

ЛСТК представлены профилями закрытого или открытого сечения. Наибольший интерес представляют профили второго типа. Специфика

расчёта и моделирования таких профилей заключается в том, что по сравнению с обычными стержнями для них не выполняются гипотеза плоских сечений Эйлера-Бернулли и принцип Сен-Венана. Это приводит к тому, что под воздействием нагрузок на стержень открытого профиля происходит деформация или нарушение плоскостности поперечного сечения. Появляются дополнительные напряжения, которые могут как увеличить, так и уменьшить суммарные значения напряжений [2].

Влияние дополнительных напряжений до конца не изучено: значения расчетных сопротивлений стали приняты в районе 75-80% от нормативной границы текучести. Поэтому есть необходимость в изучении и разработке грамотных методик конечно-элементного моделирования конструкций ЛСТК, в частности, узловых соединений, как наиболее слабых мест конструкции. Исследование способов моделирования узловых соединений ЛСТК может привести к получению такой конечно-элементной модели, в которой были бы учтены действующие усилия с максимальной точностью и, следовательно, были бы подобраны наиболее эффективные сечения с минимальным расходом материала.

Литература

1. Советников, Д. О. Легкие стальные тонкостенные конструкции в многоэтажном строительстве [Электронный ресурс] / Д. О. Советников, Н. В. Виденков, Д. А. Трубина // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2015. – №3(30). – С. 152-165.
2. Юрченко, В. В. Проектирование каркасов зданий из тонкостенных холодногнутых профилей в среде «SCAD Office» / В. В. Юрченко // Инженерно-строительный журнал. – 2010. – № 8(18). – С. 38-46.

УДК 624.01/04

Ахметзянова Д. Р.

Научный руководитель: Соловьев Н. П., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СОВМЕСТНОЕ ДЕЙСТВИЕ НЕСКОЛЬКИХ НАГРУЗОК И ВОЗДЕЙСТВИЙ

Аннотация. Рассматривается выбор расчетных сочетаний нагрузок для проверки надежности строительных конструкций.

Ключевые слова: нагрузка, надежность, расчетная комбинация, нормы проектирования.

Расчет конструкций и оснований по предельным состояниям первой и второй группам следует выполнять от суммарного значения усилий, определенных с учетом неблагоприятных сочетаний нагрузок и воздействий или соответствующих им усилий.

Роль той или иной входящей в сочетание нагрузки и какой значительный вклад она вносит в общее напряженно-деформированное состояние конструкции учитывается коэффициентами сочетания, значения которых учитывают ограниченную вероятность одновременного появления наибольших значений временных нагрузок.

Одно из главных условий назначения коэффициентов сочетания является требование, чтобы спроектированная конструкция имела примерно равную надежность для всех возможных сочетаний нагрузок, и эта надежность должна подчиняться условию

$$P(R \geq F) \geq P_{ult}, \quad (1)$$

где P_{ult} – минимально допустимая величина безотказности конструкции.

По всей вероятности, в современных нормах проектирования принят следующий принцип назначения коэффициентов сочетания – полное расчетное значение усилия формируется как сумма расчетного значения усилия от постоянных нагрузок (F_d) с расчетными значениями усилий от всех остальных временных нагрузок ($F_i(t)$), умноженных на коэффициенты сочетаний ψ_i , т. е. для m переменных нагрузок правило сочетаний запишется в виде:

$$\tilde{F} = \max_{i=1, \dots, m} \left\{ F_d + \sum_{i=2}^m \psi_i F_i(t) \right\}. \quad (2)$$

Процесс нагружения (нагрузка или воздействие) конструктивного элемента в общем случае является векторной функцией времени $F(t)$. Если во времени изменяется лишь одна нагрузка, то имеется единственное решение этого процесса, соответствующее выходу системы за пределы области безопасной работы. В этом условии (1) проверка надежности системы выполняется при коэффициенте сочетания равном единице.

Если же на конструкцию действует более одной нагрузки, то отыскание одного единственного решения, определяющего безотказную работу конструкции, является затруднительным и не всегда реализуемым. Это объясняется следующими причинами:

- необходимо иметь не только законы распределения, но и отдельные временные модели для каждой нагрузки;
- должна быть задана, хотя бы приблизительно, наиболее характерная продолжительность реализаций (возможно дискретных) уровней нагрузки, например, если количество временных нагрузок равно 3, то количество возможных реализаций (сочетаний) нагрузок равно 0, 1, 2, 3.

Для определения коэффициентов сочетания удобно выделить три типа временного описания нагрузочных эффектов.

1. Постоянные нагрузки, которые не изменяются или почти не изменяются (реконструкция) в течение расчетного срока службы T . Каждая

постоянная нагрузка P_d подчиняется нормальному закону распределения и определяется первым и вторым моментами (рис. 1а).

2. Длительные нагрузки изменяются в некоторые моменты времени, но остаются неизменными в промежутке между ними. Каждая i -я длительная нагрузка определяется интенсивностью потока изменения нагрузки λ_i и уровнем нагрузки между изменениями (рис. 1б).

3. Кратковременные нагрузки, возникающие редко и на короткое время. Для описания последовательности появления j -й кратковременной нагрузки обычно используется поток Пуассона с интенсивностью λ_j , а уровень нагрузки $\tilde{P}_{tj}^u$ в каждом появлении и продолжительность $\tilde{t}_{tj}$ этого появления считаются случайными величинами (рис. 1в).

Рассмотрим некоторые возможные принципы моделирования процесса нагружения:

1. временные нагружения являются независимыми случайными величинами;

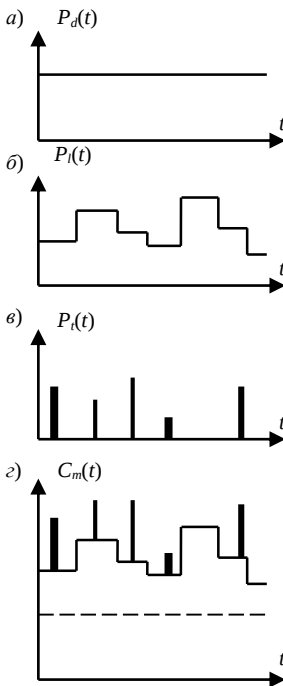


Рис. 1. Идеализация процессов нагружения несколькими нагрузками: а – постоянная; б – длительная; в – кратковременная; г – полная нагрузка

2. для каждой нагрузки срок эксплуатации разбит на равные интервалы, в пределах которого исследуемая нагрузка считается постоянной;
3. появление или отсутствие нагрузки в интервале соответствует последовательности независимых испытаний с определенной вероятностью появления события;
4. если нагрузка появляется в исследуемом интервале, то ее величина соответствует своему закону распределения.

Предложенная методика моделирования процесса нагружения строительных конструкции позволит учесть степень влияния различных нагрузок на общий нагрузочный эффект и наиболее объективно назначить значения коэффициентов сочетания [3].

Литература

1. Нагрузки и воздействия на здания и сооружения / В. Н. Гордеев, А. И. Лантух-Лященко, В. А. Пашинский и др.; под общ. ред. А. В. Перельмутера. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007. – 482 с.
2. ГОСТ Р 54257-2010. Надёжность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования. – Введ. 2011-09-01. – М.: Стандартинформ, 2011. – 14 с.
3. Свод правил: СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. – М.: Минстрой России, 2016. – 80 с.

УДК 694.14: 620.193

Белоусов Н. М.

Научный руководитель: Котлов В. Г., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАБОТА СОЕДИНЕНИЙ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ ПЛАСТИНАХ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКИ ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ ПАРАМЕТРАХ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ

***Аннотация.** Изучены влияния циклически изменяющихся параметров температуры и влажности на работу соединений на металлических зубчатых пластинах (МЗП) в деревянных конструкциях из различных пород древесины.*

***Ключевые слова:** деревянные конструкции, МЗП, несущая способность, температура, влажность.*

На данный момент влияние циклически изменяющихся параметров температуры и влажности на несущую способность нагельных соединений деревянных конструкций практически не изучено. Но эта проблема реальна, что можно пронаблюдать на примере 2 корпуса ПГТУ по адресу г. Йошкар-Ола, ул. Советская, д. 158. С течением времени влияние влаги и перепады температуры привели к коррозии нагелей, находящихся в контакте с древесиной, что резко ослабило всю конструкцию кровли. Устанавливая срок годности здания с деревянными конструкциями, мы не можем быть в полной мере уверены, что здание сохранит свои эксплуатационные характеристики в течение всего срока, так как не учитывается фактор циклически изменяющихся температуры и влажности. Целью данной работы является исследование влияния температуры и влажности на несущую и деформационную способность соединений на МЗП.

Для этого требуется выполнить следующие задачи: изучить влияние температуры и влажности на изменение свойств древесины и металла в процессе эксплуатации; исследовать влияние температуры и времени действия нагрузок на соединения деревянных конструкций на МЗП; исследовать влияние влажности и времени действия нагрузок на соединения деревянных конструкций на МЗП; изучить работу соединений на МЗП из разных пород древесины с учетом изменения температуры и влажности под воздействием нагрузки; выполнить экспериментальное и численное исследование влияния температуры и влажности на напряженно-деформированное состояние (НДС) соединений на МЗП.

Испытание проводится в специально подготовленной камере с рычагом для задания необходимой нагрузки и возможностью создания требуемых параметров температуры и влажности внутри камеры (рис. 1).

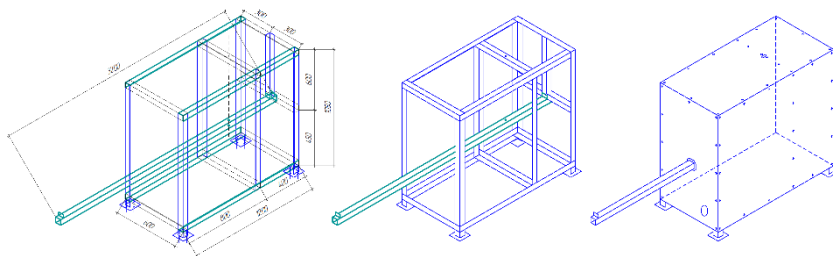


Рис. 1. Испытательная камера

В качестве образцов выступают деревянные бруски различных пород, попарно скрепленные металлическими зубчатыми пластинами (рис. 2).

Размеры брусков – 175х100х40 мм. Для соединения используются МЗП толщиной 1 мм и размерами 150х30 мм. Отверстия в брусках предназначены для закрепления образца в камере.

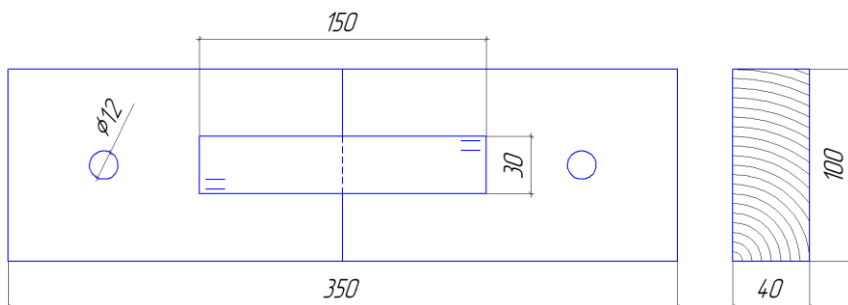


Рис. 2. Исследуемый образец

В процессе испытания к образцам при помощи грузов и рычага будет прикладываться разрушающая нагрузка. Нагрузка выдерживается некоторое время, в ходе которого происходит контроль деформаций в образце. Далее меняются сочетания параметров температуры и влажности, породы древесины образца. При различных сочетаниях отмечаются изменения в скорости деформации соединения. По датчикам, выведенным за пределы камеры, отмечаем показатели температуры и влажности, значения деформаций в образце при различных сочетаниях параметров температуры и влажности, заданных в камере.

По полученным в ходе испытания данным будут сделаны выводы о влиянии циклически изменяющихся параметров температуры и влажности на соединения на МЗП (т. е. в контакте металла с древесиной) в деревянных конструкциях из разных пород древесины, а также установлены наиболее негативные сочетания температуры и влажности для разных пород древесины.

Существующие проблемы сокращения срока службы деревянных конструкций с соединениями на металлических нагелях в результате их коррозии при циклически изменяемых параметрах температуры и влажности, а также отличия процесса коррозии встроенных в древесину металлов от атмосферной коррозии требуют дальнейшего исследования и решения.

Белоусова А. А.

Научный руководитель: Актуганов А. Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СРАВНЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ФАСОНОЧНЫХ УЗЛОВ ФЕРМ ИЗ ТОНКОСТЕННЫХ ГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ НА БОЛТАХ И САМОНАРЕЗАЮЩИХ ВИНТАХ

***Аннотация.** Сравнивается несущая способность фасоночных узлов ферм из легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) на болтах и самонарезающих винтах.*

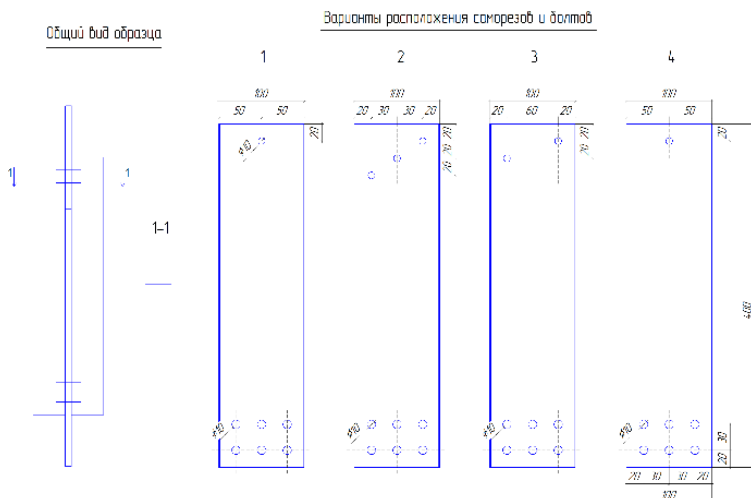
***Ключевые слова:** ЛСТК, фасонка, болты, самонарезающие винты.*

В связи с развитием использования в строительстве профилей ЛСТК, существует необходимость в разработке обоснованной инженерной методики для расчета соединений таких конструкций, позволяющей повысить эффективность и уровень безопасности строительства. Целью данной работы является определение и сравнение несущей способности фасоночных узловых соединений в фермах из тонкостенных гнутых профилей на болтах и самонарезающих винтах с учетом податливости экспериментально-теоретическим способом.

Для достижения необходимых результатов требуется решить следующие задачи: обзор и анализ ранее проведенных исследований и разработка методики испытания фасоночных соединений из ЛСТК на болтах и самонарезающих винтах; подготовка исходных данных для проведения испытаний; проведения испытания фасоночных соединений из тонкостенных гнутых профилей на болтах и самонарезающих винтах; обработка и анализ полученных результатов; сравнение несущей способности фасоночных узлов в фермах из ЛСТК при работе болтов и самонарезающих винтов на смятие и срез; разработка методики расчета фасоночных соединений из тонкостенных гнутых профилей на болтах и самонарезающих винтах с учетом податливости.

Экспериментальные исследования будут проводиться в лаборатории кафедры «Строительных конструкций и водоснабжения» ФГБОУ ВО ПГТУ. В качестве исследуемого образца выступают тонкостенные гнутые профили, соединенные в верхней и нижней части на болтах или самонарезающих винтах через фасонку. Длина профиля 350-400 мм. Раз-

меры поперечного сечения 100 x 50 мм. Фасонка используется для крепления к захватам испытательной машины. Нижний узел специально конструируется более прочным (6 болтов и фасонка большей толщины), чтобы провести испытание только на верхнем узле. Верхний узел конструируется с различным расположением болтов и самонарезающих винтов (рисунок).



Исследуемый образец: 1 – вариант расположения болтов в верхнем узле; 2, 3, 4 – варианты расположения самонарезающих винтов в верхнем узле

При испытании будет использоваться универсальная разрывная машина Р-10, предназначенная для статических испытаний стандартных образцов металлов на растяжение, сжатие и изгиб при температуре (20 ± 15) градусов в соответствии с ГОСТ 1497, ГОСТ 12004.

По полученным после испытаний данным будет проведено сравнение несущей способности фасоночных узловых соединений в фермах из тонкостенных гнутых профилей на болтах и самонарезающих винтах. Данные для наглядности будут собраны в таблицы и графики.

ЛСТК – это сравнительно новое направление, нормативная база для надежного расчета таких конструкций отсутствует, что значительно ограничивает их применение в строительстве. Исследования в этой области в настоящее время проводятся, но имеется еще много вопросов для выхода на практическое применение в нормативных документах. Необходимо проведение дополнительных исследований в данной области с целью разработки полноценной методики проектирования ЛСТК.

Борзенкова Ю. В., Черникова В. В.

Научный руководитель: Кривошапко С. Н., д-р техн. наук, профессор
Российский университет дружбы народов

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ВРАЩЕНИЯ

Аннотация. Архитекторы, работающие с оболочками, используют в своих проектах, в основном, хорошо зарекомендовавшие себя геометрические формы, которые составляют порядка 5-10% от общего числа известных геометрам поверхностей. Однако есть такая хорошо известная поверхность вращения, которая с XIX века по настоящее время пользуется большой популярностью у математиков-геометров, но она практически неизвестна архитекторам и проектировщикам, нет примеров ее применения в строительной индустрии. Это – псевдосферическая поверхность.

Ключевые слова: псевдосфера, конус, гипербола, астроида, поверхность вращения, трактриса, площадь поверхности.

В статье сравниваются поверхности вращения с меридианами в форме прямой линии, гиперболы, астроида и трактрисы, которые образуют, соответственно, конус, поверхность вращения гиперболы $z = b/x$, поверхность вращения астроида и псевдосферу. Введем коэффициент оптимальности по площади: $\rho = S_{\text{псевд}} / S_{\text{нов}}$, чтобы выяснить, какая из рассматриваемых четырех поверхностей имеет меньшую площадь при прочих равных геометрических параметрах и почему псевдосфера так и не нашла своего применения в строительстве, хотя она пользуется большой популярностью у математиков.

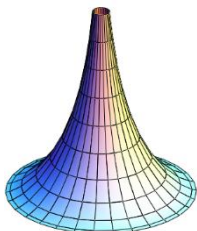


Рис. 1

Для псевдосферической поверхности (рис. 1) с радиусом ее ребра a гауссова кривизна равна постоянному отрицательному числу $K = k_1 k_2 = -1/a^2$ [1]. Псевдосфера, или поверхность Бельтрами, образовывается вращением трактрисы, эвольвенты цепной линии $r = ach(z/a)$, относительно оси Oz .

На рис. 2 показаны 4 вида оболочек вращения, включая коническую (рис. 2, а), псевдосферическую (рис. 2, б), оболочку со срединной поверхностью вращения гиперболы $z = b/x$ вокруг оси Oz (рис. 2, в) и со срединной поверхностью вращения астроида (рис. 2, г).

Все эти поверхности задаются параметрическими уравнениями:

$$x = x(r, \beta) = r \cos \beta, \quad y = y(r, \beta) = r \sin \beta, \quad z = z(r),$$

где для псевдосферы (рис. 2, б):

$$z = z(r) = a \ln \frac{a + \sqrt{a^2 - r^2}}{r} - \sqrt{a^2 - r^2},$$

для конуса (рис. 2, а):

$$z = z(r) = -\frac{rH}{r_1 - r_2},$$

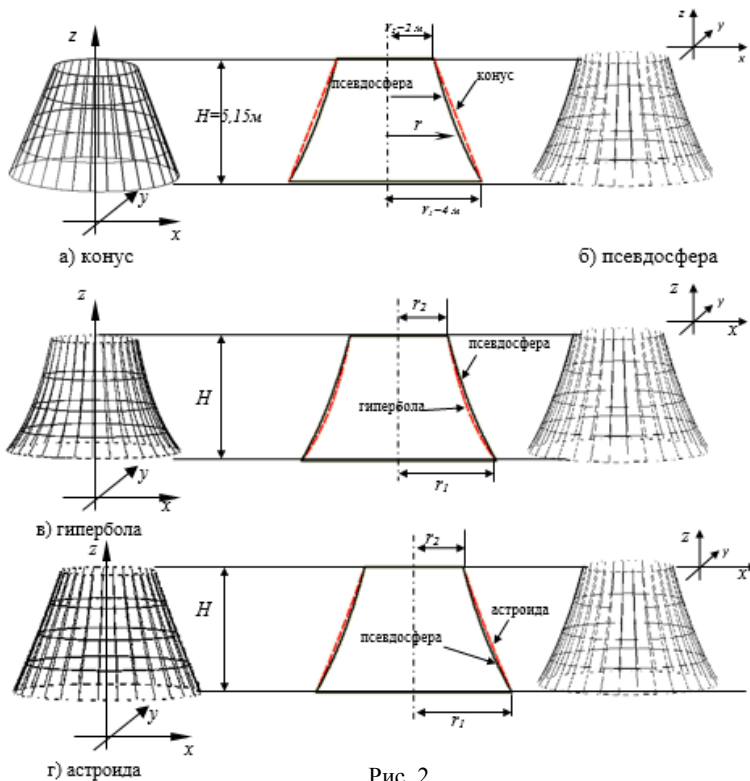


Рис. 2

для поверхности вращения гиперболы $z = b/x$ вокруг оси Oz (рис. 2, в):

$$z = z(r) = \frac{Hr_1r_2}{(r_1 - r_2)r},$$

для поверхности вращения астроиды (рис. 2, г):

$$z = z(r) = (b^{\frac{2}{3}} - r^{\frac{2}{3}})^{3/2},$$

параметр b необходимо найти из равенства:

$$H = (b^{2/3} - r_2^{2/3})^{3/2} - (b^{2/3} - r_1^{2/3})^{3/2}.$$

Все неуказанные геометрические параметры приведены на рис. 2.

На рис. 2 меридианы псевдосферы показаны сплошной линией, а меридианы остальных поверхностей вращения – пунктирной линией.

Для проведения сравнительного анализа поверхностей вращения с заданными образующими кривыми (меридианами) определим их площади и соответствующие коэффициенты оптимальности:

$$\begin{aligned} S_{\text{псевдосферы}} &= 10046,58 \text{ м}^2, & S_{\text{конуса}} &= 10413,84 \text{ м}^2, \\ S_{\text{гиперб.}} &= 9824,42 \text{ м}^2, & S_{\text{астроиды}} &= 10300,75 \text{ м}^2, \\ \frac{S_{\text{псевдосферы}}}{S_{\text{конуса}}} &= 0,96, & \frac{S_{\text{псевдосферы}}}{S_{\text{гиперб}}} &= 1,02, & \frac{S_{\text{псевдосферы}}}{S_{\text{астроиды}}} &= 0,97. \end{aligned}$$

Проведенное исследование для 4-х поверхностей показывает, что минимальной по площади будет поверхность вращения гиперболы $z = b/r$ (рис. 2, в), только второй – псевдосфера. Меридианы 4-х поверхностей практически совпадают с меридианом (трактрисой) псевдосферы.

В научно-технической литературе не найдены примеры использования поверхности псевдосферы в строительной отрасли [2]. Только Kenneth Brecher [3] представил примеры псевдосфер, реализованных в натуре. Одна из них – скульптура из нержавеющей стали для парка (Anish Kapoor, 2008, рис. 3).

Следовательно, выбор поверхности остается на совести архитекторов. Может быть преимущество псевдосферы появится при расчете ее на прочность? Но это утверждение потребует дополнительных исследований, которые мы надеемся выполнить к следующей XV научно-технической конференции.



Рис. 3. Kapoor stainless steel sculpture “Non Object”, 2008

Литература

1. Кривошапко, С. Н. Геометрические и прочностные исследования тонких псевдосферических, эпитрохоидальных, эллипсоидальных, катеноидальных оболочек и оболочек в форме циклид Дюпена / С. Н. Кривошапко, Жиль-улбе Матье // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – М.: Изд-во АСВ, 2001. – Вып.10. – С. 23-35.

2. Кривошапко, С. Н. История развития архитектуры пространственных структур и оболочек с элементами расчета: УМК / С. Н. Кривошапко. – М.: Изд-во РУДН, 2015. – 156 с.

3. Kenneth Brecher. Mathematics, Art and Science of the Pseudosphere // Proceedings of Bridges 2013: Mathematics, Music, Art, Architecture, Culture. – P. 469-472.

УДК 69.07

Бочков В. А., Актуганов О. А.

Научный руководитель: Актуганов О. А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛЕГКИХ СТАЛЬНЫХ ТОНКОСТЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С УЧЕТОМ УСТОЙЧИВОСТИ

***Аннотация.** Потеря несущей способности сжатых стержней может наступить в результате потери общей или местной устойчивости элемента. Исследование этого явления возможно методами конечно-элементного моделирования.*

***Ключевые слова:** ЛСТК, легкие стальные тонкостенные конструкции, гнутый профиль, устойчивость, конечно-элементное моделирование.*

В настоящее время в нашей стране наблюдается устойчивый рост популярности легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК). Это связано со стремлением проектировщиков и производителей профилей снизить массу и стоимость изготовления или монтажа при сохранении прежней несущей способности и эксплуатационных качеств конструкций.

В связи с особенностями производства возможно получить профили различной конфигурации, ограниченные только характеристиками технологического оборудования, что дает широкие возможности применения их в строительной сфере.

Данные профили могут быть использованы в качестве как несущих, так и ограждающих конструкций (термопрофили). Термопрофиль отличается наличием продольных просечек по всей длине элемента, расположенных в шахматном порядке. Такое расположение просечек предотвращает появление мостиков холода в ограждающих конструкциях.

Конфигурация профиля позволяет снизить массу элемента конструкции, но обеспечить необходимую несущую способность. Холодногнутые профили являются законченными изделиями и не требуют дальнейшей обработки.

Легкие конструкции, несмотря на значительное уменьшение расхода стали, не становятся пропорционально дешевле. Поскольку легкие конструкции не должны быть дороже обычных, нельзя принимать в качестве важнейшего или единственного критерия экономию материала. Необходима еще и стандартизация элементов или конструктивных узлов.

Конструкцию необходимо стандартизировать таким образом, чтобы она могла служить для строительства зданий разного назначения и позволяла применять различные конструктивные схемы.

Легкость конструкций, достигнутая в несущих элементах благодаря экономичному проектированию, требует придавать профилям форму, приспособленную к роду работы стержня. Поэтому не может быть профиля с универсальным сечением.

Благодаря особенностям изготовления холодногнутые профили могут иметь различную форму поперечного сечения, полимерное или цинковое покрытие, что обеспечивает большие возможности в создании эффективных металлических конструкций. Однако в то же время, холодногнутые профили требуют абсолютно другого подхода к конструкции на всех стадиях «жизни», от проектирования до эксплуатации, который заключается в учете влияния «тонкостенности» профиля и особенностей его изготовления на устойчивость и несущую способность строительных конструкций в целях обеспечения надежности.

Исследование работы стержней ЛСТК, в том числе устойчивости, возможно с применением методов конечно-элементного анализа [1]. Определение параметров корректной конечно-элементной модели для изучения устойчивости сжатых стержней ЛСТК с подтверждением результатов натурными испытаниями представляется актуальной задачей.

Литература

1. Осокин, А. В. Развитие метода конечных элементов для расчета систем, включающих тонкостенные стержни открытого профиля: автореф. дисс. канд. техн. наук. – М., 2010. – 26 с.

Бурячок А. Ю.

Научный руководитель: Соловьев Н. П., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЗАКОН ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЖБК

***Аннотация.** Представлена методика определения статистической характеристики прочности бетона.*

***Ключевые слова:** закон распределения, прочность бетона, кривая Пирсона.*

На заводе ЖБИ при массовом изготовлении элементов и в дальнейшем при изменении технологии изготовления проводят контроль прочности бетона путем испытаний бетонных кубиков на сжатие [1].

Структура бетона, обусловленная неоднородностью состава и различием способов приготовления, приводит к тому, что при испытании образцов, изготовленных из одной и той же бетонной смеси, получают неодинаковые показатели прочности [2]. Вариация прочности бетона обусловлена также влиянием многих факторов, которые условно можно разделить на три основные группы:

- первая группа обуславливает вариацию при испытаниях, причиной которой являются погрешности при проведении лабораторных опытов, недостаточное уплотнение образцов, недостаточно точное центрирование образцов на плитах пресса и т. д.;
- вторая группа факторов, вызывающих увеличение вариации прочности бетона, связана с изменчивостью свойств составляющих бетона: непостоянство зернового состава, непостоянство свойств химических добавок и т. д.;
- к третьей группе факторов, вызывающих вариации прочности бетона, можно отнести технологические факторы производства: погрешности дозирования, некачественное перемешивание смеси, недостаточное уплотнение изделий и т. д.;

В связи с этим выбираются 20 – 30 серий результатов испытаний образцов-близнецов для 2 – 3 различных составов [3].

Нами представлен следующий метод определения вероятности прочности бетона, который звучит следующим образом:

1. из множества результатов испытаний находим максимальное $\chi_{\max}$ и $\chi_{\min}$ минимальное значение прочности. Таким образом, выделяя диапазон, в котором распределен ряд значений.

2. назначаем число рядов k , которое обычно принимаем в зависимости от количества наблюдений и определяем величину разряда;

3. за счет величины разряда разбиваем ряд значений на интервалы, по которым мы подсчитываем частоту испытаний, после чего составляется рабочая таблица результатов испытаний прочности бетона;

4. на основании рабочей таблицы, составляется таблица ряда распределения. В данной таблице вместо исходных разрядов берутся средние значения разрядов. Эта таблица позволяет определить среднее значение $\bar{X}$ и основное отклонение $\bar{\sigma}$ по формуле:

$$\bar{X} = \frac{\sum \bar{x}_j * n_j}{\sum n_j}; \quad \bar{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum (\bar{x}_j - \bar{X})^2 * n_j}{\sum n_j}}.$$

5. определяем начальные обыкновенные моменты;

6. вычисляем центральные моменты μ_h ;

7. определяем основные моменты r_h ;

8. на основании выполненных вычислений строим гистограмму распределения прочности бетона;

9. составляем список основных статистических характеристик прочности бетона;

10. на основании указанных статистик определяем коэффициент S по формуле:

$$S = \frac{6 * (r_4 - r_3^2 - 1)}{3 * r_3^2 - 2 * r_4 + 6}.$$

Критерий распределения равен:

$$\chi = \frac{r_3^2 * (S - 1)^2}{16 * (S + 1)}.$$

11. определяем вид кривой распределения Пирсона, которая отражает плотность вероятности прочности бетона.

На основании предложенной методики была выполнена обработка данных прочности бетона для 200 бетонных кубиков.

Исходя из выше перечисленных критериев распределения выбираем кривую Пирсона II с условием, что $\chi \approx 0$, $r_3 \approx 0$, $r_4 \leq 3$.

Уравнение кривой Пирсона II выглядит таким образом:

$$\tilde{n}_j = \tilde{n}_0 * (1 - \frac{x^2}{l'^2})^q.$$

Кривая симметрична относительно центральной ординаты, имеет конечный размах распределения, определяемый точками $x = -l$ и $x = l$.

Переменная x находится по формуле:

$$x = x' + m_1.$$

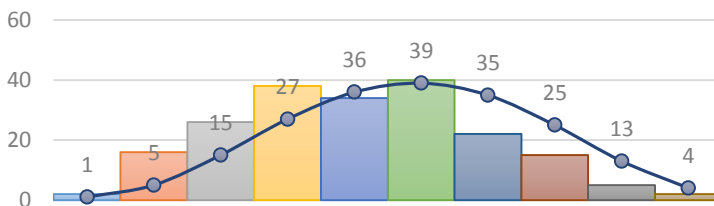
Постоянные коэффициенты в уравнении:

$$q = \frac{5 * r_4 - 9}{2 * (3 - r_4)} = 3,452; \quad l' = \sigma * \sqrt{\frac{2 * r_4}{3 - r_4}} = 5,936;$$

$$\tilde{n}_0 = (\frac{n}{2^{2*q+1} * l'}) * (\frac{\Gamma(2*q+2)}{(\Gamma(q+1))^2}) = 39,09.$$

Определяем выравнивающие частоты прочности бетона.

На основании выполненных вычислений строим гистограмму и плотность вероятности кривой Пирсона II распределения прочности бетона (рисунок).



Гистограмма и плотность вероятности кривой Пирсона II распределения прочности бетона

Предложенная методика позволяет определить не только основные статистические характеристики изменчивости прочности бетона, но и устанавливает закон распределения. Данный закон распределения может быть использован для оценки начальной безотказности бетонных и железобетонных конструкций.

Литература

1. ГОСТ 26992-86 Прогоны железобетонные для покрытий зданий промышленных и сельскохозяйственных предприятий. Технические условия; введ. 1987-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 15 с.

2. Байков, В. Н. Железобетонные конструкции: Общий курс: учеб. для вузов / В. Н. Байков, Э. Е. Сигалов. – 6-е изд., репринтное. – М.: ООО «БАСТЕТ», 2009. – 768 с.

3. Рекомендации по статистическим методам контроля и оценки прочности бетона с учетом его однородности по ГОСТ 18105-86. – М: Стройиздат, 1989. – 66 с.

УДК 624.014

Васильева О. С.

Научный руководитель: Актуганов А. Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ТОНКОСТЕННЫЕ ГНУТЫЕ ПРОФИЛИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Аннотация. *Приведены обзор применения тонкостенных гнутых профилей в несущих конструкциях сельскохозяйственных зданий и основные профили тонкостенных гнутых профилей.*

Ключевые слова: *тонкостенные холодногнутые профили, оцинкованная сталь, с/х здание, конструкции.*

Конструкции из тонкостенных холодногнутых профилей (ТХП) примечательны тем, что они быстро возводятся и не требуют сложных фундаментов. В зданиях и сооружениях с небольшими нагрузками ТХП позволяют получить значительный экономический эффект по сравнению с традиционными стальными конструкциями из горячекатаных и гнутых профилей.

Профили для легких стальных тонкостенных конструкций изготавливают из рулонной оцинкованной стали с цинковым покрытием первого и повышенного классов по ГОСТ 14918-80* толщиной до 2-х мм и толщиной до 4-х мм по ГОСТ Р 52246-2004. Классы сталей, применяемые для изготовления гнутых профилей: от 235 до 345. Оцинкованная сталь для изготовления ЛСТК может иметь защитно-декоративное, полимерное или лакокрасочное покрытие. Из таких профилей легко монтировать несущие каркасы, перекрытия, стеновые и кровельные системы.

При изготовлении несущих конструкций в основном используют С, U, Z-образные сечения гнутых профилей. Для элементов каркаса наружных стен предусмотрено применение профилей с перфорированной стенкой, исключающих образование мостиков холода.

Типы холодногнутых стальных профилей (рисунк):

- а) с плоской стенкой;
- б) со стенкой повышенной жесткости;
- в) с перфорированной стенкой.

Холодногнутые профили и конструкции из них имеют ряд особенностей:

1) толщина применяемой стали составляет 0,7-3 мм, высота 100-300 мм с использованием оцинкованной стали только высокого качества;

2) повышенная жесткость позволяет снизить расход материала, но она также усугубляет проявление потери местной устойчивости;

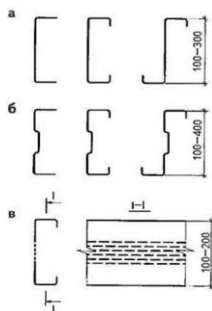
3) предел текучести рулонной оцинкованной стали толщиной до трех мм увеличивается на 15...20%. Также предел текучести стали в местах изгиба профиля в процессе его прокатки возрастает по сравнению с его значением на плоских участках (явление наклепа);

4) ТГП предназначены для эксплуатации в неагрессивных и слабоагрессивных средах, в климатических районах с температурой наружного воздуха не выше $+40^{\circ}\text{C}$ и не ниже -45°C при влажности воздуха не более 65%.

Изучению действительной работы холодногнутых профилей посвящены работы многих российских и зарубежных исследователей. В частности, К. Н. Богоявленским, Б. В. Гольцевым (Ленинградский политехнический институт), G. Winter (США) и др. рассматривалось влияние наклепа, который образуется при изготовлении профилей, на их напряженно-деформированное состояние. Проблемами несущей способности различных холодногнутых профилей занимались: Э. Л. Айрумян, В. Ф. Беляев, В. W. Schafer, G. J. Hancock и др.

При внедрении конструкций из холодногнутых оцинкованных профилей возникла затруднительная ситуация: с одной стороны, разработаны и применяются профили, удельные прочностные и жесткостные характеристики которых превышают характеристики традиционного проката; а с другой стороны, в России нет узаконенных методик расчетов конструкций из этих профилей, а значит, что и использование несущих конструкций из тонкостенных профилей не имеет законных оснований.

На сегодня, наибольшее распространение получила методика расчета ЛСТК на основе Еврокада 3, в основу которого положена устойчивость пластинки, различным способом закрепленной по контуру.



Типы холодногнутых стальных профилей

Сельскохозяйственное здание в основном однопролетное, двухскатное. Пролет здания от 18 до 30 м, длина здания – до 150 м, высота зданий до низа несущих конструкций – от 3,0 до 6,0 м. Основные несущие конструкции колонны и фермы покрытия оцинкованные, составленные из спаренных гнутых профилей и имеют двутавровое сечение.

Каркас здания «птичников», построенных в Республике Марий Эл, решен в виде ряда однопролетных рам, состоящих из колонн постоянного сечения и плоских ферм, изготовленных из спаренных оцинкованных холодногнутых профилей, соединенных между собой через прокладку, с шагом рам – 6 м.

Сопряжение элементов ферм между собой – шарнирное; колонн с фундаментом – жесткое; колонн с фермой – шарнирное.

Прогоны покрытия и стеновые прогоны – разрезные из оцинкованных гнутых профилей.

Материал металлоконструкций – сталь С275 по ГОСТ 27772-88, покрытие – горячее цинкование, класс цинкового покрытия I (не менее 275 г/м²). Для соединительных элементов и для баз колонн сталь принята С255, покрытие – холодное цинкование, толщина покрытия не менее 80 мкм.

Колонны рамы из спаренных тонкостенных гнутых профилей типа ПС сечением 280×80×3, верхняя часть колонн (между поясами фермы) сечением 280×80×3 мм.

Фермы покрытия пролетом 18,0 ... 24,0 м: верхний пояс – спаренный гнутый профиль сечением 280×80×2 мм, нижний пояс – спаренный гнутый профиль сечением 240×90×2 мм, опорный раскос от опоры спаренный гнутый профиль сечением 110×40×2,5 мм, раскосы – 110×40×1,5 мм. Стеновые прогоны по нижнему поясу ферм выполнены из гнутых профилей сечением 280×80×2 мм, каркасы оконных и дверных проемов по оси также выполнены из гнутых профилей сечением 280×80×1,5 мм. Распорки по нижнему поясу ферм из гнутых профилей сечением 240×90×2 мм. Стеновые и воротные прогоны по фасаду здания выполнены из гнутых профилей сечением 240×80×2 мм.

Вертикальные связи между колоннами в верхней части устроены из тонкостенных гнутых профилей типа ПН сечением 83×40×1,5 мм, в нижней части крестовые связи по осям – из круглой стали диаметром Ø12 мм.

Фахверковые колонны – из тонкостенных спаренных гнутых профилей сечением 240×80×2 мм.

Волкова М. Ю.

Научный руководитель: Соловьёв Н. П., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

НОРМАТИВНОЕ ЗНАЧЕНИЕ СНЕГОВОЙ НАГРУЗКИ НА ГОРИЗОНТАЛЬНУЮ ПРОЕКЦИЮ ПОКРЫТИЯ

***Аннотация.** Рассматриваются основные вероятностные характеристики снеговой нагрузки и определение ее нормативного значения на горизонтальную проекцию покрытия.*

***Ключевые слова:** снеговая нагрузка, нормативное значение, вероятностные характеристики.*

Ситуация в области нормирования снеговой нагрузки в российских нормах давно привлекает внимание строителей. С начала XXI столетия значение снеговой нагрузки менялось несколько раз.

В настоящее время, согласно СП 20.13330.2016 [1], нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия определяют по формуле

$$S_0 = c_e c_t \mu S_g,$$

где c_e – коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов; c_t – термический коэффициент; μ – коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие; S_g – нормативное значение веса снегового покрова на 1 м² горизонтальной поверхности земли.

Вес снегового покрова на поверхности земли изменяется в пространстве и времени как в течение зимы, так и от зимы к зиме, т. е. является случайной величиной, которая состоит из твердых осадков, выпадающих в зимний период, ледяной корки и воды, образующихся в результате оттепелей и возможным выпадением дождей поверх снега. Для получения указанного веса формируют последовательность независимых годовых метеорологических наблюдений (ведутся в России с 1892 года), полученных в результате снегосъемок в конкретной географической точке (в настоящее время – 4600 метеостанций и постов) [2].

В результате статистической обработки результатов метеорологических наблюдений определяется нормативное значение снегового покрова на поверхности земли по формуле

$$S_g = 0,7 S_k,$$

где $S_k = S_{g,50}$ – характеристическое значение снегового покрова, равное превышению в среднем один раз в 50 лет ежегодного годового максимума веса снегового покрова.

Характеристическое значение снегового покрова S_k получено регрессионным анализом всех значений веса снегового покрова, включая максимальные. Указанное значение учитывается при проверке абсолютного предельного состояния.

Коэффициент 0,7, по-видимому, является коэффициентом, определяющим характеристическое комбинационное значение снеговой нагрузки S_g . В общем случае данное значение также получено регрессионным анализом всех значений, за исключением максимальных значений снегового покрова.

Определим основные вероятностные характеристики снеговой нагрузки для Республики Марий Эл. Территория Республики Марий Эл относится к IV снеговому району. Нормативное значение веса снегового покрова на поверхности земли без учета ветрового сноса $S_0 = 2,0$ кПа, расчетная нагрузка $S = 2,8$ кПа. Предположим, что нормативное значение является математическим ожиданием веса снегового покрова на поверхности земли. Исходя из обеспеченности расчетного значения снегового покрова 0,98, принимаем среднее квадратическое отклонение снегового покрова, равное $\sigma_s = 0,228$ кПа.

1. Какова вероятность того, что снеговая нагрузка превзойдет расчетное значение в течение одной зимы и составит 2,8 кПа?

Наилучшим законом распределения годовых максимальных значений снеговой нагрузки следует считать двойной экспоненциальный закон Гумбеля.

В предположении большого объема экспериментальной выборки ($N \rightarrow \infty$) принимаем $k_\alpha = 0,45$ и $k_\beta = 0,78$.

Определяем параметры распределения

$$\alpha = S_0 + k_\alpha \sigma_s = 2,0 + 0,45 \cdot 0,228 = 2,103;$$

$$\beta = k_\beta \sigma_s = 0,78 \cdot 0,228 = 0,178.$$

Тогда функция распределения для $x = 2,8$ кПа составит

$$F(2,8) = \exp \left[- \exp \left(\frac{2,103 - 2,8}{0,178} \right) \right] = 0,98.$$

Вероятность того, что расчетное значение нагрузки будет превышено в течение одной зимы, составит

$$1 - F(2,8) = 1 - 0,98 = 0,02.$$

Т. е. при принятых исходных данных обеспеченность расчетного значения снеговой нагрузки выполняется.

