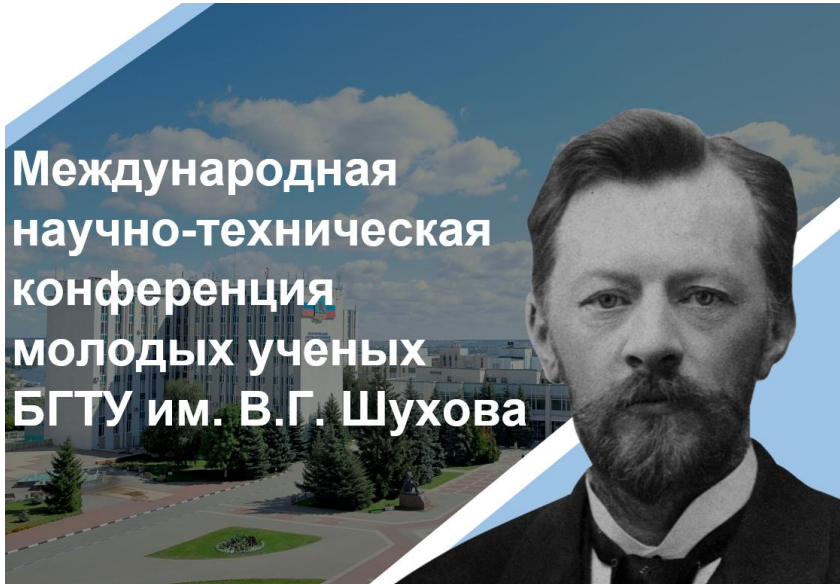


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Российская академия наук  
Российская академия архитектуры и строительных наук  
Администрация Белгородской области  
ФГБОУ ВО Белгородский государственный технологический  
университет им. В.Г. Шухова  
Международное общественное движение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



**Международная  
научно-техническая  
конференция  
молодых ученых  
БГТУ им. В.Г. Шухова**

**Сборник докладов**

**Часть 6**

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

**Белгород  
20-21 мая 2024 г.**

УДК 005.745  
ББК 72.5+74.48  
М 43

**Международная научно-техническая конференция  
молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова  
[Электронный ресурс]:**  
М 43  
Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2024. – Ч. 6. – 214 с.

ISBN 978-5-361-01330-2

В сборнике опубликованы доклады студентов, аспирантов и молодых ученых, представленные по результатам проведения Международной научно-технической конференции молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова.

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

УДК 005.745  
ББК 72.5+74.48

**ISBN 978-5-361-01330-2**

©Белгородский государственный  
технологический университет  
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2024

*Амелин П.А., Аноприенко Д.С.*

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

## **ИСПЫТАНИЕ ОДНОНАПРАВЛЕННЫХ ТКАНЫХ ПОЛОС ИЗ УГЛЕПЛАСТИКА**

На сегодняшний день одной из наиболее перспективных областей в строительной отрасли является направление усиления конструкций, в частности – усиление композитными материалами. Главная задача композитного усиления – улучшить несущую способность конструкции без существенного увеличения ее массы. Достигается это путем наложения слоев композитных материалов на поверхность конструкции. Композитные материалы, такие как углепластиковое волокно, обладают высокой прочностью и жесткостью, устойчивостью к воздействиям агрессивных сред, малым весом и широким спектром применения. Актуальность этого метода заключается в том, что он позволяет экономить ресурсы за счет отсутствия необходимости демонтажа или замены поврежденной конструкции; повышает надежность конструкции за счет высоких прочностных характеристик композитного материала; экологически безопасен и не создает отходов, которые негативно влияют на окружающую среду.

Усиленная железобетонная конструкция представляет собой систему, где упругий элемент соединяется с железобетонной конструкцией с помощью клеевого состава, обладающего неупругими свойствами. Надежность всей конструкции зависит от сцепления композитного материала с бетоном [1].

Композитный материал – продукт, полученный путем объединения двух или более компонентов для создания нового материала с уникальными характеристиками. Существуют различные типы составляющих композитного материала, однако обычно они классифицируются на две основные группы: матрицу (или связующее) и наполнитель.

Матрица служит основой композитного материала, связывая все компоненты вместе. Она определяет многие свойства материала, включая его прочность, термостойкость, электропроводность и т. д. В качестве матрицы могут использоваться различные материалы, такие как полимеры (например, эпоксидные смолы), металлы (например, алюминий) или керамика. Наполнитель – это второй компонент

композитного материала, который добавляется в матрицу для улучшения ее свойств. Наполнитель может быть органическим (углеродное волокно, стекловолокно, кевлар) или неорганическим (керамика, металл). Он придает материалу дополнительную прочность, жесткость, термическую стабильность и другие полезные характеристики [2].

Важно отметить, что соотношение матрицы и наполнителя в композитном материале может существенно влиять на его свойства. Например, увеличение доли наполнителя обычно ведет к увеличению прочности материала, но при этом он становится более хрупким. Поэтому выбор правильного соотношения между матрицей и наполнителем крайне важен для достижения необходимых свойств композитного материала.

С целью определения физико-механических характеристик композитного материала в сравнении с значениями производителя были проведены экспериментальные исследования прочностных и деформационных характеристик углепластикового волокна (рис. 1). Испытания проводились согласно ГОСТ Р 58709-2019 «Углеволокно. Методы испытаний» [3].



Рис. 1 Испытание углепластикового волокна

Для оценки прочностных и деформационных характеристик проведены испытания двух серий из трех образцов. Образцы представляют собой волокна длиной 200 мм с содержанием связующего

не менее 36%. Концы каждого образца из углепластика закрепляются путем наклеивания пластинок размером 50 на 20 мм клеем ЭД-20. После набора прочности клея концы образца закрепляются в испытательной машине и испытывают образец со скоростью активного захвата в 1 мм/сек до полного разрушения [4, 5].

Далее определялись прочностные характеристики образцов. Прочность углеродного волокна при растяжении определяют по формуле (1) [6, 7]:

$$\sigma = \frac{P_p}{S}, \quad (1)$$

где  $P_p$  – разрушающая нагрузка, Н;  $S$  – суммарная площадь пучка моноволокон, которую рассчитывают делением линейной плотности нити на плотность углеродного волокна, см<sup>2</sup>.

Модуль упругости углеродного волокна при растяжении определяется по формуле (2):

$$E_B = \frac{(P_2 - P_1)}{(\epsilon_2 - \epsilon_1)} * \frac{1}{S} * \frac{1}{10}, \quad (2)$$

где,  $E_B$  – модуль упругости волокна, ГПа;  $P_1, P_2$  – изменение нагрузки на разных участках, Н;  $\epsilon_2$  – удлинение, %.

Относительное удлинение рассчитывают по формуле (3):

$$\epsilon = \frac{\sigma}{E_B} * \frac{1}{10}, \quad (3)$$

Для определения прочностных характеристик материала применялись манометры, часы, весы, микрометр и штангенциркуль. В эксперименте были испытаны образцы полос ламелей, состоящих из однонаправленной ткани SikaWrap – 230 C (углеродное волокно шириной 20 мм и длиной 500 мм), и пропитанных эпоксидным клеем Fibarm Resin 530+, согласно ГОСТ Р 57407-2017. В табл. 1 и табл. 2 приведены физико-механических характеристик углеткани и эпоксидного клея [8, 9].

Таблица 1 -Физико-механические характеристики SikaWrap C 230

$E_f$ , ГПа	$\sigma_f$ , МПа	$\epsilon_u$ , %
192,88	3450,7	1,87

Таблица 2 - Физико-механические характеристики Fibarm Resin 530+

Динамическая вязкость по Брукфильду (LVT), на момент выпуска, при (25 ±0,5)°С - при 20 об/мин	Компонент А 4000-6000	Компонент Б 20-50
Плотность смеси компонентов А+Б при температуре (20±2)°С, г/см <sup>3</sup> , не более	1.2	

Время жизнеспособности при температуре (20±2)°С, мин, не менее	50
Прочность сцепления (адгезия к бетону В50), МПа, не менее	2,0 (разрушение по бетону)

В ходе проведения эксперимента были получены данные о нагрузке и относительной деформации образцов углеволокна, представленные на рис. 2.

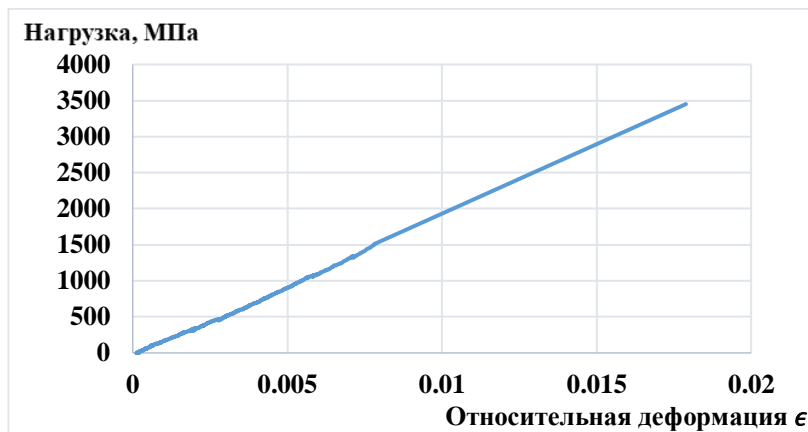


Рис. 2 Диаграмма  $\sigma$ - $\epsilon$  углепластиковых образцов SikaWrap C 230

По результатам экспериментальных исследований установлено, что разрушающая нагрузка на стенде для углеволокна оказалась 3450,7 МПа. По результатам испытаний можно сделать вывод, что сам материал работает упруго до разрушения [10, 11]. Разрушается композитный материал с образованием нескольких продольных трещин (рис. 3). В результате эксперимента получились следующие данные: прочность углеродного волокна – 3450,7 МПа; модуль упругости углеродного волокна при растяжении – 192,88 ГПа; относительное удлинение – 1,87%. Если сравнивать полученные значения с данными, которые описаны в техническом описании продукта, то прочность на растяжение углеволокна в эксперименте ниже на 1,4%, модуль упругости ниже на 12,3%, а относительное удлинение при разрыве выше на 17,6%.



Рис. 3 Разрыв волокон на испытательном стенде

В работе изучена методика испытания углетканых композитов и проведено экспериментальное изучение прочностных характеристик материала. Данный эксперимент был проведен для определения точных характеристик композитного материала в сравнении с представленными показателями производителем. Было выявлено, что ряд прочностных характеристик показали результат меньше заявленных в технической документации.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Адамов А.А., Лаптев М.Ю., Горшкова Е.Г. Анализ отечественной и зарубежной нормативной базы по механическим испытаниям полимерных композиционных материалов // Конструкции из композиционных материалов. – 2012. – № 3. – С. 72–77
2. ГОСТ Р 57407-2017 "Волокна углеродные. Общие технические требования и методы испытаний" (утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 6 марта 2017 г. N 101-ст).
3. СП 164.1325800.2014 Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. М.: ЦНИИСК, 2014. 50 с
4. Гарнопольский Ю.М., Кинцис Т.Я. Методы статических испытаний армированных пластиков. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, – 1981. – 272 с.
5. Чжан Ц. Математические модели в теории композитных материалов // В сборнике: Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. – Белгород, – 2019. – С. 1362-1366.
6. Есипов С.М. Анализ методик проектирования усиления железобетонных конструкций композитными материалами / С.М. Есипов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2015. – №6. – С. 114 – 118.
7. Есипов С.М. Влияние скорости и режима нагружения на прочность и жесткость армированных углепластиков / С.М. Есипов,

С.И. Меркулов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2017. – №1. – С. 52-56.

8. Есипов С.М. Исследование изменения прочности углеволоконного композита на растяжение при вариации количества слоев волокна / С.М. Есипов, Д.В. Гридякина // В сборнике: Наука и инновации в строительстве (к 45-летию кафедры строительства и городского хозяйства) : сборник докладов международной научно-практической конференции : в 2 т.. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова. – 2017. – С. 46-50.

9. Шершак П.В., Рябовол Д.Ю. Стандарты по динамическим механическим испытаниям пластмасс и полимерных композитных материалов // Авиационная промышленность. – 2017. – № 4. – С. 48–52.

10. Соколкин Ю. В., Вотинов А. М., Ташкинов А. А.. Технология и проектирование углерод-углеродных композитов и конструкций / Москва : Наука : Изд. фирма "Физ.-мат. лит.". 1996. – 238

11. Meier U. Strengthening of structures using carbon fibre/epoxy composites // Construction and building materials. – 1995. – Т. 9. – №. 6. – P. 341-351.

**УДК 693.554.1**

***Богачев Д.А.***

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

## **ТИПИЧНЫЕ ОШИБКИ АРМИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ, УСТАНОВКИ ЗАКЛАДНЫХ ДЕТАЛЕЙ И СВЯЗАННЫЕ С ЭТИМ РИСКИ**

Конструкция железобетонных элементов является неотъемлемой частью многих строительных проектов, но даже опытные специалисты иногда подвержены типичным ошибкам, которые могут привести к серьезным последствиям. В этой статье мы рассмотрим основные проблемы, связанные с армированием железобетонных конструкций, установкой закладных деталей и соответствующие риски, а также предложим методы их предотвращения [1].

Основные принципы использования бетона в строительстве были разработаны ещё в эпоху Древнего Рима. Однако истинно революционный метод создания высокоэффективного конструкционного материала на основе бетона был открыт значительно позже, в 19 веке. Именно в это время начались первые эксперименты с



армированием бетона стальными элементами. Идея работы железобетона производится из простоты и гениальности: два его основных компонента работают в оптимальном сочетании. Бетон, искусственный камень, лучше всего воспринимает сжимающие усилия, в то время как стальная арматура разных типов эффективно сопротивляется растягивающим нагрузкам, которые бетон может плохо выдерживать. За десятилетия создания и использования железобетона были установлены его основные характеристики и способы применения.

Процесс разработки железобетонных конструкций включает в себя значительную вычислительную составляющую, где определяется оптимальное количество и расположение арматуры, а также выбирается подходящая марка и тип бетонной смеси [2].

Однако поиск наилучших решений в этой области непрерывен. В фокусе внимания находится широкий спектр проблем, включая:

- Создание новых бетонных смесей с уникальными свойствами;
- Разработка и внедрение более эффективных типов арматуры, таких как проволока или предварительно напряженные конструкции;
- Исследование новых технологий производства и инновационных конструкций с уникальными параметрами;
- Расширение ассортимента типовых и серийных изделий для повышения их разнообразия и универсальности.

Производство железобетонных конструкций осуществляется в двух основных формах: массовое производство серийных и некоторых индивидуальных элементов на заводах, а также возведение монолитных структур на месте строительства.

В процессе изготовления железобетонных конструкций следуют следующие основные этапы:

- 1.Создание опалубки на стройплощадке или подготовка формы на производственном предприятии;
- 2.Монтаж арматурного каркаса внутри опалубки или формы;
- 3.Приготовление бетонной смеси или доставка готового бетона на место и его укладка в опалубку или форму;
- 4.Обработка бетона, включая вибрирование, центрифугирование и выравнивание верхней поверхности;
- 5.Твердение и приобретение прочности, чаще всего методом пропаривания в заводских условиях или естественным образом на стройплощадке;
- 6.Контроль качества, чтобы гарантировать соответствие стандартам и требованиям проекта.

Сооружение опалубки играет ключевую роль в последовательности этих операций, поскольку от нее зависит точность геометрии конструкции и качество бетона. Важным этапом является также создание арматурного каркаса, который в условиях стройки часто выполняется вручную [3].

Одним из ключевых этапов создания железобетонных конструкций является вязка каркаса. Фактически, большинство элементов армирования железобетонных структур и изделий соединяются путем скрепления арматурных прутьев специальной связкой из тонкой мягкой проволоки [4]. В составе проекта железобетонной конструкции, который регламентируется нормативами, присутствуют следующие обязательные компоненты:

- Спецификация арматурных стержней, представляющая исчерпывающий список стальных деталей, необходимых для объекта;

- Чертежи различной степени детализации, определяющие местоположение каждого арматурного прута;

- Руководство о размещении арматурного каркаса в опалубке, устанавливающее параметры защитного слоя;

- Данные для изготовления и установки закладных деталей.

Однако качество материалов проекта - лишь один из важных аспектов успешного и рационального процесса создания железобетонных конструкций. Решающую роль играет компетентность исполнителей и их руководителей. Действительно, ошибки исполнителей в процессе создания арматурного каркаса чаще встречаются, чем ошибки в проектировании. Основная причина таких ошибок заключается в недостаточном опыте и квалификации среди строителей, а также в отсутствии компетентного руководства.

Изъяны на этапе создания железобетонных конструкций, связанные с изготовлением арматурного каркаса, включают в себя:

- Недостаточно прочный каркас, который может изменять свою геометрию под действием укладываемого и уплотняемого бетона;

- Ошибки в размере защитного слоя;

- Самовольное увеличение параметров армирования для дополнительного, не предусмотренного проектом, усиления;

- Неправильное размещение основных рабочих стержней. В 1980-е годы в практику строительства была внедрена упрощенная схема соединения стропильных конструкций с колоннами по одобрению Госстроя СССР. Эта схема отказывалась от использования центрирующих прокладок и анкерных болтов в колоннах, вместо этого опорные закладные детали балок и ферм начали привариваться непосредственно к закладным деталям колонн. Однако такая схема

приводила к частичному защемлению стропильных конструкций на опорах, что вызывало возникновение опорного момента отрицательного знака. В совокупности с давлением крайних ребер плит покрытия это и приводит к образованию незначительных трещин, начинающихся с верхней грани (Рис.1). Однако, если опорные участки балок или ферм выполнены с дефектом (верхняя арматура S' не доведена до торцов), то трещины приобретают опасное развитие, чреватое обрушением крайних плит;

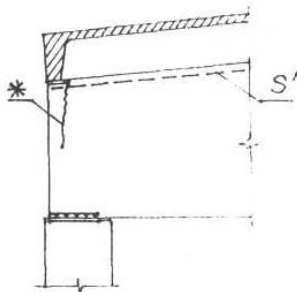


Рис. 1 Схема образования вертикальных трещин вблизи торцов балок или ферм, где \* – трещина, S' – верхняя арматура.

- Неправильное изготовление типовых деталей каркаса, которые не были уточнены в проекте, например, отгибы и хомуты круглой гладкой арматуры;

- Ошибки в марке или классе прочности используемой арматуры.

Основными источниками таких нарушений и ошибок чаще всего являются самодельные строители, участники "самоорганизованных" бригад. Большинство этих ошибок обусловлено стремлением усилить конструкцию, предложенную проектом, что связано с отсутствием профессионального образования и опыта работы на крупных объектах.

Некоторые исполнители замечают собственные ошибки и оперативно исправляют их. Например, недостаточно прочный каркас может смещаться под воздействием веса бетона, и исправление положения становится необходимостью для избежания серьезных убытков. Это заставляет авторов ошибок более внимательно следить за качеством своей работы, а накопленный опыт помогает принимать верные решения в будущем.

Однако некоторые ошибки, например, неправильно заданный защитный слой, могут быть сложными для выявления вовремя. Назначение правильного защитного слоя затрудняется тем, что основные арматурные стержни находятся близко к поверхности бетона.

Незначительные на первый взгляд ошибки могут существенно повлиять на характеристики железобетона. Например, неточное размещение основных рабочих стержней или использование арматуры с другой маркой прочности, отличной от проектной, могут привести к серьезным последствиям.

Обнаружение серьезных ошибок может потребовать важных решений о дальнейшей судьбе конструкции или объекта в целом. В некоторых случаях приходится демонтировать бракованные конструкции, а также принимать меры по усилению или изменению расчетных нагрузок.

Своевременный контроль укладки арматуры является основным методом предотвращения потерь и аварий, к которым могут привести ошибки в армировании железобетонных конструкций. Этот метод практикуется повсеместно в соответствии с требованиями строительных норм и правил. Степень строгости контроля и состав специалистов, проводящих контроль, зависит от степени ответственности конструкций. В большинстве случаев контроль оформляется документально, после чего строители приступают к укладке бетона. Однако, для оценки качества готовой железобетонной конструкции необходимо применение методов неразрушающего контроля. Существует достаточно точная аппаратура, с помощью которой можно получить множество данных о железобетоне, таких как марка прочности бетонного тела, точные места расположения арматурных прутьев и их параметры, степень коррозии арматуры, а также однородность бетона и наличие трещин и повреждений.

Правильная квалификация строителя не только позволяет избежать рисков снижения характеристик конструкций, но и предотвращает лишние затраты на усиление, которое может быть излишним или даже бессмысленным. Специалисты в области инвестиционных проектов должны осознавать, что полноценную оценку характеристик железобетонной конструкции можно получить только по результатам измерений методами неразрушающего контроля [5].

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Кочерженко В.В., Кочерженко А.В. Основы технологии возведения зданий и специальных сооружений: учебное пособие. Белгород: Изд-во БГТУ. 2016. 235 с.
2. Инструкция по определению состояния стальных закладных деталей в конструкциях крупнопанельных зданий и рекомендации по их

антикоррозийной защите и усилению: утверждена МЖКХ РСФСР 18 июня 1974 г. / Министерство жилищно-коммунального хозяйства РСФСР, Ленинградский научно-исследовательский институт Академии коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова. - Москва : Стройиздат, 1977. 59 с.

3. Иванов, С.И. О новом методическом пособии по проектированию закладных деталей железобетонных конструкций / С. И. Иванов, А.Н. Болгов, Д. В. Кузеванов // Вестник НИЦ Строительство. – 2020. – № 4(27). – С. 28-34

4. Миронова Ю.В., Абдрахимова Н.С., Халиуллин А.Р. Повышение сопротивляемости несущей системы бескаркасного здания с бессварными вертикальными стыками прогрессирующему разрушению // Известия казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2016. № 4 (38). С. 229-235.

5. Юдин И.В., Петрова И.В., Богданов В.Ф. Совершенствование конструктивных решений, технологии и организации строительства крупнопанельных и панельно-каркасных домов Волжским ДСК // Строительные материалы. 2017. № 3. С. 4-8.

**УДК 69.059**

**Бурыка Т.С.**

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

## **ПЕРСПЕКТИВЫ МОДЕРНИЗАЦИИ ЗДАНИЙ ШКОЛ В ОБЛАСТИ АРХИТЕКТУРЫ**

Одно из значимых мест при организации учебного процесса занимает архитектура, дизайн и интерьер здания. Необходимое учебное пространство способствует успешной реализации образовательной функции. Кроме того, в современном образовании важна личная самореализация учеников, их всестороннее развитие и постоянное совершенствование их знаний и навыков. Это важно учитывать при постройке новых и реновации старых школ.

Социально-экономические, научно-технические и культурные преобразования в мире влекут за собой изменения в системе образования. В конце 1990-х – начале 2000-х годов страны с быстро развивающейся инновационной экономикой осознали острое отставание школьного образования от задачи подготовки выпускника к жизни в современном мире. Этот мир стал насыщен информацией,

меняется стремительно и во многом непредсказуемо. Появляются новые форматы взаимодействия между гражданином и государством, работником и работодателем, а между тем автоматизируется рутинный труд, исчезают и возникают профессии, интернет и социальные сети расширяют профессиональные возможности и границы повседневности [2].

Для государства образование является одним из стратегических направлений развития, которое вошло в список национальных проектов [1]. В рамках проекта «Образование» [3] предусмотрены такие федеральные проекты, как: современная школа (обновление материальной базы и популяризация «современных» предметов); успех каждого ребенка (популяризация дополнительного образования и обновление соответствующей инфраструктуры); Цифровая образовательная среда (создание современной цифровой образовательной среды, которая обеспечит стремление к саморазвитию и самообразованию у обучающихся) и другие.

Наиболее распространенным видом общеобразовательных учреждений является средняя общеобразовательная школа. Несмотря на это, различия в образовательных программах в: лицеях, гимназиях, школах с углубленным изучением отдельных предметов и обычных школах – не существенны (различие в наличии или продолжительности изучения отдельных предметов).

Подавляющее большинство общеобразовательных организаций России по форме собственности относятся к государственным учреждениям. Исходя из динамики отношения частных школ к государственным можно сделать вывод, что текущее положение будет актуально по крайней мере в ближайшие десятилетия.

В отличие от частных школ, государственные учреждения являются преемниками школьных зданий времён СССР, очень редко происходит непосредственно перестройка зданий с нуля, обычно дело ограничивается реконструкцией или ремонтом.

В советское время была значительно расширена сеть школьных зданий (рис. 1). Однако, большая часть школьных зданий, построенных по типовым советским проектам 1940-х – 1980-х гг., сегодня не соответствует современным тенденциям развития учебного процесса, и нуждается в архитектурно-планировочной модернизации.

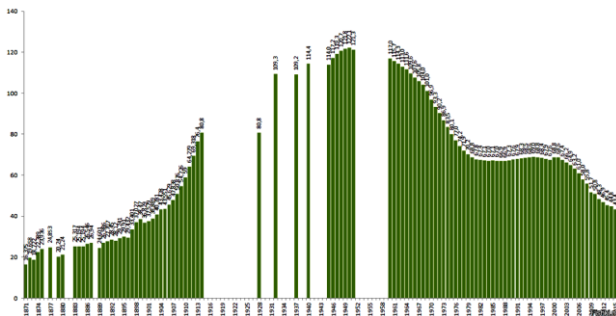


Рис. 1 – Количество школ в России

Существует ряд методов обновления зданий, таких как: капитальный ремонт, реконструкция и модернизация [5]. Принципиальное различие их заключается в том, что модернизация подразумевает переосмысления происходящих в здании процессов и соответствие новым тенденциям в разных областях (технологических, функциональных). Исходя из физического (непригодность эксплуатации) и морального (несоответствие современным требованиям, моральному устареванию) состояния здания может быть тот или иной способ преобразования здания.

Понятие модернизации (от англ. modern – современный, передовой, обновлённый) в широком смысле – это усовершенствование, улучшение, обновление объекта, приведение его в соответствие с новыми (современными) требованиями и нормами, техническими условиями, показателями качества. С точки зрения строительства и архитектуры, модернизация – это устранение морального износа с помощью перепланировок и/или замены инженерного оборудования с возможным изменением объема и назначения пространств [1].

Многие здания школ не имеют должного состава помещения, или имеющиеся помещения морально устарели. В 80-ых годах уже шла речь о модернизации школ в СССР [1]. Известны два основных пути модернизации существующих школ: реконструкция с изменением функций отдельных помещений и снижением проектной вместимости школ (для старых обжитых районов) и достройка новых функциональных блоков с недостающими помещениями (в новых жилых массивах). Учебная технология будет совершенствоваться и в будущем, следовательно, будут изменяться и принципы архитектурных решений объектов образования. Подозрения, такие как: с широким внедрением электронно-вычислительной техники и других достижений научно-технического прогресса, произойдут революционные

изменения в технологии обучения, но ключевое место останется за фигурой педагога-воспитателя [6] – можно сказать, подтвердилось, за исключением тенденции к самообразованию и непрерывности образования. Школа – теперь не главный источник знаний, а скорее средство добычи знаний. В этой связи возникает необходимость в определении и разработке новых принципов модернизации школьных зданий [4].

В результате анализа можно сделать следующие выводы:

- Процессы модернизации являются неотъемлемой частью развития любого государства и в любой сфере (экономическая модернизация, политическая, культурная, социальная и т.п.).

- Школьное образование является одним из главных шагов становления личности, на качество образования которого существенно влияет школьная среда, которая формируется в большей степени архитектурно планировочной структурой здания.

- В преобразованиях нуждаются государственные школы, а не частные.

- Из различных способов преобразования зданий модернизация является предпочтительной, когда основной проблемой здания является не непригодной эксплуатации, а несоответствие современным требованиям и моральное устаревание здания.

- Школьные здания не отвечают предъявляемым к ним современным требованиям, в этих условиях актуальной становится архитектурная модернизация школьных зданий.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89\*/Минрегион РФ. М., 2011.

2. Современные материалы и технологии отделки фасадов при реконструкции и реновации жилого фонда / Л. А. Сулейманова, Fang Jin, Е. В. Баклаженко, Е. И. Ладик // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. - 2021. - № 11. - С. 21-31.

3. Глаголев Е. С. Эффективное воспроизводство жилищного фонда России / Е. С. Глаголев, Л. А. Сулейманова, М. В. Марушко // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. - 2020. - № 10. - С. 98-104.

4. Реконструкция зданий. Модернизация жилого многоэтажного здания: учеб. Пособие для вузов / М.Ю. Ананьин. – М. : Изд-во Юрайт, 2018 ; Екатеринбург : Издательство Урал.ун-та. – 142 с. – (Серия : Университеты России).



5. Миронюк А.В. Архитектурно-планировочные методы реконструкции и модернизации существующего школьного фонда большого города. Исследования и рекомендации на примере города Ухта: дис. ... канд. арх.: 18.00.02. – СПб., 2005. – 186 с.

6. Позняк, С.В. Архитектурно-планировочная организация школьного здания в условиях информационного общества. На примере Самары: дис. канд. арх.: 18.00.02. – Самара, 2009. – 189 с.

#### **УДК 69.05**

**Василенко М.Э.**

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

### **МЕТОДЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПАЛУБОЧНЫХ РАБОТ**

Выбор метода выполнения опалубочных работ является важным этапом планирования и организации строительного процесса. Он позволяет определить оптимальный метод устройства опалубки, учитывая особенности конкретного проекта, требования к качеству и срокам строительства.

В монолитном строительстве существует несколько методов выполнения опалубочных работ:

1. Традиционный метод. В этом методе опалубка изготавливается из деревянных или металлических элементов, которые собираются и устанавливаются на месте. Опалубка может быть разной формы и размера в зависимости от требуемой конструкции (Рис. 1).



Рис. 1 Сборная деревянная опалубка

2. Модульный метод. В этом методе опалубка состоит из модульных панелей, которые соединяются между собой для создания определенной формы. Этот метод позволяет быстро и легко устанавливать и снимать опалубку, а также повышает точность и качество работ (Рис. 2).



Рис. 2 Крупнощитовая опалубка TRIO MR от компании PERI

3. Метод бетонирования в объемно-переставной опалубке. В этом методе объемно-переставная опалубка представляет собой готовые конструкции, которые производятся заранее и доставляются на строительную площадку. Это позволяет сократить время и трудозатраты на установку опалубки (Рис. 3).



Рис 3. Объемно переставная опалубка

4. Использование композитных материалов. Вместо традиционной деревянной или металлической опалубки, в монолитном строительстве также применяются композитные материалы, такие как стеклопластик или фибробетон (Рис. 4). Эти материалы обладают высокой прочностью и долговечностью, а также легкие и удобные в использовании. [1-3]



Рис. 4 Пластиковая опалубка

Каждый из этих методов имеет свои преимущества и недостатки, и выбор определенного метода зависит от требований проекта, условий строительства и доступных ресурсов. Сравнительный анализ указанных методов опалубочных работ представлен в таблице 1.

Таблица 1 - Сравнительный анализ методов опалубочных работ

Метод	Преимущества	Недостатки
Традиционный метод	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Доступность и низкая стоимость материалов.</li> <li>2. Гибкость в создании формы.</li> <li>3. Простота в использовании.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ограниченная долговечность.</li> <li>2. Необходимость вручную собирать и устанавливать каждый элемент опалубки.</li> <li>3. Ограниченная точность.</li> <li>4. Ограниченные возможности для повторного использования.</li> </ol>
Модульный метод	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Высокая точность и качество.</li> <li>2. Увеличенная долговечность.</li> <li>3. Большая скорость монтажа.</li> <li>4. Возможность повторного использования</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Высокая стоимость.</li> <li>2. Ограничения в форме и размерах.</li> <li>3. Необходимость специализированного оборудования и навыков.</li> <li>4. Ограниченная гибкость в процессе строительства.</li> </ol>
Метод бетонирования в объемно-переставной опалубке	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Быстрота и удобство монтажа.</li> <li>2. Высокая точность и качество.</li> <li>3. Возможность повторного использования.</li> <li>4. Улучшенная безопасность.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ограничения в форме и размерах.</li> <li>2. Высокая стоимость.</li> <li>3. Необходимость специализированного оборудования и навыков.</li> <li>4. Ограниченная гибкость в процессе строительства.</li> </ol>

Метод	Преимущества	Недостатки
Использование композитного материала	1. Легкость и прочность. 2. Устойчивость к коррозии. 3. Гибкость и адаптивность. 4. Энергоэффективность	1. Высокая стоимость. 2. Необходимость специализированного оборудования и навыков. 3. Ограниченная доступность. 4. Ограничения в применении.

При выборе метода опалубки необходимо учитывать такие факторы, как требования к качеству заливки, сроки строительства, доступность материалов и оборудования, а также опыт и квалификацию строительной бригады.

Требования к опалубочным работам включают следующие аспекты:

1. Качество заливки: опалубка должна обеспечивать точность и гладкость поверхности бетона, отсутствие трещин и деформаций. Это важно для достижения требуемой прочности и эстетического вида конструкции.

2. Прочность и надежность: опалубка должна быть достаточно прочной, чтобы выдерживать давление бетона во время заливки и удерживать его в нужной форме до полного затвердевания. Она также должна быть надежно закреплена и устойчива к воздействию внешних нагрузок, таких как ветер или вибрация.

3. Безопасность: опалубка должна обеспечивать безопасные условия работы для строителей, предотвращать падение материалов или обрушение конструкции. Также необходимо предусмотреть защиту от пожара и других чрезвычайных ситуаций.

4. Эффективность и экономичность: выбранный метод опалубки должен быть эффективным с точки зрения затрат времени, труда и материалов. Он должен позволять достичь требуемого качества заливки в установленные сроки и при минимальных затратах.

5. Удобство монтажа и демонтажа: опалубка должна быть легко монтируемой и демонтируемой, чтобы обеспечить быструю смену опалубочных форм и ускорить процесс строительства.

6. Соответствие нормативным требованиям: метод опалубки должен соответствовать требованиям строительных норм и правил, а также спецификациям проекта.

7. Устойчивость к внешним условиям: опалубка должна быть устойчива к воздействию погодных условий, включая дождь, снег, мороз и высокую влажность.

Все эти требования должны быть учтены при выборе метода выполнения опалубочных работ, проектировании и монтаже опалубочных конструкций. [5-7]

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Виничук О.В. и др. "Опалубочные системы и технологии монолитного строительства". - Москва: Стройиздат, 2014.
2. Ертурк О.В., Синявин А.Н. "Методика определения затрат на опалубочные работы при строительстве монолитных конструкций". - Вестник Люблинского государственного технического университета, 2011. - Том 7, № 2(5).
3. Зуболов В.Г. и др. "Системы опалубки. Конструирование, установка, расходы". - Москва: Стройиздат, 2016.
4. Иванов П.В. "Организация и технология строительного производства". - Москва: КНОРУС, 2017.
5. Кочерженко В.В., Сулейманова Л. А. Технология и организация возведения многоэтажных зданий и сооружений из монолитного железобетона. Белгород : Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова, 2018. 224 с.
6. Михеев А.Р., Назаров В.И. "Методы и приемы определения организационно-технологических решений в строительстве". - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2010.
7. Томильчик И.П., Ольховский С.Б. "Опалубка и бетонирование монолитных конструкций". - Минск: Технопринт, 2011.

**УДК 691.57**

**Ватаман В.Ю.**

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

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО СОСТАВА ПРИ СКЛЕИВАНИИ ДЕРЕВЯННОГО БРУСА**

До настоящего времени представляет интерес модифицирование древесных материалов для улучшения антикоррозионных свойств.

На первом этапе наших исследований является разработка клеевых составов с улучшенными свойствами для древесины.

Для получения клеевых композиций можно использовать различные связующие вещества в зависимости от типа клея, который

необходимо создать.

Поливинилацетат [1] является популярным связующим, используемым во многих типах клеев, включая белый клей и столярный клей. Он образует прочную связь и обычно используется для ремесел, деревообработки и общего домашнего хозяйства.

Цианоакрилатные связующие [2] широко известны как суперклей или моментальный клей. Они обеспечивают быстрое и прочное соединение с широким спектром материалов, включая пластмассы, металлы и керамику. Цианоакрилатные клеи известны своим быстрым временем отверждения.

Эпоксидная смола [3,4] представляет собой универсальное связующее, используемое в различных областях, включая промышленные и строительные клеи. Он состоит из двух компонентов: смолы и отвердителя, которые необходимо смешать перед нанесением. Эпоксидные клеи отличаются высокой прочностью и долговечностью.

Полиуретан: полиуретановые связующие используются в различных клеевых составах, включая строительные клеи и автомобильные клеи. Они обеспечивают прочное соединение с хорошей гибкостью и устойчивостью к влаге и химическим веществам.

Лучшими качествами обладает связующее [5] на основе эпоксидной смолы

Эпоксидная смола [6] – универсальный и широко используемый материал, который находит применение в различных отраслях промышленности благодаря своим исключительным свойствам. Приоритетное использование эпоксидной смолы:

1. Строительство: эпоксидная смола широко используется в строительной отрасли для различных целей. Он используется в качестве связующего вещества для бетона и в качестве клея [7] для соединения различных материалов. Эпоксидная смола также используется для покрытий и герметиков на полах, стенах и столешницах, обеспечивая долговечность, химическую стойкость и привлекательную отделку.

2. Электроника и электротехника: эпоксидная смола [8] используется в электронной и электротехнической промышленности для герметизации и герметизации электронных компонентов. Он защищает чувствительные электронные схемы от влаги, пыли и вибраций. Эпоксидная смола также используется для изоляции и покрытий электрических устройств, трансформаторов и печатных плат.

3. Автомобильная и аэрокосмическая промышленность: эпоксидная смола используется в автомобильной и аэрокосмической промышленности для производства легких и высокопрочных композитных материалов. Он обычно используется в производстве

армированного углеродным волокном пластика (CFRP) для деталей автомобилей, компонентов самолетов и лопастей ветряных турбин. Эпоксидные композиты обладают превосходными механическими свойствами, коррозионной стойкостью и топливной экономичностью.

4. Клеи и герметики: эпоксидная смола широко используется в качестве клея и герметика в различных отраслях промышленности. Он обеспечивает прочные связующие свойства [9] и может использоваться для соединения различных материалов, таких как металл, стекло, керамика и пластик. Клеи и герметики на эпоксидной основе обладают высокой прочностью, химической стойкостью и долговечностью.

5. Пол: эпоксидная смола обычно используется в качестве напольного покрытия в промышленных, коммерческих и жилых помещениях. Эпоксидные покрытия создают бесшовную и прочную поверхность, устойчивую к химическим веществам, истиранию, ударам и влаге. Он часто используется в гаражах, складах, больницах, лабораториях и выставочных залах.

Отвердители [10] используются для инициирования реакции сшивания и превращения эпоксидного мономера в твердую смолу. Можно использовать различные типы отвердителей, и их выбор зависит от желаемых свойств отверждения, характеристик обработки и конкретного применения. Для отверждения эпоксидных смол применяются соединения двух типов:

1. Кислотные отвердители [11], также известные как кислотные катализаторы или кислотные отвердители, представляют собой тип отвердителей, используемых в системах эпоксидных смол для облегчения реакции сшивания и ускорения процесса отверждения. Эти отвердители катализируют реакцию между эпоксидной смолой и отвердителем, что приводит к образованию прочной сшитой сети [12].

Вот несколько примеров кислотных отвердителей, обычно используемых в системах эпоксидных смол:

а. Кислоты Льюиса: кислоты Льюиса часто используются в качестве кислотных отвердителей в рецептурах эпоксидных смол [13]. Эти соединения действуют как катализаторы, принимая пары электронов от эпоксидной смолы и способствуя открытию эпоксидных колец для сшивания.

б. Органические кислоты: некоторые органические кислоты также могут служить кислотными отвердителями в системах эпоксидных смол. Примеры включают *p*-толуолсульфоновую кислоту, бензолсульфоновую кислоту, додецилбензолсульфоновую кислоту и фосфорную кислоту. Эти органические кислоты действуют как катализаторы, протонируя эпоксидную смолу, что инициирует реакцию

сшивания.

2. Аминные отвердители [14], к которым относятся различные амины (этилендиамин, гексаметилендиамин, метафенилендиамин). Отверждение аминами происходит при нормальной температуре или небольшом нагреве (70-80 °С). Поэтому эта группа называется отвердителями холодного отверждения [15-17].

В качестве отвердителей для эпоксидной смолы предпочтительнее выбирать отвердители холодного отверждения, т.к. при использовании отвердителей горячего отверждения необходимо поддерживать температуру 100-200 °С в процессе нанесения, что не всегда удобно.

Метафенилендиамин практически не используется в лакокрасочной промышленности, так как много заменителей с лучшими свойствами.

Гексаметилендиамин ранее широко использовался в лакокрасочной промышленности. В настоящее время этот отвердитель больше не используется на практике.

Этилендиамин [18-19] проще в работе, застывает без повышенной температуры, что несомненно является его плюсом. Но при этом он, как и гексаметилендиамин, является токсичным, что нужно учитывать при работе с ним. Но, тем не менее, по сравнению с последним, менее опасен, поэтому его использование предпочтительнее.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Шайерс, Дж. Р. Пластмасса: наука, технологии, практика // Пер. с англ. А. В. Петров, Ю. К. Степаненко. – СПб.: Научные основы и технологии, 2012. – 640 с.

2. ГОСТ Р 51795-2002. Государственный стандарт российской федерации. Цементы

3. Патент РФ №323417, МПК C08G 59/40, заявл. 09.10.1969, опубл. 10.12.1971, «Способ отверждения эпоксидных диановых смол»

4. Патент РФ № 2014336, МПК C08G 59/14, заявл. 29.10.1986, опубл. 7.05.1987, «Способ получения высокомолекулярной эпоксидной смолы»

5. ГОСТ 10587-84. Смолы эпоксидно-диановые неотвержденные. Технические условия.

6. Петрова А.П., Малышева Г.В. . Клеи, клеевые связующие и клеевые препреги: учебное пособие. // Под ред. Е.Н. Каблова. – С. 472

7. Патент РФ № 2730319, МПК C09J 163/02, заявл. 26.08.2019, опубл. 21.08.2020, «Клеевая композиция на основе эпоксидной смолы»

8. Лапицкий В.А. Эпоксидные материалы / В.А. Лапицкий, Т.В.



Лапицкая // Композитный мир. – 2006. – №4. – С.16-17.

9. Мостовой А.С. Рецептурная модификация эпоксидных смол с использованием новых высокоэффективных пластификаторов // Современные наукоемкие технологии. – 2015. - №7. – С. 66-70.

10. Патент РФ №357209, МПК C08L 63/02, заявл.25.05.1970, опубл. 31.10.1972, «Композиция на основе эпоксидной диановой смолы»

11. ГОСТ Р 50096 – 2015. Пластмассы. Отвердители и ускорители отверждения эпоксидных смол.

12. Патент РФ №2775017, МПК B27K 3/02, заявл. 25.12.2021, опубл. 27.06.2022, «Способ обработки древесины»

13. Современные технологии получения и переработки полимерных и композиционных материалов: учебное пособие /В.Е. Галыгин, Г.С. Баронин, В.П. Таров, Д.О. Завражин. Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. 180 с.

14. Патент РФ № 2775467, МПК C08K 5/18 , заявл. 27.10.2021, опубл. 01.07.2022, «Способ получения отвердителей эпоксидных смол»

15. Патент РФ № 2772286, МПК C08L 63/02, заявл. 31.05.2021, опубл. 18.05.2022, «Эпоксидная композиция холодного отверждения»

16. Кочетков, В. А. Химия в строительстве. Полимеры,пластмассы, краски : учебное пособие / В. А. Кочетков, В. В. Воронкова. – Москва : МГСУ, 2015 – 186 с.

17. Патент РФ № 2771645, МПК C08L 75/04, заявл. 16.08.2021, опубл. 11.05.2022, «Полимерная композиция»

18. Патент РФ № 2213115, МПК C09J 101/28, заявл.07.03.2000, опубл. 27.09.2003, «Клеевая композиция на основе эпоксидной смолы»

19. Софьина С. Ю. Технология полимеров : учебно-методическое пособие / С.Ю. Софьина,Н.Е. Темникова, С.Н. Русанова; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. Казань: Изд-во КНИТУ, 2018. 140 с.

*УДК 712.00*

*Визирякин В.А.*

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

## **ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ БЛАГОУСТРОЙСТА МИКРОРАЙОНОВ**

Создание комфортной и благоприятной среды для проживания людей в городах сегодня имеет важное значение, и чтобы добиться поставленной задачи необходимо современное благоустройство и озеленение жилых кварталов и микрорайонов.

В настоящий момент большая часть придомовых территорий не отвечает требованиям, которые обусловлены нормами Жилищного и Градостроительного кодексов Российской Федерации, то есть дворовые пространства имеют недостаточное озеленение, плохой уход за зелеными насаждениями, отсутствие мест для активного и тихого отдыха жителей, малое количество парковочных мест [1-2].

Для приведения территорий жилых кварталов и микрорайонов в соответствие с кодексами разработан федеральный проект «Формирование комфортной городской среды», реализующийся с 2019 года по 2024 год. Цель данного проекта кардинально повысить уровень комфортности и индекса качества городской среды.

При разработке проекта озеленения жилого квартала или микрорайона необходимо оглядываться на ландшафтные и природные условия местности, потребности проживающего населения, существующие пешеходные и транспортные сети, а также расположение инженерных коммуникаций и другие факторы. Основные требования при благоустройстве территорий изложены в нормативном документе СП 82.13330.2016 «Благоустройство территорий» [3].

Рассмотрим несколько инновационных методов благоустройства и озеленения жилых кварталов и микрорайонов, которые помогут создать комфортную и устойчивую среду для проживания.

Вертикальное озеленение - это направление ландшафтного дизайна, которое заключается в выращивание разнообразных видов растений с помощью различных конструкций в вертикальном положении или иных плоскостях, отличных от горизонтальных. Объектами вертикального озеленения могут быть фасады зданий, крыши и террасы, малые архитектурные формы и т.д.

Технологии вертикального озеленения бывают:

1. Гидропонная система – это метод выращивания растений без использования почв. Основой конструкции служит металлический каркас, крепящийся к фасаду здания. Затем устанавливается ПВХ пластина. А на неё уже укладываются трубы и насосы, которые будут производить полив растений. Также предусматривают дренажную систему. В качестве настила выступает полиамидное волокно с разбивкой на карманы, в которых будут размещаться зеленые насаждения.

2. Модульная система представляет собой раму с горизонтальными и вертикальными направлениями, на которую с помощью кронштейнов крепятся специальные панели заполненные субстратом вместо грунта, куда будут посажены растения. Саму же раму устанавливают на фасадную стену, которую предварительно покрывают гидроизоляционным слоем.

3. Контейнерная система похожа на модульную. Основа технологии гидроизоляционный металлический каркас, состоящий из каркасной сетки, встроенного или переносного каркасного стеллажа с направляющими. На каркас устанавливают контейнеры с субстратом или грунтом, куда высаживают растения [4].

В России на сегодняшний день не распространено вертикальное озеленение на фасадах и крышах зданий, в основном сейчас оно применяется для украшения малых архитектурных форм или внутри помещений офисов и торговых центров.

Применение устойчивых материалов и технологий. Под устойчивыми материалами и технологиями понимают экологически чистые или зеленые материалы, разработанные с учетом минимизации негативного воздействия на окружающую среду и максимизации ресурсоэффективности на всех этапах их жизненного цикла.

Применяемые устойчивые материалы в благоустройстве:

-переработанный пластик и металл – материалы, полученные вследствие переработки изделий или отходов;

-древесно-полимерные композиты – материалы, состоящие из смеси древесных волокон или стружек с полимерными связующими такими как полиэтилен, полипропилен или поливинилхлорид;

-натуральные камни – природные минералы, образующиеся в результате геологических процессов (кварц, гранит, мрамор, известняк);

-биоразлагаемые материалы – полимеры, которые естественным образом разлагаются в природной среде;

Данные изделия в благоустройстве жилых кварталов и микрорайонов могут использоваться в качестве покрытий для тротуаров

и площадок, скамеек, ограждений, облицовочных панелей, контейнеров для сортировки отходов или цветочных клумб и для создания других декоративных элементов ландшафтного дизайна.

Возобновляемые (альтернативные) источники энергии. Альтернативные источники энергии – ресурсы, получаемые из природных источников (солнце, ветер), которые не истощаются и пагубно не влияют на окружающую среду в отличие от традиционных источников (уголь, нефть, природный газ). В Российской Федерации на сегодняшний день доля применения возобновляемых источников энергии составляет 1% (990 млрд. кВт\*час) от общей выработки электроэнергии. Однако эта доля постепенно растет, благодаря развитию технологий в сфере солнечной и ветровой энергии.

Ветрогенераторы устанавливаются на открытых пространствах прилегающих территорий к жилому кварталу, либо на крышах зданий. Главное при установке ветрогенераторов выбрать место, которое не будет подвержено такому явлению как турбулентность. Конструктивно ветровые турбины бывают горизонтально осевые и вертикально осевые. Вертикальные имеют ряд преимуществ, так как независимы от направления ветра. Главный недостаток ветровых установок создание шумов, вибраций и визуальное загрязнение. Средняя окупаемость ветрогенераторов при централизованном электричестве составляет 6 лет при скорости ветра 5 м/с.

Солнечные панели представляют собой устройства, которые преобразуют солнечную энергию в электроэнергию, состоящие из солнечных ячеек, изготовленных из кремния. КПД солнечных батарей равняется 17-20%. Принцип работы данной технологии основан на фотоэлектрическом эффекте, когда солнечный свет попадает на ячейки, фотоны воздействуют на полупроводниковый материал, вызывая освобождение электронов, что создает разность потенциалов между слоями материала и приводит к генерации электрического тока. Солнечные панели размещаются на крышах или фасадах зданий и сооружений, также могут быть интегрированы в городскую среду в виде фонарных столбов, остановок и т.д. Средний срок окупаемости составляет от 5 до 10 лет в зависимости от стоимости установки, расположения, местного климата.

Массовое применение ветровой и солнечной энергии в Российской Федерации на данный момент невозможно по нескольким факторам: отсутствуют отечественные технологии производства солнечных панелей и ветровых турбин, высокая себестоимость по сравнению с традиционными способами выработки электроэнергии, разнообразие погодных условий в разных регионах страны [5].

Энергоэффективное освещение. Уличное освещение – это система осветительных устройств, установленных вдоль дорог, улиц и в общественных местах, чтобы обеспечить безопасность движения и комфорт горожан в темное время суток. Под энергоэффективным освещением понимают технологии, которые минимизируют потребление электроэнергии при сохранении необходимого уровня освещенности. Рассмотрим методы повышения энергоэффективности.

Замена устаревших светильников с газоразрядными, металлогалогенными и люминесцентными лампами на современный аналог в виде светодиодных (LED) ламп. Светодиоды потребляют значительно меньше энергии, имеют высокую светоотдачу до 100-150 лм/Вт, обладают сроком службы до 100 тысяч часов, а также имеют высокую стойкость к внешним воздействиям.

Использование интеллектуальных управляющих систем и датчиков, которые автоматически будут регулировать яркость и время работы уличного освещения в зависимости от времени суток, погоды и количества людей на улицах, что позволит значительно повысить эффективность освещения уличного пространства [6].

Системы орошения. Система автоматического полива – это особый технический комплекс, который самостоятельно способен обеспечить равномерный и регулярный полив определенной территории. Данные системы из себя представляют:

- пульт управления (контроллер) – мини-компьютер, благодаря которому работает вся система полива, он управляет устройствами и регулирует число поливов в соответствии с заданной программой;

- электромагнитные клапаны – устройства, которые отвечают за правильную подачу воды к трубам и спринклерам;

- емкость и насосная станция необходимы, если вода поступает не от водопровода. Станция создает необходимое давление в трубах, которое приводит в действие дождеватели с форсунками;

- трубы соединяют между собой все элементы системы, и именно по ним движется вода от емкости или водопровода на участок. Обычно применяют трубы, изготовленные из полиэтилена низкого давления.

- спринклеры (дождеватели) – специальные пластиковые устройства, которые распыляют воду по территории, располагаются на уровне земли, но после подачи воды в систему из дождевателя автоматически выдвигается шток, который и производит полив.

Применение систем автоматического полива в микрорайонах позволит более эффективно распоряжаться водными ресурсами, обеспечит регулярное и равномерное увлажнение почвы, что поспособствует здоровому росту растений и предотвратит их

пересыхание или переувлажнение, а также экономит время и уменьшит трудозатраты на уход за зелеными насаждениями [7].

Таким образом, применение инновационных подходов в благоустройстве микрорайонов имеет ряд значительных преимуществ, которые способствуют сокращению негативного воздействия на окружающую среду, повышают энергоэффективность и улучшают качество жизни населения.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 25.12.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.02.2024).

2. Жилищный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 188-ФЗ (ред. от 14.02.2024) (с изм. и доп., вступ. в силу с 25.02.2024).

3. СП 82.13330.2016. Благоустройство территорий / Актуализированная редакция СНиП III-10-75" (утв. Приказом Минстроя России от 16.12.2016 N 972/пр) (ред. от 23.12.2019).

4. Ярмош Т.С., Швакова А.А. Вертикальное озеленение зданий в условиях сложившейся городской застройки // В сборнике: Современные проблемы архитектуры и градостроительства. Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2022. С. 79-83.

5. Щетинина И.А., Тихомирова Т.И. Щетинин Н.А. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. / Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2014. – 76 с.

6. Семенова Н.Г., Валиуллин К.Р. Интеллектуальная система энергоэффективного управления уличным освещением на основе нейросетевых технологий / Вестник ОГУ, 2015. № 4 (179). С. 183-188.

7. Косухин М.М., Апалькова Л.В., Косухин А.М., Шарапов О.Н. Повышение эффективности водопотребления при уходе за озелененными территориями путем использования поливных автоматизированных систем // В сборнике: Энерго- и ресурсосберегающие экологически чистые химико-технологические процессы защиты окружающей среды. Сборник докладов международной научно-технической конференции. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2015. С. 478-483.

*Гойдин А.С., Шляпкин А.Ф.*

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

## **АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЧНОСТИ КЛАДКИ ИЗ ЯЧЕЙСТЫХ БЛОКОВ АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ НА СЖАТИЕ, РАСТЯЖЕНИЕ ПРИ ИЗГИБЕ И СДВИГЕ**

В наше время ячеистый бетон автоклавного твердения применяется при возведении несущих стен в малоэтажных домах, а также ограждающих перегородок в многоэтажных застройках. Он широко используется в строительстве благодаря своим преимуществам: физико-механическим, звукоизоляционным, теплоизоляционным и экономическим. Автоклавный ячеистый бетон соответствует требованиям пожаробезопасности и надёжности [1-3]. Ещё одним критерием популярности является то, что блоки из ячеистого бетона имеют ровную заводскую геометрию граней, высокоточные размеры сторон, что позволяет не допускать неровности в соединениях и применять тонкошовные связующие составы, такие как: клей-пена на полиуретановой основе, имеющий толщину шва от 0,5 до 2 мм, и полимерцементный клеевой раствор (от 2 до 5 мм).

Главной задачей эксперимента является выяснение влияния на прочность модели газосиликатной кладки механических нагрузок при разных связующих составах: клей-пены на полиуретановой основе и полимерцементного клеевого раствора, а также анализ надёжности соединения между блоками.

Подготовка блоков также имеет непосредственное влияние на результаты исследования. Во-первых, блок обязательно следует очистить от пыли, грязи и других посторонних веществ. Во-вторых, проверить геометрию на соответствие проектным требованиям. В-третьих, при использовании клей-пены на полиуретановой основе, важно соблюдать технологию применения: наносить одну полосу для блока шириной менее 150мм, две полосы при 150-300мм и три при ширине блока от 300мм. В-четвертых, необходимо дать шовному материалу высохнуть и набрать прочностные свойства, заложенные производителем [4].

Для проведения эксперимента на проверку прочности и деформативности при сжатии каменной кладки ячеистых блоков В. Н.

Деркач использовал опытные три образца размерами 600x400x250 мм со связующими швами на основании клей-пены и один с применением полимерцементного клеевого раствора М75 плотностью D400.

К каждому образцу прикладывалась вертикальная равномерно распределённая сжимающая нагрузка. Для образцов с клей-пенной испытание длилось 8 суток, для полимерцементного клеевого раствора – 28 суток. Нагружение прикладывалось домкратом с грузоподъёмностью 50 т.

По окончанию эксперимента В. Н. Деркач выявил, что образцы на клей-пене получили первые трещины в боковых гранях при нагрузке в 0,4-0,58 Мпа, разрушение носило преимущественно пластический характер и произошло при напряжениях в 1,2-1,4 Мпа в следствии раздавливания блоков. Разрушение в образце кладки на полимерцементном клеевом растворе первые трещины были зафиксированы при нагрузке 0,44 Мпа, а разрушилась исследуемая модель при напряжении в 1,25 Мпа [5]. В результате проведённого эксперимента можно сделать вывод, что разрушающие сжимающие напряжения в кладке на полимерных клеевых швах ниже, чем при использовании полиуретанового клея.

При проведении экспериментальных исследований прочности кладки из ячеистых бетонных блоков на растяжение при изгибе. Размеры и образцы кладки использовали те же. На клей-пене возводили пять образцов, а также по одному образцу на полимерцементном клеевом растворе М75 при сплошном заполнении горизонтальных и вертикальных швов [6]. Из результатов эксперимента следует, что четыре образца на полиуретановой клей-пене разрушились из-за разрыва материала блоков в швах вдоль полос клей-пены. Среднее по испытываемым образцам значение прочности на растяжение при изгибе составило 0,23 Мпа [7]. Разрушение образца кладки с применением полимерцементного раствора произошло по горизонтальному шву, сопровождаясь разрывом шва, сам же блок остался целым. Из полученных данных можно сделать вывод о том, что при изгибающих моментах разрушение кладки на клей-пене, параллельной плоскости горизонтальных швов, менее надёжным оказался сам блок, а не связующее. В образце с клеевым раствором ситуация обратная, разрыв был зафиксирован по шву.

В испытании прочности и деформативности при сдвиге следует учитывать механизмы разрушения кладки из ячеистых блоков. Первый механизм возникает недостаточной прочности горизонтального шва на срез или когда соединение материала шва ниже прочности блока на растяжение, что приводит к скольжению по плоскости контакта с



кладочным изделием. Второй происходит, когда швы имеют большую прочность на срез, чем кладочный материал на растяжение, что приводит к образованию трещин на поверхности изделия [8].

Эксперимент выполняется на опытных образцах кладки их ячеистых блоков плотностью D400, размерами 600x400x250 мм и прочностью на сдвиг  $f_{bv}=0,3$  Мпа. Хранились образцы в условиях постоянной температуры +10 °С, влажности воздуха в лаборатории примерно 65%, в течении 8 суток для образцов кладки с заполнителем шва на клей-пене, а для в образцах с швами на растворе с полимерцементной основой – 28 суток. Скорость нагружения варьировалась от 0,1 до 0,4 МПа/мин [9].

Образцы, швы которых были выполнены из полимерцементного раствора, разрушились в результате сдвига по растворному шву с разрывом материала блока. Разрушение имело хрупкий характер, образец сразу же разделился надвое из-за образовавшейся трещины. Работа швов имела упругую характеристику. В кладке на полиуретановой клей-пене проявилась значительно меньшая трещина, однако с её появлением деформативность резко возростала в нелинейном виде.

По окончании эксперимента, В. Н. Деркач подытожил: «Разрушение образцов кладки из ячеисто-бетонных блоков при использовании клей-пены произошло в результате сдвига по материалу блока».

Таким образом, можно сделать вывод, что при экспериментальной проверке прочности кладки из ячеистых бетонов автоклавного твердения на сжатие, растяжение при изгибе и сдвиге показала лучшие значения при использовании клей-пены для скрепления ячеистых блоков в стеновых конструкциях, чем при применении клеевых растворов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 31359-2007. «Бетоны ячеистые автоклавного производства». Введён в действие Приказом Ростехрегулирования от 21 мая 2008 г. № 108-ст.
2. Сулейманова Л.А., Погорелова И.А., Кондрашев К.Р., Сулейманов К.А., Пирiev Ю.С. Энергосберегающие газобетоны на композиционных вяжущих // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 4. С. 73-83.
3. Деркач В.Н., Орлович Р.Б. Трещиностойкость каменных перегородок // Жилищное строительство. 2012. № 8. С. 34-37.

4. Сулейманова Л. А. Особенности применения полиуретанового клея в кладке из ячеистобетонных блоков / Л. А. Сулейманова, И. С. Рябчевский, Се Ди, Д. Е. Кутومانов // Наука и инновации в строительстве. Сборник докладов УП Международной научно-практической конференции, посвященной 170-летию В. Г. Шухова. Белгород. — 2023.— С. 126-130.

5. Деркач В.Н. Прочность и деформативность каменной кладки из ячеисто-бетонных блоков автоклавного твердения на полиуретановых швах. Часть 1. Прочность и деформативность при сжатии // Строительные материалы. 2017. № 5. С.29-32.

6. Деркач В.Н. Прочность и деформативность каменной кладки из ячеисто-бетонных блоков автоклавного твердения на полиуретановых швах. Часть 2. Прочность на растяжение при изгибе // Строительные материалы. 2017. № 7. С. 30–33.

7. Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten. Teil 1-1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk: EN 1996-1-1:2005. Berlin: Deutsches Institut für Normung, 2005. 127 p.

8. Деркач В.Н. Демчук ИЕ. Прочность и деформативность каменной кладки из ячеисто-бетонных блоков автоклавного твердения на полиуретановых швах. Часть 3. Прочность и деформативность при сдвиге / Строительные материалы. 2017. № 8. С. 32-35.

9. Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП 1-22-11: СП 15.13330.2010. М.: ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко: Минрегион России, 2011. 76 с.

**УДК.628.95**

***Давыдова М.И.***

***Научный руководитель: Норман А.В., канд. техн. наук, доц.  
Воронежский государственный технический университет,  
г. Воронеж, Россия***

## **РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ**

В настоящее время, все большую популярность приобретают технологии умного освещения для домов. Такие инновационные технологии, превращают обычное освещение в «мощную и полезную систему», предлагающую множество преимуществ потребителям, а именно: удобство использования, энергосбережение, повышенную безопасность, возможности интеграции с другими умными устройствами.

Благодаря таким преимуществам, а также большому потребительскому спросу, наблюдается непрерывный рост предложений со стороны разработчиков, предлагающих новые решения в области интеллектуальных систем освещения.

Однако, выполнив анализ имеющихся систем умного освещения на рынке, можно сделать вывод о том, что большинство продуктов ограничиваются базовым набором функций, таких как удаленное управление и включение/выключение источников света в зависимости от звука или от движения в поле видимости. В силу своей ограниченной способности реализации всех возможностей, такие системы, не позволяют закрыть все потребности человека, касаемо освещения в жилых помещениях.

Максимальную динамику и адаптивность системы к потребностям пользователя могут гарантировать датчики движения и освещенности. Такие датчики, хоть и нашли применение в современных системах освещения, но их функционал полностью не раскрыт. Таким образом, целью данной работы является проектирование системы умного освещения для дома, обладающей возможностью адаптации к потребностям пользователя, реализованной на базе использования датчиков движения и освещенности, и обеспечивающие энергоэффективность и повышенный комфорт

Предлагаемая система освещения для жилого помещения будет строиться на пяти основных компонентах: датчик движения, датчик присутствия, датчик освещенности, главный компьютер [1] и непосредственно осветительный прибор. Отличительной особенностью разрабатываемой системы будет преобладание проводного типа подключения. Это позволит обеспечить системе практически полную независимость и автономность.

Разработанная система характеризуется следующими возможностями:

- работа системы осуществляется только в присутствии человека в помещении;
- наличие встроеного сценария работы системы;
- возможность настройки индивидуальных сценариев;
- настройка света в зависимости от степени освещенности в помещении;
- включение только тех источников света, рядом с которыми человек находится. При этом включение/выключение происходит с постепенным увеличением/уменьшением интенсивности светового потока в зависимости от приближения, либо удаления человека от источника света.

На рисунке 1 представлена упрощенная схема принципа работы интеллектуальной системы освещения. Основные компоненты системы представлены в виде одного элемента.

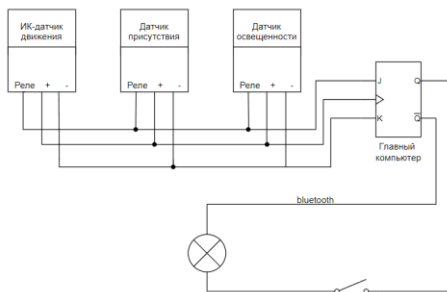


Рис. 1 - Схема работы интеллектуальной системы освещения

Все датчики в интеллектуальной системе являются независимыми друг от друга. Поэтому дополнительная связь между ними не требуется. Датчики подключаются к контроллеру умного освещения, который обеспечивает согласованную работу всех элементов системы [2, 3]. В стандартных системах, применяемые контроллеры максимально упрощены, и их работа сводится, практически, только к дальнейшей передаче полученного сигнала, а не к его преобразованию [1]. В нашем случае контроллер будет выполнять множество функций, полностью отвечая за работу всей системы, в том числе и за настройку сценариев и управление приборами освещения. Поэтому на схеме он представлен в качестве главного компьютера.

Контроллер умного освещения имеет разъемы, к которым подключаются датчики движения и освещенности. Для подключения используются провода, обеспечивающие электрическое соединение. В целях удобства и безопасности монтаж проводки осуществляется по потолку. Контроллер также имеет выходные порты для подключения осветительных устройств [4]. Связь между контроллером и приборами освещения предлагается реализовать на беспроводной основе. Это облегчит работу и установку системы в целом.

Доступ потребителя к управлению интеллектуальной системы освещения реализован через экран управления, встроенный в стену. Это позволит потребителю (используя компьютер), самостоятельно выполнять замену и подключение вышедшего из строя оборудования (например, лампочки или другого осветительного прибора). Также,

имеется возможность дальнейшей разработки приложения для управления интеллектуальной системы освещения.

Еще одной важной особенностью, разработанной нами системы, является сохранение за пользователем возможности ручного отключения и включения приборов освещения, с использованием стандартных выключателей. Эти выключатели могут располагаться как на самих осветительных приборах (в случае, если они изначально предусмотрены конструкцией), так и на поверхности стены. При использовании настенного выключателя будет осуществлено включение только того освещения, к которому он подключен.

В работе описана концепция разработки уникальной интеллектуальной системы освещения для жилого помещения, а также основные возможности и принцип ее реализации. Стоит отметить, что данная система, реализованная с использованием датчиков движения и освещенности, подключенных к контроллеру, способна к адаптации под меняющиеся потребности пользователя.

Внедрение разработанной интеллектуальной системы освещения, имеющей широкий спектр применения, позволит значительно увеличить энергоэффективность, повысить уровень комфорта и безопасности, например, в загородных домах, где присутствие света может имитировать присутствие людей.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Сайт разработчика умного дома [Электронный ресурс] / <https://mmsmart.ru/> (Дата обращения: 24.02.2024).
2. Дж. Фрайден. Современные датчики. Справочник. — Москва: Техносфера, 2005. - 592 с.
3. Датчики: Справочное пособие / Под общ. ред. В.М. Шарапова, Е.С. Полищука Москва: Техносфера, 2012. - 624 с.
4. Баев, В.И. Светотехника: электрическое освещение и облучение: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 110302 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства» / В.И. Баев.— Москва : Колос-с, 2021 .— 321 с.

<sup>1</sup>Дегтярь Д.А., <sup>2</sup>Серых В.Д.<sup>1</sup>Московский государственный технический университет (национальный исследовательский университет) им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия<sup>2</sup>Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия<sup>3</sup>Белгородский государственный технологический университете им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

## БЕЗРАСЧЕТНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДА НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ РАСКОСОВ ФЕРМЫ ТРЕУГОЛЬНОГО ОЧЕРТАНИЯ

Ферма – это геометрически неизменяемая система, составленная из стержней, шарнирно связанных между собой концами. Поскольку все стержни фермы работают только на один вид напряженного состояния – растяжение / сжатие, то их расчет считается достаточно простым и заключается в определении усилий в стержнях.

В работе рассматриваются фермы треугольного очертания с различным расположением стержней, нагруженные вертикальной нагрузкой (рис. 1). Рассматривались три варианта приложения нагрузки: внешние силы приложены только к узлам верхнего пояса (рис. 1, а); внешние силы приложены только к узлам нижнего пояса (рис. 1, б); внешние силы приложены к узлам верхнего и нижнего пояса (рис. 1, в). Все фермы одинакового пролета и одинаковой высоты в коньке. Только у четвертой фермы (рис. 1, в) отличается длина панели и отсутствуют стойки.

В рамках исследования предполагается выявить закономерность, которая позволит без помощи расчета определять направление усилия в раскосах фермы.

Расчет фермы будет производиться методом сечений (Риттера).

Покажем порядок расчета на примере фермы на рис. 1, а. Для всех остальных ферм расчет будет аналогичен. В первую очередь определяем величину опорных реакций. Для этого составим три уравнения равновесия (1):

$$\begin{aligned} \sum F_{kx} &= 0; \\ \sum m_A(\bar{F}_k) &= 0; \\ \sum m_B(\bar{F}_k) &= 0. \end{aligned} \quad (1)$$

Усилие в раскосе 10-2 определим методом сечений (рис. 2). Будем считать, что все стержни растянуты.

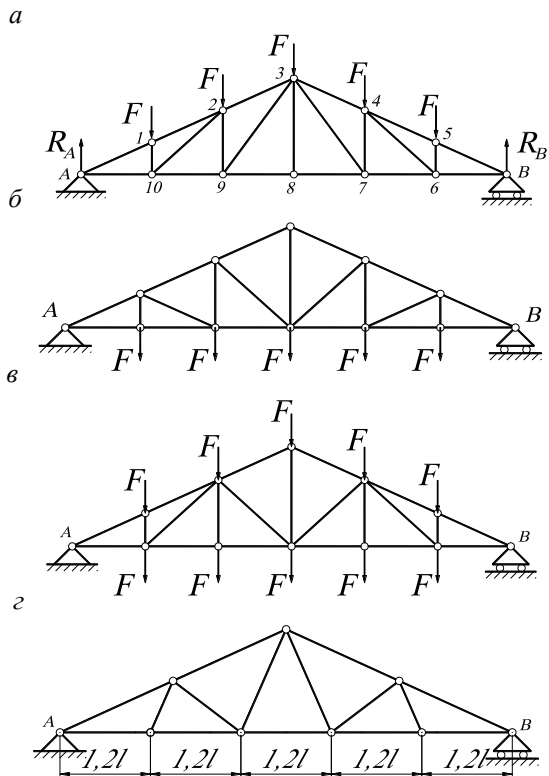


Рис. 1. Фермы треугольного очертания с различным вариантом приложения нагрузки: а – к узлам верхнего пояса; б – к узлам нижнего пояса; в – к узлам верхнего и нижнего пояса; г – ферма без стоек.

Составим уравнение равновесия (уравнение моментов относительно точки A):

$$-Fl + S_2 l \sin \alpha = 0; \quad S_2 = \frac{F}{\sin \alpha} > 0, \quad (2)$$

следовательно, раскос растянут, то есть восходящий.

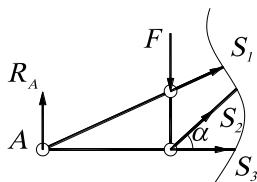


Рис.2. К определению усилия в стержне 10-2

Расчет остальных раскосов, равно как и в других вариантах ферм, был выполнен аналогичным методом и показал следующие результаты.

Для фермы (рис. 1, а) при всех вариантах нагрузки все раскосы работают только на растяжение, то есть являются восходящими.

Для фермы (рис. 1, б) при всех вариантах нагрузки все раскосы работают только на сжатие, то есть являются нисходящими.

Для фермы (рис. 1, в) при всех вариантах нагружения раскосы, расположенные слева от конька, восходящие от нижнего пояса к верхнему – растянуты, а убывающие от верхнего пояса к нижнему – сжаты. Раскосы, расположенные справа от конька, являются зеркальной симметрией.

Для фермы (рис. 1, г) при всех вариантах нагружения раскосы повторяют предыдущую схему распределения знака, а также могут быть нулевыми.

Таким образом, для ферм треугольного очертания нагруженных вертикальной нагрузкой в узлах верхнего или нижнего пояса или любых вариациях нагрузок усилия, возникающие в раскосах будут подчиняться следующему правилу: все раскосы, расположенные слева от конька и имеющие начало в нижнем поясе, будут всегда растянутыми, то есть восходящими, а раскосы, имеющие начало в верхнем поясе, будут всегда сжатыми, то есть нисходящими. При анализе знака раскосов, расположенных справа от конька, следует их рассматривать, как зеркальную симметрию.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Иванова Ю.Е., Ильина А.В., Тарасова А.В., Соколов М.А. Расчет металлической фермы // Инновационное развитие науки и образования: матер. V Междунар. науч.-практ. конф. 2019. С. 60-62.

2. Анохин Н.Н. Строительная механика в примерах и задачах: учеб. пособие для вузов по строит. Спец. Ч. 1. М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов. 1999. 335 с.

3. Дегтярь А.Н., Юрьев А.Г., Смоляго Н.А., Серых И.Р., Яковлев О.А. Соппротивление материалов с основами статики абсолютно твердых и деформируемых тел: учеб. пособие. Белгород: изд-во БГТУ. 2016. 96 с.



*Демьянова А.И., Кувшинова А.С.*

*Научный руководитель: Баженова О.О., ст. преп.*

*Белгородский государственный технологический университет*

*им. В.Г. Шухова*

## **ПРИМЕНЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНОГО МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА**

Прочность и деформативность наиболее важные характеристики при проектировании конструкций из высокопрочных мелкозернистых бетонов, которые в дальнейшем применяются при строительстве уникальных зданий и сооружений. Учитывая значительную нагрузку, которая воздействует на конструкции, необходимо обеспечить их надежную безопасность при эксплуатации.

Высокопрочные мелкозернистые бетоны (ВМБ) широко применяются при строительстве уникальных объектов, включая мосты, аэродромы, высотные здания, гидротехнические сооружения и т.д.

Преимущества использования ВМБ:

- высокая прочность на сжатие и растяжение, что позволяет увеличить нагрузки и сроки эксплуатации объектов строительства;
- уменьшение объема бетонных конструкций и, соответственно, уменьшение затрат на строительство и транспортировку бетона;
- устойчивость к постоянным нагрузкам, что особенно значимо для мостов, дорог и аэродромов.

ВМБ производится без применения крупных заполнителей (например, щебня), что позволяет достичь максимальной плотности и технических характеристик бетона.

Одним из проектов, где были применены высокопрочные мелкозернистые бетоны, был мост Мпеси в Йоханнесбурге, ЮАР. Мост был построен в 2015 году и имеет длину 255 метров. ВМБ использовались для создания мостовых балок, которые обеспечивают необходимую жесткость и прочность конструкции.



Рис. 1. Мост Мпеси в Йоханнесбурге, ЮАР

Еще одним примером применения ВМБ является строительство высотного здания «Шанхай Тауэр» в Китае, что позволило уменьшить объем бетонных конструкций и обеспечить высокую прочность здания.



Рис.2. Шанхай Тауэр, Китай

Существует множество экспериментальных исследований, посвященных изучению свойств и поведения высокопрочных мелкозернистых бетонов в изгибаемых элементах. Они позволяют оценить возможности и ограничения данного материала для использования в различных конструкциях.

Одно из таких исследований было проведено в университете Чунцина, Китай. В ходе эксперимента были исследованы изгибаемые балки из высокопрочного мелкозернистого бетона с различной арматурой и размерами. Балки были подвергнуты нагрузке до

разрушения, и было изучено их поведение и свойства в различных условиях.

В результате эксперимента было установлено, что высокопрочные мелкозернистые бетоны обладают высокой прочностью и жесткостью при изгибе. Однако, для достижения максимальной прочности и устойчивости конструкций необходимо использовать правильную арматуру и размеры элементов, а также учитывать особенности технологий производства бетона.

Также были произведены исследования на других типах изгибаемых элементов, таких как колонны, фермы, плиты и др. Результаты показали, что высокопрочные мелкозернистые бетоны могут быть успешно использованы в большинстве изгибаемых элементов в строительстве, при условии правильного проектирования и изготовления конструкций.

Однако, требуется отметить, что высокопрочные мелкозернистые бетоны могут быть более дорогими, чем обычные бетоны, и могут потребовать более тщательного контроля качества производства. Также возможны некоторые сложности в транспортировке и укладке бетона на стройплощадке из-за его повышенной плотности.

Таким образом, высокопрочные мелкозернистые бетоны широко применяются в различных проектах строительства, где необходимы высокие технические характеристики конструкций. Они позволяют увеличить прочность, устойчивость и долговечность сооружений, а также уменьшить затраты на строительство.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Сулейманова Л.А., Баженова О.О., Амелин П.А., Рябчесвкий И.С. Программа расчета состава высококачественного бетона. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023619306. Заявка № 2023618278, 25 апреля 2023г.

2. Баженова О.О. Способ определения состава бетона и контроля свойств бетонной смеси. В сборнике: V Международный студенческий строительный форум. Том 2. г. Белгород, 2020 г. С. 167-170.

3. Баженова О.О. Оптимизация плотности упаковки заполнителей в бетоне. В сборнике: Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. г. Белгород, 2020 г. С. 1938-1941.

4. Баженова О.О., Константиныди И.К. Основные свойства фиброволокон, применяемых в строительной индустрии. В сборнике: Молодежь и научно-технический прогресс Сборник докладов XIII

международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Том 1. г. Губкин, 2020 г. С. 211-213.

5. Тянь Л, Тан У, Вэй Х-Х, Оуян Л-Дж., Сюй Р и Ю Дж.Т (2022) Экспериментальное исследование сейсмических характеристик простых инженерных цементующих композитных балок. Начало. Матер. 9:1056809. doi: 10.3389/fmats.2022.1056809

### УДК 628.3

*Дудник Н.А.*

*Научный руководитель: Волкова В.Н., канд. техн. наук, ст. преп.  
Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия*

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НА СТАНЦИЯХ МАЛОЙ И СРЕДНЕЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

Биологические методы очистки повсеместно используются как для обработки хозяйственно-бытовых, так и промышленных сточных вод, содержащих органические примеси и соединения биогенных элементов. Существует ряд схем биологической очистки, предназначенных для получения на выходе из очистной станции воды, не вызывающей эвтрофикации поверхностных водоемов. При этом схемы, отличающиеся высокой эффективностью, являются весьма громоздкими, а их воплощение сопряжено со значительными затратами как на строительство сооружений, так и на обеспечение их функционирования.

В частности, обеспечение удаления соединений азота и фосфора на станциях биологической очистки сопровождается высокими затратами на перекачивание обрабатываемой воды между различными технологическими зонами сооружений, аэрацию, механическое перемешивание в зонах культивирования денитрифицирующих и фосфор-аккумулирующих бактерий.

Затратность современных технологий и экономические проблемы в отрасли объясняют тот факт, что в настоящее время около 70% сооружений биологической очистки сточных вод, согласно официальной статистике, не обеспечивают требуемое качество по сбросу очищенных стоков.

Улучшение ситуации возможно при выполнении ряда требований к очистным сооружениям сточных вод населенных пунктов:

– контроль сточных вод, поступающих на очистные сооружения и решение проблем поступающих сточных вод с высокой нагрузкой на очистные сооружения;

- сокращение расходов воздуха для аэрации и реагентов для удаления соединений фосфора;
- минимизация затрат на перекачивание воды между различными зонами очистных сооружений;
- высокая эффективность и надежность работы сооружений вторичного илоотделения;
- высокоэффективная доочистка сточных вод от взвешенных веществ и биогенных элементов;
- эффективное и экологически безопасное решение вопроса утилизации избыточной биомассы в схеме биологической очистки;
- снижение негативного воздействия станций очистки сточных вод на окружающую среду.

Реализация всех перечисленных требований позволит значительно повысить технико-экономическую эффективность обработки сточных вод, и экологическую безопасность, что отвечает требованиям к перспективным технологиям в науке и технике.

Одним из наиболее перспективных путей выполнения, указанных выше требований на станциях очистки сточных вод малой и средней производительности, является применение в качестве доочистки – беспленочные медленные фильтры. Технический результат, достигаемый при решении поставленной задачи, выражается в глубокой очистке сточных вод от сложно обрабатываемых, нерастворимых соединений биогенных элементов.

Допустимые концентрации после очистки хозяйственно-бытовых сточных вод долгое время являлись предметом дискуссии в научно-практических кругах [1,2]. Это связано с высокой стоимостью реализации технологий очистки бытовых сточных вод до действующих требований [3], что особенно актуально для станций малой и средней производительности [4].

Первые законодательные усилия по защите водных объектов от эвтрофикации были предприняты еще в 1970-х годах прошлого века, в результате чего были введены достаточно жесткие нормативы по концентрациям биогенных элементов в водных объектах [4].

Вода после биологической очистки очень часто превышает естественную самоочищающую способность водоемов и водотоков [5]. Требования к экологической безопасности при сбросе сточных вод в водные объекты определяет особую актуальность совершенствования технологических методов очистки сточных вод.

Для усовершенствования готовых технических решений на станциях малой и средней производительности необходимо устанавливать мелкопрозрачные решетки для сбора мусора, люки

резервуара делать шире или на весь периметр модульных блоков, в качестве нитрификатора нельзя допускать на входе в очистные сооружения установку блоков биологической загрузки, они будут давать вторичное загрязнение. Рациональным решением будет использование на выходе очистных сооружений, после вторичных отстойников беспленочные медленные фильтры, которые позволят доочищать сточные воды от растворенной органики.

В беспленочном медленном фильтре с вертикальной фильтрующей поверхностью при толщине фильтрующего материала 0,2-0,3 м биоплёнка на фронтальной поверхности не образуется, а биомасса относительно равномерно распределяется по всему объёму порового пространства (Рис. 1).



Рис.1 Распределение биомассы по всему объёму порового пространства [6]

Благодаря указанному эффекту период накопления биомассы и, следовательно, продолжительность фильтроцикла может быть увеличена до одного года и более, в зависимости от содержания остаточного количества взвешенных и коллоидных частиц после вторичных отстойников. Таким образом, по сравнению с медленными фильтрами с горизонтально расположенной фильтрующей поверхностью межрегенерационный период увеличивается в 10-14 раз [6].

При достижении предельного насыщения порового пространства загрязнителями проводится замена кассет на резервные, а восстановление фильтрующей способности материала осуществляется за пределами устройства высушиванием накопившейся биомассы и продувкой кассеты вентилятором без использования очищенной воды.

Беспленочные медленные фильтры при высокой степени доочистки стоков и более полного удаления органического вещества обеспечивают экологическую безопасность водных объектов при сбросах даже после обеззараживания хлорированием или озонированием.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Калита, А. Н. Нормирование качества очищенных вод - выход из тупика / А. Н. Калита, Е. В. Веницианов, В. И. Данилов-Данильян // Методы оценки соответствия. – 2010. – № 2. – С. 5-10

2. Щелчков, К. А. Наилучшие доступные технологии и нормы общего действия / К. А. Щелчков, Т. В. Гусева // Ресурсная экономика, изменение климата и рациональное природопользование: Материалы XVI Международной научно-практической конференции Российского общества экологической экономики, Красноярск, 05–10 июля 2021 года. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2021. – С. 198-200.

3. Залетова, Н. А. Технологические решения очистки сточных вод при различных подходах к нормированию сбросов в водные объекты / Н. А. Залетова, Н. В. Морозова // Сантехника, Отопление, Кондиционирование. – 2019. – № 9(213). – С. 32-33.

4. Рожков С. В. Очистка сточных вод населенных пунктов в системах с эрлифтными биореакторами: специальность 2.1.4 "Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов": диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Рожков Виталий Сергеевич. – Макеевка, 2023. – 298 с.

5. Волкова, В. Н. Доочистка бытовых сточных вод на фильтрах с песчаной загрузкой от биогенных элементов / В. Н. Волкова, В. Л. Головин, К. Ю. Кириченко // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2022. – Т. 30, № 3. – С. 332-344. – DOI 10.22363/2313-2310-2022-30-3-332-344.

6. Волкова В. Н. Разработка технологии снижения негативного воздействия бытовых сточных вод на морские экосистемы (на примере Приморского края): специальность 1.5.15 "Экология": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Волкова Владислава Николаевна. – Владивосток, 2022. – 122 с.

*Душнева Н.А.*

*Научный руководитель: Дмитриенко В.А., канд. техн. наук, доц.  
Донской государственной технической университет, г. Шахты, Россия*

## **СРАВНЕНИЕ ТЕПЛОЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕРЕВЯННЫХ И МЕТАЛЛОПЛАСТИКОВЫХ ОКОННЫХ БЛОКОВ**

Человечество в настоящее время столкнулось с глобальной экологической проблемой – потеплением климата. Температура Земли превышает среднюю отметку уже более века, и, как считает большинство ученых, вызвано это антропогенным воздействием. Парниковые газы частично поглощают инфракрасное излучение и удерживают уходящую в космос энергию в атмосфере, что ведёт к росту температуры у поверхности Земли [1].

По данным, из всей потребляемой в быту энергии, около 70% тратится на отопление помещений. Потери тепла в обычном жилом здании происходят через крышу – 11%, стены – 18%, окна – 25%, вентиляцию – 22%, системы отопления – 15%, пол/подвал – 9%. Отсюда мы видим, что наибольшее количество тепловых потерь происходит через оконные системы. Таким образом, снижение теплопотерь через светопрозрачные конструкции является важной и востребованной задачей [2-3].

Большинство домов в настоящее время относятся к старой постройке с обычными деревянными оконными блоками со стеклом (Рис. 1). Поэтому есть необходимость разработать технические решения позволяющие уменьшить количество теплопотерь через такие окна.



Рис. 1 Оконные блоки: а – деревянные (Д); б – металлопластиковые (М/П)

Не всегда целесообразно и выгодно заменять старые окна на новые



металлопластиковые (Рис. 1). Частой проблемой после установки таких окон является образование конденсата из-за разницы температур в помещении и наружного воздуха при недостатке теплоизоляции окон. Вследствие чего образуется грибок и плесень на откосах (Рис. 2).



Рис. 2 Грибок и плесень на откосах

С целью обоснования необходимости решения поставленной задачи проведены экспериментальные исследования, которые заключались в определении температуры внутренней поверхности стеклопакета и на оконном блоке с двойным остеклением.

Исследования проводились в нашем институте в фойе корпуса №1. Нам удалось застать тот момент, когда рядом находилось два окна со старым деревянным каркасом и новым только что установленным металлопластиковым блоком (Рис. 3).



Рис. 3 Сравнимые оконные блоки (слева – металлопластиковый (М/П); справа – деревянный (Д))

Измерения температуры производились пирометром в различных точках на поверхности стекол блоков и на поверхности рам как внутри

здания, так и снаружи. Также измерения проведены в разное время суток, в солнечную погоду и с достаточно плотной облачностью. И получили следующие значения, приведённые в таблице (Табл. 1).

Таблица 1 – Результаты измерений (внутренняя поверхность стекла)

Температура воздуха		Температура в точках		Средняя температура		Разница температур	
снаружи	внутри	М/П	Д	М/П	Д	М/П	Д
20	20,1	25,6	29,2	25,5	29,5	5,4	9,4
		25,2	28,8				
		25,2	29,6				
		24,2	28,8				
		26,3	30,2				
		26,45	30,4				
23	20,8	24	24,6	24,2	24,6	3,4	3,8
		24	24,2				
		24	24,2				
		24,4	25,2				
		24,4	25				
		24,6	24,6				
20	23,9	23	23	23,1	22,9	-0,8	-1,0
		22,6	22,6				
		22,6	22,6				
		23,6	23,2				
		23,8	23,6				
		23,2	22,6				
14	17,8	16,4	16,4	16,6	16,5	-1,2	-1,3
		16,4	16,4				
		16,6	16,4				
		16,3	16,6				
		16,6	16,6				
		17,2	16,4				

В утренние часы при практически одинаковой температуре воздуха снаружи и в фойе учебного корпуса разница температур на поверхности стеклопакета и деревянного блока двойного остекления составила 4,0°С. При этом угол наклона солнечных лучей к плоскости фасада здания составлял практически 90°, а к горизонту около 45°. Это обстоятельство обусловило наибольшие перепады температур на поверхности окон 5,4°С на металлопластиковом и 9,4°С на деревянном. Это свидетельствовало о большем поглощении солнечной энергии в стекле выпуска 70-х годов прошлого века.

В полдень температура наружного воздуха превышала внутреннюю в здании на 2,2°C. Солнечные лучи были практически параллельны фасаду, поэтому температура на поверхности стекла окон почти сравнялась. В этот период времени температура на внутренней поверхности окон превышала температуру воздуха в здании на 3,4°C на металлопластиковом и 3,8°C на деревянном. То есть перепад температур составил всего лишь 0,4°C.

Замеры во второй половине дня показывают более резкое снижение температур наружного воздуха чем в здании и соответственно изменение направления потока тепла при минимальных перепадах температур 0,8°C и 1,0°C.

Аналогичная картина наблюдалась на следующий день при резком снижении температуры наружного воздуха. Из-за большой тепловой инерции в учебном корпусе температура превышала наружную на 3,8°C. Отсутствие солнечных лучей обусловило значительно снижение разности температур.

Проведённые экспериментальные наблюдения позволяют отметить, что наименьшие потери тепла при любом направлении потока наблюдаются в стеклопакетах. Есть основания предполагать, что это происходит из-за большей скорости конвекционного движения воздуха в деревянных блоках с двойным остеклением, где расстояние между стёклами в несколько раз больше чем в стеклопакетах.

Иная картина наблюдается при измерении температур на поверхности рам (Табл. 2). Анализ результатов измерений показывает, что в большинстве случаев градиент температур на внутренней и наружной поверхностях деревянных рам больше чем на металлопластиковых, то есть тепловое сопротивление старых деревянных блоков выше. Этим объясняется частое появление грибка на внутренних откосах оконных проёмов при замене окон.

Таблица 2 – Результаты измерений (каркас)

Температура воздуха		Температура воздуха					Разница температур	
снаружи	внутри	Расположение	М/П		Д		М/П	Д
			Снаружи	Внутри	Снаружи	Внутри		
20	20,1	Слева	26,2	18,2	35,6	18,8	8,0	16,8
		Справа	26,2	18,8	35,2	18,8	7,4	16,4
23	20,8	Слева	26,4	21,4	24,4	21,6	5,0	2,8

		Справа	23	21,8	22,6	20,6	1,2	2,0
20	23,9	Слева	23,3	21,6	22,2	20,8	1,7	1,4
		Справа	22,2	20,6	21,8	20,2	1,6	1,6
14	17,8	Слева	16,7	18	17,6	18,4	-1,3	-0,8
		Справа	17	18,4	17,1	18,1	-1,4	-1,0

Таким образом, проведённые исследования подтверждают необходимость более тщательного подхода к обоснованию целесообразности замены деревянных оконных блоков металлопластиковыми.

Основная задача, которую мы хотим достичь путём экспериментальных исследований - снижение скорости конвективного потока воздуха в оконных блоках с большим расстоянием между стеклами (15 – 20 см), что в свою очередь приведет к снижению потерь тепла через оконный блок и установить возможное снижение теплопотерь.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Душнева Н.А. Обоснование выбора стеклопакета по критерию «стоимость конструкции - экономия по эксплуатации» // МОЛОДОЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬ ДОНА. Донской государственный технический университет, (Ростов-на-Дону). - 2021. - №3. С. 19-23. – Режим доступа: <https://mail.rambler.ru> (Дата обращения 5.5.24)
2. Малявина, Е. Г. Теплопотери здания. Справочное пособие / Е. Г. Малявина. 2-е изд., испр. М.: АВОКПРЕСС, 2011. 144 с.
3. Плотников, Е. А. Экономическая эффективность замены оконного блока / Е. А. Плотников, О. В. Руденко. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2020. — № 21 (311). — С. 577-579. — URL: <https://moluch.ru> (дата обращения: 04.04.2024).

УДК 693.55

*Ермакова Е.Г.*

*Научный руководитель: Салтанова Е.В., ст. преп.  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

## **ВОЗВЕДЕНИЕ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ ИЗ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА**

Высотное строительство является актуальным и востребованным направлением в нынешнее время. Развитие этой сферы в строительной области является показателем технического прогресса государства. Проектирование и возведение высотных зданий – это невероятно сложные инженерные задачи с множеством условий, такими как надёжность, безопасность, экономичность.

Первые высотные здания были возведены исключительно из стали. Со временем пришло понимание, что потенциал монолитного железобетона не раскрыт полностью. Как конструкционный материал он позволяет создавать выразительные сооружения, при этом отвечая на требования по жёсткости, огнестойкости, а своим весом он обеспечивает большую устойчивость.

Работы, связанные с бетонированием конструкций высотных зданий, имеет ряд особенностей. Следует учитывать, что бетонные работы будут выполняться на высоте в условиях сильного ветра.

Возведение бетонных конструкций надземной части начинается с арматурных работ. Высотные здания следует проектировать так, чтобы конструктивные элементы и их сопряжения имели возможность пластически деформироваться, исключая внезапное хрупкое разрушение. В несущих конструкциях следует использовать арматуру с категорией пластичности Н и Е [1].