2. Каково среднее значение периода повторяемости нормативной нагрузки?

$$m_{Tr} = \frac{1}{1 - F(2,8)} = \frac{1}{1 - 0,98} = 50 \text{ лет.}$$

Итак, в среднем, каждые 50 лет снеговая нагрузка достигает или превышает расчетное значение.

3. Какова вероятность того, что наибольшая снеговая нагрузка за период 20 лет превзойдет расчетное значение, равное 2,8 кПа? Найдем распределение экстремальных значений для периода 20 лет по формуле

$$F_{\max}(x) = [F(x)]^n = \exp \left[-n \exp \left(\frac{\alpha - x}{\beta} \right) \right] = 0,98^{20} = 0,67.$$

Расчетная нагрузка может быть превышена в течение 20 лет с вероятностью $P = 1 - 0,67 = 0,33$ или 33%.

4. Какова снеговая нагрузка, соответствующая периоду повторяемости в 60 лет?

Из формулы по пункту получаем функцию периодичности

$$F(x) = 1 - \frac{1}{m_{Tr}} = 1 - \frac{1}{60} = 0,9833.$$

Разрешая уравнение

$$F(x) = \exp \left[-\exp \left(\frac{\alpha - x}{\beta} \right) \right],$$

относительно x , получаем

$$\begin{aligned} x &= \alpha - \beta \ln[-\ln(F)] = \\ &= 2,103 - 0,178 \cdot \ln[-\ln(0,9833)] = 2,83 \text{ кПа,} \end{aligned}$$

т. е. расчетное значение снеговой нагрузки за период 60 лет может составить 2,83 кПа.

Литература

1. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*». – М., 2016. – 80 с.
2. Нагрузки и воздействия на здания и сооружения/ В. Н. Гордеев, А. И. Лантух-Лященко, В. А. Пашинский и др.; под общ. ред. А. В. Перельмутера. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007. – 482 с.

Гизатуллина Г. А.

Научный руководитель: Черепов В. Д., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДИК ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ РЕМОНТА ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Аннотация. *Приводится анализ применимости методики по определению экономической целесообразности ремонта промышленных зданий.*

Ключевые слова: *техническое обследование, целесообразность ремонта, техническое состояние.*

На сегодняшний день нормативной основой, регламентирующей порядок проведения обследований несущих строительных конструкций зданий и сооружений и оценки их технического состояния, является ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» [1] и СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений» [2].

Обследование технического состояния здания (сооружения) представляет собой комплекс мероприятий по определению и оценке фактических значений контролируемых параметров, характеризующих работоспособность объекта обследования и определяющих возможность его дальнейшей эксплуатации, реконструкции или необходимость 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. Техническое обследование проводится с целью установления фактического физического состояния, в котором находится здание (сооружение) и его конструктивные элементы, на момент проведения обследования [1].

В процессе эксплуатации и ходе строительства конструкции зданий и сооружений подвергаются воздействиям, которые служат причиной воз-

никновения различного рода повреждений и деформаций в них, что в конечном итоге приводит к снижению прочности, сокращению долговечности и ухудшению эксплуатационных качеств.

Правильность и экономичность выбора того или иного способа усиления и восстановления конструкций зависит от результатов технического обследования их состояния, фактической прочности и качества использованных материалов, величины деформаций, степени и причин повреждений.

Категория технического состояния – степень эксплуатационной пригодности несущей строительной конструкции или здания и сооружения в целом, а также грунтов их основания, установленная в зависимости от доли снижения несущей способности и эксплуатационных характеристик [1].

Техническое состояние строительных конструкций и уровень функционального износа нередко вызывают сомнения в целесообразности устранения имеющихся дефектов и повреждений и дальнейшего использования зданий по назначению без перестройки.

Единственным действенным способом наиболее достоверного определения целесообразности проведения восстановительных работ является составление сметы на капитальный ремонт и сметы на строительство аналогичного объекта с последующим сравнением полученных сметных расходов. Однако такой анализ требует разработки в том или ином виде проектных решений, их осмечивания и других работ, на выполнение которых необходимо довольно продолжительное время.

В то же время существует технический документ рекомендательного характера, принятый ЦНИИПромзданий в 2001 году, в котором прописана методика определения фактической целесообразности проведения ремонтно-восстановительных работ. Согласно «Рекомендациям по оценке надёжности строительных конструкций зданий и сооружений по внешним признакам», фактическая экономическая целесообразность восстановления обследуемого объекта устанавливается в процентном соотношении к первоначальной его стоимости в зависимости от категории технического состояния к которому он относится [3].

Оценка надёжности строительных конструкций при эксплуатации производится на основе имеющихся в них повреждений, устанавливаемых на основе визуальных обследований. При этом оценка надёжности конструкций должна проводиться по максимальному повреждению на длине конструкции. По результатам этих оценок устанавливается при-

годность конструкций зданий и инженерных сооружений для эксплуатации, сроки ремонтов, а также необходимость применения более точных методов установления надежности конструкций [3].

Категории технического состояния, согласно «Рекомендациям по оценке надежности строительных конструкций зданий и сооружений по внешним признакам», назначаются в зависимости от имеющейся поврежденности и надежности конструкций. Рассматриваемый документ, как и ГОСТ 31937-2011, определяет 5 категорий технического состояния строительных конструкций и объектов в целом. Отличие двух данных документов заключается лишь в наименовании категорий. Так в «Рекомендациях по оценке надежности строительных конструкций зданий и сооружений по внешним признакам» предлагаются следующие формулировки: нормальное, удовлетворительное, не совсем удовлетворительное, неудовлетворительное, аварийное [3].

Из вышеизложенного следует, что методика, прописанная в «Рекомендациях по оценке надёжности строительных конструкций зданий и сооружений по внешним признакам» позволяет определить экономическую целесообразность проведения ремонтно-восстановительных работ в рамках технического обследования, что значительно минимизирует временные затраты.

Таким образом, на основании изложенных выше фактов, можно констатировать актуальность исследований, направленных на определение практической применимости методики, прописанной в «Рекомендациях по оценке надежности строительных конструкций зданий и сооружений по внешним признакам», для определения экономической целесообразности восстановления объектов обследования.

Литература

1. ГОСТ 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния [Текст]. – Введ. 2014-01-01. – М.: Стандартинформ, 2014. – 59 с.
2. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений [Текст]. – Введ. 2003-08-21. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2004. – 47 с.
3. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций зданий и сооружений по внешним признакам / АО ЦНИИПромзданий. – М., 2001. – 101 с.

Гребнев С. А.

Научный руководитель: Актуганов О. А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПОРНОГО УЗЛА ЛЁГКИХ СТАЛЬНЫХ ТОНКОСТЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ (ЛСТК)

Аннотация. *Представлены методика проведения эксперимента и результаты стендового исследования опорного узла ЛСТК с анализом полученных данных.*

Ключевые слова: *лёгкие стальные тонкостенные конструкции (ЛСТК), методика эксперимента, деформативность.*

В работе приводятся результаты исследования работы опорного узла стойки конструкции, относящейся к ЛСТК. Стойка состоит из 2 гнутых профилей С-образной формы, которые закреплены к опорной плите при помощи 4 уголков на болтовом соединении.

Характеристика материалов:

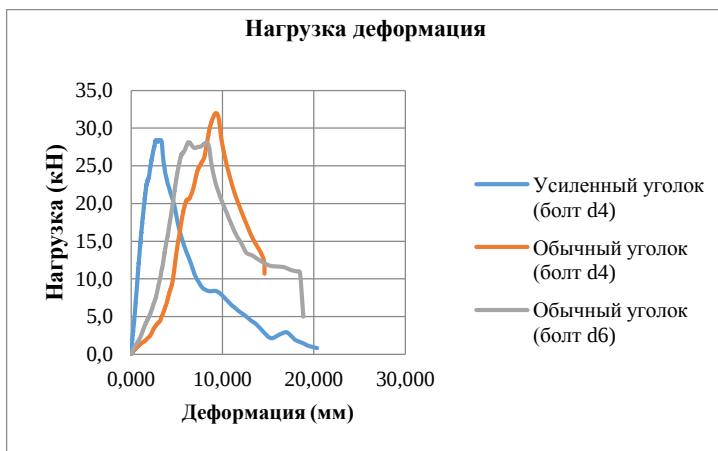
- С-образный профиль: ширина 100 мм, полка 50 мм, толщина 2 мм, высота заготовок 500 мм;
- уголки равнополочные гнутые из оцинкованной стали с перфорированными отверстиями на гранях 2-х типов: без усиления сечения с размерами 80×40 и 40×40 мм, и усиленные штампованным ребром жесткости на сгибе с размером 50×35, толщина уголков 2 мм.
- болты диаметром 4 и 6 мм, гайки и шайбы под болты.

Подготовленный к испытаниям С-образный профиль опирался на опорную стальную плиту размером 200×200×8 мм, такая же плита крепилась сверху, чтобы равномерно передать нагрузку на стендовую модель. Нагрузка на сечение стойки передавалась с эксцентриситетом и была сосредоточена на одно ребро, линия нагружения задавалась при помощи цилиндрического стержня из гладкой арматуры Ø32 мм.

Эксперимент проводился на электромеханической испытательной разрывной машине ИР 5082 [1], которая работает как на растяжение, так и на сжатие. Данные эксперимента обрабатывались с помощью программы Max Test, которая выводит данные по эксперименту в графической и текстовой форме.

Для эксперимента было сделано 5 идентичных стендовых моделей. Первая модель была испытана на центральное сжатие, чтобы проанализи-

зировать особенности работы С-образного профиля. Последующие модели были испытаны на сжатие с эксцентриситетом, равным 50 мм. Вторая модель имела крепление на нагнутых уголках без усиления болтами Ø4 мм, третья модель крепилась при помощи усиленных уголков болтами Ø4 мм, четвертая модель крепилась при помощи гнутых уголков без усиления болтами Ø6 мм. Пятый эксперимент был признан неудачным, поэтому описание пятой модели опускаем.



Графики деформаций по результатам испытаний

Данные 3-х удачных экспериментов были обработаны и проанализированы, результаты сведены в один график деформация-нагрузка. Как видно из графика, все 3 заготовки выдержали почти одну и ту же нагрузку (около 30 кН), но деформация оказалась разной. Модель с усиленным уголком повела себя лучше и почти не деформировалась во время испытаний, а модель с обычным гнутым уголком при том же диаметре болта показала в 3 раза большие деформации.

Данный эксперимент показывает, что чем надежнее выполнено крепление стойки, тем меньше деформативность ЛСТК конструкции.

Литература

1. Электромеханические испытательные разрывные машины ИР 5082 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tpmarket.ru/mashiny-ispytatelnye/universalnye-ispytatelnyy-mashiny/elektromehchanicheskie-razryvnye-mashiny-serii-ir-5082> (дата обращения: 25.03.2018).

Зайцев Д. С., Габдуллин М. Р.

Научный руководитель: Соловьев Н. П., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ СБОРНО-МОНОЛИТНОГО ПЕРЕКРЫТИЯ СО СКРЫТЫМ РИГЕЛЕМ

Аннотация. Предложен вариант моделирования сборно-монолитного железобетонного каркаса со скрытым ригелем.

Ключевые слова: скрытый ригель, железобетон, каркасная система, сборно-монолитный железобетон, МКЭ, Лира-САПР.

Для получения более корректных результатов перед проектировщиками встает задача моделирования здания в пространственной постановке. В такой модели можно более точно учесть различные виды воздействий на здание. Если вопрос с монолитным каркасом здания решен в программных комплексах типа Лира-Сапр, Scad и подобных, то со сборным или сборно-монолитным каркасом он остается на усмотрение проектировщика. В каждом конкретном случае, в зависимости от вида соединения несущих элементов здания, приходится принимать различные варианты моделирования.

В ходе исследования был проведен сравнительный анализ вариантов соединений между пустотными плитами с несущим и связевым ригелем, также варьировались жесткостные характеристики. Плиты с подрезкой по торцам опираются на несущий ригель совместно со шпонкой. Моделировались ячейки 6х6 м, состоящие из колонн сечением 0,4х0,4 м, несущего ригеля таврового сечения с полкой внизу высотой 0,22 м, шириной 0,2 м, шириной полки 0,4 м, высотой полки 0,08 м, связевого ригеля сечением 0,35х0,22 м, а также пустотных плит перекрытия шириной 1,2 м и 1,6 м, длиной 5,6 м. К плитам приложена вертикальная нагрузка $q=7\text{кН/м}^2$.

Для сравнения была разработана оболочечно-стержневая модель плит, состоящая из стержневых элементов КЭ-11 и пластинчатых КЭ-41. Шпоночное соединение моделировалось КЭ-11, а также учитывался межплитный шов. Над колонной были установлены АЖТ. На рис. 1 представлена подробная схема моделирования сборно-монолитного перекрытия.

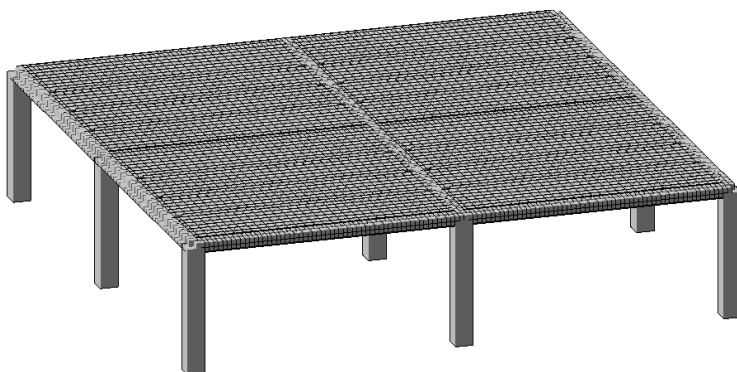


Рис. 1. Схема моделирования сборно-монолитного перекрытия

Наиболее точная упрощённая модель состоит из сплошной плиты, которая моделируется ортотропными пластинами КЭ-41 с различной жесткостью во взаимно перпендикулярных направлениях для учета податливости межплитных швов. Соединение между плитой и несущим ригелем моделируется расшивкой узлов по направлению uY , а со связевым ригелем – Z , uX , uY .

На рис. 2 представлены эпюры изгибающих моментов M_y на несущем и связевом ригелях для более точной и упрощенной схем соответственно.

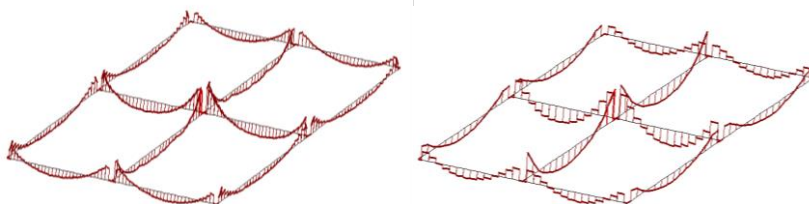


Рис. 2. Эпюры изгибающих моментов M_y для точной схемы и упрощенной схемы (плиты и колонны скрыты для наглядности)

Значение изгибающих моментов M_y на ригелях представлено в таблице. Расчетное сечение для ригелей: 1 – у центральной колонны, 2 – в пролете, 3 – у свободной колонны. Результаты даны в таблице.

Результаты расчета ригелей

Схема	Моменты M_u в расчетных сечениях, кНм		
	1	2	3
Несущий ригель			
Упрощенная	40,5	17,5	33,8
Точная	45,6	15,2	30,7
Связевой ригель			
Упрощенная	31,8	19,2	21,2
Точная	39,3	18,8	29

Выводы.

1. Упрощенная модель может быть использована при типовом проектировании сборно-монолитных перекрытий многоэтажных зданий за счет облегчения ввода данных и повышения скорости расчета.
2. Упрощенная модель неприменима для расчета пустотных плит перекрытий, а служит лишь для определения изгибающих моментов в ригелях.
3. Точный метод расчета сборно-монолитных перекрытий целесообразно использовать при изучении напряженно деформированного состояния в научных исследованиях.

Литература

1. Симбиркин, В. Н. Расчетные модели метода конечных элементов сборно-монолитных и монолитных каркасов зданий / В. Н. Симбиркин // Современные архитектурно-конструктивные системы зданий и сооружений, новые строительные материалы и технологии: сб. трудов. – Мн.: Стринко, 2000. – С. 103-108.
2. Никоноров, Р. М. Совместная сопротивляемость, деформативность железобетонных элементов перекрытия сборно-монолитных каркасов с плоскими плитами и скрытыми ригелями: дис. ... канд. тех. наук. – М., 2008. – С. 66-113.
3. Патент РФ № 2226593, 10.04.2004. Мордич А. И., Кучихин С. Н., Белевич В. Н., Симбиркин В. Н. Железобетонный сборно-монолитный каркас многоэтажного здания // Патент России № 2226593.

Китаева А. А.

Научный руководитель: Черепов В. Д., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

К ВОПРОСУ КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА К ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛЕДОВАНИЮ ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ

Аннотация. Подготовка к описанию комплексной методики обследования защитных сооружений с помощью СП 88.13330.2014 и Приказа МЧС России от 15.12.2002.

Ключевые слова: комплексная методика, защитные сооружения гражданской обороны, техническое состояние, техническое обследование.

Основная задача государства – это защита своих граждан от существующих угроз. В настоящее время обстановку во всем мире нельзя назвать спокойной, периодически наступают конфликтные ситуации со стороны соседних стран. Именно поэтому оружие и защитные сооружения гражданской обороны всегда должны быть готовы.

В современных условиях общеполитической обстановки готовность защитных сооружений гражданской обороны к приему укрываемых не потеряет своей актуальности. Готовность к приему укрываемых напрямую связана со своевременным ремонтом инженерных сетей, коммуникаций и конструктивных элементов. Необходимость ремонта определяется на основании плановых и внеплановых осмотров и обследования защитных сооружений гражданской обороны.

Существует несколько нормативных документов определяющих сроки и виды обследования, а также состав работ, которые необходимо реализовать в рамках его выполнения.

Одним из документов является СП 88.13330.2014 «Защитные сооружения гражданской обороны». Данный СП устанавливает требования по расчету с учетом динамических нагрузок, по объемно-планировочным и конструктивным решениям, к санитарно-техническим системам, электротехническим устройствам, связи, а также определяет противопожарные требования. Кроме того, данный документ регламентирует требования к проведению обследований технического состояния существующих защитных сооружений гражданской обороны. [1]. В частности, СП

88.13330.2014 определяет следующие виды обследования: плановые, внеплановые, комплексные, специализированные, предварительные и детальные.

Особый интерес в контексте рассматриваемого вопроса представляют комплексные и детальные обследования. Комплексные обследования проводят для оценки технического состояния объекта в целом, т. е. собственно сооружения и всех сооружений инфраструктуры объекта, обеспечивающих функционирование сооружения в мирное и военное время.

Детальное обследование сооружения проводят с целью получения исчерпывающей информации для оценки защищенности сооружения в целом или его отдельных элементов и технических систем, необходимой для принятия решения о дальнейшей эксплуатации сооружения (усилении, восстановлении, реконструкции, модернизации, ликвидации и т. д.).

Другой нормативный документ – это Приказ МЧС России от 15.12.2002 № 583 (ред. от 03.04.2017) «Об утверждении и введении в действие Правил эксплуатации защитных сооружений гражданской обороны».

Приложение № 21 в данном приказе определяет состав технического заключения о состоянии ЗСГО, содержащий в себе перечень обследуемых конструкций, инженерно-технических систем, определение прочности материалов неразрушающими инструментальными методами контроля, геодезические наблюдения, результаты инженерно-геологических изысканий и расчет защитных свойств несущих и ограждающих конструкций ЗС ГО с обоснованием невозможности или экономической нецелесообразности восстановления расчетных защитных свойств несущих и ограждающих конструкций ЗС ГО. [2].

Изучая нормативную литературу, можно сделать вывод о том, что в Приказе идет речь о техническом заключении состояния ЗСГО, в то время, когда в СП описываются виды обследования.

Обследование сооружения проводят с целью оценки фактического технического состояния, в том числе защищенности сооружения в целом или его отдельных элементов и технических систем, для принятия решения по возможности выполнения возложенной на него задачи или проведению усиления, восстановления, реконструкции, перепрофилирования, ликвидации и т. п. [1].

Приказ МЧС России несопоставим с СП, т. к. в нем прописывается заключение о состоянии ЗСГО, а не техническое заключение по результатам обследования, в приказе не регламентируется, какой вид обследования необходимо реализовать. Отсюда можно говорить о несогласованности двух документов.

Таким образом, для более эффективного обследования ЗСГО, в части соответствия целей обследования и перечня/объемов выполнения работ, необходимо руководствоваться положениями двух нормативных документов СП 88.13330.2014 «Защитные сооружения гражданской обороны» и Приказ МЧС России от 15.12.2002 № 583 (ред. от 03.04.2017) «Об утверждении и введении в действие Правил эксплуатации защитных сооружений гражданской обороны». Учитывая конструктивную и эксплуатационную специфику рассматриваемого вида сооружений, в ходе реализации работ по обследованию неизбежно применение значительного количества иных специализированных документов, определяющих методы исследования свойств материалов, характеристик конструкций и т. д. Основные ссылки на данные документы содержатся в ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния». Данный документ не распространяется на ЗСГО, однако его применение, безусловно, целесообразно с позиции методологического обеспечения процесса обследования ЗСГО.

На основании изложенных выше позиций можно констатировать существование объективной необходимости разработки комплексной методики, которая будет детально описывать процесс обследования защитного сооружения гражданской обороны с целью приведения в состояние готовности к приему укрываемых.

Литература

1. СП 88.13330.2014 «Защитные сооружения гражданской обороны».
2. Приказ МЧС России от 15.12.2002 № 583 (ред. от 03.04.2017) «Об утверждении и введении в действие Правил эксплуатации защитных сооружений гражданской обороны».
3. ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния».

Корчагин А. А.

Научный руководитель: Николаев А. С., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ РАСПОРА В СБОРНО-МОНОЛИТНЫХ БАЛОЧНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ С ПРИМЕНЕНИЕМ САМОНАПРЯГАЮЩЕГО БЕТОНА

Аннотация. В статье рассматривается применение самонапрягающего бетона для монолитной плиты перекрытия с целью получения распора и проверки оценки эффективности.

Ключевые слова: самонапрягающий бетон, распор, сборно-монолитная конструкция, монолитные перекрытия.

Применение самонапрягающего бетона позволяет нейтрализовать проявление усадки и не резко создать в железобетонном элементе напряжения во всей арматуре. За счёт того, что монолитное перекрытие упирается в сборный ригель, внецентренно приложенный распор создаёт изгибающий момент.

Определим изгибающий момент, возникающий в плите.

Марка по самонапряжению бетона на цементе НЦ-20 $S=1,2$, где значение напряжения в Мпа будет равно $q=1,2 \text{ Мпа}=1200 \text{ кН/м}^2$.

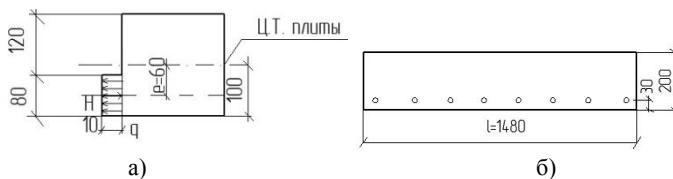


Рис. 1. а) продольное сечение монолитной плиты;
б) поперечное сечение монолитной плиты

Рабочая высота сечения: $h_0 = 200 - 30 = 170 \text{ мм}$.

Расчётный пролёт плиты: $l_0 = 5700 - 2 \times \frac{150}{2} = 5550$.

Условная нагрузка $q = 500 \text{ кг/м}^2 = 5,0 \text{ кН/м}^2$.

Изгибающий момент от нагрузки в середине пролёта:
 $M = (q \times b) l_0^2 / 8 = 5 \times 1,48 \times 5,55^2 / 8 = 28,491 \text{ кН} \times \text{м}$.

Изгибающий момент от распора:

$$M_n = H \times e_n = 1.42 \times 0.06 = 8.524 \kappa H \times m.$$

$$\text{Величина распора: } H = S \times A_{on} = 1200 \frac{\kappa H}{m^2} \times 0,08 \times 1,48 = 142,08 \kappa H.$$

Момент от нагрузки в сечении (с учётом отрицательного опорного момента) $M = M_o - M_n = 28.491 - 8.524 = 19.97 \kappa H \times m.$

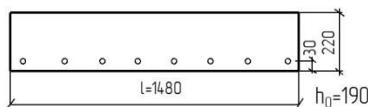


Рис. 2. Поперечное сечение сборной ЖБ плиты

Опорная зона монолитной плиты выполняется с уступом высотой 80 мм и высотой 10 мм. Упор плиты в стенку ригеля таврового сечения происходит по площадке, центр тяжести которой расположен на расстоянии $e=60$ мм от Ц.Т. сечения. Внецентренно приложенный распор создаёт обратный изгибающий момент.

Варианты конструирования плит:

Вариант №1. Это плита без использования НБ.

Нормативные и расчетные характеристики тяжелого бетона класса В30, $R_{bn} = R_{b,ser} = 22$ МПа

Используемая арматура: А500 $R_{sn} = 500$ МПа. (табл. 6.13, [3]).

$R_s = 435$ МПа, $R_{sc} = 435$ МПа, $E_s = 20 \times 10^4$ МПа.

$a_m = 0,041$ $\eta = 0,975$ $\xi = 0,05$).

$$A_{s1}^{проб} = \frac{18,27 \times 10^5 \kappa z c \times c m}{0,95 \times (435 \times 10^2) \frac{\kappa z c}{c m^2} \times 17 c m} = 2,6 c m^2.$$

По сортаменту (прил 6.2 принимаем 2Ø14 А500 с $A_{s1} = 3,08$ см², расчетный шаг $S_1 = b/4 = 1000/2 = 500$ мм $\rightarrow S_1 = 150$ мм по конструктивным требованиям. Окончательно принимаем $S_1 = 250$ мм.

Вариант №2. Плита с использованием самоупрочающего бетона. Нормативные и расчетные характеристики берём для тяжелого бетона класса В30, с применением НЦ-20, марка по самоупрочению $S = 1,2$.

При использовании самоупрочающего бетона процент армирования не должен превышать 1% от площади поперечного сечения образца, площадь продольной арматуры в плите при ширине в 2 м и высоте сечения 0,2 м будет равна 24,64 см², если перевести, получим 0,06%. Следует также за-

метить, что при самонапряжении бетона продольная арматура может сдерживать напряжение, тем самым уменьшая действие распора, но это будет наблюдаться, если коэффициент армирования будет больше 1%.

Расчёт монолитного перекрытия с использованием программы ЛИРА-САПР 2013.

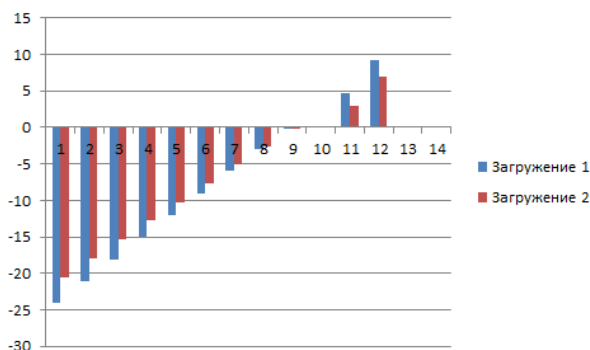
Для анализа эффективности применения такой конструкции воспользуемся программным комплексом. Создадим две расчётные схемы: вариант №1 с использованием обычного бетона, вариант №2 с применением самонапрягающего бетона (марка в обоих случаях будет В30 и класс арматуры А500). Напрягающий цемент – это конструкционный материал класса специальных цементах, обладает высоким коэффициентом линейного расширения (в возрасте 28 суток не менее 1,5%).

Рассмотрим разброс изгибающих моментов M_x :

загружение схемы №1 от 24,119 кН*м до 0,10 кН*м,

загружение схемы №2 от 20,502 кН*м до 0,06 кН*м.

Основываясь на результатах расчётов, можно сделать выводы об эффективности применения напрягающего бетона для сборно-монолитных перекрытий. Так, на примере данных об изгибающих моментах, можно наблюдать заметную разницу в результатах. Также подбор арматуры дал хорошие результаты. Если же сравнивать ещё с пустотной плитой, то будет видно, что значение изгибающих моментов в ней меньше, но на подборе арматуры это не сказалось.



Наложение значений изгибающих моментов при применении разных бетонов

Благодаря действию распора в плите и возникающему вследствие этого обратного изгибающего момента, снижается значение действия изгибающего момента в середине пролёта почти на 30%, это можно использовать для более экономичного использования бетона и арматуры.

Литература

1. ГОСТ 32803-2014. Бетоны напрягающие. Технические условия. Введен 2015-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 2015. – 15 с.
2. Пособие к СНиП 2.03.01-84. Пособие по проектированию самонапряженных железобетонных конструкций. Введен 8.05.85. – М.: Центральный институт типового проектирования, 1986. – 24 с.

УДК 69.05.059

Макарова В. Б.

Научный руководитель: Черепов В. Д., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА ВВЕДЕНИЯ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ОБЪЕКТОВ НЕЗАВЕРШЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

***Аннотация.** В данной статье указан рост объектов незавершенного строительства (НЗС) с течением времени, что влияет на эффективное управление объектами. Было заострено внимание на вопросе предоставления документов, необходимых для ввода в эксплуатацию объекта НЗС, и приведен перечень критериев, влияющих на стоимость ввода объекта НЗС.*

***Ключевые слова:** объект незавершенного строительства, ввод в эксплуатацию, конечная стоимость.*

При переходе к рыночной экономике в России наблюдалось три скачка объемов незавершенного строительства. Первый скачок роста произошел в период с 1990 по 1995 гг. – во время перехода к рыночным реформам. В 1993 г. из 3031 строящегося объекта незавершенными остались 1455 объектов. Затем рост объемов НЗС проявился после дефолта 1998 г., в то время было прекращено инвестирование во многие проекты. По данным Росстата, на конец 2000 г. из общего количества зданий и сооружений, находящихся в незавершенном строительстве, на долю объектов, строительство которых приостановлено или законсервировано, приходилось 49,2%. Экономический кризис 2008-2010 гг. вызвал еще один скачок объемов НЗС. В России он проявился резким ростом стоимости кредитов. Начиная с 2009 г. в РФ число зданий и сооружений незавершенного строительства сохраняется на уровне 105-106 тыс. объектов в год. Это составляет в среднем 46-48% от общего количества введенных в

эксплуатацию зданий. Таким образом, анализируя объемы незавершенного строительства за последнее десятилетие, можно сделать вывод, что они весьма значительны и существенно влияют на строительную отрасль.

Необходимо дать четкое определение объекту незавершенного строительства, для этого рассмотрим некоторые нормативные документы.

Согласно ч. 1 ст. 130 ГК РФ [2], к недвижимым вещам (недвижимое имущество, недвижимость) относятся земельные участки, участки недр и все, что прочно связано с землей, то есть объекты, перемещение которых без несоразмерного ущерба их назначению невозможно, в том числе здания, сооружения, объекты незавершенного строительства. Из данного определения можно сделать вывод: согласно действующему гражданскому законодательству, объекты незавершенного строительства признаются недвижимостью.

Согласно Градостроительному кодексу РФ [1], исходя из толкования ст. 1 объектом незавершенного строительства признаются такие объекты капитального строительства, как здания, строения, сооружения, строительство которых не завершено, за исключением временных построек, киосков, навесов и других подобных построек.

Законодательство РФ не содержит определения понятия объект незавершенного строительства, однако, руководствуясь нормативными документами, можно сделать необходимые выводы и сформулировать определение. Объект незавершенного строительства – это индивидуально определенный объект недвижимости, на котором приостановлены, законсервированы, прекращены либо ведутся строительные работы, направленные на сдачу его в эксплуатацию с целью дальнейшего использования по назначению.

Учитывая факт наличия существенного количества объектов незавершенного строительства на территории большинства субъектов Российской Федерации, одной из наиболее значимых проблем девелопмента, препятствующей повышению эффективности управления объектами данного рода, является ввод объектов незавершенного строительства в эксплуатацию. В контексте данного вопроса руководствоваться нужно статьей 55 ГрК РФ [1], согласно которой ввести в эксплуатацию можно только фактически построенный объект.

ГрК РФ не предусматривает особых требований к документам, по которым оформляется ввод в эксплуатацию капитального объекта строительства, заверщенного, вновь построенного, реконструированного или отремонтированного. Все условия в договоре составляются произвольно в письменной форме и подписываются заказчиком и компанией, осуществляющими строительство.

Существует взаимосвязь между завершением строительства, для которого понадобится разрешение на ввод объекта в эксплуатацию, и заявлением застройщика, который обращается в органы исполнительной власти субъекта РФ с заявлением о выдаче разрешения на ввод объекта в эксплуатацию, в котором есть перечень необходимых документов, указанных в ч. 3 ст. 55 ГрК РФ [1].

На государственную регистрацию права собственности объекта незавершенного строительства необходимо представить документ, подтверждающий права на земельный участок (свидетельство о собственности, договор аренды земельного участка и т. п.), разрешение на строительство, выданное уполномоченным органом и соответствующее требованиям ГрК РФ, проектную документацию, содержащую материалы в текстовой форме и в виде карт (схем) и определяющую архитектурные, функционально-технологические, конструктивные и инженерно-технические решения для обеспечения строительства, техническую документацию.

К критериям, определяющим качественные характеристики объекта НЗС, и следовательно, конечную стоимость завершения строительства, объективно можно отнести:

- возраст объекта – с течением времени в строительных конструкциях могут появляться различные дефекты в связи с отсутствием эксплуатации здания, инженерных сетей;
- стадия строительства, на которой произошла консервация объекта;
- качество выполненных работ и соответствие их требованиям проекта.

Исходя из фактических параметров объекта НЗС, определяемых в том числе проектно-сметной и исполнительной документацией на исследуемый объект, величина конечной стоимости завершения строительства объекта и ввода его в эксплуатацию будет очевидно различна. При этом проведенный обзорный анализ действующей нормативной документации показал отсутствие единой методики определения искомого параметра. Исходя из этого, актуальной представляется разработка рекомендаций по определению конечной стоимости ввода объекта в эксплуатацию, учитывающих специфику каждого объекта.

Литература

1. «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 №190-ФЗ (ред. от 31.12.2017).
2. «Гражданский кодекс Российской Федерации» (часть первая) от 30.11.1994 №51-ФЗ (ред. от 29.12. 2017 года).

Матвеев Д. А.

Научный руководитель: Соловьев Н. П., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

***Аннотация.** Статья посвящена вопросу расчёта долговечности железобетонных конструкций. Определяются основные факторы, влияющие на долговечность ЖБК.*

***Ключевые слова:** долговечность, конструкции, железобетон.*

Исследование долговечности железобетонных конструкций

Одной из основных характеристик долговечности зданий и сооружений является их срок службы, который оценивается продолжительностью их безаварийной работы в данных эксплуатационных условиях с момента возведения до полной потери эксплуатационных качеств, т. е. до состояния, при котором их дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна. Требуемый срок службы должен устанавливаться при проектировании на основании технико-экономических расчетов с учетом условий и режима эксплуатации, ожидаемого влияния окружающей среды на свойства материалов, свойства применяемых материалов, а также возможность деградации их свойств.

В связи с этим становится актуальной проблема создания надежных и долговечных железобетонных конструкций, обеспечения качества на стадии строительства и долговечности конструкции в процессе эксплуатации. Здания и сооружения должны удовлетворять основным условиям, обеспечивающим эксплуатационную надежность в период всего срока службы [5].

Если рассматривать фактор времени и уровень надежности конструкций, то прочностные и деформативные свойства железобетонной конструкции таковы, что в течение периода эксплуатации в бетоне и арматуре развиваются процессы, изменяющие способность конструкции сопротивляться воздействиям нагрузок и влиянию окружающей среды. Коллечения влажности, перепады температур с переходом через ноль, ползучесть бетона вызывают постепенное нарушение его структуры, что ухудшает эксплуатационные качества конструкции. Многократное повторное воздействие нагрузки приводит к развитию усталостных повреждений в металле и бетоне. Процессы коррозии арматуры в железобетоне снижают несущую способность. В то же время в начальной стадии нагружения

происходит упрочнение бетона, и, следовательно, несущая способность железобетонной конструкции в начальный период эксплуатации может повышаться [2, 4].

Одним из основных факторов, снижающих долговечность бетонных и железобетонных конструкций, является формирование и развитие на конструкциях различных дефектов и повреждений. Под дефектом понимается отдельное несоответствие конструкции какому-либо параметру, установленному проектом или нормативными документами (СНиП, ГОСТ, ТУ, СП и т. д.). Повреждение – неисправность, полученная конструкцией при изготовлении, транспортировании, монтаже или эксплуатации. На основе обширных исследований может быть решено большое число задач по обеспечению долговечности бетонных и железобетонных конструкций с различными дефектами и повреждениями с применением современных высококачественных материалов [1, 3].

Литература

1. Алексеев, С. Н. Коррозионная стойкость железобетонных конструкций в агрессивной промышленной среде / С. Н. Алексеев, Н. К. Розенталь. – М.: Стройиздат, 1976. – 150 с.
2. Аугусти, Г. Вероятностные методы в строительном проектировании / Г. Аугусти, А. Баратта, Ф. Каммата. – М.: Стройиздат, 1988. – 232 с.
3. Бабушкин, В. И. Физико-химические процессы коррозии бетона и железобетона / В. И. Бабушкин. – М.: Стройиздат, 1968. – 163 с.
4. Руфферт, Г. Дефекты железобетонных конструкций / Г. Руфферт. – М.: Стройиздат, 1986. – 80 с.
5. Степанова, В. Ф. Современные научные разработки проблемы долговечности зданий и сооружений / В. Ф. Степанова // Технологии бетонов. – 2008. – № 2. – С. 64-65.

УДК 624.014

Новик А. А.

Научный руководитель: Актуганов А. Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

УСТОЙЧИВОСТЬ ЦЕНТРАЛЬНО СЖАТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ ТОНКОСТЕННЫХ ГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ

***Аннотация.** Рассматривается работа тонкостенных гнутых профилей на приложенные осевые усилия в плоскости и из плоскости.*

Ключевые слова: устойчивость, гибкость, приведенная гибкость, тонкостенные гнутые профили.

Предполагается, что свойства материала при сжатии характеризуется некоторой опытной диаграммой $\sigma_{cr} > \sigma_y$. В волокнах, расположенных в растянутой зоне стержня, возникнут дополнительные напряжения сжатия $\Delta\sigma_- = E_* \cdot \Delta\varepsilon_-$, где $E_* = d\sigma/d\varepsilon$ – касательный модуль (зависящий от напряжения σ_y). Соответственно, в волокнах, расположенных в растянутой зоне стержня, возникает разгрузка, которую можно описать по линейному закону $\Delta\sigma_+ = E_* \cdot \Delta\varepsilon_+$.

При потере устойчивости нейтральная ось смещается в сторону от центра тяжести поперечного сечения и переход в возмущенную форму равновесия сопровождается укорочением оси. Основанная на этих предположениях устойчивость стержня определяется по формуле для критической силы [1]:

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 T J_{\min}}{(\mu l)^2}, \quad (1)$$

где T – приведенный модуль (двойной модуль) зависящий от модулей E и E_* , а также от формы сечения. Критическое напряжение:

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 T}{\lambda^2}. \quad (2)$$

Для двутаврового сечения с весьма тонкой стенкой, составленного из двух тонкостенных гнутых профилей, приведенный модуль имеет вид

$$T = \frac{4E_*}{E + E_*}. \quad (3)$$

Для стали, из которой изготавливаются элементы тонкостенных гнутых профилей, имеющей ясно выраженную площадку текучести, $E_* = 0$, приведенный модуль обращается в нуль. Это означает, что сжимающая сила не может превзойти значение $F_{nc} = \sigma_y \cdot A$, которую принимаем за критическую. Располагая кривой $\sigma = \sigma(\varepsilon)$ и значением E для каждого значения σ_{cr} , определяют соответствующее значение касательного модуля E_* и затем по формуле (3) вычисляют значение модуля T . После этого по формуле (2) определяют гибкость

$$\lambda = \pi \sqrt{T / \sigma_{cr}}. \quad (4)$$

Для составных сечений, выполненных из двух С-образных гнутых профилей, критическую силу потери устойчивости стержнем относительно свободной оси определяют из условия $\Delta A_i = \Delta A_e$, где ΔA_i – приращение внутренней энергии; ΔA_e – приращение работы внешних сил, приложенных к стержню. Приращение внутренней энергии состоит из приращения энергии изгиба и приращения энергии сдвига [2]

$$\Delta A_M = \frac{N^2}{2EJ_y} \int_0^l y^2 dx, \quad (5)$$

$$\Delta A_Q = \int_0^l (Q \cdot \gamma / 2) dx. \quad (6)$$

Работа внешней силы в результате искривления оси колонны

$$\Delta A_e = N \Delta l = \int_0^l N(1 - \cos \alpha) dx = \frac{N}{2} \int_0^l (dy / dx)^2 dx, \quad (7)$$

где N – продольная сила; J_y – момент инерции относительно свободной оси; Q – поперечная сила сдвига; γ – угол сдвига; α – угол между осью стержня и касательной к упругой линии в рассматриваемой точке.

Условие потери устойчивости центрально сжатого элемента выражается уравнением

$$\frac{N^2}{2EJ_y} \int_0^l y^2 dx + \frac{N^2 \gamma}{2} \int_0^l (dy / dx)^2 dx = \frac{N}{2} \int_0^l (dy / dx)^2 dx. \quad (8)$$

Задавшись видом изогнутой оси $y = c \sin(\pi x / l)$ и производя интегрирование, получим критическую силу $N_{cr} = \pi^2 EJ_y / (\mu l)^2$, а коэффициент приведения длины составного стержня $\mu = \sqrt{1 + \gamma_1 (\pi^2 EJ_y / l^2)}$.

Соединения между собой двух С-образных холодногнутых тонкостенных стержней выполняются на болтах при помощи накладок, которые можно считать весьма жесткими, по сравнению с тонкостенными стержнями. Угол сдвига γ_1 будет соответствовать прогибу ветви $\gamma_1 = l_e^2 / (24 EJ_e)$, а приведенная гибкость стержня из плоскости при установке соединительных планок между стержнями ветви и соединенных на болтах равна

$$\bar{\lambda}_{ef} = \mu \cdot l_y = \sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_e^2}. \quad (9)$$

Устойчивость центрально сжатых составных элементов из тонкостенных гнутых профилей рекомендуется определять по формуле

$$N/(\varphi_y A_0 \leq R_y \gamma_c, \quad (10)$$

где $\varphi_y \Rightarrow f(\bar{\lambda}_{ef})$, определяется по СП 16.13330.2017 [3].