Важным критерием является профиль арматуры. В высотных зданиях рекомендуется применение арматуры с четырёхсторонним периодическим профилем с маркировкой класса проката А500СП. Такой профиль обладает высокими показателями сцепления с бетоном, применяется в внецентренно сжатых и изгибаемых элементах, предотвращая прогрессирующее разрушение и уменьшая ширину раскрытия трещин. Данный профиль не включён в [1], но может применяться при соблюдении требований [1].

Вне зависимости от ветровых и сейсмических нагрузок рекомендуется использовать арматуру с гарантированным

обеспечением выносливости при многократно повторяющихся нагрузках (индекс У по [1]).

Мировая тенденция подталкивает к сокращению мест расположения несущих конструкций и уменьшению их сечений. Одним из вариантов, позволяющим сохранить прочность и эксплуатационную способность конструкций, является применение высокопрочного стального арматурного проката с высоким пределом текучести. Данная арматура имеет ряд преимуществ: увеличивает прочность конструкции и уменьшает количество арматуры; избежание перearмирования при применении высокопрочного бетона [3]

При возведении высотных зданий необходимо использовать такие способы вязки, которые возможны в условиях строительной площадки: вязка, механические резьбовые соединения. Следует минимизировать сварочные работы на монтажном горизонте, так как сварка повреждает поверхность опалубки и влечёт за собой снижение качества поверхности бетона [2].

Обеспечение долговечности конструкций зависит от соблюдения защитного слоя, которое достигается применением пластмассовых фиксаторов [6].

После арматурных работ следуют опалубочные работы. В высотном строительстве наиболее подходящими являются самоподъёмные опалубки на гидравлическом приводе, т.к. на высоте более 100 м из-за туманов и ветров краны невозможно полноценно использовать. Традиционные опалубочные системы не обеспечивают высокий темп строительства, позволяя возводить 3-4 этажа в месяц.

Самоподъёмные опалубочные системы решают проблемы опалубки, механической распалубки, перемещения опалубки по высоте, обеспечивает безопасные условия работ, защищает от ветра.

Для увеличения темпов строительства можно использовать технологию ранней распалубки с использованием страховочных элементов для поддержания монолитных конструкций до набора бетоном проектной прочности [2].

Затем, выполнив арматурные и опалубочные работы, приступают к укладке бетонной смеси. При возведении высотных зданий требуется внушительное количество бетона, подачу которого надо осуществлять как по вертикали, так и по горизонтали без изменения его реологических свойств.

Доставку бетонной смеси можно осуществлять с помощью автобетоно-смесителей от централизованного бетонного узла, либо с приобъектного автоматизированного узла. Для бесперебойного поступления бетонной смеси на всю высоту здания используются

стационарные бетононасосы с переналаживаемым бетоноводом [4].

В высотном строительстве, в основном, востребован бетон классов В40-В60.

При высоких классах бетона по прочности на сжатие для достижения удобоукладываемости применяют пластификаторы. В зависимости от бетонируемой конструкции так же могут использовать замедлители потери подвижности бетонной смеси, ускорители набора прочности. С целью уменьшения усадочных деформаций следует применять расширяющие добавки [5]. Для создания самоуплотняющихся бетонов используют суперпластифицирующие добавки на основе эфиров поликарбоксилата (РСЕ) [7].

Состав бетона подбирается с обеспечением заданных свойств бетона в свежем и в затвердевшем состояниях. Бетонная смесь, которая доставляется к месту работ по трубопроводам, должна обладать однородной структурой, достаточной вязкостью.

Подачу бетонной смеси к месту укладки осуществляется бетононасосными установками. Для её распределения используют автономные переставные распределительные стрелы и переносные механические стрелы.

Для достижения бетоном заданных характеристик следует осуществлять уход за ним. Сразу после укладки открытые поверхности конструкций укрывают полиэтиленовой плёнкой.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. ГОСТ 34028-2016. Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия : межгосударственный стандарт : дата введения 2018-01-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Изд. официальное. – Москва. : Стандартинформ, 2017. – С. 41.

2. Байрамуков, С.Х. Технология возведения высотных и большепролётных зданий: учебно-методическое пособие для обучающихся по направлению подготовки 08.04.01 Строительство / С.Х. Байрамуков, З.Н. Долаева. – Черкесск. : БИЦ СКГА, 2022. – С. 100.

3. Армирование железобетонных конструкций с применением специальной арматуры по ГОСТ 34028-2016 : методические рекомендации / Федеральный центр нормирования, стандартизации и оценки соответствия в строительстве. – Москва, 2018. – С. 102.

4. Доркин, Н.Н. Технология возведения высотных монолитных железобетонных зданий: учебное пособие / Н.И. Доркин, С.В. Зубанов. – Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный

университет, 2012. – С. 228.

5. Николенко, Ю.В. Технология возведения зданий и сооружений. Часть 1 : учебное пособие / Ю.В. Николенко. – Москва. : Российский университет дружбы народов, 2009. – С. 204.

6. Борисюк Е.А. Роль фиксаторов арматуры в конструкциях из железобетона / Е.А. Борисюк, С.А. Бороденко // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2018. - №1. – С. 49-55.

7. Сулейманова Л.А. Высокотехнологичные бетоны с использованием суперпластифицирующих добавок на основе поликарбоксилата / Л.А. Сулейманова, И.А. Погорелова, А.С. Слепухин, С.И. Плехова // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2016. - №9. – С. 63-66.

*УДК 69.059.35*

*Ерохина Е.Ю., Пухов И.Е., Алтухов М.А.*

*Научный руководитель: Крючков А.А., канд. техн. наук, доц.*

*Белгородский государственный технологический университет*

*им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

## **КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ УСИЛЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Усиление строительных конструкций позволяет устранить дефекты и обеспечить восприятие увеличенной полезной нагрузки при реконструкции. Причинами, вызывающими необходимость усиления железобетонных конструкций, являются: при наличии дефектов или повреждений вследствие температурных, сейсмических, осадочных или любых других силовых деформаций; при увеличении эксплуатационных качеств; при выявлении невыполнения строительного плана, которое понизило несущую способность конструкций; при реконструкции; при изменении функционального назначения здания или сооружения.

Усиление железобетонных конструкций может осуществляться тремя способами:

- усиление методом изменения конструктивной схемы (или методом подведения разгружающих конструкций);
- усиление без изменения конструктивной схемы;
- использование композитных материалов для усиления [1].

Рассмотрим особенности каждого из этих способов.



Усиление железобетонных конструкций методом изменения конструктивной схемы осуществляется путем устройства дополнительных разгружающих конструкций: рам, подвесок, опорных стоек, балок, шпренгелей, затяжек. Данный метод заключается в повышении изгибной жесткости сечений, уменьшении пролетов и т.д.

Усиление конструкций без изменения конструктивной схемы осуществляется путем внешнего армирования с использованием предварительно напряженной арматуры, а также путем увеличения площади поперечного сечения конструкций.

Перечисленные методы обладают некоторыми недостатками, которые можно компенсировать за счет использования композитных материалов – это низкая огнестойкость и подверженность коррозии.

Композитными материалами являются материалы, состоящие из двух или более компонентов. Они могут быть выполнены на основе различных связующих: полимерных, металлических, керамических и т.д. Свойства композитного материала будут зависеть от выбранного связующего компонента. Волокна, используемые в композитных материалах, также могут быть различные (углеродные, стеклянные, армидные и др.). Волокна наполнителя могут иметь случайное расположение, а могут быть преимущественное направление.

Холсты и ткани, используемые для усиления конструкций, представляют собой материал с однонаправленными или разнонаправленными волокнами. Их используют для усиления «мокрым» способом. На поверхность усиливаемой конструкции наносят адгезив, затем наклеивают волокнистый материал. После полного просыхания материала накладывается новый слой [2].

Жесткие ламинаты представляют собой несколько однонаправленных слоев, пропитанных полимерными составами с формированием блок-пакета и прессованием до полного отверждения связующего.

Ламинаты и холсты, изготовленные на основе углеродных волокон, целесообразно использовать для изгибаемых балочных и плитных конструкций, а также для внецентренно сжатых колонн. Материалы, изготовленные на основе стекловолокон рационально использовать для центрально сжатых конструкций – колонн и опор [3].

Для усиления колонн и простенков применяют устройство внешнего армирования в виде обойм (бандажей) по периметру сечения элементов с волокнами, расположенными перпендикулярно продольной оси усиливаемого элемента. Обоймы могут устраиваться непрерывно по всей высоте конструкции, либо с разрывами по высоте. Такое усиление позволяет создать ограниченное поперечное

деформирование. Переход напряженно-деформированного состояния колонны из одноосного в трехосное сжатие увеличивает ее несущую способность. Помимо создания непрерывной по высоте колонны обоймы применяют и отдельные обоймы, локально усиливающие участки сечения колонны [4]. Сцепление композитного материала с бетоном оценивают введением в расчет коэффициента работы композитного материала при назначении его расчетного сопротивления по формуле (1):

$$R_c = \frac{R_{cn}}{\gamma_c \cdot \gamma_{mn} \cdot \gamma_{ce}}, \quad (1)$$

где  $R_{cn}$  – сопротивление композитного материала растяжению по данным фирмы-производителя;  $\gamma_c$  – коэффициент надежности по композиту;  $\gamma_{mn}$  – коэффициент надежности по способу нанесения;  $\gamma_{ce}$  – коэффициент упругости.

Рассмотрим пример усиления плиты перекрытия композитными материалами в связи с возникновением незначительных продольных трещин.

Металлическое усиление плиты не всегда рациональный вариант, так как это повлечет за собой утяжеление конструкции. Тогда для решения поставленной задачи подходят композитные материалы. Размер и толщина слоя внешнего армирования подбирается методом расчета по предельным состояниям. Производится внешнее армирование из углепластика путем его приклеивания в растянутой зоне конструкции с расположением фибры параллельно максимальным растягивающим усилиям (Рис. 1).



Рис. 1 Усиление плиты перекрытия углеволокном

Применение современных технологий по усилению конструкций композитными материалами набирает свою популярность и является

перспективным направлением. Использование новых технологий позволяет сократить трудоемкость, стоимость и сроки выполнения работ по усилению конструкций. Качественные композиты будут находить широкое применение благодаря своей термостойкости, устойчивости к ударам и химическим воздействиям.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Чернявский, В.А., Аксельрод Е.З. Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Жилищное строительство. 2003. № 3. С. 15-16.
2. Овчинников, И.Г. Вопросы усиления железобетонных конструкций композитными материалами / И.Г. Овчинников, Ш.Н. Валиев // Наукоедение. – 2012. – С. 1–22.
3. Юшин А.В. Анализ напряженно-деформированного состояния двухпролетных железобетонных балок, усиленных композитными материалами по наклонному сечению, с учетом нелинейности: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.23.01 / А.В. Юшин; Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. Санкт-Петербург, 2011. 17 с.
4. Есипов С. М. Анализ методик проектирования усиления железобетонных конструкций композитными материалами //Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2015. – №. 6. – С. 114-118.

**УДК 699.841**

***Ерохина Е.Ю., Пухов И.Е.***

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

## **КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В ЗОНЕ ПОВЫШЕННОЙ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ**

Строительство в сейсмически активных зонах является очень сложным процессом, который требует от инженеров и строителей специализированных знаний. Возведение зданий в таких районах требует использование специальных материалов и технологий, что часто приводит к значительному повышению стоимости строительства.

К строительным конструкциям, которые используют в зонах сейсмической активности, предъявляются определенные требования. Они должны быть спроектированы таким образом, чтобы выдерживать сильные вертикальные и горизонтальные силы. Для этого разрабатывают усиления зданий, используют гибкие и амортизирующие элементы [1]. Особые требования по обеспечению устойчивости предъявляются к фундаментам. Поэтому в сейсмических районах часто применяют глубокие сваи, жесткие плитные фундаменты и другие специализированные решения.

Существует ряд требований при проектировании в сейсмически активных районах:

- здание в плане должно быть симметричным, или иметь антисейсмические швы при сложных очертаниях;
- несущие и ограждающие конструкции должны иметь наименьшую массу;
- необходимо избегать соединений, которые неспособны к упруго-пластичным деформациям;
- стремиться к укрупнению элементов [2].

Также необходимо подбирать такие строительные материалы, которые обладают высокой прочностью и устойчивостью к динамическим нагрузкам. Одним из таких строительных материалов является железобетон, сочетающий в себе устойчивость бетона и прочность стали. Железобетон обладает возможностью поглощать и рассеивать энергию землетрясения, что уменьшает колебания.

Основные требования, предъявляемые к строительным материалам, используемых в зонах с сейсмической активностью:

- материалы несущих конструкций не должны разрушаться хрупко;
- прочность материалов при срезе должна быть больше прочности при изгибе;
- должно допускаться развитие контролируемых пластических деформаций [3].

Для расчета сейсмостойкости зданий рекомендуется использовать «метод бегущих волн». При этом необходимо учитывать коррозию, повреждения в узлах конструкций, пространственный нелинейный характер сейсмического отклика, инерционные свойства грунтов основания. Установлено две главных причины влияния грунтовых условий на разрушительные последствия землетрясений. Первая связана с динамическими характеристиками грунтов в поверхностных слоях Земли, располагающихся на коренных породах более глубинных слоев. Вторая определяется несущей способностью самих грунтов, как

показывают исследования, наличие более слабых грунтов над плотными породами приводит к увеличению интенсивности колебаний на поверхности [4]. Расчеты грунтов и оснований производят при помощи современных программных комплексов, таких как «Liga», «Plaxis», «Mikro Fe», «Midas».

Еще одним способом улучшения сейсмостойкости зданий является устройство сейсмопояса. Цель сейсмопояса – превратить кладку в комплексную конструкцию, которая будет лучше сопротивляться сейсмическим колебаниям (Рис. 1) [5].



Рис. 1 Устройство сейсмопояса

Технология строительства в сейсмически активных зонах развивается и внедряются современные специализированные амортизирующие системы для поглощения энергии сейсмических колебаний. Сейсмические амортизаторы представляют собой цилиндрические оболочки с вязкоупругим материалом внутри. При воздействии колебаний вязкоупругий материал начинает деформироваться и поглощать энергию, благодаря этому снижается воздействие на здание. Еще одним примером амортизирующей системы являются гасящие бруски и диагональные распорки. Они устанавливаются между колоннами и балками и поглощают энергию путем деформации и изменения формы при сейсмической активности [6].

Строительство в сейсмически активных районах является очень сложным процессом. Необходимо тщательное изучение данных о прошлых землетрясениях, местности и грунтов основания. Только после таких исследований можно сделать вывод о том, какие

конструкции и решения будут рациональными и безопасными для конкретной местности.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Арутюнян А.Р. Современные методы сейсмоизоляции зданий и сооружений // Инженерно-строительный журнал. - 2010. - № 3. - С. 56-60.

2. Донченко О. М., Абдальразек Я. Д. Сейсмостойкость гражданских малоэтажных зданий при надстройке методом «Фламинго» // Наука и инновации в строительстве: Материалы международной научно-практической конференции: Сборник докладов: в 2-х томах. Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. С. 38-42.

3. Смирнов В. И. Инновационные системы сейсмозащиты зданий и сооружений в Российской Федерации и за рубежом. БСТ.12. – 2009. – С.21–23.

4. Столяров В.Г. Остаточные сейсмические смещения грунта, горизонтальные воздействия на здание, сейсмостойкие свайные фундаменты. Известия вузов. Северо-Кавказского региона Технические науки. 2006. № 3 С.70-74.

5. Донченко О.М., Дегтев И.А., Ежеченко Д.А. [и др.] Исследование прочности нормального сцепления по неперевязанному сечению кладки из бетонных и керамзитобетонных камней СКЦ // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2010. – № 1. – С. 77-80.

6. Смирнов В. И. Строительные нормы и правила Российской Федерации и их актуализация. «Отдельные вопросы инженерной сейсмологии и сейсмостойкого строительства. Региональная молодежная научная школа». / Сборник лекций. Под ред. В. Б. Заалишвили. — Владикавказ: ЦГИ ВНЦ РАН и РСО-А. 2010. С.153-177.

*Жиляев А.А.*

*Научный руководитель: Татаренков А.И., канд. техн. наук, доц.  
Курский государственный университет,  
г. Курск, Россия*

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ В ЖИЛИЩНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

В настоящее время с учетом современных экономических вызовов и в соответствии со стратегией развития металлургической промышленности Российской Федерации на период до 2030 года в нашей стране наметились тенденции по увеличению применения металлических конструкций в строительстве, в том числе многоэтажных жилых домов. По мнению Министра России, применение металлокаркасов позволит ускорить возведение зданий не менее чем в два раза, а сам процесс сделать всепогодным.

Заметное увеличение применения металла в строительстве в последние годы связано не только с доказанной временем надежностью, прочностью и долговечностью, но и экономической целесообразностью. По мнению экспертов, к основным преимуществам стальных конструкций можно отнести:

- максимальная легкость (относительно других материалов, уступающая только алюминию);
- стабильность (долгие годы сохраняет все свои свойства);
- однородность материала (позволяет точно рассчитать математически все закономерности работы конструкций под нагрузкой);
- высокое качество заводского изготовления (обеспечивает точные размеры и, следовательно, точность геометрии);
- максимально возможная скорость монтажа (особенно из заводских блоков);
- экологическая безопасность.

В России сегодня применяют не только такие классические строительные материалы из металла как, например, балки, швеллера, уголки, но и современные легкие стальные конструкции, в том числе сэндвич-панели, а также гнутые оцинкованные и полимерные стальные профили.

Современные легкие стальные конструкции (далее – ЛСК), представленные в основном легкими стальными тонкостенными конструкциями и легкими металлоконструкциями, применяются в

нашей стране в соответствии с СП 260.1325800.2016 «Конструкции стальные тонкостенные из холодногнутых оцинкованных профилей и гофрированных листов. Правила проектирования» (с изменениями № 1, № 2). ЛСК применяют в основном в промышленном и малоэтажном жилищном строительстве при возведении, например, несущих стеновых конструкций, перекрытий между этажами.

Применение металлических каркасов в сочетании с каркасно-обшивными стенами заметно сокращает сроки возведения зданий, что особенно важно в современной действительности с учетом возникшей необходимости скорейшего восстановления новых российских регионов. В настоящее время применяют следующие способы монтажа металлических каркасов жилых и общественных зданий:

- осуществление монтажа всех несущих конструкций объекта с последующей обшивкой листовыми материалами, далее заполняемыми теплоизоляцией или пенобетоном;

- одновременное осуществление монтажа несущих конструкций третьего этажа и обшивка с заполнением первого уже смонтированного этажа (далее - монтаж с разбежкой в один этаж) (Рис.1).

Монтаж с разбежкой в один этаж считается наиболее экономичным за счет существенного сокращения времени возведения объекта [7, с.200].



Рис. 1 Монтаж металлических конструкций жилого дома

Применение металлоконструкций открывает широкие возможности для архитекторов и проектировщиков, в том числе это свободу выбора пространственно-планировочных решений, возможность возводить сооружения различной сложности и этажности, создавать их уникальный внешний облик. Наибольшую популярность в



настоящее время приобрели фасадные алюминиевые конструкции, в том числе светопрозрачные.

Благодаря применению металлокаркаса в нашей стране стали появляться различные уникальные здания и сооружения: «Лахта Центр» (г. Санкт-Петербург), стеклянная крыша в парке «Зарядье» (г. Москва), небоскребы ММДЦ «Москва-СИТИ» (Рис. 2).



Рис. 2 Небоскребы ММДЦ «Москва-СИТИ»

В Москве также становится популярной технология модульного строительства и возрос, в последнее время, интерес среди отечественных девелоперов к объектам на стальном каркасе. В связи с чем, в новой Москве начал строиться завод по производству таких модулей. Благодаря этому в ближайшем будущем прогнозируется увеличение доли стального строительства, в том числе в рамках реализации программы реновации жилья.

Рост популярности зданий на металлокаркасе объясняется и тем, что на сегодняшний день в большинстве существующих нормативно-технических документах практически нет ограничений по применению металлоконструкций в нормальных условиях эксплуатации. Так, например, диапазон их применения достаточно большой от температуры не выше 100 градусов Цельсия и не ниже 60.

Минстроем России по поручению Президента РФ была разработана «Дорожная карта» по расширению области применения металла в строительстве, в том числе многоэтажных жилых домов и социальных объектов, следовательно, доля гражданских объектов построенных с применением металлокаркаса в России в ближайшее

время может заметно вырасти. До настоящего времени стальные конструкции применялись в нашей стране в основном в каркасах промышленных высотных, большепролетных сооружений, с большой грузоподъемностью, подверженных высоким механическим нагрузкам. Доля гражданских зданий, возведенных с применением металлокаркаса, по оценкам специалистов, составила менее 20%, в отличие от зарубежных стран, где она превышает 60% [2].

Кроме того, Минстроем рассматривается вопрос о строительстве по типовым проектам высотных жилых домов с использованием стального каркаса и ЛСК, и в связи с этим необходимости внесения соответствующих изменений в законодательство и нормативно-технические документы. С начала 2022 года уже были сняты ограничения по использованию ЛСК в программах расселения аварийного жилищного фонда (отменен приказ Минстроя от 31.01.2019 № 65), что также должно стимулировать рост доли типового стального строительства при реализации адресных программ расселения, иных девелоперских и социальных проектов.

По мнению специалистов ПАО «Северсталь» типовые проекты жилых домов на стальном каркасе могут найти широкое применение как в домах эконом-класса, так и комфорт. Одним из таких проектов, рассматриваемым сегодня в качестве типового, выступает семнадцатизэтажный жилой дом на стальном каркасе. Данный пилотный проект, предложенный ПАО «Северсталь» запланирован к реализации уже в ближайшее время. Его металлокаркас, состоящий из сварных балок, колонн и связей, дополняется ЛСК (внутренними и наружными каркасно-обшивными стенами), монолитными перекрытиями из профилированного листа.

Основным преимуществом применения типовых проектов является сокращение срока проектирования и монтажа готовых заводских стальных модулей из унифицированного сортамента применяемого металлопроката. При этом наряду с высокой скоростью строительства и конструктивными преимуществами применение металлоконструкций позволит реализовывать различные смелые архитектурные решения планировки жилых зданий.

Таким образом, в России в настоящее время наметились достаточно широкие предпосылки для увеличения доли использования металлоконструкций при строительстве жилых помещений, а реализация пилотных проектов по возведению многоквартирных жилых домов с применением стального каркаса и ЛСК позволит выработать оптимальные решения для дальнейшего их применения.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Распоряжение Правительства РФ от 28.12.2022 № 4260-р «О Стратегии развития металлургической промышленности Российской Федерации на период до 2030 года» URL: <http://pravo.gov.ru> (дата обращения: 27.02.2024).

2. Будыльский И.С., Барышникова М.С. Проблемы применения несущих металлических конструкций при строительстве высотных зданий // Строительство и архитектура – 2023. Материалы международной научно-практической конференции факультета промышленного и гражданского строительства. - 2023. - С. 210-211.

3. Демешко В.Р., Агеева Е.Ю. Достоинства и недостатки применения арочных металлических конструкций в большепролетном строительстве // XII Всероссийский Фестиваль науки. Сборник докладов. Нижний Новгород. - 2022. - С. 401-404.

4. Легкие стальные тонкостенные конструкции (ЛСТК). Проектирование, изготовление, монтаж. Учебное пособие для ВУЗов / Астахов И. В., Гудков А. Н., Жидков К. Е. и др.; под общей ред. Зверева В. В. – М.: Издательство «Перо». - 2023. – 412 с.

5. Мазманян Т.Р., Сердюченко В.М. Архитектурное применение металлических конструкций в строительстве // Вопросы науки и образования: новые подходы и актуальные исследования. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Гл. редактор В.И. Кожанов. Чебоксары. - 2023. - С. 133-134.

6. Сарниязова А. Исследование легких металлических конструкций // Аллея науки. - 2023. - . 1. № 1 (76). - С. 193-197.

7. Цветков Е.А. Техничко-экономическое обоснование применения легких металлических конструкций в современном строительстве // Наукосфера. - 2023. - № 6-2. - С. 169-173.

**УДК 696**

**Зайцев К.А.**

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

## **К ВОПРОСУ О ПРЕДУПРЕЖДЕНИИ ТЕНДЕНЦИИ РОСТА ИЗНОСА ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ ЖИЛИЩНО- КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА**

Инженерные сети ЖКХ представляют собой сложную систему

трубопроводов, канализационных коллекторов, электросетей и других коммуникаций, обеспечивающих функционирование жилых домов и общественных зданий. Однако со временем эти сети подвергаются естественному износу, что приводит к их постепенному разрушению.

Проблема износа инженерных сетей жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) является одной из наиболее актуальных и острых проблем современной России [1]. В данной работе рассмотрены причины возникновения этой проблемы, ее последствия для населения и экономики страны, а также возможные пути решения.

Износ инженерных сетей ЖКХ может привести к серьезным последствиям для населения и окружающей среды. В случае аварий на водопроводных сетях, население может столкнуться с перебоями в подаче воды, что создает значительные неудобства в повседневной жизни. Кроме того, утечки воды могут привести к загрязнению почвы и грунтовых вод, что негативно скажется на экологической ситуации в регионе. Аварии на газопроводах представляют еще большую опасность. Взрывы и пожары, вызванные утечкой газа, могут привести к разрушениям зданий, травмам и даже гибели людей. Это подчеркивает важность регулярного обслуживания и обновления таких сетей, чтобы предотвратить подобные катастрофические события.

Кроме того, износ инженерных сетей приводит к увеличению затрат на их ремонт и обслуживание. Старые и изношенные сети требуют больше ресурсов для поддержания их работоспособности, что в конечном итоге ложится бременем на плечи потребителей, которые из-за этого могут очень часто оставаться без обеспечения необходимыми коммунальными ресурсами.

В период с 2014 по 2019 годы на территории Российской Федерации было зарегистрировано более 2300 инцидентов аварий на изношенных трубопроводах систем тепло- и водоснабжения, которые привели к различным последствиям. Вследствие частых сбоев в работе электроэнергетических систем многие регионы страны оставались без электроснабжения, что приводило к остановке работы транспортных средств, промышленных предприятий и даже гидроэлектростанций [2].

По данным статистики 2019 года процент износа коммунальной инфраструктуры составлял более 60%, около 25% основных фондов полностью отслужили свой срок. Износ инженерного оборудования достиг 73%, инженерных сетей – 65%. Ситуация на тот момент только ухудшалась, капитальному ремонту подвергалось менее 1% сетей при принятой норме в 3%. Плановый ремонт инженерных сетей почти полностью уступил место аварийно-восстановительным работам, затраты на проведение которых в три раза выше, чем затраты на

плановый капитальный ремонт подобных объектов [3]. Все эти факторы способствовали активно прогрессирующему увеличению степени износа сетей с течением времени, при этом необходимые меры для решения этой проблемы не были реализованы в достаточном объеме или не предпринимались вовсе. Актуальная проблема износа элементов инженерных сетей с течением лет стала еще более серьезной и трудноразрешимой.

К марту 2024 года наблюдалось значительное ухудшение ситуации в данной области. В ходе заседания «Комитета Государственной Думы по строительству и ЖКХ» глава Минстроя РФ Ирек Файзуллин доложил, что износ инженерных сетей в некоторых регионах дошел до критических 80%, в среднем же он составил 40% [4]. В данном контексте необходимо учитывать статистическую дисперсию между различными административными единицами. Указанные процентные показатели достигаются путем сбора данных из муниципалитетов разного размера и протяженности коммунальных инфраструктурных сетей. Примером может служить ситуация в Москве и Московской области, где состояние сетей значительно лучше, чем в других муниципалитетах, благодаря эффективным мерам, принятым местными властями. Важно отметить, что протяженность сетей в Москве и Московской области исчисляется тысячами километров, к которым каждый год добавляются новые километры, что существенно влияет на статистические данные и вызывает значительный статистический разброс в сравнении с другими муниципалитетами. Тем не менее, износ в размере 80% в некоторых регионах является неприемлемым и свидетельствует о неэффективности работы ответственных структур и отсутствии практических мер по реализации государственной политики в данной сфере.

Очень сильному износу подвержена самая древняя из всех существующих видов инженерных сетей – система водоснабжения и водоотведения. На это влияют определенные факторы: агрессивные условия эксплуатации, значительные размеры, перегруженность сети, дефицит водных ресурсов, общесплавность систем канализации, увеличение численности городского населения.

Данная ситуация усугубляется тем фактом, что большая часть таких инфраструктурных объектов была построена ещё в советский период и уже давно исчерпала свой эксплуатационный ресурс, сильно превысив допустимые сроки службы [5].

Такая комбинация факторов обуславливает столь высокий уровень износа систем водоснабжения и водоотведения, поскольку она подразумевает одновременное воздействие негативных

эксплуатационных условий на объект эксплуатации и его одновременное пребывание в непригодном для эксплуатации состоянии.

Определённо можно сказать, что такой подход к делу является деструктивным и ведёт к очень серьезным финансовым вложениям в процесс восстановления, если он будет признан целесообразным. Процесс полной замены элементов выйдет очень затратным, ведь придется применять максимально доступные технологии (часто дорогостоящие) для демонтажа изношенных и монтажа новых элементов без длительного прерывания снабжения прямых потребителей.

Бюджет государства не бесконечен, имеет четкие ограничения, выделяется в строго отведенном количестве для реализации заданных целей, как следствие, возникает высокий риск острой нехватки средств при выполнении восстановительных или монтажных работ для большого количества объектов сетей в короткий промежуток времени. К этому же добавится проблема нехватки квалифицированных кадров в отрасли. Такая ситуация уже не выглядит невозможной, а становится сегодняшней реальностью, с которой нужно считаться – ситуация уже требует привлечения временных затрат (к примеру: подготовка квалифицированных специалистов, разработка необходимого сопровождения и т.д.), которые в сжатые сроки обеспечить уже практически невозможно. Другими словами, возникла ситуация, требующая немедленного решения, как если бы она «должна была быть решена ещё вчера».

Как упоминалось ранее, бюджет государства не безграничен, и в свете масштабности проблемы её решение требует подхода на федеральном уровне. С точки зрения экономической системы Российской Федерации, решение данного вопроса приведёт к существенным сложностям в процессе формирования бюджетных ассигнований. Тем не менее, несмотря на существующие сложности, игнорирование данную проблему нельзя, поскольку она оказывает непосредственное влияние на уровень жизни населения. В качестве потенциального решения может рассматриваться перераспределение имеющихся ресурсов и оптимизация затрат. Кроме того, важно учитывать социальные и экономические последствия принимаемых решений с целью минимизации возможного ущерба для государства и его населения.

Для предотвращения тенденции роста износа инженерных сетей жилищно-коммунального хозяйства предлагается осуществить следующие мероприятия:

- формирование рабочих групп на всех уровнях власти с установлением отчётных периодов и контрольных сроков;
- привлечение высококвалифицированных специалистов для анализа конкретных возникших ситуаций, с целью выполнения ими профессионального анализа;
- принятие поэтапной программы (разработка мероприятий по проведению ремонтно-строительных работ);
- привлечение государственно-частного партнёрства;
- приступить непосредственно к восстановительным работам;
- вести контроль за проведением работ в соответствии с требованиями нормативной документации, пресекать любые нарушения технологического процесса и порядка проведения работ.

Во избежание возникновения такой ситуации в будущем следует выполнять:

- проведение своевременного контроля технического состояния и систематических проверок исправности инженерных сетей;
- проведение и обоснованное планирование профилактических мероприятий;
- создание дешёвых отечественных материалов для проведения реновации, санации и реконструкции;
- развитие государственно-муниципально-частного партнерства на территории муниципалитетов (разработка и внедрение программ, принятие соответствующих законов и подзаконных актов).

Таким образом, в заключение можно сделать вывод о том, что на текущий момент степень износа инженерных сетей ЖКХ достигла критического уровня вследствие крайне неэффективного использования существующего фонда – допущены существенные ошибки. Для исправления сложившейся ситуации необходимо применить структурированный комплексный подход с привлечением органов государственной власти.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Современные проблемы жилищно-коммунального хозяйства и пути их решения / М. М. Косухин, А. М. Косухин, К. А. Ковалева, А. В. Горбунова // Научно-технические инновации: Сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию БГТУ им. В.Г. Шухова. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2019. – С. 39-44.
2. Богданова, С. Ю. Оценка состояния инженерных сетей и

коммуникаций в Российской Федерации / С. Ю. Богданова, А. А. Муратшина, А. А. Халиуллина // Казанский экономический вестник. – 2019. – № 1(39). – С. 12-17.

3. Проблема износа инженерных сетей жилищно-коммунального хозяйства / М. М. Косухин, А. М. Косухин, А. В. Горбунова, К. А. Ковалева // Научное развитие технологий и инновации: Сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию БГТУ им. В.Г. Шухова. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2019. – С. 45-50.

4. Глава Минстроя заявил, что сфера ЖКХ в России нуждается в модернизации // Дума ТВ - Парламентское телевидение ГД ФС РФ: [сайт]. – URL: <https://dumatv.ru> (дата обращения: 06.05.2024).

5. Косухин, М. М. Водоотводящие инженерные сети в прошлом, настоящем и будущем / М. М. Косухин, А. М. Косухин // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2017. – № 6. – С. 29-34.

**УДК 666.97.05**

***Зубкова М.Н.***

***Научный руководитель: Кочерженко В.В., проф.***

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

## **ОБЪЕДИНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВАКУУМИРОВАНИЯ И ЭЛЕКТРООСМОСА ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ ТРЕЩИН В КАМЕННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ**

Трещины в каменных и железобетонных конструкциях являются распространенной проблемой, с которой сталкиваются инженеры и строители. Эти трещины могут возникать как во время строительства, так и после него, и могут иметь различные причины и последствия.

Трещины в каменных и железобетонных конструкциях могут иметь и различные последствия [1]. Во-первых, они могут ухудшить внешний вид здания, что может быть особенно проблематично в случае исторических или архитектурно значимых сооружений. Кроме того, трещины могут привести к утечке воды или воздуха, что может привести к повреждению внутренних отделочных работ или привести к потере энергии [2].

Однако, трещины в каменных и железобетонных конструкциях могут быть предотвращены или отремонтированы. Совершенствование



технологии восстановления эксплуатационной пригодности дефектных конструкций из камня и железобетона включает в себя разработку новых методов и техник ремонта.

Вакуумирование является одним из эффективных способов заделывания трещин в каменных и железобетонных конструкциях. Этот метод основан на принципе создания отрицательного давления в трещине, что позволяет обеспечить плотное прилегание заделывающего материала к стенкам трещины и его проникновение в каждую ее мельчайшую частицу [3].

Процесс вакуумирования начинается с тщательной подготовки поверхности трещины. Для этого трещину очищают от пыли, грязи и других посторонних частиц. Далее на поверхность наносится специальный герметик, который предотвращает проникновение воздуха в трещину.

Затем на место трещины накладывается герметическая пленка, которая образует вакуумную камеру над поврежденной областью. С помощью вакуумного насоса воздух из этой камеры удаляется, создавая отрицательное давление. Это позволяет заделывающему материалу проникнуть в трещину и заполнить ее полностью.

Вакуумирование желателно проводить на режимах возможно более высокого разряжения. Время вакуумирования зависит от степени разряжения, толщины вакуумированной конструкции, расхода цемента, подвижности бетонной смеси, температуры окружающей среды и других факторов.

Одним из наиболее часто используемых материалов для вакуумирования является эпоксидная смола. Она обладает отличной адгезией к камню и железобетону, а также хорошими прочностными свойствами. После проникновения в трещину, эпоксидная смола затвердевает и создает прочное и долговечное заделывающее покрытие.

Преимущества вакуумирования включают высокую эффективность и долговечность заделанных трещин. Этот метод позволяет достичь плотного прилегания заделывающего материала к стенкам трещины, что обеспечивает высокую прочность и устойчивость к нагрузкам [4]. Кроме того, вакуумирование предотвращает проникновение влаги и других вредных веществ в трещину, что способствует ее сохранности на долгое время.

Преимущества использования способа вакуумирования для заделывания трещин включают:

1. Использование вакуумирования позволяет обеспечить полное заполнение трещины заделочным материалом.

2. Вакуумирование позволяет полностью исключить воздушные пузыри из заделочного материала.

3. Вакуумирование позволяет значительно ускорить процесс заделывания трещин.

4. Возможность контроля процесса заделывания. Вакуумный насос позволяет регулировать давление и скорость проникновения заделочного материала в трещину. Это позволяет более точно контролировать процесс заделывания и достичь оптимальных результатов.

Способ электроосмоса также является эффективным методом для заделывания трещин в каменных и железобетонных конструкциях. Этот процесс основан на использовании электрической силы для перемещения влаги через материалы и заполнения трещин, что способствует их закрытию и укреплению [5].

Процесс электроосмоса начинается с установки электродов на поверхности конструкции вблизи трещины. Один из электродов подключается к источнику постоянного тока, а другой электрод остается без подключения. Затем между электродами создается электрическое поле, которое приводит к движению влаги внутри материала.

Под действием электрического поля, положительно заряженные ионы воды начинают двигаться в сторону отрицательного электрода, проникая в трещину. В результате этого процесса, трещина заполняется водой, которая подвергается дальнейшему воздействию электрического поля. Это обеспечивает дополнительное закрытие и укрепление трещины.

Электроосмос является безопасным и эффективным методом для заделывания трещин, так как не требует использования химических веществ или физической силы. Кроме того, этот метод позволяет контролировать процесс заполнения трещины и достигать оптимальных результатов.

Преимущества использования способа электроосмоса для заделывания трещин включают:

1. Увеличение прочности и надежности конструкции.
2. Предотвращение проникновения влаги и других вредных веществ внутрь конструкции.
3. Улучшение изоляционных свойств материала.
4. Снижение вероятности повторного образования трещин.
5. Простота и удобство использования.

Объединение технологий вакуумирования и электроосмоса представляет собой инновационный подход к решению проблем трещин в каменных и железобетонных конструкциях.

Традиционные методы борьбы с трещинообразованиями, такие как затирка или внедрение смесей ремонтных материалов, имеют ряд недостатков, таких как недостаточная проникающая способность и ограниченная эффективность.

Комбинирование этих двух технологий позволяет достичь максимального эффекта при ремонте трещин в каменных и железобетонных конструкциях. Вакуумирование обеспечивает удаление воздуха и влаги из трещины, а электроосмос контролирует и управляет влагой, предотвращая ее накопление и расширение трещины. Кроме того, эти технологии могут быть применены как на поверхности, так и внутри материала, обеспечивая полный и комплексный подход к ремонту.

В итоге, объединение технологий вакуумирования и электроосмоса при трещинах в каменных и железобетонных конструкциях представляет собой инновационный и эффективный метод ремонта. Он позволяет устранить трещины, улучшить механические свойства материала и обеспечить долговечность и безопасность конструкции. Это открытие может иметь значительное влияние на строительную индустрию и привести к созданию более прочных и долговечных сооружений.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Атаев С.С. Технология индустриального строительства из монолитного бетона. - Москва: Стройиздат, 1989. 335 С.

2. Кочерженко В.В., Кочерженко А.В. Технология производства работ при реконструкции. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2015. 239 С.

3. Инъекционный метод при ремонте бетона [Электронный ресурс] // StroyLogistics. URL: <https://stroy-log.ru/> (Дата обращения 5.5.24)

4. Уплотнение бетонной смеси вибраторами [Электронный ресурс] // Файловый архив студентов «StudFiles». URL: <https://studfile.net/> (Дата обращения 5.5.24)

5. Кочерженко В.В., Никулин А.И. Технологические процессы в строительстве. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2013. 305 С.

## **РЕНОВАЦИЯ ТЕРРИТОРИИ ГАРАЖНЫХ КООПЕРАТИВОВ**

На основе анализа разных источников информации, были выявлены проблемы рекреационных зон, присущие городской среде города Белгорода. Одними из главных проблем являются вопросы размещения парковочных мест, безответственное оставление автомобилей на газонах и детских площадках, и огромное количество старых гаражных кооперативов в черте города рядом с дворовыми территориями, искажающие в целом концепцию благоустройства города. По данным администрации на территории города расположено 46 гаражных кооперативов, которые занимают порядка 236,4 Га земли.

Администрацией города предусмотрена программа сноса части таких гаражных кооперативов, однако альтернативой им предлагают открытые плоскостные парковки.

Стоит отметить, что в большинстве городов численность легковых автомобилей растет значительно быстрее площадей города и его улиц, из-за увеличения уровня насыщения населения автотранспортом. Растет и напряженность уличного трафика, и всю большую часть площади улиц занимают стоящие автомобили. Их могут оставлять не только на обочине, но и на газонах прилегающих территорий многоквартирных домов, от чего страдает общее благоустройство города.

Плоскостные площадки и гаражные кооперативы занимают большие площади земли, но вместимость таких объектов инфраструктуры не слишком велика. Поэтому следует рассмотреть перспективу строительства на территориях, которые предназначены для проектов реновации строительство подземных и наземных паркингов.

Подземная стоянка автомобилей, согласно своду правил [1], – это стоянка автомобилей, все этажи которой при отметке пола помещений ниже планировочной отметки земли более чем на половину высоты помещений. Наземная стоянка автомобилей закрытого типа представляет собой стоянку автомобилей с наружными ограждающими конструкциями.

Подземные и наземные паркинги являются важной частью городской инфраструктуры, обеспечивающей удобство и доступность

для автовладельцев. Оба типа парковочных пространств имеют свои преимущества и недостатки, и выбор между ними зависит от конкретных условий местности, финансовых возможностей и требований к инфраструктуре.

Основные принципы строительства подземных парковок:

1. Безопасность: подземные парковки обеспечивают защиту автомобилей от внешних воздействий (погоды, вандализма), что повышает общий уровень безопасности;

2. Экономия пространства: подземные парковки позволяют использовать недоступные для строительства наземные участки земли, что особенно важно в густонаселенных городских районах;

3. Эстетика: возможность сохранить внешний облик города, не загромождая улицы и площади автотранспортом, делает подземные парковки привлекательными для горожан;

4. Эффективность использования земельных ресурсов: возможность создания многоуровневых паркингов, что позволяет вместить большее количество автомобилей на ограниченной территории [2].

Преимущества подземных парковок заключаются в следующем: улучшение городской среды (уменьшение количества автомобилей на улицах способствует снижению загазованности и шума, что положительно влияет на экологию и благосостояние горожан); большая вместимость (подземные парковки могут вмещать значительное количество автомобилей на одной территории, что облегчает проблемы недостатка парковочных мест в городских районах); безопасность (автотранспортные средства в подземных парковках находятся под надежной защитой, что уменьшает риск краж и повреждений) [3].

К основным недостаткам строительства и эксплуатации подземных парковок можно отнести: высокую стоимость (по сравнению с наземными парковками, строительство и обслуживание подземных парковок требует больших затрат, что может быть недоступно для некоторых городов); повышенные требования к техническому оборудованию (подземные парковки требуют специального обустройства вентиляции, освещения, систем безопасности и др., что также увеличивает общие расходы в эксплуатационный период); более трудоемкая техническая эксплуатация (подземные парковки требуют более сложного управления и контроля за процессом парковки, что может привести к повышенным административным издержкам).

Основные принципы строительства наземных парковок открытого типа заключаются в доступности (наземные парковки обеспечивают

быстрый и удобный доступ к автомобилям, что удобно для водителей); в экономической эффективности (строительство наземных парковок требует меньших затрат, чем подземные, что делает их более доступными и экономически оправданными).

Преимущества наземных парковок заключаются в следующем: более низкая стоимость (наземные парковки открытого типа требуют меньших инвестиций при строительстве и обслуживании, что делает их более привлекательными для малых и средних городов); малая трудоемкость при эксплуатации (наземные парковки обычно проще в управлении и обслуживании, что улучшает их эффективность).

К недостаткам наземных парковок можно отнести: меньшее количество машинно-мест (по сравнению с подземными парковками, наземные имеют ограниченные возможности по вмещению автомобилей, что может привести к дефициту парковочных мест); требования к земельным ресурсам (наземные парковки занимают ценные территории, которые могут быть использованы для других нужд города, что усиливает конфликт интересов в градостроительстве); эстетический облик города (наземные парковки могут визуально портить архитектурный облик города, особенно в старых культурных районах).

В целом, выбор между подземными и наземными парковками должен основываться на комплексном анализе местных потребностей, финансовых возможностей, архитектурных и экологических факторов. Оба типа парковок имеют свои преимущества и недостатки, и оптимальное решение будет зависеть от конкретных обстоятельств и целей градостроительной политики города. Так же при реновации территорий гаражных кооперативов следует обратить внимание, что там могут располагаться коммерческие организации, связанные с техническим обслуживанием и ремонтом автомобилей. Например, в проекте наземного многоэтажного паркинга вполне возможно предусмотреть боксы для таких предприятий (рис. 1.).



Рис. 1. Визуализация многоэтажного наземного паркинга

Параллельно возведению паркинга проект на реновацию может включать в себя благоустройство территории с созданием каких-либо общественных пространств или рекреационных зон для жителей прилегающих многоквартирных домов.

Таким образом, реновация гаражных кооперативов и благоустройство их территорий с последующим созданием рекреационных общественных зон имеет ряд значительных преимуществ.

- обновление инфраструктуры: реновация гаражных кооперативов позволяет улучшить состояние старых зданий и инженерных коммуникаций, что способствует повышению комфорта и безопасности жителей. Обновление территории включает в себя замену старых элементов на более современные, что повышает эстетику района и качество жизни общества;

- создание комфортного жилого пространства: благоустройство территории гаражных кооперативов позволяет создать уютную и безопасную зону для проживания жителей. Организация зон отдыха, пешеходных дорожек, детских площадок и озелененных зон способствует формированию общественных пространств, где жители могут проводить свободное время, общаться друг с другом и укреплять социальные связи;

- повышение ценности недвижимости: реновация и благоустройство территории гаражных кооперативов приводит к повышению ценности недвижимости в этом районе. Красиво оформленные и ухоженные зоны привлекают покупателей и арендаторов, что способствует росту рыночной стоимости недвижимости и улучшению инвестиционной привлекательности района;

- поддержка экологических инициатив: озеленение и

благоустройство территории гаражных кооперативов способствует улучшению экологической обстановки в районе. Посадка деревьев, создание зеленых насаждений и парковых зон способствует очищению воздуха, улучшает микроклимат и увеличивает плотность зеленых насаждений в городской среде;

– потенциальная значимость и укрепление сообщества: благоустройство территории гаражных кооперативов способствует укреплению социальных связей и формированию сообщества. Общественные зоны, спортивные площадки, места для отдыха и общения создают условия для взаимодействия между жителями, что способствует укреплению дружественной атмосферы и повышению общественной активности.

Подводя итог исследования, отметим, что реновация гаражных кооперативов с благоустройством территории и созданием рекреационных общественных зон принесет множество позитивных изменений как для жителей, так и для отдельного микрорайона города, способствуя его развитию, повышению качества жизни и социальной активности общества.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. СП 113.13330.2023 «СНиП 21-02-99\* Стоянки автомобилей» // Официальное издание. М.: ФГБУ «РСТ», 2023. 65 с.
2. СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89\* (с Изменениями № 1, 2, 3, 4) // Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2017. 97 с.
3. Сулейманова Л.А., Погорелова И.А., Марушко М.В. Сущность аддитивных технологий в строительстве // Университетская наука. 2018. № 2 (6). С. 70-74.

**УДК 667.63**

***Костеников В.Д.***

*Научный руководитель: Волкова В.Н., канд. техн. наук, ст. преп.  
Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия*

## **ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ С НИЗКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

Экологизация строительных материалов является жизненно важным аспектом устойчивого строительства, охватывая ряд практик,



направленных на снижение негативного воздействия на окружающую среду. Благодаря экологически чистым материалам, возобновляемым ресурсам и инновационным технологиям, строительная отрасль может смягчить свой след и способствовать созданию более здоровой планеты для будущих поколений.

Преимущества зеленых строительных материалов многогранны, начиная от сохранения окружающей среды, экономией ресурсов и улучшением здоровья людей. Использование таких материалов уменьшает истощение ресурсов, минимизирует загрязнение и снижает потребление. Например, такие материалы, как переработанная древесина, сталь и бамбук, способствуют сохранению ресурсов, преобразовывая существующие материалы или используя быстро возобновляемые ресурсы. Кроме того, такие инновации, как краски с низким содержанием летучей органики, изоляция без использования формальдегидов и экологичные варианты напольных покрытий, улучшают качество жизни в помещении. Кроме того, экологически чистые материалы часто отличаются превосходной долговечностью и требуют меньшего обслуживания, что приводит к долгосрочной экономии средств для владельцев помещений.

Краски с низким содержанием летучих органических соединений — это определённый тип красящих веществ, который содержит меньше вредных химических веществ по сравнению с традиционными красками. ЛОС (летучие органические соединения) — это химические вещества, которые могут испаряться в воздух и способствовать загрязнению воздуха в помещениях, что приводит к различным проблемам со здоровьем, таким как удушье и головные боли [1]. Краски с низким содержанием летучих веществ разработаны с уменьшенным уровнем этих вредных химических веществ, что делает их менее токсичными и более экологичными.

Такие краски оказывают меньшее негативное влияние на качество воздуха как во время их нанесения на поверхности, так и после высыхания. Они способствуют созданию более здоровой среды в помещении, снижая риск раздражения дыхательных путей и аллергических реакций. Кроме того, краски с низким содержанием летучих органических соединений часто имеют менее терпкие ароматические качества по сравнению с традиционными красками, что делает их более удобными в использовании во время покрасочных проектов.

В течение продолжительного времени летучие органические соединения присутствовали в составе всех видов красок. Эти соединения, такие как пластификаторы, растворители и свободные

мономеры, играют ключевую роль в процессе высыхания краски, обеспечивая ей прочность, блеск и другие свойства [2]. ЛОС ответственны за неприятный запах, который возникает при покраске стен или потолка, поскольку они испаряются в окружающую среду. Эти вещества могут оставаться в материале краски на протяжении длительного времени и постепенно выделяться в атмосферу помещения.

Использование красок с высоким содержанием летучих органических соединений представляет опасность как для окружающей среды, так и для здоровья человека. Длительное пребывание в помещении с поверхностями, покрытыми такими красками, может вызвать головные боли и тошноту. Кроме того, исследования показывают, что эти химические вещества являются канцерогенами и могут способствовать развитию онкологических заболеваний [3].

В результате проведения исследований о вреде летучих органических соединений (ЛОС), экологи и ученые начали выражать обеспокоенность. В ряде стран Европы были установлены строгие нормативы относительно содержания химических веществ-канцерогенов в красках для интерьеров. Аналогичные жесткие стандарты были введены в Соединенных Штатах [4,5]. Краски были классифицированы на три категории: первая - классические, с содержанием ЛОС менее 380 граммов на литр для глянцевых составов и 250 граммов на литр для матовых; вторая - краски с низким уровнем ЛОС, содержание которых не превышает 50 граммов на литр; третья - краски с минимальным уровнем ЛОС, где показатель не превышает 5 граммов на литр, что подразумевает наличие небольшого количества добавок.

Преимущества использования красок с низким содержанием летучих органических соединений (ЛОС) являются очевидными:

1. Обеспечение безопасности для здоровья и окружающей среды, улучшение микроклимата в помещении и снижение риска возникновения аллергических реакций.

2. Отсутствие неприятного запаха во время нанесения краски свидетельствует о ее безопасности.

3. Большинство красок с низким уровнем ЛОС высыхают быстрее, чем традиционные краски.

Однако, несмотря на указанные преимущества, краски с низким содержанием ЛОС имеют и существенные недостатки:

1. Высокая стоимость продукции в силу использования натуральных компонентов и технологий, требующих больших затрат.

2. Ограниченный срок службы, что может потребовать более частого обновления покрытия из-за его недолговечности.

3. Возможное присутствие других токсичных веществ в составе красок, которые могут быть не менее опасными, чем ЛОС, требует тщательного изучения состава продукции перед использованием.

Многие производители предлагают широкий спектр типов и цветов красок с низким содержанием летучих органических соединений, что позволяет потребителям осуществлять свой выбор без ущерба для эстетических предпочтений. В целом, подобные красящие вещества являются отличным выбором для тех, кто хочет уменьшить воздействие на окружающую среду и создать более “здоровые” жилые или рабочие пространства.

В целом, экологичные варианты лакокрасочных материалов предлагают сочетание заботы о природе, долговечности и эстетической привлекательности, что делает их весьма заманчивым выбором для экологически чистых потребителей.

Применение экологических ЛОС представляет собой ключевой сдвиг в сторону устойчивого развития в строительной отрасли. Краски с низким содержанием летучих органических соединений имеют доступный ассортимент. Принятие этих зеленых строительных материалов не только приносит пользу окружающей среде за счет сохранения ресурсов и сокращения загрязнения, но и способствует долгосрочной экономической экономии и способствует более устойчивому будущему для будущих поколений.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Кузнецова В.А., Семенова Л.В., Кондрашов Э.К., Лебедева Т.А. Лакокрасочные материалы с пониженным содержанием вредных и токсичных компонентов для окраски агрегатов и конструкций из ПКМ // Труды ВИАМ. 2013. N 8. т. 05

2. Чебогаревский В.В., Кондрашов Э. К. Технология лакокрасочных покрытий в машиностроении. М.: Машиностроение. 1978. 295 с.

3. Konga X., Liua G., Qib H., Curtisa J.M. Preparation and characterization of high-solid polyurethane coating systems based on vegetable oil derived polyols // Progress in Organic Coatings. 2013. N 76. P. 1151-1160.

4. Weiss K.D. Paint and coatings: A mature industry in transition // Progress in Polymer Science. 1997. N 22. P. 203-245.

5. Wang D., Bierwagen G.P. Sol-gel coatings on metals for corrosion protection // Progress in Organic Coatings. 2009. N 64. P. 327-338.

УДК 624. 04

*Кувшинова А.С., Рудакова С.Р.*

*Научный руководитель: Панченко Л.А., канд. техн. наук, доц.*

*Белгородский государственный технологический университет*

*им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

## АНАЛОГИИ В ТЕОРИИ ПРОЧНОСТИ И ЭФФЕКТИВНЫЕ ПРОФИЛИ СЕЧЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ

Рассматривая математику как окно в творение Вселенной, мы устанавливаем рациональные соотношения в строении организмов, выявляем природные константы. Золотая пропорция  $\Phi=1,618$  соответствует положительному корню незамысловатого квадратного уравнения [1]:

$$x^2 - x - 1 = 0. \quad (1)$$

Интересно заметить, что второй корень  $(-0,618)$  по модулю также имеет отношение к золотой пропорции, поскольку  $0,618/(1-0,618) = 1,618$ .

Наблюдаются также совпадения зависимостей, присущих различным областям знаний. Широко известно совпадение по формуле преобразований Лоренца, использованных А. Эйнштейном в теории относительности [2]:

$$x' = \frac{x^2 - vt}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}, \quad t' = \frac{t - (xv/c^2)}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} \quad (2)$$

( $t$  – время,  $v$  – скорость тела,  $c$  – скорость света в пустоте) с преобразованием координат в псевдоевклидовой плоскости:

$$x = \frac{x + yth^2\varphi}{\sqrt{1 - th^2\varphi}}, \quad y = \frac{y + xth^2\varphi}{\sqrt{1 - th^2\varphi}} \quad (3)$$

В курсе сопротивления материалов (3) имеет место аналогия формул для главных осей поперечного сечения бруса и положений главных площадок (3):

$$\operatorname{tg} 2\alpha_0 = \frac{2D_{zy}}{I_y - I_z}, \quad (4)$$

$$\operatorname{tg} 2\alpha_0 = \frac{2\tau}{\sigma_y - \sigma_x}, \quad (5)$$

где  $\alpha_0$  – угол наклона главной оси сечения к оси  $z$  и главной площадки к оси  $x$  соответственно,  $I_y$  ( $I_z$ ) – момент инерции относительно оси  $y$  ( $z$ ),  $D_{zy}$  – центробежный момент инерции,  $\sigma_x$  ( $\sigma_y$ ) – нормальное напряжение вдоль оси  $x$  ( $y$ ),  $\tau$  – касательное напряжение.

В теории структурного синтеза строительных конструкций формирование поперечного сечения элемента ведётся в направлении рационального противостояния силовым линиям. При этом находят отражение формулы (4) и (5).

То же касается прокатных профилей. В двутавре материал в большей мере сосредоточен в местах вероятных экстремальных нормальных напряжений. Сечение в виде двутавра целесообразно при материалах, одинаково сопротивляющихся растяжению и сжатию и находит применение в изгибаемых элементах. Для такого же рода элементов используется и сечение в виде тавра, но при таких материалах, как чугун, бетон, у которых сопротивления растяжению и сжатию резко различаются.

Техническое обеспечение косоугольного изгиба, характерного, в частности, для прогона покрытия сооружения, ведётся Z-овым профилем. Существуют прокатные профили такого рода с вертикальной стенкой. Но они не в полной мере эффективно противостоят косоугольному изгибу. Наклонная стенка обеспечивает приближение материала полок к внешнему силовому полюсу [4, 5]. Z-овый профиль вытесняет швеллер, который находит рациональное использование при других обстоятельствах.

При обеспечении устойчивости элементов строительных конструкций необходимо иметь равенство моментов инерции относительно осей симметрии, являющихся главными центральными моментами инерции.

Найдём расстояние  $s$  между ветвями составного сечения, обеспечивающего это условие (рис. 1).

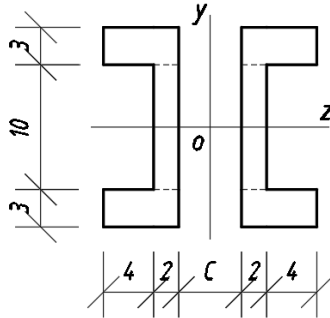


Рис. 1 Составное сечение

Разбиваем каждую часть сечения на три прямоугольника, как показано на рис. 1, и определяем моменты инерции:

$$I_z = 2 \left\{ \frac{2 \times 10^3}{12} + 2 \left[ \frac{6 \times 3^3}{12} + \left( \frac{10}{2} + \frac{3}{2} \right)^2 \times 6 \times 3 \right] \right\} = 3425,34 \text{ см}^4;$$

$$I_y = 2 \left\{ \frac{2 \times 10^3}{12} + \left( \frac{c}{2} + \frac{2}{2} \right)^2 \times 10 \times 2 + 2 \left[ \frac{3 \times 6^3}{12} + \left( \frac{c}{2} + \frac{6}{2} \right)^2 \times 6 \times 3 \right] \right\} = 28c^2 + 256c + 917,34.$$

Приравнявая  $I_z$  и  $I_y$ , получаем уравнение:

$$28c^2 + 256c + 2512 = 0,$$

или

$$c^2 + 9,14c + 89,71 = 0,$$

откуда  $c = 5,95$  см.

Для прокатных швеллеров можно составить таблицу величин  $c$  в соответствии с номерами профилей.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Юрьев А.Г. Естественный фактор оптимизации конструкций. Белгород: Изд-во БГТУ, 2003. 110 с.
2. Юрьев А.Г. Иллюзия времени. Белгород: Изд-во БГТУ, 2019. 94 с.
3. Беляев Н.М. Сопротивление материалов, м: Физматиз 1976. 856 с.

4. Юрьев А.Г., Толбатов А.А., Смоляго Н.А., Яковлев О.А. Рациональные сечения бруса при косом изгибе // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 11. С. 60-63.

5. Юрьев А.Г., Зинькова В.А. Нелинейные задачи косоугольного изгиба // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2023. № 11. С. 37-45.

*УДК 69.057.47*

*Кутومانов Д.Е., Столярова В.В.*

*Научный руководитель: Кочерженко В.В., канд. техн. наук, проф.*

*Белгородский государственный технологический университет*

*им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

## **АНАЛИЗ ВЫБОРА МЕТОДА ВОЗВЕДЕНИЯ БОЛЬШЕПРОЛЕТНОГО ЗДАНИЯ**

Исследование технологий возведения большепролетных зданий является актуальной темой как в России, так и за ее пределами [1–3]. Опыт исследований проектирования и строительства таких зданий показывает, что возведение конструкции перекрытия представляет собой одну из самых сложных задач. Еще одним важным аспектом является выбор оптимальной технологии строительства и проектирования большепролетных зданий, где ключевыми факторами являются минимальная трудоемкость, продолжительность строительства и стоимость работ [4, 5].

На сегодняшний день вопросы проектирования большепролетных зданий остаются актуальными, и несмотря на то, что у большинства таких зданий есть типовые решения, всегда есть возможность улучшить конструкцию в зависимости от климатических и топографических условий, а также конструктивных особенностей здания.

К большепролетным зданиям относят здания, расстояние между опорами несущих конструкций покрытия которых составляет свыше 36 м. В промышленном строительстве такими зданиями являются сборочные цеха судостроительных, авиационных и машиностроительных предприятий. В гражданском строительстве это могут быть выставочные залы, павильоны, концертные залы и спортивные сооружения [6].

Для покрытия промышленных зданий используются балочные конструкции, состоящие из основных поперечных балочных ферм и промежуточных конструкций.

Основными элементами этих сооружений являются однопролетные рамы, длина пролетов которых может варьироваться от

48 до более 108 метров. Ригели рам могут быть выполнены в виде ферм или сплошных балок, в зависимости от размеров пролета и нагрузок. Важно отметить, что из-за больших размеров и массы таких элементов, их необходимо собирать на месте установки из отдельных частей длиной около 11–12 метров [7].

Способ строительства большепролетных зданий с каркасно-балочными системами определяется способом установки поперечных каркасных балок.

Способ установки ригелей зависит от наличия необходимого монтажного оборудования, конструктивных особенностей ригелей и архитектурно-планировочного решения. Существуют следующие виды монтажа ригеля:

- частями с применением временных опор;
- целиком;
- пространственными блоками.

Монтаж ригеля частями выполняется с помощью подъемной техники. Каждую часть монтируют на две опоры – одна из частей может быть постоянной. При этом опирание осуществляется таким образом, чтобы нижний пояс не провисал на временной опоре. Установка и монтаж (рис. 1) ригеля по частям производят последовательно от одной постоянной опоры к другой, обеспечивая устойчивость каждой из частей путем временного соединения опор. После того, как все части ригеля будут установлены и произведены проектные монтажные соединения, временные опоры убирают, этот процесс называют раскручиванием. Раскручивание производится с помощью домкрата. Для того, чтобы смонтированная часть включилась в работу, домкрат, установленный на временной опоре, опускают. Далее опора убирается, либо ее передвигают на новые стоянки.

Вышеописанный способ прост в монтаже, но неэкономичен по времени и материальным ресурсам, а также требует разработки технологической карты.

Преимуществом такого способа монтажа ригелей частями является использование техники небольшой грузоподъемности.

Недостатками являются:

- дополнительный расход материала на временные опоры;
- существенный объем работ, которые производятся навесу;
- долгое время монтажа.

Монтаж ригеля целиком может происходить как со сборкой их у места установки, так и в стороне. Ригели, находящиеся в горизонтальном положении после снятия крайних панелей, перемещаются в зону монтажных механизмов по бесстыковым путям.



Далее устанавливаются на место крайние панели, меняется положение ригеля из горизонтального в вертикальное и устанавливается на колонны. Подъем ригелей происходит с помощью подъемных кранов.

По сравнению с монтажом по частям, преимуществами такого способа монтажа ригелей целиком являются:

- большой объем работ происходит внизу на земле;

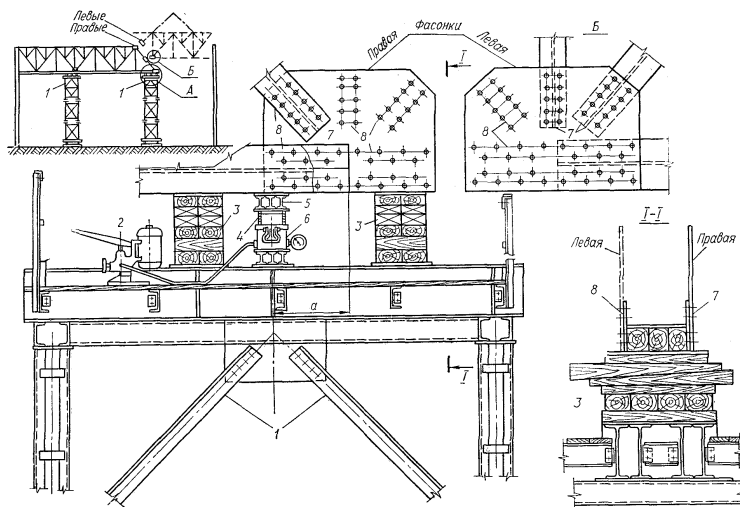


Рис. 1. Установка раскручивающего устройства на временной опоре при ригеле двухступенчатого сечения:

- 1 — временная опора; 2 — ручной насос с гибким шлангом; 3 — деревянные клетки с клиньями; 4 — предохранительные полукольца; 5 — пакеты из рельс двутавров №14–16; 6 — гидравлический домкрат; 7 — высокопрочные болты или заклепки, поставленные при укрупнительной сборке; 8 — то же, при монтаже

- нет необходимости в раскручивании ригеля;
- высокая скорость работ.

Монтаж ограждающих конструкций большепролетных зданий в настоящее время чаще все чаще осуществляется с использованием объемных блоков, состоящих из двух ригелей и несущих конструкций. Сборка блоков обычно производится на специально подготовленном участке предварительной сборки перед установкой в конце пролета здания. После сборки блоки транспортируются к месту монтажа с помощью специальных тележек на рельсах.

Данный метод установки ригелей в объемные блоки обладает важным преимуществом — значительным сокращением сроков строительства, что делает его экономически выгодным с точки зрения

экономии времени и материальных ресурсов.

Разнообразие большепролетных сооружений и различные требования, предъявляемые к ним, определяют оптимальное проектное решение. Кроме объемных блоков, также широко используются балочные системы, каркасные конструкции, арочные и другие пространственные системы для большепролетных зданий.

Следует отметить, что выбор метода монтажа или увеличение эффективности работ всегда направлены на ускорение процесса возведения зданий и сооружений, а значит, есть возможность как можно раньше начать получать экономическую выгоду от выбранного вида производства.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сысоева, Е. В. Научные подходы к расчету и проектированию большепролетных конструкций / Е. В. Сысоева // Вестник МГСУ. – 2017. – Т. 12, Вып. 2 (101). – С. 131–141.

2. Николаева О.М. Применение новых большепролетных конструкций в современной архитектуре / Николаева О.М., Джиоева М.А., Мистейко Е.М. / Инженерный вестник Дона №4 (47), 2017. – С. 227–232.

3. Петров, В. В. Монолитные железобетонные перекрытия с повышенной несущей способностью / В. В. Петров, В. Г. Мурашкин // Эксперт: теория и практика. – 2021. – № 1(10). – С. 38–45.

4. Кочерженко, В.В. Технология и организация возведения большепролетных и высотных зданий и сооружений / В. В. Кочерженко, Л. А. Сулейманова. – Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2018. – 178 с.

5. Кочерженко, В. В. Основы строительного производства : Учеб. пособие для студентов специальности 330500 - Безопасность технол. процессов и пр-в / В. В. Кочерженко, В. М. Лебедев ; В.В. Кочерженко, В.М. Лебедев; М-во образования Рос. Федерации. Белгор. гос. технол. ун-т им. В.Г. Шухова. – Белгород : Белгород. гос. технолог. ун-т (БГТУ) им. В. Г. Шухова, 2003. – 189 с.

6. Кулинич, Д. И. Возведение большепролетных зданий с рамно-балочными системами / Д. И. Кулинич, В. В. Николенко // Академическая публицистика. – 2018. – № 4. – С. 22–268.

7. Мосина, Ю. О. Сравнительный анализ методов монтажа структурных конструкций покрытия / Ю. О. Мосина // Серия «Строительство : СБОРНИК СТАТЕЙ МАГИСТРАНТОВ И АСПИРАНТОВ. В 2-Х ТОМАХ. Том 2 Выпуск 5. – Санкт-Петербург :

**УДК 338**

*Ланина А.В.*

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

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА NANOCAD СТРОЙПЛОЩАДКА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ОРГАНИЗАЦИОННО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ**

В современном строительстве использование программного обеспечения играет важную роль в повышении эффективности и оптимизации процессов. В данной статье рассматривается оценка эффективности применения программного обеспечения при разработке организационно-технологических решений для возведения каркасных зданий.

Актуальность проблемы обусловлена обеспечением высокой эффективности многообразных строительных процессов и создание условий для безопасного и экономичного использования трудовых и технических ресурсов.

NanoCAD Стройплощадка — это программное обеспечение, разработанное для оформления проектно-конструкторской документации в сфере строительства. Оно помогает быстро и точно выполнять задачи, соответствующие требованиям СПДС.

Основные функции программы включают работу с базой данных строительной техники, использование «умных чертежей» и гибких инструментов разметки, а также реализацию Менеджера проекта для структурирования и генерации документов.

Программа доступна в разных вариантах лицензий, включая годовые и постоянные версии для локальной и сетевой установки.

При планировании работ задействуется иерархия, которая учитывает требуемые объемы и ресурсы. Составить ее помогает используемый в программе Менеджер проектов. С его помощью можно планировать поставку материалов, наличие на площадке техники, число рабочих, необходимых для решения тех или иных задач. При этом прямо в Менеджере можно задать последовательность выполнения работ, а для их определения использовать отраслевые классификаторы.

Потребности в кадрах и ресурсах тоже можно рассчитать средствами программы – для этого в приложении имеется специальный функционал. В программе есть возможность считать потребность в кадрах, энергомощности, водных ресурсах и даже сжатом воздухе. Результаты расчетов автоматически включаются в пояснительную записку, формируемую в привычном текстовом формате DOC.

Следующий этап подготовки строительного проекта – разработка его генерального плана. Есть возможность генерации экспликации зданий, расчёт и обозначение на плане опасной зоны строительства, рабочие зоны для подъема грузов, учитывая при этом возможности и характеристики техники, которую планируется использовать (Рис. 1).

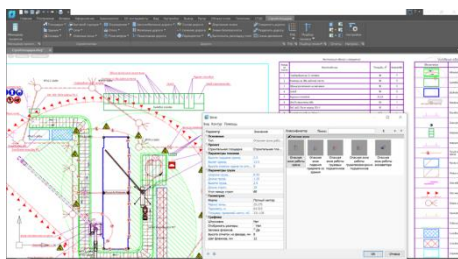


Рис. 1 Окно подбора грузоподъемной техники для стройгенплана

Помимо самого стройгенплана можно спроектировать прокладку временных дорог и подъездных путей (Рис. 2). Даже отрисовать откосы, если этого требует рельеф строительной площадки.

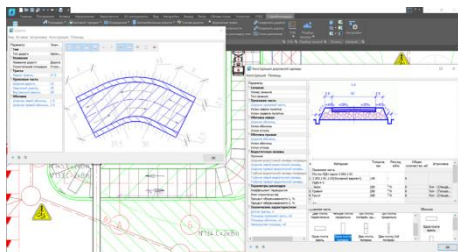


Рис. 2 Генерация временных дорог

А еще при плане строительства необходимо сформировать базу данных временных зданий и сооружений. Приложение сделает это, основываясь на заранее введенных технических данных с размерами планируемых модулей.

Есть учет всех технических характеристик, и даже есть фильтры, которые позволяют выбрать необходимые механизмы.

На основе всех введенных данных программа автоматически генерирует отчеты: ведомость объектов работ, календарный план, графики потребности в технике и ресурсах, график движения рабочей силы (Рис. 3).

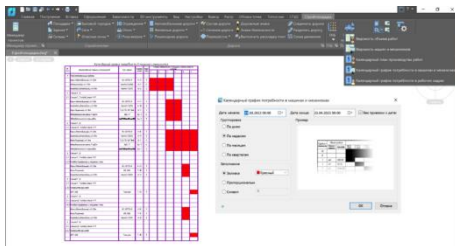


Рис. 3 Окно генерации календарного плана

Критерии оценки эффективности использования программного обеспечения «NanoCAD Стройплощадка»:

1. Функциональность программного обеспечения:

- возможности моделирования каркасных зданий с учетом различных материалов и нагрузок: возможность проектирования 2-го уровня (Рис. 4) в плоскости с заданием параметров (высота, толщина, длина) элементов конструкции, но нет возможности бим-моделирования 3-го уровня. Для моделирования 3-го уровня необходима установка отдельного компонента «Модуль «3Д». Нет возможности проектирования с учетом нагрузок;

- возможность автоматизации процесса проектирования и расчетов: в менеджере проекта есть возможность сделать несколько вариантов планирования для сравнения и выбора наиболее оптимальных организационно-технологических решений;

- наличие инструментов для оптимизации конструкций и улучшения их эффективности: инструменты отсутствуют, необходимо использование типовых технологических карт.



Рис. 4 Уровни «зрелости» BIM

## 2. Удобство использования:

- интуитивно понятный интерфейс программы;
- наличие обучающих материалов и поддержки пользователя;
- возможность интеграции с другими программными продуктами:

возможность импорта IFC-модели для визуализации процесса возведения здания.

## 3. Точность и надежность результатов:

- соответствие расчетных данных реальным условиям эксплуатации здания: расчеты выполняются в соответствии с МДС 12-46.2008;

- проверка программного обеспечения на точность результатов и надежность: проверить точность можно только ручным пересчетом.

## 4. Затраты времени на разработку:

- скорость работы программы при выполнении сложных расчетов: автоматический вывод необходимых таблиц, графиков, схем и т.д. на основе созданной ведомости объемов работ, автоматический вывод пояснительной записки со всеми прилагаемыми расчетами;

- возможность параллельной работы с несколькими проектами: программное обеспечение позволяет корректно работать только с одним объектом, т.к. данные также экспортируются с чертежа (модели) и при работе с несколькими объектами в одном файле – данные перемешиваются.

## 5. Стоимость и доступность:

- цена программного обеспечения и его лицензирование: бесплатные и платные лицензии;

- возможность получения обновлений и технической поддержки: на каждое обновление ПО необходимо получение новой лицензии, что приводит к дополнительным расходам при покупке расширенной конфигурации. В среднем обновления выходят 1 раз в год.

## 6. Производительность и оптимизация:

- на основе единой ведомости объемов работ есть возможность планирования в нескольких вариантах, при котором автоматически

составляются графики потребности кадров, механизмов и т.д., что позволяет организовать строительство под нужды и возможности материально-технической базы организации;

- нет возможности отображения систем опалубочных работ для составления ТК на те или иные работы;

- не представлена возможность отображения на чертеже полного комплекта механизмов и оборудования.

- влияние использования программы на сроки выполнения проекта и его стоимость: сокращает сроки проектирования за счет оптимизации планирования и автоматизированного расчета необходимых данных для ПОС и ППР.

Итоги оценки эффективности использования выбранного программного обеспечения при разработке организационно-технологических решений для возведения каркасных зданий показали, что применение программного обеспечения «NanoCAD Стройплощадка» значительно повышает качество решений благодаря оптимизации использования ресурсов. Экономия времени и средств и есть та задача, которую решает nanoCAD Стройплощадка.

В программе заложены интеллектуальность объектов, возможность проведения расчетов, поддержка графической базы данных различных элементов, гибкая настройка и соответствие нормативам, а также связь с нормативной системой NormaCS.

Для ППР, где необходима детальная проработка технологических карт, имеет место быть ручная отрисовка мелких механизмов и оборудования. Не представлен полный выбор средств механизации для разного типа организационно-технологических решений.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Берестнев, В.Л. Оценка эффективности информационных технологий в управлении предприятием / В.Л. Берестнев. - Москва: ИНФРА-М, 2015.

2. Иванов, Г.П. Разработка и внедрение программного обеспечения / Г.П. Иванов. - Москва: Наука, 2016.

3. Лебедев, К.М. Управление проектами в разработке программного обеспечения / К.М. Лебедев. - Москва: МГУ, 2015.

4. Сулейманова, Л.А. Технология информационного моделирования на этапе проектирования объекта капитального строительства / Л.А. Сулейманова, П.А. Амелин, И.С. Рябчевский. – Белгород : БГТУ им. В.Г. Шухова, 2023. – 126 с.

5. Тарасов, П.М. Организационные аспекты внедрения информационных технологий / П.М. Тарасов. - Москва: Экономика, 2018.

*УДК 691*

*Сяо Вэньсюй, Ли Цзиньян*

*Научный руководитель: Галынис К.И., канд. соц. наук, доц.  
Хулунбуирский институт, г. Хайлар, Китай*

## **ПРИМЕНЕНИЕ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И ВНУТРЕННЕЙ ОТДЕЛКИ**

В последнее время проблема загрязнения окружающей среды является одной из самых важных, поскольку затрагивает все страны и провоцирует частые стихийные бедствия. В силу этого многие государства заинтересованы в продвижении практики активного использования экологически чистых, энергосберегающих строительных и отделочных материалов. Стимулирование их частого применения в строительстве может не только препятствовать разрушению, но и способствовать постепенному восстановлению окружающей природной среды, улучшению качества жизни населения.

Так согласно национальной стратегии устойчивого развития Китай намеривается активно внедрять, строго контролировать использование данных материалов, поддерживая и развивая тем самым зелёное строительство, что будет способствовать сокращению потребления ресурсов, замедлению глобального парникового эффекта. В традиционных же строительных проектах из-за недостаточного учёта степени воздействия применяемых материалов, технологий на окружающую среду, наблюдается низкая энерго-, ресурсоэффективность, зачастую сопровождаемая негативными экологическими последствиями [1].

Сама практика использования экологически чистых строительных материалов характеризуется рядом особенностей. Прежде всего, это применение технологий вторичной переработки. В частности, брошенные стальные пруты, арматура, провода и т.д. могут быть переплавлены на заводах для производства различных видов сплавов, в т.ч. стали, которая в последующем будет использоваться в крупных строительных проектах. Бетонные отходы, например, измельчаются и в последующем используются в качестве заполнителя при изготовлении



тщательно перемешанной и уплотнённой смеси для заливки предварительно напряженных, а также несущих конструктивных элементов строительных объектов, что снижает объем закупаемых первичных ресурсов и соответственно стоимость строительства в целом. Фактически производство и использование экологически чистых строительных материалов позволяет снизить спрос на сырье и энергию, повлиять потенциально на их цены. Дополнительным фактором, способствующим повышению эффективности строительства при использовании данных материалов, является их долговечность, обеспечение стабильной формы, размеров благодаря способности сохранять рабочие характеристики в суровых погодных условиях (ветер, дождь, коррозия, ультрафиолетовое излучение и т.д.). Так некоторые специальные эпоксидные смолы и модифицированные полимерами бетонные материалы, за счёт добавления стабилизаторов и ряда иных компонентов обладают улучшенными свойствами, способствующими замедлению разрушения и старения. Ряд экологически чистых строительных материалов являются термически и химически стойкими, что позволяет обеспечить их долговечность при различных температурных колебаниях и функционировании в разнообразных химических средах. Данные характеристики являются весьма важными, поскольку напрямую влияют на срок перспективной эксплуатации объектов капитального строительства. Кроме этого стоит отметить, что традиционные строительные проекты предполагают высокий уровень шумового загрязнения, который в рамках «зелёного строительства» снижается благодаря использованию маломощных звукоизоляционных устройств (бетономешалок, строительных вибраторов и т.д.).

Сам процесс менеджмента экологически чистых материалов сложен и включает в себя производство, использование и утилизацию. Причем необходимо обеспечить их полное вовлечение в строительные проекты с целью минимизации негативного воздействия на окружающую среду. Для систематизации такой практики важным является разработка и утверждение правительством страны, а также смежными профильными организациями стандартов, норм их использования, отражающих все этапы производственного цикла. Так в КНР все экологически чистые строительные материалы соответствуют правилам охраны окружающей среды при реализации строительных проектов, утвержденным Государственным советом Китая.

Кроме этого необходимо осуществление стимулирования их активного применения в строительстве, что может достигаться через систему налоговых преференций, субсидий для застройщиков,

производителей стройматериалов. Так в КНР такими мерами поддержки выступают: снижение корпоративного налога на прибыль, предоставление льгот по НДС, а также льгот по налогам за землепользование. Дополнительным фактором, способствующим большему вовлечению такого рода материалов в строительную отрасль является содействие научным исследованиям, разработкам технологий их производства и использования, направленным на улучшение технико-эксплуатационных характеристик, снижение стоимости производства. В КНР для этих целей предусматриваются специальные финансовые средства из бюджета страны, предоставляемые провинциям для поддержки научных исследований на местах.

Безусловно, кроме экономических мер значимым инструментом, содействующим росту спроса на экологически чистые строительные материалы, является грамотная маркетинговая компания, позволяющая представить в выгодном свете не только экологические преимущества от их использования, но потенциальную экономию финансовых ресурсов. Такого рода компании могут осуществляться под руководством отраслевых органов государственной власти, ассоциаций производителей стройматериалов, научно исследовательских организаций и т.д. В КНР такого рода компании, зачастую проводят сами товаропроизводители. Примером тому является Junfei Environmental Technology Co. Ltd, осуществляющая производство экологически чистых композитных материалов.

Важным аспектом является также внедрение надёжной системы утилизации, переработки, повторного использования отходов, материалов, используемых при реализации строительных проектов и обладающих свойствами, способными оказывать негативное воздействие на человека и природную среду.

Использование экологически чистых материалов для внутренней отделки также характеризуется рядом особенностей. Прежде всего, они позволяют максимально снизить или исключить потенциальное негативное влияние на здоровье человека [4]. Так, ряд экологически чистых материалов не содержат токсичных веществ, таких, например, как формальдегид, что безусловно сказывается на характеристиках воздуха в помещениях [3]. Кроме этого экологически чистые материалы позволяют придерживаться стратегии энергосбережения, ярким примером чему служит использование в ряде осветительных приборов маломощных светодиодных ламп, обеспечивающих при этом хорошие параметры световой отдачи. Также стоит отметить, что многие материалы рассматриваемой категории являются возобновляемыми и пригодными для вторичной переработки. Кроме этого существует

множество экологически чистых материалов, которые были сертифицированы различными авторитетными учреждениями и соответствуют определенным требованиям и стандартам. В КНР, например, существует практика экологической маркировки, показывающая, что товар не только высокого качества, но и в процессе его производства, использования, обработки, утилизации наблюдается низкий уровень токсичности, экономия ресурсов. Данной деятельностью занимается Центральная объединенная сертификационная компания.

Дополнительным положительным моментом является также тот факт, что рассматриваемые материалы зачастую характеризуются эстетичностью и разнообразием, что позволяет притворять в жизнь разные дизайнерские идеи [5].

Работа с экологически чистыми материалами для внутренней отделки включает также целый ряд этапов: выбор, закупка, использование, утилизация [2]. В частности, при выборе различного рода материалов для воплощения в жизнь интерьерных идей следует отдавать предпочтение товарам, имеющим экологическую сертификацию, произведенным на основе чистой энергии, а также учитывать их жизненный цикл, способность к биоразложению, вторичной переработке. Примерами, такого рода материалов на данный момент в КНР выступают «мягкий каменный» пол, обладающий высокой энергоэффективностью, производимый из натурального мраморного порошка, смешанного с другими высокомолекулярными материалами. Популярность получает также безводный гипс, представляющий собой экологически чистый декоративный материал для стен с хорошей физикой, низкой стоимостью.

В рамках закупок для гарантирования качества и экологических характеристик материалов следует устанавливать длительные партнерские отношения с поставщиками, уточняя предварительно в контрактах требования по охране окружающей среды. Существенное значение играют также условия хранения на складах или на территории реализации строительного проекта закупленных отделочных материалов, т.к. важно обеспечить их защиту от потенциального повреждения или загрязнения. При проведении отделочных работ следует сортировать образующиеся отходы на пригодные и не пригодные для вторичной переработки. Для первых необходимо подобрать организации, отвечающие требованиям по утилизации отходов, чтобы избежать загрязнения окружающей среды. Также важно регулярно проводить проверку качества используемых материалов, чтобы убедиться в соответствии их экологическим стандартам.

Таким образом, в настоящее время зелёное строительство является не просто модным веянием, а актуальным ответом росту антропогенной нагрузки на окружающую природную среду. При этом ключевую роль в данной сфере играют экологически чистые строительные материалы, применяемые, как для экстерьерных, так и интерьерных работ. Активное продвижение и популяризация их использования со стороны органов власти, научно-исследовательских организаций и в рамках международного сотрудничества может обеспечить существенное улучшение не только окружающей природной среды, но и качества, уровня жизни населения

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Ван Юй Исследование по применению экологически чистых строительных материалов для защиты окружающей среды в технике безопасности/ Ван Юй // Жилье – 2024 – № 6 – С. 48-51.

2. Чжан Мэн Контроль качества строительства и управление проектами внутренней отделки зданий/ Чжан Мэн // Промышленный дизайн – 2017 – № 5 – С.104-105.

3. Лю Шуан Применение энергосберегающих, экологически чистых строительных материалов в строительстве / Лю Шуан // Жилье – 2023 – № 28 – С. 45-47.

4. Цуй Хао Исследование по применению экологически чистых материалов в дизайне интерьера / Цуй Хао, Чжан Шулин, Ван Линли // Жилье – 2022 – № 29 – С. 43-46.

5. Лю Шань Экологический дизайн в оформлении интерьера / Лю Шань// Жилье – 2024 – № 7 – С. 60-62.

*УДК 624.03*

*Лимощенко В.А.*

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

## **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ СТРУКТУРНОГО СИНТЕЗА НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ**

Единство физических форм движения материи отражает принцип стационарного действия. Из него следуют основные законы различных форм этого движения при подборе на основе опытных данных функции

Лагранжа, имеющей энергетический смысл и стоящей в интеграле по времени, называемом действием.

В частном случае функция Лагранжа замкнутой системы (а также стационарной системы во внешнем поле) не связана со временем, и энергия системы имеет стационарное собственное значение. Это положение используется при решении задач механики деформируемого твердого тела.

Система уравнений из зависимостей теории упругости отражается в общем вариационном принципе. Сочетание полей перемещений, деформаций и напряжений представляет собой основное пространство состояний. Его компоненты фигурируют в частных вариационных принципах, применяемых при анализе напряженно-деформируемого состояния тела.

Расширение пространства за счет полей функций формы и модулей материала тела дало возможность представить вариационные принципы синтеза деформируемых систем [1]. Функционал такого рода задачи совмещен с дополнительными уравнениями, отражающими изменение энергии системы в зависимости от изменения формы и модулей упругости материала тела.

Эти уравнения связи (алгебраические и дифференциальные) вытекают из условий, выражающих параметрические, конструктивные и другого рода ограничения. При наличии ограничений в виде нестрогих неравенств неклассическая вариационная задача приводится к классической с помощью специальных варьируемых функций – функций Миеле.

Вариационные принципы структурного синтеза генерируют энергетический критерий структурообразования, вытекающий как следствие стационарности функционала соответствующей вариационной задачи.

В случае установления формы при установленном объеме (изопериметрическая задача) при неучете объемных сил свободная граница тела квалифицируется как изоэнергетическая поверхность.

Среди бытующих в настоящее время критериев оптимальности [2,3] упомянутый естественный критерий имеет свойство объективности.

Форма конструкции содержит топологию, геометрию и параметры составляющих элементов. Топология, предопределяющая узлы и способ их взаимного соединения, и геометрия, устанавливающая позиции элементов, определяют начальный этап проектирования с ориентацией на естественный энергетический критерий – минимум по перемещениям потенциальной энергии системы в положении

устойчивого равновесия в обозначенном расширенном функциональном пространстве.

Определение параметров составляющих элементов представляет собой установление размеров сечений стержней, толщин пластинок и оболочек и обозначает второй этап проектирования с ориентацией на абсолютный минимум упомянутой потенциальной энергии системы.

Другой стороной структурного синтеза является эффективное формирование материальной структуры среды, сводящееся к определению модулей, коэффициентов анизотропии и др. Эта задача решается с помощью общего вариационного подхода с выводом специфических уравнений структурообразования.

Задача подбора материала приобрела практическое значение в связи с возможностью синтеза полимерных материалов с заданными характеристиками и образованием композитов. Существуют научные основы создания фибробетонных элементов, усиления бетонных и железобетонных элементов конструкций полосами и обоями из полимеров, армированных короткими волокнами из углерода, стекла и других материалов. Волокна представлены в виде пучков или жгутов, включающих большое число нановолокон [4].

Волокна в бетоне сдерживают трещинообразование. Прочность фибробетона на растяжение при изгибе зависит от вида волокон, их длины и площади поперечного сечения, а также процента включения. В то же время предел прочности при сжатии может снижаться. Из этого следует, что волокна следует размещать в прогнозируемых растянутых областях.

Модуль продольной упругости изменяется незначительно при введении волокон. Коэффициент поперечной деформации увеличивается с увеличением длины волокон и в то же время уменьшается с увеличением процента их содержания.

Перспективным направлением является введение полос из армирующих материалов в несущие конструкции на базе бетона. Этот способ усиления конструкции получил распространение в связи с использованием композиционных материалов, в особенности, углепластиков. Принимается во внимание их стойкость к различным агрессивным средам.

Преимущества композиционных материалов перед сталью обнаруживаются и в случае бетона в обойме. Поперечное обжатие бетона в трубе, препятствующее его растяжению в этом направлении, является причиной повышенной прочности бетона. Кроме того, оболочка участвует в возрастании прочности конструктивного элемента.

Бетон и композитная обойма достигают одновременно своих максимальных напряжений и деформаций, в то время как текучесть стали приводит к преждевременной потере прочности бетона.

Расчёт фибробетонных конструкций с учётом физической нелинейности [5] можно осуществить посредством итерационной процедуры для решения задач структурного синтеза в нелинейной постановке.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Юрьев А.Г. Вариационные принципы строительной механики. Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 2002. 90 с.
2. Мажид К.И. Оптимальное проектирование конструкций, М.: Высшая школа, 1979. 238 с.
3. Тамразян А. Г., Алексейцев А. В. Современные методы оптимизации конструктивных решений для несущих систем зданий и сооружений // Вестник МГСУ. 2020: Т. 15. Вып. 1. С. 12-30. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.1.12-30.
4. Панченко Л.А. Строительные конструкции с волокнистыми композитами. Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. 184 с.
5. Панченко Л.А. Расчет фибробетонных конструкций с учетом физической нелинейности // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2022. № 1. С. 44–50. DOI: 10.34031/2071-7318-2021-7-1-44-50.

**УДК 691.32**

*Лимощенко В.А., Пухов И.Е.*

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

## ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И СВОЙСТВА УГЛЕБЕТОНА

Современные научные исследования в области строительных материалов с каждым годом представляют вниманию новые, инновационные решения для возведения зданий и сооружений. Перед инженерами встаёт задача повышения эффективности строительства путём использования ресурсосберегающих материалов, изделий и конструкций [1]. В следствие этого, одну из главных ролей современного строительства без сомнения занимают композитные материалы. Развитие новых технологий позволяет не только создавать

композиты с нуля, но и усовершенствовать старые, путём добавления в их состав более эффективные материалы.

В строительстве уникальных объектов хорошо себя показал современный материал – углебетон. Идея создания нового бетона пришла зарубежным учёным. Углебетон или армированный углеволокном бетон – строительный материал нового поколения. Он является аналогом железобетона, при этом имеет облегченный вес за счет замены стальной арматуры углеволокновой. Применение в качестве армирующего материала углеволокна обосновано его полезными свойствами. Углеволокно – также называемое карбоном или углепластиком состоит из очень тонких углеродных волокон. Они имеют высокую прочность на разрыв для своих размеров. Каждое волокно имеет диаметр 5-10 мкм. Состоит оно из выстроенных в кристаллическую решетку цепочек атомов углерода [2]. Арматура представляет собой улёткань, которая выполнена из углеродных нитей в форме единого нетканого текстильного волокна. Углебетон армируется данным текстильным волокном.

Изначально, углебетон использовался для усиления новых железобетонных конструкций и при реконструкции старых. Большим плюсом этого материала являлось то, что толщина наносимого слоя углебетона была значительно меньше того же железобетона. Поперечное сечение углеволокна было сильно меньше поперечного сечения стальной арматуры при одинаковых прочностных характеристиках. Испытания показали, что прочность углебетона в шесть раз больше прочности стали при гораздо меньшей массе.

Немецкое архитектурное бюро HENN разработало концептуальный проект первого в мире бетонного здания, которое будет усилено углеродным волокном вместо стали. Здание станет экспонатом крупного исследовательского проекта Технического университета в Дрездене под названием «C<sup>3</sup> - Carbon Concrete Composite», который финансируется Федеральным министерством образования и исследований Германии (Рис. 1). Цель проекта — изучить возможности использования этого нового материала в строительстве и уйти от излишнего количества бетона, которое используется в данный момент. Новый материал можно формовать в более тонкие и изящные конструкции, при том, что они будут выдерживать даже большие нагрузки. Экспериментальное здание «Cube» площадью 220 м<sup>2</sup> строится в кампусе Технического университета Дрездена (Германия), внутри запланирована лаборатория, залы для конференций и выставочные пространства [3].





Рис. 1. Экспериментальное здание «Cube»

Бетон здания был армирован стержнями и матами из углеволокна, что позволило облегчить и уменьшить итоговую конструкцию. Основная простая часть «Cube» была изготовлена заранее, а сложная изогнутая была смонтирована на месте с использованием специальной опалубки, что демонстрирует широкий спектр применения этого материала.