Литература

1. Прочность, устойчивость, колебания. Справочник в трех томах. Том 3. Под общей ред. И. А. Бирогора и Я. Г. Пановко. – М.: Машиностроение, 1968. – 567 с.
2. Металлические конструкции: учебник для студ. вузов / Ю. И. Кудишин, Е. И. Беленя, В. С. Игнатьева и др.; под ред. Ю. И. Кудишина. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 688 с.
3. СП 16.13330.2017. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81* / Минрегион России. – М.: УП ЦПП, 2017. – 171 с.

УДК 624.012

Оленёва А. Л.

Научный руководитель: Поздеев В. М., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ЖЕСТКОСТИ РИГЕЛЯ СБОРНО - МОНОЛИТНОГО КАРКАСА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЙ

Аннотация. Представлена таблица изгибающих моментов и количества арматурных стержней для различных размеров сечений.

Ключевые слова: сборно-монолитный каркас, большепролетный ригель, усилия.

В настоящее время для строительства жилых и общественных зданий широко применяют сборно-монолитные железобетонные каркасные системы. Наибольшее распространение получили такие каркасы, как «Казань – 1000», «Казань – XXI век» (Казань), «Рекон» (Чебоксары), каркас Центра МКС (Йошкар-Ола) и другие.

Сборно-монолитные каркасные системы применяются при строительстве жилых домов, торговых центров, промышленных многоэтажных зданий. В большинстве случаев пролеты несущих сборно-монолитных ригелей составляют 5,0 – 7,5 м.

Одним из направлений совершенствования каркасных зданий является разработка решений с конструкциями с увеличенными пролетами.

Применение сборно-монолитных ригелей пролетами 12,0 – 15,0 м позволит сократить материалоемкость каркаса, трудозатраты при монтаже.

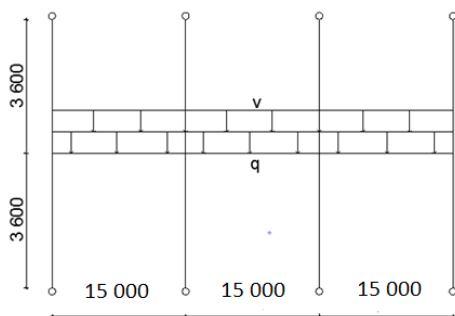
В настоящей работе разрабатывается конструктивное решение зданий общественного назначения с ригелями пролетом до 15,0 м. Возможность увеличения пролетов несущих конструкций достигается, во-первых, за счет применения более легкого перекрытия (приняты ребристые плиты вместо многопустотных). Во-вторых, при расчете сборно-монолитных ригелей предложено учесть их работу совместно с плитами перекрытий.

В основе разрабатываемого каркаса лежит рамно-связевая система, состоящая из колонн, ригелей и ребристых плит перекрытий с размером в плане $1,5 \times 5,7$ м высотой 3000 мм. Применение ребристых плит позволяет снизить металлоемкость каркаса, значения нагрузок за счет уменьшения собственного веса перекрытий. Колонны квадратного сечения 400×400 мм выполняются секционными. Секции колонн стыкуются между собой специальным соединением «штепсельного» типа без применения сварки.

Здание сконструировано с использованием большепролетных ригелей 15,0 м. Данное решение дает возможность свободной планировки помещений. Ригели изготавливаются из железобетона с предварительно напряженной арматурой.

Для изучения влияния жесткости ригеля на значения опорных и пролетных моментов были приняты размеры сечения 400×550 , 400×650 , 400×750 мм. Усилия рассчитаны инженерным методом с использованием таблиц [1].

Многоэтажную раму разделили для расчета на вертикальную нагрузку на одноэтажные рамы с нулевыми точками моментов – шарнирами, расположенными по концам стоек в середине длины.



Расчетная схема рамы

Опорные моменты вычислены с помощью табл. 2 прил. 11 [1]. Основные результаты расчета представлены в таблице.

Расчет показал, что при увеличении высоты сечения ригеля происходит снижение опорных моментов на крайних опорах. При этом пролетные моменты и опорные моменты на средних опорах возрастают. Несмотря на повышение значений усилий, требуемая площадь арматуры уменьшается за счет увеличения высоты сечения.

Сравнение характеристик сечений

Размеры сечения, мм	Крайний пролет			Средний пролет		Кол-во арматуры в пролете	Кол-во арматуры на опоре
	$M_{12}^{оп}$ кН·м	$M_{пр}$ кН·м	$M_{21}^{оп}$ кН·м	$M_{23}^{оп}$ кН·м	$M_{пр}$ кН·м		
400×550	493,6	407,0	471,2	465,7	356,6	36 Ø6 B _p 1200	6 Ø 28 A 400
400×650	449,4	441,3	590,9	481,2	357,7	24 Ø 6 B _p 1200	6 Ø 28 A 400
400×750	375,96	473,7	600,1	502,5	365,0	24 Ø 6 B _p 1200	6 Ø 25 A 400

Выводы. При увеличении расчетного сечения ригеля, что произойдет при учете части плит перекрытия, увеличивается его жесткость и, следовательно, возрастают и изгибающие моменты. Но количество армирования снижается, что приведет к экономии арматуры в большепролетных конструкциях.

Литература

1. Байков, В. Н. Железобетонные конструкции: Общий курс: учеб. для вузов / В. Н. Байков, Э. Е. Сигалов. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Бастед, 2009. – 767 с.
2. Сборно-монолитный железобетонный каркас многоэтажного здания «Казань-XXI век» [Текст]: пат. 2281362 Рос. Федерация, МПК В04В1/20. / Мустафин И. И.; заявитель и патентообладатель Мустафин И. И. – заявл. 27.12.2004; опубл. 10.08.2006. – 3 с.
3. Экспериментальные исследования сборно-монолитного ригеля каркасной системы ООО «Центр МКС» [Текст] / А. А. Винтина, А. И. Лазарев, В. М. Поздеев, А. В. Средин // Труды Поволжского государственного технологического университета. Серия «Технологическая»: сб. статей. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2014. – С. 231-235.

Пачков Д. С.

Научный руководитель: Глушков В. Е., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОДНОЩЕЛЕВЫХ ФУНДАМЕНТОВ С ОСНОВАНИЕМ

***Аннотация.** Представлены графики зависимости осадки однощелевого фундамента от нагрузки.*

***Ключевые слова:** фундамент, осадка, деформация.*

Эксперимент был проведён для исследования несущей способности однощелевого фундамента в зависимости от способа установки стенок фундамента в грунт – с обратной засыпкой с послойным уплотнением и с втрамбовыванием стенок в грунт. Необходимо выяснить влияние высоты стенки на несущую способность фундамента, а также определить эффективность применения стенки щелевого фундамента с поперечным сечением в виде конуса. Эксперимент состоял из трёх серий испытаний в зависимости от высоты стенки.

Методика испытаний

Нагрузка к моделям щелевого фундамента прикладывалась ступенями по 14,56 кг. При этом каждая новая ступень нагрузки прикладывалась после условного установления деформаций основания [1]. Деформации основания измерялись двумя прогибомерами, установленными на противоположных концах стенки модели щелевого фундамента. Ступени нагрузки прикладывались до достижения осадки 30-50 мм.

Состав эксперимента

1. Высота стенки 100 мм.

а) Однощелевой фундамент прямоугольного сечения с толщиной 12 мм, длина стенки 230 мм (рис. 1, а). Способ установки стенки – с обратной засыпкой с послойным уплотнением. Площадь поперечного сечения:

$$A=10\text{см}\cdot1,2\text{см}=12\text{см}^2.$$

б) Однощелевой фундамент прямоугольного сечения с толщиной 12 мм, длина стенки 230 мм (рис. 1, а). Способ установки стенки – втрамбовывание стенки в грунт. Площадь поперечного сечения

$$A=10\text{см}\cdot1,2\text{см}=12\text{см}^2.$$

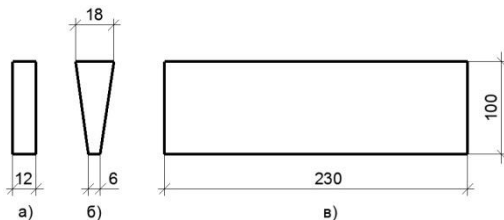


Рис. 1. Конструкция однощелевого фундамента серии испытаний №1: а – прямоугольного сечения, б – конусного сечения, в – главный вид

в) Однощелевой фундамент конусного сечения с толщиной внизу 6 мм, вверху – 18 мм, длина стенки 230 мм (рис. 1, б). Способ установки стенки – втрамбовывание стенки в грунт. Площадь поперечного сечения:
 $A = (0,6\text{см} + 1,8\text{см}) / 2 * 10\text{см} = 12\text{см}^2$.

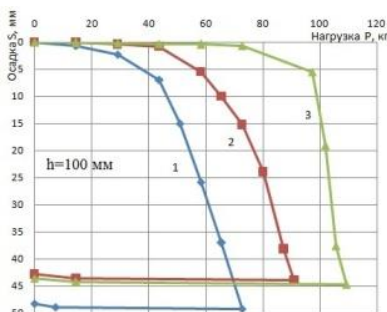
2. Состав моделей щелевого фундамента такой же, как и в первой серии испытаний. Отличие – высота стенки 150 мм и, соответственно, площадь поперечного сечения:

$$A = 15\text{см} * 1,2\text{см} = 18\text{см}^2.$$

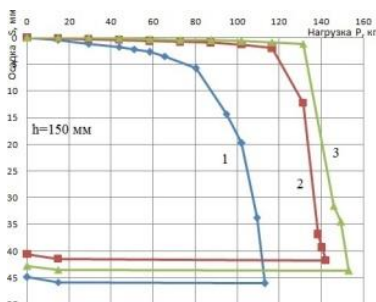
3. Состав моделей щелевого фундамента такой же, как и в первой серии испытаний. Отличие – высота стенки 200 мм и, соответственно, площадь поперечного сечения:

$$A = 20\text{см} * 1,2\text{см} = 24\text{см}^2.$$

Результаты испытаний.



а



б

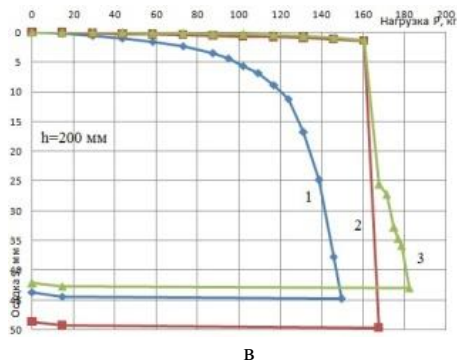


Рис. 2. Зависимость осадки от нагрузки для 1 серии испытаний – а, 2 серии испытаний – б, 3 серии испытаний – в моделей щелевого фундамента. Цифры на графиках: 1 – модель однощелевого фундамента прямоугольного сечения, способ установки стенки – с обратной засыпкой с послойным уплотнением; 2 – модель однощелевого фундамента прямоугольного сечения, способ установки стенки – втрамбовывание в грунт; 3 – модель однощелевого фундамента конусного сечения, способ установки стенки – втрамбовывание в грунт

Выводы.

1. По результатам испытаний большая несущая способность проявляется у моделей фундаментов, погружённых методом вдавливания, нежели у моделей, установленных методом обратной засыпки.
2. Как видно из графиков, чем больше угол конуса (рис. 2, а, 3 кривая), тем выше несущая способность модели щелевого фундамента конусного сечения, погружённого методом втрамбовывания в грунт, по сравнению с более пологим углом конуса (рис. 2, в, 3 кривая), получаемого за счёт увеличения высоты стенки.
3. Применение конусного сечения стенки щелевого фундамента оправдано, если угол конуса достаточно велик для создания дополнительного распора и увеличения трения боковой поверхности стенок фундамента.
4. С увеличением высоты стенки модели щелевого фундамента несущая способность увеличивается.

Литература

1. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. – Утверждён 2010-12-27. – М.: Минрегион России, 2010. – 86 с.

Погодина Е. О.

Научный руководитель: Поздеев В. М., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СБОРНО-МОНОЛИТНОЕ ПЕРЕКРЫТИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЯЧЕИСТОБЕТОННЫХ БЛОКОВ

***Аннотация.** Представлено конструктивное решение сборно-монолитного перекрытия со вставками из ячеистобетонных блоков. Выполнен анализ вариантов армирования несущих железобетонных элементов перекрытия.*

***Ключевые слова:** сборно-монолитное перекрытие, ячеистобетонные блоки, армирование несущих балок.*

Для современного строительства характерны возрастающие объёмы применения сборно-монолитных перекрытий. В большинстве случаев системы сборно-монолитных перекрытий являются лучшим вариантом как при реконструкции зданий, в том числе при реставрации исторических построек, так и при новом строительстве [1].

Разрабатываемое сборно-монолитное перекрытие зданий состоит из монолитных железобетонных балок и сборных элементов заполнения. В отличие от традиционных решений [1], в которых элементы заполнения изготавливаются специально из тяжелого бетона, в перекрытии в качестве таких элементов предлагается использовать стеновые блоки из ячеистых бетонов. Преимущество использования газобетонных блоков в качестве стеновых состоит в том, что их изготовление не требует специальной заливки, и они имеют большее варьирование в размерах. На рис. 1 и 2 представлены варианты традиционного и разрабатываемого перекрытия.

Технологическая последовательность устройства перекрытия следующая. В перекрываемый пролет устанавливаются доски опалубки. Ширина досок составляет $20 \div 25$ см в зависимости от ширины монолитной балки. Расстояние между досками зависит от длины блоков и величины опоры этих блоков на доски. Верхняя плоскость досок должна совпадать с верхней плоскостью последнего ряда стены из газобетонных блоков. Под доски перед укладкой блоков рекомендуется проложить слой из водонепроницаемого материала, в качестве которого в том числе может быть использована фирменная упаковочная пленка для блоков на поддоне. На доски укладываются газобетонные блоки,

создавая своими торцевыми гранями опалубку для монолитной балки. Расстояние между рядами блоков назначается по расчету. В пространство между блоками на опалубочную доску укладывается арматурный каркас или отдельные стержни, геометрические параметры которых устанавливаются расчетом.

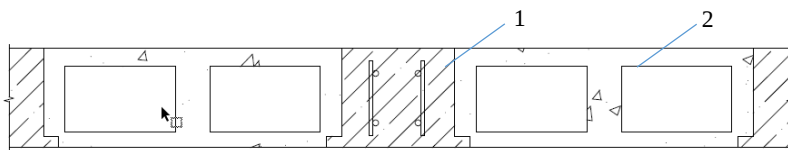


Рис. 1. Традиционное исполнение сборно-монолитного перекрытия: 1 – несущая монолитная железобетонная балка, 2 – вкладыш из тяжелого бетона

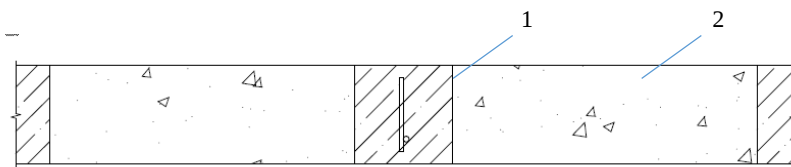


Рис. 2. Фрагмент сборно-монолитного перекрытия с газобетонными блоками:
1 – несущая монолитная железобетонная балка шириной 90 – 200 мм,
2 – вкладыш из ячеистого бетона

Рекомендации при конструировании сборно-монолитных перекрытий.

В статье приводится поиск оптимальных размеров монолитной балки под типовую нагрузку $g = 600 \text{ кгс/м}^2$. Исходя из рекомендаций, изложенных в [2], следует, что несущая способность элемента может быть удовлетворена при различных сочетаниях размеров поперечного сечения элемента и количества арматуры в нем. В реальных условиях стоимость железобетонных элементов близка к оптимальной при значениях $\xi = 0,3 \dots 0,4$ для балок. Определим наиболее оптимальное соотношение арматуры и бетона при благоприятном значении ξ . С помощью программы Microsoft Excel подберём необходимые значения. В таблице представлены данные расчета при классе батона B20 и арматуре A400.

Определение ξ при нагрузке на перекрытие $g=600 \text{ кг/м}^2$
при изменении ширины балки

Пролёт l , м	Ширина балки b , м	Изг. момент M , кН/м	ξ	Треб. площ. армирова- ния A_s , см^2
4,6	0,09	14,4	0,44	2,93
4,6	0,1	14,7	0,39	2,89
4,6	0,12	15,3	0,32	2,89
4,6	0,13	15,6	0,29	2,91
4,6	0,14	15,9	0,28	2,93
4,6	0,15	16,2	0,26	2,96
4,6	0,16	16,5	0,25	2,99
4,6	0,17	16,8	0,24	3,03
4,6	0,18	17,1	0,23	3,07
4,6	0,19	17,4	0,22	3,09
4,6	0,2	17,7	0,21	3,13

С учётом требуемой площади армирования A_s принимаем фактическую площадь армирования $A_{s,\text{факт.}}=3,142 \text{ см}^2$ (1ø20). Таким образом, расчет показал, что при изменении ширины балки в пределах 90-200 мм армирование остается одинаковым.

Вывод: выполнен предварительный расчёт по проектированию монолитного перекрытия со вставками из газобетонных блоков, который позволяет проектировать перекрытия под типовые нагрузки в 600 кгс/м^2 и 800 кгс/м^2 . Необходимо выполнить расчёт для других пролётов и исследовать возможность учёта работы газобетонных вкладышей.

Литература

1. Пушкарёв, Б. А. Сборно-монолитные железобетонные конструкции, сферы применения и особенности расчёта [Текст] / Б. А. Пушкарёв, П. А. Кореньков // Строительство и техногенная безопасность. – 2013. – №46. – С. 30-35.
2. Байков, В. Н. Железобетонные конструкции: Общий курс: учеб. для вузов. – 6-е изд., перераб. и доп. / В. Н. Байков, Э. Е. Сигалов. – М.: Бастед, 2009. – 767 с.

Семёнкин Е. В.

Научный руководитель: Поздеев В. М., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАЗВИТИЕ КЕССОННЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ

Аннотация. Рассматривается вопрос использования кессонных перекрытий.

Ключевые слова: кессон, кессонные перекрытия, ящикообразные углубления.

Перекрытие – неотъемлемая часть здания. С появлением такого материала, как бетон, проявились более широкие возможности в возведении перекрытий. Сочетание бетона и стальной арматуры позволило перекрытиям из железобетона занять прочную позицию в строительной области. Однако помимо преимуществ у железобетона есть существенный недостаток – большой собственный вес, это накладывает основное ограничение на область его применения.

Кессонные перекрытия являются одним из видов балочных перекрытий, снижающих влияние фактора большого собственного веса, что увеличивает эффективность работы конструкции.

Кессон в переводе с французского (caisson) означает ящик. Первоначально такие конструкции использовались для сооружения фундаментов мостовых опор в руслах водоемов. В строительстве кессон – элемент членения потолков или внутренних поверхностей сводов с образованием ящикообразных углублений, получившихся между перекрестными балками. Из-за похожей на вафли поверхности их часто называют вафельными.

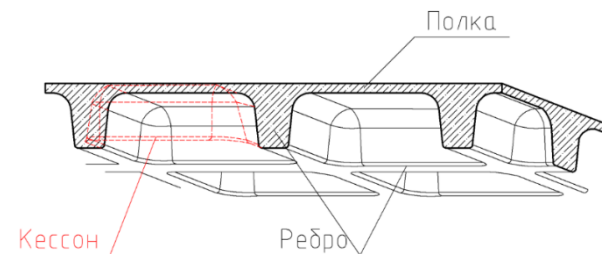


Рис. 1. Кессонное перекрытие

Кессоны как конструкция получила свое начало в древнегреческом и римском искусстве, а именно, от пустых пространств, являющихся результатом пересечения продольных и поперечных балок, на которые сверху был уложен настил. Части наста, видимые между балками, скрашивались рисунком или орнаментом.

История кессонных перекрытий в России началась еще с советских времен, когда в угоду удешевлению конструкции и увеличения перекрываемых пролетов получили распространения сборные железобетонные кессонные перекрытия. В настоящее время предпочтение отдается монолитным кессонным конструкциям, что позволяет изготавливать конструкции различных форм и размеров.

Исходя из особенностей кессонных перекрытий происходит удешевление самой конструкции по затратам арматуры и бетона, но ящикообразные углубления накладывает ограничения на их использование. Особенность конструкции также являются и ее минусом. Использование перекрестно-ребристых перекрытий, к которым относятся кессонные, ограничено промышленными зданиями и торгово-офисными помещениями с большими пролетами, а в жилых помещениях эти конструкции непригодны для использования и уступают плоским перекрытиям из-за своих архитектурных недостатков. Но эти недостатки можно устранить заполнением пространства между ребрами легким бетоном, а для технологичности как заполнитель можно использовать газоблоки «Биктон». Данная технология отражена в заявке на патент конструкции перекрестно-ребристого перекрытия с использованием газоблоков в качестве заполнителя.

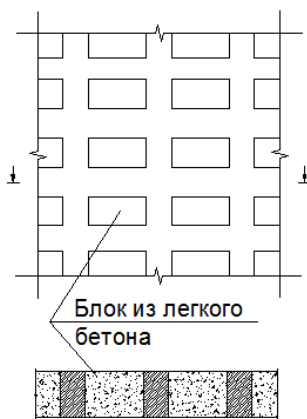


Рис. 2. Кессонное перекрытие с блоками из легкого бетона в кессонах

Литература

1. Лоскутов, И. Монолитные сборные кессонные перекрытия: учебное пособие / И. С. Лоскутов. – М., 2015. – 73 с

Сагадеев, Р. А. Современные методы возведения монолитных и сборно-монолитных перекрытий: учебное пособие / Р. А. Сагадеев. – М.: ГОУ ДПО ГАСИС, 2008. – 35 с.

УДК 692.484

Титов Б. А., Гибдуллин М. Р.

Научный руководитель: Соловьев Н. П., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

НАДЕЖНОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ФЕРМ

Аннотация. В статье указана важность определения начальной безотказности ферм с учетом прогрессирующего разрушения.

Ключевые слова: сегментные железобетонные фермы, начальная безотказность, прогрессирующее разрушение.

Значительный износ существующих зданий и сооружений с большим сроком эксплуатации, а также в некоторых случаях низкое качество строительных объектов являются причинами роста числа обрушений зданий и сооружений, нередко сопровождающихся гибелью людей.

Для снижения рисков обрушения зданий и сооружений на стадии проектирования необходимо использовать методы оценки надежности строительных конструкций, которые базируются на теории вероятности и математической статистике.

В настоящее время на стадии проектирования для обеспечения несущей способности учитываются коэффициенты надежности. Они учитывают вероятностную основу нагрузок и воздействий, прочность материалов и условия работы. С одной стороны, данные коэффициенты позволяют спроектировать строительные конструкции с высоким уровнем безотказной работы. С другой стороны, существующие методы не позволяют оценить надежность сложных строительных конструкций, в том числе железобетонные фермы.

Надежность железобетонных ферм следует сравнивать с надежностью прогрессирующих систем.

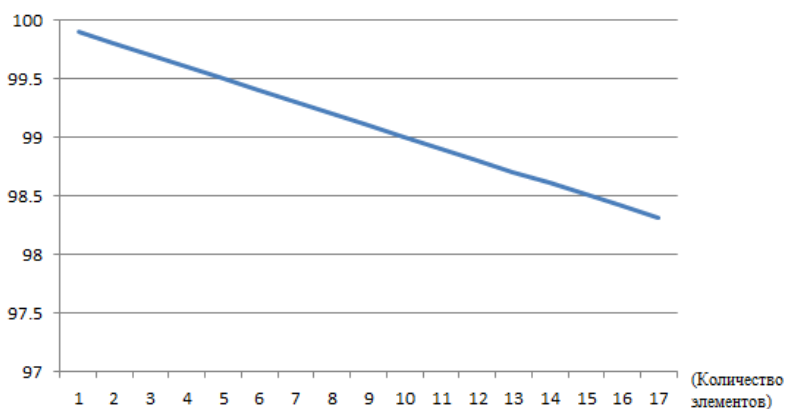
Прогрессирующее разрушение обозначает последовательный выход из строя элементов ферм. Разрушение обусловлено начальным локальным повреждением отдельных элементов ферм в виде цепной реакции от элемента к элементу, приводящее к обрушению фермы в целом.

В данной работе исследуются основные дефекты и повреждения железобетонных ферм на стадии изготовления, монтажа и эксплуатации. Учитываются степень изменчивости нагрузок и воздействий, диаметра арматуры, неоднородности бетона и стали, размеров элементов и защитного слоя. На основе этой системы допусков можно определить надёжность фермы.

Данные отклонения должны учитываться не конкретными значениями коэффициентов, а плотностью вероятности их влияния на начальную безотказность.

Например, при оценке начальной безотказности каждого элемента фермы показатели очень близки к единице, их значения 0,999. Поскольку в ферме 17 элементов, то общая начальная безотказность будет равна 98%.

(Проценты, %)



Зависимость показателя надежности от количества учитываемых элементов

Такое значение недопустимо, поскольку каждая пятидесятая ферма не имеет достаточную несущую способность. Поэтому необходимо учитывать особенности работы каждого элемента и определить их степень влияния на всю конструкцию в целом.

Одна из гипотез данного исследования заключается в том, что влияние на работу фермы поясов и элементы решетки не равнозначные. Выход из строя одного или нескольких элементов решетки не приведет к разрушению всей фермы, а возможно последует перераспределение усилий по рабочим элементам, и обрушение не произойдет.

Для решения поставленной задачи используем программный комплекс «Ли́ра», который позволяет определить усилия, за которые отвечал разрушенный элемент, и далее рассчитать распределение усилий на целые части конструкции. После этого можно заново рассчитать работу элементов, и определить, с какой вероятностью будет протекать прогрессирующее разрушение.

Для определения безотказной работы конструкции при прогрессирующем разрушении были смоделированы ситуации, когда выходят из строя один или несколько элементов решетки и поясов.

Для проверки достоверности гипотезы включены следующие мероприятия:

- моделирование нагрузок и воздействий с использованием нормального закона распределения и закона Гумбеля;
- определение влияния выхода элемента решетки из строя, на общую работу фермы.

Моделирование основано на законах физики и теории упругости при определении работы фермы. Все выводы и алгоритмы получены строго математически.

При определении влияния нагрузок, основных дефектов ферм и работы каждого элемента на общую безотказность, можно найти слабые места конструкции и предложить методы по повышению надежности, которые положительно повлияют на безотказность стропильной фермы на весь период эксплуатации.

Разработанная методика будет позволять оценивать надежность работы фермы с условиями работы решетки и поясов с учетом перераспределения усилий.

Литература

1. Байков, В. Н. Железобетонные конструкции: Общий курс: учеб. для вузов / В. Н. Байков, Э. Е. Сигалов. – М.: ООО «БАСТЕТ», 2009. – 768 с.
2. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sniprf.ru/sp20-13330-2016> (дата обращения: 20.03.2018).
3. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095246> (дата обращения: 20.03.2018).

Гореев А. М.

Научный руководитель: Глушков В. Е., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ МОРОЗНОГО ПУЧЕНИЯ ГРУНТА НА МАЛОЗАГЛУБЛЕННЫЕ ФУНДАМЕНТЫ. МЕТОДЫ БОРЬБЫ С МОРОЗНЫМ ПУЧЕНИЕМ

***Аннотация.** Такие воздействия окружающей среды на здание, как морозное пучение, выпучивание и другие явления, связанные с сезонным промерзанием грунтов, создают неблагоприятные условия эксплуатации и увеличивают их износ, провоцируют деформации и трещинообразование впоследствии. Устранение ущерба от данных явлений наносит серьезный удар по бюджету собственников дома либо эксплуатирующих компаний. Проанализирована информация о существующих технологиях возведения зданий на сезонно промерзающих грунтах. Рассмотрены методы, позволяющие минимизировать либо избежать последствия от данных природных явлений.*

***Ключевые слова:** промерзающие грунты, морозное пучение, фундаменты.*

Сезонное промерзание грунтов характеризуется сезонной периодичностью смены температуры окружающего воздуха, распространяется практически по всей Европейской территории России (кроме Крайнего Севера и юга Сибири). Промерзание грунта начинается с понижением температуры воздуха ниже ноля градусов до выпадения постоянного снежного покрова, который останавливает активное промерзание, исполняя роль «одеяла». В первый месяц отрицательной температуры скорость промерзания постоянна, затем она снижается.

Глубина сезонного промерзания для каждого региона индивидуальна и зависит от многих факторов, таких как: рельеф местности, климат, количества выпадающих осадков, розы ветров и другие. На территории Российской Федерации глубина сезонного промерзания колеблется от 30 см до 2,9 метров. При сезонном замораживании-оттаивании поверхностных слоев, происходит расширение грунта из-за увеличения объема влаги в порах, вследствие чего нарушается скелет грунта и его объем — данный процесс называется морозным пучением. Для капитального строительства это явление носит разрушительный характер: в ходе изменения объема грунта в основании, деформации передаются на фундамент, а затем на несущие стены здания, что приводит к трещинообразованию, а в некоторых случаях к полному разрушению (рис. 1).

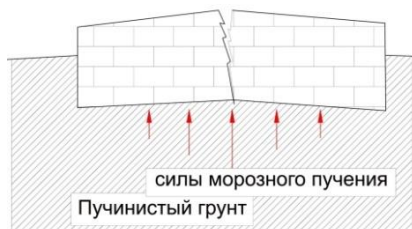


Рис. 1. Воздействие морозного пучения на фундамент

Для предотвращения негативных последствий необходимо вносить методы борьбы с морозным пучением в проект еще на стадии проектирования.

Методы борьбы с морозным пучением

Существует множество способов борьбы с «играющим грунтом». Рассмотрим самые распространенные. Самым часто встречающимся является устройство фундамента ниже уровня расчетной глубины промерзания d_f . Такой метод широко распространен в многоэтажном типовом строительстве. Для фундаментов мелкого заложения применяется замена пучинистого грунта на непучинистый (песок, щебень и т. д.). Самой эффективной методикой защиты от сил морозного пучения на время возведения считается совокупность мер, включающих защиту фундамента от промерзания (утепление) и защита утеплителя от промокания на зимний период строительства [1]. В свою очередь, теплоизоляционный метод подразделяется на временный и постоянный. На время возведения здания рекомендуется временное утепление опилками, керамзитом или сухим песком. К постоянным мерам относят создание теплоизоляционных отмосток, предотвращающих промерзания грунта под фундаментом.

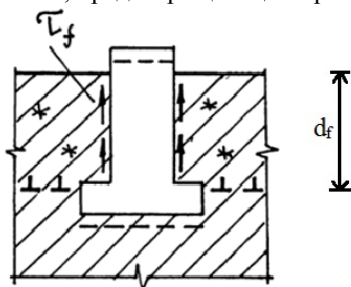


Рис. 2. Действие на фундамент касательных сил морозного пучения

Для легких малоэтажных домов серьезную проблему составляют касательные силы морозного пучения, которые появляются в ходе смерзания пучинистого грунта с боковой поверхностью фундамента (рис. 2).

Сила τ_f морозного пучения, направленная вверх, стремится вытолкнуть фундамент.

Снизить ее воздействие возможно следующими путями:

- смазывание боковых поверхностей фундамента КО-194 (кремнийорганические соединения);
- смазывание боковых поверхностей фундамента углеводородными смазками БАМ-3, БАМ-4.

Литература

1. Промерзание оснований фундаментов зданий и сооружений: причины и последствия / Е. В. Тишков, Е. Ю. Пономаренко, С. С. Роскошный и др. // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. – 2015. – № 5(45). – С. 93-99.

УДК 699.841

Тутаев С. В.

Научный руководитель: Актуганов А. Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА КРОНШТЕЙНОВ СТЕНОВЫХ ОГРАЖДЕНИЙ

Аннотация. Приводятся основные системы кронштейнов для навешивания стенового ограждения, расчетные схемы и основы расчета на прочность.

Ключевые слова: кронштейн, прочность, расчетная схема, вентилируемый фасад, анкер.

Использование вентилируемых фасадов позволяет облицевать фасад современными отделочными материалами, улучшить теплозащитные показатели ограждающей конструкции, защитить ее от вредных атмосферных воздействий. Рассмотрены конструкции и отдельные элементы фасадных систем, дан анализ достоинств и недостатков вентилируемых фасадов. Наличие вентилируемой воздушной прослойки способно существенно улучшить влажностное состояние слоя теплоизоляции. Зона конденсации сдвигается в наружный теплоизоляционный слой, который граничит с вентилируемой воздушной прослойкой.

Расположение теплоизоляции снаружи способствует увеличению теплоаккумулирующей способности массива стены. В качестве утеплителя в ВФ применяются жесткие плиты, изготовленные из влагостойкой и водоотталкивающей минеральной (каменной или стеклянной) ваты.

При выборе теплоизоляционного материала необходимо обращать внимание на возможность возникновения вибрации в вентиляционном промежутке конструкции, где могут возникать мощные воздушные потоки. [1].

Монтаж конструкции начинают с установки кронштейнов. Это самая нагруженная часть системы, и от прочности его посадки зависит устойчивость всей конструкции. Он состоит из неподвижной части, крепящейся к стене через прокладку, и подвижной, куда монтируется вертикальный профиль. Скрепляются части болтовым соединением через продольное отверстие в подвижной части, служащее для регулировки длины.

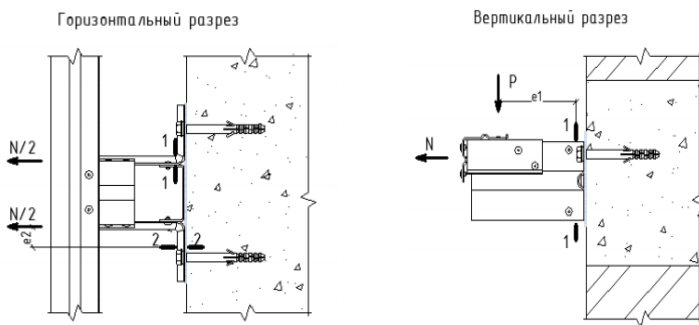
Второй вид кронштейна – угловой подвижный, он собирается аналогично простому и крепится на наружные углы. Выбор длины данных деталей зависит от неровности стены и толщины слоя утепления. Если длина кронштейна более 1100 мм, используют усиливающую шайбу, устанавливаемую под анкер. Под сам кронштейн обязательно подкладывается терморазрывная пластина.

Длина кронштейна рассчитывается так, чтобы между плитой и пароизоляцией была воздушная прослойка 50 мм [2].

Расчет элементов конструкций фасадных систем производится в соответствии с:

- СП 20.13330.2016 Свод правил. Нагрузки и воздействия;
- СП 16.13330.2017 Свод правил. Стальные конструкции.

Прочностные расчеты по первому предельному состоянию включают проверку на прочность вертикальных направляющих, кронштейнов, соединений, воспринимающих нагрузки от расчетных значений их собственного веса, веса фасадных облицовок, от давления ветра и гололедных нагрузок.



Расчетные схемы стеновых кронштейнов

Расчёт сечения на прочность проводится согласно формуле

$$\sigma_{1-1} = \frac{N_{1-1}}{A_{1-1}} + \frac{M_{x_{1-1}}}{W_{x_{1-1}}} \leq \frac{R_y}{\gamma_n}, \text{ кг/см}^2,$$

где $N_{1-1}=N_{w_max}$ – максимальная опорная реакция от ветровой нагрузки определяется в зависимости от расчётной схемы направляющей, кН,

$M_{x_{1-1}}=P \cdot e_1$, кНсм;

A_{1-1} – площадь сечения кронштейна в сечении 1-1, см²;

$W_{x_{1-1}}$ – момент сопротивления кронштейна в сечении 1-1, см³;

R_y – предел текучести стали,

$\gamma_n=1$ – коэффициент надежности по ответственности для расчета элементов ограждения;

$$\sigma_{2-2} = \frac{M_{y_{2-2-2}} \cdot e_2}{W_{y_{2-2-2}}} + \frac{M_{x_{2-2-2}}}{W_{x_{2-2-2}}} \leq \frac{R_y}{\gamma_n}, \text{ кг/см}^2,$$

где $M_{x_{2-2-2}}=N_{w_max} \cdot e_2$, кНсм;

$M_{y_{2-2-2}}=P \cdot e_1$, кНсм;

Кронштейн крепится к стене анкерными болтами.

Расчет анкерного болта на вырыв выполняется по формуле:

$$N_b = N_{w_max} + \frac{N_{w_max} \cdot e_2}{e_3} + \frac{P \cdot e_2}{e_3} \leq N_{don}, \text{ кг},$$

N_b – вырывающее усилие, действующее на анкер, кН;

N_{don} – допустимое усилие вырыва для анкерного элемента на основании испытаний, провиденных на конкретном объекте, кг.

Литература

1. Жуков, А. Д. Системы вентилируемых фасадов [Электронный ресурс] / А. Д. Жуков // Строительство: наука и образование. – 2012. – №1. – 15 с. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17646684> (дата обращения: 01.04.2018).
2. Емельянов, Д. А. Предложение по совершенствованию несущей системы навесного вентилируемого фасада из композиционного материала / Д. А. Емельянов // Промышленного и гражданское строительство. – 2012. – №12. – С. 28-30.
3. Менейлюк, А. И. Современные фасадные системы / А. И. Менейлюк. – Киев: Изд-во Освита, 2008. – 340 с.

Хабибуллина Р. М.

Научный руководитель: Миронова Ю. В., канд. техн. наук, доцент

*Казанский государственный архитектурно-строительный
университет*

РАСЧЕТ МОНОЛИТНЫХ ПУСТОТНЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ U-BOOT BETON

Аннотация. Рассмотрено устройство монолитной плиты перекрытия с применением системы U-Boot Beton – опалубки из рециклированного полипропилена, разработанной для создания облегченных перекрытий. На основе численного эксперимента рассмотрено напряженно-деформированное состояние монолитного перекрытия и предложены оптимальные геометрические характеристики.

Ключевые слова: напряженно-деформированное состояние, монолитная пустотная плита перекрытия, пустообразователи, U-Boot Beton.

Железобетонные плиты перекрытий представляют собой одну из наиболее массовых строительных конструкций. Она призвана решать комплекс задач по прочности, жесткости, огнестойкости, тепло- и звукоизоляции. Важнейшим вопросом является снижение собственного веса плиты без ослабления ее прочности и жесткости.

U-Boot Beton представляет собой опалубку из рециклированного полипропилена, разработанную для создания облегченных перекрытий из железобетона. Благодаря конической подъемной ножке, погружая опалубку U-Boot Beton в бетон, получается система ортогональных балок, закрытых с верхней и нижней стороны плоским листом, выполненных в последовательности и единой заливкой, все это со значительной экономией бетона и стали.

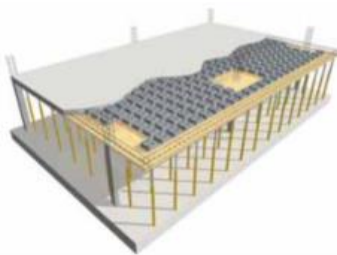


Рис. 1. Облегченное перекрытие с применением U-Boot Beton

Методика реализации:

- установка нижнего элемента опалубки;
- установка нижней арматуры;
- установка решеток;
- установка элементов U-Boot между решетками;
- установка верхней арматуры и дополняющей;
- заливка бетона.

Преимущества применения системы U-Boot Beton:

- облегчение конструкции;
- экономия бетона;
- отсутствие опущенных конструкций;
- двунаправленная конструкция.

Для определения оптимальных параметров расчетного сечения плиты проведен численный эксперимент по изучению НДС в ПК ЛИРА-САПР. Исследуется часть монолитного перекрытия 4х4 пролета с шагом колонн в продольном направлении 8100 мм, в поперечном – 6900 и 4900 мм. Сформировано абсолютное жесткое тело (АЖТ) для колонн и перекрытия. Триангуляция выполнена четырехугольная с шагом триангуляции 0,4 м.

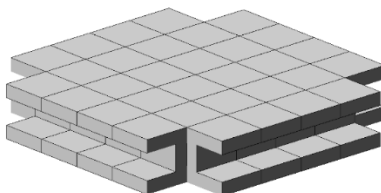


Рис. 2. 3D-модель фрагмента плиты

Для исследования НДС создаем схему, состоящую из ортогональных стержней, моделирующих балки, и пластин, моделирующих плитную часть. Для балок задаем жесткость:

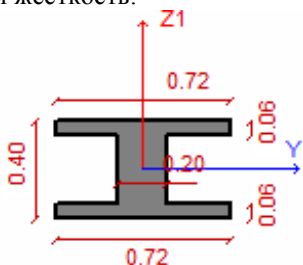


Рис. 3. Сечение балки

Производим расчет на действие постоянных, длительных и кратковременных нагрузок с формированием расчетных сочетаний усилий (РСУ).

Те же операции повторяем, изменяя толщину полок двутавра на 80 и 100 мм, оставляя общую высоту расчетного сечения неизменной.

В результате полученных данных построены графики зависимости деформаций и напряжений от толщины полки:

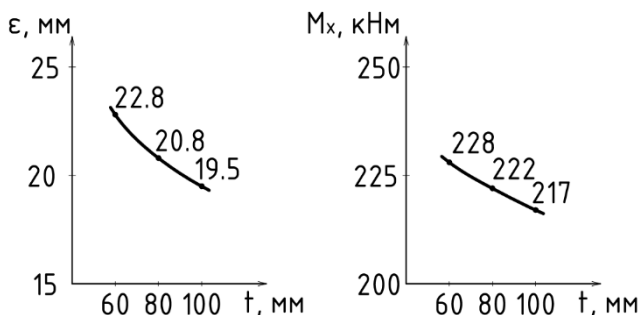


Рис. 4. Графики зависимости деформаций и напряжений от толщины полки

Таким образом, на основании численного эксперимента получено, что предложенный способ моделирования монолитной пустотной плиты перекрытия адекватно отражает ее НДС.

При высоте перекрытия 400 мм оптимальная толщина полки составляет 100 мм.

Использование опалубки U-Boot Beton позволяет уменьшить вес конструкции и снизить материалоемкость за счет введения легких закладных материалов в среднюю часть монолитной плиты. Экономия по сравнению с монолитным плоским перекрытием составила 26,7%.

Литература

1. Артюх, В. Г. Практика проектирования и устройства монолитных многопустотных плит перекрытий / В. Г. Артюх, Г. Н. Тонкачев // Современное промышленное и гражданское строительство. – Макеевка: ДНАСА, 2005. – Т.1, №1. – С. 5-12.
2. Методические рекомендации по проектированию монолитных перекрытий с пустотами для гражданских зданий / Украинский зональный научно-исследовательский и проектный институт по гражданскому строительству (ОАО КиевЗНИИЭП). – Киев: КиевЗНИИЭП, 2004.

Ширинов А. А.

Научный руководитель: Мирошин А. Н., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЭКСПЕРТИЗА ЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ДЛЯ МОДЕЛЕЙ СВАЙНОГО ФУНДАМЕНТА ГОРОДА ВОЛЖСКА

Аннотация. Приведены результаты экономических расчетов вариантов свай методом линия тренда.

Ключевые слова: сваи, фактор, несущая способность, оценка, стоимость, ранжирование.

Выбор моделей свай производится на основе использования метода оценок исследования информационных потоков, предусматривающего учет факторов анализа характеристик и условий по формуле 1.

$$N = \frac{\ln(1-\gamma)}{\ln(1-Q)} = 8. \quad (1)$$

Произведено ранжирование характеристик и отзывов экспертов в соответствии со своими личными и профессиональными понятиями факторов, определяющие технологические и экономические характеристики. Выбраны следующие факторы, которые наиболее важны и влияют на соответствующий выбор модели сваи [1]:

- несущая способность сваи – одна из важнейших технических характеристик влияющая непосредственно на экономическую составляющую, кН;
- долговечность конструкции сваи, влияющая от условий местности, факторов здания (срок гарантии, лет);
- оценка возможности реализации конструкции (дефицитность материала, трудоёмкость, логистика);
- стоимость конструкции (стоимость сваи) тыс. руб.

По выбранным основным факторам были рассмотрены различные условия, влияющие на результаты априорного ранжирования факторов.

Окончательный выбор производится при помощи суммарного обобщенного критерия эффективности (E_{Σ}) (формула 2):

$$E_{\Sigma} = \sum_{i=1}^k w_i \cdot a_{\phi i}. \quad (2)$$

По анализу обобщенного критерия эффективности КЭ поставлена оценка преимущества модели свай (таблица 1).

Таблица 1. Критерии ранжирования

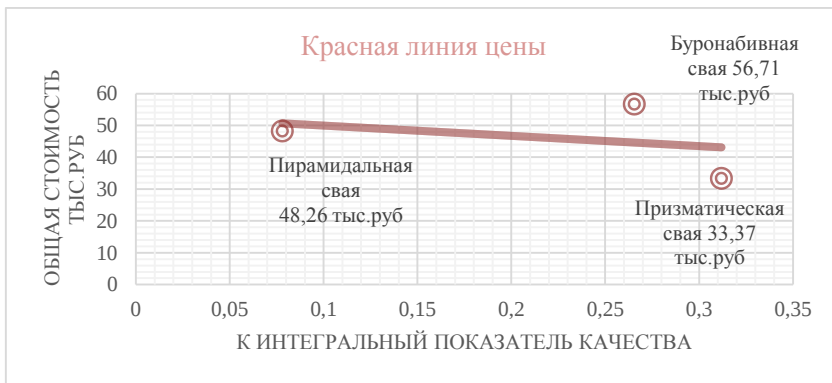
Модели свай	Характеристики выбора			
	Несущая способ. (кН)	Долговечность (лет)	Оценка реализации	Стоим-ть конструкции (тыс. руб)
Призматическая	362	100	1	5,5
Буронабивная	416	110	3	10,23
Пирамидальная	213	100	2	2,4

Используя данные табл. 1, коэффициента качества и данные по стоимости каждой модели свай, была разработана таблица координат точек на графике, соответствующих фактической стоимости (Сф) и коэффициента качества оборудования (Е) для вариантов свай (табл. 2) [2].

Таблица 2. Показатели оптимальности

Модель свай	Критерий эффективности, Е	Стоимость оборудования фактическая, Сф (тыс. руб.)
Призматическая	0,312	33,37
Буронабивная	0,2655	56,71
Пирамидальная	0,0781	48,26

После нанесения всех точек построен график «красная линия тренда» цены при помощи функции MS Excel. Построенная линия и будет являться искомой (рисунок).



Вывод. По экономическому анализу проведенным методом обобщенного критерия эффективности наиболее выгодный и целесообразный вариант выбора модели призматической сваи (рисунок).

Литература

1. НИИЖБ Госстроя СССР. Руководство по определению экономического эффективности повышения качества и долговечности строительных конструкций. – М., 1981. – 35 с.
2. Мазур, И. И. Управление проектами / И. И. Мазур, В. Д. Шапиро. – М., 2010. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/1978716/>

УДК 699.88

Бочарова Э. А.

Научный руководитель: Пенкин Ю. А., доцент
Поволжский государственный технологический университет

РЕКОНСТРУКЦИЯ СОБОРА ВОСКРЕСЕНИЯ ХРИСТОВА В Г. ЙОШКАР-ОЛА

Аннотация. Рассматриваются вопросы о восстановлении цветового решения исторической части города XVIII века – трех вертикалей церквей.

Ключевые слова: регенерация, реконструкция, собор, фасады, карнизы, электрообогрев, водосток.

В данной работе рассматривается вопрос о соответствии цветового решения восстановленного Собора Воскресения Христова, расположенного в исторической части г. Йошкар-Олы.



Рис. 1. Историческая панорама набережной

в цветовом решении – краснокирпичный цвет (рис. 2.). Это нарушает восприятие исторической панорамы города.

В XVIII веке в панорамном звучании города доминировали три вертикали белого цвета: Вознесенская, Воскресенская, Троицкая церкви (рис. 1.). В настоящее время эти вертикали восстановлены, но Воскресенская церковь выполнена в другом цве-



Рис. 2. Существующая панорама набережной

Для восстановления подлинного цветового решения, предлагается окрасить наружную поверхность стены атмосферостойкой краской белого цвета. Окраска предохраняет от агрессивных атмосферных воздействий (замачивание стены, выветривание раствора из швов), также позволяет нам сохранить фактуру стены, не применяя дополнительных мероприятий для ее устройства. устраивая обрешетки, как в случае с штукатуркой или плиткой [1].



Рис. 1. Панорама набережной после реконструкции

Также рассматривался вопрос защиты Воскресенского Собора от климатических воздействий. Замачивание поверхностей фасадов вызвано сложным объемно-планировочным решением: изломанный контур в плане и малый вынос карнизов.

Одним из решений является увеличение выноса карниза. Конструкция кровли усложнена переломами в карнизной части – «юбочками».

При реконструкции потребуется разобрать карнизную часть, установить новые стропильные элементы: увеличенные по длине кобылки, подшив и новое кровельное покрытие.

Другим решением этой проблемы является ремонт системы организованного водостока с устройством электрообогрева. Когда отсутствует обогрев желобов и водостоков, наличие наледи приводит к тому, что значительно возрастают механические нагрузки на крепления (кронштейны) желобов и труб, что завершается в конечном итоге протечками кровли, разрушением стен и фундамента, поскольку система отвода атмосферных осадков находится в аварийном состоянии.

Такие системы обогрева кровли и водостоков на зданиях в условиях отечественного климата не портят внешний облик строений, они продлевают фигурным кровлям срок эксплуатации. Кабельный обогрев позволяет реже производить профилактический осмотр и ремонт водосточных конструкций.

Обогрев крыши и водостоков обеспечивает незамерзание системы отведения осадков и полноценное ее функционирование даже зимой. Это

необходимо для беспрепятственного и постоянного отведения с кровли талой воды. При этом не предусматривается обязательное освобождение крыши от лежащего на ней снега.



Рис. 2. Вид на западный фасад с ул. Вознесенской после реконструкции

В заключение необходимо отметить, что в работе выполнены вопросы цветовой регенерации. Воспроизведение предлагаемого цветового решения Собора Воскресения объединяет разрушенную цепочку архитектурных вертикалей исторической части города. Они становятся более выраженными и четкими, выделяют в панораме исторический этап развития строительства города в XVIII веке

Литература

1. Белецкий, Б. Ф. Технология строительного производства: учеб. для студ. вузов обуч. по направл. «Строительство» / Б. Ф. Белецкий. – М.: Изд. АСВ, 2001. – 416 с.
2. Александрова, В. Ф. Технология и организация реконструкции зданий: учеб. пособие / В. Ф. Александрова, Ю. И. Пастухов, Т. А. Расина. – СПб.: СПбГАСУ, 2011. – 208 с.
3. Барбышев, Е. Н. Вопросы теории формообразования в архитектуре / Е. Н. Барбышев, Г. Ю. Сомов // Архитектура СССР. – 1976. – № 8. – С. 4-8.
4. Проектная документация «Воскресенский собор в г. Йошкар-Ола», Проектный институт «Маригражданпроект» в г. Йошкар-Ола.
5. Алексеев, Ю. В. Градостроительное планирование достопримечательных мест / Ю. В. Алексеев, Г. Ю. Сомов, Э. А. Шевченко. – Т. 1, 2. – М.: АСВ, 2012.

Васенцова М. А.

Научный руководитель: Бородов В. Е., доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ С УЧЕТОМ ЭКО-ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА

***Аннотация.** Методы проектирования и строительства здания с использованием принципов эко-строительства. Развитие эко-технологий в современном строительстве.*

***Ключевые слова:** зеленое строительство, эко-технологии, энергоэффективность здания.*

Развитие экостроительства является важным вопросом для государства, которое также начинает активно стимулировать развитие «зеленых стандартов». В качестве критериев, оказывающих влияние на оценку здания в целом, основную роль играют экологически благоприятное месторасположение здания, а также энергоэффективность строительных конструкций и материалов, из которых построено здание.

Концепция устойчивого развития общества, зародившаяся в конце XX века, послужила основой к созданию строительных проектов и решений нового века, выходящих за рамки привычной архитектуры и направленных на поддержку принятой стратегии. Таким образом, появилось такое понятие, как устойчивое строительство.

Метод устойчивого строительства подразумевает бережное отношение к окружающей среде, начиная с производства строительных материалов, вплоть до окончания жизненного цикла здания и утилизации строительных конструкций.

В отношении воздействия на окружающую среду метод включает в себя следующие требования:

1. сокращение вредных выбросов и выделений в атмосферу;
2. использование возобновляемых источников энергии;
3. использование возобновляемых строительных материалов;
4. экономия энергетических и природных ресурсов;
5. сокращение негативного воздействия земляных работ;
6. возможность утилизации строительных конструкций и материалов.

При проектировании зданий по принципам устойчивого строительства важно получить максимально возможный положительный эффект при соблюдении перечисленных параметров. В связи с этим применяется комплекс строительно-конструктивных, объемно-планировочных работ, а также соблюдается ряд технологических решений.

На сегодняшний день существует несколько способов сбора и концентрации альтернативной возобновляемой энергии. Одним из самых простых способов является применение архитектурных решений, позволяющих использовать здание в качестве «тепловой ловушки». Согласно данному методу, с учетом расположения солнца над горизонтом и по сторонам света возможно ориентировать большие открытые пространства на южную сторону и, тем самым, получить возможность прогревания помещения в светлое время суток за счет солнечной радиации.

С помощью повышения сопротивления теплопередач ограждающих конструкций достигается сокращение потерь тепла, для чего применяются высокоэффективные современные утеплители и изоляционные материалы с меньшими коэффициентами теплопроводности.

Также большого эффекта в области получения «зеленой» энергии достигает применение современного инженерного оборудования. К примеру, для утилизации тепла от внутренних источников и использования его для обогрева здания используются современные тепловые насосы. Также для отопления и водоснабжения применяются солнечные коллекторы, установленные на крышах и открытых поверхностях и ориентированные на южную сторону.

Данные методы способствуют сокращению энергозатрат в течение срока эксплуатации здания, но сбережение энергетических и природных ресурсов важно и на стадии возведения здания, а также в момент изготовления строительных материалов. Как следствие, в качестве несущих и ограждающих конструкций здания, а также отделочных материалов, используются материалы местного производства.

В случае утилизации и переработки строительных конструкций после окончания рабочего цикла здания большую роль играет правильный выбор строительных материалов на стадии проектирования, что помогает решить вопрос с минимальным отрицательным воздействием на окружающую среду. Процесс утилизации касается всех видов материалов, но при этом тратится разное количество энергии, выделяется разный объем вредных веществ в окружающую среду, к тому же, не все из них можно утилизировать полностью. Основой понятия экологичного строительства является минимальное воздействие здания на окружающую среду, причем не в местных, а в глобальных масштабах.

Важную роль в процессе проектирования играет выбор места строительства. Размещение в городской среде имеет значительное влияние на формирование объемно-планировочных решений здания и, следовательно, на выбор средств обеспечения энергоэффективности, положенных в основу разработки проекта по выбранной теме [1].

При создании проекта здания, расположенного в умеренном климате, необходимо учитывать вероятность перегрева наружных ограждающих конструкций в теплый период. Одним из решений данного вопроса является создание вертикального озеленения, составляющего основу концепции зеленого строительства.

Помимо существующих энергоэффективных технологий, утвержденных стандартов, разработана мощная маркетинговая программа. Ее основная цель – попытаться изменить поведение общества, донести до него степень важности и серьезности проблемы экологии и рационального использования природных ресурсов и энергии. Проще говоря, проектировщики, архитекторы, строители и будущие владельцы зданий должны думать в одном направлении, объединяющем в себе принципы экологичного и эффективного строительства [3].

В целом, интегральное использование основных положений на практике требует одновременного анализа множества полагающих факторов. Комплексный характер метода устойчивого строительства предполагает введение специалистами новых индивидуальных, а в большинстве случаев и инновационных решений, которые позволят обеспечить максимально возможное соответствие принятым принципам устойчивого строительства и экостандартам.

Литература

1. Васенцова, М. А. Сохранение окружающей среды в условиях городской застройки [Текст] / М. А. Васенцова // Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России, 21-25 ноября 2016 г.: материалы всероссийской студенческой конференции. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. – С. 16-19.
2. СП 131.13330.2012 Свод правил. Строительная климатология (утв. Приказом Мин. регион. развития РФ). – М.: Минрегионразвитие, 2012. – 109 с.
3. Зеленые технологии в строительстве. [Электронный ресурс] // Онлайн-журнал. Натур продукт. – Режим доступа: https://rodovid.me/green_city/zelenyetehnologii-v-stroitelstve.html (дата обращения: 27.03.2018).
4. Сычев, С. А. Эко-технологии строительства с учетом критериев энергоэффективного зданий. [Текст] / С. А. Сычев // Science time. – 2014. – № 10. – С. 343-349.

Гайнуллин Н. Н.

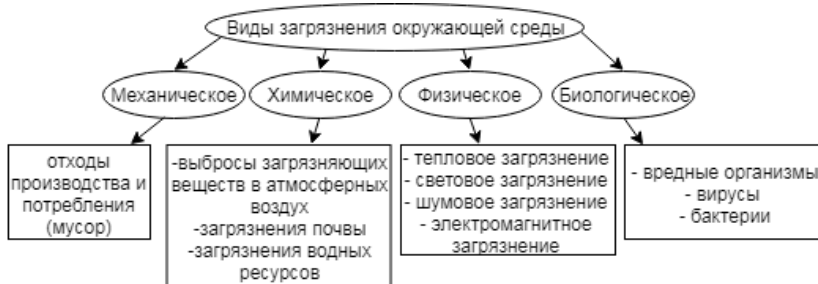
Научный руководитель: Орлова Н. А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Аннотация. В статье приведены мероприятия по защите окружающей среды.

Ключевые слова: окружающая среда, мероприятия, защита, охрана, загрязнение.

В наши дни одним из актуальных проблем является экологическое состояние окружающей среды. Собственно, поэтому нужно предпринимать различные мероприятия по защите окружающей среды. В условиях научно-технического прогресса главным вопросом для людей является защита главных частей окружающей среды, таких как воздух, вода и почва. Основным источником загрязнений окружающей среды – это промышленные предприятия, и любое предприятие в различной степени воздействует на окружающую среду [1].



Основные виды загрязнения окружающей среды

Главное в градостроительных мероприятиях – это создание комплексных проектно-планировочных работ на всех стадиях проектирования, обеспечивающих формирование оптимальной городской среды и уменьшение антропогенных нагрузок на прилегающие к городу территории.

Улучшение экологического состояния – процесс не быстрый, оно требует согласованности и последовательности действий.

Мероприятия [2]:

1. определение и установление санитарно-защитной зоны вокруг промышленных предприятий;
2. вынесение промышленных предприятий из крупных городов и сооружение новых в малонаселенных районах с непригодными и малопригодными для сельскохозяйственного использования землями;
3. оптимальное расположение промышленных предприятий с учетом топографии местности и розы ветров;
4. экологизация промышленного производства для снижения раз-мера СЗЗ. Экологизация промышленного производства – это экологиче-ская модернизация производства, включающая: внедрение малоотход-ных, ресурсосберегающих и энергосберегающих технологий; совершен-ствование технологии добычи и производства промышленной продукции путем замены устаревших технологий в промышленном производстве.
5. рациональная планировка городской застройки, обеспечивающая оптимальное экологическое состояние для людей и растений. Создание территориально-промышленных комплексов, имеющих замкнутую структуру материальных потоков сырья и отходов внутри комплекса.
6. немаловажное место имеет озеленение территории вдоль город-ских автомагистралей и городских территорий и создание городских пар-ков. Озеленение способствует снабжению воздуха кислородом, а также придает красивый облик для городской среды.
7. внедрение раздельного сбора мусора. Создание пункта раздель-ного сбора мусора способствует тому, что отходы могут быть в дальней-шем переработаны. Более эффективного результата от внедрения раз-дельного сбора мусора можно получить с помощью нравственного вос-питания людей.

Планировка и застройка населенных пунктов должны учитывать со-здание наиболее благоприятных условий для жизни и здоровья населе-ния. Жилые зоны, промышленные предприятия и другие сооружения должны размещаться таким образом, чтобы исключить неблагоприятные воздействия вредных факторов на здоровье людей.

При проектировании и возведении городов и поселков городского типа следует предусматривать водоснабжение, канализацию, устройства уличных покрытий, озеленение, освещение, обеспечение санитарной очистки и другие виды благоустройства.

С помощью градостроительных мер можно значительно улучшить и сохранить среду обитания человека. Градостроительная деятельность су-щественно влияет на изменение окружающей среды, и от градостроите-лей во многом зависит обеспечение экологической обстановки на застра-иваемых территориях и в прилегающих районах.

Литература

1. Гриффит, А. Системы управления в строительстве [Текст] /А. Гриффит, П. Стивенсон, П. Уотсон / Пер. с англ. – М.: ЗАО «Олимп–Бизнес», 2006. – 464 с.
2. Отделочные строительные работы [Текст]: учебное пособие / А. А. Ивлеев, А. А. Кальгин, Р.И. Качаев, О. М. Скок. – М.: Издательство «Проспект», 2017. – 416 с.

УДК 725.4.012

Ерошкина Е. Ю.

Научный руководитель: Смирнова С. Н., канд. арх., доцент
Поволжский государственный технологический университет

МЕТОДЫ СБЕРЕЖЕНИЯ ТЕПЛА И ЭНЕРГИИ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЯХ

***Аннотация.** Представлены методы сбережения тепла и энергии в промышленных зданиях с помощью объемно-планировочных решений и энергосберегающих фасадов.*

***Ключевые слова:** энергоэкономичное здание, промышленное здание, сбережение энергии.*

Технический прогресс – одна из причин изменения мирового климата. Человек ежедневно загрязняет окружающую среду, но более опасное загрязнение несут отходы промышленных предприятий, выбросы в атмосферу токсичных веществ и автотранспорт. Из общего объема энергопотребления строительным комплексом России около 90 % расходуется на эксплуатацию зданий. Энергопотребление промышленными зданиями составляет 35-45% [3].

Эффективным решением проблемы загрязнения окружающей среды является строительство «зеленых» зданий, тепло- и энергосбережение.

Энергоэкономичное здание – это здание, объемно-планировочное и конструктивное решение которого, а также система инженерного оборудования, помимо общепринятых функциональных требований, удовлетворяет еще и необходимости максимальной экономии энергоресурсов [1].

Два решения сбережения энергии и тепла:

1. объемно-планировочные решения;
2. фасадные решения.

К объемно-планировочным решениям относятся:

- широкий корпус здания позволяет снизить теплопотери, так как микроклимат в таких зданиях более устойчив, менее подвержен ветровому «выдуванию»;

- рациональное соотношение длины и ширины комнаты. В удлиненном помещении улучшается температурный режим, но одновременно ухудшается естественная освещенность и проветривание. Поэтому рационально применять соотношение глубины и ширины помещения 1:2, 1:1,4 (1,6).

- ориентация здания по сторонам света с учетом преобладающих направлений холодного ветра. Максимально остеклению южных фасадов и минимальное остекление северных [1].

К фасадным решениям относятся:

- традиционный фасад. Композиции стен, в которых несущую и теплоизоляционную функции выполняет сама стена, а фасадный слой из лицевого кирпича придает архитектурную выразительность зданию и защищает от неблагоприятных воздействий внешней среды [2].

- вентилируемый фасад – это конструкция, при которой между утеплителем и облицовочным материалом обеспечивается вентилируемая воздушная прослойка. Таким способом решается проблема конденсации пара и увлажнения материалов. Разность температур в помещении и на улице приводит к образованию теплового потока, который направлен от нагретой среды к холодной [2].

- плоский фасад. Существенное снижение теплоэффективности жилого здания связано с изрезанностью фасадов, выступами, западами, ризалитами и другими приемами.

- теплозащитное остекление. Светопрозрачные ограждения здания используются для снижения затрат энергии на климатизацию здания, а также для организации естественной вентиляции.

- зимние сады. Обеспечивают дополнительные тепло поступления за счет аккумулирования тепла солнечной радиации [1].

Промышленное здание, как объект большого энергопотребления, должно проектироваться с учетом использования энергоэффективных технологий. Для решения проблемы загрязнения окружающей среды существуют «зеленые» стандарты строительства.

Литература

1. Бушов, А. В. Объемно-планировочное решение и его влияние на энергоэффективность и микроклимат помещения / А. В. Бушов // Архитектура и строительство. – 2010. – №3. – С. 251-252.

2. Кирюдчева, А. Е. Энергоэффективные фасадные системы / А. Е. Кирюдчева, В. В. Шишкина // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2015. – № 4(31). – С. 249-254.

3. Смирнова, С. Н. Принципы формирования архитектурных решений энергоэффективных жилых зданий [Электронный ресурс] / С. Н. Смирнова // Научная электронная библиотека. – Режим доступа: <http://www.dissercat.com/content/printsipy-formirovaniya-arkhitekturnykh-reshenii-energoeffektivnykh-zhilykh-zdaniy> (дата обращения: 29.03.2018).

УДК 699.86

Зайцева Е. В.

Научный руководитель: Хинканин А. П., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ НА ПРИВЕДЕННОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ

Аннотация. В статье рассмотрена проблема расчета приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. Выполнен анализ влияния геометрических неоднородностей на приведенное сопротивление теплопередаче на примере узлов ограждающих конструкций с различными техническими решениями.

Ключевые слова: энергетическая эффективность зданий, теплопотери здания, ограждающие конструкции, приведенное сопротивление теплопередаче, теплотехнические неоднородности.

В настоящее время ввиду совершенствования ограждающих конструкций и технологий в строительстве возникает множество вопросов, связанных с адекватным расчетом их приведенного сопротивления теплопередаче.

Проектные организации часто допускают ошибки в расчете приведенного сопротивления теплопередаче, не учитывая влияние теплотехнических неоднородностей на теплопотери здания. Данные ошибки приводят к тому, что фактическая величина теплопотерь здания превышает значение этой величины, заявляемое проектировщиками, в 1,5-2 раза.

Целью работы является исследование влияния геометрических неоднородностей на приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций.

Для достижения поставленной цели решаются следующие **задачи**:

1. расчет условного сопротивления теплопередаче (по глади стены);
 2. расчет приведенного сопротивления теплопередаче узлов ограждающей конструкции с учетом влияния геометрических неоднородностей;
 3. численная оценка влияния геометрических неоднородностей на приведенного сопротивление теплопередаче.
- В качестве примера рассмотрены узлы ограждающей конструкции с различными техническими решениями, а именно узлы внутреннего и внешнего углов здания (рис. 1).

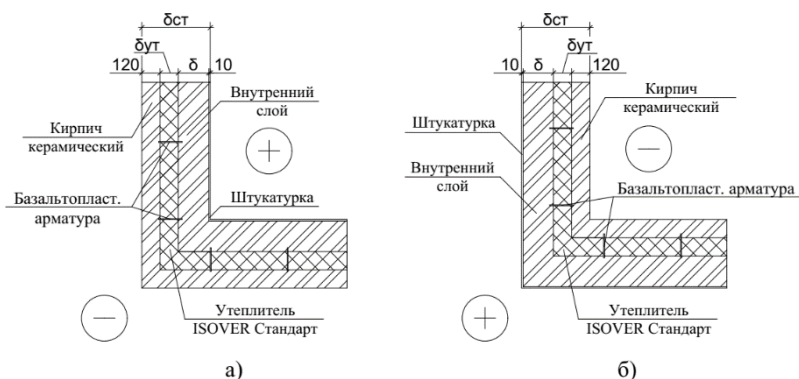


Рис. 1. Узлы ограждающей конструкции: а) узел внутреннего угла здания; б) узел наружного угла здания

Эти конструкции представляют собой трехслойную стену с эффективным утеплителем и облицовкой из кирпичной кладки (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика слоев ограждающей конструкции

№ слоя	Наименование	δ , м	λ , Вт/м ² °С
1	Штукатурка (цементно-песчаный раствор)	0,01	0,93
2	Тип 1 – Силикатный кирпич	0,38	0,87
	Тип 2 – Керамический сплошной кирпич	0,38	0,81
	Тип 3 – Керамический пустотный кирпич	0,38	0,64
	Тип 4 – Монолитный железобетон	0,30	2,04
	Тип 5 – POROTHERM 25	0,25	0,30
	Тип 6 – Газобетон	0,20	0,55
3	Тип 1 – Утеплитель ISOVER Стандарт	0,12	0,039
	Тип 2 – Утеплитель ISOVER Стандарт	0,12	0,039
	Тип 3 – Утеплитель ISOVER Стандарт	0,12	0,039

Окончание таблицы			
	Тип 4 – Утеплитель ISOVER Стандарт	0,13	0,039
	Тип 5 – Утеплитель ISOVER Стандарт	0,10	0,039
	Тип 6 – Утеплитель ISOVER Стандарт	0,12	0,039
4	Керамический сплошной кирпич	0,12	0,81

Результаты расчетов представлены в таблице 2 и отображены на графике (рис. 2).

Таблица 2. Результаты расчетов

Тип	$R_{\text{усл.}}, \text{м}^2\text{°C/Вт}$	$R_{\text{пр. вн.}}, \text{м}^2\text{°C/Вт}$	$R_{\text{пр. нар.}}, \text{м}^2\text{°C/Вт}$
1	3,83	1,81	2,16
2	3,86	1,83	2,18
3	3,99	1,94	2,27
4	3,80	1,76	2,10
5	3,72	2,32	2,42
6	3,76	2,22	2,36

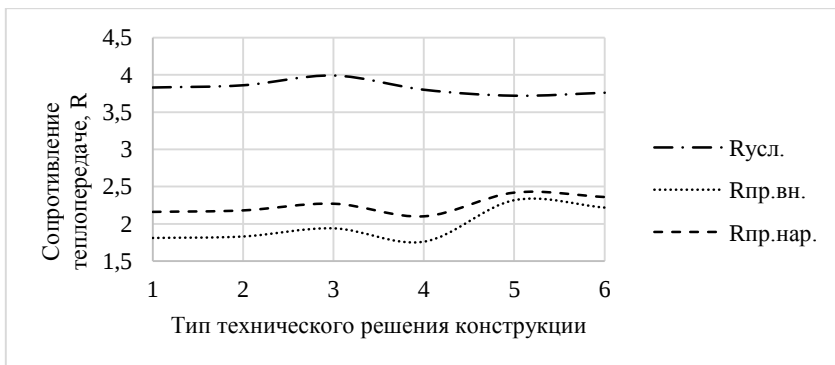


Рис. 2. Анализ влияния геометрических неоднородностей

Закключение. На графике видно, что сопротивление теплопередаче по глади стены значительно выше (в 1,5-2 раза), чем сопротивление теплопередаче в углах здания. Таким образом, можно сделать вывод, что геометрические неоднородности имеют существенное влияние на приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции. Поэтому при проектировании тепловой оболочки здания необходим правильный учет влияния теплотехнических неоднородностей, что позволит снизить уровень затрат на отопление и повысить энергетическую эффективность здания.

Литература

1. СП 230.1325800.2015 Конструкции ограждающие зданий. Характеристики теплотехнических неоднородностей. – М.: Минстрой России, 2015. – 68 с.
2. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – М.: ФАУ ФЦС, 2012. – 95 с.

УДК 752

Киреева Т. А.

Научный руководитель: Осокина В. А., доцент

Поволжский государственный технологический университет

ПРИНЦИП ФОРМИРОВАНИЯ АРХИТЕКТУРЫ ОБЩЕЖИТИЙ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

***Аннотация.** Анализ существующих норм и правил проектирования студенческих общежитий, исторические этапы и выводы.*

***Ключевые слова:** общежитие, анализ формирования, этапы развития, условия проживания.*

Уровень образования и наличие высших учебных заведений – один из главных критериев оценки развитого государства. Для увеличения числа квалифицированных специалистов необходимо создание благоприятных условий для образовательной деятельности, а также для проживания будущей опоры страны. В связи с этим, день ото дня возрастают требования к организации архитектурной среды студенческого жилища.

Помимо основных функций проживания, жильё для студентов также должно предоставлять комфортные условия для отдыха, домашнего обучения, социокультурной деятельности. Ввиду нахождения учащихся в коллективном пространстве, необходимо выделить достаточную площадь для жизнедеятельности каждого человека. Этот аспект, к сожалению, не учитывается при строительстве общежитий на территории России и постсоветского пространства. Площадь помещения берётся из расчёта 6 м² [Санитарные правила устройства, оборудования и содержания общежитий для рабочих, студентов, учащихся средних специальных учебных заведений и профессионально-технических училищ СанПиН № 42-121-4719-88] на одного человека, при этом комнаты

предназначены для проживания от двух до четырёх человек. Кроме того, количество обслуживающих комплексов, таких как душевые и кухни, минимизировано. Такие условия жизни отрицательно сказываются на учебной деятельности студентов, понижается успеваемость и ухудшается общее состояние человека. В настоящее время, благодаря развитию культурных коммуникаций, наблюдается приток иностранных студентов, желающих получить высшее образование в вузах России. В связи с этим особо остро чувствуется нехватка мест для их размещения и проживания. К примеру, по данным на 2017 год, в г. Москва наблюдается дефицит мест в студенческих общежитиях в количестве 65000 единиц. В послевоенный период проблеме расселения студентов уделялось внимание, проводились исследования по совершенствованию студенческого жилища, но затем этот вопрос отошёл на второй план и до сих пор является нерешённым.

Можно условно разделить развитие условий проживания и архитектуры студенческого жилища на несколько этапов, соответствующих историческим реформациям и периодам.

В античном мире учащиеся светских школ проживали в комплексе самого учебного заведения, в котором было отведено крыло под жилые помещения. Тип этого строения можно было отнести к галерейному. Ученикам были предоставлены оптимальные условия для жизнедеятельности, работой по хозяйству чаще всего занимались рабы.

Следующим этапом можно выделить формирование жилища учащихся школ при культовых сооружениях. Оно напоминало монашескую келью, площадью 4-6 м². В нём располагалось место для сна, для молитв и для работы, а также для хранения небольшого количества личных вещей.

Некое сходство с античным жилищем имеет жильё, формировавшееся при светских вузах в средневековой Европе с XI в. по XVIII в. Здесь жилой блок находится в едином архитектурном ансамбле с учебным, иногда являясь его частью. Учащимся предоставлено больше удобств, а комнаты предназначены для одного, реже – двух человек. Впервые используется объёмно-планировочный приём объединения жилых комнат в систему блоков.

Отдельным этапом можно выделить формирование студенческих общежитий в период индустриализации. Наблюдается нехватка кадров, поэтому заселение студентов уплотняется, застройка становится многоэтажной, но, чаще всего, не выше пяти этажей, в комнаты начинают заселять

по несколько человек, а площадь на одного учащегося сводится к минимуму – 4-6 м², какие-либо удобства полностью отсутствуют. Здания, как правило, коридорные. Оправданием тому может служить экономия ресурсов и пространства, но, к сожалению, строительные нормы и правила, используемые в то время, применяются и сейчас.

Последний этап – формирование студенческого жилища в постиндустриальный период. Такое жильё характерно для западных стран, а также для части стран восточной Азии. Отличительными признаками его являются одноместные, реже – двухместные комнаты, с не менее чем 10 м² на одного человека. В большинстве проектов предусматривается прикомнатный туалет, душевая кабина и кухня-ниша. В данном случае жилище предоставляет более комфортные условия для отдыха и для обучения, учитывается необходимость в личном пространстве для каждого человека.

Исходя из анализа различных этапов формирования студенческого жилища, можно сделать вывод, что проблема проживания студентов в нашей стране до сих пор остаётся нерешённой и основывается на принципах и нормах эпохи социализма. Время диктует нам новые требования в области проектирования. Актуальным является проектирование специализированных общежитий, в особенности для студентов творческих специальностей, т. к. в нём, помимо комфортных условий проживания, должна быть создана среда для реализации их способностей.

Литература

1. СанПиН № 42-121-4719-88, Санитарные правила устройства, оборудования и содержания общежитий для рабочих, студентов, учащихся средних специальных учебных заведений и профессионально-технических училищ, 1988.
2. Проблема функционально-планировочной организации зданий московских общежитий и пути их решения / Ю. В. Алексеев, Г. Ю. Сомов, Н. Г. Старостина и др. // Жилищное строительство. – М.: РИФ Стройматериалы, 2013. – С. 8-11.
3. Рябова, Е. К. Исторические аспекты формирования образовательной среды творческих вузов / Е. К. Рябова // Современные вопросы науки и образования – XXI: Сб. науч. тр. по материалам Междунар. заочной науч.-практ. конф. 29 февраля 2012 г.: в 7 частях. – Ч. 1. – Тамбов: Изд-во ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», 2012. – С. 116–117.

Николаева А. Р.

Научный руководитель: Осокина В. А., доцент
Поволжский государственный технологический университет

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ МУЗЕЙНОГО ПРОСТРАНСТВА

***Аннотация.** Музеи и выставочные комплексы представляют собой уникальные сооружения, поэтому к их идейно-художественным качествам предъявляются особо высокие требования. Архитектурно-пространственное построение музеев и выставочных павильонов должно содействовать раскрытию тематики их сооружений, планировочных структур, технологических процессов, которые в них происходят.*

***Ключевые слова:** проектирование, выставка, музей, выставочный зал, экспозиция, конструктивное решение.*

При проектировании музеев и выставок главной задачей является достижение единства архитектурного и конструктивного решений. Поскольку архитектурно-планировочные решения зданий музеев и выставок в силу их уникальности отличаются большим многообразием, то и конструктивные системы, применяемые в каждом случае, отличаются также множеством решений.

Большие замкнутые пространства экспозиционных залов, их особые системы освещения (в основном верхнее освещение естественным светом в сочетании с искусственной подсветкой) определили для большинства музеев и выставок традиционно крупные глухие наружные плоскости ограждающих конструкций. Сохраняя такую внешнюю архитектурную форму, их образные и художественные характеристики проявляются во множестве вариантов объёмно-планировочных композиций, внешнего оформления с использованием различных элементов архитектурного декора и произведений монументального искусства, отделочных работ.

Основным планировочным элементом музея являются выставочные залы. Специфика экспозиционных залов состоит в том, что их внутреннее пространство постоянно подвержено перепланировке и трансформации. Поэтому они в основном решаются безопорными при пролётах 9, 12, 15, 18 метров. При такой планировочной системе требуются усиленные конструкции перекрытий и ограждающих конструкций. В качестве каркасов используются следующие пространственные конструкции: рамные и

арочные конструкции, фермы и балки, перекрестно-стержневые конструкции, складчатые, цилиндрические и комбинированные оболочки (Музей науки и техники в Шанхае), волнистый свод, купольные (Город искусств и наук в Валенсии, Музей Д'Орсэ, Франция), висячие и вантовые покрытия (Музей искусств Милуоки, США), тентовые конструкции (Центр Помпиду-Мец, Франция). Использование большепролетных пространственных конструкций целесообразно для перекрытия безопорных пространств, при этом они всегда сообщают зданию дополнительную образную выразительность как в интерьере, так и во внешнем облике.

В особых случаях сооружения могут быть возведены с использованием монолитного железобетона, но в большинстве случаев для наружных ограждающих конструкций используются кирпич, каркасные конструкции с кирпичным заполнением, крупноблочные, крупнопанельные, каркасно-панельные и другие конструкции. Для наружной и внутренней отделки обычно используются высококачественные долговечные отделочные материалы: мрамор, гранит, «франный камень», высококачественная штукатурка. Ко всем отделочным материалам предъявляются повышенные требования противопожарной безопасности: они должны быть негорючими, особенно в зонах наибольшего скопления посетителей.

С появлением новых видов строительных материалов, конструкций, современных строительных технологий открылись новые возможности для творчества архитекторов и реализации их новаторских идей в жизнь. Практика современного строительства располагает множеством примеров оригинальных и интересных по своим объемно-планировочным решениям и художественной выразительности зданий музеев и выставочных павильонов. В достижении этой цели авторами используются различные приёмы сочетаний разновеликих объёмов экспозиционных залов, разрабатываются здания с многогранными очертаниями внешних форм [2].

Здания музеев проектируются высотой 1-3 этажа, как правило, здание музея – двухэтажное, при этом предпочтительным является горизонтальное функциональное зонирование. При использовании вертикального функционального зонирования рациональным представляется ступенчатое размещение экспозиции. Особая роль отводится коммуникациям: лестницам, пандусам, коридорам, галереям – они должны активно участвовать в формировании внутреннего пространства и схемы движения посетителей, являясь либо продолжением осмотра, либо осмысленными паузами [1].

Каждому виду деятельности музея и всех функциональных процессов, включаемых в здание музея, соответствуют следующие основные

функциональные блоки: входная группа помещений, экспозиционная часть, кинолекционный зал, административные, рабочие и подсобные помещения, библиотека, лаборатории и мастерские, фондохранилища, технические помещения.

Не умаляя достоинства других конструктивных схем, следует отметить, что для организации свободных перетекающих пространств в интерьере сооружения целесообразно использование каркасной схемы. Это решение, характерное для модернизма, позволяет изящно решать архитектуру минимальными средствами, предоставляя при этом полную свободу в поисках иных решений (применение всевозможных навесных панелей, мобильных перегородок, использование декора и многое другое). На сегодняшний день применение ферм постепенно вытесняется использованием пространственных покрытий.

Литература

1. Гельфонд А. Л. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений / А. Л. Гельфонд. – М.: Архитектура-С, 2006. – 280 с.
2. Фомина, В. Ф. Архитектурно-конструктивное проектирование общественных зданий: учебное пособие / В. Ф. Фомина. – Ульяновск: УлГТУ, 2007. – 97 с.

УДК 721.02

Николаева А. Р.

Научный руководитель: Осокина В. А., доцент

Поволжский государственный технологический университет

СОВРЕМЕННОЕ МУЗЕЙНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

***Аннотация.** Музеи в современном мире переживают существенные трансформации. Это приводит к значительному изменению развития музейного дела.*

***Ключевые слова:** проектирование, музей, выставочный зал, экспозиция.*

Происходящие кардинальные изменения в обществе и культуре оказывают значительное влияние на проектирование музейного пространства.

«Меняющийся музей в меняющемся мире» – это отражение существующей реальности. Очевидно, что музейная деятельность приобре-

тает все большее социокультурное значение, возрастает роль музеев в сохранении и интерпретации культурного наследия, в сложных процессах социальной адаптации и культурной идентификации, в образовательном процессе, в организации досуга. Современные музеи становятся центрами образования, коммуникации, культурной информации и творческих инноваций.

Однако появление разнообразных, в том числе и виртуальных, музеев, а также развитие новых направлений и форм музейной деятельности происходит во многом стихийно, без осознания глубинного единства и связи между их разноплановыми проявлениями. Ситуация, когда практика обгоняет теорию, может считаться нормальной только до определенного предела. Современному музееведению необходимо понимание общих принципов возникновения и трансформации музейной потребности и осмысление новой роли музея в обществе и культуре. Это обусловлено, с одной стороны, этапом становления музееведения как самостоятельной дисциплины, а с другой, – насущными практическими задачами.

При создании концепций современных музеев недостаточно учитывать только историческую и культурную значимость музеефицируемых объектов. Необходимо понимание социальных и культурно-исторических закономерностей эволюции музейной потребности, а также основ функционирования музея как социокультурного явления [1].

Определим ведущие тенденции развития музейного проектирования:

- музеи под открытым небом;
- экомuzeи;
- создание специальных околмузейных и внутримузейных структур;
- интеграция музеев различных видов и профилей;
- тенденция развития межмузейного единства;
- интеграция музеев и социума;
- виртуальные музеи.

Музеи под открытым небом создаются на основе недвижимых памятников истории и культуры на месте их нахождения и в природном окружении или на основе перевозки памятников на специально отведенную территорию из других мест. Значительную часть составляют музеи смешанного типа, включающие памятники как музеефицированные на месте, так и перевезенные.

Экомuzeи отличаются более широкой просветительной деятельностью, которая направлена не только на распространение знаний о памятниках истории и культуры, но и на совершенствование отношений между человеком и его окружением.

Важной особенностью экомuzeя является то, что он создаётся, поддерживается и используется совместно жителями определенного района и местными органами власти. Местные жители передают музею представляющие интерес и ценность предметы, сообщают сотрудникам информацию о них, участвуют в их реставрации и создании экспозиции, помогают вести исследовательскую и популяризаторскую работу. Примером такого музея может служить Городской музейный комплекс «Наследие» в городе Тольятти.

Создание специальных околмузейных и внутримузейных структур (центры музейной педагогики, центры традиционной культуры, центры общественной жизни, клубы, библиотеки, общества). В различных странах, в том числе и в России создаются клубы или общества друзей музея с целью содействия его развитию.

Тенденция интеграции музеев разных видов и профилей и создание единого музейного пространства наметилась уже давно. Она проявляется в создании особых структур с интегративными функциями, объединяющих идеологическую и практическую деятельность музеев разных стран. Подобные структуры действуют на региональных и национальных уровнях. Цель таких организаций – формирование единой системы организационных и информационных путей для взаимодействия музеев.

Тенденция развития межмузейного единства. Новой формой преодоления «замкнутости» музея как социального института становится формирующееся электронное информационное пространство. Оно представляет собой интерактивную презентацию музея через веб-сайт, создает возможность для диалога и коммуникации, предоставляет посетителю информацию перед посещением музея.

Интеграция музеев и социума во многих странах мира рассматривается как система «параллельного образования». Эта тенденция побуждает музеи к поиску своеобразия, генерации новых знаний, идей и духовных ценностей. Происходит рост числа посещений музеев во всём мире, но гораздо важнее качественные изменения моделей взаимоотношений между музеями и их аудиториями.

Виртуальные музеи существуют в двух формах: в виде веб-сайта, с представленными на нём экспонатами, и в виде реального пространства (зал, помещение), в котором помещены электронные изображения музейных предметов. По такому принципу сделан музей Ван Гога в Овере, где произведения живописца только проецируются [2]. Развитие виртуальных музеев очевидно и бесспорно, но оно не отрицает необходимость существования реальных музеев и ничуть не уменьшает их значимости.