Большим плюсом является то, что углепластику не нужен защитный слой бетона от коррозии в отличие от арматуры, в следствие этого можно сделать вывод, что углебетон более долговечен, ведь появившиеся микротрещины не будут причинять вред армирующему слою [4]. Благодаря этим свойствам, толщину стен из углебетона можно сократить до двух сантиметров, что позволяет значительно сократить объём используемого бетона, тем самым приводя к существенной экономии средств, а также создавать причудливые архитектурные формы. Стоит отметить и лёгкость возводимых сооружений, применение углеволокна вместо арматуры позволяет не только упростить монтаж и армирование конструкций, но и удешевить транспортировку материалов на место строительства.

В настоящее время углебетон всё ещё находится на стадии всевозможных экспериментов. Внедрение такого эффективного материала в строительство позволит добиться желаемой прочности и долговечности сооружений. Разработаны сэндвич-конструкции, состоящие из внутренней железобетонной стены, изоляционного слоя и тонкой внешней оболочки с армированием из углеволокна [5]. Слой углебетона защищает более подверженный к разрушению слой железобетона и изоляции без значительного утолщения всей конструкции. Помимо этого, углебетон постепенно занимает место в строительной сфере. В мостостроении за рубежом всё чаще начинает применяться углеродная арматура в целях облегчения и усиления возводимых объектов. Также появляются исследования, представляющие внедрение в конструкцию углебетона

электропроводных материалов, что позволит добавить к данному материалу полезные свойства токопроводящего бетона.

Помимо вышеуказанных достоинств углебетона, необходимо упомянуть о том, что углеволокно является сложным в производстве композитом. Несовершенство технологии приводит к большой стоимости данного материала. Для активного внедрения углеволокна в строительную сферу необходимо разработать упрощенную схему его производства, что позволило бы значительно снизить его стоимость [6].

Подводя итоги, можно сделать вывод, что углебетон является перспективным строительным материалом и обладает отличными свойствами. Его единственным существенным минусом является цена, но развитие технологий производства поможет удешевить его в будущем, и тогда можно будет говорить о замене железобетона на более лёгкий, прочный, тонкий и долговечный углебетон.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сулейманова Л.А. Высококачественные энергосберегающие и конкурентоспособные строительные материалы, изделия и конструкции // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 9-16.

2. Тихонова Г. Ю., Адер А.В. Углебетон: инновационный материал для строительства / Техника и технологии наземного транспорта: Материалы международной студенческой научно-практической конференции, Нижний Новгород, 2022. С. 116-119.

3. Design Mate: [сайт]. – Москва, 2016 – URL: <https://design-mate.ru/read/news/v-drezdene-postroyat-pervoe-zdanie-iz-uglerodnogo-betona> (дата обращения: 04.05.2024). – Текст. Изображение: электронные.

4. Шарипова, И. А., Соколов Р.В., Буцык А.Ю. Углебетон / Современная российская наука: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей IV Всероссийской научно-практической конференции. Пенза, 2022. С. 13-16.

5. Фефелов С.В., Тарасова К.Г., Макарычев К.В. Композитный углеродный бетон: перспективы и опыт применения / Инновационный потенциал развития общества: взгляд молодых ученых: сборник научных статей 3-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок. Курск, 2022. №3. С. 438-441.

6. Коренец А.М., Братошевская В.В. Использование углеволокна в современном строительстве / Сборник статей по материалам 76-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2020 год. Краснодар, 2021. №1. С. 99-100.

Маклецова А.А.

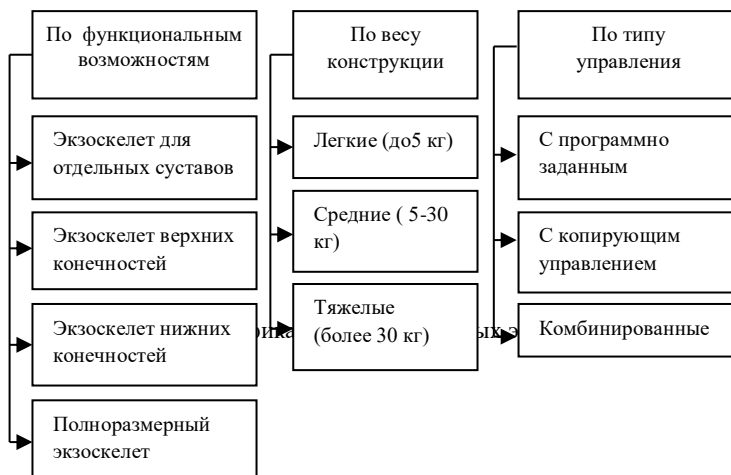
Научный руководитель: Сулейманова Л.А., д-р техн. наук, проф.  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

## КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ЭКЗОСКЕЛЕТОВ

Последние годы все более широкое распространение получают биотехнические системы, позволяющие расширять функциональные возможности человека. И наибольший интерес на сегодняшний день вызывает именно направление промышленных (строительных) экзоскелетов [1].

Конструкция и принципы функционирования экзоскелета определяются областью применения устройства и особенностью выполняемых технологических операций. Встречаются экзоскелеты как отдельных частей тела (рук, ног, коленных суставов), так и полноразмерные устройства, предназначенные для полного замещения человека [2].

Строительные экзоскелеты относятся к промышленной отрасли и классифицируются по признакам промышленных экзоскелетных комплексов[3], представленных на рис. 1.



Исходя из классификации самой распространенной конструкцией в мире является полноразмерный экзоскелет среднего веса с копирующим управлением. Он фиксируется на все тело и позволяет перемещать и держать тяжелый груз долгое время, для грузчиков, сварщиков, монтажников.

Конструктивно экзоскелет, представленный на рис. 2, повторяет скелет человека и состоит из следующих основных элементов [3]:

1 – силовая рама экзоскелета, на которой закрепляются стропы крепления груза;

2 – текстильное плечевое крепление туловища оператора;

3 – гибкий элемент крепления груза;

4 – поясное крепление туловища оператора;

5 – тазобедренный шарнир экзоскелета;

6 – бедренная манжета;

7 – коленный шарнир;

8 – голеностопный шарнир экзоскелета;

9 – опорный элемент экзоскелета.

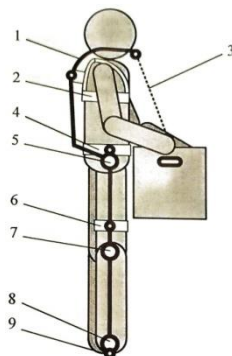


Рис. 2. Схема конструкции экзоскелета

Звенья аппарата соединяются посредством шарниров, что позволяет двигать суставами и тем самым не сковывать движения. Максимальная приближенность конструктивных составляющих к каркасу человека позволяет правильно перераспределять нагрузку на все тело оператора. Бедро, голень, стопа и спина человека фиксируются в экзоскелете так, чтобы оператор не травмировался [4].

Длина каждого элемента экзоскелета может изменяться, что обеспечивает персональную настройку. Состав системы фиксирующих элементов отображен на рис. 3 [5].

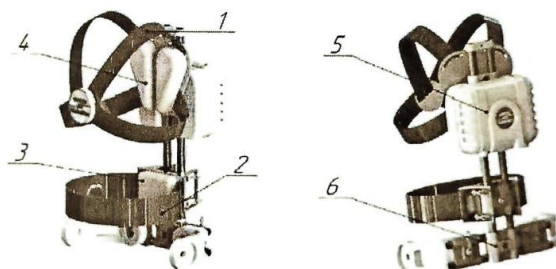


Рис. 3. Общий вид модуля спины : 1 – регулируемый фиксатор спины, 2 – регулируемый фиксатор пояса, 3 – поясничный упор, 4 – измеритель силы, 5 – блок электроники, 6 – силовой каркас

Фиксаторы спины и пояса имеют эргономичную форму, что способствует удобному контакту человека с экзоскелетом. Использование специальной ткани на внутренней стороне элементов, соприкасающихся с телом человека, позволяет избежать повреждения кожного покрова и натирания, что увеличивает время использования[6,7].

Строительные экзоскелеты имеют ряд преимуществ [4,8]:

1. Мобильность. Благодаря шарнирным соединениям человек в экзоскелете имеет возможность передвигаться почти без ограничений. В отличие, например, от медицинских, где конструкция полностью фиксируется и ограничивает подвижность, полностью контролируя мобильность оператора.

2. Вес конструкции. Относительно других областей применения экзоскелетов вес строительных делается максимально облегченным за счет использования специальных сплавов и облегченных каркасов, что позволяет уменьшить общий вес конструкции и стоимость. В то время как остальные отрасли направлены в основном на фиксации всего тела человека полностью, что делает экзоскелет тяжелым и дорогостоящим.

3. Универсальность. Возможность изменять размеры комплектующих и фиксирующих элементов позволяет сделать строительный экзоскелет подходящим для разных людей, так как он рассчитан на большое число потребителей.

Использование шарнирных соединений, облегченных материалов и легкозаменяемых комплектующих в строительных экзоскелетах делает их наиболее легкими для конструирования и дальнейшего использования.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Яцун С.Ф., Яцун А.С., Мальчиков А.В., Карлов А.Е. Модели и алгоритмы управления экзоскелетами промышленного назначения // Монография. – 2021. – 134 с.
2. Яцун С.Ф., Савин С.И., Емельянов О.В., Яцун А.С., Турлапов Р.Н. Экзоскелеты : анализ конструкций, принципы создания, основы моделирования : монография : в 2 ч. Ч.1 // Юго-Зап. Гос. ун-т.-Курск. –2015. – 178 с.
3. Яцун С.Ф., Мальчиков А.В., Яцун А.С., Политов Е.Н. Промышленные экзоскелеты: моделирование, проектирование, управление // Монография . – 2021. – 160 с.
4. Блинов А.О., Борисов А.В., Борисова В.Л., Гончаров М.В., Гончарова И.А., Кончина Л.В., Куликова М.Г., Маслова К.С., Новикова М.А. Механика экзоскелета. Монография. // Издательство "Универсум". – 2021. – 209 с.
5. Воробьев А.А., Андрющенко Ф.А., Засыпкина О.А., Солосьева И.О., Кривоножкина П.С., Поздняков А.М. Терминология и классификация экзоскелетов // Вестник ВолгГМУ. – 2015. – Выпуск 3 (55). – С. 71-78.
6. Сулейманова Л.А., Погорелова И.А., Марушко М.В. Сущность аддитивных технологий в строительстве // Университетская наука. – 2018. – № 2 (6). – С. 70-74.
7. Экзоскелет: основные виды и обслуживание устройств [Электронный источник]: <https://vils.ru> (Дата обращения 5.5.24)

### УДК 69

*Нестеров Д.М., Абсиметов В.Э.*

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

## **ОСОБЕННОСТИ, ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОСЛОЙНОГО СТЕКЛА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Стекло — один из самых экологичных, «зеленых» материалов естественного происхождения, поддающийся переработке без потери своих главных свойств: прозрачности, теплопроводности, эстетичности и способности защищать от внешней среды [4].

Во многих странах этот материал используется не только как декоративный навесной элемент, а как конструктивный — как балка,

например, или колонна, то есть несущий элемент, обеспечивающий надежность и безопасность при эксплуатации сооружения, стекло будет использоваться в архитектуре все шире. На рисунке 1 показана конструкция плиты из многослойного стекла.

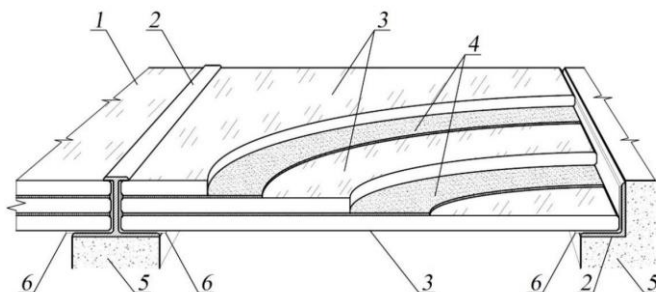


Рис. 1 – Конструкция настила (плиты) из многослойного стекла, шарнирноопертого по двум сторонам 1 – многослойное стекло; 2 – фиксирующий опорный профиль; 3 – гладкое листовое стекло; 4 – промежуточный слой; 5 – опора; 6 – упругая прокладка, герметик

За последние два столетия стекло приобрело выдающиеся качества, сделавшие его ведущим стройматериалом — одновременно экологичным и технологичным. Получение в 1848 году листового литого стекла произвело революцию — позволило недорого производить огромные листы прочного стекла. В беспрецедентном масштабе они были использованы при постройке в лондонском Гайд-парке знаменитого временного Хрустального дворца, символа Всемирной выставки 1851 года, и целой галереи подобных сооружений по всей Европе.

На стационарных зданиях светопрозрачные фасады впервые в мире стали широко использовать в Советском Союзе. Первое здание с фасадным остеклением — Дом Центросоюза (рис. 2), построенный в Москве в 1936 году Ле Корбюзье.



Рис 2 – Дом Центросоюза построенный в Москве в 1936 году Ле Корбюзье

В середине XX века технологии позволили создавать большие площади идеально ровного плоского остекления на высоте. В 1958 году был построен манхэттенский небоскреб «Сигрем-билдинг» (Seagram Building), давший начало интернациональному стилю высотных зданий, в которых за счет прозрачности артикулировалась функциональность внутренних конструктивных элементов.

Рекордсмен по объему фасадного остекления — строящийся многофункциональный комплекс «Лахта центр» в Санкт-Петербурге высотой 462 метра. 85 процентов фасадной поверхности здания — это остекление, состоящее из 16 тысяч различных по форме стеклопакетов. Подобный объем уникального фасадного стекла на высотном объекте применяется впервые.

Современные стеклянные фасады очень экологичны, они дают максимальное естественное освещение и с недавнего времени — естественную вентиляцию, ранее неиспользуемую в высотных зданиях, где по технике безопасности не была предусмотрена установка форточек или фрамуг.

В условиях российского климата контроль за обледенением фасадов требует уникальных решений. Например, в «Лахта центре» шпиль по структуре сетчатый: когда на такой сетке образуется первый безопасный слой льда, подается короткий электрический импульс, встряхивающий ее и не позволяющий льду нарастать дальше. Раньше с обледенением сеток в мире никто не боролся, эта технология — уникальная разработка.

Кроме того, уже упомянутые буферные зоны фасада «Лахта центра» не позволят переохладиться внешнему стеклу, а внутреннее вообще избавят ото льда. В сильные морозы для стекол вне буферных зон предусмотрен подогрев, предотвращающий льдообразование.



Отечественные проектировщики все чаще используют стекло в качестве материала таких несущих как: элементов перекрытия, колонны, стойки фахверков, балки, самонесущие панели [5].

Свод правил [2] содержит общие положения по испытаниям несущих конструкций из многослойного стекла, расчётные значения физико-механических характеристик их стеклянных элементов, основные требования к конструкциям и узлам соединений элементов

Настоящий свод правил устанавливает требования к проектированию несущих конструкций из многослойного стекла, выполненного из цельного гладкого листового стекла: закаленного (в том числе и термовыдержанного), термоупрочненного, неупрочненного, с использованием в качестве промежуточного слоя: этиленвинилацетатной (EVA, ЭВА), поливинилбутиральной (PVB, ПVB) пленки или прослойки из ионопласта (IP, ИП). Распространяется на проектирование несущих конструкций зданий и сооружений различного назначения, эксплуатируемых при воздействии температур не ниже минус 40 °С и не выше плюс 50 °С, при сухом или нормальном влажностном режиме эксплуатации, внутри помещений.

Основными типами несущих конструкций из многослойного стекла по функциональному назначению являются [7]:

- стержневые несущие элементы:
- колонны каркаса;
- фахверковые стойки и ригели;
- балки, прогоны, ригели каркаса;
- элементы связей;
- вертикальные и горизонтальные ребра жесткости светопрозрачных ограждающих конструкций;
- плоские несущие элементы:
- вертикальные ограждающие конструкции, воспринимающие равномерно-распределенную горизонтальную нагрузку;
- плиты настилов;
- экраны ограждений.

При проектировании несущих конструкций следует выполнять требования ГОСТ 27751, СП 16.13330, СП 20.13330, СП 22.13330, СП 63.13330, СП 64.13330 и других.

Допускается использовать элементы с меньшим расчетным сроком службы при условии возможности их замены. Проектная документация и инструкция по эксплуатации объекта строительства должны содержать: расчетный срок службы; технические решения, позволяющие осуществлять замену; последовательность демонтажа и восстановления конструкции.

Нагрузки и воздействия, предельные показатели деформаций (прогибы, перемещения, амплитуды колебаний), пределы огнестойкости, непроницаемости, морозостойкости, расчетные значения температуры наружного воздуха и относительной влажности окружающей среды, защита строительных конструкций от воздействия агрессивных сред и др. устанавливаются по СП 2.13130, СП 14.13330, СП 20.13330, СП 22.13330, СП 28.13330, СП 44.13330, СП 50.13330, СП 54.13330, СП 55.13330, СП 118.13330, СП 131.13330, СП 267.1325800.

В рабочих чертежах конструкций и в документации на заказ материалов следует указывать:

- формулу многослойного стекла по ГОСТ 30826 (с указанием видов (марок) стекол, их толщины, а также видов и толщины промежуточных слоев), форму, номинальные размеры многослойного стекла, номинальные размеры и расположение отверстий и вырезов (при их наличии), вид обработки кромок стекла и отверстий;

- вид термообработки (упрочнения) стекла и требования к нему, предусмотренные настоящим сводом правил;

- расположение и размеры соединений с указанием их конструкции;

- способы и объем контроля качества при изготовлении и монтаже;

- требования к защите конструкций от коррозии;

- требования по огнезащите.

При изучении существующих научных трудов в области расчетов многослойного упрочненного стекла следует отметить, что результаты натуральных экспериментов могут сильно отличаться от теоретических значений и результатов численного моделирования. Так, например, в работе Травуша В.И. [1], максимальные численные значения напряжений результатов моделирования и расчёта значительно меньше средних и минимальных результатов эксперимента (до 69%) и принятому максимально возможному напряжению (расчётному сопротивлению) стекла (до 57%).

Такое снижение теоретической несущей способности связано с характером нагрузки (знакопеременная) на исследуемые колонны, термическими и механическими воздействиями, а также с возможными пороками стекла: посторонними включениями, микродефектами и неровностями, которые вызывают концентрацию напряжений и потерю прочности хрупкого материала [3].

Анализ результатов испытаний сжатых и сжато-изгибаемых элементов, показал, что разрушение стоек из многослойного стекла последовательное, с обильным постепенным трещинообразованием,

характер их работы позволяет предупредить обрушение, при соблюдении режима эксплуатации.

Разрушение изгибаемых конструкций, напротив, имеет внезапный характер, что требует значительных запасов при проектировании: избегать больших пролётов, использовать сечения повышенной жёсткости, исключающие значительные прогибы.

Анализ перемещений моделей под нормальной нагрузкой показал отсутствие резких скачков и перепадов перемещений вплоть до разрушения. Деформации увеличиваются последовательно и плавно с увеличением диапазона после появления первой трещины.

Создание свода правил расширило возможности выбора оптимальных подходов при проектировании несущих конструкций из многослойного стекла, позволило чаще применять этот экологичный материал для создания выразительных архитектурных решений [6]. В документе учтены положения специальных технических условий (СТУ), разработанных при проектировании знаковых объектов, в том числе, комплекса «Лахта Центр» в Санкт-Петербурге. Утвержденный документ позволяет повысить эффективность проектных решений и сократить количество разрабатываемых СТУ.

Документ обобщил отечественный и зарубежный опыт, а также результаты научных исследований, что позволило принимать более выигрышные с экономической и технической точек зрения решения по проектированию и дальнейшему изучению несущих конструкций из многослойного стекла различного назначения.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Травуш В.И., Конин Д.В., Ртищева И.В. расчеты несущих конструкций из многослойного стекла на прочность и устойчивость. Строительство и реконструкция. 2018;(5):53-63.

2. СП 521.1325800.2023 «Конструкции из многослойного стекла. Правила проектирования»

3. Жажигалкин А.В., Смирнов М.И., Чесноков А.Г., Кизилов С.Н. Техническое регулирование в области строительного стекла // Стандарты и качество.2018. №10. С.18-21.

4. Зубков В.А., Кондратьева Н.В. Причины разрушения стекла // Сборник статей «Традиции и инновации в строительстве и архитектуре». Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет. 2015. С.44-47.

5. Птухина И.С., Дроздецкая М.А., Числова М.М., Шаторная А.М. Стекло как материал несущих колонн // Инновации в науке Санкт-Петербург. 2017. №6 (67). С.74-78

6. Мельникова С.С., Панчук Н.Н. Стекланные конструкции в архитектуре // Новые идеи нового века: материалы международной научной конференции. Хабаровск: ФАД ТОГУ, 2013. Т 3. С.244-250.

7. Гогин А.Г. Несущие конструкции из стекла. Чебоксары: Издательство ООО "Центр научного сотрудничества "Интерактив плюс". 2016.

*УДК 621.311*

*Петрова Д.Д.*

*Научный руководитель: Маслов И.Н., канд. техн. наук, проф.*

*Казанский государственный энергетический университет,*

*г. Казань, Россия*

## **ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ РАСЧЕТОВ ПОТРЕБНОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ**

В последние годы наблюдается заметный рост случаев, когда расчетные электрические нагрузки (ЭН) микрорайонов с высокой долей жилой застройки, особенно с увеличенными этажностями жилых многоквартирных домов (МКД), оборудованных электроплитами мощностью 8,5 кВт, значительно превышают фактические нагрузки. Это превышение расчетных ЭН над фактическими может достигать двух или более раз [1-3]. Однако завышение расчетных ЭН микрорайонов с жилой застройкой более чем в два раза не всегда можно оправдать необходимостью резерва мощности для будущего развития инфраструктуры. Существует несколько причин, почему это завышение может быть неоправданным. Во-первых, строительство новых объектов коммунально-бытового назначения в микрорайоне обычно сопровождается возведением новых трансформаторных подстанций. Во-вторых, в последние годы широко внедряются энергосберегающие технологии, что может привести к снижению общего электропотребления в коммунально-бытовом секторе. В-третьих, в ряде регионов России плата за присоединение к электрическим сетям может быть значительной, что может увеличить стоимость проекта микрорайона и жилой площади для населения. Изменения в режимах работы бытовых электроприёмников и их установленных мощностей, обусловленные прогрессом в области энергосбережения, приводят к тому, что существующие методики и справочно-нормативная база уже

не могут обеспечить необходимую точность в расчётах электрических нагрузок (ЭН). В связи с этим становится актуальным проведение экспериментальных обследований ЭН в существующих микрорайонах с жилой застройкой. Цель таких обследований заключается в уточнении существующих справочных данных и разработке новых подходов к определению расчётных нагрузок для этих электроприёмников.

Такие исследования позволят более точно оценить реальное энергопотребление и учесть изменения в работе электроприёмников, а также принять меры для оптимизации использования ресурсов и обеспечения устойчивости электроснабжения. В результате экспериментальных данных можно будет разработать обновленные методики расчета электрических нагрузок, которые будут более точно отражать современные требования и реальные условия использования бытовых электроприёмников.

Для повышения точности расчета электрических нагрузок (ЭН) в квартирах и многоквартирных домах (МКД) в целом необходимо в первую очередь пересмотреть удельные нагрузки квартир, как это допускается в соответствии с пунктом 9 приложения к таблице 6.1 СП 31-110-2003: "Расчетные данные, приведенные в таблице, могут корректироваться для конкретного применения с учетом местных условий. При наличии документированных и утвержденных в установленном порядке экспериментальных данных расчет нагрузок следует производить по ним".

Для проведения экспериментального определения нагрузок необходимо установить приборы учета электроэнергии, способные сохранять профили нагрузки, либо использовать специальные регистрирующие приборы. Эти приборы помогут записать данные о реальном энергопотреблении в различных временных интервалах, что позволит более точно оценить потребление электроэнергии и адаптировать расчетные данные согласно этим результатам. Такой подход позволит улучшить точность расчетов и более эффективно управлять электроэнергетическими ресурсами [4-6]. Важно отметить, что в соответствии с СП 31-110-2003 установлены максимальные (расчетные) нагрузки, которые могут быть более сложными для экспериментального определения, чем, например, средние нагрузки. Средние нагрузки являются более стабильным статистическим показателем и могут быть определены через анализ потребления электроэнергии [7-9].

Дальнейшее повышение точности расчета электрических нагрузок во всем многоквартирном доме (МКД) может быть достигнуто путем уточнения методов расчета нагрузок для встроенных помещений,

предназначенных для магазинов и предприятий бытового обслуживания, а также другого силового электрооборудования в МКД.

Такое уточнение методов расчета может включать в себя более детальный анализ потребления электроэнергии в различных типах встроенных помещений, учет специфики их деятельности и энергопотребления, а также адаптацию расчетных параметров в соответствии с этими данными. Такой подход позволит более точно определить расчетные нагрузки для МКД и эффективнее управлять электроэнергетическими ресурсами в зданиях смешанного использования. В действующих нормативных документах для определения электрических нагрузок (ЭН) этой категории потребителей используются два основных метода: Метод коэффициента спроса: Этот метод применяется при известном составе электрооборудования встроенных помещений. Он представляет собой способ приведения установленной мощности электрооборудования к расчетной. Метод коэффициента спроса успешно используется в расчетах электрических нагрузок нежилых частей зданий, особенно при незначительном количестве силовых электроприемников. В таких случаях, когда нагрузка невелика, ошибки в расчетах несущественны для суммарной нагрузки всего многоквартирного дома. Метод удельных нагрузок: Этот метод применяется в случае, когда состав электрооборудования неизвестен. Метод удельных нагрузок используется для ориентировочных расчетов. Однако из-за возможных погрешностей он должен применяться с осторожностью. Несмотря на это, из-за своей простоты, метод удельных нагрузок часто используется при оценке суммарной нагрузки встроенных помещений.

Важно отметить, что последние исследования по определению удельных электрических нагрузок этой категории потребителей проводились в 90-е годы XX века и на данный момент уже не могут обеспечить требуемой практической точности. Это подчеркивает необходимость дальнейшего развития и совершенствования методов расчета для повышения точности определения электрических нагрузок в многоквартирных домах.

Проведение исследований, направленных на актуализацию существующих нормативных документов по расчету электрических нагрузок (ЭН) во всех регионах России, представляет собой достаточно трудоемкий процесс, который требует значительных финансовых вложений. Эти вложения могут быть осуществлены либо за счет государства, либо за счет крупных строительных компаний, заинтересованных в этом в первую очередь.

Действительно, стоимость за присоединение к электрическим сетям в России может значительно возрастать с каждым годом. Поэтому крупные строительные компании, которые активно строят жилые и коммерческие объекты, имеют прямой интерес в актуализации нормативных документов для более точного и экономически эффективного расчета электрических нагрузок.

Таким образом, совместные усилия государства и крупных компаний могут быть ключом к успешной актуализации и обновлению нормативных документов по расчету электрических нагрузок, что в конечном итоге приведет к улучшению энергетической эффективности и снижению эксплуатационных расходов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 31-110-2003 Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий. М.: Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2004. 138 с

2. Солуянов Ю.И., Федотов А.И., Чернова Н.В., Ахметшин А.Р. Анализ фактических электрических нагрузок объектов индивидуального жилищного строительства // Электроэнергия. Передача и распределение. – 2021. – № 5(68). – С. 60-65. – EDN DXVKQM.

3. РД 34.20.185-94 Инструкция по проектированию городских электрических сетей / Министерство топлива и энергетики Российской Федерации. М., 1994. 29 с

4. Надтока И.И., Павлов А.В., Новиков С.И. Проблемы расчёта электрических нагрузок коммунально-бытовых потребителей микрорайонов мегаполисов // Изв. вузов. Электромеханика. – 2013. – №1. – С. 136 – 139.

5. Солуянов Ю.И., Федотов А.И., Ахметшин А.Р. [и др.] Анализ фактических электрических нагрузок многоквартирных жилых домов Московской области // Промышленная энергетика. – 2022. – № 4. – С. 20-28. – DOI 10.34831/EP.2022.41.57.003. – EDN HXYLKK.

6. Надтока И.И. Павлов А.В. Расчёты электрических нагрузок жилой части многоквартирных домов с электрическими плитами, основанные на средних нагрузках квартир // Изв. вузов. Электромеханика. – 2014. – № 3. – С. 36 – 39.

7. Ахметшин А.Р., Солуянов Ю.И., Федотов А.И. [и др.] Расчет удельных электрических нагрузок жилых зданий на основании фактических замеров // Вестник МГТУ. Труды Мурманского

государственного технического университета. – 2022. – Т. 25, № 4. – С. 313-323. – EDN AHMDJR.

8. Soluyanov Y.I., Fedotov A.I., Ahmetshin A.R. Calculation of electrical loads of residential and public buildings based on actual data // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : International Scientific Electric Power Conference 2019, ISEPC 2019, Saint Petersburg, 23–24 мая 2019 года. Vol. 643. – Saint Petersburg: Institute of Physics Publishing, 2019. – P. 012051. – EDN YIETVO.

9. Soluyanov Y.I., Fedotov A.I., Soluyanov D.Y., Akhmetshin A.R. Experimental research of electrical loads in residential and public buildings // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Almet'yevsk, Republic of Tatarstan, 12–14 февраля 2020 года. – Almet'yevsk, Republic of Tatarstan, 2020. – P. 012026. – DOI 10.1088/1757-899X/860/1/012026. – EDN WKZZXU.

#### **УДК 691.54**

*<sup>1</sup>Пешков Н.М.*

*Научный руководитель: <sup>2</sup>Абрамов М.А., канд. техн. наук, доц.*

*<sup>1</sup>Ярославский государственный технический университет,*

*г. Ярославль, Россия*

*<sup>2</sup>Национальный исследовательский Московский государственный университет, г. Москва, Россия*

### **СОВРЕМЕННЫЕ ДЕКОРАТИВНЫЕ ШТУКАТУРНЫЕ СМЕСИ НА ОСНОВЕ МИКРОЦЕМЕНТА**

В современных интерьерах часто используют декоративные штукатурные смеси, позволяющие создавать бесшовные покрытия различной фактуры и гладкости [1].

В общем случае, декоративные штукатурки - это отделочные материалы с высокой пластичностью смеси, за счет которой становится возможным создавать как рельефные, так и объемные покрытия. Их толщина может достигать до 10 мм. Кроме того, такие смеси характеризуются включениями декоративных наполнителей как природного происхождения – слюда, мрамор, гранит, так и техногенных – белый цемент, стекло и пр. Эти особенности декоративных штукатурок позволяют скрыть изъяны, как самих стен, так и подготовки основания за счет создания нового рельефа поверхности стены.

Большинство декоративных штукатурок создаются на гипсовой основе с различными добавками, это обуславливает их низкую прочность. В процессе эксплуатации могут появляться сколы, царапины



и др. «Антивандалным» такие покрытия не назвать. Кроме того, декоративные покрытия на гипсовой основе нельзя применять во влажных помещениях.

Альтернативой гипсовым являются цементные вяжущие и недавно появившийся материал с общим названием «микроцемент».

Известно [3,6] применение микроцемента - тонкодисперсного порошка с размером частиц менее 5,0–15,0 мкм – в качестве материала для цементации грунтов.

В системе отделочных материалов «микроцементом» называется композиционный состав на основе тонкодисперсного цемента, а также кварцевого песка, микрокальцита, пластификатора, латекса и минеральных пигментов. В источниках [2] размер цемента указывается в диапазоне 6-8 мкм. Реальные размеры частиц производимых «микроцементов» составляют менее 40 мкм.

Тонкодисперсные составляющие позволяют получить гладкое бесшовное покрытие с минимальной шероховатостью, что ценится в современных интерьерах и является принципиальным отличием от классических декоративных штукатурок.

Этот материал может эффективно использоваться для разных дизайнерских решений: придание ему легкой шероховатости соответствует стилю «лофт», грубая окраска – стилю хай-тек, а контрастная колеровка выделяет индивидуальные особенности дизайна [4].

Производители [5] называют преимуществами микроцемента не только эстетические, но и следующие свойства:

- высокая прочность, которая, как правило, не приводится в технических характеристиках, однако позволяет говорить о применении материала, как для наружных, так и для внутренних работ;
- высокая адгезия к большому количеству типов поверхностей (каменные, гипсокартонные, стеклянные, деревянные, в том числе древесно-стружечные, металлические и пр.);
- высокая устойчивость к влаге, что позволяет использовать его в качестве отделки для ванной комнаты;
- высокая устойчивость к истиранию, царапинам, ударам, воздействию химических веществ;
- хорошие эксплуатационные характеристики, позволяющие мыть данное покрытие, в том числе с применением моющих средств.

Устойчивость к влаге, вероятно, формируется за счет наличия акриловых или стирол-акрилатных латексов. В более дешевых вариантах «микроцемента», для которых нет требуется водостойкость,

эти латексы могут быть заменены на вариант винил-ацетатных латексов.

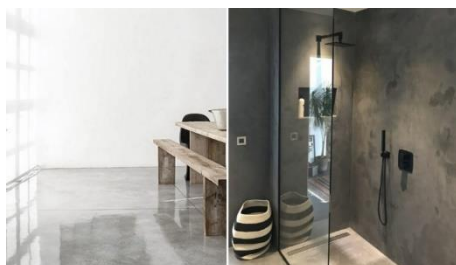


Рис. 1 Микроцемент в интерьере

Материал подходит не только для отделочных покрытий, но и для элементов мебели и декора – столешницы и подоконники, кухонные фасады, кашпо, малые архитектурные формы.

Цементная основа, как правило, представлена белым цементом, который сухой пигмент вводится при перемешивании, а варианты жидких пигментов – при затворении водой. Поверхность для нанесения «микроцемента» подготавливают так же, как к покраске или декоративной штукатурке [5].

При тонкослойном нанесении «микроцемента» он становится требовательным к подготовке поверхности – требуется удалить неровности, сколы и трещины. Грунтовку для поверхности лучше подобрать исходя из типа латекса в составе «микроцемента».

Таким образом, микроцемент – универсальный материал, который может использоваться в любых помещениях, как на стенах и потолках, так и на полах. Это позволяет решать многие дизайнерские задачи и уходить от традиционных решений, создавая уникальные интерьеры в едином стиле. Однако требуется тщательное изучение его свойств для корректного технологического применения данного материала.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Некрасова Е.В. современные материалы в интерьере // Творчество и современность. 2023. №1 (19). URL: <https://cyberleninka.ru> (дата обращения: 23.04.2024).
2. Микроцемент и микробетон: виды и особенности материала, специфика применения // Гуру красок: [сайт]. 2015-2024. URL: <https://kraska.guru> (дата обращения 17.04.2024).

3. Wang N. et al. Study on Physical and Mechanical Properties of Micro-Cement Grouting Materials with Different Water-Cement Ratio // Journal of Physics: Conference Series. 2022. Vol. 2381. No. 1. p. 12099. URL: <https://iopscience.iop.org> (дата обращения 17.02.2024)

4. Микроцемент в интерьере // ELITASTheBestPossible: сайт. Москва, 2000-2004. URL: <https://elitas.ru> (дата обращения 17.04.2024).

5. Состав и характеристики микроцемента//DECO ESF: [сайт]. URL: <https://esf-deco.ru> (дата обращения 17.04.2024).

6. Панченко, А. И. Микроцементы : учебное пособие / Панченко А. И. , Харченко И. Я. , Алексеев С. В. - Москва : Издательство АСВ, 2014. - 76 с. - ISBN 978-5-4323-0032-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://prior.studentlibrary.ru> (дата обращения: 23.04.2024). - Режим доступа : по подписке.

**УДК 69.1418**

**Питюков И.В.**

*Научный руководитель: Кочерженко В.В. канд. техн. наук, проф.*

*Белгородский государственный технологический университет*

*им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ МОНТАЖА ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ С МЕТАЛЛИЧЕСКИМ КАРКАСОМ**

В статье приведён сравнительный анализ 4-х методов возведения металлического каркаса 30-ти этажного жилого здания:

1) Поэлементный монтаж колонн, главных и второстепенных балок;

2) Плоскими рамами - 2 колонны и 3 главные балки;

3) Крупноблочный – конструкции устанавливаются блоками из 4 колонн, 12 главных балок и 15 второстепенных балок;

4) Крупные блоки с готовыми перекрытиями на 2 этажа, и определение показателей их эффективности.[1,2,3]

Для оценки эффективности вышеуказанных вариантов монтажа основных несущих конструкций были приняты следующие показатели: трудозатраты укрупнительной сборки и монтажа; объём заработной платы; сроки монтажа; выбор монтажных приспособлений, определение требуемых технических характеристик монтажных кранов, их типов и марок.

Объектом исследования является 30-ти этажный жилой дом (рис. 1), предметом – вышеописанные методы монтажа металлических конструкций данного здания.

Цель исследования – изучить данные методы монтажа металлического каркаса высотного здания и определить показатели эффективности каждого из них.

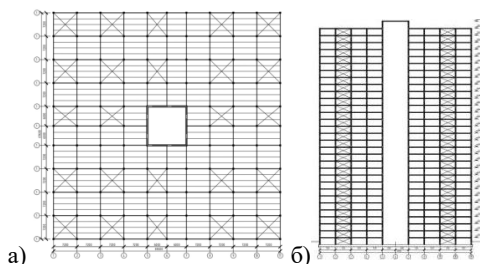


Рис 1 – Схема 30-ти этажного здания:  
а) план типового этажа; б) поперечный разрез

Для определения объёмов работ на основании конструктивной схемы здания была составлена спецификация элементов сборных конструкций здания (табл. 1).

Таблица 1 – Спецификация элементов сборных конструкций

№ п/п	Наименование элем.	Марка элем	Размеры, мм		Масса 1 элем, т	Колич	Сумм. масса, т
			длина	шир/выс			
1	Главные балки	Б1	7200	302/397	0,93168	6240	5813,683
2	Второстепенные балки	Б2	7200	110/230	0,18576	14400	2674,944
3	Колонны	К2	9600	405/414	2,592	1120	2903,04

Здание разбиваем на две захватки. На каждой захватке принимаем по одной бригаде монтажников с количеством по рядам:

6-1, 4-2, 3-1. Всего 8 человек.

Сроки монтажа каркаса:  $21961,6 \text{ чел-ч} / 8\text{ч} / 8\text{чел} = 343,15$ .

Итого: для монтажа каркаса здания поэлементным методом необходимо 343,15смен.

Стоимость монтажа 47260,8 тыс. руб

Результаты расчёта сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Расчет значений показателей эффективности монтажа металлического каркаса поэлементным методом

Шифр норм	Наим. работ	Ед. изм.	Нормы времени		Объем работ	Труд-ть		Расц	Сумма ЗП	Состав звена		
			чел-ч	маш-ч		чел-ч	маш-ч			проф	разр	кол
Первый вариант монтажа каркаса – поэлементный												
E5-1-9, т.1	Монт колонн (2,592 т)	шт.	5,17	1,03	1120	5790,4	1153,6	4,83	5409,6	///	6 4 3	1 2 1
E5-1-6, т.1	Монт балок (0,932 т)	шт.	1,83	0,61	6240	11419,2	3806,4	5,83	36379,2	///	6 4 3	1 2 1
E5-1-6, т.1	Монтаж балок (0,186 т)	шт.	0,33	0,11	14400	4752	1584	0,38	5472	///	6 4 3	1 2 1
Итого:						21961,6	6544		47260,8			

Для второго варианта монтажа каркаса на каждой захватке принимаем по одной бригаде монтажников с количеством по разрядам: 6-1, 5-2, 4-3, 3-1. Итого 7 человек.

Сроки монтажа каркаса:  $23213,76 \text{ чел-ч} / 8 \text{ ч} / 14 \text{ чел} = 207,265$ .

Итого: для монтажа раздельных конструкции второго варианта монтажа каркаса необходимо 207,265 смен. Стоимость монтажа 42330 тыс. руб.

Результаты расчёта сведены в таблицу 3.

Таблица 3 – Расчёт значений показателей эффективности монтажа металлического каркаса плоскими рамами

Шифр норм	Наим. работ	Ед. изм.	Нормы времени		Объем работ	Трудоемкость		Расц	Сумма ЗП	Состав звена		
			чел-ч	маш-ч		чел-ч	маш-ч			проф	разр	кол
Второй вариант монтажа каркаса - плоскими рамами												
E5-1-9, т.1	Укр. сб. констр. рамы (7,248 т)	шт.	4,166	0,837	560	2332,96	468,72	4,435	2483,6	Монт	6 5 4 3	1 1 2 1
E5-1-6, т.1	Монт. блоков (7,248 т)	шт.	13,9	1,97	560	7784	1103,2	13,91	7789,6	///	6 5 4 3	1 2 3 1

E5-1-6, т.1	Монтаж балок (0,932 т)	шт.	1,83	0,61	4560	8344,8	2781,6	5,83	26584,8	-/-	6 4 3	1 2 1
E5-1-6, т.1	Монтаж балок (0,186 т)	шт.	0,33	0,11	14400	4752	1584	0,38	5472	-/-	6 4 3	1 2 1
Итого:						23213,76	5937,52		42330			

Для третьего варианта монтажа каркаса на каждой захватке принимаем по одной бригаде монтажников с количеством по разрядам: 6-1, 5-2, 4-3, 3-1. Итого 7 человек.

Сроки монтажа каркаса:

20356,32 чел-ч / 8 ч / 14 чел = 181,75.

Итого: для монтажа отдельных конструкции второго варианта монтажа каркаса необходимо 181,75 смен.

Стоимость монтажа 33583,824 тыс. руб

Результаты расчёта сведены в таблицу 4.

Таблица 4 – Расчет значений показателей эффективности монтажа металлического каркаса 30-ти этажного жилого здания

Шифр норм	Наим. работ	Ед. изм.	Нормы времени		Объем работ	Трудоемкость		Расц	Сумма ЗП	Состав звена		
			чел-ч	маш-ч		чел-ч	маш-ч			проф	разр	кол
Третий вариант монтажа каркаса - крупноблочный												
E5-1-9, т.1, а, д	Укр. сб.ст. констр. блоков (22,8 т)	шт.	12,72	2,548	240	3052,8	611,52	13,53	3247,2	Монтажники	6 5 4 3	1 2 1 1
E5-1-6, т.1, в	Монтаж укр.бл. (22,8 т)	шт.	27,436	3,836	240	6584,64	920,64	27,3976	6575,424	-/-	6 5 4 3	1 2 3 1
E5-1-6, т.1, в	Монтаж балок (0,932т)	шт.	1,83	0,61	3120	5709,6	1903,2	5,83	18189,6	-/-	6 4 3	1 2 1
E5-1-6, т.1, в	Монтаж балок (0,186 т)	шт.	0,33	0,11	10800	3564	1188	0,38	4104	-/-	5 4 3	1 2 1
E5-1-9, т.1, в	Укр. сб.ст. констр.	шт.	4,166	0,837	80	333,28	66,96	4,435	354,8	-/-	6 5	1 1

т.1, а,д	рамы (7.248 т)										4 3	2 1
Е5- 1-6, т.1,в	Монт. укр. бл. (7.248 т)	шт.	13,9	1,97	80	1112	157,6	13,91	1112, 8	-/-	6 4 3	1 3 1
Итого:						20356, 32	4847, 92		33583 ,824			

Для четвёртого варианта монтажа каркаса на каждой захватке принимаем по одной бригаде монтажников с количеством по разрядам: 6-1, 5-2, 4-3, 3-1. Итого 7 человек.

Сроки монтажа каркаса: 35807,78 чел-ч / 8 ч / 14 чел = 319.71.

Итого: для монтажа отдельных конструкции второго варианта монтажа каркаса необходимо 319.71 смен.

Стоимость монтажа 60051,5834 тыс. руб

Результаты расчёта сведены в таблицу 5.

Таблица 5 – Расчет значений показателей эффективности монтажа металлического каркаса 30-ти этажного жилого здания

Ши фр нор м	Наим. работ	Ед. изм.	Нормы времени		Объе м работ	Трудоемк ость		Расц	Сумм а ЗП	Состав звена		
			чел- ч	маш- ч		чел-ч	маш- ч			проф	раз р	кол
Третий вариант монтажа каркаса - крупноблочный												
Е5 - 1 - 9, т. 1, а, д	Укр. Сб. Ст.констр. блоков (15,248 т)	шт.	8,56 64	1,717	360	3083,9 04	618,1 2	9,115	3281, 4	Мон т	6 5 4 3	1 1 2 1
Е5- 1-11	Монтаж профлиста	1 т	1,85	0,62	750	1387,5	465	2,037	1527, 75	-/-	4 3	1 1
Е4- 1-46	Уст. Арм. сеток и каркасов	1т	21		198,97	4178,3 7		15,02	2988, 5294	Арм	3 2	1 2
Е4- 1-49, т.2	Бет. пер. при площ. между ВВ до 10 м2	1м3	1,3		5968,8	7759,4 4		0,93	5550, 984	Бет	6 4 3	1 3 1
Е5- 1-6, т.1,в	Монт.укр. блоков (56,698 т)	шт.	56,9 2	7,904	360	20491, 2	2845, 44	64,157	23096 ,52	Мон т	6 5 4 3	1 2 3 1

E5-1-6, т.1,в	Монтаж балок (0,932 т)	шт.	1,83	0,61	3120	5709,6	1903,2	5,83	18189,6	---	6 4 3	1 2 1
E5-1-6, т.1,в	Монтаж балок (0.186 т)	шт.	0,33	0,11	10800	3564	1188	0,38	4104		6 4 3	1 2 1
E5-1-9, т.1, а,д	Укр. сб. ст.констр. рамы (4,83 т)	шт.	2,83 65	0,571	120	340,38	68,52	3,02	362,4	---	6 5 4 3	1 1 2 1
E5-1-6, т.1,в	Монтаж укр. бл. (4,83 т)	шт.	10,2 6	1,68	120	1231,2	201,6	7,92	950,4	---	6 5 4 3	1 2 3 1
Итого:						47745,594	7289,88		60051,5834			

Наиболее эффективен 3 метод монтажа. При 4 методе монтажа возрастает количество монтируемых блоков из-за значительной массы блока с готовыми перекрытиями, что ведёт за собой удорожание строительства и увеличение его сроков. [7,8]

Выбор монтажного крана.