Объёмно-планировочные решения музеев с ходом развития искусства также подвергаются кардинальным изменениям. Авторами используются различные приемы сочетаний разновеликих объемов экспозиционных залов, разрабатываются здания с многогранными очертаниями внешних форм, создаются трансформируемые конструкции, которые решают многие задачи выставочных залов. Динамические крыши и фасады позволяют регулировать освещенность в здании, при этом меняя и его внешний облик.

Музей трансформируется, расширяется, прорастая в городскую среду, мигрируя из центральных районов в спальные, тем самым приобретая еще больший социальный статус.

Литература

1. Поляков, Т. П. Как делать музеи (О методах проектирования музейной экспозиции) / Т. П. Поляков. – М.: Высшая школа, 1997. – 253 с.
2. Щербакова А. А. Музейное проектирование / А. А. Щербакова. – М.: Российский ин-т культурологии, 2009. – 256 с.

УДК 725:159.9

Салдеева М. А.

Научный руководитель: Осокина В. А., доцент
Поволжский государственный технологический университет

СВЯЗЬ СРЕДСТВ АРХИТЕКТУРНОЙ КОМПОЗИЦИИ И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЗОНИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ

***Аннотация.** В данной статье отражены основные средства архитектурной композиции, применимые к зданиям и сооружениям, с указанием их связи с функциональными процессами проектируемых объектов.*

***Ключевые слова:** средства архитектурной композиции, композиционные приемы, архитектурная выразительность.*

Архитектурные здания и сооружения являются целостным организмом, сочетающим в себе различные требования. Одними из таких требований являются эмоциональная выразительность, а также связь внешнего облика художественного произведения с его функциональным назначением. Данные условия возможно выполнить с помощью владения мастерством архитектурной композиции.

Композиция – это построение художественного произведения, обусловленное его содержанием и назначением и во многом определяющее его восприятие.

Одной из важных задач в композиции является организация форм и пространства согласно экономическим условиям, состоянием местной среды и, главное, в зависимости от функциональных процессов, которые решает возводимый объект.

Гармония форм проектируемых зданий достигается за счет особых элементов, называемых средствами архитектурной композиции, такими как: масштабность, симметрия, ритм, асимметрия, динамика, статика, контраст.

Симметрия и асимметрия – это два противоположных друг другу метода организации архитектурной среды.

Термином симметрия обозначают равное расположение одинаковых по длине частей по отношению к плоскости или линии. Примерами служат вилла Ротонда в Виченце, старое здание библиотеки им. В. И. Ленина в Москве.

Данное средство архитектурной композиции придает сооружению торжественность, величественное спокойствие, устойчивость и законченность формы, что соответствует зданиям государственного и муниципального назначения и такому архитектурному стилю, как классицизм. В крупных зданиях со сложной функциональной схемой симметричная организация композиции трудно осуществима.

Противостоит симметрии – асимметрия. Асимметричная композиция плавная, в отличие от симметричной. Она позволяет неповторимо соединять элементы форм и потому всегда индивидуальна. Отражение свое находит в динамике, движении, экспрессионизме, что характерно для зрелищных зданий, развлекательных центров.

Классический пример асимметричной композиции – это храм Эрехтейон, посвященный Афине и Посейдону на Афинском акрополе, а из современных – оперный театр Аудиторио-де-Тенерифе, Испания, город Санта-Крус-де-Тенерифе.

Масштабность является одним из главных качественных признаков архитектурного сооружения и важнейшее средство композиции, определяющее такое соотношение размеров частей, которое дает гармоничное сочетание их с размерами человека и окружающей средой.

Масштабная выразительность зависит от знания законов зрительного восприятия. Например, светлая поверхность всегда кажется больше, нежели темная. Форма одного размера, расположенная на малом поле в окружении малых фигур, кажется больше, той же формы на крупном

поле среди крупных фигур. Вертикальные членения кажутся большими, равных им по величине горизонтальных.

Характерно для обрядовых зданий и монументальных сооружений. Примеры – это колокольня Новодевичьего монастыря в Москве, вилла Nurbs, Э. Р. Гели.

Цвет может выделить или нейтрализовать отдельные элементы, объединить их в единое целое или, наоборот, расчленить. В зависимости от использования того или иного цвета одна и та же форма может восприниматься по-разному. Светлые тона подчеркивают малую весомость, а темные тона утяжеляют массу.

Цвета классифицируются по их эмоциональному воздействию на человека. Они могут вызывать различные настроения. Выбор колорита обычно связан с ориентацией застройки или внутренних помещений.

Помещения, ориентированные на север, следует окрашивать в теплые тона: персиковый, бежевый, золотой и др. Это в некоторой степени компенсирует недостаток солнечного света и делает микроклимат помещений теплее.

Холодные оттенки – бирюзовый, салатовый, серый – целесообразно применять при необходимости создания более спокойного микроклимата. Синий подавляет и склоняет к глубоким раздумьям. Зеленый цвет вносит устойчивость, уверенность и удовлетворение. Сочетания таких цветов можно взять за основные в формировании фасадов выставочных и учебных блоков. В производственных зданиях используют красную, желто-черную и оранжевую окраску. Зоны безопасности выделяют зеленым цветом.

Цветом можно достичь и психологического эффекта. Например, применение красного цвета в интерьере создает торжественность, а также стимулирует на действие, это цвет энергии. Подходит для спортивных залов и уличных малых архитектурных форм, предназначенных для детских игр, например, реконструкция спортивного комплекса Punt Road г. Мельбурн, Австралия.

Одним из важных композиционных средств является динамика. Статичная и динамичная композиции расчленяют весь предметный мир на движущиеся и неподвижные объекты. Статичность – это подчеркнутое выражение состояния покоя, устойчивости формы. Например, египетские формы производят впечатление неподвижности.

Динамичность в архитектурной композиции характеризуется: плавными формами, конструктивным ритмом, асимметрией. Используется в

архитектуре зданий для отдыха, а также в соревновательных учреждениях. Примером являются: проект вращающейся гостиницы в Дубае, башня г. Таньцзин.

На сегодняшний день уровень развития архитектуры позволяет использовать при проектировании зданий, как проверенные веками принципы и средства архитектурной композиции, так и современные приемы строительства. При этом следует помнить, что все указанные композиционные приемы служат одной цели – создание произведения, которые не только радовали бы зрителя и воспитывали его эстетически, но и отвечали правилу по Ветрувию пользы, прочности, красоты.

Литература

1. Леденева, Г. Л. Теория архитектурной композиции: курс лекций / Г. Л. Леденева. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 80 с.
2. Микаилова, М. Н. Лекционный курс по предмету: основы архитектурной композиции [Электронный ресурс] / М. Н. Микаилова. – Режим доступа: http://www.studmed.ru/view/lekcii-osnovy-arhitekturnoy-kompozicii_bb added1bd723.html.

УДК 725.57

Сидлерова О. О.

Научный руководитель: Смирнова С. Н., канд. арх., доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ДЕТСКИХ САДОВ: СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ЗАРУБЕЖНОЙ ПРАКТИКИ СТРОИТЕЛЬСТВА

***Аннотация.** В статье производится сравнение основных подходов при проектировании ДООУ в России и за рубежом. Делается вывод о необходимости применения новейших технологий и идей зарубежных коллег в практике проектирования и возведения зданий детских садов, опираясь на требования нормативных документов по строительству нашего государства.*

***Ключевые слова:** детские образовательные учреждения (ДООУ), энергоемкость, экологичность, тенденции в проектировании, энергосберегающие технологии.*

Почти половина всех детей мира сегодня проживает в мегаполисах, но насколько наши города приспособлены для подрастающего поколения? Какие именно архитектурные и конструктивные решения способны сделать эти объекты центрами притяжения социальной активности и драйверами образовательного процесса? [1].

Современные проекты детских образовательных учреждений отличаются от проектов прошлых лет тем, что имеют многообразие объемно-планировочных решений, усложненную конфигурацию планов, различные декоративные элементы, такие как эркеры, атриумы и т. д.

Проект подготавливают так, чтобы учесть показатели энергоемкости, безопасности и удобную планировку всей прилегающей территории. Также само здание и интерьер должны привлекать детей, содержать интересные декоративные элементы и выполняться в подходящей цветовой гамме. При проектировании необходимо учитывать, чтобы все материалы были экологичными и безопасными. [2].

За достаточно протяжённый исторический срок в архитектуре детских образовательных учреждений Европы сформировались определённые индивидуальные черты и особенности.

1. Стремление к максимально гармоничному слиянию с окружающей средой. [3].

Большинство первых этажей имеют большие площади остекления. При проектировании и строительстве проектировщики пытаются обеспечить композиционное слияние двух элементов – ландшафта и здания (рис. 1). В отечественной практике строительства площади остекления значительно меньше в связи с климатическими условиями.



Рис. 1. Детский сад в Берлине, Германия

2. Габариты помещений – максимально просторные.

При разработке внутреннего пространства проектировщики учитывают стремление детей к свободной организации своей деятельности и частой смене рода занятий (рис. 2). В России площади помещений строго регламентированы согласно нормативным требованиям.



Рис. 2. Детский сад Forfatterhuset в Дании

3. Использование при строительстве высокоэкологических материалов.

В Европейском Союзе все больше ДОУ строят из древесины. Доказано положительное влияние атмосферы деревянных строений на успеваемость учащихся (рис. 3). В России такая практика противоречит противопожарным нормам и требованиям к огнестойкости здания.



Рис. 3. Детский сад в городе Салдивар, Испания

4. Внедрение технологий энергосбережения в строительство.

За границей очень популярны энергосберегающие технологии, применение которых экологически безопасно, а также экономически эффективно (рис. 4). В России энергосберегающие технологии в детских садах и школах еще не достигли широкого распространения, но уже успешно применяются в отдельных регионах с благоприятным климатом.



Рис. 4. Детский сад городе Хермсьоль, Дания

Сравнивая тенденции развития архитектуры детских садов в России и за рубежом, можно сделать вывод, что их объединяет одна общая черта: стремление создать условия, в которых дети будут расти и обучаться в максимально комфортной для них обстановке. Причины различий состоят в разных подходах в системе образования, в особенностях климатических условий, в несоответствии нормативных документов, регламентирующих строительство.

Литература

1. Архитектура – детям: лучшее [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://archspeech.com/article/speechexp2015>(дата обращения: 12.03.2018).
2. <http://lime-s.com/poleznaya-info/osobennosti-proektirovaniya-detskih-sadov.php>. (дата обращения: 12.03.2018).
3. Егоров, С. В. Описание, анализ и отбор лучших зарубежных проектов дошкольных образовательных учреждений / С. В. Егоров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.forma.spb.ru/Arch_project/otbor-proektov.shtml. (дата обращения: 12.03.2018).

Сырги А. В.

Научный руководитель: Нестерова И. М., доцент
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭТНОТУРИЗМА В РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ

***Аннотация.** Проанализированы актуальность проектирования этнотуристического комплекса на территории Марий Эл, графоаналитическим способом выявлен туристический потенциал, определены условия для его развития.*

***Ключевые слова:** Марий Эл, этнический туризм, этнотуризм, туристические комплексы, туризм, этно-культурный.*

В декабре 2017 года в Йошкар-Оле состоялось крупное событие в сфере туризма РМЭ – «Неделя туризма в Марий Эл». На дискуссионной площадке обсуждались новые экскурсионные программы и маршруты, межрегиональные проекты, создание новых туристских достопримечательностей.

Согласно статистическим данным Комитета по туризму, внутренний и въездной туристские потоки за 2005-2014 гг. увеличились в три раза.

Цель данной работы: проведение исследования путем анкетирования экспертов с целью выявления перспектив развития этнографического туризма в Марий Эл.

На сегодняшний день в РМЭ свою деятельность ведут несколько этнографических деревень, а также гостиничных и рекреационных комплексов с этническим колоритом. Особенностью услуг в сфере этнотуризма является интерактивность и погружение в культурную среду. Это достигается путем приобщения к традиционным обрядам, изучению языка, песен, участием в реальных праздниках, дегустации и участием в изготовлении блюд марийской кухни, обучению прикладному творчеству и т. п.

Исследование проводилось с помощью социологического опроса специализированных экспертов, представляющих сферу туризма РМЭ как практиков, так и специалистов, работающих в крупных турагентствах г. Йошкар-Олы – «Матур», «Интурист». По данным туристического агентства выяснилось, что одним из ведущих туристических

направлений в РМЭ является марийский этнографический туризм, который требует активного развития. Перспективным будет проектирование этнической деревни. Основой проектирования может служить Шоруньжинский этно-культурный комплекс. Развитие данного вида туризма должно способствовать сохранению культурного наследия народа мари.

Эксперты, принявшие участие в опросе, также указали, что их компании, к сожалению, практически не реализуют программы по продвижению этнотуризма в РМЭ, но готовы принять участие в разработке новых маршрутов с включением в них объектов этнографического наследия.

В ходе данной работы был выявлен туристский потенциал – развитие экологического туризма в Республике Марий Эл позволит сохранить целостность экосистем территории и культурной уникальности региона и сделать охрану природы и природных ресурсов выгодной для местного населения. Перспективные районы развития: Горномарийский, г. Козьмодемьянск, Медведевский. Условия для развития: низкая стоимость инфраструктуры по сравнению с другими видами туризма, минимальные расходы на сервис, нацеленность на сохранение природы и культуры местного сообщества.

Литература

1. Константинова, В. В. Этнотуристические маршруты для детей и юношества в Республике Марий Эл / В. В. Константинова, Е. В. Алексеева // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – С. 24-27.
2. Заповедная природа марийского края: История, организация, животный и растительный мир заповедника «Большая Кокшага» / Г. А. Богданов, В. П. Золотухин. – Йошкар-Ола: ИПФ Стезя, 1999. – 16 с.
3. Аглиуллин, Ф. В. Состояние и рекреационная емкость прибрежных лесов озер национального парка «Марий Чодра» / Ф. В. Аглиуллин, В. А. Закамский, С. А. Денисов. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. – 63 с., ил.-Деп. в ВНИИЦлесресурс 27.03.00, №975-ЛХ00.
4. Иванов, Н. В. География Республики Марий Эл: уч. пос. для общеобраз. школ / Н. В. Иванов. – Йошкар-Ола: Марийское книжное изд-во, 2004. – 143 с.
5. Данилов, О. В. Языческие культы древнего населения Марийского Поволжья / Ред. – сост. А. Г. Иванов, Д. Ю. Ефремова. – Йошкар-Ола: Нац. Музей РМЭ им. Т. Евсеева, 2016. – 336 с.

Филимонова А. А.

Научный руководитель: Осокина В. А., доцент
Поволжский государственный технологический университет

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ФОРМИРОВАНИИ АРХИТЕКТУРНОГО ОБЛИКА ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ШКОЛ

***Аннотация.** В век инновационных технологий и бурного развития архитектуры Россия всё ещё находится на стадии советского периода, в большинстве случаев настаивая на возведении типовых зданий с однообразными фасадами и планировками. Но насколько сильно нужна нам эта устоявшаяся традиционная концепция проектирования?*

***Ключевые слова:** архитектура, школы, проектирование, стили, новые тенденции.*

XXI век – век новейших технологий, смены взглядов, внезапных открытий, трансформаций унифицированного мира, разрушения закостенелых взглядов и форм. Изменения постепенно, но всё-таки неумолимо касаются каждой из сфер жизни общества. Не остается в стороне и архитектура.

Известно, что западные страны всегда опережали Россию в развитии сферы искусств. Поэтому большие изменения в объемах и планировках можно выделить именно там. Мы же в большей части всё ещё находимся на советском этапе развития – практически наши здания (будь то больницы, жильё, школы, университетские корпуса, казармы, заводы) имеют типовую схему конструкций, идентичную планировочную структуру, невыразительные фасады, неактуальные строительные материалы, минимизированные до крайности площади. С одной стороны, конечно, это можно назвать максимальной оптимизацией и рационализацией. Однако в век передовых технологий, безграничных возможностей, нетипичности идей и полёта фантазии невольно начинает всплывать вопрос: «Нужна ли нам сейчас эта устоявшаяся шаблонная архитектурная концепция?»

Особенно остро стоит данная проблема в сфере проектирования учреждений для развития, обучения (можно сказать «взращивания») нового поколения людей, за которыми стоит будущее этого мира.

Школа – это то место, где дети и подростки не только получают знания, но еще и учатся общаться друг с другом, созидать нечто новое, рас-



Рис. 1. Проект школы с художественным уклоном

ширять кругозор. Там они приобретают интерес к тем или иным видам деятельности. И именно там происходит их становление как личностей.

Длинные узкие коридоры, серые безликие фасады, типовые планировки (по которым совершенно невозможно отличить одно учебное заведение от другого), маленькие пространства, доступные лишь для одной цели – обучение, никак не способствуют пробуждению в детях творческих начал, нестандартного мышления, эрудированности да и вообще какого-либо желания самореализоваться в будущем.

Исходя из желания борьбы с данными факторами и повышения уровня развития юных умов, современность диктует нам новые совершенно неожиданные тенденции для формирования архитектурного облика и объёмно-планировочных решений школьных зданий.



Рис. 2. Школа с единым пространством.
Копенгаген, Дания

«Всё течёт, всё изменяется,» – так когда-то сказал Гераклит. И, действительно, жизнь всегда требует каких-то перемен – ничего не остаётся постоянным. Потому и архитектуре нужна изменчивость (трансформируемость, мобильность) для того, чтобы воплотить в жизнь следующую немаловажную тенденцию – многофункциональность. Согласитесь, очень удобно, когда одно помеще-

ние (или их совокупность) может служить для разных целей, являя собой при этом каждый раз свою уникальную форму в зависимости от проводимого мероприятия. Более того, каждый человек понимает и видит

трансформации по-своему, а это благотворно влияет на развитие творческого потенциала человека (ведь трансформаций одного помещения можно придумать много).

Также для максимального раскрытия потенциала человека очень важна открытость. Куда приятнее и комфортнее находиться (и уж тем более передвигаться) в светлом просторном помещении (особенно если оно включает в себя необычные формы, отделку, нетиповые включения), нежели в узком коридоре. Большая площадь – хорошее поле для креатива, свободного полёта мысли. Конечно, при этом стоит учитывать и те группы населения, которым подобные объёмы в плане будут приносить дискомфорт (замкнутые люди, аутисты). Поэтому, следует придерживаться еще одного правила формирования пространств – включения зонирования в рекреации (и не только). Именно правильное деление используемой площади на функциональные зоны приносит равновесие во внутреннюю среду здания и дарит людям, находящимся внутри, чувство комфорта, расслабления (побуждая их тем самым на продуктивную деятельность).

Ещё один немаловажный фактор – это креативность – тенденция разработки нетипичных планировок, необычных форм, цветовых и конструктивных решений. Главное – не переборщить с цветом и очертаниями помещений, иначе они потеряют свое соответствие основной тенденции – функциональности. Как ни крути, но если здание не может выполнять своих первоначальных функций, оно бесполезно (несмотря на всю его прелесть, открытость и художественность).

Подводя итоги, можно выделить 6 основных тенденций в архитектуре современных школ: открытость, зонирование, трансформируемость, мобильность, функциональность и креативность. И идеальной школой нашего времени станет именно та, где все эти составляющие будут грамотно сбалансированы проектировщиком.

Литература

1. Современное школьное здание [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://newtonew.com/school/kakoy-dolzha-byt-sovremennaya-shkola> (дата обращения 29.03.2018).
2. Марк Сартан: «Идеальная школа – та, откуда не хочется уходить» // Newtonew: новости сетевого образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://newtonew.com/school/mark-sartan-smart-school> (дата обращения 29.03.2018).
3. Умная школа. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://умная-школа.рф/about> (дата обращения 29.03.2018).

Худякова Е. С.

Научный руководитель: Осокина В. А., доцент
Поволжский государственный технологический университет

ТРАНСФОРМИРУЕМЫЕ ОГРАЖДЕНИЯ. СПОСОБЫ ТРАНСФОРМАЦИИ ОГРАЖДЕНИЙ ВЫСТАВОЧНЫХ ЗДАНИЙ

***Аннотация.** В данной статье описаны тенденции современной архитектуры, связанные с применением трансформируемых элементов зданий. Рассматриваются способы трансформации внешней оболочки здания и их преимущества.*

***Ключевые слова:** архитектура, архитектурная трансформация, трансформируемый фасад, динамические фасадные системы.*

В последнее десятилетие динамическая архитектура все чаще находит свое воплощение в зданиях общественного назначения, особенно, в области применения трансформации фасадов. Такая тенденция развивается благодаря возможности выделить здание среди городской застройки. Такие здания все чаще появляются в архитектурной и строительной практике и обладают достаточно высокой привлекательностью. Используя методы трансформации ограждающих конструкций, архитекторы создают уникальные архитектурно-конструктивные решения. [1].

Конструктивные решения трансформируемых архитектурных объектов могут предусматривать: раскрывающиеся и раздвигающиеся покрытия и стены, динамические системы жалюзи, подвижные фасадные системы, выполняющие только декоративную функцию и прочие динамические элементы здания.

Раскрывающиеся или раздвигающиеся части здания поддерживают взаимосвязь помещений с окружающей средой и ландшафтом. С помощью мобильных конструкций фасадов появляется возможность увеличения площади интерьерного пространства, в том числе за счет использования экстерьерного [3]. Таким образом, стираются четкие границы архитектуры, создается среда «без границ». Например, Выставочный центр Zoomlion в Китае. Уникальность внешней оболочки здания, заключающаяся в динамичном перевоплощении конструкций фасадов из прямоугольной формы в биоморфные фигуры различных животных и насекомых. Такая система призвана не только привлечь внимание посетителей,

но и обеспечить естественную вентиляцию выставочного зала и проникновение в здание солнечного света. [2].

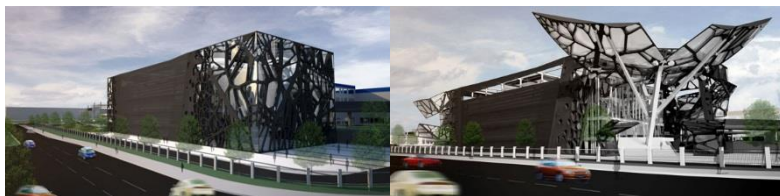


Рис. 1. Проект выставочного центра Zoomlion, Китай

Применение фасадных систем-жалюзи, прежде всего, нацелено на создание благоприятного микроклимата в помещениях, для защиты помещений от перегрева и регулирования количества солнечных лучей. Специальные защитные экраны способны регулировать температуру в помещениях без использования кондиционеров [2]. Например, на фасаде выставочного центра «One Ocean» в Южной Корее, расположено 108 вертикальных пластин, контролирующих проникновение солнечного света и открывающихся и закрывающихся в разном порядке.



Рис. 2. Выставочный центр «One Ocean», Южная Корея

Также фасадные элементы способны изменяться под действием природного фактора, как правило, ветра. Зачастую такие элементы выполняют в основном эстетические функции. Например, фасад автостоянки аэропорта города Брисбен (Австралия). Наружная сторона фасада состоит из 250000 легких перфорированных алюминиевых панелей, которые с помощью ветра создают волнообразные движения на поверхности стены. Солнечный свет может проходить и сквозь небольшие отверстия элементов стены, что создает узоры света и тени, проецируемые на стены и пол.

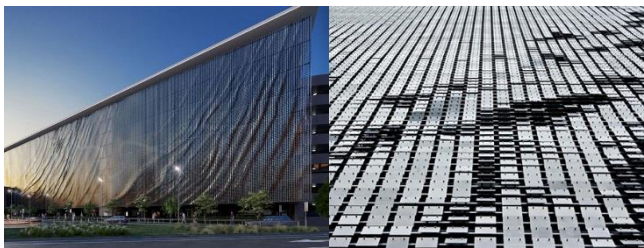


Рис. 3. Фасад парковки аэропорта, Австралия

Такой приём является одним из наиболее технически простых и дешёвых, т. к. нет подвижных механизмов и необходимости в дополнительных затратах электроэнергии. Однако одну из своих функций, а именно привлечение внимания к архитектурному сооружению, этот способ выполняет не хуже вышеперечисленных.

Трансформация внешней среды здания позволяет создавать постоянно изменяющиеся фасадные решения, которые в свою очередь преобразовывают пространство окружающей городской среды. Таким образом, внедрение архитектурной трансформации в строительную практику, позволяет создавать здания, способные адаптироваться к существующим условиям, меняться во времени, преобразовываться согласно новым требованиям устойчивого развития общества. [1].

Литература

1. Пименова, Е. В. Трансформация в архитектуре уникальных общественных зданий / Е. В. Пименова, В. И. Шумейко // Инженерный вестник Дона. – 2016. – №4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/transformatsiya-v-arhitecture-unikalnyh-obschestvennyh-zdaniy>.
2. Пименова, Е. В. Динамическая архитектура: трансформация фасадов общественных зданий / Е. В. Пименова, Л. М. Демидова // Инженерный вестник Дона. – 2017. – №1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/transformatsiya-v-arhitecture-unikalnyh-obschestvennyh-zdaniy>.
3. Смирнова, О. В. Приемы трансформации в формировании инновационных жилых и общественных зданий / О. В. Смирнова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rusnauka.com/42_PRNT_2015/Stroitelstvo/1_201771.doc.htm.

Шалаева М. Г.

Научный руководитель: Осокина В. А., доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИННОВАЦИОННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

***Аннотация.** Инновационные изменения в сфере строительных материалов, которые сделают будущее красивым, чистым и пригодным для жизни.*

***Ключевые слова:** технологии, инновации, строительные материалы.*

Технологии строительства совершенствуются с невероятной стремительностью. За последнее время созданы новые стройматериалы, которые в несколько раз снижают выделяемый в атмосферу жилыми зданиями углекислый газ, повышают их теплосбережение и намного сокращают расходы на обслуживание. Рассмотрим самые интересные строительные материалы, изобретенные в 2016-2018 годах.

1) Древесина, способная заменить титановый сплав

Древесина, как материал в классическом понимании не является высокопрочной, однако инженеры из Университета штата Мэриленд нашли способ увеличить ее жесткость и устойчивость в 10 раз.

Этот способ заключается в специальной обработке материала, что делает его в 10 раз тверже и в 12 раз прочнее. В итоге получается супердревесина, которая по прочности и долговечности может соперничать со сталью, титановым сплавом и с углеродным волокном. При этом она намного легче, дешевле, и ей можно придать любую форму.

Новый материал имеет огромный диапазон возможных применений, прежде всего, для создания легких и прочных конструкций. Его можно задействовать везде, где сейчас применяется сталь. Исследователи обращают внимание на то, что созданный ими метод обработки прост и подходит для самых разных пород деревьев. Отсюда следует, что изобретение имеет и природоохранное значение: оно позволит заменить медленно растущие породы деревьев с плотной древесиной.

2) Новые виды кирпича

1 Новое «кирпичное изобретение» представили инженеры в области строительства из Корнелльского Университета, штата Нью-Йорк США. Разработка получила название Poly Brick (Поли Брик).

Сам кирпич уникален не по своему составу, а по форме, позволяющей вести строительство без применения раствора. Достигается это путем

сцепления кирпича друг с другом за счет клиновидных частей, напоминающих хвост ласточки.

Самое интересное то, что чем выше стена, тем плотнее и прочнее будет соединение в пазах. Кроме того, решетчатая конструкция кирпичей значительно экономит материал и позволяет размещать в ней различные детали коммуникации.

2. Не менее интересную новинку представили колумбийские инженеры-строители Мигель Ниньо и Джоанна Наварра. Стены из кирпича, изобретенного ими, способны охлаждать помещение в жаркий день без помощи электроэнергии.

Происходит это благодаря необычной и непривычной для кирпича форме: в отличие от традиционной, напоминающей параллелепипед. Полая внутри конструкция новинки способствует прохождению воздуха через стены и таким образом вентилировать помещение. Новинка получила название Heatsink Brick (Радиаторный Кирпич).

3. А вот испанские архитекторы из города Валенсии изобрели кирпич, который обладает повышенной сейсмоустойчивостью. Материал способен поглощать горизонтальные отклонения стен во время колебаний почвы, выдерживая при этом вертикальную устойчивость.

Закладывается он в качестве промежуточного звена между несущими стенами и перегородками. Такая «подушка» не дает распространяться колебательным нагрузкам от стен-перегородок на несущие стены, предотвращая таким образом разрушение всего здания. Изобретатели назвали свое новшество *Sis Brick (Сис Брик)*.

4. Энергоэффективный 3D-напечатанный кирпич с охлаждением.

Это кирпич, который изготавливается из керамики по технологии Cool Brick. Он имеет мелкую, многопористую структуру, различные размеры и формы. Сложенные из этого кирпича стены представляют собой сетку, которая является превосходной альтернативой системе традиционного кондиционирования при жарком сухом климате.

Дело в том, что кирпич Cool Brick представляет собой губку, состоящую из множества пор, которые впитывают в себя влагу, то есть практически заполнены водой. Проходящий сквозь нее горячий воздух, поглощая влагу, хорошо охлаждается.

Разработанный этой компанией метод позволяет производить распечатку кирпичей из керамики с помощью 3D-принтера. При этом конструкция, сложенная из этого кирпича, позволяет полностью осуществить традиционный метод независимого охлаждения помещений.

3) Солевые блоки, как строительный материал

Автором идеи стал архитектор из Нидерландов Эрик Джоберс. Выглядит строительный материал необычно, но очень эффектно. Соль из воды извлекается с использованием солнечной энергии. Для скрепления частиц используется натуральный крахмал, полученный из водорослей. По сути, безотходное производство. Смесь подходит и для проектирования гибких арочных конструкций. Для защиты от внешних факторов блоки покрываются составом на основе эпоксидной смолы.

4) Самовосстанавливающийся бетон

При проектировании и строительства здания практически постоянно поднимается вопрос о его долговечности. Ни у кого нет желания расходовать огромные средства и тратить время на его капитальную реконструкцию. Но исследователям из Голландии удалось решить эту проблему. Им удалось разработать новый вид строительного **белого цемента**, который может самопроизвольно восстанавливаться с помощью определенного типа бактерий и молочнокислого кальция.

Содержащиеся в цементном растворе живые бактерии поглощают молочнокислый кальций, после чего вырабатывают известняк. А он, в свою очередь, заполняет все микротрещины и поры, восстанавливая при этом микроскопические разрушения бетона до первоначального состояния.

Таким образом, технологии идут вперед в изобретении строительных материалов. Ученые и архитекторы создают не только удобные для работы, но и экологически чистые материалы. В то же время, дома, построенные с использованием таких материалов, предоставят людям возможность дольше жить в таких постройках и меньше задумываться о своем здоровье.

Литература

1. Super wood could replace steel//<https://www.sciencedaily.com/releases/2018/02/180207151829.htm>.
2. 3D-печатные керамические блоки PolyBricks /3DWiki// <http://3dwiki.ru/3d-pechatnye-keramicheskie-bloki-polybricks-zamenyat-privychnye-kirpichi>.
3. Василевский, Д. 6 новых технологий в строительстве, способных изменить мир // <https://lyagushca.ru/6-novyh-tehnologij-v-stroitelstve-sposobnyh-izmenit-mir.html>.
4. Дайджест новинок / СТО // http://stopress.ru/archive/html/STO_0453_AVGUST_2017/DAIDZHEST_NOVINO_K.html.

Шалаева М. Г.

Научный руководитель: Осокина В. А., доцент
Поволжский государственный технологический университет

НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЕ

***Аннотация.** Каждый год в строительстве домов изобретается что-то новое, необычное, тем самым задается тенденция.*

***Ключевые слова:** архитектура, здания, развитие, тенденция, инновации.*

Динамичное развитие новых технологий и изменения, происходящие в современном обществе, влияют на то, как мы живем, как меняется окружающая нас обстановка и наши привычки в повседневной жизни. Все эти факторы находят отражение в архитектуре.

Минувший 2016 год оставил после себя множество зарождающихся архитектурных тенденций, которые в 2017 и в текущем 2018 году раскрылись и раскрываются в многообразном великолепии.

1 тенденция: расширение возможности деревянного строительства или дерево как главный конструктивный элемент

Дерево – экологический чистый материал и поэтому является технологической и экономической альтернативой стали и бетону. Исследования показали, что многослойную древесину можно использовать для строительства домов высотой до 30 этажей, а использование смешанных конструктивных схем позволит увеличить этажность.

Наиболее значимые проекты из дерева:

1. первый в мире деревянный стадион бюро Захи Хадид

Стадион будет почти полностью возведен из дерева методами, сокращающими выброс CO_2 . Из древесины будут выполнены каркас, консоли крыши, ламели фасадов. Плотно расположенные несущие элементы каркаса позволят сделать деревянными террасы для зрительских рядов и даже межэтажные перекрытия. Кровлей станет прозрачная мембрана, что смягчит мешающие игрокам тени, визуально уменьшит объем стадиона при взгляде издалека.

2. деревянный экоквартал в Москве

Будущий квартал появится совсем рядом с комплексом «Москва-Сити», на территории микрорайона «Камушки». Идеологом проекта выступил Сокольский деревообрабатывающий комбинат, архитектурную

часть проекта разработал Тотан Кузембаев. Этажность домов запланирована максимум 7 этажей.

3. строительство деревянных небоскрёбов

Строительство небоскрёбов из дерева производится по технологии Cross-laminated timber или X-lam – из крупногабаритных перекрёстно-клееных панелей (CLT panels). Из древесины ели изготавливают колонны, стропила и балки.

Наиболее значимые проекты:

Treet – 14-этажное деревянное здание в Бергене (Норвегия)

В норвежском городе Берген идёт строительство здания Treet. Вертикальную нагрузку несут клееные вертикальные деревянные фермы, а из CLT-панелей возведены лестницы, лестничные и лифтовые шахты, стены и перекрытия.

Big Wood – 44-этажный небоскрёб в Чикаго (США)

Многофункциональный комплекс Big Wood высотой 44 этажа построят в деловом центре Чикаго. Конструктивная особенность комплекса заключается в использовании многослойной древесины.

Baobab – 35-этажное здание в Париже (Франция)

Майкл Грин – автор проекта 35-этажного деревянного высотного здания. Его построят из перекрестно-склеиваемых панелей (CLT).

2 тенденция: перестройка старых зданий (реновация)

На пике популярности в настоящее время реновация зданий. Это современная альтернатива сносу здания и возведению нового. Она уберегает от лишних расходов времени и средств, тем самым позволяя адаптировать уже существующие здания под современные нужды, что имеет большое значение в условиях плотной городской застройки.

1. В рамках проекта регенерации района Кингс-Кросс студия Томаса Хизервика трансформирует два заброшенных склада викторианской эпохи в общественные и торговые пространства с бутиками, ресторанами, галереями, музыкальными центрами и мн. др., а на улицах будут проходить рынки и уличные фестивали.

2. Спа-отель Plesnik дизайн-студии Enota (Словения)

Бутик-отель Plesnik располагается в Логарской долине, которая считается самой красивой в Европе. Семейный отель стоит здесь уже около 80 лет. Разработать проект полной перестройки старого здания пригласили словенскую дизайнерскую студию Enota.

Реконструкция объекта длилась два года и была закончена в 2017 году. Обновленный оздоровительный центр полностью поменял планировку, размеры и отделку.

3 тенденция: интеграция современной архитектуры в историческую среду

Модернизация исторических кварталов – один из наиболее актуальных и сложных вопросов урбанистики. В задачи архитектора входит не просто вписать новое строение в сложившийся ландшафт, но и предложить решение с учетом стилистических особенностей контекста, с одной стороны, и требований современного образа жизни – с другой.

Бутик Chanel в Амстердаме, архитектурное бюро MVRDV

Проблема квартала заключалась в том, что это одна из ключевых торговых улиц с множеством бутиков и огромных витрин, материал и масштаб которых никак не сочетались с обликом старых кирпичных домов. Чтобы выйти из этой сложной ситуации, бюро MVRDV придумало изящное решение: они построили все тот же кирпичный дом, используя вместо кирпичей стеклянные блоки.

Fjord, Жилой дом на Васильевском острове, Санкт-Петербург

Этот жилой комплекс также проектировался с учетом классической архитектуры Петербурга. В то же время архитекторы заимствовали несколько элементов из более поздней традиции – гранитные цоколи и искусственное деление дома на секции.

Существует еще одно новое веяние в архитектуре, которое нельзя пропустить. Ее создатель Алехандро Аравена и его компания Elemental.

По проекту Elemental построено здание «Инновационного центра» в Чили. Ее особенность состоит в том, что стеклянная башня постройки заключена внутри каменной оболочки, а не наоборот. Благодаря массивным стенам снижается вредное солнечное излучение, а свет попадает не на стекло, а на саму стену. Так в три раза снизилось потребление электричества в здании. А окна, расположенные внутри, отлично воспринимают свет, проходящий через отверстие наверху, тем самым освещая офисные помещения.

На самом деле современные тенденции на этом не заканчиваются, существует еще несколько очень интересных и многообразных веяний в разных направлениях и структурах.

Литература

1. Баринова, А. 4 тезиса Алехандро Аравены о том, почему сообщество должно участвовать в проектировании городов / А. Баринова <http://urbanurban.ru/blog/experience/811/-tezisa-Alekhandro-Araveny-o-tom-pochemu-soobschestvo-dolzno-uchastvovat-v-proektirovanii-gorodov>.

2. 10 самых долгожданных построек построек мира/NikLife//<http://niklife.com.ua/world/61868>.

УДК 691.32

Барбаков С. И.

Научный руководитель: Вайнштейн В. М., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РОЛЬ УПРАВЛЕНИЯ БЛАГОУСТРОЙСТВОМ В РАЗВИТИИ ТЕРРИТОРИИ

Аннотация. В статье отражены основные вопросы и проблемы, касающиеся управления благоустройством территории города. Отражены теоретические основы благоустройства муниципального образования, а также описано существующее положение дел, касающихся выдвинутой к рассмотрению проблемы. Произведен анализ управления благоустройством на примере города Йошкар-Ола. В заключении выдвигаются предложения по совершенствованию системы управления благоустройством города.

Ключевые слова: благоустройство территории, окружающая среда, озеленение, ландшафт, архитектура, микроклимат, воздушный бассейн, территория, застройка, экология, градостроение, озеленение, социально-экономические требования, управление благоустройством.

Согласно конституции Российской Федерации, каждому гражданину гарантируется право на благоприятную окружающую среду. Каждый гражданин обязан сохранять природу и окружающую среду, а также поощряется деятельность, способствующая укреплению здоровья человека, экологическому и санитарно-эпидемиологическому благополучию. [1].

Одним из эффективных средств реализации конституционного права граждан на благоприятную или, как принято называть, комфортную жилую среду является благоустройство территории двора. На дворы возложена особая социальная роль преобразованного природного окружения каждого из домов. Сегодня двор приобретает бесспорный приоритет обеспечения комфорта жилища, поскольку составляет логическое продолжение жилого пространства. При этом комплексное благоустройство дворов рассматривается как деятельность по обеспе-

чению их безопасности, доступности, эстетичности и приспособленности к удобному использованию в соответствии с функциональным назначением.

Необходимо отметить тот факт, что значительный вклад в развитие теоретических и практических знаний отечественной ландшафтной архитектуры внесли С. Н. Палентреер, Ю. Б. Хромов, Л. Б. Лунц, Л. С. Залесская, Е. М. Микулина, З. Н. Ярчина, З. Х. Френкель, М. Н. Петров и П. В. Сытин и др. [2].

Благоустройство и озеленение городов отображено в работах таких отечественных авторов, как Ю. П. Бочаров и О. К. Кудрявцев («Планировочная структура современного города»), М. Н. Болотова и В. А. Рыгалов («Благоустройство промышленных предприятий»), Я. Т. Кравчук («Формирование новых городов»), Л. Е. Бирюкова («Основы планировки и благоустройства населенных мест»), И. А. Николаевская («Благоустройство городов») и др.

В своих работах такие авторы, как В. В. Таболин, В. С. Занадворов, А. В. Занадворова, В. Б. Зотов, Ю. Л. Хотунцев рассматривали проблемы управления озеленением и благоустройства городов. Именно поэтому в настоящее время накоплено достаточно опыта в сфере благоустройства и озеленения городов

Проанализировав работы специалистов в сфере ландшафтной архитектуры и дизайнеров, можно сказать, что по мере нарастания процессов урбанизации становится особенно важна деятельность по сохранению экологического благополучия городской среды.

За последнее десятилетие город Йошкар-Ола совершил существенный рывок в сфере благоустройства, в первую очередь, за счет реализации программ, утверждаемых Правительством Йошкар-Олы, в том числе муниципальной программы городского округа «Город Йошкар-Ола» «Формирование современной городской среды в городском округе «Город Йошкар-Ола» на 2018-2022 годы», утвержденной постановлением администрации городского округа «Город Йошкар-Ола» от 20.12.2017 г. №15041. Однако Йошкар-Ола не является лидером в данной сфере и серьезно уступает ведущим городам мира. Текущий уровень удовлетворенности населения благоустройством невысок, что проявляется в ежегодных «сезонных» кампаниях жалоб на плохую уборку снега, гололед, плохое содержание тротуаров и фасадов, отсутствие зелени и вырубку деревьев.

На данный момент в городе осуществляются работы по уборке мусора, благоустройству и озеленению мест отдыха граждан, исторических и памятных мест, территорий вокруг административных зданий и

придомовых участков. В целях снижения негативного воздействия на окружающую среду местными администрациями производится ликвидация несанкционированных свалок, осуществляется снос или передача индивидуальным предпринимателям бесхозных и пустующих объектов.

Таким образом, на территории Йошкар-Олы существуют определенные проблемы, которые, по мере поступления, решаются местными властями. Однако особенно следует отметить тот факт, что в городе крайне низка активность со стороны граждан и со стороны органов власти.

В заключение хотелось бы отметить, что для большинства городов актуальность решения вопросов состояния городских дорог и благоустройства территорий сегодня очевидна и настоятельно необходима. Больше того – за последнее время эта проблема вышла на первый план. Таким образом, для улучшения экологического состояния территории необходимо выполнить следующий ряд преобразований [2, 53]:

- повысить пропускную способность трасс, шоссе и городских дорог;
- благоустроить придомовые территории, территории парков, скверов, проспектов;
- создать необходимое количество автомобильных парковок и запретить стоянку транспортных средств на территориях жилых дворов;
- разместить деревья и кустарники в качестве средств масштабного и функционального разграничения пространства;
- адаптировать территории к требованиям физически ослабленных лиц;
- постоянно осуществлять плановое озеленение территорий;
- привлекать горожан к мероприятиям по благоустройству территорий.

Литература

1. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993) (с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2013 N 6-ФКЗ, от 30.12.2013 № 7-ФКЗ, от 05.02.2014 № 2-ФКЗ).
2. Владимирова, В. В. Управление градостроительством и территориальным развитием / В. В. Владимирова. – М.: РААСН, 2000. – 89 с.
3. Решение 38 сессии от 14 июля 2009 года № 752–IV «О правилах благоустройства территорий городского округа «Город Йошкар-Ола» (с изменениями на 24 февраля 2016 года).