Выбор крана для монтажа конструкции здания (таблица 6) осуществлялся с учётом условий производства работ, принятого способа монтажа и технико-экономических показателей

Таблица 6 – Результаты выбора монтажного крана

1 метод	Марка крана	2 метод	Марка крана	3 метод	Марка крана	4 метод	Марка крана
L=35м Q=2,79т H=102,5	КБ 473-03	L=35м Q=7,45т H=102,5	КБ 585-01	L=35м Q=22,87т H=102,5	Liebherr 1250HC 50 т	L=35м Q=56,7т H=102,5	М 2400

Для 3 метода монтажа по требуемым техническим параметрам был подобран башенный кран Liebherr 1250 HC со следующими техническими характеристиками:  $L_{\max}=40\text{м}$ ,  $Q_{\max}=50\text{т}$ ,  $Q_{\min}=25\text{т}$ ,

Для сравнения эффективности крупноблочного и поэлементного методов монтажа определим сменную производительность башенного крана.

Определяем требуемую высоту подъема крюка

$H_{кр} = H_{\max} + H_{изд} + L_{строп} + H$ , где

$H_{кр} = 86,4 + 9,6 + 4 + 2,5 = 102,5$  м

$H_{\max}$ -заданная высота, м;  $L$ -длина стропов, м;  $H_{изд}$ -выс. блока, м;  $H=2,5...3,0$  м - выс. груза над уровнем монтажа:



Коэффициент использования крана по грузоподъемности для крупноблочного монтажа определяем по формуле:

$$N_{\text{кр}} = \frac{22,87 \cdot 9,81}{25 \cdot 9,81} = 0,91$$

Определим последовательность технологических операций и их продолжительность.

1. Строповка монтируемого изделия – 3,5 мин.
2. Время подъема изделия до уровня монтажа – 2,26 мин.
3. Время поворота стрелы крана – 0,32 мин.
4. Перемещение крана по рельсовому пути – 2 мин.
5. Время удержания груза во время его установки, закрепления и выверки – 8 мин,
6. Время расстроповки – 1,5 мин.
7. Время на подъем крюка с грузозахватным приспособлением над уровнем монтажа – 1,5 мин.
8. Время возвратного перемещения крана на исходную позицию – 1,1 мин.
9. Время опускания крюка с грузозахватным приспособлением к месту строповки следующего изделия – 2,2 мин.

Продолжительность одного рабочего цикла крана без совмещения операций будет равна сумме продолжительностей отдельных операций:

$$t = 3,5 + 2,26 + 0,32 + 2 + 8 + 1,5 + 1,5 + 1,1 + 2,2 = 22,4 \text{ мин}$$

Сменную производительность крана определяем по формуле:

$$П = T \cdot Q \cdot N \cdot K \cdot Z,$$

где  $T$  – продолжительность смены, ч;  $Q$  грузоподъемность крана;  $N_{\text{кр}}$ , при данном вылете стрелы;  $K_z$  – коэффициент использования крана по времени в течение смены; равный 0,82...0,85;  $Z$  – число рабочих циклов крана в час.

$$Z = 60 / 22,4 = 2,68 \text{ ц}; П = 8 \cdot 25 \cdot 0,91 \cdot 0,83 \cdot 2,68 = 404,84 \text{ т/см}$$

Коэффициент использования крана по грузоподъемности для поэтапного монтажа определяем по формуле:

$$N_{\text{кр}} = \frac{2,226 \cdot 9,81}{3,8 \cdot 9,81} = 0,595$$

Определяем последовательность технологических операций и их продолжительность.

1. Строповка монтируемого изделия – 1 мин.
2. Время подъема изделия до уровня монтажа – 2,26 мин.
3. Время поворота стрелы крана – 0,32 мин. Перемещение крана по рельсовому пути – 2 мин.
4. Время удержания груза во время его установки, закрепления и выверки – 4 мин,

5. Время расстроповки – 0,5 мин.

6. Время на подъём крюка с грузозахватным приспособлением над уровнем монтажа – 1,5 мин.

7. Время возвратного перемещения крана на исходную позицию – 1,1 мин.

8. Время опускания крюка с грузозахватным приспособлением к месту строповки следующего изделия – 2,2 мин.

Продолжительность одного рабочего цикла крана без совмещения операций будет равна сумме продолжительностей отдельных операций:

$$t = 1 + 2,26 + 0,32 + 2 + 4 + 0,5 + 1,5 + 1,1 + 2,2 = 14,88 \text{ мин.}$$

Сменную производительность крана определяем по формуле:

$\Pi = T \cdot Q \cdot N \cdot K \cdot Z$ , где  $T$  – продолжительность смены, ч;  $Q$  – грузоподъёмность крана;  $N_{\text{крп}}$ , при данном вылете стрелы;  $K_Z$  – коэффициент использования крана по времени в течение смены; равный 0,82...0,85;  $Z$  – число рабочих циклов крана в час.

$$Z = 60 / 14,88 = 4,03 \text{ ц; } \Pi = 8 \cdot 3,8 \cdot 0,595 \cdot 0,83 \cdot 4,03 = 60,503 \text{ т/см}$$

Таким образом, большей эффективностью по срокам и стоимости выполняемых монтажных работ, а также по использованию грузоподъёмной техники характеризуется третий метод - крупноблочный монтаж. Четвёртый метод неэффективен, так как из-за значительной массы блоков с готовыми перекрытиями возрастает их количество, а также стоимость и время монтажа [4,5,6].

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Питюков И.В., Кочерженко В.В. / Обоснование и выбор рационального метода монтажа при возведении высотных зданий с металлическим каркасом. – Текст : электронный – Белгород: изд-во БГТУ, 2023 — 7 с.

2. Синенко С.А., Познахирко Т.Ю., Частников А.А. Исследование факторов, влияющих на эффективность монтажа металлоконструкций при возведении высотного здания // Наука и бизнес: пути развития. – №5. – 2019. с. 168-171

3. Кочерженко В.В. Технология и организация возведения большепролётных и высотных зданий и сооружений: Учеб.пособие / Кочерженко В.В., Сулейманова Л.А. – Белгород: изд-во БГТУ, 2021— 148 с.

4. Кочерженко В.В. Основы технологии возведения зданий и специальных сооружений: Учеб.пособие / Кочерженко В.В., Кочерженко А.В. – Белгород: изд-во БГТУ, 2016 — 235 с.

5. Кочерженко В.В., Сулейманова Л.А. Технология и организация строительного производства: Учеб.пособие / Кочерженко В.В., Сулейманова Л.А. – Белгород: изд-во БГТУ, 2020 — 253 с.

6. Косенков Е.Д. Возведение высотных каркасных зданий и сооружений /Е.Д. Косенков - Киев, Буддевелиник-1982 - 142 с.

7. ЕНиР. Сборник Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Выпуск 1. Здания и промышленные сооружения :/ Госстрой СССР. – Москва : Стройиздат, 1987. – 36 с.

8. ЕНиР. Сборник Е5. Монтаж металлических конструкций. Выпуск 1. / Госстрой СССР. – Москва : Прейскурангиздат, 1987. – 32 с

*УДК 658.264*

*Понуровский Я.А.*

*Научный руководитель: Чекардовский М.Н., д-р техн. наук, проф.  
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия*

## **СОВРЕМЕННЫЕ СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМАМИ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ КАК МЕТОД ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ДЕФЕКТОВ И НЕИСПРАВНОСТЕЙ**

В настоящее время методы, используемые для анализа состояния труб централизованной системы отопления, достаточно экономичны и обеспечивают удовлетворительный объем данных для точной оценки состояния трубопроводов.

В статье рассматриваются методы управления системами централизованного теплоснабжения в целях устранения дефектов и неисправностей, которые возникают во время эксплуатации, в процессе регулирования. Даны предложения, как развивать деятельность для идентификации химической продукции.

Всякое применение инноваций в централизованном отоплении требует максимальной эффективности всей системы [1]. Однако исследования показали, что сбои в работе энергосистем могут снизить общее теплотребление на 40% [2,3]. Факторы, такие как компенсирующие действия из-за управления или недостаточная квалификация персонала, могут приводить к незамеченным неисправностям. Ручная идентификация дефектов становится сложной, что увеличивает бюджет на исправление для теплоснабжающих компаний. В этом случае автоматизированные методы обнаружения и

диагностики играют ключевую роль для диспетчеров систем отопления [4].

Одной из главных проблем в отоплении являются утечки теплоносителя. Они происходят по разным причинам, включая коррозию, износ и неправильную эксплуатацию. Утечки воды могут привести к экономическим потерям, снижению качества услуг и негативному влиянию на окружающую среду. Для решения этой проблемы необходимо улучшить диагностику, ремонт и обслуживание систем отопления, а также повысить квалификацию персонала. Также важно разрабатывать новые технологии и материалы для более эффективной и надежной работы систем отопления. Поскольку низкая температура подачи является основной целью систем централизованного теплоснабжения: с целью использования возобновляемых и низкопотенциальных источников избыточного тепла – обеспечение низкой температуры обратки является ключевым аспектом в этих инновационных решениях централизованного теплоснабжения (ЦТС).

Концепция своевременного технического обслуживания систем ЦТС включает: администрирование, контроль, реализацию и качество данного обслуживания.

Существует огромный спектр различных методов обнаружения неисправностей, классифицированных Грандерсоном и др. [5]. Методы обнаружения неисправностей могут быть «внутренними», основанными на моделях или на исторических данных, и «внешними», аппаратными, такими как визуальный осмотр, инфракрасная съемка и кабельные методы [6]. Подходы, основанные на количественных моделях, используются редко, в основном применяются качественные модели, основанные на правилах. Анализ истории процесса также используется для обнаружения неисправностей, он не требует знания основных принципов, но использует данные из действующей системы. Статистическая регрессия, искусственные нейронные сети и другие методы могут использоваться для анализа данных.

В общем своем проявлении отказы на трубах централизованного теплоснабжения часто вызваны утечками воды из-за коррозии, механических воздействий и недостаточных или ухудшенных характеристик теплоизоляционных решений, как отмечено Холлбергом и др. [7]. Однако при длительной эксплуатации избежать некоторой степени неисправностей статистически невозможно, поскольку производительность трубопровода со временем ухудшается. Поэтому прогнозируемая диагностика возникновения утечек крайне необходима

для повышения эффективности, снижения эксплуатационных расходов и защиты окружающей среды. [8]

Хороший пример алгоритма на основе физической модели можно найти в статье Кувей Лю и др. [9]. Он включает в себя модуль динамического мониторинга (МДМ) и модуль статических испытаний (МСИ): цифровой мультиметр может обнаруживать более крупные утечки, анализируя волны давления с помощью моделей распространения амплитуды и затухания; МСИ, основанный на модели потери давления, может обнаруживать микроутечки, таким образом, выступая в качестве эффективной компенсации для цифрового мультиметра.

#### 1. Методы, основанные на закономерностях тепловой нагрузки

Тепловая нагрузка в системе ЦТС представляет собой сумму отдельных тепловых нагрузок от всех тепловых пунктов, расположенных на территории потребителя, подключенных к сети, и тепловых потерь в распределительной сети. На теплогенерирующие установки ЦТС могут повлиять неисправности на центральных тепловых пунктах (ЦТП) и в тепловых узлах потребителей.

Работа системы теплоснабжения варьируется в зависимости от конечного использования здания, поэтому результирующий профиль нагрузки на отопление и вентиляцию будет различаться в зависимости от типа зданий. Гадд и Вернер [10] провели исследование 141 различного здания, где они сначала определили два показателя (годовое относительное суточное изменение и годовое относительное сезонное изменение), а затем использовали их для обнаружения отказов на ЦТП на основе высоких или низких изменений этих параметров. в зависимости от типа здания. Неравномерность графика тепловой нагрузки или отсутствие корреляции между температурой наружного воздуха и потребностью в тепле также можно использовать для обнаружения того, что тепловой пункт не работает должным образом.

Основная проблема, связанная с методами, основанными на моделях тепловой нагрузки, заключается в том, как справиться с такими разными профилями для разных типов зданий или как создать для них надежные прогнозы. Что касается первого пункта, был разработан алгоритм на основе данных, позволяющий крупномасштабный автоматический анализ моделей нагрузки централизованного теплоснабжения с использованием исходного набора данных из 19,6 миллионов измерений в час [11]. Алгоритм применяет методы кластеризации для объединения профилей клиентов в различные группы и извлекает их репрезентативные модели поведения с точки зрения тепловой нагрузки. Таким образом, он способен обнаруживать

необычных клиентов, профили которых значительно отличаются от остальной части их группы. Эти выбросы можно тщательно проанализировать, чтобы выявить проблемы на соответствующих подстанциях или объектах потребителей. Применение данного алгоритма позволило обнаружить аномальные профили тепловой нагрузки, связанные, например, с несоответствием реальной и проектной подачи тепловой энергии, проблемами в системе отопления, вентиляции и кондиционирования, приводившими к резким и нерегулярным пикам после полудня, а также сезонными нагрузками выше среднего уровня.

## 2. Диагностика датчиков и исполнительных устройств

Цифровизация сектора ЦТК становится решающей. Более того, для эффективного управления системами и обнаружения неисправностей необходимо внедрение все новых и новых датчиков и исполнительных механизмов. Однако эти компоненты также могут выйти из строя, и важно уметь это обнаружить. Существует несколько простых взаимодополняющих методов, которые следует реализовать во всех датчиках и исполнительных устройствах всего объекта:

- Мониторинг необработанных сигналов датчиков напряжения/тока для обнаружения коротких замыканий и обнаружения значений, выходящих за пределы допустимого диапазона.
- Мониторинг несогласованных значений мер, таких как нестабильность или невозможность достижения значений (например, температура окружающей среды выше 70 °C).
- Учет размера отклонения, продолжительности неисправности и средней частоты появления.
- Создание стратегий, определяющих, когда будут проверяться приводы и датчики, используя преимущества конкретных рабочих точек.

В заключении важно отметить, что с ростом населения мира и урбанизации централизованное теплоснабжение было признано многообещающей технологией для покрытия потребностей в тепловой энергии городов. Несмотря на это, ЦТС развивается в сторону более низких температур подачи, эксплуатации децентрализованных и непрограммируемых возобновляемых источников и объединения секторов с другими энергоносителями.

Однако отсутствие оптимальных стратегий управления и инструментов обнаружения неисправностей приводит к тому, что системы ЦТС тратят энергию и ресурсы впустую. Более того, возникли новые проблемы, такие как управление спросом, неопределенность погоды и экологическая эффективность. Они привлекают все больше и

больше внимания к разработке интеллектуальных, надежных платформ управления, а также методов диагностики.

Эти передовые решения, рассмотренные в этой статье с акцентом на исследовательские проекты РФ, должны быть способны прогнозировать неисправности, оказывать помощь в их предотвращении в режиме реального времени, для последующего продвижения вперед развитие сектора централизованного теплоснабжения.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Real-world application of machine-learning-based fault detection trained with experimental data. / Bode, G.; Thul, S.; Baranski, M.; Müller, D. – Direct text // Energy 2020. – 2020. – P. 198.

2. Analysis of an information monitoring and diagnostic system to improve building operations. / Piette, M.A.; Kinney, S.K.; Haves, P. – Direct text // Energy Build. – 2001. – №33 – P. 783–791.

3. Yu, Y.; Woradechjumboon, D.; Yu, D. A review of fault detection and diagnosis methodologies on air-handling units. Energy Build. 2014, 82, 550–562.

4. Sterling, R.; Struß, P.; Febres, J.; Sabir, U.; Keane, M. From Modelica Models to Fault Diagnosis in Air Handling Units. In Proceedings of the 10th International Modelica Conference, Lund, Sweden, 10–12 March 2014.

5. Granderson, J.; Singla, R.; Mayhorn, E.; Ehrlich, P.; Vrabie, D.; Frank, S. Characterization and Survey of Automated Fault Detection and Diagnostic Tools; Lawrence Berkeley National Laboratory: Berkeley, CA, USA, 2017.

6. Zaman, D.; Tiwari, M.K.; Gupta, A.K.; Sen, D. A review of leakage detection strategies for pressurised pipeline in steady-state. Eng. Fail. Anal. 2020, 109, 104264.

7. Hallberg, D.; Stojanović, B.; Akander, J. Status, needs and possibilities for service life prediction and estimation of district heating distribution networks. Struct. Infrastruct. Eng. 2012, 8, 41–54.

8. Datta, S.; Sarkar, S. A review on different pipeline fault detection methods. J. Loss Prev. Process. Ind. 2016, 41, 97–106.

9. Liu, C.; Li, Y.; Xu, M. An integrated detection and location model for leakages in liquid pipelines. J. Pet. Sci. Eng. 2019, 175, 852–867.

10. Gadd, H.; Werner, S. Heat load patterns in district heating substations. Appl. Energy 2013, 108, 176–183.

11. Calikus, E.; Nowaczyk, S.; Sant'Anna, A.; Gadd, H.; Werner, S. A data-driven approach for discovering heat load patterns in district heating. Appl. Energy 2019, 252, 113409.

**УДК 69.07**

**Потур А.М.**

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

### **МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ И СТАЛЬНЫХ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

В индустрии строительства требуется выполнение ремонтных работ строительных конструкций, что обусловлено их продолжительным сроком службы, ошибками, допущенными в ходе проектирования, изготовления, транспортировки и монтажа, а также непостоянством нагрузок, которые зависят от смены функционального назначения или результатов проведения усовершенствований. В связи с этим, актуальным вопросом является разработка наиболее эффективных методов и схем укрепления и восстановления конструкций с применением современных материалов и элементы из них. Сегодня, все чаще используются композитные материалы с целью укреплении железобетонных и стальных конструкций (рис.1).

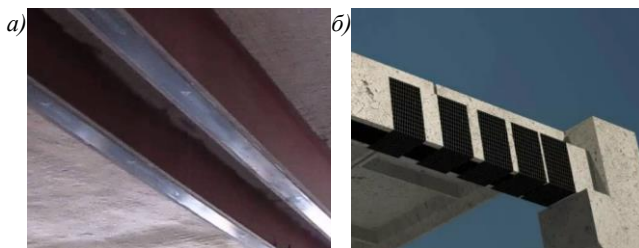


Рис. 1. Усиление балки перекрытия углекомпозитом:  
а – металлической; б – железобетонной

Для армирования бетонных конструкций при строительстве зданий и дорог используется углепластиковая арматура, инертная ко всем агрессивным средам и обладающая высокой прочностью.



Углекомпози́ты обладают рядом преимуществ, благодаря которым начали пользоваться большим спросом у строителей. Основное их преимущество - высокая прочность углеволоконных нитей и высокая адгезия связующего. Эти свойства позволяют добиться высокой эффективности армирования различного вида конструкций железобетонных, кирпичных, деревянных. Применение углекомпози́тов в строительстве наиболее эффективно для фундаментных блоков, колонн, опор ЛЭП, балок и мостов. Волокна углерода выполняют функцию усиления колонн и перекрытий, упрочнения мостов за счёт высоких показателей удельной прочности и сопротивления на разрыв.

Материалы на основе эпоксидного связующего и армирования из углекомпози́тов имеют высокую удельную прочность, а так же являются гибкими при монтаже. Обладают небольшой массой и устойчивы к циклическим нагрузкам в любых условиях, даже агрессивных. Композитные изделия из углеволокна для строительства по всем эксплуатационным свойствам превосходят традиционные изделия из стали и бетона: при одинаковой прочности они в десятки раз легче [3].

При наложении сварных швов возникает сварочное напряжение и деформации. Их неравномерность распределения по сечениям приводит к развитию общих перемещений оси стержня в ходе его сварки и остывания. Значимость данного процесса обусловлена как суммированием сварочных напряжений с напряжениями от внешней нагрузки, так и приращением усилий в сечениях стержня вследствие приращения его прогибов и изменения жесткости [2]. При этом, клеевые соединения имеют равномерное распределение напряжений в соединенных элементах. Таким образом, полное взаимодействие металла и углеволокна происходит из-за переноса сдвигового напряжения по толщине слоя клея [1].

Еще одним примечательным свойством данного материала является защита от влаги. Это безусловный плюс, за счет которого происходит усиление стальных металлоконструкций. Таким образом, углеволокно создает плотный водонепроницаемый слой. Затем, в процессе армирования это волокно пропитывается двухкомпонентной эпоксидной смолой. Далее оно фиксируется на поверхности самого объекта и в процессе протекания химической реакции становится жестким, непроницаемым пластиком. Сегодня, исследования, направленные на изучение особенностей распределений напряжений, а так же испытания материалов в клеевых соединениях на различных уровнях, являются наиболее актуальными [5].

Среди методов испытания материалов наиболее актуален метод «цифровой корреляции изображений», который далее будет рассмотрен поэтапно. Он выделен из класса бесконтактных методов исследования различных процессов. Исследователь получает информацию о качественных и количественных данных полей деформаций, перемещений, скоростей, основываясь на анализе изображений поверхности твердого образца для испытаний в результате воздействия на него [6].

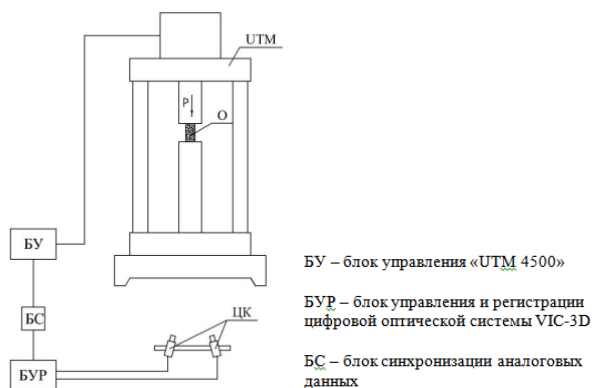


Рис. 2. Схема испытательного комплекса

Комплекс для испытаний подразумевает:

- машину для испытаний UTM-4500;
- электронный блок для управления машиной;
- блок для сбора аналоговых данных;
- блок для управления и регистрации цифровой оптической системой;
  - цифровые камеры с монохромной матрицей, имеющие разрешение 5 МПикс.;
  - объективы, имеющие разные расстояния фокусировки;
  - система подсветки со светодиодами;
  - ПО (программное обеспечение) с целью записи и обработки полученных данных;
  - калибровочные пластины;
  - штатив и рамка для работы камер (рис. 2).

Процесс подготовки регистрируемой области, по своей сути, представляет создание спекл-структуры на поверхности образца. Спекл-структура это контрастная, изотропная структура, которая включает в себя множество точек, которые неравномерно нанесены на

исследуемую поверхность в масштабе, который напрямую зависит от размера регистрируемой области, а так же размера кадра и разрешающей способности матрицы [3].

В процессе настройки измерительной системы, в ходе установки камер необходимым условием является пересечение оптических осей на поверхности объекта таким образом, чтобы область исследования находилась в границах съемки обеих камер и была отцентрирована. При этом значение угла между оптическими осями камер может быть от  $15^\circ$  до  $45^\circ$  (рис. 3.).

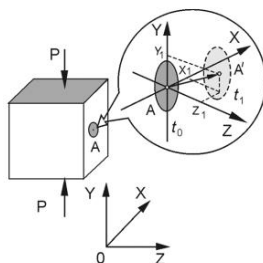


Рис.3. Схематическое представление смещений на поверхности образца

С целью получения достоверных данных, требуется резкость изображения всей поверхности образца. Применение объектива с меньшим фокусным расстоянием, а так же временное открытие апертурной диафрагмы может позволить изменить фокусировку до более заметной. Кроме того, необходимо настроить фокус с учетом деформации поверхности во время испытания [4].

Когда отрегулирована глубина резкости, следующим этапом настраиваются экспозиция и открытие апертуры. При этом, нужно поддерживать время экспозиции не более  $1/f$ , где  $f$  - это фокусное расстояние. Когда происходит завершение настройки, изображение должно быть максимально ярким с отсутствием засвеченных участков в стекл-структуре. Процесс калибровки камер содержит этап регистрации изображений калибровочной сетки и их обработку в приложение VIC-3D. Затем, в ходе обработки вычисляются переменные, фокусное расстояние, формат изображения, перемещения между камерами X, Y и Z и три угла между ними.

В ходе испытания приложение Vic-Snap синхронизировано записывает изображения с двух камер. Приложение VIC-3D подгружает калибровочные изображения и изображения стекл-структур для необходимых расчетов. Таким образом, методом производится расчет искомых величин. С целью снижения риска погрешности в расчетах,

они производятся от опорного изображения. Так, метод «корреляции цифровых изображений» показал себя как очень эффективное средство для исследования эффективности применения клеевых соединений и стальных изгибаемых элементов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 14759-69 Клеи. Метод определения прочности при сдвиге.
2. Бельский М. Р. Усиление металлических конструкций под нагрузкой. Киев, «Будівельник», 1975, стр. 120.
3. Данилов А.И., Калугин И.А. Усиление растянутых элементов полимерами на основе высокопрочного волокна // Промышленное и гражданское строительство. 2018. № 12. С. 25
4. Ребров И. С. Усиление стержневых металлических конструкций: Проектирование и расчет.—Л.: Стройиздат. Ленингр. отделение, 1988—288 с, ил.
5. Туснин А.Р., Щуров Е.О. Экспериментальные исследования клеевого соединения элементов из стали и углепластиковых композиционных материалов // Промышленное и гражданское строительство, № 7, 2017, с. 6973
6. Смоляго Г.А., Обернихина Я.Л. Прочность и деформативность изгибаемых железобетонных элементов., усиленных углепластиком // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2022. № 4. С. 25–38. DOI: 10.34031/2071-7318-2021-7-4-25-38

*УДК 691.322*

*Пухов И.Е., Лимощенко В.А.*

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

## ПРИМЕНЕНИЕ ФИБРОБЕТОНА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Развитие современных технологий и разработка новых композиционных вяжущих, позволяет решить многие проблемы в строительстве. Одним из уникальных материалов является фибробетон, который позволяет повысить прочность монолитной структуры тела на изгиб, отказаться от использования армирования [1].

Фибробетон – это бетонная смесь с добавлением фибры (рис. 1) в виде металлических (сталь) или неметаллических волокон (базальт,

стекло, пластик) обеспечивающих объемное армирование. В разрезе данный вид бетона имеет структуру, пронизанную тонкими стальными нитями, которые располагаются во всех направлениях. Для фибробетона применяются различные виды фибр:

- стальная фибра, изготавливаемая из металла, обладает повышенной стоимостью и применяется для зданий и сооружений с высокой требуемой проектной прочностью;

- волокна на основе полимеров и стекловолокно, обладают высоким модулем упругости и внедряются в конструкции для шумоизоляции;

- базальтовые и углеродные волокна повышают морозостойкость, ударопрочность, водонепроницаемость, а также обеспечивают коррозионную стойкость и используются при строительстве высотных зданий и гидротехнических сооружений [2];

- полипропиленовое волокно, карбоновое, полиамидное, нейлоновые нити и т.д., позволяют снизить затраты на производство фибробетона и получить материал с самыми разнообразными свойствами.

По своему характеру дисперсное армирование может осуществляться одним из видов фибр или смесью разных фибр.

Многочисленные исследования показали, что дисперсное армирование обеспечивает прочность сжатых сечений, изгибаемых элементов конструкции, повышает трещиностойкость, ударную вязкость и термическое сопротивление. Также применение фибры позволяет снизить материалоемкость конструкции, ее стоимость и трудоемкость изготовления [3].



Рис. 1. Фибробетон (вид в разрезе) с добавлением металлической фибры

Количество фибры, которая добавляется в бетонную смесь зависит от общего объема композита (бетона и волокна). Объемная доля волокна находится в пределах от 0,1 до 3% от общей массы. Отношение объема рассчитывается путем деления длины волокна к его диаметру.

Повышенный модуль упругости фибры помогает нести нагрузку за счёт повышения прочности материала. Также важной особенностью фибры, является ее пластифицирующие свойства и увеличенная ударостойкость бетона, при добавлении в цементную смесь фиброволокна [4].

В большинстве случаев армирование конструкций происходит в виде непрерывного армирования стержнями, которые размещаются в проектных местах, для противодействия касательным и растягивающим напряжениям. Фиброволокно размещаются прерывисто и хаотично, по всему объему цементной массы. Таким образом, оно мало эффективно при растягивающих напряжениях, но благодаря близкому расположению друг к другу, препятствуют меньшему образованию трещин и усадочных деформаций при высыхании. Из-за данных различий имеется несколько областей применения, для которых упрочнение фиброй предпочтительней, чем обыкновенное армирование стальными стержнями:

1. Изготовление тонкостенных листовых материалов, в которых невозможно применить арматурные стержни, в данном материале волокна заменяют основную арматуру. Сосредоточение волокон составляет больше 5% от общего объема, что позволяет увеличить прочность и жесткость получаемого композита.

2. Используется для сооружений, в которых требуется способность выдерживаться точно приложенные нагрузки, такие как туннельные прокладки, сборные сваи, сооружения, которые могут выдержать разрушение (взрыв).

3. Применяется для плит и дорожных покрытий, частей сооружения для увеличения стойкости к трещинообразованию, вызванных влажностью и сильными температурными перепадами.

4. Устройства фундаментов на сложных геологически грунтах, ввиду минимального уровня собственной усадки.

В общем, армирование с помощью волокон не может полноценно заменить стандартное армирование. Значимость фиброволокна и металлической арматуры различна, и имеется множество областей, где они используются вместе [5].

Одним из распространённых фибробетонов является тот, что создан с использованием металлической проволоки. Из данного материала производят рельсовые шпалы, фундаменты сооружений, взлетно-посадочные полосы, настилы мостов и берегозащитные полосы, а также инновационные дорожные покрытия, опоры мостов, дуги тоннелей.

Фибробетон в тех конструкциях, где необходимо обеспечить

высокую прочность при сильных деформациях и повысить срок эксплуатации сооружения. Благодаря таким свойствам, как малая усадка, химическая нейтральность и стойкость к агрессивным средам, морозостойкость, водонепроницаемость, фибробетон используется в гидротехнических сооружениях (платины, дамбы, резервуары, водоотводные каналы) и предприятиях химической промышленности. Так же фибробетон используется в качестве декоративного материала для оформления фасадов, кровель и малых архитектурных форм. Для высотного строительства, дамб, шахт и дорог, применяется фибробетон на основе базальтового волокна [6].

Успешная практика применения фибробетона подтверждает уникальные свойства фиброволокна. Данный вид материала позволяет обеспечить высокую надежность конструкции и гарантировать продолжительный срок эксплуатации сооружения без ремонта и реконструкции. Позволяет уменьшить затраты на производимые работы, повысить качество строительно-монтажных работ, за счет отсутствия необходимости традиционного армирования стальной арматурой и уменьшения толщины слоя используемой бетонной смеси.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Строкова В.В., Нелюбова В.В., Боцман Л.Н., Огурцова Ю.Н., Хахалева Е.Н. Композиционное вяжущее для монолитного строительства в северных регионах // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №11. С. 36-42.

2. Компания ООО Монолит-ЖБИ. Фибробетон (что это такое, состав, применение) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://beton.monolit-gbi.ru> (дата обращения: 02.05.2024).

3. Рабинович Ф.Н. Дисперсно армированные бетоны. М.: Стройиздат. 1989. 176 с.

4. Гарарова Н.Е., Клюев С.В. Особенности применения фибробетона // В сборнике: Наука и инновации в строительстве. (к 45-летию кафедры строительства и городского хозяйства): сборник докладов Международной научно-практической конференции. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2017. С. 78-82.

5. Клюев С.В. Особенности формирования фибробетонных композитов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. №5. С. 32-35.

6. МодульСтрой. Применение фибробетона [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://stroybeton76.ru> (дата обращения: 02.05.2024).

*Ратушняк В.Р.*

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

## **ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА КРЕПЛЕНИЯ НЕГОРЮЧИХ ГИПСОВЫХ ПЛИТ ДЛЯ ОГНЕЗАЩИТЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ КОЛОННЫ**

Железобетон, благодаря своим качествам, массово применяется в строительстве, постепенно вытесняя другие строительные материалы, что достигается при совместной и эффективной работе бетона и стальных стержней [1].

Известно, что здания и сооружения должны быть запроектированы таким образом и построены из таких строительных материалов и конструкций, чтобы в течение расчётного периода обеспечивалось соблюдение существенных требований, одним из которых является сохранение конструкциями зданий и сооружений своих функций в течение регламентируемого периода времени, необходимого для обеспечения безопасности людей, защиты имущества или ликвидации горения. Это требование достигается путём нормирования и повышения предела огнестойкости строительных конструкций [2].

Для повышения предела огнестойкости строительных конструкций, как правило, применяют огнезащиту [3]. При этом более надёжным способом обеспечения пределов огнестойкости строительных конструкций (до R180 и выше) считается конструктивная огнезащита [4].

В данной статье будет определен наиболее оптимальный вариант крепления негорючей гипсовой плиты к железобетонной колонне, в условиях пожара.

Для определения подходящего варианта крепления негорючей гипсовой плиты к железобетонной колонне, был использован программный комплекс *ELCUT*. С его помощью была построена расчётная модель поперечного сечения железобетонной колонны размерами 400x400 мм с предварительно заданными общими параметрами для бетона марки М200 (В15), (Рис. 1) и арматуры А400, (Рис. 2).



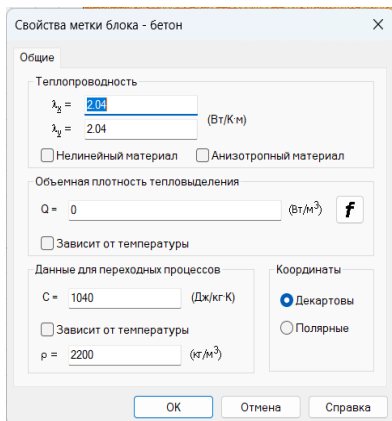


Рис. 1 Общие параметры бетона марки М200 (В15).

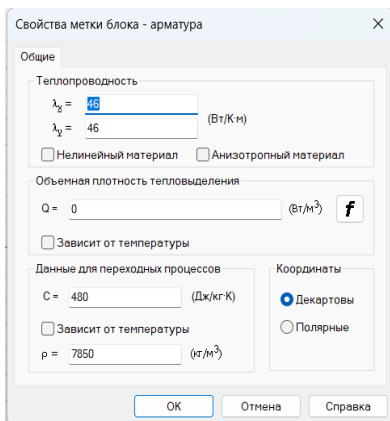


Рис. 2 Общие параметры арматуры А400.

Далее, в данном программном комплексе испытанию были подвергнуты два образца железобетонной колонны.

Образец №1 испытывался с применением огнеупорного гипсокартонного листа толщиной 12,5 мм., с креплением на колонну с помощью гипсового клея КНАУФ-ПЕРЛФИКС, (Рис.3).

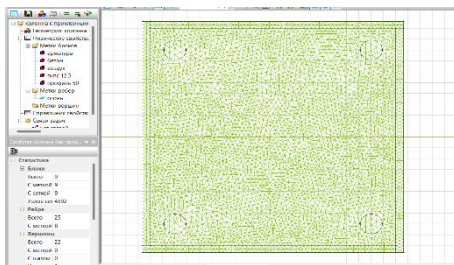


Рис. 3. Модель образца №1, с креплением огнеупорного гипсокартонного листа с помощью гипсового клея КНАУФ-ПЕРЛФИКС.

Образец №2 испытывался так же с применением огнеупорного гипсокартонного листа толщиной 12,5 мм., но креплением на колонну с помощью вертикального направляющего стального профиля ПВН 40 (20x20x40x20x20 мм.), (Рис.4).



Образец №2. Моделирование прогрева, с выбранным для данного образца вариантом крепления с помощью вертикального направляющего стального профиля ПВН 40, показало, что при нагреве в условиях пожара всё тепло равномерно распределяется по площади огнезащитного листа. Так же стоит заметить, что температура нагрева воздушной прослойки между железобетонной колонной и огнезащитным листом колеблется в диапазоне от 60 °С до 380 °С, при этом температура самой железобетонной колонны практически не изменяется, оставаясь на уровне 20 °С. Это даёт возможность убедиться в том, что железобетонная колонна, с креплением огнеупорной гипсовой плиты на стальной профиль ПВН 40, сохраняет свою изначальную температуру и практически не подвергается нагреву при пожаре. (Рис.6).

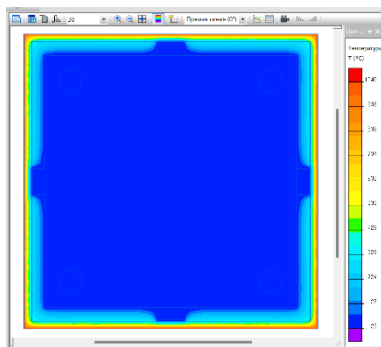


Рис. 6. Модель образца №2, при нагреве огнезащиты до 1000 °С в условиях пожара.

В ходе проведения исследований, основанных на результатах модельных испытаний, полученные данные указывают на то, что наиболее оптимальным вариантом для огнезащиты железобетонных колонн является крепление огнеупорных гипсовых плит на стальной профиль, так как именно этот вариант крепления позволит сохранить по всему периметру железобетонной колонны, подходящий температурный баланс, и не дать разрушиться бетону от перегрева.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Блещик Н. П., Жуков Д. Д., Лазовский Д. Н. Железобетонные конструкции. Основы теории, расчёта и конструирования: Учеб. пособие для вузов. Брест: БрГТУ, 2003. 380 с.

2. Полевода И. И., Жамойдик С. М., Нехань Д. С. Огнестойкость железобетонных колонн с конструктивной огнезащитой // Пожары и чрезвычайные ситуации: предупреждение, ликвидация. 2022. № 2. С. 67–81.

3. Есипов С.М. Воздействие высоких температур на железобетонные конструкции // Сборник докладов VII Международного студенческого строительного форума. Белгород; Издательство: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2022. С. 10-13.

4. Голованов В. И., Пехотиков А. В., Павлов В. В. Инженерный метод расчета огнестойкости стальных конструкций с огнезащитой плитами КНАУФ-ФАЙЕРБОРД // Пожарная безопасность. 2016. Т. 27, № 2–3. С. 171–178.

#### УДК 69

*Рыженков Е.Н., Сенкевич А.Д.*

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

### **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ УСИЛЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ КАРКАСНОГО ЗДАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМИ ОБОЙМАМИ**

Реконструкция зданий и сооружений обуславливает необходимость выполнения комплекса работ по усилению существующих несущих конструкций с целью приспособления их к новым условиям эксплуатации, так как в определенном количестве случаев реконструкция связана с увеличением нагрузок, действующих на несущие конструкции. Усилением называют комплекс мероприятий, обеспечивающих повышение несущей способности и эксплуатационных свойств строительной конструкции или здания и сооружения в целом, включая грунты основания, по сравнению с фактическим состоянием или проектными показателями [6]. Например, реконструкция зданий и сооружений, заключающаяся в увеличении этажности объектов капитального строительства (их надстройке) без устройства дополнительных внешних опор под вновь возводимые конструкции, всегда сопряжена с увеличением нагрузок на существующие вертикальные несущие элементы (колонны, столбы, стены и проч.). При этом колонны в определенных случаях имеют небольшие запасы по несущей способности, что обуславливает

необходимость их усиления. Поэтому рассматриваемые в настоящей статье вопросы усиления колонн реконструируемых зданий и сооружений возникают в практике строительного производства достаточно часто, что подтверждает актуальность проведенного исследования [3].

Объектами настоящего исследования являлись сборные железобетонные колонны реконструируемых зданий без дефектов, снижающих несущую способность. Были рассмотрены следующие модульные сечения  $b \times h$  ( $b$  и  $h$  - линейные размеры поперечного сечения колонн): 300×300 мм, 350×350 мм, 400×400 мм, 450×450 мм, 500×500 мм из бетона классов, применяемых для таких колонн, а именно В15, В20, В25 при различной интенсивности нагружения. Армирование усиливается колонны - 4Ø18 А400. Материалы усиления: бетон класса В20 и арматура класса А400 (железобетонная обойма).

При расчете сжатых элементов на действие продольной силы с эксцентриситетом, равным случайному, несущая способность зависит в том числе от гибкости элемента  $\lambda$ , поэтому были рассмотрены колонны различной длины  $l_0$ : от 2,8 м до 5 м с шагом 0,2 м.

Гибкость колонны, усиливается железобетонной обоймой,  $\lambda_{жб}$  определялась как отношение длины колонны  $l_0$  к линейному размеру поперечного сечения элемента  $h$  с учетом толщины обоймы усиления  $\Delta$ , выполненной по периметру:  $\lambda_{жб} = l_0 / (h + 2 \cdot \Delta)$  [2].

В качестве исходных данных для проектирования усиления были взяты нагрузки на сборную железобетонную колонну в уровне технического этажа производственного корпуса одного из отраслевых предприятий: до реконструкции нагрузка на колонну составляла 946 кН, после реконструкции - 1420 кН (увеличение составило 50%). Также были рассмотрены следующие значения действующих нагрузок: 1600 кН, 1800 кН, 2000 кН, 2200 кН и 2400 кН.

Для каждого расчетного случая определялась несущая способность неусиленного элемента  $N_0$ , оценивалась величина перегрузки  $N_{ov}$  [1] (разница между нагрузкой на колонну после реконструкции  $N$  и несущей способностью неусиленного элемента), на которую и рассчитывалась конструкция усиления с последующим определением несущей способности усиленного элемента  $N_{rcr}$ .

В ходе расчетного обоснования, выполненного в программе Microsoft Excel, оценивались также коэффициент использования несущей способности усиленного элемента  $kr_{cr} = N / N_{rcr}$  и величина процентного увеличения несущей способности  $P\% = (N_{rcr} / N_0 - 1) * 100\%$ .

В качестве способа усиления была рассмотрена железобетонная обойма (рис. 1).

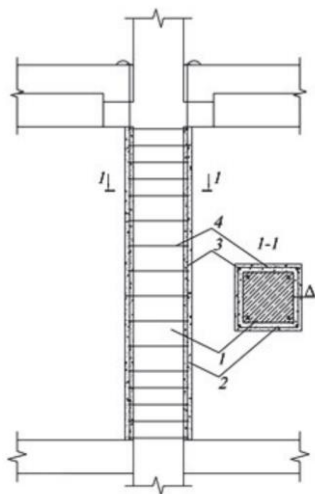


Рис. 1 Усиление железобетонной обоймой

Железобетонная обойма выполняется в виде наращивания сечения по четырем сторонам с армированием сварными или вязаными каркасами без связи арматуры обоймы с арматурой усиливаемой колонны и применяется в основном для колонн с небольшой гибкостью [4].

При таком способе усиления важно обеспечить совместную работу «старого» и «нового» бетона, что достигается тщательной очисткой поверхности бетона усиливаемой конструкции пескоструйным аппаратом, насечкой или обработкой металлическими щетками, а также промывкой под давлением непосредственно перед бетонированием [5].

Толщина бетона обоймы колонн определяется расчетом и конструктивными требованиями (диаметром продольной и поперечной арматуры, величиной защитного слоя и т.п.) и находится в пределах от 50 до 100 мм. Обычно модульный шаг увеличения толщины железобетонной обоймы усиления  $S$  принимается равным 10 мм.

Площадь рабочей продольной арматуры также определяют расчетом (в общем случае - 0,01 от площади бетона усиления), принимается ее диаметр не менее 16 мм. Поперечная арматура диаметром не менее 6 мм для вязаных каркасов и 8 мм для сварных устанавливают с шагом 15 диаметров продольной арматуры и не более

трехкратной толщины обоймы, но не более 200 мм. В местах концентрации напряжений шаг хомутов уменьшается.

Все расчеты были выполнены в соответствии с рекомендациями по усилению железобетонных колонн железобетонными обоймами [7, 8], а также требованиями действующих нормативных документов [9, 10]. Наиболее характерные результаты, полученные для колонн сечением  $300 \times 300$  мм из бетона класса В15, приведены на рисунке 2.

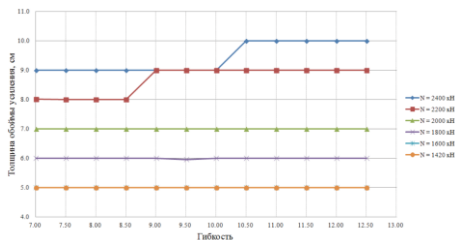


Рис. 2 Влияние гибкости на толщину железобетонной обоймы усиления колонны сечением  $300 \times 300$  мм из бетона класса В15 при различной интенсивности нагружения

Анализируя полученные данные, можно сказать, что для колонн, усиливаемых железобетонными обоймами, увеличение гибкости практически не влияет на требуемую толщину обоймы усиления. Так, для всех расчетных случаев для одного и того же сечения усиливаемой колонны при фиксированном значении нагрузки во всем диапазоне изменения гибкости происходит не более одного модульного шага увеличения толщины обоймы (рис. 2). Значительно большее влияние на рассматриваемый параметр оказывает величина перегрузки  $N_{ov}$ .

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пупынин Ю.Г., Крючков А.А. Исследование напряженно-деформированного состояния каменных и армокаменных конструкций с малыми эксцентриситетами // В сборнике: Проектирование и строительство. Сборник научных трудов 5-й Международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров. Редколлегия: С.В. Дубраков (отв. ред.) [и др.]. Курск, 2021. С. 110-111. Смоляго Г.А., Корсунов Н.И., Крючков А.А., Луценко А.Н. Деформативность стержневых железобетонных изгибаемых элементов // Промышленное и гражданское строительство. 2007. № 8. С. 38-39.

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

3. Рыженков Е.Н. Обоснование способа усиления сжато-изгибаемой железобетонной колонны. // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященная 170-летию со дня рождения В.Г. Шухова. Сборник докладов. Белгород, 2023. С. 258-263.

4. Рыженков Е.Н. Исследование НДС сжато-изгибаемых стержневых элементов, усиленных стальной обоймой: суть проблемы и обоснование исследования. // Образование. Наука. Производство. сборник докладов XIV Международного молодежного форума. Белгород, 2022. С. 104-108.

5. Рыженков Е.Н., Крючков А.А. Техническое состояние вертикальных несущих элементов каркасного здания в течении его жизненного цикла. // Научные технологии и инновации (XXV научные чтения). Сборник докладов Международной научно-практической конференции. Белгород, 2023. С. 173-178.

6. ГОСТ 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. М.: Стандартинформ, 2014. С. 59.

7. Бедов А.И., Сапрыкин В.Ф. Обследование и реконструкция железобетонных и каменных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений. М.: АСВ, 1995. 192 с.

8. СП 454.1325800.2019 «Здания жилые многоквартирные. Правила оценки аварийного и ограниченно-работоспособного технического состояния» 2019 г. 3. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» 2014 г.

9. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-101-2003 (с изменениями №1, 2). М.:ФАУ ФЦС, 2015. 155 с.

10. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона без предварительного напряжения арматуры (к СП 52-101-2003). М.:ОАО ЦНИИПромзданий, 2005. 214 с.