Бирюков М. А.

Научный руководитель: Кононова О. В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВОЗВЕДЕНИЯ СКАТНОЙ КРОВЛИ

***Аннотация.** Цель данной работы: разработать технологию и организацию процесса возведения скатной кровли.*

***Ключевые слова:** крыша, стропила, пароизоляция, обрешетка.*

Строительство крыши – очень важный этап для любой строительной конструкции. Под крышей находится полезная жилая площадь, несущие стены, перекрытия, и от того, насколько качественно она сделана, зависит срок их службы.

Для качественного монтажа крыши необходимо опираться на технологический регламент процесса. Технологический регламент подразумевает этапы [1]:

- монтаж стропильной системы;
- устройство пароизоляционного слоя;
- укладка теплоизоляции (материалов утеплителей);
- устройство гидроизоляционного слоя;
- монтаж контробрешетки;
- монтаж обрешетки;
- укладка кровельного материала;
- устройство конька;
- отделка карнизного свеса;
- устройство элементов водосточной системы;
- демонтаж временных конструкций;
- проверка и сдача конструкции.

В зависимости от того, каких размеров крыша, а также от того, каким бюджетом приходится руководствоваться, подбирается материал кровли: черепица, рулонные материалы, шифер, металлические листы. Исходя из выбранного материала, и выбирается методика строительства. Методика строительства, в свою очередь, способствует подбору персонала.

Литература

1. Технологии компании «СКАТ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://skat-74.ru/tehnologii/> (дата обращения: 22.03.2018).
2. СТО НОСТРОЙ 2.13.81-2012. Крыши. Требования к устройству, правилам приемки и контролю. Введ. – 2013-10-25. – М.: Изд-во БСТ, 2012. – 93 с.
3. СП 17.13330.2011 Кровли. Актуализированная редакция СНиП II-26-76. Введ. – 2011-05-20. – М.: Изд-во Росстандарт, 2011. – 120 с.

УДК 539.376

Валеева М. Е.

Научный руководитель: Мотовилова Л. П., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРЕИМУЩЕСТВА БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ КЛЕЕНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

***Аннотация.** Представлены преимущества большепролетных клееных деревянных конструкций.*

***Ключевые слова:** деревянные конструкции, преимущества, клееные деревянные конструкции, большепролетные конструкции.*

Необходимость в сооружениях, позволяющих получить большое внутреннее пространство без промежуточных опор и активное инженерно-технологическое развитие, предопределили актуальное на сегодняшний день строительство большепролетных зданий. Сокращение сроков возведения, невысокая стоимость и трудоемкость работ, использование современных материалов – вот решающие факторы при выборе эффективного метода строительства.

Клееные деревянные конструкции – это высокоэффективная технология, которая позволяет возводить большепролетные конструкции до 100 м в длину, снижать затраты и сроки строительства, а также создавать уникальные архитектурные формы. Сравнивая такие конструкции с аналогичными из металла и железобетона, можно выявить ряд неоспоримых преимуществ:

- масса в 4-5 раз меньше массы железобетонных и в 2-3 раза меньше стальных, что позволяет существенно снизить затраты на фундамент,

производить монтаж без применения тяжелых грузоподъемных механизмов, а также дает возможность конструировать сложнейшие пространственные системы;

- высокая химическая стойкость и долговечность делает их незаменимыми в сооружениях с агрессивной средой;
- бессезонность дает дополнительные преимущества при возведении объектов в зимнее время в сравнении с монолитными железобетонными конструкциями, требующими прогрева;
- экологичность, диэлектрические и теплозащитные свойства исключают возможность промерзания, что исключает многие проблемы при проектировании опорных и других узлов;
- каркасы из клееной древесины обладают более высокой огнестойкостью в отличие от металла;
- из всех строительных материалов древесина отличается наиболее высокими эстетическими и экологическими достоинствами, наиболее выразительной текстурой, что позволяет оставить конструкции открытыми в интерьере, а в ряде случаев отказаться от обязательного, например, для каркаса из металла, подвесного потолка, стоимость которого иногда превышает стоимость несущих конструкций;
- в современном строительстве используются все основные виды конструкций с применением клееной древесины: арки, балки, рамы, фермы и т. д.;
- применение клееных деревянных конструкций позволяет на 30% снизить расходы на строительные материалы и монтажные работы, а стоимость эксплуатации на 20-70% по сравнению с металлом и железобетоном.

На сегодняшний день клееная древесина благодаря своим техническим и эксплуатационным характеристикам успешно конкурирует со стальными и железобетонными конструкциями.

В рамках выпускной квалификационной работы бакалавриата автором был разработан проект спортивно-развлекательного центра. В нем была применена и рассчитана большепролетная клееная деревянная конструкция. Также для этого проекта возможно применение металлической фермы в качестве альтернативной несущей конструкции.

Целями выполняемого исследования являются:

- проработка вариантов различных конструктивных решений при проектировании спортивно-развлекательных центров (с использованием клееной деревянной арки и металлической фермы);
- разработка наиболее эффективных организационно-технологических решений возведения спортивно-развлекательного центра;

- анализ технико-экономических показателей вариантов строительства и предложения по выбору наиболее эффективных конструктивных и организационно-технологических решений.

Актуальность вопроса определяется необходимостью предложений по эффективным методам строительства спортивно-развлекательных центров.

Рабочая гипотеза предполагает, что выбор клееной деревянной конструкции в применении к большепролетному спортивно-развлекательному центру позволит сократить сроки строительства, уменьшить трудовые затраты и капитальные вложения на строительство.

Литература

1. СП 64.13330.2011 Деревянные клееные и цельнодеревянные конструкции.
2. Ковальчук, Л. М. Производство деревянных клееных конструкций / Л. М. Ковальчук. – 3-е изд. – М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2005. – 336 с.

УДК 691.405.8

Васильева М. В.

Научный руководитель: Кононова О. В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КЕРАМЗИТОБЕТОНА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

***Аннотация.** В статье рассмотрены преимущества керамзитобетона в сравнении с другими материалами, а также эффективность применения керамзитобетонных изделий различного назначения – теплоизоляционных и конструкционных.*

***Ключевые слова:** легкий бетон на пористых заполнителях, керамзитобетон, керамзитобетонные блоки.*

Современное строительство должно отвечать требованиям повышения эффективности, качества и долговечности конструкций зданий, обеспечивать снижение их материалоемкости и капитальных затрат. В капитальном строительстве этим задачам соответствует направление, связанное с расширением изготовления и применения эффективных конструкций и изделий из легкого бетона на пористых заполнителях.

Мировая практика показывает, что легкие бетоны на пористых заполнителях дают значительное сокращение общей массы зданий и сооружений, снижение материалоемкости и затрат при сохранении необходимой капитальности и долговечности объектов. Наиболее распространенным легким пористым заполнителем сегодня является керамзит. Сырьевая база для производства керамзита достаточно распространена во многих регионах, что делает керамзитобетонные изделия местным материалом.

Специалисты отмечают, что в 60-80-х годах прошлого столетия в нашей стране преобладала односторонняя направленность в использовании керамзита – преимущественно для крупнопанельного домостроения и в первую очередь для наружных стеновых конструкций. То есть все потенциальные возможности керамзита и керамзитобетона полностью не использовались, тогда как спектр применения керамзитобетона в строительстве очень широк – от теплоизоляционного керамзитобетона для эффективной теплозащиты зданий до конструкционного бетона, используемого для несущих конструкций в каркасном, монолитном и крупнопанельном домостроении [1; 2].

Керамзитовый гравий – экологически чистый материал, изготавливаемый методом вспучивания глиняных гранул при обжиге. Керамзит изготавливается диаметром до 40 мм. Его основные преимущества – это широкий диапазон механических свойств, низкая теплопроводность, долговечность, пожаробезопасность, экологическая чистота, хорошие звукоизолирующие свойства, водостойкость, химическая стойкость,

Керамзитобетонные изделия отличаются своей экономичностью, так как при возведении стен из этих материалов раствора необходимо в два раза меньше, чем при использовании кирпича, а скорость возведения сооружения при этом увеличивается в несколько раз. Использование керамзитобетона уменьшает в полтора раза массу возводимых стеновых конструкций в расчете на один квадратный метр строения. [2].

Перечисленные достоинства позволяют применять керамзитобетон в различных по назначению изделиях и в условиях с различным климатом. Благодаря своей пористости керамзитобетон паро- и воздухопроницаем. Это позволяет регулировать влажность в любом помещении. Блоки из керамзитобетона имеют в этом отношении достоинства дерева и кирпича, но при этом не подвержены гниению, коррозии и огнестойки. Изделия из керамзитобетона не требуют особого ухода и при этом имеют достаточно долгий срок эксплуатации.

В последние годы в практике строительства получили распространение вибропрессованные пустотные керамзитобетонные блоки. Кладка из таких блоков весит в 2,5 раза легче, чем кладка из кирпича. В сравнении

с вибрированными изделиями вибропрессованные изделия имеют более низкий удельный расход цемента.

При возведении малоэтажных зданий преимущества от использования вибропрессованных керамзитобетонных блоков в сравнении с применением керамического кирпича состоят в сокращении трудоемкости процесса и экономии средств на себестоимость работ в размере около 40% [3; 4].

По экологической чистоте изделия из керамзитобетона не уступают кирпичу.

Если использовать в строительстве индустриальные керамзитобетонные стеновые изделия с высоким качеством поверхности за счет применения пластифицирующих добавок, то можно отказаться от оштукатуривания внутренней поверхности стен, что позволит исключить мокрые отделочные процессы [3].

Вибропрессованный керамзитобетонный пустотный блок – это усовершенствованное строительное изделие, при изготовлении которого можно использовать большое количество вариантов сочетания разных форм и фактур. Благодаря этому многие архитекторы имеют неограниченные возможности для творчества и применения его в различных комбинациях. Декоративные керамзитобетонные стеновые блоки не только отличаются красивой фактурой поверхности, но также имеют достаточно высокую прочность и морозостойкость. Керамзитобетонные вибропрессованные блоки при использовании в малоэтажных зданиях не требуют принятия специальных конструкторских решений [4].

Керамзит повышенных марок по плотности может с успехом применяться при изготовлении конструкционных бетонов. Не представляет технической сложности разработка составов конструкционных бетонов классов по прочности В10-В25. Эта возможность сегодня не реализована в полной мере.

Таким образом, расширение применения керамзитобетонных изделий в строительстве обеспечивает высокую технико-экономическую эффективность при их комплексном использовании не только в ограждающих, но и в несущих конструкциях.

Литература

1. Новые возможности эффективного керамзитобетона / В. Горин, С. Токарева, М. Кабанов и др. [Электронный ресурс] // Строительная газета № 34 от 23 августа 2013 г. – Режим доступа: <http://keramzit.com/article/novye-vozmozhnosti-energoeffektivnogo-keramzitobetona> (дата обращения: 19.11.2017).

2. Дорф, В. А. Высокопрочный керамзитобетон / В. А. Дорф, В. Г. Довжик. – М.: ЦНИИТЭСтром, 1968. – 52 с.
3. Технология легких бетонов на пористых заполнителях и их применение в строительстве / Под ред. Г. А. Бужевича, Н. А. Корнева. – М.: Стройиздат, 1966. – 254 с.
4. Перспективы производства и применения легкого пористого заполнителя / И. Ф. Шлегель, Г. Я. Шаевич, Л. А. Карабут и др. // Строительные материалы. – 2005. – № 7. – С. 27-29.

УДК 665.7.035.5

Веретенцев А. А.

Научный руководитель: Веюков Е. В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СПОСОБЫ УСТРОЙСТВА АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ МЕТОДОМ «ГОРЯЧЕЕ ПО ГОРЯЧЕМУ»

***Аннотация.** В статье рассмотрен опыт зарубежных и отечественных исследователей по технологии устройства компактного дорожного покрытия по принципу «горячее по горячему». Рассмотрен пример асфальтоукладочного комплекса, применяемого для устройства данного типа дорожного покрытия в нашей стране.*

***Ключевые слова:** автомобильные дороги, дорожное покрытие, компакт-асфальт, «горячее по горячему», асфальтоукладчик, асфальтобетонное покрытие.*

За последние десятилетия интенсивность движения и транспортные нагрузки на автомобильных дорогах очевидно возросли. В особенности, значительно возросла доля тяжелого транспорта, что привело увеличению осевых нагрузок. Этот фактор напрямую связан с состоянием дорожного покрытия.

С увеличением транспортных нагрузок в значительной степени увеличились и деформации асфальтобетонного покрытия, такие как образование колеиности по полосам движения и «гребенки» в зонах торможения перед перекрестками. Чаще всего такие деформации появляются в верхних слоях асфальтобетонного покрытия с высокой степенью содержания наполнителя и вяжущего. Особое восприятие динамических нагрузок от движения транспорта происходит в зоне контакта верхнего и

нижнего слоя покрытия, где значение сдвиговых деформаций максимально. Эту проблему представляется возможным решить путем увеличения степени уплотнения и уменьшения толщины верхнего слоя с высоким содержанием вяжущего.

Достигнуть этого поможет реализация следующих факторов:

- улучшить температурные условия уплотнения тонких верхних слоев, обеспечив долговечность покрытия;
- обеспечить надежное сцепление между верхним и нижним слоями покрытия, уменьшив сдвиг от транспортных нагрузок.

Реализовать эти требования возможно использованием новой технологии устройства асфальтобетонного покрытия «Компакт-асфальт», сущность которой заключается в возможности одновременного устройства двух слоев асфальтобетонного покрытия из разных типов смесей одним асфальтоукладочным комплексом за один проход по принципу «горячее по горячему».

Технология асфальтирования «компакт-асфальт» была запатентована в 1993 году профессором Технического института г. Эрфурт (Германия) Эльком Рихтером (Elk Richter). При внедрении этой технологии в нашей стране возникли серьезные проблемы, обусловленные низкой теплоустойчивостью российских битумов, отказами оборудования из-за эксплуатации при высокой температуре, высокой стоимостью импортной техники и др. В связи с этим возникла необходимость создания и развития отечественного направления, основанного на использовании литой смеси и метода вибролитья. В данный период разрабатываются литые виброуплотняемые асфальтобетонные смеси, с использованием которых устраиваются покрытия автомобильных дорог в ряде крупных регионов России.

Значительный вклад в развитие литой технологии внесли работы М. С. Мелик-Багдасарова [1,2], которые актуальны и в настоящее время.

Так, в Москве на Волочаевской улице применена его новая комбинированная технология. Сначала укладывается вибролитой асфальтобетон с большим количеством вяжущего вещества, уплотняемый посредством вибрации виброплитой укладчика. Это очень плотный и трещиностойкий материал, исключающий образование выбоин. После того как он остыл до 30-40 градусов, укладывается горячая высокощепинистая смесь, температура которой составляет более 200 градусов. Получается покрытие толщиной около 8 см, с высокой трещиностойкостью устойчивостью к образованию как выбоин, так и колеи. Такой асфальтобетон обладает свойствами резины – он упругий, эластичный. Прочность и упругость этого материала в полтора раза выше, чем любого другого асфальтобетонного покрытия.

Также петербургская компания «Дорожник 92», приобретя оборудование для работы по технологии «горячее по горячему» еще в 2005 году, на ряде своих субъектов укладывает два слоя одновременно без ущерба качеству покрытия. Так, в 2007 году в виде эксперимента новым способом уложили асфальт на одном из участков Индустриального проспекта. И лишь в 2011 году «компакт-асфальт» получил не экспериментальное, а практическое применение. «Горячим по горячему» уложили покрытие на некоторых участках Таллинского шоссе и улицы Ленина в Красном Селе.

Подводя итоги, можно сказать, что выбор способа устройства асфальтобетонного покрытия по технологии «Компакт-асфальт» обеспечивает ряд преимуществ перед традиционным способом. Это:

- высокое качество покрытия. Надежное сцепление слоев достигается за счет их взаимопроникновения при одновременной укладке и уплотнении. Достигается равномерная толщина слоя.

- сокращение времени строительства. Укладка верхнего и выравнивающего слоев осуществляется за один проход асфальтоукладчика, а использование битумной эмульсии между слоями не требуется.

- сокращение расхода материала. Уменьшение по сравнению с традиционной технологией укладки толщины покрытия позволяет существенно сократить расходы на дорогостоящий материал. Кроме того, не требуется использование битумной эмульсии между слоями.

- продление строительного сезона. Снижение влияния неблагоприятных погодных условий и возможность укладывать асфальт при низких температурах без потери качества достигается за счет более медленного остывания материала. Два слоя, уложенные одновременно, имеют большую суммарную толщину, а, значит, остывают дольше, позволяя совершить расчетное количество проходов катков при оптимальной температуре асфальта.

И, как результат, в совокупности увеличение качества и долговечности асфальтобетонного покрытия.

Литература

1. Мелик-Бакдасаров, М. С. Строительство и ремонт дорожных асфальтобетонных покрытий / М. С. Мелик-Бакдасаров, К. А. Гноев, Н. А. Мелик-Багдасарова. – Белгород: Константа: Асфальттехмаш, 2007. – 158 с.
2. Мелик-Багдасаров, М. С. Исследование жесткого литого асфальтового бетона с целью применения в покрытиях городских дорог: дис. канд. техн. наук. – Союз ДорНИИ, 1975.
3. Ирина Воробьева. Попасть под каток // Прямые инвестиции. – 2008. – №10(78). – С. 40.

Гусев М. Н.

Научный руководитель: Черепов В. Д., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

НАНОСТРУКТУРИРОВАННОЕ ВЯЖУЩЕЕ И СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ЕГО ОСНОВЕ

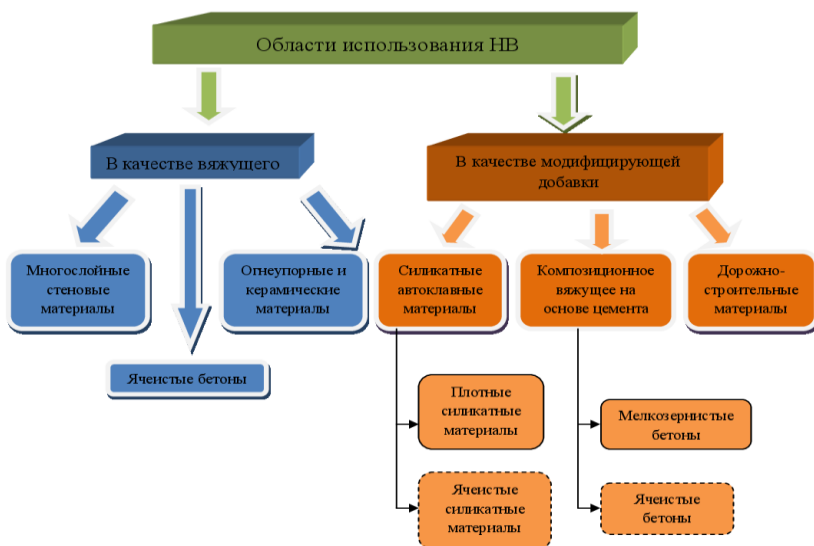
Аннотация. В статье описано развитие наноструктурированного вяжущего, а также показано, что использование НВ в строительных материалах позволяет качественно повысить основные эксплуатационные характеристики материалов различного назначения на его основе.

Ключевые слова: наноструктурированное вяжущее, высококонцентрированная вяжущая суспензия, строительные материалы, наноструктурированный модификатор.

В последнее время, в связи с углублением знаний о строении и функционировании природных объектов на молекулярном уровне, наметилась тенденция разработки общетеоретического подхода к получению и использованию искусственных материалов с наноразмерной структурой [1]. Поэтому актуальным является разработка физико-химических и технологических принципов создания новых неметаллических материалов на основе нанотехнологического подхода путем направленного формирования структуры, оптимизации физико-химических основ технологии производства и проектирования оптимальных технологических процессов. В основе создания одной из таких технологий лежит принцип формирования структуры материалов с использованием материалов, полученных по технологии высококонцентрированной вяжущей суспензии (ВКВС). В данной системе формируется порядка 10 % частиц наноразмерного уровня при механохимической активации исходных материалов. Рассматриваемые в работе вяжущие получают мокрым измельчением при температурах 60-80°C в оптимальной области значений pH, позволяющей осуществлять процесс в условиях предельной концентрации (максимальном разжижении) с последующей стабилизацией суспензий по реологическому принципу – механическим гравитационным перемешиванием. При этих условиях достигается как полидисперсный зерновой состав, так и низкое содержание связанной жидкости, что является определяющим в отношении плотности (пористости), прочности и усадки вя-

жущего [2]. Было отмечено, что именно наличие в суспензии частиц размером 10-30 нм (порядка 6,6 %) позволило повысить показатели предела прочности при изгибе отливок на основе данной ВКВС более чем в 10 раз, а также существенно увеличить их водостойкость. Однако недостатками суспензий, полученных по данному способу, является их недостаточная седиментационная устойчивость, неблагоприятная для процесса формирования изделий на их основе, сильная дилатансия, пониженная механическая прочность изделий после термообработки [3].

Основываясь на морфоструктурных особенностях строения наноразмерных частиц ВКВС, а также неорганических и органических модификаторов, было предложено создание агрегативно-устойчивой среды за счет оптимизации состава ВКВС, что позволило расширить области использования ВКВС, основанное на направленном модифицировании поверхности дисперсной фазы с целью повышения агрегативной устойчивости. Высокая технологичность вяжущего позволила определить рациональные области его использования не только в качестве вяжущего, но и в качестве активного компонента – наноструктурированного модификатора (НМ) (рисунок).



Рациональные области использования наноструктурированного вяжущего:
 _____ – разработанные; ____ – перспективные

В настоящее время разработан ряд материалов с использованием наноструктурированного вяжущего. В частности, предложены составы силикатных автоклавных прессованных материалов с использованием наноструктурированного модификатора, позволяющие получать изделия с пределом прочности при сжатии до 40 МПа, морозостойкостью до 75 циклов [4,5]. Использование наноструктурированного модификатора повышает в 1,5 раза прочность при сжатии сырца, что позволит выпускать эффективные высокопустотные изделия с повышенной долговечностью, а также составы окрашенных силикатных материалов, обладающие повышенной цветостойкостью при длительном воздействии внешних естественных и техногенных факторов окружающей среды. Специфика наноструктурированных вяжущих позволяет рекомендовать их для производства теплоизоляционных и конструкционно-теплоизоляционных ячеистых бетонов. Полученный пенобетон имеет плотность 300-900 кг/м³, прочность на сжатие 3-12 МПа, коэффициент теплопроводности 0,08-0,12 Вт/(м·°C), коэффициент паропроницаемости 0,23-0,14 мг/(м·ч·Па), сорбционную влажность 6–10 % соответственно. Производство пенобетона на основе наноструктурированного вяжущего позволяет упростить, удешевить и повысить эффективность технологического процесса за счет существенного сокращения сроков изготовления пенобетонных изделий с улучшенными технико-эксплуатационными и теплофизическими характеристиками [6]. Таким образом, за счет разработки и применения нового типа наноструктурированного вяжущего и технологии при проектировании строительных материалов возможно существенно снизить энергоемкость производства искусственных композитов, т. е. получать сырьевые смеси с качественно новым энергетическим состоянием, что создаст объективные условия для внедрения наноматериалов в промышленное и гражданское строительство.

Литература

1. Шаповалов, Н. А. Оптимизация структуры наносистем на примере ВКВС / Н. А. Шаповалов, В. В. Строкова, А. В. Череватова // Строительные материалы. – 2006. – № 9. – С. 12-13.
2. Пивинский, Ю. Е. О механизме твердения и упрочнения «керамических» вяжущих / Ю. Е. Пивинский // Журн. прикл. химии. – 1981. – Т. 54, № 8. – С. 1702-1708.
3. Пивинский, Ю. Е. Теоретические аспекты технологии керамики и огнеупоров / Ю. Е. Пивинский. – СПб.: Стройиздат, 2003. – Т.1, Т. 2. – 544 с.
4. Нелюбова, В. В. Повышение эффективности производства силикатных автоклавных материалов с применением нанодисперсного модификатора / В. В. Нелюбова // Строительные материалы. – 2008. – № 9. – С. 2-5.

5. Нелюбова, В. В. Автоклавный газобетон с использованием наноструктурированного модификатора / В. В. Нелюбова, В. А. Буряченко, А. В. Череватова // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2010. – № 1. – С. 47-50.

6. Наноструктурированное перлитовое вяжущее и пенобетон на его основе / Е. В. Мирошников, В. В. Строкова, А. В. Череватова и др. // Строительные материалы. – 2010. – №9. – С. 105-106.

УДК 666.3/7

Домрачев В. А.

Научный руководитель: Черепов В. Д., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРИМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК ДЛЯ ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА С ЦЕЛЬЮ СОКРАЩЕНИЯ СРОКОВ ПРОИЗВОДСТВА БЕТОННЫХ РАБОТ

***Аннотация.** В статье описаны химические добавки для тяжелых бетонных смесей – ускорителей твердения, суперпластификаторов и гиперпластификаторов, добавок комплексного действия.*

***Ключевые слова:** химические добавки.*

В настоящее время при производстве бетонных и железобетонных конструкций возникает необходимость ускорения роста прочности уложенного бетона с целью сокращения сроков его выдержки перед распа­лубливанием для последующего ускорения процесса строительных работ. Для достижения поставленной цели эффективно использование современных химических добавок для тяжелого бетона – ускорителей схватывания бетонных смесей и твердения бетона, а также пластифицирующих добавок.

В результате современной нормативной базы, в частности были выявлены недостатки существующих методик определения эффективности действия добавок, такие как отсутствие методов оперативного контроля эффективности применяемых добавок и длительность испытаний по контролю прочности бетона в проектном возрасте. Также следует отметить ряд проблем, возникающих на строительной площадке:

1. потеря подвижности бетонной смеси;
2. увеличение сроков набора прочности ввиду климатических условий;

3. появление трещин ввиду усадки или повышенного тепловыделения бетона. В настоящее время выявлены наиболее эффективные химические добавки к тяжелому бетону из представленных на российском рынке.

Химические добавки для тяжелых бетонов

№	Название	Тип	Производитель	Рекомендуемая дозировка	Основное свойство
1.	Centrament Rapid 680	жидкость	МС-Bauchemie	0,5-2,0%	пластификатор с ускоряющим эффектом
2.	Формиат Са	порошок	Еврохим-1	1,0-1,5%	ускоритель
3.	Реомат РС-750	порошок	Кубань Полимер	0,2-0,8%	гиперпластификатор
4.	Полипласт СП-1	порошок	ООО «Полипласт-Уралсиб»	0,4-0,8%	суперпластификатор
5.	ГПМ	порошок	ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева	6,25%	комплексного действия

Значительный эффект от применения добавок-ускорителей имеет место как при бетонировании монолитных конструкций, так и в технологии производства сборного бетона и железобетона. Сокращение сроков схватывания цемента и интенсификация его твердения актуальны как для бетонов нормально-влажностного твердения, так и подвергаемых тепло-влажностной обработке, причем не только для бетонов на плотных, но и на пористых заполнителях. Действие добавок-ускорителей схватывания и твердения бетона заключается в активизации процесса гидратации цемента, приводящей к ускоренному образованию гелей, которые захватывают в свои ячейки большое количество жидкой фазы и вследствие этого вызывают быстрое схватывание и последующее интенсивное упрочнение цементного камня. Наибольший замедляющий эффект оказывают суперпластификаторы на основе водорастворимых карбоксилатных полимеров. При расчете термонапряженного состояния железобетонных конструкций и прогнозировании сроков строительства следует учитывать замедляющий эффект добавок-суперпластификаторов.

Вывод. Применение химических добавок, ускорителей и суперпластификаторов в составах тяжелых бетонов является перспективным и реализуемым способом сокращения сроков производства бетонных работ. Применение в составах тяжелых бетонов химических добавок позволяет

ускорять набор прочности путем оптимизации составов на этапе приготовления бетонной смеси. В зависимости от условий твердения, путем изменения дозировки добавок, можно регулировать кинетику твердения, а также процесс тепловыделения, происходящий в бетоне.

Литература

1. ГОСТ 30459-2008 «Добавки для бетонов и строительных растворов. Определение и оценка эффективности».
2. ГОСТ 310.5-88 «Цементы. Методы определения тепловыделения».
3. Адамцевич, А. О. Использование калориметрии для прогнозирования роста прочности цементных систем ускоренного твердения / А. О. Адамцевич, С. А. Пашкевич, А. П. Пустовгар // Инженерно-строительный журнал. – 2013. – № 3. – С. 36-39.
4. Тейлор, Х. Химия цемента. Пер. с англ./ Х. Тейлор. – М.: Мир, 1996. – 560 с.
5. Рыжов, И. Н. О влиянии свойств бетона на качество и себестоимость строительного объекта / И. Н. Рыжов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2007. – № 8. – С. 35.

УДК 691.5

Жукова М. В.

Научный руководитель: Кононова О. В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАСТВОР ДЛЯ ЗИМНИХ РАБОТ

Аннотация. *Представлены результаты исследования влияния комплексной модифицирующей добавки с противоморозным эффектом на прочность кладочного раствора и способность кладки сопротивляться образованию высолов.*

Ключевые слова: *строительный раствор, противоморозная добавка, образование высолов*

Применение в индивидуальном строительстве керамического кирпича значительно повышает архитектурную выразительность фасадов. Однако возведение стен из керамического кирпича обуславливает предъявление повышенных требований к качеству строительных материалов. Важнейшими параметрами качества строительных растворов являются прочность, хорошая водоудерживающая способность, пригодность для

условий всесезонного строительства, устойчивость к образованию высолов [1; 2]. На данный момент проблема высолообразования является актуальной, поскольку известные современные средства не обеспечивают их долгосрочное действие.

Цель работы состояла в разработке состава высококачественного модифицированного строительного раствора, пригодного для зимних работ и обладающего высокой сопротивляемостью к образованию высолов.

Задачами исследования являлись установление степени влияния факторов, приводящих к высолообразованию, и исследование действия модифицированной противоморозной добавки (X).

Высолы представляют собой отложения растворимых солей на поверхности и внутри кирпичной кладки. Они не имеют однозначных причин появления. Высолы могут быть спровоцированы испарением влаги из кирпичной кладки после атмосферных осадков, понижением температуры воздуха в ранний период твердения раствора. Хорошо растворимые соли могут присутствовать в шихте, из которой изготавливается кирпич, они присутствуют также в продуктах твердения цемента.

Существенное влияние на высолообразование оказывают противоморозные добавки, применяемые для производства кладки в зимнее время. Важным критерием качества строительного раствора наряду с цементом и мелким заполнителем является высокая сопротивляемость к образованию высолов, используемых модифицирующих добавок с противоморозным эффектом.

В процессе исследования было высказано предположение о необходимости правильного выбора цемента по вещественному составу для приготовления кладочного раствора. Активные минеральные добавки, применяемые в составах цементов, в разной степени связывают гидроксид кальция, выделяющийся при твердении цемента. Реагируя с образовавшимся гидроксидом кальция и трехкальциевым алюминатом, активные минеральные добавки способны переводить их в малорастворимые низкоосновные гидросиликаты и гидроалюминаты кальция [1].

Для проведения опытов использовался портландцемент производства ОАО «Мордовцемент». В качестве противоморозной добавки использована комплексная добавка (X). Анализ механизма действия содержания добавки (X) показывает, что она в водных растворах образует сольваты, которые, в свою очередь в смеси с водой образуют механические смеси. При введении в состав раствора противоморозной добавки в нем до определенной отрицательной температуры сохраняется жидкая фаза, благодаря чему цемент может гидратироваться, обеспечивая тем самым твердение при температуре ниже 0°C. Кроме этого, сама добавка химически

взаимодействует с минералами портландцементного клинкера и образует комплекс гидратов солей. Переход части воды в гидраты и образование солей уплотняют структуру строительного раствора, препятствуя миграции влаги и образованию высолов.

Эффективность действия противоморозных добавок для раствора оценивают сравнением прочности раствора основного состава, твердевшего при заданной отрицательной температуре, с прочностью раствора контрольного состава, твердевшего в нормальных условиях [3].

Изучено влияние содержания комплексной добавки с противоморозным эффектом на прочность строительных растворов составов 1:5...1:9 по массе при пониженных температурах. В качестве мелкого заполнителя использовался мелкозернистый кварцевый песок с модулем крупности $M_k=1,5$. Цементный раствор приготавливался на портландцементе типа ЦЕМ II/A-П 32,5Н. Количество воды подбиралось таким образом, чтобы обеспечивалось получение равноподвижных смесей с глубиной погружения конуса 9 см.

Образцы из растворных смесей изготавливались в формах на пористом основании. В качестве пористого основания применялся керамический кирпич. Формы заполнялись растворной смесью и уплотнялись штыкованием. Формы, заполненные раствором, выдерживались при отрицательной температуре в течение 28 суток, после чего хранились при температуре $+20 \pm 2$ °С до распалубки в воздушно-сухих условиях лаборатории. Прочность раствора на сжатие определялась испытанием образцов-кубов, размерами $70,7 \times 70,7 \times 70,7$ мм на испытательном прессе ИПэ=100.

Анализ результатов показывает, что использование противоморозного комплексного модификатора (X) не только не ухудшает конечную прочность цементно-песчаного раствора, но и увеличивает ее. При среднем количестве 1,4 % увеличение прочности составляет 6%.

Проведенные исследования подтвердили положительное влияние использования портландцемента с активной минеральной добавкой опоки на устойчивость кирпичной кладки к образованию высолов.

Литература

1. ГОСТ 28013-98 Строительные растворы. Общие технические условия. – Введ. 1999-07-01 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/Data1/5/5762> (дата обращения: 15.03.2018).
2. Причины образования высолов // ЖБИ-Комплект [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://vashdom.ru/articles/gbi_3.htm (дата обращения: 12.03.2018).

3. ГОСТ 24211-91 Добавки для бетонов. Общие технические требования [Текст]. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1992. –19 с.

УДК 691.32

Иванова К. В.

Научный руководитель: Кононова О. В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

УЛУЧШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

***Аннотация.** В статье рассмотрены преимущества безопалубочного производства железобетонных конструкций на длинных стендах методом непрерывного формования, а также проведен анализ применения современных химических модификаторов.*

***Ключевые слова:** безопалубочное производство сборного железобетона, непрерывное формование, модифицирующие добавки.*

Сегодня основная часть заводов железобетонных изделий в России продолжает работать по устаревшей затратной технологии изготовления изделий и конструкций из сборного железобетона формовкой бетонных смесей в оборачиваемые стальные формы с последующей пропаркой и высокой стоимостью продукции за счет значительных удельных расходов цемента, металла и энергии.

Республика Марий Эл относится к числу тех регионов, в которых объемы строительства жилья превосходят общероссийские показатели. Однако при этом специалисты оценивают существующий здесь отложенный спрос на жилье как весьма значительный. В этих условиях возрастает интерес к технологиям, обеспечивающим экономию средств при возведении зданий и сооружений, в частности к использованию сборного железобетона.

Таким образом, проблемы получения продукции высокого качества с низкой себестоимостью приобретают в настоящее время особую актуальность. Поэтому всё большее число научных коллективов уделяет своё внимание улучшению технологии производства бетона и внедрению новых технологических схем производства строительных изделий на основе цементных вяжущих.

Широкое распространение в нашей стране и за рубежом получает безопалубочное производство железобетонных конструкций на длинных стендах методом непрерывного формования сплошной ленты заданного сечения с последующим разрезанием на элементы требуемой длины [1].

В 2013 году была установлена технологическая линия безопалубочного формования и на одном из ведущих предприятий республики Марий Эл, в г. Йошкар-Оле на ООО «ДельтаСтрой ЖБИ».

Производство начали с плит перекрытия как наиболее технологичных и востребованных изделий в номенклатуре ЖБИ. Поначалу стали производить 400-430 плит в месяц. В марте 2013г. уже – 700. В следующем месяце выпускали 870 плит, что несомненно говорит о динамике развития производства [2].



Виброформование плиты перекрытия

Преимуществами такой технологии являются: высокий уровень механизации работ, возможность получения изделий высокого качества из высокопрочного бетона с экономным расходом стали и цемента, гарантированными заданными размерами, хорошими лицевыми поверхностями, полным отказом от использования форм, данный способ полностью исключает пропарку изделий. Также, что немаловажно, эта технология значительно сокращает количество рабочих, занятых на одном участке, высвобождая их для других технологических операций [1; 2].

Однако следует обратить внимание, что принятый при таком способе производства строительных конструкций и изделий метод интенсификации набора прочности бетона (тепловая обработка бетона осуществляется его прогревом через поддон стенда, на котором находится свежесформованные изделия), требует использование жестких бетонных смесей, с предельно низким водоцементным отношением. В противном же случае свободная и физически связанная вода затвердения переходит в пар, мигрирующий к поверхности изделия, образуя дополнительную открытую пористость бетона и значительно снижая его конечную прочность.

Поэтому актуальным представляется использование эффективных модифицирующих добавок для получения бетонных смесей с высокой когезией, сопротивлением расслаиванию, обладающих пластифицирующим и водоредуцирующим эффектом. В частности, добавка TENCEM 2 придает бетонной смеси повышенную связность – важнейший фактор для эффективного функционирования формовочной линии [3].

Компания BASF, ведущий мировой производитель строительной химии, представила на российском рынке суперпластификатор, позволяющий поднять качество продукции и производительность заводов ЖБИ на принципиально новый уровень. Так, добавка MasterPolyheed 3045 на основе эфира полиарила приводит к экономии энергоресурсов и значительно снижает затраты на тепловую обработку изделий, снижает водоцементное отношение и вязкость бетонной смеси на 30%, то есть дополнительно сокращает производственные затраты за счёт удешевления состава смеси. При этом новый суперпластификатор лоялен к изменению свойств вяжущего и заполнителей, что гарантирует стабильность производства и позволяет использовать инертные материалы различного качества. Кроме того, новый продукт непосредственно улучшает поверхности бетонных изделий [4].

Литература

1. Уткин, В. В. Безопалубочное формование железобетона / В. В. Уткин, В. Л. Уткин, Л. В. Уткин. – М.: Папирус, 2015. – 226 с.
2. Секрет конкурентоспособности // Технологии бетонов. – 2013. – № 7. – С. 20-23.
3. Пластификатор для бетона TENCEM 2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tencem.ru/> (дата обращения: 20.03.2018).
4. BASF Строительные системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.master-builders-solutions.basf.ru/ru-cis/> (дата обращения: 20.03.2018).

Комиссаров А. С.

Научный руководитель: Кононова О. В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ РАЗНЫХ ТИПОВ БЕТОНОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЛЕКСНЫХ ДОБАВОК ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

***Аннотация.** Рассмотрены возможные виды применения ускорителей твердения и суперпластификаторов бетонных смесей с целью уменьшения экономических затрат и энергозатрат при производстве строительно-монтажных работ.*

***Ключевые слова:** бетоны, модифицированные бетоны, суперпластификаторы, ускорители твердения.*

Современная строительная отрасль предлагает широкий спектр технологий по улучшению физико-механических и эксплуатационных свойств бетонов. Одним из главных направлений развития промышленности строительных материалов является производство бетонных и растворных смесей с добавлением различного рода добавок, среди которых можно выделить структурирующие, пластифицирующие, регулирующие скорость твердения, а также комплексные модификаторы полифункционального действия [1,3].

Бетоны с комплексными модифицирующими добавками полифункционального действия применяются с давних времен.

Введение данных добавок в бетонные смеси позволяет решить такие вопросы, как обеспечение заданных свойств и ресурсосбережение. Стало возможным регулирование составов, структуры и свойств бетона с учетом технологических, климатических и эксплуатационных факторов. Изучая добавки, разработанные в последние десятилетия, исследователи установили новые закономерности в бетоневедении, с их помощью осуществляют новые строительные технологии. Производство добавок выделилось в самостоятельную отрасль [1,3].

В составе многих комплексных добавок многофункционального действия достаточно широко применяются пластифицирующие добавки – суперпластификаторы (СП) [1,3]. Среди них наиболее эффективны СП на основе поликарбоксилатных эфиров [4,5]. Они по своей природе явля-

ются ПАВ (поверхностно-активными веществами), которые могут проявлять свою активность на границе раздела жидкость/газ (воздухо-вовлекающие добавки), на границе раздела жидкость/твердое тело (диспергирующие – пластифицирующие добавки) [2]. Эти добавки снижают содержание воды в бетоне (до 40%) значительно больше, чем обычные СП на основе лигносульфонатов, меламинов и нафталинов. Водоредуцирующая способность СП ведет к снижению пористости и, следовательно, повышает механическую прочность бетона и долговечность. Они также улучшают удобоукладываемость и реологические свойства бетонных смесей, облегчая их заливку в труднодоступные места. В ряде случаев СП позволяет исключить вибрацию или заменить ее на кратковременное встряхивание, существенно сократить расход топлива, энергии и до 25% расход цемента. [5].

Тем не менее, хотя механизмы, ведущие к высокой эффективности СП хорошо понятны, вопросы их совместимости с цементными регулярно встречаются в сфере практического применения. Общими проблемами, которые возникают в результате несовместимости цемента с водоредуцирующими добавками являются: быстрая потеря удобоукладываемости, чрезмерное замедление схватывания и низкие темпы набора прочности [2,3]. Очень часто наблюдается несовместимость между конкретной химической добавкой и определенной партией некоторых иных совместимых видов цемента, указывая, что характер этой проблемы является сложным и требует дальнейшего осмысления. Кроме того, высококачественные бетоны с повышенной удобоукладываемостью, которые имеют сегодня широкое применение, практически всегда включают минеральные добавки или наполнители, такие как микрокремнезем, зола-унос и известняковая мука. Это ещё более усложняет физико-химическое поведение цементных систем в развитии реакций гидратации, что связано с количеством свободной воды в бетонных смесях на ранних сроках [4].

Учитывая опыт применения добавок и выводы современных исследований, целесообразно использование СП совместно с ускорителями твердения (УТ) для интенсификации набора ранней прочности с последующим повышением оборачиваемости опалубки и уменьшением сроков строительства [2,3]. УТ представляют собой суспензию частиц наноразмера, выступающих в роли дополнительных центров кристаллизации гидросиликатов в цементном тесте. Он инициирует начало роста кристаллов не только на поверхности растворяющихся цементных зерен, но между ними (в пересыщенном растворе) Это значительно ускоряет рост новообразований в объеме цементной системы, что позволяет повысить

раннюю прочность бетона, а также растворных смесей в 1,5-2 раза. Бетоны нового поколения, приготовленные из высокоподвижных бетонных смесей (марки П4–П5) с комплексными модифицирующими добавками на основе СП и УТ, характеризуются высокой прочностью (до класса В50 и выше), низкой проницаемостью (выше марки W16), повышенной морозостойкостью (F400-F500), высокой коррозионной стойкостью при действии растворов солей без применения вторичной защиты [1,3]. При этом дозировка добавок не превышает 0,1-5% от массы цемента.

Наряду с зарубежными добавками (Frem, Sika, Basf.) на строительном рынке всё больше стали появляться отечественные аналоги комплексных модифицирующих добавок. Среди последних широко применяются продукты компаний «Полипласт», «Суперпласт», «Глобал Трейд» и ряд других [2,3].

Несмотря на обещания производителей перед современным потребителем стоит проблема выбора того или иного вида комплексной добавки. Перед использованием модификаторов в крупных масштабах, необходимо уточнить в лабораторных условиях, к каким физико-техническим показателям бетона и характеру поведения бетонной смеси повлечёт за собой применение определенной добавки [3].

Литература

1. Батраков, В. Г. Модификаторы бетона: новые возможности и перспективы / В. Г. Батраков // Строительные материалы. – 2006. – № 10. – С. 4-7.
2. Вовк, А. И. Upgrade добавок: чем может помочь химия? / А. И. Вовк // Технологии бетонов. – 2014. – № 8. – С. 8-11.
3. Исследование влияния комплекса модификаторов на кинетику твердения бетонов / С. Н. Анисимов, О. В. Кононова, А. Ю. Лешканов, // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=14082> (дата обращения: 20.03.2018).
4. Manu Santhanam. Evaluation of Superplasticizer Performance in Concrete. Third Intern. Conf. on Sustainable Constr-on Mater. & Techn. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.claisse.info/2013%20papers/data/e087.pdf> (дата обращения: 20.03.2018).
5. М.М. Alonso, М. Palacios, F. Puertas. Compatibility between polycarboxylate-based admixtures and blended-cement pastes / Cement and Concrete Composites. – 2013. Volume 35, issue 1, pp. 151-162.

Лешканов А. Ю.

Научный руководитель: Кононова О. В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ БЕТОНОВ МОДИФИЦИРОВАНИЕМ СУПЕРПЛАСТИФИЦИРУЮЩИМИ ДОБАВКАМИ КОМПАНИИ BASF

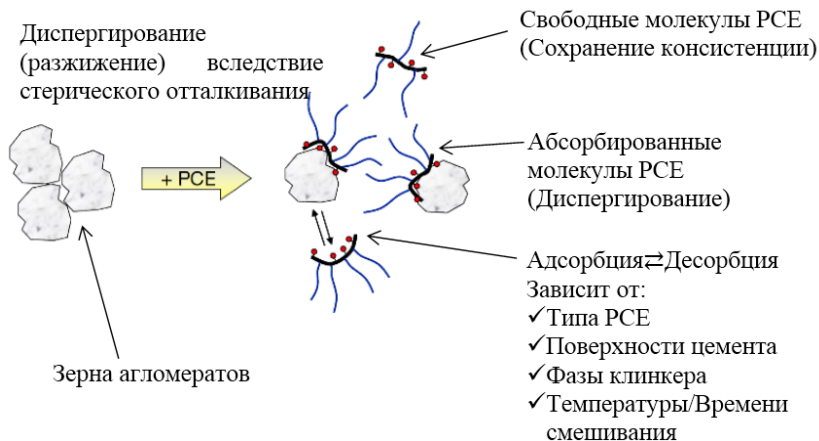
***Аннотация.** Рассмотрены новейшие разработки суперпластифицирующих добавок компании BASF, основанных на эфирах поликарбоксилата и полиарила. Изучены модификаторы с точки зрения состава и структурообразования бетонов с их использованием.*

***Ключевые слова:** бетон, модификатор, суперпластификатор, подвижность, вязкость, водопотребность, прочность на сжатие.*

В течение последнего десятилетия суперпластификаторы на базе поликарбоксилатов (РСЕ) стали примером успешного внедрения новой технологии в производстве бетонов. Начав свой путь в производстве самоуплотняющихся бетонов, они постепенно проникли и в область сборного железобетона. Шаг за шагом эти добавки стали активно применяться производителями как товарного бетона, так и готовых ЖБИ [1, 2].

Специфика действия РСЕ-пластификаторов позволяет производителям бетона получать продукты с улучшенными характеристиками и оптимизировать процесс производства, как с точки зрения экономики, так и с точки зрения экологии [1].

Как известно, у нафталиновых и меламиновых сульфонов молекула полимера вследствие своего отрицательного электрического заряда адсорбируется на поверхности зерна цемента. При этом у сульфонов происходит их быстрое и почти полное поглощение, в то время как адсорбционными свойствами РСЕ-пластификаторов можно целенаправленно управлять путем изменения количества карбоксилатных групп. Вследствие стерического отталкивания в присутствии РСЕ-пластификаторов зерна цемента диспергируются и удерживаются на расстоянии [1]. Этот принцип действия называют «пространственным диспергированием» (рисунком) [2].



Принцип действия PCE-суперпластификатора:
диспергирование вследствие стерического отталкивания

Определяющим фактором эффективности суперпластификатора на основе PCE являются его избирательная адсорбционная способность, зависящая от молекулярной структуры полимера, химических условий в поровом пространстве и минералогического состава поверхности зерна цемента. Высокая плотность зарядов, т. е. большое количество карбоксилатных групп у главной цепи приводит к быстрой и полной адсорбции полимеров [2].

В зависимости от конкретных целей появляется возможность оптимизации химической структуры молекул PCE-суперпластификаторов [2].

Полимеры с длинными боковыми цепями позволяют получить бетоны с высокой ранней прочностью. Это объясняется механизмом действия добавок. К примеру, молекулы MasterGlenium® ACE 430, быстро адсорбируясь на частицах цемента, ориентируются боковыми цепочками перпендикулярно поверхности. Создавая пространственный эффект отталкивания, они не перекрывают всю поверхность цементной частицы, обеспечивая доступ молекулам воды для гидратации. При этом происходит интенсивное нарастание прочности цементного камня [4].

PCE-суперпластификатор должен быть совместим с другими компонентами бетонной смеси. Химический состав цементов, в особенности, содержание в них сульфатов, может значительно повлиять на эффективность добавок. На действие PCE может повлиять наполнитель. Частицы

РСЕ-суперпластификатора могут легко интеркалировать, внедряясь в слои глины, если глина присутствует в качестве примеси в песке и, таким образом, могут существенно потерять эффективность [2].

Химикам BASF впервые удалось синтезировать новые соединения – эфиры полиарилов, ставшие основой инновационных серий добавок MasterPolyheed и MasterEase, положив начало новому этапу развития отрасли. Эти добавки менее требовательны к инертным материалам и универсальны в применении со всеми типами цементов [3].

Действие полиарилов на бетон комплексное. Эти добавки одновременно влияют на водопотребность смеси, вязкость и прочие реологические характеристики. Кроме того, полиарилы модифицируют действие других добавок, в том числе управляющих скоростью гидратации [3].

Добавки на основе полиарила, как и РСЕ, обладают мощным пластифицирующим и водоредуцирующим действием, но пластифицирующий эффект значительно «мягче». В результате бетонные смеси имеют очень низкую вязкость (в отличие от РСЕ), что значительно повышает их удобоукладываемость и облегчает прокачиваемость бетононасосом [3].

Следует отметить, рынок добавок в бетон весьма конкурентен. Поэтому крупные производители добавок находятся в постоянном процессе совершенствования качества и технологии продукта.

Литература

1. Влияние поликарбоксилатных суперпластификаторов на структурообразование цементных паст / Л. М. Добшиц, О. В. Кононова, С. Н. Анисимов и др. // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 5-5. – С. 945-948. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=34023> (дата обращения: 30.03.2018).
2. Добавки в бетон. Технический каталог; апрель, 2014. – М.: Master Builders Solutions, 2014. – 162 с.
3. Новый подход к модификации бетонов // СОК. – 2018. – № 1 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.c-o-k.ru/articles/novyy-podhod-k-modifikacii-betonov> (дата обращения: 30.03.2018).
4. Об эффективности использования модификатора вязкости в и самоуплотняющихся бетонах / Л. И. Касторных, В. П. Скиба, А. Е. Елсуфьев // Инженерный вестник Дона. – 2017. – №3 [Электронный ресурс] – Режим доступа: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2017/4346 (дата обращения: 30.03.2018).

Михайлов Р. В.

Научный руководитель: Салихов М. Г., д-р техн. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

О ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНОМ СТАРЕНИИ БИТУМОВ НА ЭТАПЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

***Аннотация.** Затронута тема установления закономерностей термоокислительного старения битумов и асфальтобетонных смесей на этапах технологической переработки, а также асфальтобетонов при эксплуатации и разработке способов повышения долговечности асфальтобетонных покрытий.*

***Ключевые слова:** битум, старение, сопротивление старению, термоокислительное старение, технологическая обработка.*

Ежегодно во всем мире производится огромное количество асфальтобетонных смесей для строительства конструктивных слоев нежестких дорожных одежд. Существенным недостатком асфальтобетонных смесей и асфальтобетонов является склонность их к старению – необратимому изменению состава, структуры и свойств. Старение начинается в процессе производства и хранения битумов, производства асфальтобетонной смеси и продолжается при транспортировании к месту укладки смесей в конструктивные слои дорожных одежд и в условиях эксплуатации.

Необратимые изменения свойств асфальтобетонных смесей и асфальтобетонов в процессе старения обусловлены как внешними факторами (кислород воздуха, техногенные загрязнения (оксиды серы, азота и др.), температура, ультрафиолетовое и радиационное излучение, вода), так и внутренними факторами (структурно-реологический тип и консистенция битума, химико-минералогический состав минеральных компонентов асфальтобетона, тип гранулометрии, степень уплотнения асфальтобетона, структуры и текстуры бетона) [1].

Это приводит к тому, что нормативные эксплуатационные характеристики асфальтобетонных покрытий после 6-8 лет эксплуатации не перестает удовлетворять эксплуатационным требованиям.

В работах Бахраха Г. С., Бутовой В. В., Гельфанд С. И., Золотарева В. А., Илиополова С. К., Калгина Ю. И., Коваля О. О., Колбановской А. С., Михайлова В. В., Почапского Н. Ф., Рыбьева И. А., Угловой Е. В., Шестеркина В. Д., Durrieu F., Farcas F., Lesueur D., Morgan P., Petersen J.

и др. установлено, что доминирующей причиной старения асфальтобетонных смесей и асфальтобетонов является термоокисление по схеме цепного механизма окисления Баха-Энглера, Семенова М. М. Под действием кислорода воздуха и температуры в соединениях нефтяного дорожного битума образуются пероксиды, гидропероксиды, дальнейшее превращение которых ведет к синтезу высокомолекулярных веществ – асфальтенов. По представлениям А.С. Колбановской и В. В. Михайлова, процессы необратимых изменений в органических вяжущих проходят в три стадии. Это образование коагуляционной сетки из асфальтенов; развитие жесткой пространственной структурной сетки; разрушение пространственной сетки из асфальтенов вследствие напряжений от усадки и механических нагрузок [2].

При прогнозировании долговечности асфальтобетона по изменению группового химического состава при термоокислительном старении необходимо использовать изменения группового химического состава до критических значений показателей качества битума, а именно под действием кислорода воздуха и температурно-временных факторов технологической переработки асфальтобетонных смесей и асфальтобетонов в процессе эксплуатации.

При разработке методики прогнозирования стойкости органического вяжущего к термоокислительному старению необходимо учитывать особенности поведения нефтяного дорожного битума (битумополимерного вяжущего) при его технологической подготовке. С учетом изменения свойств битума в битумоварочном котле при температурах производства смеси приведена степенная зависимость, которая позволяет определить необходимую исходную пенетрацию битума.

Для стабильности асфальтобетонных смесей при температурах производства целесообразно в органическое вяжущее вводить антиоксиданты (вторичные ароматические амины, фенолы, бифенолы, фенолсульфиды). Радикалы, возникающие в результате термоокислительных реакций, могут легче реагировать с молекулой ингибитора, чем с молекулой исходного вещества, потому что связь молекул ингибитора слабее, чем связь молекул исходного вещества. При этом образуется малоактивный радикал, который не сможет реагировать с молекулами исходного вещества. Этот радикал с кислородом образует пероксидный радикал ингибитора, также малоактивный. При этом реакционная цепь окисления исходного вещества обрывается. [3].

В процессе термоокисления в тонкой пленке органического вяжущего, как на этапах технологической переработки, так и в процессе эксплуатации под действием кислорода воздуха и температуры по механизму цепных реакций в соединениях нефтяного дорожного битума образуются свободные радикалы, дальнейшее превращение которых ведет к накоплению асфальтенов, формированию жесткой пространственной структуры и ее разрушению вследствие напряжений от усадки и механических нагрузок. [3].

Доминирующей причиной старения нефтяного дорожного битума является термоокисление, которое приводит к накоплению асфальтенов, что проявляется в снижении пенетрации, повышении температуры размягчения и потере битумом вяжущих свойств. Термоокислительное старение приводит к большему росту концентрации смол и асфальтенов, чем термостарение. [4].

Поэтому в процессе термоокисления в тонкой пленке органического вяжущего, как на этапах технологической переработки, так и в процессе эксплуатации под действием кислорода воздуха и температуры по механизму цепных реакций в соединениях нефтяного дорожного битума образуются свободные радикалы, дальнейшее превращение которых ведет к накоплению асфальтенов, формированию жесткой пространственной структуры и ее разрушению вследствие напряжений от усадки и механических нагрузок

Литература

1. Котлярский, Э. В. Строительно-технические свойства дорожного асфальтобетона. [Текст] / Э. В. Котлярский. – М.: Издательство Техполиграфцентр, 2004. – 194 с.
2. Колбановская, А. С. Дорожные битумы [Текст] / А. С. Колбановская, В. В. Михайлов. – М.: Издательство Транспорт, 1973. – 264 с.
3. О физико-химических явлениях, происходящих при технологическом старении дегтебетонных смесей [Текст] / В. И. Братчун, Д. В. Гуляк, В. Л. Беспалов [и др.]. – 2007. – Т. 3, № 4. – С. 189-196.
4. Саенко, Н. С. Методы минимизации старения битума в рабочем котле при приготовлении горячих асфальтобетонных смесей [Текст]: автореф. дис. на соискание научн. степени канд. техн. наук: 05.23.05 – строительные материалы и изделия / Н. С. Саенко. – Ростов на Дону, 2008. – 24 с.

Насибуллин Т. М.

Научные руководитель: Бойкова М. Л., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ТЕПЛОЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

Аннотация. Представлены сравнительные графики показателей различных материалов после проведения теплотехнического расчета.

Ключевые слова: приведенное сопротивление, сопротивление паропроница-
нию, теплотехнический расчет, полистеролбетон.

Рассматривается изменение показателей теплотехнического расчета в зависимости от используемого материала ограждающей конструкции жилого дома.

Цель исследования: определить, какой из нижеперечисленных ограждающих конструкций одинаковой толщины обладает лучшими теплозащитными свойствами. В исследовании были использованы конструкции из современного материала – полистеролбетона и привычных на данный момент арболита и керамзитобетона.

Результаты исследования получаем посредством теплотехнического расчета. Район строительства одинаковый для всех трех случаев.

Ход работы:

- выбираем материалы ограждающих конструкций для эксперимента;
- определяем схему ограждающей конструкции здания (рис. 1);

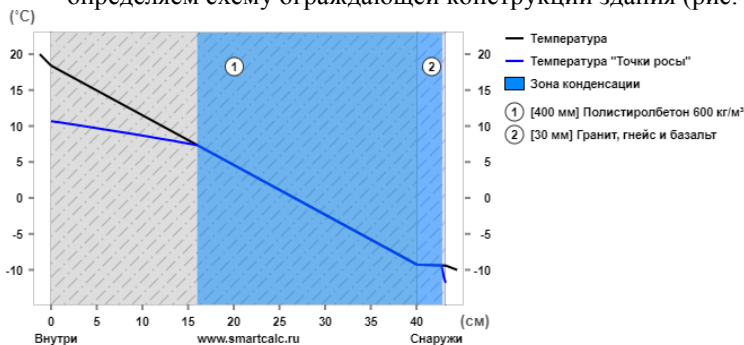


Рис. 1. Схема ограждающей конструкции здания

- проводим теплотехнический расчет для каждого из материалов, толщину материалов и район строительства оставляем неизменными;
- выявляем, насколько лучше показатели современного полистеролбетона в сравнении с другими образцами.

Обработка результатов

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_e} + R_k + \frac{1}{\alpha_n}, \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}.$$

Сопротивление паропрооницанию ограждающей конструкции определяется по формуле:

$$R_n = \frac{\delta}{\mu}, \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{Вт};$$

$$R_{n1}^{mp} = \frac{(e_e - E) \cdot R_n}{E - e_n}, \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{Вт};$$

$$R_{n2}^{mp} = \frac{0,0024 \cdot z_0 \cdot (e_e - E_0)}{\rho_w \cdot \delta_w \cdot \omega_{cp} + \eta}, \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{Вт};$$

$$R_n \geq R_{n1}^{mp}; R_n \geq R_{n2}^{mp}.$$

После проведения опытов и расчетов (таблица) строим графики показателей расчетных сопротивлений (рис. 2) и зависимости времени фильтрации от напорного градиента (рис. 3).

Результаты расчетов

Материал конструкции	Расчетные показатели					
	$R_0,$ $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$	$R_e,$ $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$	$R_0,$ $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$	$R_n,$ $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$	$R_{n1},$ $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$	$R_{n2},$ $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$
Полистеролбетон 400 мм, 600 кг/м ²	2,17	1,55	2,11	5,36	1,36	0,22
Керамзитобетон 400 мм, 600 кг/м ²	1,71	1,55	2,11	1,54	2,82	0,29
Арболит 400 мм, 600 кг/м ²	1,91	1,55	2,11	2,22	2,88	0,19

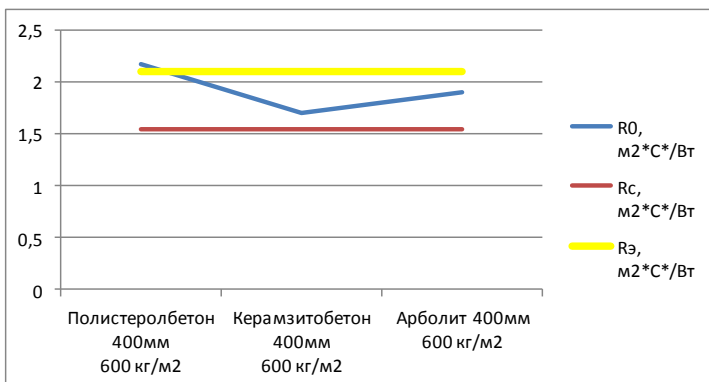


Рис. 2. График показателей расчетных и требуемых сопротивлений теплопередачи

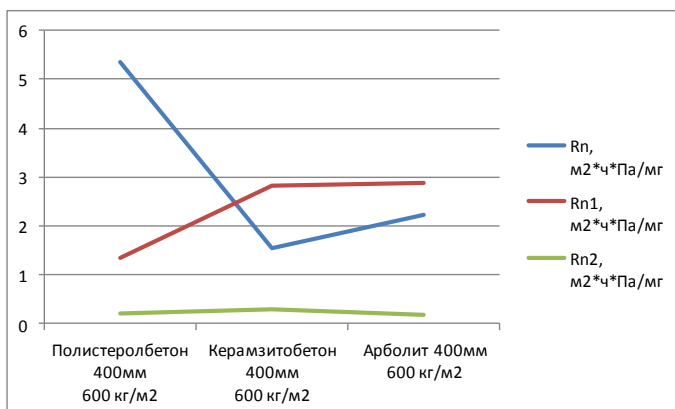


Рис. 3. График показателей расчетных и требуемых сопротивлений паропрооницанию

После проведенных расчетов можно сделать вывод, что теплотехнические показатели конструкций из полистеробетона на порядок выше, чем показатели тех же конструкций из керамзитобетона и арболита. А именно, теплотехнический расчет показал, что при строительстве в одном районе при использовании одинаковой толщины стены конструкции из полистеролбетона полностью соответствуют требованиям по тепловой защите, а конструкции из керамзитобетона и арболита только частично.

Литература

1. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.
2. СП 131.13330.2012 Строительная климатология.
3. ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.

УДК 691.32

Отмахов А. Л.

Научный руководитель: Бойкова М. Л., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ОБЩЕГО ИМУЩЕСТВА В МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМАХ

***Аннотация.** Статья информирует о создании и реализации в соответствии с жилищным законодательством новой системы финансирования капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах, о нормативных правовых актах, регламентирующих вопросы проведения капитального ремонта.*

***Ключевые слова:** капитальный ремонт, общее имущество в многоквартирных домах, взнос на капитальный ремонт, перечень услуг и (или) работ по капитальному ремонту.*

Федеральным законом от 25 декабря 2012 г. № 271-ФЗ «О внесении изменений в Жилищный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу отдельных положений законодательных актов Российской Федерации» Жилищный кодекс Российской Федерации был дополнен разделом IX «Организация капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах» [1]. Данным Федеральным законом было положено начало формированию новой системы финансирования капитального ремонта многоквартирных домов, основанной на обязанности собственников помещений в многоквартирном доме в соответствии с ч. 1 ст. 158 ЖК РФ участвовать в расходах на содержание общего имущества в многоквартирном доме путем внесения платы за содержание жилого помещения, взносов на капитальный ремонт [2].

Органами государственной власти субъектов РФ в соответствии с ЖК РФ также были приняты нормативные правовые акты, направленные на

обеспечение своевременного проведения капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах, расположенных на территории субъекта РФ, и которыми были в т. ч.:

- установлен минимальный размер взноса на капитальный ремонт общего имущества в многоквартирном доме;
- создан региональный оператор;
- утверждены региональные программы капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах.

Следует отметить, что в соответствии со статьей 166 Жилищного кодекса РФ перечень услуг и (или) работ по капитальному ремонту общего имущества в многоквартирном доме, оказание и (или) выполнение которых финансируются за счет средств фонда капитального ремонта, который сформирован исходя из минимального размера взноса на капитальный ремонт, включает в себя:

- ремонт внутридомовых инженерных систем электро-, тепло-, газо-, водоснабжения, водоотведения;
- ремонт или замену лифтового оборудования, признанного непригодным для эксплуатации, ремонт лифтовых шахт;
- ремонт крыши;
- ремонт подвальных помещений, относящихся к общему имуществу в многоквартирном доме;
- ремонт фасада;
- ремонт фундамента многоквартирного дома;
- другие виды услуг и (или) работ в соответствии с нормативным правовым актом субъекта РФ [2].

В соответствии со статьей 12.1 Закона Республики Марий Эл от 20 сентября 2013 г. № 35-З «О регулировании отношений по организации проведения капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах на территории Республики Марий Эл» указанный перечень дополнен следующими работами:

- утепление фасада;
- переустройство неветилируемой крыши на вентилируемую крышу, устройство выходов на кровлю;
- установка коллективных (общедомовых) приборов учета потребления ресурсов, необходимых для предоставления коммунальных услуг, и узлов управления и регулирования потребления этих ресурсов;
- замена чердачного перекрытия;
- усиление наружных стен [3].

В целях реализации региональной программы капитального ремонта, конкретизации сроков проведения капитального ремонта, уточнения планируемых видов услуг и (или) работ по капитальному ремонту общего имущества в многоквартирных домах, органы государственной власти субъекта РФ утверждают краткосрочные планы реализации региональной программы капитального ремонта сроком на три года [2].

Следует отметить, что собственники помещений в многоквартирных домах также участвуют в решении вопросов, связанных с проведением капитального ремонта. В соответствии со статьей 170 Жилищного кодекса РФ собственники помещений в многоквартирном доме вправе выбрать один из способов формирования фонда капитального ремонта: перечисление взносов на капитальный ремонт на специальный счет или на счет регионального оператора. Также собственники помещений в соответствии со статьей 180 Жилищного кодекса РФ принимают решение о проведении капитального ремонта общего имущества в многоквартирном доме, определяя перечень услуг и (или) работ по капитальному ремонту и предельно допустимую стоимость услуг и (или) работ по капитальному ремонту.

Литература

1. Федеральный закон от 25 декабря 2012 г. № 271-ФЗ «О внесении изменений в Жилищный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу отдельных положений законодательных актов Российской Федерации».
2. Жилищный кодекс Российской Федерации.
3. Закон Республики Марий Эл от 20 сентября 2013 г. № 35-З «О регулировании отношений по организации проведения капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах на территории Республики Марий Эл».

УДК 691.53

Пегенеев В. В.

Научный руководитель: Кононова О.В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ

Аннотация. *Определение марки раствора, влияние температуры на интенсивность твердения.*

Ключевые слова: *раствор, марка, активность цемента, прочность.*

Важнейшим свойством затвердевших растворов является прочность, по этому показателю они подразделяются на марки. Маркой называется нормируемое значение прочности в кгс/см² (10⁻¹ МПа).

При сжатии растворы имеют марки М4; М10; М25; М50; М75; М100; М150 и М200. Они устанавливаются и контролируются для всех видов растворов.

Марка по прочности на сжатие определяется испытанием образцов размером 70,7х70,7х70,7 мм в проектном возрасте, изготовленных из растворной смеси рабочей консистенции.

За проектный возраст принимается 28 суток для растворов на гидравлических вяжущих и 7 суток для растворов без применения гидравлических вяжущих.

Образцы из смеси подвижностью менее 5 см изготавливаются в формах с поддоном, а 5 см и более – в формах без поддона, установленных на полнотелых керамических кирпичах.

При укладке на плотное основание прочность раствора R_{28} , МПа, зависит от активности цемента $R_{ц}$, МПа, и цементно-водного отношения Ц/В и определяется по формуле:

$$R_{28} = 0,4R_{ц} (Ц/В - 0,3).$$

При укладке на пористое основание вода поглощается основанием и в растворе остается примерно одинаковое количество воды, независимо от ее первоначального содержания. В этом случае прочность раствора R_{28} , МПа, зависит от активности вяжущего $R_{ц}$, МПа, его расхода Ц, т/м³, и определяется по формуле:

$$R_{28} = KR_{ц} (Ц - 0,05) + 4,$$

где K – коэффициент, принимаемый для мелкого песка равным 0,5-0,7, для среднего – 0,8 и для крупного – 1,0.

При натурных обследованиях из горизонтальных швов кладки берут образцы раствора, из которых изготавливают образцы – кубы с ребром 20-40 мм, которые испытывают на сжатие.

Допускается испытывать пластинки с передачей нагрузки через стержень со стороны или диаметром основания, равной толщине растворной пластинки.

Прочность раствора в кладке удобно определять прибором профессора М. А. Новгородского, испытания которым основаны на принципе пластической деформации раствора.

Для растворов самонивелирующих стяжек назначается прочность на растяжение при изгибе, которая должна быть не менее 4 МПа. Она определяется испытанием образцов-балочек по методике испытания портландцементов. Испытанием образцов-балочек определяется также и

прочность на сжатие растворов для самонивелирующих стяжек, облицовочных и штукатурных растворов толщиной до 5 мм.

Марками по адгезии характеризуется прочность сцепления растворов с основанием. Они имеют значения А0,2 и далее с градацией 0,1.

Интенсивность твердения растворов зависит от температуры. Относительное примерное значение предела прочности раствора на портландцементе, твердевшего при разных температурах, к прочности раствора, твердевшего при 20 °С в возрасте 28 суток, в процентах приведено в таблице.

Влияние температуры на интенсивность твердения раствора

Температура твердения, °С	Прочность раствора, % от R ₂₈ в возрасте, сут.				
	1	3	7	14	28
1	1	5	15	31	52
5	4	11	25	60	68
10	6	18	37	71	83
15	10	24	47	80	95
20	13	33	55	86	100
25	18	42	64	92	104
30	23	49	72	96	-
35	27	58	79	100	-
40	32	66	87	-	-
45	38	75	94	-	-
50	43	85	99	-	-
Температура твердения, °С	Прочность раствора, % от R ₂₈ в возрасте, сут.				
	1	3	7	14	28
1	1	5	15	31	52
5	4	11	25	60	68
10	6	18	37	71	83
15	10	24	47	80	95
20	13	33	55	86	100
25	18	42	64	92	104
30	23	49	72	96	-
35	27	58	79	100	-
40	32	66	87	-	-
45	38	75	94	-	-
50	43	85	99	-	-

Медленней набирают прочность растворы на пуццолановом портландцементе и шлакопортландцементе, особенно при температуре ниже 15 °С.

По морозостойкости растворы подразделяются на марки F10; F15; F25; F35; F50; F75 и F100. Морозостойкость раствора должна обеспечивать морозостойкость конструкций с применением раствора, подвергающихся попеременному замораживанию и оттаиванию в увлажненном состоянии.

Требования по морозостойкости предъявляются к растворам на гидравлических вяжущих марок по прочности выше М10. К растворам на гидравлических вяжущих марок М4 и М10 и к растворам на воздушных вяжущих требования по морозостойкости не предъявляются.

Литература

1. Шульце, В. Растворы и бетоны на нецементных вяжущих / В. Шульце, В. Тишер, В. П. Эттель. – М.: Стройиздат, 1990. – 240 с.
2. Robert, R. Reinforced Masonry Design / R. Robert, W. Schneider, L. Dickey. – New Jersey: Ed. Prentic-Hall, 1987. – 682 p.
3. Степанян, В. А. Нормальное сцепление раствора с камнем / В. А. Степанян. – Ереван: Изд-во Акад. наук Арм. ССР, 1950. – 240 с.
4. Building mortar, Carston, 1991. – 8 p. Building Research Establishment Digest (BRE 362).
5. Корнеев, В. И. «Что» есть «что» в сухих строительных смесях / В. И. Корнеев. – СПб.: НП «Союз производителей сухих строительных смесей», 2004. – 312 с.

УДК 691.53

Пегенеев В. В.

Научный руководитель: Кононова О. В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СПОСОБ ПРИГОТОВЛЕНИЯ РАСТВОРА НА ОСНОВЕ ЦЕМЕНТА

***Аннотация.** Рассматриваются способы повышения прочности готового изделия под влиянием добавок на прочностные характеристики бетонного изделия.*

***Ключевые слова:** раствор, цемент, прочность, излучение.*

Исследование относится к строительным материалам и изделиям, в частности к технологиям изготовления бетонов, железобетонов, строительных растворов, смесей, составов.

Известен способ повышения прочности готового изделия путем введения в цементный раствор различных химических добавок, например [1]. Недостатком данного способа является изменение нескольких характеристик бетона при применении любой добавки.

Известен способ активации и дегазации цемента при помощи воздействия импульсным электромагнитным полем сверхвысокой (СВЧ) частоты 1000-3000 МГц продолжительностью 1-1,5 секунды [2]. Недостатками данного способа являются сложность применения и низкая прочность образцов.

Известен также способ, описанный в патенте [3], который заключается в том, что в процессе изготовления бетонных изделий, как минимум на одной из стадий, на изделие осуществляют воздействие электромагнитным полем. Недостатками прототипа являются значительное время воздействия на раствор, а также низкая прочность образцов.

Наиболее близким к предлагаемому исследованию является способ, описанный в патенте [4], который заключается в том, что для получения изделий используется экологически безопасный строительный раствор, приготовленный путем смешения минерального вяжущего. Недостатком прототипа является низкая прочность образцов.

Технический результат заключается в повышении прочности изделий на основе растворов цемента. В известном способе при приготовлении раствора на основе цемента, включающем облучение раствора электромагнитным полем после его затворения, облучение раствора осуществляют электромагнитным полем сверхвысокой частоты.

В основе предлагаемого процесса лежит способность материалов к непосредственному поглощению электромагнитной энергии СВЧ-диапазона. Процесс является объемным и практически безынерционным. Эффективное взаимодействие СВЧ-излучения с веществом протекает в частотном диапазоне 500-5000 МГц..

Экспериментально установлено, что облучение раствора электромагнитным полем сверхвысокой частоты при удельной мощности облучения $0,1-10 \text{ Вт/см}^3$ в течение 5-300 с приводит к увеличению прочности изделий на его основе. Именно в такой совокупности параметров при обработке раствора достигается технический результат изобретения.

При обработке растворов на основе цемента при указанных параметрах электромагнитного поля происходит нагрев раствора до температуры не более 60°C , что позволяет избежать пересушивания бетона.

Пример №1. Образцы цементного раствора изготавливали и испытывали согласно ГОСТ 310.4-81 [6]. Перед формовкой цементный раствор помещали в СВЧ-установку с рабочей частотой (2450 ± 50) МГц для проведения обработки в полях СВЧ-излучения. Одновременно изготавливались контрольные образцы без воздействия СВЧ-излучения. СВЧ-обработка производилась в течение 60 с при поглощаемой в растворе мощности 15 Вт, соответствующей удельной мощности облучения $0,3 \text{ Вт/см}^3$. Наблюдалось повышение температуры раствора с 22°C до 28°C . С помощью гидравлического пресса исследовалась прочность образцов на разрушение на 3, 7, 14 и 28 суток. На 28 суток регистрировалось увеличение прочности обработанных образцов (усилие разрушения $65,0 \text{ МПа}$) по сравнению с контрольными (усилие разрушения $48,9 \text{ МПа}$) в 1,33 раза.

Пример №2. Образцы цементного раствора изготавливали и испытывали, как описано в примере №1. СВЧ-обработка производилась в течение 5 с при поглощаемой в растворе мощности 230 Вт, соответствующей удельной мощности облучения $4,6 \text{ Вт/см}^3$. Наблюдалось повышение температуры раствора с 18°C до 30°C . С помощью гидравлического пресса исследовалась прочность образцов на разрушение на 3, 7, 14 и 28 суток. На 28 суток регистрировалось увеличение прочности обработанных образцов (усилие разрушения $61,2 \text{ МПа}$) по сравнению с контрольными (усилие разрушения $51,3 \text{ МПа}$) в 1,19 раза.

Пример №3. Образцы цементно-песчаного раствора изготавливали и испытывали согласно ГОСТ 30744-2001 [7]. Перед формовкой цементно-песчаный раствор помещали в СВЧ-установку с рабочей частотой (2450 ± 50) МГц для проведения обработки в полях СВЧ-излучения. Одновременно изготавливались контрольные образцы без воздействия СВЧ-излучения. СВЧ-обработка производилась в течение 20 с при поглощаемой в растворе мощности 15 Вт, соответствующей удельной мощности облучения $0,3 \text{ Вт/см}^3$. Наблюдалось повышение температуры раствора с 20°C до 47°C . С помощью гидравлического пресса исследовалась прочность образцов на разрушение на 3, 7, 14 и 28 суток. На 28 суток регистрировалось увеличение прочности обработанных образцов (усилие разрушения $35,5 \text{ МПа}$) по сравнению с контрольными (усилие разрушения $16,0 \text{ МПа}$) в 2,15 раза.

Таким образом, использование предлагаемого способа, при котором осуществляется облучение раствора в электромагнитном поле сверхвысокой частоты, значительно повышает прочность изделий на основе цементных растворов.

Литература

1. Патент РФ №2118621 С1, МПК С04В 28/00, С04В 28/00, С04В 22:14, С04В 111:20, опубл. 10.09.1998.
2. Патент РФ 2530967 С1, МПК С04В 28/02, С04В 111/20, С04В 40/00. Опубл. 20.10.2014.
3. Патент РФ №2204476 С1, МПК В28В 1/10, С04В 40/02. Опубл. 20.05.2003.
4. Патент РФ №2286318 С1, МПК С04В 40/02, В09В 3/00. Опубл. 27.10.2006.
5. Диденко, А. Н. Высокотемпературное воздействие СВЧ-излучения на несовершенные диэлектрики / А. Н. Диденко, М. С. Дмитриев, А. Д. Коляскин // Известия Российской академии наук. Энергетика. – 2008. – №2. – С. 55-63.
6. ГОСТ 310.4-81. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии.
7. ГОСТ 30744-2001. Методы испытаний с использованием полифракционного песка.

УДК 332.87

Разинов Д. В.

Научный руководитель: Суворова А. П., канд. экон. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

СИСТЕМА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА В СФЕРЕ ЖКХ

Аннотация. В статье рассмотрены основные аспекты системы капитального ремонта многоквартирных домов в сфере ЖКХ в Российской Федерации, их проблемы и недостатки. В заключении предложены пути устранения недостатков в системе капитального ремонта многоквартирных домов и способы ее оптимизации.

Ключевые слова: капитальный ремонт многоквартирных домов, минимальный размер взноса.

О проблемах ЖКХ говорится много и постоянно, но они по-прежнему лидируют в обращениях граждан к своим депутатам. Почти каждый из нас столкнулся с некачественным или недостаточным обслуживанием жилых домов силами управляющих компаний. Самой большой проблемой в жилищно-коммунальном хозяйстве россияне считают непрозрачность начисления платы за услуги ЖКХ, перерасчеты и формирование платежных документов, некачественное оказание коммунальных услуг и др. Масса нареканий идет в сторону Единого расчетно-кассового центра,

в счетах появляются абсурдные цифры, а порой даже образуются странные задолженности.

В настоящее время в условиях макроэкономической нестабильности в России эти проблемы еще острее встают перед населением. Очень бурную реакцию у населения вызвало введение новой системы капитального ремонта (КР) многоквартирных домов (МКД). В 2012 году уже были внесены изменения в Жилищный кодекс Российской Федерации (ЖК РФ), касающиеся регулирования работы систем КР (Федеральный Закон № 271-ФЗ от 25.12.2012 г.) [2]. Согласно этим изменениям, необходимость КР теперь устанавливают субъекты РФ, само же государство отныне занимается лишь методическим обеспечением этого вопроса.

Итак, с какими же проблемами столкнулись собственники МКД при введении новой программы капитального ремонта?

Изменения, внесенные в Жилищный Кодекс РФ, имеют ряд «подводных камней», а именно:

- жесткие условия по очередности проведения КР и перечня видов работ по КР;
- минимальный размер взносов на КР, установленный субъектами РФ, экономически не обоснован.

Рассмотрим более детально каждый из пунктов.

- 1) Перечень услуг по КР общего имущества в МКД включает в себя:
 - ремонт внутридомовых инженерных систем;
 - ремонт или замену непригодного для эксплуатации лифтового оборудования, ремонт лифтовых шахт;
 - ремонт крыши и фасада;
 - ремонт подвальных помещений, относящихся к общему имуществу в многоквартирном доме;
 - ремонт фундамента многоквартирного дома (п. 1 ст. 166 ЖК РФ) [1].

Очередность проведения КР общего имущества в МКД устанавливается исходя из критериев, которые установлены законом субъекта РФ. И в первоочередном порядке предусматривается проведение КР общего имущества в МКД, в которых требовалось его проведение на дату приватизации первого жилого помещения при условии, что такой капремонт не проведен на дату утверждения или актуализации региональной программы (п. 3 ст. 168 ЖК РФ) [1].

Таким образом, собственники жилья МКД поставлены в жесткие условия: перечень работ по КР является закрытым и перенос срока КР не допускается, за исключением случаев принятия соответствующего решения собственниками помещений в этом МКД (п. 4 ст. 168 ЖК РФ) [1].

Такая формулировка означает то, что перечень работ по КР нельзя ни изменить, ни расширить, допускается только его сокращение, а сроки проведения самого КР нельзя перенести на более ранние сроки. Исходя из этого, может возникнуть ситуация, когда необходимость в его досрочном проведении будет игнорироваться законом.

2) Минимальный размер взноса на капитальный ремонт устанавливается нормативным правовым актом субъекта РФ в соответствии с методическими рекомендациями, утвержденными уполномоченным Правительством РФ федеральным органом исполнительной власти, в порядке, установленном законом субъекта РФ, исходя из занимаемой общей площади помещения в многоквартирном доме, принадлежащего собственнику такого помещения (п. 8.1 ст. 156 ЖК РФ) [1].

На основании п. 1.1 методических рекомендаций (утв. приказом Министерства регионального развития РФ от 7 февраля 2014 г. № 41/пр) установление субъектом РФ минимального размера взноса рекомендуется осуществлять на основе определенных принципов, а именно:

- определение минимального размера взноса на основе оценки общей потребности в средствах на КР имущества в МКД;
- доступность минимального размера взноса для граждан собственников помещений в МКД, с учетом совокупных расходов на оплату жилого помещения и коммунальных услуг и др. [3].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что первоначальный подход некоторых субъектов РФ к разработке и утверждению региональных программ, посвященных капремонту, был экономически необоснованным и поспешным.

Пересмотреть порядок установления минимального взноса на КР в зависимости от площади квартир собственников МКД. Можно предложить порядок установления этих взносов в зависимости от нежилой площади МКД (площади подъездов, лестничных площадок и т. д.), которые так или иначе эксплуатируются всеми жильцами МКД. При установлении взносов на КР целесообразно исходить из той суммы, которая определена на КР именно своего МКД, и периода, в который наступит дата осуществления КР. Полученную сумму делят на количество собственников и количество месяцев до даты капремонта и получается ежемесячная сумма, которая требуется к уплате собственниками.

В целях улучшения и поддержания в надлежащем состоянии жилищных условий в МКД необходимо участие в сфере ЖКХ не только государства, но и самих собственников, а именно: создание ТСЖ/ЖК, проведение общих собраний жильцов с их личной инициативы, назначение ответственных лиц за организацию и проведение подобных мероприятий в дальнейшем.

По итогам вышесказанного, можно сделать вывод о том, что система финансирования капремонта многоквартирных домов в любом случае будет способствовать улучшению технических характеристик многоквартирного дома, условий проживания собственников многоквартирных домов.

Литература

1. Жилищный кодекс Российской Федерации (ЖК РФ) от 29.12.2004 № 188-ФЗ.
2. Федеральный закон от 25.12.2012 № 271-ФЗ «О внесении изменений в Жилищный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу отдельных положений законодательных актов Российской Федерации».
3. Приказ Минстроя России от 07.02.2014 № 41/пр «Об утверждении методических рекомендаций по установлению субъектом Российской Федерации минимального размера взноса на капитальный ремонт общего имущества в многоквартирных домах».

УДК 625.8

Сабилов Л. Р., Салахов Р. Д.

Научный руководитель: Салихов М. Г., д-р техн. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

ИЗУЧЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ СТАРЕНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОНА С ОТХОДАМИ ДРОБЛЕНИЯ ИЗВЕСТНЯКОВ ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ +150 °С

***Аннотация.** В статье приведен анализ результатов лабораторных исследований динамики изменения процесса старения асфальтобетонных образцов за различные промежутки времени прогрева при температуре +150 °С.*

***Ключевые слова:** асфальтобетонная смесь, асфальтобетон, отходы дробления известняков, старение, наиболее чувствительные показатели, коэффициент и интенсивность старения.*

Введение. При строительстве дорожных одежд автомобильных дорог и благоустройстве территорий во всем мире применяют асфальтобетоны, позволяющие получить качественные и долговечные покрытия.

Под действием внешних воздействий – температуры, подвижных нагрузок и т. д. – происходит изменение свойств асфальтобетонов в результате температурного старения. В период эксплуатации из-за этих процессов эксплуатационные показатели покрытий постепенно перестают отвечать установленным требованиям.

Целью работы является анализ развития процессов старения асфальтобетонов во времени при помощи критериев старения – коэффициента старения и интенсивности старения образцов асфальтобетонов, сформованных из предварительно прогретых при +150°C в течение от 0 до 7 часов асфальтобетонных смесей.