*Рылов И.В., Сенкевич А.Д.*

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

## **АНАЛИЗ КАСАТЕЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ДВУТАВРОВОМ СЕЧЕНИИ СТАЛЬНЫХ БАЛОК С ПОЯСАМИ РАЗНОЙ ФОРМЫ**

В стальных изгибаемых элементах балочного типа важным фактором, влияющим на наступление предельного состояния по критерию прочности, а в отдельных случаях и по критерию местной устойчивости, являются касательные напряжения. С учетом такой конструктивной особенности сечений стальных балок как тонкостенность, в соответствии с регламентацией норм [1], требуется учет в трех случаях:

- при проверке прочности от действия касательных напряжений (по критерию сопротивления стали сдвигу, (формула (42) норм [1]);
- при проверке прочности от действия приведенных напряжений, найденных с учетом касательных напряжений (формула (44) норм [1]);
- при проверке местной устойчивости стенок двутавров, применяемых в качестве сечений балок, (формула (80) норм [1]);

Прокатные или составные сварные двутавровые сечения, разной конфигурации, являются наиболее распространенными для изгибаемых элементов балочного типа. Согласно классическим представлениям теории изгиба из курса сопротивления материалов, известна расчетная формула для определения касательных напряжений и эпюры их распределения по высоте сечения. Расчетная формула для  $\tau$  носит имя Д.И. Журавского и применяется при определении  $\tau_{\max}$  для изгибаемого бруса прямоугольного сечения и сечения по форме двутавра. Для последнего случая форма эпюры  $\tau$  получила образное название «шляпа Журавского», форма, которой отображает особенности работы двутаврового сечения на восприятие изгибающего момента и поперечной силы: восприятие  $M$  обеспечивают прежде всего полки двутавра, а восприятие  $Q$  – прежде всего стенка. В соответствии с этим, при проверке условия прочности в точках сечения полки касательные напряжения, ввиду их малости, во внимание не принимаются.

Из литературных источников [3-5] известно не менее пятидесяти вариантов сечений стальных изгибаемых элементов, отличающихся геометрией конфигурации и характером распределения материала

сечения по элементам его контура. Очевидно, что эти особенности не могут не оказывать влияния на работу сечений по восприятию  $M$  и  $Q$ , и, следовательно, на характер эпюр напряжений от них:  $\sigma$  и  $\tau$ .

В работах [6-8] приведены результаты исследований стальной балки, сечение которой образует (в качестве поясов) замкнутые гнuto-сварные профили (ЗГСП). Вертикально ориентированные грани сечения ЗГСП параллельны плоскости стенки, т.е. плоскости сдвига. Размер высоты сечения ЗГСП существенно превышает размер толщины листовых полок и, можно предположить, что роль поясов из ЗГСП в восприятии поперечной силы в сечении стальной балки может быть существенно более значимой, чем это следует из решений, полученных Журавским для двутавра классической формы.

В рамках настоящей статьи для исследования характера распределения касательных напряжений в сечении стальной балки, в зависимости от конструктивного решения ее поперечного сечения, выполнено численное моделирование работы однопролетной балки. Моделирование производилось в программном комплексе Ansys. Балка имела пролет 2 м, нагрузка равномерно-распределенная интенсивностью  $1 \text{ Н/м}^2$ . Моделирование выполнено в пределах упругой работы стали во всех точках сечений образцов и по все длине.

Исследуемые образцы балок имели сечения, показанные на рисунке 1.

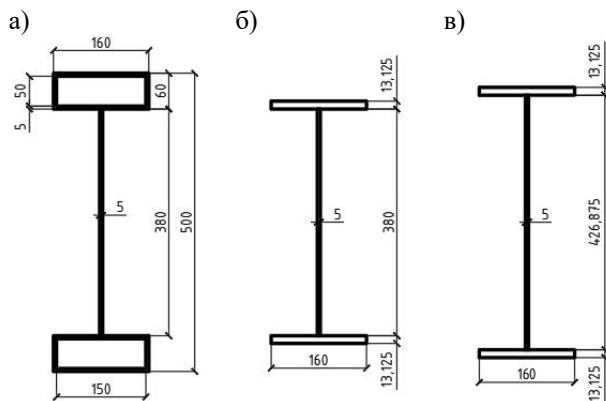


Рис. 1 Сечения исследуемых стальных балок: а) и б) имеют равную высоту стенки; а) и в) имеют равные расстояния между центрами тяжести поясов (полок); а) и б) имеют равную площадь сечения поясов (полок); ЗГСП не имеют радиусов скругления в местах пересечения граней

В результате численного моделирования были получены изополя касательных напряжений в плоскости  $XOZ$ , представленные на рисунке 2.

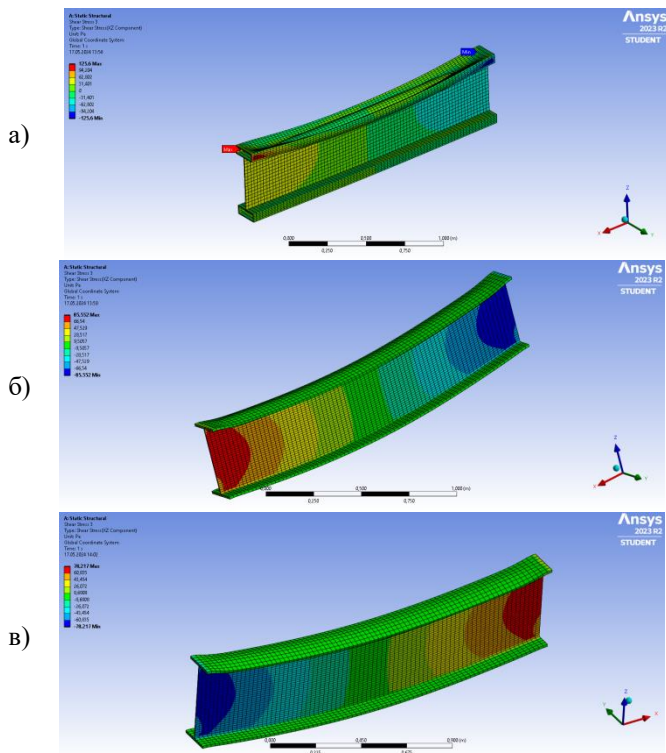


Рис. 2 Изополя касательных напряжений:  
а) образец №1; б) образец №2; в) образец №3.

Более подробно рассмотрим касательные напряжения в плоскости  $XOZ$  в месте скачкообразного изменения ширины сечения (в месте стыка стенки и полки стальной балки). На рисунке 3 пронумерованы точки, значения  $\tau$  в которых использовали при построении эпюр и последующего анализа. Точка №17 принадлежит центру тяжести сечения.

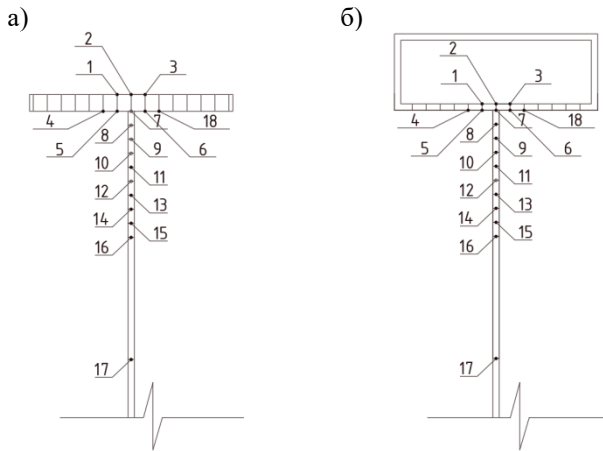


Рис. 3 Точки замеров касательных напряжений:  
 а) образец №2 и №3; б) образец №1;  
 где точка №17 центр тяжести стенки балки

По результатам численного моделирования получены значения касательных напряжений в указанных точках сечения, эти значения приведены на рисунках 4 и 5.

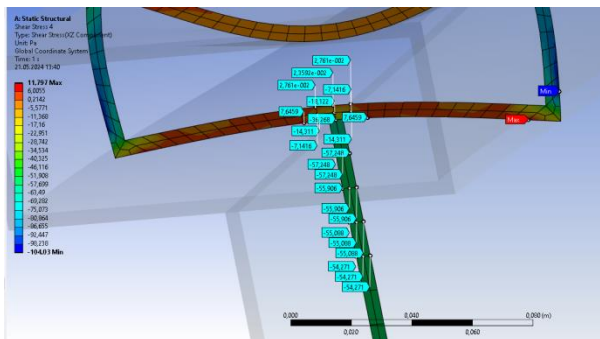


Рис. 4 Значение касательных напряжений в плоскости X0Z в месте резкого изменения ширины сечения образца №1

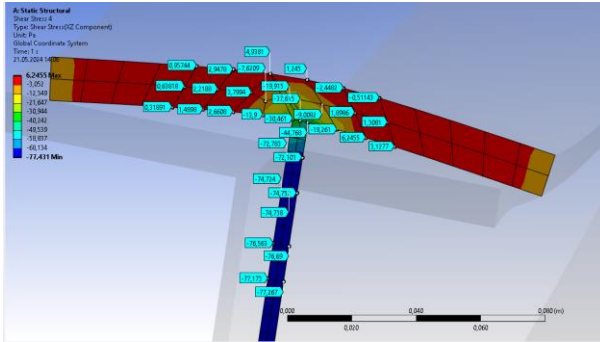


Рис. 5 Значение касательных напряжений в плоскости X0Z в месте резкого изменения ширины сечения образца №2

По найденным значениям касательных напряжений построены их изометрические эпюры в окрестностях перехода стенки в полку, которые показаны на рисунках 6 и 7. На рисунке 6 также представлена эпюра касательных напряжений в области вертикальной грани пояса из ЗГСП (синим цветом обозначены значения касательных напряжений по внутренней грани, а красной по внешней грани).

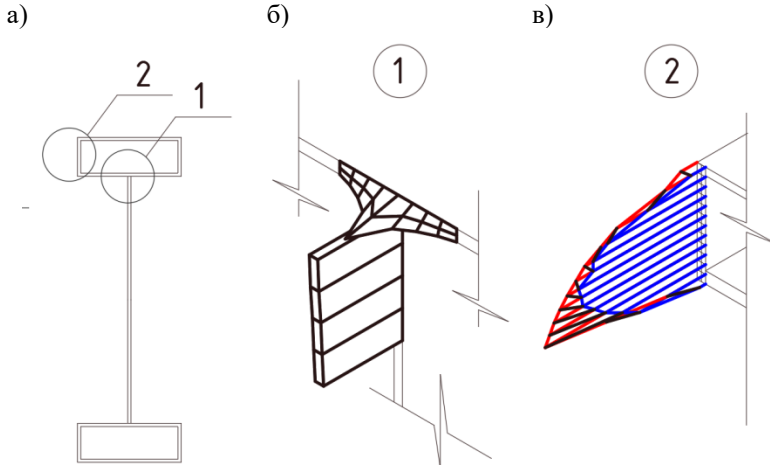


Рис. 6 Фрагменты эпюр касательных напряжений в стальной балке образца №1: а) форма сечения и нумерация фрагментов; б) фрагмент в месте примыкания стенки к нижней грани ЗГСП; в) фрагмент по левой вертикальной грани ЗГСП.

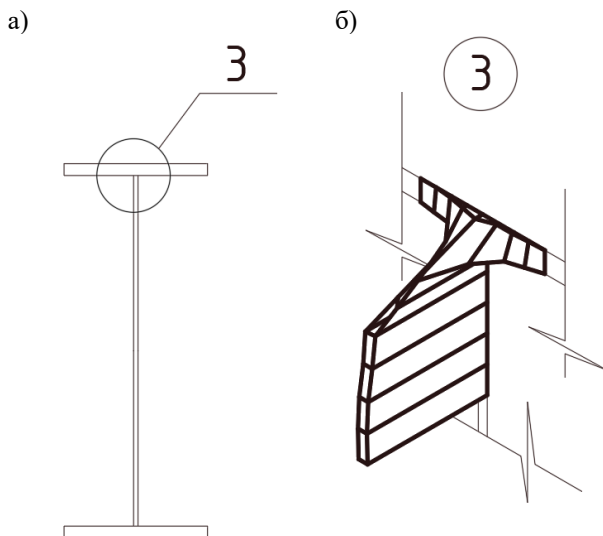


Рис. 7 Фрагмент эпюры касательных напряжений в стальной балке образца №2: а) форма сечения и обозначение исследуемого фрагмента; б) вид эпюры  $\tau$  в пределах выделенного фрагмента

Для анализа и сравнения значений касательных напряжений, результаты численного моделирования сведены в таблицу 1.

Таблица 1. Касательные напряжений в плоскости X0Z в заданных точках сечения образцов №1,2 и 3

№ точки	$\tau_{xz}$ образца №1 (Н/м <sup>2</sup> )	$\tau_{xz}$ образца №2 (Н/м <sup>2</sup> )	$\tau_{xz}$ образца №3 (Н/м <sup>2</sup> )	Положение по высоте сечения
1	0	2,94	1,21	Верхний пояс
2	0	4,93	4,68	
3	0	1,245	2,74	
4	7,64	13,9	5,76	
5	14,31	2,66	17,34	
6	14,31	19,2	12,49	
18	7,64	6,2	2,46	

7	36,2	37,6	33,94	Стенка
8	52,24	55,02	65,513	
9	55,9	72,4	67,615	
10	55	73,59	68,949	
11	54,2	74,73	69,70	
12	53,55	74,47	69,983	
13	52,83	76,20	69,96	
14	52,20	76,62	69,77	
15	51,5	77,05	69,15	
16	50,5	77,22	68,74	
17	50,06	77,39	69,15	

Результаты численного моделирования подтвердили, что при использовании ЗГСП в качестве поясов, значительно снижается максимальная величина касательных напряжений в стенке балки (в образце №1 на 35% меньше, чем в образце №2), (в образце №1 на 27%, меньше, чем в образце №3). Это обусловлено включением в работу вертикальных граней поясов на восприятие поперечной силы (касательных напряжений).

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 16.13330.2017 «СНиП II-23-81\* Стальные конструкции» Минстрой России, 2017.с.140
2. Беляев Н.М., Сопротивление материалов.М.,1979г. 608ст.с.
3. Металлические конструкции. В3т.Т.1.Элементы конструкций: Учебник для ВУЗов специальности "Промышленное и гражданское строительство"/Под ред. В.В.Горева–М.: Высшая школа,2004.– 551с.
4. Металлические конструкции. В3т.Т.2.Стальные конструкции зданий и сооружений. Справочник проектировщика/Под общ. ред. В.В.Кузнецова–М.: АСВ,1998.–512с.
5. Металлические конструкции: учебник для студентов высших учебных заведений / Ю.И. Кудишин, Е.И. Беленя, В.С. Игнатьева и др. М.: Академия,2006.–688с.
6. Солодов Н.В., Двуглавая балка с поясами из ЗГСП и гофрированной стенкой // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2022. с.75-80. doi:

10.34031/2071-7318-2021-7-4-75-81.

7. Сенкевич А.Д., Рябокони И.Р. Исследование параметров работы балок с гофрированной стенкой /VII Международный студенческий строительный форум – 2022: сб. докл.: в 2 т. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2022. – Т.1 – С. 96 – 99.

8. Попленкин М.С., Сенкевич А.Д., Рябокони И.Р. Исследование балок с гофрированными стенками / Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященная 170-летию со дня рождения В.Г. Шухова [Электронный ресурс] - Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2023. – Ч. 6. – С. 241 – 251.

**УДК 69.036**

**Саламе К.Э.**

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

## **ОБЗОР МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОЛОНН И ИХ УСИЛЕНИЙ**

При обследовании железобетонных колонн в целях достоверной оценки технического состояния конструкции одноэтажного промышленного здания необходимо руководствоваться специальной нормативной и технической литературой в данной области.

Обзор общеизвестных методов усиления железобетонных колонн.

К настоящему времени отечественными и зарубежными учеными внедрено в практику гражданского строительства большое количество методов усиления, различных по эффективности, материалоемкости и удобству реализации.

Рассмотрим часто встречающиеся методы усиления и их технологическую последовательность.



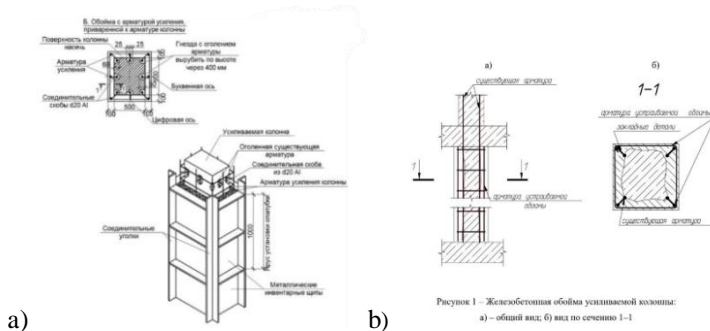


Рис. 1 – Железобетонная обойма усиливаемой колонны:  
 а) – общий вид; б) вид по сечению 1-1  
 ООО «КомпозитПрфСтрой»(г. Москва)

Железобетонная обойма, изображённая на (рис.1) выполняется в виде наращивания сечения по четырем сторонам с армированием сварными или вязаными каркасами. Обойма применяется в основном для колонн с небольшой гибкостью

Такая обойма выполняет двойную функцию:

- сдерживает поперечные деформации усиляемого элемента, т. е. повышает его прочность на сжатие за счет объемного напряжения;
- воспринимает часть вертикальной нагрузки, т. е. частично разгружают усиляемый элемент.

Функцию сдерживания поперечных деформаций выполняют поперечная арматура (хомуты) железобетонных обоек, функцию восприятия вертикальной нагрузки бетон с продольной (вертикальной) арматурой.

Железобетонные обоймы благодаря усадке бетона плотно обжимают усиляемый элемент и работают с ним совместно. На рисунке 1 показан состав железобетонной обоек: существующая арматура, арматуры устраиваемой обоек.

В металлической обойке функцию сдерживания поперечных деформаций выполняют планки стальных обоек, функцию восприятия вертикальной нагрузки вертикальные уголки. На рисунке 2 показан состав обоек: продольные уголки, поперечные планки и опорные уголки.

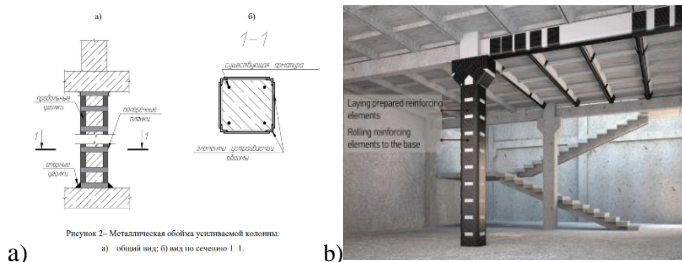


Рис.2 - Состав обоймы: продольные уголки, поперечные планки и опорные уголки. ООО «КомпозитПрфСтрой»(г. Москва)

Работы по усилению колонны металлической обоймой выполняются в следующей последовательности:

- разгружают усиливаемую железобетонную колонну;
- устанавливают на цементно-песчаном растворе вертикальные уголки

усиления и прижимают к колонне;

- приваривают к уголкам поперечные планки с шагом, не превышающим минимальный размер сечения усиливаемой колонны;
- выполняют упор ветвей обоймы в элементы перекрытия и консоли колонны, приваривая сверху и внизу конструкции усиления опорные уголки;
- включают в работу вертикальные уголки усиления посредством зачеканки цементно-песчаным раствором на расширяющемся цементе (либо расклинивания стальными клиньями) зазора между верхними опорными уголками консолями колонны.

Усиление колонны предварительно напряженными металлическими распорками выполняется в следующей последовательности:

- вскрывают конструкцию пола до верхнего обреза фундамента (или уровня плиты перекрытия);
- очищают от штукатурного слоя поверхность железобетонной колонны, удаляют участки поврежденного бетона;
- скалывают защитный слой бетона колонны в верхней и нижней зонах колонны;
- устанавливают строго горизонтально на цементно-песчаном растворе опорные уголки таким образом, чтобы внутренняя грань вертикальной полки располагалась вровень с боковой поверхностью усиливаемой колонны;
- выравнивают цементно-песчаным раствором бетонная

поверхность колонны;

– заготавливают распорки из стальных уголков с предварительно сделанными посередине их длины вырезами в боковых полках и приваренными к уголкам сверху и внизу пластинами (планками);

– перегибают распорки и затем устанавливают в проектное положение (после набора цементно-песчаным раствором прочности, равной 70 % от проектной);

– прижимают к колонне монтажными болтами верхние и нижние планки;

– затягивают гайки средних стяжных болтов до полного выпрямления уголков распорок;

– приваривают соединительные планки от середины, последовательно вверх и вниз;

– снимают стяжные болты.

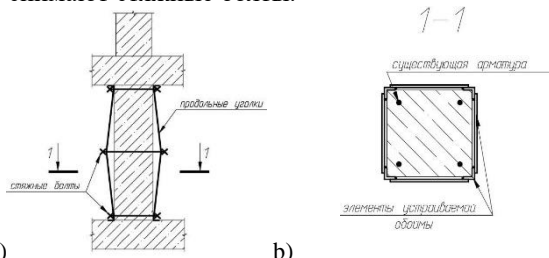


Рис.3 - Предварительно-напряжённая металлическая обойма усраиваемой колонны: а) – общий вид; б) вид по сечению 1–1.  
ООО «КомпозитПрфСтрой»(г. Москва)

Данный метод усиления считается наиболее эффективным, но при этом требующим работы наиболее квалифицированных специалистов.

Рассмотрены три наиболее широко используемые методы усиления колонн промышленного здания.

В результате определена технологическая последовательность необходимая при расчёте технических и экономических параметров методов усиления.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гроздов В.Т. Техническое обследование строительных конструкций зданий и сооружений. / В.Т. Гроздов. - Санкт-Петербург: Центр качества строителей, -1998. -140 с. <https://gip.su> (Дата оращения 5.5.24)

2. Мареева О.В., Оценка эффективности способов усиления

железобетонных колонн при реконструкции / О.В. Мареева, А.В. Кловский – Текст : непосредственный // Природообустройство. –2017. – № 2 (66). – С. 33– 41. <http://elib.timacad.ru> (Дата обращения 5.5.24)

3. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния : ГОСТ 31937–2011 введён в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2012 г. №1984 - ст. : дата введения 2014-01-01. – Текст : электронный // Гарант. – URL: <https://base.garant.ru/70631848/> (Дата обращения: 10.04.2024).

4. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений : СП 13-102-2003 принят постановлением Госстроя РФ от 21 августа 2003 г. №153 : дата введения 2003-08-21. – Текст : электронный // Гарант. – URL: <https://base.garant.ru/3924012/> (Дата обращения: 08.03.2024). <https://www.gupcti.ru> (Дата обращения 5.5.24)

5. Добромыслов А. Н. Оценка надёжности зданий и сооружений по внешним признакам: справочное пособие. / А. Н. Добромыслов. - Москва: АСВ, -2004. -72 с. - ISBN 5-93093- Текст : непосредственный. <https://studylib.ru> (Дата обращения 5.5.24)

6. Юрьев А. Г., Панченко Л. А., Серых И. Р., Мостафа Осман, Ата Эль-Карим Шоейб, Павленко В. И. Эффект усиления круглых железобетонных колонн волокнистыми композитами // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. - 2014. - №4. - С. 20-22 <http://dspace.bstu.ru> (Дата обращения 5.5.24)

**УДК 691**

***Сенкевич А.Д., Рыженков Е.Н.***

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

## **НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ БАЛОК С ГОФРИРОВАННОЙ СТЕНКОЙ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Исследования несущей способности балок с гофрированной стенкой методом конечных элементов представляют большой интерес для инженерной практики. Ввиду своей экономичности стальные балки с гофрированной стенкой все чаще находят практическое применение в промышленном и гражданском строительстве [1-3]. Существуют многочисленные исследования, доказывающие преимущества гофрированных балок. Однако вопрос расчета таких элементов в

нормативной и технической литературе не в полной мере отражает все требования по проектированию, что является основным фактором, сдерживающим их широкое использование. Из-за различных видов и параметров гофрирования стенки возникает сложность в создании универсальной методики расчета таких балок.

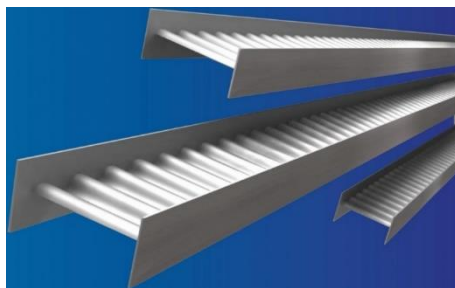


Рис. 1 Балка с гофрированной стенкой

Несущая способность балок с гофрированной стенкой является важным параметром, определяющим их прочность и устойчивость при действии нагрузки. Гофрированные стенки добавляют жесткости и прочности балке, позволяя ей выдерживать значительные нагрузки. В настоящее время существует множество методов для оценки несущей способности балок, однако не все из них учитывают особенности конструкции балки с гофрированной стенкой из-за этого приходится проводить экспериментальные дорогостоящие испытания. Для определения несущей способности балок с гофрированной стенкой можно использовать метод конечных элементов.

Метод конечных элементов (МКЭ) является эффективным инструментом для моделирования поведения конструкций при различных условиях нагрузки, включая локальную. Этот метод позволяет проанализировать и провести детальное исследование поведение структуры при различных условиях нагружения, учитывая множество физических и геометрических параметров. При этом возможны различные варианты расположения и формы гофрированных стенок, что позволяет исследовать и оптимизировать конструкцию балки с учетом ее несущей способности. Однако применение МКЭ к анализу несущей способности балок с гофрированной стенкой требует особых подходов и учета таких факторов, как геометрия гофр и свойства материала [4].

При использовании метода конечных элементов структура балки разбивается на конечное количество маленьких элементов, в которых

рассчитываются напряжения и деформации. Затем напряжения и деформации передаются на границы элементов для определения поведения всей структуры. Это позволяет провести расчеты для различных типов нагрузки, учесть влияние внутренних и внешних факторов, а также получить необходимые данные для оптимизации дизайна и повышения прочности балки. МКЭ также позволяет учесть нелинейные эффекты, которые могут возникнуть при деформации стенок балки с гофрированной структурой. Это важно для получения более точных и реалистичных результатов. На практике же первоначально необходимо понимать алгоритм МКЭ и параметры назначения размера и типа КЭ, диаграмм деформирования стали и т.д. [5]

Результаты предшествующих исследований позволяют сделать несколько выводов и наметить перспективы для дальнейших исследований в данной области.

Во-первых, использование метода конечных элементов является эффективным инструментом для моделирования и анализа несущей способности балок с гофрированной стенкой. Он позволяет учесть нелинейные эффекты и включить различные факторы, такие как геометрия и материал стенки, напряженно-деформированное состояние, а также влияние поражения и повреждений.

Во-вторых, результаты исследований показывают, что гофрированная стенка повышает несущую способность балок, особенно при действии локальной нагрузки. Гофрировка увеличивает жесткость и позволяет распределять нагрузку на большую площадь, что способствует повышению эффективности конструкции.

Однако, несмотря на полученные результаты, существует необходимость в дальнейших исследованиях

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Дмитриева Т.Л., Уламбаяр Х. Использование балок с гофростенкой в современном проектировании // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2015. № 4 (15). С. 132–139.
2. Бондаренко О.С., Кикоть А.А. Анализ балок с гофрированной стенкой // Ползуновский альманах. 2016. № 3. С. 38–41.
3. Макеев С.А., Силина Н.Г. Разработка методики уточненного расчета гофробалок на общую устойчивость // Промышленное и гражданское строительство. 2020. № 12. С. 52–60.
4. Попленкин М.С., Сенкевич А.Д., Рябоконт И.Р. Исследование балок с гофрированными стенками / Международная научно-

техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященная 170-летию со дня рождения В.Г. Шухова [Электронный ресурс] - Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2023. – Ч. 6. – С. 241 – 251

5. Сенкевич А.Д., Рябоконь И.Р. Исследование параметров работы балок с гофрированной стенкой /VII Международный студенческий строительный форум – 2022: сб. докл.: в 2 т. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2022. – Т.1 – С. 96 – 99

*УДК 694: 624.07*

*Стрючкова М.В., Красильникова К.А., Городков Г.Д.  
Научный руководитель: Овсянников С.И., канд. техн. наук, доц.  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

## **ПОВЫШЕНИЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КЛЕЕНОГО СТЕНОВОГО БРУСА**

Деревянный дом – это экологически чистое жилье, в котором любой человек может чувствовать себя комфортно. Не только из-за того, что древесина способна убирать лишнюю влагу из воздуха и отдавать ее в помещение. Но также и из-за того, что древесина, чаще всего хвойные породы, имеют целебные свойства, полезные для человека. Она хорошо обрабатывается инструментами, без особых проблем склеивается с разного рода клеем, соединяется крепежными элементами, ее можно покрасить, отполировать и залакировать.

Для производства материалов в строительстве в основном используют хвойные породы [1, 2]. К ним относятся: лиственница, ель, сосна и пихта. Древесина имеет небольшой вес, но хорошую прочность. Так же она обладает достаточной упругостью, поглощением ударной нагрузки, стойка к кислотам и щелочам, имеет низкую электропроводность, а в сухом состоянии становится диэлектриком [2].

Достаточно серьезным недостатком древесины является ее изменение формы и размера в зависимости от температуры и влажности воздуха. Она усыхает, разбухает и становится неровной, коробится и скручивается [3]. Срубы домов из цельного бревна или же брусьев необходимо около 1,5 лет выдерживать для завершения усадки от высушивания [5]. Величина усадки составляет до 6-8 см на каждый этаж. И после этого только возможен монтаж инженерных систем и отделки. Так же эксплуатационные свойства изделий ухудшаются в стеновых конструкциях. В будущем появляются радиальные и кольцевые трещины, ухудшается плотность соединений.

Но эти недостатки можно устранить при использовании клееного профилированного бруса [5]. Этот продукт изготавливается с применением передового технического оборудования. Максимальная усадка сруба из этого материала составляет не более 1-2 см на этаж. Однако, главным недостатком производства профильного клееного бруса является большое количество отходов древесины и достаточно сложная технология изготовления, что значительно увеличивает стоимость материала.

Теплотехнические расчеты показывают, что толщина стен из древесины хвойных пород должна составлять не менее 30 см [2]. Толщина клееного бруса составляет 20 см. Поэтому, при использовании такого бруса необходимо дополнительно утеплять наружные стены.

Одним из направлений улучшения теплофизических свойств стенового бруса является производство комбинированного клееного бруса [6], состоящего из слоев древесины и теплоизоляционных плитных материалов (рис. 1). Из пяти слоев три изготавливают из древесины, а два из утеплителя. Обычно такой брус используют для строительства несущих ограждающих стен. А вот для строительства фахверковых зданий такой брус не подойдет из-за возможности расслаивания материалов под клеевым швом. Эксплуатационные свойства клееного профилированного бруса без утепляющих вставок или с ними значительно ухудшатся после потери работоспособности клеевых соединений [5, 6].



Рис. 1 Стеновой брус с утеплителем.

Преимуществами утепленного бруса по сравнению с древесно-клееным следующие:

1. Утепленный брус не зависит от клеевых соединений для своей прочности. Он использует массивные деревянные коннекторы, которые



соединяют наружные и внутренние ламели. Это обеспечивает более надежную работу.

2. Использование утепленного бруса позволяет сэкономить древесину, что является важным фактором для рационального использования древесины.

3. Утепленный брус в два раза легче, что позволяет строить дома на более экономичных фундаментах.

4. Тепловое сопротивление стен из утепленного бруса почти в три раза выше, что значительно снижает затраты на отопление.

В каркасном деревянном домостроении успешно используются утепленные профилированные бруски, которые имеют ряд преимуществ. Однако, есть один существенный недостаток, связанный с расположением массивных коннекторов, соединяющих ламели. В настоящее время тепловой поток через стену происходит поперек волокон, что соответствует теплотехническим требованиям, так как теплопроводность сосны поперек и вдоль волокон составляет, соответственно, 0,151 и 0,349 Вт/(м·К). Однако, предел прочности вдоль волокон у сосны, при скалывании составляет 7,44 МПа, и предел прочности поперек волокон при разрыве ориентировочно в 30 раз меньше, чем вдоль волокон, что составляет 102,0 МПа. Если бы коннекторы были расположены так, чтобы волокна были направлены поперек бруса, прочность конструкции увеличилась бы в десятки раз. Однако, это привело бы к увеличению теплового потока через стену более чем в 2 раза.

Для устранения указанных недостатков профилированного деревянного клееного бруса повышенной прочности с утепляющими вставками разработаны технические условия для изготовления деревянных клееных несущих строительных изделий с термовкладышами. Чтобы существенно повысить эксплуатационные свойства профилированного бруса с утепляющими вставками, предлагается изготавливать строительный элемент, который состоит из двух сосновых ламелей и узкого слоя утеплителя толщиной 3 см.



Рис 2. Конструкция деревянного бруса с поперечным креплением ламелей.

Для улучшения характеристик деревянного клееного профилированного бруса с утепляющими вставками предлагается устанавливать поперечные коннекторы из осины (рис. 2). Эти коннекторы обеспечивают перпендикулярное направление волокон относительно внутренней и наружной ламелей, что способствует повышению эксплуатационных свойств.

Представлены возможности улучшения характеристик деревянного клееного профилированного бруса с утепляющими вставками путем использования поперечных коннекторов из осины. Эти коннекторы обеспечивают перпендикулярное направление волокон относительно внутренней и наружной ламелей, что способствует повышению эксплуатационных свойств.

Для того чтобы использовать данные возможности улучшения эксплуатационных свойств профильного клееного бруса с крепежом в виде поперечных ламелей, необходимо провести детальные исследования прочностных характеристик. Необходимо изучить прочностные свойства и паропроницаемость.

Так же требуется разработать общие принципы эффективности производства изделий из древесины с утеплительными материалами. А точнее, минимизировать отходы при производстве строительных материалов и изделий из древесины и максимально использовать ценные свойства соответствующих пород деревьев в процессе эксплуатации.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Овсянников С.И. Деревянное домостроение за рубежом и в России // Наука и инновации в строительстве (к 45-летию кафедры строительства и городского хозяйства): Сборник докладов

международной научно-практической конференции. Белгород, 2017. С. 309-315.

2. Цветков, Д.Н. Теплотехническое обоснование наружных ограждений зданий из клееных деревянных энергоэффективных сортиментов / Д.Н. Цветков // Вестник ТГАСУ. – 2012. – № 2. – С. 81–90.

3. Цветков, Н.А. Энергосберегающая технология деревянного утепленного бруса с использованием электроплазменной обработки ламелей / Н.А. Цветков, О.Г. Волокитин, Н.А. Черкашина // Современное производство, техника и технологии: сб. тр. Международной науч.-практ. конф. 16–18 сентября 2011 г. / БГУ. – Улан-Удэ : Изд-во БГУ, 2011. – С. 25–30.

4. Ovsyannikov S.I., Dyachenko V.Y. Wooden nano-composite materials and prospects of their application in wooden housing construction // Wooden Nano-Composite Materials and Prospects of their Application in Wooden Housing Construction: Materials Science Forum, 2018. № 939 С. 583-588. doi:10.4028/www.scientific.net/MSF.931.583

5. Овсянников С.И. Методики оценки прочности клееной древесины / С.И. Овсянников, А.О. Матюхин, А.В. Никифорова, А.О. Чернова, В.В. Литвинов // В сборнике: Потенциал интеллектуально одарённой молодежи - развитию науки и образования. материалы VIII Международного научного форума молодых ученых, инноваторов, студентов и школьников. 2019. С. 51-55.

6. Цветков Н.А. Повышение эксплуатационных свойств клееного профилированного бруса с утеплителем / Н.А. Цветков // Вестник ТГАСУ № 2. – 2012. – С. 163-169

**УДК: 691.327.333**

***Тищенко А.Е., Пардаев М.Р., Сысолятин В.Е.***

***Научный руководитель: Пириев Ю.С., доц.***

*Белгородский государственный технологический университет*

*им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

## **ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕНОБЕТОНА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Бетон - это конструкционный материал, изготовленный из химически инертных твердых частиц, таких как песок и гравий, которые скрепляются между собой цементом и водой.

Сегодня для строительства небоскребов, мостов, дорог и различных сооружений используется множество различных видов

бетона. Они производятся путем добавления различных веществ в разных пропорциях [1].

Одной из наиболее популярных технологий строительства домов являются дома из пеноблоков. Дома из пеноблоков позволяют экономить на утеплителе, весь процесс возведения таких строений значительно проще и быстрее по сравнению с другими строительными технологиями. Строительство домов из пеноблоков производится быстро и не требует специальной техники или дорогостоящих специалистов [2]

Для производства пенобетона требуется не только цемент и песок, но и специальная пена, которая создаёт в растворе при его затвердевании мелкие воздушные ячейки. Наличие таких ячеек придаёт пенобетону сразу ряд положительных качеств, о которых будет рассказано ниже. Изобретён был этот материал более века назад в Швеции и технология его производства постоянно совершенствовалась. Сегодня это один из наиболее практичных строительных материалов, и может использоваться как для создания несущих конструкций здания, например, стен, так и для внешней облицовки и проведения работ внутри, например, для устройства стяжки полов.

Пенобетонные блоки сегодня производят нескольких основных разновидностей, основные из них – монолитные и пустотелые. Однако пустотелые блоки используются для создания исключительно не несущих конструкций, например, внутренних стен и перегородок. Для возведения стен используются только монолитные блоки. Также имеются и другие виды пенобетонных строительных элементов, но они в основном имеют вспомогательное назначение, которое не предполагает создания на них конструкционных нагрузок [3].

Плюсы использования пеноблоков при строительстве:

- высокий уровень теплоизоляции. За счет ячеистой структуры и низкой плотности пенобетон имеет низкую степень теплопроводности;
- небольшой вес. 1 куб. м пеноблока весит от 0,3т до 1,2т. Благодаря этому снижаются требования к фундаменту, а также затраты на его изготовление при строительстве дома;
- долгий срок эксплуатации. С каждым годом постройка из пеноблоков будет более крепкой и надежной;
- огнестойкость. Композитные пеноблоки не горят и устойчивы к высоким температурам;
- экологичность. В состав раствора для формирования блока входят вода, песок, цемент и пенообразователи. Поэтому пеноблок считается экологически чистым материалом;

- быстрота монтажа. Блоки позволяют повышать скорость работы: установка одного блока производится быстрее, чем выкладка кирпича на той же площади;
- легкость монтажа коммуникаций. Пористая структура позволяет быстро и легко штробить пенобетон для проведения труб и проводов;
- экономичность. Один пеноблок закрывает ту же площадь, что и 13,5–14 кирпичей.

Минусы использования пеноблоков при строительстве:

- усадка дома. Каждый метр пеноблока имеет усадку до 3 мм. Из-за этого отделку и облицовку здания можно начинать не раньше чем через полгода после возведения каркаса;
- сложность монтажа креплений в стену. Это происходит из-за пористой структуры пеноблоков. Чтобы избежать проблем, надо использовать при строительстве специальные крепежи, цена которых выше, чем у стандартных;
- отделка только специальными составами. Стены можно штукатурить и красить исключительно средствами, которые предназначены для пеноблочных поверхностей;
- непривлекательный внешний вид фасада. Домам из пеноблоков, как правило, требуется облицовка. А это дополнительные расходы и увеличение сроков монтажа;
- хрупкость пенобетона. Несмотря на простоту обработки и монтажа конструкции, пеноблоки имеют и существенный минус — риск появления трещин в стенах [4].

Пенобетон используют в:

- Строительстве

Главное удобство пенобетона в том, что его можно применять как в виде готовых изделий (блоков, плит), так и в виде смеси для заливки монолитных конструкций. Из него можно обустраивать стены, полы и перекрытия.

- Теплоизоляционных работах

Пенобетон низких марок по плотности используют для утепления стен, полов, перекрытий, чердаков. Его также можно применять для теплоизоляции труб, печей, каминов, дымоходов и промышленных холодильников.

- Декоре

Пенобетонная смесь пластична и легко поддается формовке. Из нее можно отливать различные декоративные элементы: лепнины, балясины, декоративные ограждения, предметы интерьера .

Таким образом, пенобетон является уникальным материалом, который сочетает в себе многочисленные положительные качества, и в дальнейшем сфера его применения будет расширяться [5].

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. 25 различных типов бетона / [Электронный ресурс] URL: <https://new-science.ru> (Дата обращения 03.05.2024)
2. Донченко О.М., Дегтев И.А., Пириев Ю.С. Конструкции наружных стен гражданских зданий из пенобетона // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2003. №4. С. 78-84.
3. Пенобетон и его применение / [Электронный ресурс] URL: <https://ooosts.ru> (Дата обращения 03.05.2024)
4. Построить дом из пеноблоков: плюсы и минусы такого решения / [Электронный ресурс] URL: <https://realty.rbc.ru> (Дата обращения 03.05.2024)
5. Пенобетон (пеноблок) / [Электронный ресурс] URL: <https://gruntovozov.ru> (Дата обращения 03.05.2024)

**УДК 693.5**

**Ткачев Д.В.**

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

## **ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ МНОГОЭТАЖНЫХ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ ИЗ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА**

Строительство многоэтажных зданий всегда было сложной задачей для инженеров и архитекторов, и с ростом спроса на высотные сооружения эта задача стала только более актуальной [2]. Использование монолитного железобетона стало популярным решением для строительства многоэтажных зданий благодаря его долговечности, прочности и огнестойкости. Однако традиционные методы строительства, используемые для возведения многоэтажных зданий, могут быть как трудоемкими, так и дорогостоящими. В последние годы наблюдается растущий интерес к получению новых конструктивных и технологических решений, которые могут повысить эффективность строительства зданий при сохранении высоких стандартов безопасности и качества. Многоэтажные каркасные здания

из монолитного железобетона являются важными элементами городской инфраструктуры, поэтому вопросы их постройки всегда актуальны. Особенно это касается современных тенденций строительства, когда необходимо учитывать высокие технические и экологические требования. А для этого необходимо детальнее исследовать конструктивно-технологические решения по возведению многоэтажных каркасных зданий из монолитного железобетона с учетом применения высокопрочных материалов [3].

Одним из ключевых факторов при строительстве многоэтажных зданий является использование высокопрочных материалов. Было доказано, что использование высокопрочных материалов значительно увеличивает общую устойчивость и жесткость здания, повышая его способность противостоять сейсмическим воздействиям, ветровым нагрузкам и другим формам внешнего воздействия [2]. Такой бетон характеризуется высокой прочностью на сжатие и повышенной долговечностью, в то время как высокопрочная арматура хорошо сопротивляется растяжению. Использование высокопрочных материалов в конструкциях многоэтажных каркасных зданий приносит ряд важных преимуществ:

- повышенная прочность: высокопрочные материалы обладают высокой прочностью, что позволяет создавать более надежные и устойчивые конструкции;
- уменьшение массы конструкции: высокопрочные материалы обладают высокой степенью прочности при низкой массе, что позволяет создавать легкие и эффективные конструкции;
- уменьшение толщины элементов конструкции: так как высокопрочные материалы обладают высокой прочностью, можно уменьшить толщину элементов конструкции, что в свою очередь уменьшает затраты на материалы и увеличивает эффективность строительства.

Хотя использование высокопрочных материалов в конструкциях многоэтажных каркасных зданий приносит множество преимуществ, также существуют некоторые недостатки:

- высокая цена: высокопрочные материалы обычно дороже, чем традиционные аналоги, что может повлиять на стоимость строительства и экономическую целесообразность проекта;
- ограниченный выбор: высокопрочные материалы имеют ограниченный выбор по сравнению с более дешевыми аналогами, что может ограничить возможности для инноваций в конструкциях;

- сложность обработки: высокопрочные материалы могут быть трудными для обработки и производства, требуя применения специализированных инструментов и технологий.

Один из примеров конструктивно-технологических решений с использованием высокопрочных материалов — это использование железобетонных колонн в качестве основных несущих элементов в каркасных зданиях. Это позволяет уменьшить размеры их поперечного сечения, что в свою очередь приводит к уменьшению массы здания [6]. Также их использование позволяет увеличить надежность конструкций и устойчивость к сейсмическим и ветровым нагрузкам.

Еще один — это использование арматуры из высокопрочных сталей для улучшения жесткости и надежности изгибаемых железобетонных конструкций. Например, в многоэтажных зданиях с увеличенной сеткой колонн может потребоваться повышенная жесткость железобетонных перекрытий для обеспечения их безопасной эксплуатации. В этом случае, использование высокопрочной рабочей арматуры может существенно повысить жесткость и надежность таких несущих конструкций.

Также для армирования железобетонных безбалочных перекрытий в многоэтажных зданиях может применяться предварительно напряженная высокопрочная арматура [1, 4, 5].

Это позволяет уменьшить толщину перекрытий и увеличить пролеты в здании, не ухудшая при этом его структурную надежность. Такое решение также может повысить устойчивость здания к сейсмическим воздействиям (Рис. 1).



Рис. 1 Примеры использования железобетонных перекрытий с предварительно напряжённой арматурой

Таким образом, использование высокопрочных материалов при строительстве многоэтажных каркасных зданий из монолитного железобетона имеет многочисленные преимущества. Эти материалы



повышают прочность и устойчивость конструкции, уменьшают ее вес, делают более устойчивой к внешним воздействиям. Более того, внедрение передовых конструктивно-технологических решений с применением высокопрочных материалов позволяет значительно увеличить скорость строительства [3].

Поскольку строительные технологии продолжают развиваться, ожидается, что использование высокопрочных материалов получит более широкое распространение при возведении многоэтажных зданий. Это приведет к разработке новых, более эффективных строительных решений и созданию более совершенных строительных конструкций с повышенной функциональностью и долговечностью. Кроме того, растущий спрос на экологически устойчивые здания, вероятно, приведет к широкому использованию в строительной отрасли высокопрочных и энергоэффективных материалов.

Вот некоторые примеры зданий, построенных с использованием монолитного железобетона из высокопрочных материалов: Бурдж-Халифа в Дубае - самое высокое здание в мире, его высота превышает 828 метров; Тайбэй 101 в Тайбэе - 101-этажный небоскреб, который был самым высоким зданием в мире с 2004 по 2010 год;

Шанхайский Всемирный финансовый центр в Шанхае — это 101-этажное здание, которое является одним из самых высоких в мире; One World Trade Center в Нью-Йорке - 104-этажное здание, которое было построено на месте первоначального Всемирного торгового центра. Это лишь несколько примеров многоэтажных каркасных зданий, которые были построены с использованием монолитного железобетона из высокопрочных материалов. Использование этих материалов позволяет строить более высокие, прочные и долговечные здания и становится все более популярным в современном строительстве.