Состояние вопроса. По результатам многих исследований известно, что при выдерживании образцов асфальтобетонов при повышенных и высоких температурах их физико-механические свойства, в целом, ухудшаются [1, 2]. При этом наибольшим изменениям подвержено органическое вяжущее, что приводит к снижению его клеящей способности.

Постановка вопроса. Для прогнозирования изменения эксплуатационных характеристик покрытий из асфальтобетонов следует установить динамику изменения свойств асфальтобетонов во времени в процессе предварительного прогрева смеси. Этот процесс может служить моделью процесса старения покрытия в ходе эксплуатации.

Материалы и методы испытаний. Процесс старения асфальтобетонов выполняется путем предварительного прогрева смесей при температуре +150°C в течение от 0 до 7 часов с последующим формированием и испытанием образцов, расчетом значений специальных показателей – коэффициента старения K_{cm}^{Pi} [2] и интенсивности старения I_{cm}^{Pi} .

Значения интенсивности старения рассчитываются по формуле:

$$I_{cm}^{Pi} = \frac{K_{cm}^{Pi^{t_{np2}}} - K_{cm}^{Pi^{t_{np1}}}}{t_{np2} - t_{np1}}; \quad \frac{1}{c}, \quad (1)$$

где $K_{cm}^{Pi^{t_{np1}}}$, $K_{cm}^{Pi^{t_{np2}}}$ – значения коэффициента старения i -го показателя асфальтобетона после прогрева при температуре +150°C, соответственно, после прогрева в течение t_{np1} и t_{np2} .

Составы исследуемых асфальтобетонов были следующие, % масс.:

1) 1-й состав (новый): щебень М 1200 фр. 5-20 мм – 47,0; песок дробленый фр. 0,05-5,0 мм – 43,0; отходы дробления известняков фр. 0-10 мм 10,0 и битум вязкий БНД 90/130 – 5,0 (сверху 100 % от массы минеральных составляющих);

2) 2-й состав (классический): М 1200 фр.5-20 мм – 47,0; песок фр. 0,05-3,0 мм – 43,0; известняковый минеральный порошок - 10,0 и битум нефтяной вязкий БНД 90/130 – 5,0 (сверх 100 %).

Результаты экспериментов. Некоторые результаты экспериментов и расчетов представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1. Изменение значений $R_{сж}^{+20^{\circ}\text{C}}$ образцов асфальтобетонов, сформованных из смесей после выдерживания при температуре $T_{пр.} = +150^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ в течение $t_{пр} = 0, 1, 3, 5, 7$ ч.

$t_{пр}$	Классический асфальтобетон			Асфальтобетон с ОДИ и добавкой АСД ($Q_{АСД}=1\%$)		
	$R_{сж}^{+20^{\circ}\text{C}}$	$K_{ст}^{R_{сж}+20^{\circ}\text{C}}$	$I_{ст}^{R_{сж}+20^{\circ}\text{C}}$	$K_{ст}^{R_{сж}+20^{\circ}\text{C}}$	$R_{сж}^{+20^{\circ}\text{C}}$	$I_{ст}^{R_{сж}+20^{\circ}\text{C}}$
0	5,6	1	0	1	4,66	0
1	5,5	0,98	-0,018	0,968	4,51	-0,032
3	5,1	0,91	-0,029	0,9018	4,2	-0,033
5	4,5	0,80	-0,039	0,794	3,7	-0,041
7	4,2	0,75	-0,036	0,665	3,1	-0,048

Таблица 2. Изменение значений $R_{сж}^{+50^{\circ}\text{C}}$ образцов асфальтобетонов, сформованных из смесей после выдерживания при температуре $T_{пр.} = +150^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ в течение $t_{пр} = 0, 1, 3, 5, 7$ ч.

$t_{пр}$	Классический асфальтобетон			Асфальтобетон с ОДИ и добавкой АСД ($Q_{АСД}=1\%$)		
	$R_{сж}^{+50^{\circ}\text{C}}$	$K_{ст}^{R_{сж}+50^{\circ}\text{C}}$	$I_{ст}^{R_{сж}+50^{\circ}\text{C}}$	$K_{ст}^{R_{сж}+50^{\circ}\text{C}}$	$R_{сж}^{+50^{\circ}\text{C}}$	$I_{ст}^{R_{сж}+50^{\circ}\text{C}}$
0	1,6	1	0	1	2	0
1	1,57	0,98	-0,02	1	2	0
3	1,4	0,88	-0,04	0,9	1,8	-0,03
5	1,18	0,74	-0,052	0,75	1,5	-0,05
7	1,02	0,64	-0,051	0,62	1,3	-0,054

Как видно из результатов испытаний образцов асфальтобетонов, сформированных и испытанных из предварительно прогретых при высокой температуре $+150^{\circ}\text{C}$ (см. табл. 1 и 2), в процессе выдерживания их в этих условиях показатели физико-механические свойств постепенно ухудшаются. При этом процесс ухудшения свойств неравномерен во времени.

Результаты экспериментов и выводы по работе. Анализ полученных в ходе экспериментальных работ данных позволяет сделать следующие выводы:

1. наибольшая скорость (интенсивность) снижения свойств, в частности пределов прочности при сжатии при +20⁰С и +50⁰С, происходит в течение 3 часов прогрева, затем значения свойств несколько стабилизируются. Это говорит о том, что у асфальтобетонных покрытий эксплуатационные свойства ухудшаются (стареют) в наибольшей степени в начальный период эксплуатации.

2. для наглядной оценки и исследования динамики изменения скорости процессов старения асфальтобетонов, при действии высоких температур наиболее удобным является специальный параметр – интенсивность старения;

3. установлено, что в начальные этапы прогрева (в течение 0-3 часов) включение в состав асфальтобетонов отходов дробления известняков при присутствии небольших добавок АсД (до 1,0% от массы битума) в дальнейшем наблюдается стабилизация процессов старения для всех составов.

Литература

1. Скрипкин, А. Д. Старение битума в технологическом процессе его подготовки для производства асфальтобетонных смесей / А. Д. Скрипкин, Г. Б. Старков, Д. А. Колесник // Сб. статей и докладов ежегодной научной сессии. – М.: МАДГТУ (МАДИ), 2010. – С. 46-53.

2. Салихов, М. Г. Предложение к изучению процессов старения органических бетонов при воздействии высоких температур / М. Г. Салихов, В. Ю. Иливанов, Л. И. Малянова // Вестник ПГТУ. Сер.: Лес Экология. Природопользование. – 2015. – № 1. – С. 59-65.

УДК 338.49

Садиков И. Г.

Научный руководитель: Вайнштейн В. М., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА ВНОВЬ ЗАСТРАИВАЕМЫХ ВНУТРИКВАРТАЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

***Аннотация.** В статье отражены основные проблемы нехватки парковочных мест во внутриквартальных территориях города.*

Ключевые слова: благоустройство территории, экопарковка, парковка транспортных средств, почвенный покров, решетка.

Вопрос нехватки парковочных мест в больших городах становится все более актуальным. И город Йошкар-Ола – не исключение, так как когда происходила активная застройка города, никто не предполагал, что пройдет небольшой период времени, и машин в городе станет во много раз больше: автовладельцы вынуждены парковать свои транспортные средства на газоне. Именно проблему нехватки парковочных мест и сохранение почвенного покрова призваны решить экопарковки.

Экопарковки – это «Зеленые технологии», которые являются новыми в городе Йошкар-Ола, но уже достаточно широко применяются в больших городах, таких как Москва и Санкт-Петербург. Решают они две наиболее главные проблемы: сохранение благоприятной экологической обстановки в городе и увеличение количества парковочных мест для легковых автомобилей.

Целью данного исследования является анализ эффективности применения экопарковок в целом.

Экопарковка – это территория для парковки транспортных средств, засеянная газонной травой и укрепляющей газонной решеткой, которая предотвращает повреждение корневой системы растений автомобильными шинами, сохраняя эстетический вид участка. Решётка не препятствует влаго- и воздухообмену, в результате чего уже через два-три года эксплуатации экопарковки газон достигает своей биологической зрелости, формирует плотную дернину.

В ходе исследования были рассмотрены многие источники информации об экопарковках, в которых говорилось не только о плюсах, но и минусах применения данной технологии. Анализ показал, что главными отрицательными факторами, сдерживающими применение данной технологии в России, является низкий уровень культуры автомобилистов и некачественная работа городских служб по уборке городских улиц.

Однако иностранный опыт применения данной технологии доказал ее эффективность. Экопарковки считаются оптимальным методом достижения баланса природы и технологий в условиях города. Создаются «зеленые парковки» для увеличения площади, которую можно использовать под стоянки автомобилей.

Не в пользу экопарковки говорит алгоритм ее организации, так он является достаточно трудоемким и требует постоянного ухода, а именно:

- предварительная подготовка поверхности;

- укладка и фиксация газонной решетки;
- заполнение ячеек материала местным или привозным плодородным грунтом наполовину;
- засев семян многолетних газонных трав и полив;
- заполнение ячеек до края стенок и полив;
- уход за подращенной травой.

Таким образом, можно сделать вывод, что применение данной технологии необходимо и весьма актуально в наши дни для города

Литература

1. Мультиурок [Электронный ресурс]: Бесплатный конструктор сайтов для учителей: Все записи в блогах // Экопарковка – экологическая парковка на газоне как один из вариантов решения проблемы недостатка парковочных мест в городе Набережные Челны [02.11.2017]. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://multiurok.ru/files/ekoparkovka-ekologichieskaia-parkovka-na-ghazon-1.html> (дата обращения 25.03.2018).

2. Пат. 2 611 775 Российская федерация, МПК. Е04Н 6/00 Стоянка для транспортных средств и способ парковки транспортных средств на стоянке [Текст] / В. С. Григорьев; Заявитель и патентообладатель Григорьев В. С.; 2016106275. Заявлено 24.02.2016, опубликовано 01.03.2017. Бюл. №7.

УДК 691.542

Сайитказыев Н. Т.

Научный руководитель: Кононова О. В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ ЗЕРНОВОГО СОСТАВА ПЕСЧАНО-ГРАВИЙНОЙ СМЕСИ НА СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННОГО БЕТОНА

***Аннотация.** Представлены результаты исследования влияния содержания гравия в песчано-гравийной смеси на формирование прочности тяжелого бетона, модифицированного добавкой GLENIUM® 323 MIX.*

***Ключевые слова:** зерновой состав, GLENIUM® 323 MIX, тяжелый бетон, песчано-гравийная смесь.*

В области производства строительных материалов поставлена задача рационального использования местных сырьевых ресурсов, поиска способов повышения качества материалов на их основе. Решение этой задачи позволит снизить стоимость строительства.

В производстве бетонов находят применение песчано-гравийные смеси. Для многих регионов они являются местным материалом. Как известно, песчано-гравийные смеси (ПГС) относят к заполнителям пониженного качества [1]. При этом стоимость песчано-гравийных смесей неизмеримо ниже стоимости привозного щебня из изверженных и метаморфических пород. Так, по данным строительного рынка в Республике Марий Эл стоимость 1 т привозного гранитного щебня сегодня составляет около 1900 руб/т [2]. Стоимость ПГС, добываемого из русла реки Волги и береговых карьеров, составляет от 350 руб/т до 600 руб/т в зависимости от качества [3]. К основным качественным показателям ПГС относят соотношение гравийной и песчаной фракций. Наибольшую стоимость имеют обогащенные песчано-гравийные смеси (ОПГС) с повышенным содержанием гравийной фракции. Более низкую стоимость имеют смеси с пониженным содержанием гравийной фракции.

Учитывая, что с увеличением содержания в ПГС песчаной фракции возрастает водоцементное отношение равноподвижных бетонных смесей, была применена высокоэффективная водоредуцирующая добавка – суперпластификатор GLENIUM® 323 MIX, содержащая повышенное количество лигносульфоната [4].

Цель исследования состояла в изучении возможности рационального использования при изготовлении бетонов песчано-гравийных смесей с пониженным содержанием гравийной фракции.

Задача исследования состояла в установлении регрессионной зависимости прочности бетона от содержания гравийной части в ПГС и содержания добавки GLENIUM® 323 MIX.

Для выполнения исследований применялась песчано-гравийная смесь с зерновым составом гравийной части, представленной смесью фракций 5/10 и 10/20 мм [1]. Модуль крупности песчаной части ПГС составлял 3,02. Составы бетона изготавливались на Горнозаводском портландцементе типа ЦЕМ I класса прочности 42,5Н.

Подбор контрольных составов бетона без суперпластификатора проводился в соответствии с методикой ГОСТ 27006-86. Приготавливались равноподвижные смеси с подвижностью 4 см. Из бетонных смесей формировались образцы кубы методом вибрации в течение 20 с на лабораторной виброплощадке с частотой вибрации 50 Гц, и амплитудой 0,35 мм.

Прочность бетона на сжатие определялась испытанием на прессе образцов размером 100×100×100 мм. Испытание образцов бетона проводили через 28 суток хранения в камере нормального твердения КНТ-0,7.

Исследования выполнялись в процессе реализации двухфакторного математического плана эксперимента. Уровни варьирования переменных факторов приведены в табл. 1.

Таблица 1. Уровни варьирования переменных факторов

Переменные факторы	Уровни варьирования факторов		
	-1	0	+1
Содержание гравия в ПГС в % по массе – x_1	35	50	65
Содержание добавки Glenium® 323 MIX, в % от массы цемента - x_2	0,2	0,6	1,0

На основании проведенного регрессионного анализа получена математическая модель зависимости прочности при сжатии бетона Y , МПа от переменных параметров. При уровне значимости 0,05 модель имеет вид:

$$Y = 26,2 + 8,2x_1 + 3,2x_2 + 5,2x_1^2$$

Анализ модели позволил получить равнопрочные составы бетонов классов В22,5 и В20 при постоянном расходе цемента 320 кг/м³ с пониженным содержанием гравия. Составы приведены в табл. 2.

Таблица 2. Расход материалов на 1 м³ бетона классов В22,5 и В20

Класс бетона	Содержание гравия в ПГС %	Гравий, кг	Песок, кг	Цемент, кг	Glenium323 mix, кг	Вода, л
В22,5	65	1300	700	320	0	170
В22,5	55	1030	970	320	3,2	140
В20	63	1260	740	320	0	175
В20	35	700	1300	320	3,2	180

Выводы

На основании проведенных исследований установлено, что за счет использования добавки GLENIUM® 323 MIX при равном расходе цемента 320 кг/м³ можно получить равнопрочные составы бетонов класса В22,5 при снижении содержания доли гравия в ПГС с 65 % до 55 %. Для

бетона класса В20 введение суперпластификатора позволяет снизить расход гравийной части в ПГС с 63 % до 35 %.

Литература

1. ГОСТ 8267-93. Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия. Введ. 01.01.1995 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// docs.cntd.ru/document/gost-8267-93](http://docs.cntd.ru/document/gost-8267-93) (дата обращения: 10.09.2017).
2. Растворо-бетонный комбинат /продукция/ инертные материалы/ Щебень гранитный [Электронный ресурс]/ РБК [Сайт/]. – Режим доступа: <https://rbk12.ru/shheben-gran-dk/> (дата обращения: 10.11.2017).
- 3 ПГС и ОПГС [Электронный ресурс] / Flagma [Сайт] /<https://yoshkarola.flagma.ru/pgs-i-opgs-o2600775.html> (дата обращения: 01.02.2018).
4. BASF. The Chemical Company/ GLENIUM® 323 MIX. Суперпластификатор для товарных бетонных смесей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://emaco26.ru/d/180619/d/glenium_323_mix.pdf/ (дата обращения: 09.01.2018).

УДК 691.32

Смирнов А. О.

Научный руководитель: Кононова О. В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РОЛЬ МИКРОКРЕМНЕЗЕМА В ФОРМИРОВАНИИ СТРУКТУРЫ БЕТОНА

Аннотация. Проанализированы особенности формирования структуры бетона с применением пылевидного отхода ферросплавного производства микрокремнезема.

Ключевые слова: бетон, минеральные добавки, микрокремнезем, структурообразование, прочность, расход цемента.

В современном строительстве бетон является важнейшим строительным материалом и останется таковым на длительную перспективу. Поиски путей резкой экономии ресурсов, прежде всего цемента, ускорения технологического процесса приготовления бетона и изготовление из него изделий высокого качества является актуальнейшей задачей.

Одним из приоритетных направлений снижения удельного расхода цемента в производстве бетона и железобетона является применение минеральных наполнителей. Эффективность этого направления многократно повышается при использовании в качестве микронаполнителей побочных продуктов промышленности.

За рубежом и у нас в стране в последнее время стали уделять особое внимание ультрадисперсному отходу ферросплавного производства – микрокремнезему, который рассматривается как возможный эффективный заменитель части цемента, а также как добавка, способствующая повышению прочности и непроницаемости бетона.

Целью исследования является обоснование возможности использования в бетоне пылевидного отхода ферросплавного производства микрокремнезема.

Первые сведения о применении микрокремнезема относятся к началу 50-х годов XX века, когда усилиями Норвежского технического университета была показана возможность и эффективность улучшения технических свойств бетонов за счет введения в их состав тонкодисперсных отходов металлургической промышленности [1].

С середины 80-х годов микрокремнезем стал применяться и в СССР. Первоначальный интерес к применению микрокремнезема в бетонах был обусловлен проблемами охраны окружающей среды и усилением контроля загрязнения атмосферы, а также необходимостью экономии энергии в промышленности строительных материалов за счет частичной замены цемента промышленными отходами [1].

Микрокремнезем представляет собой пылевидный материал, состоящий из ультрадисперсных частиц сферической формы, получаемый в процессе газоочистки печей при производстве ферросилиция и его сплавов. В процессе плавления шихты и восстановления кварца при температуре свыше 1800 °С образуется газообразный кремний, который при охлаждении и контакте с воздухом окисляется до SiO_2 , конденсируется в виде сверхмалых частиц кремнезема и улавливается фильтрами очистки печных газов металлургических заводов [1].

По гранулометрическому составу средний размер частиц микрокремнезема составляет 0,1-0,2 мкм, что в 100 раз меньше размера частиц цемента, а удельная площадь поверхности – 15-25 м²/г.

По химическому составу микрокремнезем представлен в основном аморфным диоксидом кремния SiO_2 , содержание которого обычно составляет 85-95%. [1].

Значительная удельная поверхность в сочетании с аморфной структурой частиц микрокремнезема обуславливают высокие пуццолановые

свойства и позитивное влияние добавки на свойства бетона, которое проявляется в микронаполняющем и пуццолановом эффектах.

Микронаполняющий эффект, связанный, в основном, с высокодисперсным размером частиц минеральных добавок, оказывает существенное влияние на поведение цементной системы на ранней стадии структурообразования. Особенности системы с микрокремнеземом связаны с заполнением ультрадисперсными частицами пространства между грубодисперсными частицами цемента и образованием многочисленных коагуляционных контактов между частицами твердой фазы. Эти обстоятельства, так же, как и уменьшение объема свободной воды в системе, повышают вязкость, пластическую прочность, а также нерасслаиваемость и тиксотропность смесей. Кроме того, микронаполняющий эффект может благоприятно влиять на формирование структуры на поздней, кристаллизационной стадии, благодаря заполнению пор в структуре твердеющего камня и повышению его плотности [2; 3].

Пуццолановая активность минеральной добавки связана, прежде всего, с химико-минералогическим составом и выражается во взаимодействии гидроксида кальция, выделяющемся при гидратации цемента, с активным кремнеземом добавки. Образование при этом прочных и устойчивых низкоосновных гидросиликатов кальция взамен Ca(OH)_2 приводит к улучшению свойств цементного камня. Уменьшается размер пор вследствие трансформации части капилляров в гелевые поры. Это наряду с прочностным эффектом существенно снижает проницаемость, повышает стойкость к агрессивным средам, приводит к росту долговечности бетона [2; 3].

Однако применение микрокремнезема, ввиду его высокой удельной поверхности, приводит к значительному росту водопотребности бетонной смеси. В условиях равноподвижности бетонных смесей использование микрокремнезема дает незначительный прочностной эффект и является неэффективным [4].

Наиболее рациональным способом повышения эффективности высокодисперсных минеральных добавок является их совместное применение с суперпластификаторами, позволяющими снизить водопотребность бетонных смесей до 30% [4].

Установлено, что совместное применение микрокремнезема и суперпластификатора в рациональных пропорциях позволяет повысить марочную прочность бетона до 50% по сравнению с контрольным составом без добавок. Результаты исследований показали реальную возможность экономии до 40% цемента без снижения прочности бетона [4].

Таким образом, применение микрокремнезема позволяет существенно повысить эксплуатационные характеристики бетонных смесей, а

также получить значительный экономический и экологический эффект за счет снижения расхода цемента при одновременной утилизации побочных продуктов промышленности.

Литература

1. Батраков, В. Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика / В. Г. Батраков. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Технопроект, 1998. – 768 с.
2. Каприелов, С. С. Модифицированные бетоны нового поколения: реальность и перспектива / С. С. Каприелов, В. Г. Батраков, А. В. Шейнфельд // Бетон и железобетон. – № 6. – 1999. – С. 6-10.
3. Зоткин, А. Г. Бетоны с эффективными добавками / А. Г. Зоткин. – М.: Инфра-Инженерия, 2014. – 160 с.
4. Кононова, О. В. Исследование особенностей формирования прочности квазисамоуплотняющегося бетона с микрокремнеземом / О. В. Кононова, А. О. Смирнов // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 9-2. – С. 327-331.

УДК 666.97

Смоленцев А. С., Суворов И. С.

Научный руководитель: Кононова О. В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ ПОЛИПЛАСТ-БФ НА СВОЙСТВА КЕРАМЗИТОБЕТОНА БЕЗОПАЛУБОЧНОГО ФОРМОВАНИЯ

Аннотация. *Исследовано влияния добавки Полипласт-БФ на свойства керамзитобетона для изготовления стеновых пустотных перегородочных панелей методом непрерывного безопалубочного формования.*

Ключевые слова: *Полипласт-БФ, керамзитобетон, пустотная панель, безопалубочное формование.*

Перед строителями стоит задача создания комфортного, качественного, безопасного жилья при экономии денежных средств. Эту задачу можно решить за счет рационального использования местных сырьевых ресурсов. В части производства легких бетонов на пористых заполнителях это выражается в расширении производства бетонов на основе местных природных и искусственных заполнителей. К числу таковых следует отнести керамзит и местные природные кварцевые пески [1].

Цель исследования состояла в оценке эффективности добавки, повышающей связующую способность, на свойства керамзитобетона для изготовления пустотных перегородочных панелей безопалубочного формования.

Технология непрерывного формования отличается высокой производительностью и индустриальностью производства. Данная технология формования характерна высокой степенью уплотнения бетонной смеси, что дает возможность значительно уменьшать расход цемента. В то же время высокое уплотнение и минимальное количество цементного теста требует особенно тщательного подбора фракционного состава песка и щебня, а также использования высококачественного цемента класса не менее 42,5 [1].

Для получения желаемого результата требуется управление свойствами керамзитобетонных смесей на стадии формования и твердения. Наиболее важным свойством керамзитобетонной смеси являются удобоукладываемость или формуемость, т. е. способность смеси принимать заданную форму, сохраняя при этом монолитность и однородность. Удобоукладываемость определяется подвижностью бетонной смеси в момент заполнения формы и связующей способностью, т. е. способностью деформироваться без разрыва сплошности [2]. Основное влияние на эти свойства будут оказывать количество и качество цементного теста, так как именно цементное тесто, являясь дисперсной системой, имеет высокоразвитую поверхность раздела твердой и жидкой фаз, что способствует развитию сил молекулярного сцепления и повышению связности системы [3]. При безопалубочном формовании необходимо обеспечить сохранность формы изделий до схватывания.

В качестве добавки, улучшающей связующую способность керамзитобетонной смеси, применена добавка отечественного производства Полипласт БФ, предназначенная для формования жестких бетонных смесей [4]. Исследовано влияние содержания добавки Полипласт БФ от 0 до 0,4% от массы цемента на величину контракции цементного теста в первые часы твердения. Результаты приведены на рис. 1.

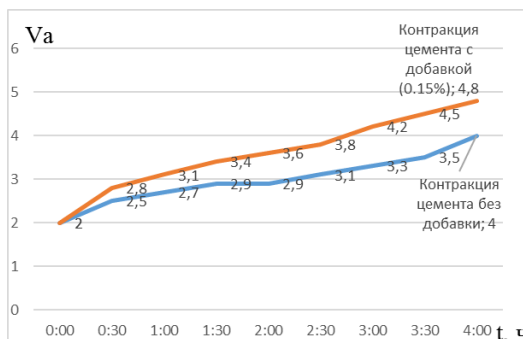


Рис. 1. Контракция цемента при различном содержании добавки Полипласт БФ

Анализ рис. 1 показывает, что введение добавки Полипласт БФ увеличивает абсолютную контракцию цементного теста, что говорит об ускорении гидратации цемента. На рис. 2 приведены результаты исследования влияния содержания добавки на прочность керамзитобетона.

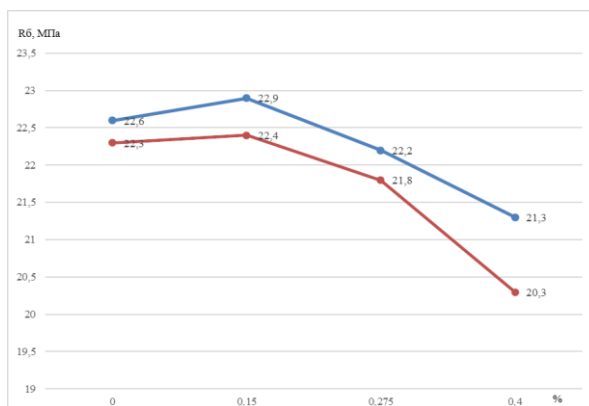


Рис. 2. Прочность керамзитобетона при различном содержании добавки Полипласт БФ

Наилучший результат по прочности был получен при содержании добавки Полипласт БФ в количестве 0,15% от массы цемента. Введение добавки в большем количестве существенно снижает прочность керамзитобетона.

Литература

1. Копша, С. П. Технология безопалубочного формования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tehnobeton.ru/pdf/2013-11/29-33.pdf>/ 2013/ (дата обращения: 23.03.2018).
2. Баженов, Ю. М. Технология бетона: учебное пособие для технологических специальностей строительных вузов / Ю. М. Баженов. – М.: Высшая школа, 1987. – 415 с.
3. Горчаков, Г. И. Строительные материалы: учебник для вузов / Г. И. Горчаков, Ю. М. Баженов. – М.: Стройиздат, 1986. – 688 с.
4. Исследование влияния комплекса модификаторов на кинетику твердения бетонов / С. Н. Анисимов, О. В. Кононова, А. Ю. Лешканов и др. // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.science-education.ru/118-14082 / (дата обращения: 19.09.2014).

УДК 539.376

Федина В. А.

Научный руководитель: Гудкова С. А., доцент

Поволжский государственный технологический университет

ВАРИАНТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГИБКОЙ ПЛАНИРОВКИ МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Аннотация. Работа основана на исследовании планировочных решений поликлиник, итогом которой является разработка современного моделируемого планировочного решения здравоохранительных учреждений.

Ключевые слова: медицинские учреждения, трансформируемые перегородки, планировочное решение.

Актуальность работы заключена в отсутствии новых подходов в организации архитектурно-планировочных решений здравоохранительных учреждений во время неизбежного развития системы здравоохранения.

Целью этой работы является внедрение новых технологий, позволяющих без лишних затрат, легко и просто деформировать внутреннюю планировку поликлиник, – это позволит увеличить или уменьшить объемы помещений, а также создать новые пространственные ячейки. Итогом является адаптация к любым необходимым деформациям.

Для скорейшего выздоровления человека необходимо, чтобы система здравоохранения работала бесперебойно. Объединение новых медицинских технологий и планировки здравоохранительного учреждения имеют тесную связь друг с другом.

В настоящее время идут постоянные изменения в принципах и методах лечения людей, создается новое медицинское оборудование, предотвращающее, лечащее болезни людей. Эти аппараты следует размещать в кабинетах, в связи с этим требуется постоянное изменение площадей кабинетов. Способы лечения, а также медицинские аппараты устаревают и заменяются на новые каждые 5-10 лет, это происходит быстрее, чем в других социальных сферах. К этому моменту планы объектов уже устаревают и становятся неподходящими из-за жесткости и замкнутости планировочных решений медицинских учреждений. Поэтому необходимо ввести более гибкую и свободную планировочную структуру здравоохранительных учреждений.

В настоящее время гибкость планировки можно достигнуть с помощью трансформируемых перегородок. Трансформация (от лат. *transformatio* – превращение) – преобразование, изменение вида, формы, существенных свойств чего-либо [1].

Рассмотрим несколько вариантов механических трансформируемых перегородок.

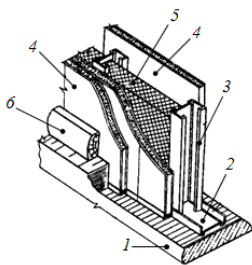


Рис. 1. Конструкция сборно-разборной перегородки из листовых материалов на металлическом каркасе из гнутых профилей: 1 – выравнивающая стяжка из цементно-песчаного раствора по перекрытию здания или полу по грунту; 2 – металлическая направляющая; 3 – металлическая стойка; 4 – обшивка (гипсокартонные листы); 5 – звукопоглощающий материал; 6 – плинтус

Первым вариантом рассмотрим сборно-разборные перегородки, собираемые из готовых материалов, они легко демонтируются и заново собираются. Такие перегородки выполняются каркасными, с обшивкой листовыми материалами (рис. 1).

При демонтаже остаются видимые следы от крепежных элементов, их устраняют при помощи простых косметических операций. Звукоизоляция достигается за счет заложения в каркас перегородки минераловатных материалов плитного или рулонного типа. Такие перегородки полностью отвечают требованиям по прочности, звукоизоляции, устойчивости.

Вторым вариантом является трансформирующиеся гармончатые перегородки, их делают жесткими и мягкими. Такие перегородки состоят из стоек, которые скрепляются металлическими связями, устраиваемых в два ряда по высоте и соединенных вертикальной пластиной для синхронной работы. Также обшиваются листовыми материалами. Звукоизолирующие материалы также закладываются внутрь перегородки (рис. 2 а, б).

Следующий вариант – прямораздвижные перегородки. Это уже цельные панели перегородок, перемещение которых происходит за счет направляющих, устроенных вверх (потолок) и вниз (пол) помещения, движение происходит благодаря роликам, закрепленным сверху и снизу перегородки. Для повышения акустических качеств по периметру перегородки устанавливают уплотнители, а роликовая подвеска выполняется на шарикоподшипниках или синтетических шинах (рис. 2 в).

Последним вариантом являются шарнирно-складывающиеся перегородки, которые состоят из набора панелей (створок), в свою очередь они соединены петлями и складываются, разворачиваясь по вертикальной оси при движении ролика по направляющей.

В таких перегородках несущий механизм размещается наверху (под потолком) или внизу (на полу) (рис. 2 г).

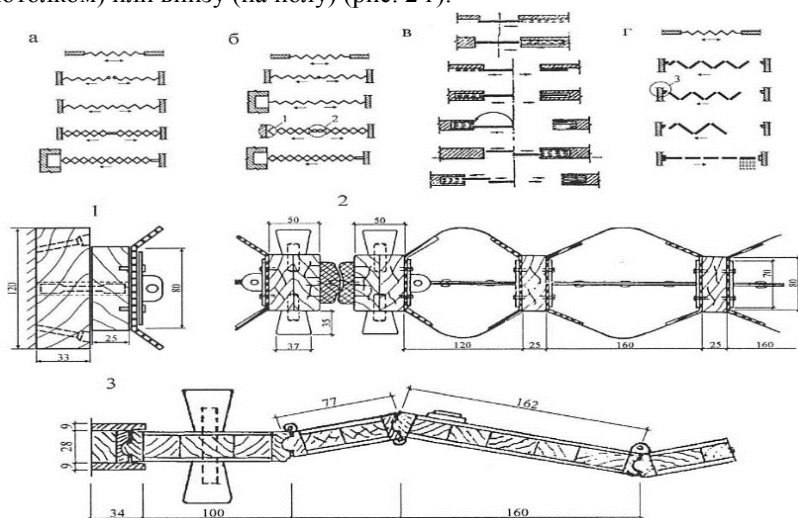


Рис. 2. Трансформируемые перегородки: а – гармончатые жесткие; б – гармончатые мягкие; в – прямораздвижные; г – шарнирноскладывающиеся

Благодаря использованию этих вариантов перегородок качественно изменится степень обслуживания населения, что приведет к повышению уровня здоровья населения. Имея гибкую планировочную систему, реконструкция и перепланировка помещений медицинских учреждений будет проходить легко.

Таким образом, был представлен ряд практичных вариантов, позволяющих трансформацию объемно-пространственной структуры помещений, что увеличивает многофункциональность медицинских учреждений без капитального ремонта и лишних затрат.

Литература

1. Ефремова, Т. Ф. Новый словарь русского языка. Толково словообразовательный. – М.: Русский язык, 2000. – 1233 с.
2. Данилова, О. Н. Архитектоника объемных форм: учебное пособие / О. Н. Данилова, И. А. Шеромова, А. А. Еремина. – Владивосток: ВГУЭС, 2005. – 100 с.
3. Чеберева, О. Н. Принципы архитектурной модернизации комплексов медицинских соматических стационаров на примере городских больниц Нижнего Новгорода: дис. канд. архит. – Н. Новгород: Академия, 2009. – 210 с.
4. Шаповалова, В. Ф. Принцип упреждающих реконструкций в архитектуре лечебного комплекса: дис. канд. архит. – Л.: Академия, 1973. – 180 с.
5. Пособие по проектированию учреждений здравоохранения (к СНиП 2.08.02-89). Введ. 1990.05.25. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 54 с.

УДК 691.542

Челомбитько А. А.

Научный руководитель: Кононова О. В., канд. техн. наук., доцент
Поволжский государственный технологический университет

КЛАДОЧНЫЙ РАСТВОР, МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ДОБАВКОЙ БЕСТ-СПл

***Аннотация.** Представлены результаты исследования влияния суперпластификатора БЕСТ-СПл на свойства кладочного раствора.*

***Ключевые слова:** суперпластификатор БЕСТ-СПл, мелкозернистый песок, кладочный раствор.*

Снижению стоимости строительства способствует комплексное использование местных материалов. В связи с этим сегодня востребованы

проектные решения зданий, предусматривающие возведение стен из местного кирпича. Соответственно, востребовано и производство кладочного раствора на местном сырье. На основании приведенных данных актуальна проблема разработки экономичных составов кладочных растворов на основе местных мелкозернистых песков и новых отечественных химических модификаторов [1; 2].

Цель исследования состояла в изучении влияния отечественного пластификатора БЕСТ-СПл производства ООО «ИнТех» г. Новочебоксарск на формирование прочности кладочных растворов, приготовленных на основе местного природного мелкозернистого песка.

Для выполнения исследований применялся портландцемент типа ЦЕМ I класса прочности 42,5Н Горнозаводского цементного завода [3]. Равноподвижные составы цементно-песчаных строительных растворов с глубиной погружения конуса 9 см для каменной кладки приготавливались на местном природном мелкозернистом кварцевом песке с модулем крупности 1,96.

Прочность строительного раствора в возрасте 28 суток устанавливалась испытанием на прессе образцов размером 70,7×70,7×70,7 мм. Исследования выполнялись в процессе реализации двухфакторного математического плана эксперимента [4]. Уровни варьирования переменных факторов приведены в таблице.

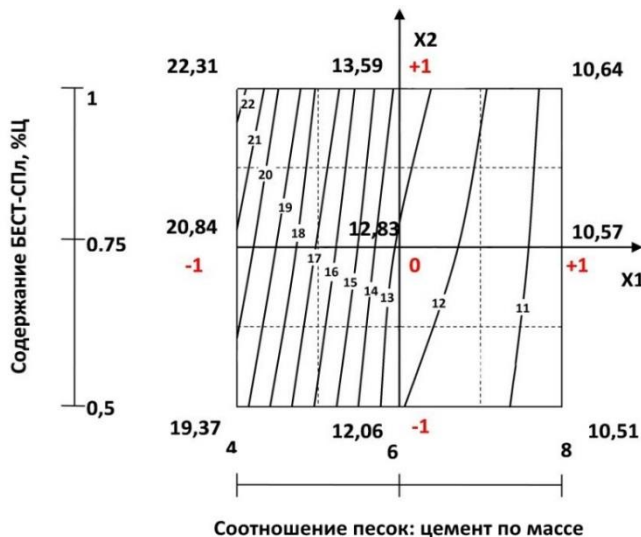
Уровни варьирования переменных факторов

Переменные факторы	Уровни варьирования факторов		
	-1	0	+1
Соотношение по массе песок: цемент, x_1	4:1	6:1	8:1
Содержание добавки БЕСТ-СПл, % от массы цемента, x_2	0,5	0,75	1,0

На основании проведенного регрессионного анализа получена математическая модель зависимости прочности при сжатии Y , МПа от переменных параметров. При доверительной вероятности 95 % модель имеет вид:

$$Y = 12,83 - 5,13X_1 + 0,77X_2 + 2,88X_{12} - 0,7X_1X_2.$$

На рисунке представлен геометрический образ модели прочности при сжатии модифицированного раствора в возрасте 28 суток.



Зависимость прочности при сжатии кладочного раствора (МПа) в координатах:
 x_1 – соотношение песок: цемент по массе;
 x_2 – содержание добавки БЕСТ-СПл, в % от массы цемента

Анализ результатов исследования показывает, что прочность при сжатии образцов кладочного раствора для составов с соотношением *песок: цемент* = 4:1 в возрасте 28 суток в сравнении с контрольными составами повышается на 37 % при содержании добавки БЕСТ-СПл 0,5 % от массы цемента. При содержании добавки БЕСТ-СПл 1 % от массы цемента прочность кладочного раствора повышается на 60%.

Для состава с соотношением Песок: Цемент = 6:1 введение 0,75 % пластификатора БЕСТ-СПл прочность раствора повышается с марки М100 до марки М125.

Выводы

Исследования позволили выявить разную степень эффективности применения пластифицирующей добавки БЕСТ-СПл в составах кладочных растворов в зависимости от соотношения *песок: цемент*.

Для более низких марок кладочного раствора в сравнении с высокими марками эффективность использования добавки БЕСТ-СПл понижается, что объясняется снижением общего количества вводимой добавки.

Полученные результаты показывают, что при сохранении прочности кладочного раствора на уровне марки М125 и выше существует реальная возможность экономии цемента.

Литература

1. Ласман, И. А. Эффективность применения пластифицирующих добавок при производстве бетонных смесей и бетонов / И. А. Ласман, С. В. Васюнина, А. В. Дунин // Технологии бетонов. – 2012. – № 1-2. – С. 16-17.
2. Пластификаторы кладочного раствора [Электронный ресурс] // Build-Chemi.ru. Смесей растворные кладочные: [сайт]. – Режим доступа: http://www.build-chemi.ru/plastifikatory-kladochного-rastvora-articles_558.html. (Дата обращения: 21.09.2017).
3. ГОСТ 31108-2016 Цементы общестроительные. Технические условия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ocs.cntd.ru/document/1200140199>. (дата обращения: 20.09.2017).
4. Вознесенский, В. А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях / В. А. Вознесенский. – М.: Финансы и статистика, 1981. – 263 с.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Актуганов О. А., IV, 18
Александров С. Е., IV, 5
Ахметзянова Д. Р., IV, 7
- Барбаков С. И., IV, 117
Белоусов Н. М., IV, 10
Белоусова А. А., IV, 13
Бирюков М. А., IV, 120
Борзенкова Ю. В., IV, 15
Бочарова Э. А., IV, 75
Бочков В. А., IV, 18
Бурячок А. Ю., IV, 20
- Валеева М. Е., IV, 121
Васенцова М. А., IV, 78
Васильева М. В., IV, 123
Васильева О. С., IV, 23
Веретенцев А. А., IV, 126
Волкова М. Ю., IV, 26
- Габдуллин М. Р., IV, 34
Гайнуллин Н. Н., IV, 81
Гибдуллин М. Р., IV, 61
Гизатуллина Г. А., IV, 29
Гребнев С. А., IV, 32
Гусев М. Н., IV, 129
- Домрачев В. А., IV, 132
- Ерошкина Е. Ю., IV, 83
- Жукова М. В., IV, 134
- Зайцев Д. С., IV, 34
Зайцева Е. В., IV, 85
- Иванова К. В., IV, 137
- Киреева Т. А., IV, 88
Китаева А. А., IV, 37
- Комиссаров А. С., IV, 140
Корчагин А. А., IV, 40
- Лешканов А. Ю., IV, 143
- Макарова В. Б., IV, 43
Матвеев Д. А., IV, 46
Михайлов Р. В., IV, 146
- Насибуллин Т. М., IV, 149
Николаева А. Р., IV, 91, 93
Новик А. А., IV, 47
- Оленёва А. Л., IV, 50
Отмахов А. Л., IV, 152
- Пачков Д. С., IV, 53
Пегенеев В. В., IV, 154, 157
Погодина Е. О., IV, 56
- Разинов Д. В., IV, 160
- Сабиров Л. Р., IV, 163
Садиков И. Г., IV, 167
Сайитказыев Н. Т., IV, 169
Салахов Р. Д., IV, 163
Салдеева М. А., IV, 96
Семёнкин Е. В., IV, 59
Сидлерова О. О., IV, 99
Смирнов А. О., IV, 172
Смоленцев А. С., IV, 175
Суворов И. С., IV, 175
Сырги А. В., IV, 103
- Титов Б. А., IV, 61
Тореев А. М., IV, 64
Тутаев С. В., IV, 66
- Федина В. А., IV, 178
Филимонова А. А., IV, 105

Хабибуллина Р. М., IV, 69
Худякова Е. С., IV, 108

Челомбитько А. А., IV, 181
Черникова В. В., IV, 15

Шалаева М. Г., IV, 111, 114
Ширинов А. А., IV, 72

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Предисловие</i>	3
Секция «Исследование, расчет и проектирование конструкций зданий и сооружений»	5
Секция «Исследования в архитектурном проектировании»	75
Секция «Современные материалы и технологии в строительном комплексе»	117
<i>Авторский указатель</i>	184

Научное издание

НАУЧНОМУ ПРОГРЕССУ – ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЫХ

Материалы
XIII Международной молодежной научной конференции
по естественнонаучным и техническим дисциплинам

В 4 частях

Часть 4

Отв. за выпуск *Э.В. Унженина*

Компьютерная верстка *Э. В. Унжениной*

Подписано в печать 07.08.18. Формат 60х90^{1/16}.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 10,93. Тираж 150 экз. Заказ № 3713

Отпечатано с готового оригинал-макета в ООО «Вертола»
424030, Республики Марий Эл, г. Йошкар-Ола,
ул. Льва Толстого, д. 45.