В целом будущее многоэтажного домостроения выглядит безоблачным, и применение высокопрочных материалов и передовых строительных решений сыграет значительную роль в его развитии.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Бардышева, Ю.А. Конструктивные решения безбалочных бескапитальных перекрытий с предварительно напряженной арматурой / Ю.А. Бардышева, В.С. Кузнецов, Ю.А. Талызова // Вестник МГСУ.– 2014.– № 6.– С. 44-51.
2. Илюхина, Е.А. Конструктивные решения высотного здания «Лахта Центр» в Санкт-Петербурге / Е.А. Илюхина, С.И. Лахман, А.Б. Миллер, В.И. Травуш // Строительные науки.– 2019.– № 3.– С. 110-121.

3. Кочерженко, В.В. Основы технологии возведения зданий: Учебное пособие / В.В. Кочерженко, В.М. Лебедев. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова.– 2013. - 330 с.

4. Митасов, В.М. Предварительно напряженные железобетонные конструкции в многоэтажном и высотном строительстве гражданских зданий / В.М. Митасов, Ч. Амнот // Труды Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета (Сибстрин).– 2015.– Т.18.– №2 (60).– С. 68-78.

5. Портаев, Д.В. Расчет и конструирование монолитных преднапряженных конструкций гражданских зданий / Д.В. Портаев.– М.: Издательство АСВ, 2011.– С. 24-62.

6. Трекин, Н.Н. Перспективы применения высокопрочных бетонов в конструкциях зданий и сооружений / Н.Н. Трекин, Э.Н. Кодыш // Вестник МГСУ.– 2011.– №2.– Т.1.– С. 39-43.

#### **УДК 69.01**

**Токмаков И.А.**

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

### **РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕ В ВОЗВЕДЕНИИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ**

В современном мире, где развитие науки, технологий и техники находится в центре внимания многих государств, Российская Федерация не стоит в стороне от этих процессов. В частности, в Указе Президента РФ от 7 июля 2011 года № 899 особо подчеркивается, что одним из ключевых приоритетов в данной сфере является активное внедрение и развитие принципов энергосбережения и энергоэффективности. Эти принципы становятся неотъемлемой частью стратегии развития страны, поскольку они способствуют оптимизации использования ресурсов и повышению общего уровня благосостояния граждан.

Строительная отрасль, безусловно, играет важнейшую роль в экономике страны, так как она оказывает влияние на множество других сфер деятельности. В настоящее время, в связи с изменениями, происходящими в мировой экономике и в сфере энергетики, строительная отрасль также претерпевает значительные трансформации. Одна из основных задач, стоящих перед отраслью, – это удовлетворение новых, более высоких требований к

энергоэффективности строящихся объектов. Это требует от специалистов не только инновационного подхода, но и глубокого понимания современных технологий и методов строительства.

В данный момент времени в стране активно разрабатываются и внедряются различные меры технического регулирования, направленные на повышение энергетической и экологической эффективности, а также на снижение потребления ресурсов. Эти меры являются неотъемлемой частью общенациональной политики, направленной на сохранение и рациональное использование природных ресурсов.

В современной экономике России роль ресурсосбережения осознана на государственном уровне, что подчеркивается необходимостью разработки и реализации комплексной модели контроля строительства, ориентированного на снижение потребления ресурсов и энергии на всех этапах строительного процесса. Такой подход предполагает систематическое и последовательное учет и контроль за факторами, которые могут уменьшить расходы на ресурсы и энергию.

Эффективное использование ресурсов и энергосбережение являются одними из ведущих направлений, на которые направлено внимание государства в плане экономического развития. Они не только способствуют устойчивому развитию страны, но и обеспечивают её конкурентоспособность на мировом уровне в различных отраслях экономики.

В настоящее время люди все больше и больше используют природные энергоресурсы нерационально: стоимость их добычи увеличивается, запасы сокращаются[1].

В контексте современных тенденций в области строительства, когда каждый элемент конструкции подвергается тщательному анализу и оценке, важно подчеркнуть, что проектирование зданий и инфраструктурных объектов должно учитывать целый ряд важных аспектов. Одним из ключевых элементов является тщательный подход к разработке ограждающих конструкций, которые должны соответствовать ряду строгих требований. Эти требования направлены на обеспечение оптимальных условий для жизнедеятельности людей и функционирования различного оборудования, что включает в себя:

- создание и поддержание необходимых параметров микроклимата, которые являются фундаментальными для здоровья и комфорта человека, а также для нормальной работы технологического и бытового оборудования;

- обеспечение эффективной тепловой защиты, что важно для

сохранения тепла в здании и уменьшения расхода энергоресурсов на его поддержание;

- защита от возможного переувлажнения конструкций, что может привести к их деградации и ухудшению их работоспособности;

- повышение эффективности расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию, что является одним из ключевых направлений в достижении энергосбережения и уменьшения экологического воздействия;

- гарантирование необходимой надежности и долговечности конструкций, что позволяет снизить издержки на их последующую реконструкцию или ремонт.

Все перечисленные моменты оказывают существенное влияние на общее качество и ресурсо- и энергоэффективность зданий. Для достижения наилучших результатов в этом направлении проводятся многочисленные исследования и эксперименты, которые затем находят своё отражение в научных статьях и публикациях. Эти работы в конечном итоге приводят к разработке и внедрению наиболее оптимальных и эффективных решений в строительной отрасли.

Если же обратить внимание на исследования ученых за пределами нашей страны, то можно заметить, что иногда происходят открытия, которые кажутся неожиданными и не такими очевидными. К примеру, использование добавки к цементу на основе органического материала, такого как Декстрин, может показаться необычным решением. Однако, Декстрин это олигосахарид, получаемый методом термической обработки из картофельного или кукурузного крахмала, и он активно применяется в различных отраслях промышленности, включая строительство, благодаря своим уникальным свойствам.

Применение декстрина в составе строительного раствора в количестве 0,05-10,0%, по отношению к цементу [2].

Но лучшие результаты были получены при минимальной дозировке декстрина (0,01-0,045%) по отношению к цементу [3].

Данная информация на прямую влияет на ресурсосбережение при возведении зданий, так как затрагивает неотъемлемую часть это сокращение цемента без отрицательных последствий, что положительно скажется на всех аспектах строительства в плане ресурсо- и энергосбережения.

Также одним из критериев энергоэффективности ограждающих конструкций зданий считается удельный показатель расхода тепловой энергии, показатели нормируемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции и общепринятого нормированной теплозащитной характеристики здания. Теплозащитные

характеристики ограждающих конструкций зависят от вида и толщины материалов с нормируемым значением сопротивления теплопередаче, согласно Своду правил СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» [4]. По теплотехническим показателям выделяют следующие виды ограждающих конструкций по числу слоев: трехслойные, двухслойные, однослойные.

В современном мире, где каждый момент времени ценится, а качество жизни является одним из главных критериев успешности, особенно важно обратить внимание на то, как строятся и функционируют здания, вокруг которых мы проводим большую часть своего времени. Именно поэтому, независимо от того, какой именно тип ограждающих конструкций выбран для строительства, каждая конкретная система имеет свои особенности и преимущества, однако, независимо от этого, существуют некоторые ключевые принципы, которые необходимо придерживаться на протяжении всего процесса.

Первый из этих принципов заключается в необходимости максимально рационального использования материалов и энергоресурсов, что предполагает не только экономное расходование ресурсов на этапе строительства, но и их оптимальное использование в дальнейшем, во время эксплуатации здания.

Второй принцип касается экологической безопасности. Строительство и функционирование зданий должны минимизировать любые негативные эффекты на здоровье людей и окружающую среду. Это касается как выбора строительных материалов, так и методов строительства и эксплуатации.

Наконец, третий принцип сосредоточен на обеспечении комфортных условий для проживания или работы в построенных зданиях. Это включает в себя не только просторные помещения, но и качественное освещение, температурный режим и воздушную вентиляцию.

Следует подчеркнуть, что эти фундаментальные основы должны быть соблюдены на каждом этапе строительства, начиная от проектирования и заканчивая сносом здания. Это позволяет не только повысить экономические показатели в области строительства, но и способствует экологическому устойчивому развитию, не забывая при этом о благополучии и благосостоянии человека, который должен чувствовать себя комфортно в построенном пространстве.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Опарина Л.А. Основы ресурсо- и энергосбережения в строительстве: учеб. пособие / Л. А. Опарина – Иваново: ПресСто, 2014. – 154-198с.
2. Патент Японии N55-75949, кл. С 04 В 7/35, 1980.
3. А.С.СУ, 1144997, кл. С 04 В 24/10,1984.
4. Свод правил СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» (актуализированная версия СНиП 23-02-2003).- М.: 2003.

*УДК 621.311*

*Тухватуллина Э.М.*

*Научный руководитель: Закиров Р.Н., канд. техн. наук, доц.*

*Казанский государственный энергетический университет,  
г. Казань, Россия*

### **ПРОБЛЕМА ИЗНОШЕННОСТИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

Тепловые сети являются неотъемлемой частью современных систем теплоснабжения, обеспечивающих подачу тепловой энергии от источников тепла к потребителю. В этой статье мы рассмотрим сущность и значение тепловых сетей, а также их основные функции и особенности. Изучим проблему изношенности тепловых сетей и возможные пути их решения.

Тепловые сети представляют собой сложную инженерную систему, предназначенную для транспортировки тепловой энергии от источников теплоснабжения (котельных, ТЭЦ и др.) к потребителям. Они состоят из трубопроводов различного диаметра, арматуры, компенсаторов, опорных конструкций и других элементов, обеспечивающих бесперебойное и эффективное функционирование системы.

Тепловые сети могут быть как открытыми, так и закрытыми. В открытых системах теплоноситель (обычно вода) циркулирует непосредственно между источником тепла и потребителем, а в закрытых системах используется теплообменник, который отделяет теплоноситель от потребителя, что обеспечивает более высокую безопасность и надежность системы.

Тепловые сети играют ключевую роль в обеспечении комфортных условий жизни и работы населения, а также в поддержании производственных процессов на промышленных предприятиях. Они

являются основным звеном в системе теплоснабжения, поскольку от их эффективности и надежности зависит бесперебойная работа всей системы.

Кроме того, тепловые сети позволяют эффективно использовать энергоресурсы, что особенно важно в условиях дефицита топлива и энергии. С помощью тепловых сетей можно передавать тепловую энергию на большие расстояния, что позволяет снизить затраты на строительство и эксплуатацию локальных котельных и теплоцентралей [1].

Поговорим об основных функциях тепловых сетей, их можно выделить следующим образом:

1. **Транспортировка тепловой энергии.** Тепловые сети обеспечивают передачу теплоносителя от источников теплоснабжения к потребителям, что позволяет использовать тепловую энергию для отопления, горячего водоснабжения и технологических нужд. Поддержание требуемого давления и температуры. Тепловые сети должны обеспечивать стабильное давление и температуру теплоносителя, чтобы гарантировать эффективную работу системы теплоснабжения.

3. **Компенсация температурных деформаций.** В процессе эксплуатации трубопроводы тепловых сетей подвергаются температурным деформациям, которые могут привести к разрушению системы. Поэтому в тепловых сетях используются компенсаторы, позволяющие компенсировать эти деформации и обеспечить безопасную работу системы.

4. **Защита от коррозии и накипи.** Тепловые сети должны быть защищены от коррозии и накипи, чтобы продлить срок их службы и снизить затраты на ремонт и обслуживание. Для этого используются различные антикоррозионные покрытия и ингибиторы.

Рассмотрим особенности тепловых сетей, сюда относятся:

1. **Высокая энергоемкость.** Тепловые сети являются одним из наиболее энергоемких элементов системы теплоснабжения, поскольку требуют значительных затрат энергии на передачу тепловой энергии на большие расстояния.

2. **Высокая стоимость строительства и эксплуатации.** Строительство и эксплуатация тепловых сетей требуют значительных финансовых вложений, что обусловлено сложностью их конструкции, необходимостью использования высококачественных материалов и оборудования, а также постоянным контролем за их работой.

3. **Высокая надежность и безопасность.** Тепловые сети должны обеспечивать бесперебойную работу системы теплоснабжения, поэтому

они должны быть высоконадежными и безопасными в эксплуатации. Для этого используются различные технические решения, такие как автоматизированные системы управления, резервные источники тепла и т.д.

Так, тепловые сети являются неотъемлемой частью современных систем теплоснабжения, обеспечивающих комфортные условия жизни и работы населения, а также поддержание производственных процессов на промышленных предприятиях [2].

Тепловые сети играют важную роль в обеспечении жилых и промышленных объектов тепловой энергией. Они представляют собой сложную систему трубопроводов, которые передают тепло от источника к потребителю. Однако, с годами эксплуатации, тепловые сети становятся все более изношенными, что приводит к возникновению ряда проблем, которые необходимо решать для обеспечения бесперебойного теплоснабжения.

Одной из основных проблем изношенности тепловых сетей является утечка теплоносителя. Трубопроводы, находящиеся в эксплуатации на протяжении многих лет, подвержены коррозии и механическим повреждениям, что может привести к появлению трещин и свищей. В результате, теплоноситель, как правило, горячая вода или пар, вытекает из системы, что приводит к потере тепловой энергии и увеличению затрат на ее производство. Утечки также могут привести к затоплению подземных сооружений и повреждению инфраструктуры.

Другая проблема изношенности тепловых сетей связана с низкой эффективностью теплопередачи. Старые трубопроводы могут иметь несовершенную изоляцию или вовсе ее не иметь, что приводит к потере тепла при передаче от источника к потребителю. Это не только приводит к увеличению затрат на производство тепловой энергии, но и к неэффективному использованию ресурсов. Кроме того, низкая эффективность теплопередачи может привести к неравномерному распределению тепла по сети, что вызовет дискомфорт у потребителей и потребует дополнительных затрат на регулировку и ремонт системы.

Изношенность тепловых сетей также может привести к снижению надежности системы. Старые трубопроводы и оборудование могут выходить из строя без предупреждения, что приводит к внезапным отключениям теплоснабжения. Это может быть особенно проблематично в зимний период, когда теплоснабжение является жизненно важным для обеспечения комфорта и безопасности населения. Кроме того, внезапные отключения могут привести к повреждению оборудования потребителей, что потребует дополнительных затрат на ремонт и замену.



Решение проблемы изношенности тепловых сетей требует комплексного подхода, включающего в себя модернизацию и замену старых трубопроводов, повышение эффективности теплопередачи и обеспечение надежности системы. Одним из способов решения этой проблемы является внедрение инновационных технологий, таких как использование композитных материалов для трубопроводов, которые обладают повышенной устойчивостью к коррозии и механическим повреждениям. Кроме того, внедрение систем мониторинга и контроля позволит своевременно обнаруживать и устранять проблемы, связанные с утечками и низкой эффективностью теплопередачи.

Также необходимо проводить регулярные профилактические работы и ремонты, чтобы поддерживать тепловые сети в рабочем состоянии. Это включает в себя замену поврежденных участков трубопроводов, восстановление изоляции и обновление оборудования. Кроме того, необходимо проводить оценку состояния тепловых сетей и планировать их модернизацию с учетом будущих потребностей в тепловой энергии.

В заключение, проблема изношенности тепловых сетей является актуальной и требует неотложного решения. Решение этой проблемы позволит обеспечить надежное и эффективное теплоснабжение, снизить затраты на производство тепловой энергии и улучшить качество жизни населения. Для это проводить комплексные меры по модернизации и замене старых трубопроводов, повышению эффективности теплопередачи и обеспечению надежности системы, а также внедрению инновационных технологий и проведению регулярных профилактических работ.

Тепловые сети являются неотъемлемой частью системы теплоснабжения, обеспечивающей теплом жилые, общественные и промышленные здания. Однако, из-за длительного использования и недостаточного финансирования, многие тепловые сети находятся в состоянии изношенности, что приводит к проблемам с эффективностью и безопасностью. Решение проблем изношенности тепловых сетей известны следующие:

1. Модернизация и замена сетей: одним из наиболее эффективных решений проблемы изношенности тепловых сетей является их модернизация и замена. Это позволяет использовать более современные и надежные материалы, а также улучшить энергоэффективность системы в целом.

2. Внедрение инновационных технологий: использование инновационных технологий, таких как тепловые насосы, геотермальное отопление и другие альтернативные источники тепла, может помочь

уменьшить нагрузку на изношенные тепловые сети и снизить затраты на теплоснабжение.

3. Улучшение энергоэффективности зданий: повышение энергоэффективности зданий, которые подключены к тепловым сетям, также может помочь решить проблему изношенности. Это может быть достигнуто за счет улучшения теплоизоляции, установки более эффективных систем отопления и вентиляции, а также внедрения других мер энергосбережения.

4. Создание системы долгосрочного планирования и финансирования: для решения проблемы изношенности тепловых сетей необходимо создать систему долгосрочного планирования и финансирования, которая позволит обеспечить стабильные инвестиции в модернизацию и ремонт сетей.

5. Улучшение управления и контроля: внедрение современных систем управления и контроля за работой тепловых сетей может помочь своевременно обнаруживать и устранять проблемы, связанные с изношенностью [3].

Проблема изношенности тепловых сетей является актуальной и требует незамедлительного решения. Для ее преодоления необходимо принять комплекс мер, включая модернизацию и замену сетей, внедрение инновационных технологий, улучшение энергоэффективности зданий, создание системы долгосрочного планирования и финансирования, а также улучшение управления и контроля за работой тепловых сетей. Только в этом случае мы сможем обеспечить надежное и эффективное теплоснабжение для всех потребителей.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: учебник для вузов. 7-е изд., стереотип. М.: Издательство МЭИ, 2021. 472 с.

2. Титов Г.И., Новопашина Н.А. Исследование надежности тепловых сетей // Региональная архитектура и строительство. 2020. No2. С.141.

3. Надежность систем энергетики: (сборник рекомендуемых терминов). М.: ИАЦ «Энергия», 2020. 86 с.

*Тюленев В.В.*

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

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ И КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЛИЩНО- КОММУНАЛЬНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ**

Информационные технологии позволяют ускорить протекание различных процессов на предприятиях и в системе государственного управления [1-3]. Использование информационно-коммуникационных технологий способствует разработке и реализации продуктовых и проектных инноваций, что обуславливает их широкое применение в большом количестве отраслей, начиная от промышленности и заканчивая маркетинговыми агентствами [4, 5].

Современные информационные системы (ИС) создаются для трех типов задач: структурированных (формализуемых), неструктурированных (неформализуемых) и частично структурированных. Первые задачи характеризуются точным алгоритмом их решения, а вторые подразумевают наличие психологического и социального фактора, что требует привлечения человека для их разрешения. В основном их решение проводится с помощью информационных систем, в которых информация обрабатывается техническими способами, однако окончательное решение принимает оператор.

Классификация ИС по функциональному признаку и уровням управления представлена на рис. 1.

В основании пирамиды находятся системы, предназначенные для низшего уровня управления и максимальной степени автоматизации принятия решений. При движении вверх значимость принимаемых решений увеличивается, обратно пропорционально ответственности за результат и степени автоматизации процесса. По характеру представления информации ИС могут делиться на фактографические, документальные и геоинформационные. Фактографические ИС хранят данные в форме большого количества экземпляров информационных объектов. Совокупность различных объектов отражает при этом сведения о фактах или событиях. Документальные системы отличаются меньшей структуризацией информации.

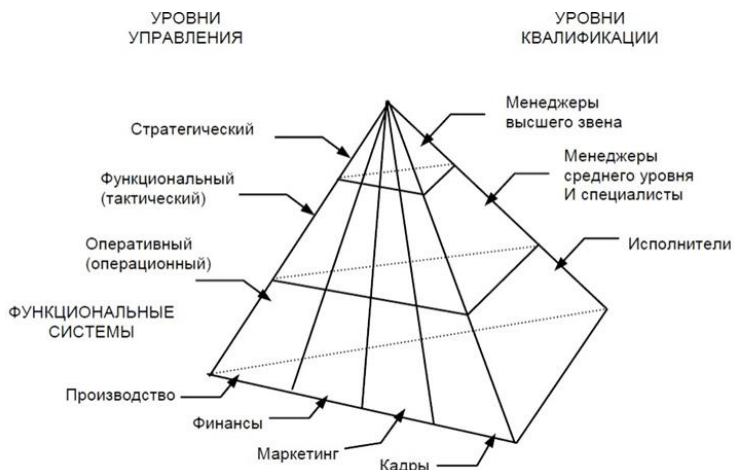


Рис. 1. Типы ИС в зависимости от функционального признака (с учетом уровней управления и квалификации)

Геоинформационные системы сочетают в себе пространственно-географический и информационный компоненты. Геоинформационные системы, помимо систематизации информации, возможности отслеживания мест чрезвычайных ситуаций и поломок и ускорения рабочих процессов в органах государственной власти, являются средством связи администрации с горожанами, а также инструментом работы и взаимодействия с юридическими и физическими лицами.

В жилищно-коммунальном хозяйстве (ЖКХ) наиболее популярными проектами, не входящими в список десяти самых распространенных, являются проекты внедрения систем управления базами данных, систем коммерческого учета энергии и, проекты ИТ-аутсорсинга и диспетчерского управления. Все они, как и подавляющая часть реализованных ИТ-систем, относятся к информационным технологиям управления. В ЖКХ к ним относятся [6, 7]:

- автоматизированные системы диспетчерского управления – совокупность программных и технических инструментов, предназначенные для управления территориально разнесенными процессами объектов коммунального комплекса;
- автоматизированные системы учета, обработки и систематизации платежей за жилищно-коммунальные услуги (ЖКУ);
- автоматизированные системы учета ресурсопотребления;
- Web-порталы ЖКХ, собирающие статистические данные в режиме онлайн и позволяющие быстрее получать необходимую информацию, использовать электронную подпись, тем самым сокращая

объемы бумажного обращения, использовать современные средства визуального представления данных;

– системы расчета субсидий и компенсаций в ЖКХ.

В концепции рассмотрения информационных систем с точки зрения взаимодействия всех участников жилищно-коммунальных отношений, данного деления недостаточно.

Изучение существующих общих экономических классификаций позволило определить их недостаточность для полноценной структуризации информационно-коммуникационных проектов в ЖКХ. Существенным недостатком применяемых подходов является сложность группировки информационно-коммуникационных проектов по масштабам их применения, так как классические структурные группы не учитывают специфику пользователей продукта и масштабы интегрированности систем [7].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что процесс разработки и внедрения современных информационных программ и систем обеспечен и интеллектуальными, и технологическими ресурсами. Тем не менее, значительным недостатком некоторых информационных систем, действующих в регионах, является отсутствие их унификации. Большое количество предложений допустимо исключительно для коммерческих вспомогательных проектов. К ним можно отнести те проекты, которые разрабатываются частными компаниями с целью получения прибыли и чьим назначением является помощь управляющим организациям в ведении документации дома и импорте данных. Технологические проекты, разрабатываемые компаниями по государственному заказу или же для государственного использования, должны обладать единым шаблоном для возможности применения их во всех регионах.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Сулейманова Л.А., Рябчевский И.С. Системы облачного хранения данных для управления жизненным циклом объектов строительства // В сборнике: Наука и инновации в строительстве. Сборник докладов VII Международной научно-практической конференции, посвященной 170-летию В.Г. Шухова. Белгород, 2023. С. 240-245.

2. Рябчевский И.С., Чесноков И.А., Сулейманов И.С. Технологии BIM в процессе управления жизненного цикла объектов строительства // В сборнике: VII Международный студенческий строительный форум

- 2022. Сборник докладов VII Международного студенческого строительного форума. Белгород, 2022. С. 138-144.

3. Сулейманова Л.А., Сапожников П.В., Кривчиков А.Н. Цифровизация строительной отрасли как IT-структурирование пирамиды управления процессами // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2022. № 4. С. 12-24.

4. Силкина Г.Ю., Шевченко С.Ю. Информационно-коммуникационные драйверы современной промышленной революции // Вестник Университета Российской академии образования. 2018. № 4. С. 95-102.

5. Силкина Г.Ю., Шевченко С.Ю. Информационно-коммуникационные технологии как фактор управления персоналом и занятостью в экономике знаний // Вестник факультета управления СПбГЭУ. 2017. № 1-2. С.508-513.

6. Саак А.Э., Тюшняков В.Н. Применение информационных технологий управления в жилищно-коммунальном хозяйстве // Известия ЮФУ. Технические науки. 2013. №1(138) С. 246-252.

7. Фатахетдинова А.И., Шохин В.П. Информационные технологии и ЖКХ // ЖКХ. 2010. №1. С.63-69.

**УДК 69.003**

***Федченко Э.И., Тапезникова А.Г.***

***Научный руководитель: Долженко А.В., ст. преп.***

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

## **ПРИМЕНЕНИЕ БПЛА В КАДАСТРОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Благодаря постоянному развитию и совершенствованию технологий кадастровая деятельность становится все более цифровой и компьютеризированной, а также менее трудоемкой и энергозатратной. В современное время используется достаточно много различного оборудования для измерений [1]. Одной из явных современных тенденций является отказ от аналоговых технологий в пользу цифровых и лазерных. Классические аналоговые технологии постепенно отходят на второй план, уступая место цифровым и лазерным методам. Так, традиционные методы аэрофотосъемки уходят в прошлое, уступая место беспилотным летательным аппаратам (БПЛА).

БПЛА - это инструмент, который способен выполнять разные функции в зависимости от условий съемки или применения

совместного оборудования.

Использование БПЛА в кадастровой деятельности образует такое перспективное направление как создание альтернативы геодезической съемке при получении данных о расположении земельного участка для постановки на государственный кадастровый учет объектов недвижимости в небольших населенных пунктах и на землях сельскохозяйственного назначения.

Кадастровая деятельность - это осуществление работ по сбору и воссозданию в документальном виде сведений об объектах недвижимости, или об их отдельных частях, необходимых для последующего их кадастрового учета с дальнейшей государственной регистрацией прав на объект недвижимости с целью образования, изменения или прекращения объектов недвижимости. Главным источником информации для решения этих задач являются кадастровые планы и карты, которые необходимо обновлять каждые три года. Фотосхемы, сделанные из аэрофотоснимков - прекрасная альтернатива планам и картам.

Использование аэрофотосъемки в кадастре имеет ряд преимуществ. Во - первых, этот метод позволяет получить обширные и детальные данные о территории, что упрощает процесс измерения объектов. Во-вторых, аэрофотосъемка позволяет проводить измерения без необходимости физического присутствия на местности, что экономит время и ресурсы.

Для проведения аэрофотосъемки используются специальные камеры, установленные на воздушных судах. Камеры снимают изображения земной поверхности с определенной высоты и угла наклона. Получаемые снимки затем обрабатываются с помощью специального программного обеспечения для получения точных данных об объекте на местности.

Для обеспечения безопасности на объекте при традиционной аэрофотосъемке требуются сложные мероприятия, в то время как эксплуатация БПЛА не требует высококвалифицированного технического обслуживания. Обработка изображений с БПЛА осуществляется в автоматизированных фотограмметрических системах. За день одна аэрофотосъемочная бригада может снять до 40 кв. км для создания карт масштаба 1:500 при работе с наземными методами, геодезисты смогут отснять примерно 0.1 кв. км, что демонстрирует существенную разницу выполнения работ с помощью БПЛА.

Съемка с помощью беспилотника обычно производится в ясную погоду, но даже при условиях облачности качество съемки не ухудшается, что наглядно показывает преимущество аэрофотосъемки

перед космосъемкой, для которой такое атмосферное явление – это серьезная помеха. Из-за своей высокой точности и качества снимков БПЛА необходимо внедрять для выполнения кадастровых работ [2]. Как правило, процесс обработки автоматизирован, но некоторые операции выполняются вручную.

Исходные данные для программ обработки фотографий включают в себя координаты опорных точек и центров съемки [3].

Результатами обработки являются:

- облака точек (Рис.1);
- трехмерные модели местности (Рис.2);
- ортофотопланы (Рис.3);
- цифровые модели местности (Рис.4).

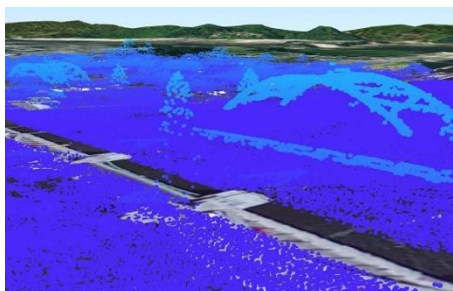


Рис.1 – Облако точек



Рис.2 – Трёхмерная модель местности с беспилотника





Рис.3 – Орфотоплан, полученный в результате съемки с БПЛА



Рис.4 – Трехмерная модель, полученная в результате обработки данных с БПЛА

В заключение можно сказать, что использование беспилотников в кадастровых работах открывает новые возможности для повышения качества и эффективности кадастровых услуг. Аэрофотосъемка, мониторинг изменений и инвентаризация земель — это лишь некоторые из преимуществ использования БПЛА. В будущем их использование может стать стандартом в кадастровой сфере, предоставляя точную и своевременную информацию для принятия решений.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Долженко А.В., Карталов А.В., Балык В., Поляков А.И. Обследование зданий и сооружений при отсутствии физической доступности объекта используя бпла // Сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019 г. №10 С.38-43.

2. Затолокина Н.М., Губарев С.А. Использование беспилотных летательных аппаратов для проведения кадастровых работ. // Вектор Геонаук БГТУ им. В.Г. Шухова. 2020 г. №3. С.51-54.

3. Н.Г. Овчинникова, Д. А. Медведков. Применение беспилотных летательных аппаратов для ведения землеустройства, кадастра и градостроительства. // Студенческие научные работы землеустроительного факультета сборник статей по материалам Международной студенческой научно-практической конференции. г. Ростов-на-Дону. 2019 г . С. 221-225.

*УДК 69.003*

*Федченко Э.И., Трапезникова А.Г.*

*Научный руководитель: Долженко А.В., ст. преп.*

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

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В СФЕРЕ КАДАСТРОВОЙ НЕДВИЖИМОСТИ**

Проводимая реформа государственного кадастрового учёта и государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним, а также задача внесения сведений о границах в государственный кадастр недвижимости на данный момент является очень актуальной [1].

Государственный кадастр недвижимости представляет собой систематизированный свод сведений об учтённом в установленном порядке недвижимом имуществе, а также сведений о прохождении Государственной границы Российской Федерации, о границах между субъектами РФ, муниципальных образований, населенных пунктов, о территориальных зонах и зонах с особыми условиями использования территорий. Государственный кадастр недвижимости является федеральным государственным информационным ресурсом [7].

В Едином государственном реестре недвижимости (ЕГРН) на сегодняшний день отсутствует порядка 10 % информации об объектах недвижимости, присутствует большое количество реестровых ошибок и существует необходимость уточнения границ земельных участков в связи с самовольным захватом территорий, что является нарушением законодательства о земельном кадастре.

Практика использования современных технологий искусственного интеллекта в области кадастра недвижимости на сегодняшний день осуществляется с помощью создания нейронных сетей.

Нейросеть – это компьютерная программа, имитирующая работу человеческого мозга, в которой вычислительные элементы обмениваются информацией, так, как сигналы передают друг другу в

мозге нейроны.

Искусственные нейроны, или узлы, из которых состоит нейросеть, получают информацию, производят вычисления по находящимся в них формулам и отправляет результат дальше по синапсам, связывающим нейроны между собой. Синапс имеет вес, выраженный числовым коэффициентом, отражающий важность результата нейрона для общего результата. Веса распределяются случайным образом, если нейросеть не обучена. По мере нахождения правильного решения проходит процесс автоматического обучения нейросети и вес синапса повышается.

Целью разработчика является обучающая выборка нейросети за счет создания правильной структуры и указания необходимых формул при загрузке данных и получения инструкции о правильных ответах, при этом нейронная сеть, основываясь на введенных данных и будущем потенциале, делает выбор, а объем информации теперь более чем в десять раз превышает количество нейронных сетей.

Нейронные сети применяются в области распознавания, в том числе, и геопространственных данных и цифровых моделей местности с существующими или проектируемыми объектами местности с идентификаторами, координатами и атрибутивными данными [4]. Программы на основе нейросетевых алгоритмов могут в процессе работы менять и создавать новые слои электронной карты в результате обработки введенного массива данных, изменять характеристики существующих слоев и объектов, приобретающих динамические характеристики, или создавать новые объекты.

С 2015 г. Росреестр проводит обследование земельных участков с применением дистанционных способов, а с 2019 г. работает центр по осуществлению государственного земельного надзора (ГЗН) с применением технологий беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), с целью определения координат исходных точек на границах земельных участков, выявления нарушений земельного законодательства фактического использования или неиспользования земельных участков не по назначению, а также несанкционированного захвата земельных участков [5, 10].

На качество кадастровой деятельности влияет точность измерений при определении координат характерных точек границ земельных участков и объектов недвижимости, которая зависит от погрешностей геодезических приборов и оборудования, погрешностей, связанных с обработкой и интерпретацией данных, а также условий проведения измерений (погода, время суток, рельеф местности), а повысить точность измерений возможно за счет использования в кадастровой

деятельности нейросетей.

Также с целью уменьшения стоимости процесса разграничения земельных участков с применением БПЛА, его трудозатратности и временных ресурсов применяют специально обученные нейронные сети на базе ЕГРН, которые создают новые слои с отрисовкой рельефа и получают наиболее точный расчет кадастровой оценки земельного участка с учетом индивидуальных характеристик объекта за счет высокой скорости анализа большого объема исходных данных и минимизации ошибок при проведении измерений [7].

С применением нейросетей можно строить слои и заполнять недостающие его части по имеющейся в других слоях информации, генерировать по заданным классификационным правилам объекты слоя, строить новые зоны, осуществляя районирование и типологию, создавать модели поверхностей, прогнозировать и интерполировать карты, извлекать максимальное количество информации из имеющегося массива данных с учетом возможных ошибок при измерениях и неравномерной плотности сетки мониторинга при реальных измерениях, а также осуществлять анализ во времени, сравнивая разновременные снимки для оценки динамики произошедших изменений, и выбор значимых признаков, при этом скорость работы нейросетей значительно превосходит человеческую, что приводит к сокращению времени, затрачиваемого на выполнение кадастровых работ.

Для использования нейросетей в кадастровой деятельности необходимо предварительно обучить модель на большом объеме данных, после чего задается изображение изучаемого объекта, а нейросеть автоматически определяет его характеристики (площадь, периметр), которые могут быть использованы для заполнения кадастровых документов.

Для решения задачи определения оптимального набора исходных данных, которые полностью описывают изучаемые явления, нейросеть создает слой, который выбирает из других слоев, имеющих доминирующие признаки [6].

В начале 2000-х гг. бразильские ученые наблюдали успешное применение нейронных сетей в кадастре недвижимости, утверждая, что нейронные сети могут прогнозировать рынок недвижимости и определять кадастровую оценку недвижимости на основе ценообразования и других факторов.

Начало "умному" подходу к накоплению базами данных объектов для текущей работы и будущих кадастровых оценок положило создание систем кодирования земельных участков на основе нейронных сетей,

которые интегрированы с используемым программным обеспечением, и объектов по тексту объявлений.

Автоматизировать систему кадастровой оценки объектов недвижимости и управлять всем процессом определения кадастровой стоимости в ближайшем будущем позволит внедрение машинного обучения [8].

Изменить частично или полностью представление о работе некоторых секторов экономики, которые генерируют огромный объем данных, позволит нейросеть, если ее нацелить на обработку необходимых данных [9].

Таким образом, одним из направлений применения нейронных сетей является кадастр недвижимости, использование которых уже продемонстрировало положительный эффект, выражающийся в вовлечении в оборот земельных участков, экономии затрат на управленческую и надзорную деятельность, корректировке сведений в Едином реестре недвижимости, предотвращении неблагоприятных последствий и поддержке региональных и муниципальных органов власти, а также значительном сокращении времени, затрачиваемого на выполнение кадастровых работ.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кара К.А., Ширина Н.В. Наполненность государственного кадастра недвижимости сведениями о границах и зонах Белгородской области // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2016. № 12. С. 215-221.

2. В Дагестане состоялось совместное заседание коллегий Росреестра и Госкомимущества РБ [Эл. ресурс]. URL: <https://rosreestr.gov.ru> (Дата обращения 5.5.24)

3. Что такое нейросеть. Объясняем простыми словами [Эл. ресурс]. URL: <https://secretmag.ru> (дата обращения 5.5.24)

4. Как работает нейронная сеть: разбираемся с основами [Эл. ресурс]. URL: <https://blog.skillfactory.ru> (Дата обращения 5.5.24)

5. Росреестр развивает проект по использованию беспилотных летательных аппаратов с целью земельного надзора [Эл. ресурс]. URL: <https://rosreestr.gov.ru> (Дата обращения 5.5.24)

6. Питенко А.А. Нейросетевой анализ в геоинформационных системах. М.: Красноярск, 2000. 97 с.

7. Митрофанова Н.О., Лосева Е.Н. О применении искусственных нейронных сетей при государственной кадастровой оценке земельных участков // Вестник СГУГиТ. 2021. Т. 26. №5. С. 180-190.

8. Искусственный интеллект поможет кадастровой оценке

недвижимости в Московской области [Эл. ресурс]. URL: <https://mio.mosreg.ru> (Дата обращения 5.5.24)

9. Ткаченко Ю.А., Маточка Д.Ю., Маринова Д.Э. Нейросети и облачные технологии для ведения бухгалтерского учёта // Белгородский экономический вестник. 2018. № 4. С. 119-124.

10. Семенова Д.Е., Гиниятов И.А. Использование нейронных сетей в сфере кадастра недвижимости // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения. – 2023. – № 2. – С. 182-188.

**УДК 699.822**

**Фетисов А.С.**

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

## **ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИКИ И ЛОКАЛИЗАЦИИ ДЕФЕКТОВ ПРИ ИНЪЕКЦИОННОЙ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ**

Инъекционная гидроизоляция остается одним из наиболее эффективных методов восстановления защиты зданий от проникновения влаги в условиях эксплуатации. На подготовительных этапах перед началом выполнения инъектирования выполняется оценка разрушенных областей, осмотр трещин, швов и других повреждений, а также определяются причины и характер дефектов. При обследовании объектов для грамотного планирования производства работ необходимо обнаружить все дефекты конструкций с нарушением гидроизоляции. Только в этом случае удастся устранить поступление влаги с первого раза [1-2].

Зачастую недостаточно устранить видимые дефекты, не устранив причину, т.к. вода всегда найдёт другой путь для выхода. Именно в этом заключаются проблемы, обозначенные в названии статьи: сложный доступ к скрытым дефектам [5].

Редко специалисты по гидроизоляции сталкиваются с отсутствием документации и чертежей спустя несколько лет эксплуатации зданий. При передаче объекта из рук строительной организации в руки управляющей компании (а иногда и не одной), документация может теряться или передаваться неполной. Или же производились ремонтные, реконструкционные работы, на которые проекты даже не создавались.

Также зачастую на чертежах, которые всё же дошли до специалистов, не присутствует необходимая информация. Например: точное расположение рабочих швов бетонирования при монолитном строительстве или реконструкции, узлы примыкания в местах прохождения деформационных швов и т.д.

Еще одной проблемой является невозможность визуально локализовать места дефектов из-за присутствия неповрежденных отделочных слоёв [3].

После определения местоположения дефекта может возникнуть сложность в выявлении его особенностей. Например, наличие пустот, полостей и ширины раскрытия трещины (Рис. 1). Для этого требуются громоздкие и дорогостоящие устройства.



Рис. 1 Пустоты и полости с наружной стороны стены из-за неправильного вибрирования бетона

На сегодняшний день можно выделить четыре основных способа обнаружения пустот и полостей в бетоне:

- акустический (ультразвуковой) метод;
- радиолокационные методы (георадар и радар);
- магнитно-резонансная томография;
- электромагнитные методы.

Каждый из способов имеет свои преимущества и недостатки: разная разрешающая способность, точность, глубина проникновения, степень влияния арматуры, стоимость и др.

Применение передовых технологий и методологий для обнаружения скрытых дефектов сокращает затраты на будущие ремонты и минимизирует вероятность новых протечек [4]. Необходимы дальнейшие исследования по удешевлению и упрощению методов диагностики:

- разработка неразрушающих методов диагностики скрытых дефектов, например, с использованием акустических или

тепловизионных технологий;

- создание базы данных дефектов с примерами и рекомендациями по их устранению для разных типов конструкций;
- обучение специалистов по обслуживанию зданий методам диагностики и локализации дефектов инъекционной гидроизоляции;
- стандартизация требований к документации и чертежам на стадии проектирования и строительства для обеспечения доступности необходимой информации при обследовании объектов и т.д.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фетисов А.С. Влияние инъекционной гидроизоляции на жизненный цикл зданий / А.С. Фетисов, В.О. Демин, В.Э Абсиметов // Международная научно-практическая конференция «Наукоемкие технологии и инновации» (XXV научные чтения), посвященная 170-летию со дня рождения В.Г. Шухова. — 2023. — С. 230-232.

2. Старцева С.С. Инъектирование, как эффективный способ гидроизоляции бетонных и кирпичных сооружений / С.С. Старцева, Н.С. Волжанина, Е.В. Чернова. — Текст : электронный // Молодежь и наука : материалы международной научно-практической конференции старшеклассников, студентов и аспирантов (26 мая 2023 г., г. Нижний Тагил). — Нижний Тагил : НТИ (филиал) УрФУ, 2023. — С. 155-157.

3. Сокова С.Д. Повышение надежности подземной гидроизоляции при эксплуатации зданий / С.Д. Сокова, В.М. Калинин // Жилищное строительство. — 2015. — С. 63-67.

4. Мельниченко М.С. Современные способы гидроизоляции подземных конструкций / М.С. Мельниченко, В.А. Ильичёв // Universum: технические науки. — 2022. — № 7 (100). — С. 5-7.

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



УДК 693.8

*Ширина Д.С.*

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

## **ОБЗОР РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО УКРУПНИТЕЛЬНОЙ СБОРКЕ ДЛЯ МОНТАЖА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОЛОНН**

В современном строительстве металлические колонны являются важным элементом конструкции зданий и сооружений. Они обеспечивают прочность и устойчивость здания, а также позволяют создавать разнообразные архитектурные решения. Однако монтаж металлических колонн может быть сложным и трудоёмким процессом, который требует высокой квалификации рабочих и использования специализированного оборудования.

Современные технологии и методы монтажа постоянно совершенствуются с целью повышения производительности и улучшения качества работ.

Для повышения эффективности монтажа металлических колонн можно использовать метод укрупнительной сборки. Этот метод заключается в предварительном соединении элементов колонны в более крупные узлы на заводе или на строительной площадке. Это позволяет сократить время монтажа, уменьшить количество сварных швов и повысить точность сборки.

Исследования в области укрупнительной сборки показывают, что новаторские подходы к монтажу металлических колонн могут привести к революционным изменениям в строительной отрасли.

Важным направлением этой работы является разработка специализированных инновационных решений, способных оптимизировать процесс сборки и установки элементов. Новые методы крепления и фиксации конструкций, автоматизированные системы для сборки элементов, а также специализированные устройства для перемещения и подъема колонн все это вносит значительный вклад в эффективность и безопасность строительных работ.

Преимущества использования укрупнительной сборки ощутимы на всех этапах строительного процесса. Важно отметить, что первое преимущество заключается не только в ускорении монтажа за счет предварительной подготовки элементов, но и в более гармоничном взаимодействии различных производственных этапов. Это позволяет

снизить трудозатраты и повысить безопасность рабочих, обеспечивая более эффективную работу на строительной площадке.

Кроме того, укрупнительная сборка способствует повышению качества строительных работ. Благодаря более точной и аккуратной установке колонн, обеспечиваемой инновационными решениями, удастся достичь более высокой прочности и надежности конструкций. Это важно не только для соблюдения строительных норм и стандартов, но и для обеспечения долговечности и устойчивости зданий к различным нагрузкам.

Металлические колонны важны для конструкции здания, они несут на себе вертикальные нагрузки и передают их на фундамент. Разработка укрупнительной сборки включает создание специализированного программного обеспечения для планирования и контроля процесса монтажа, а также обучение специалистов работе с новыми технологиями. Колонны состоят из ствола, оголовка и базы, каждая часть выполняет свою функцию.

Ствол колонны может быть как сплошным, так и сквозным, что влияет на его прочность и устойчивость. Оголовки колонны не только соединяют ее с другими элементами конструкции, но и обеспечивают равномерное распределение нагрузки. База колонны играет важную роль в передаче нагрузки от колонны на фундамент, обеспечивая устойчивость всего здания.

При строительстве зданий, монтаж металлических колонн играет ключевую роль, обеспечивая необходимую прочность и устойчивость конструкции. Сложность этого процесса требует точного выполнения определенных требований и использования специализированных механизмов. Важно помнить, что основными этапами монтажа колонн является их вертикальная установка и надежное крепление.

Монтаж металлических колонн осуществляется с помощью кранов и подъемных механизмов, что обеспечивает эффективное и безопасное выполнение работ. Однако существующие методы монтажа имеют свои недостатки, такие как поэлементное выполнение, что приводит к увеличению времени и операций. Для обеспечения стабильности и надежности конструкции, колонны необходимо закреплять в проектом положении с применением анкерных болтов или других крепежных элементов.

Важно учитывать, что качественный монтаж колонн сказывается на долговечности здания и его способности выдерживать нагрузки. Поэтому необходимо строго соблюдать все требования и рекомендации при выполнении данных работ.

Эффективность сборки и монтажа металлических колонн является ключевым аспектом в строительной отрасли. Исследования и разработки новых методов и технологий для упрощения процесса монтажа играют важную роль в развитии данной области. Внедрение современных и инновационных решений в эту сферу не только снизит затраты на строительство, но и повысит безопасность и качество работ на строительных объектах.

При использовании временных опор при монтаже колонн возникает необходимость учитывать различные факторы, которые могут замедлить или усложнить процесс сборки. Однако, разработка укрупнительных сборок и применение новых технологий позволяют минимизировать эти проблемы и повысить эффективность работы строительных бригад.

Целью любого строительного проекта является не только быстрое и качественное выполнение работ, но и обеспечение безопасности рабочих и окружающих. Поэтому постоянное развитие и совершенствование методов монтажа колонн является важным шагом в сторону улучшения строительной отрасли в целом.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Петров, В. С. Технология сборки и монтажа металлических конструкций: учебное пособие / В. С. Петров — . — Санкт-Петербург: Издательство Политехнического университета, 2010 — 180 с.
2. Ведеников, Г. С. Металлические конструкции: Общий курс: Учеб. для вузов / Г.С. Ведеников , Е.И. Беленя, В.С. Игнатьева и др. — 7-е издание. — Москва: Стройиздат, 1998 — 760 с.
3. Васильев, А. А. Металлические конструкции. Учебное пособие для техникумов. / А. А. Васильев — Издание 2-е, переработанное и доп. . — Москва: Стройиздат, 1976 — 420 с.
4. Доркин В. В. Металлические конструкции: Учебник / В.В. Доркин, М.П. Рябцева — . — Москва: Инфра-М, 2018 — 272 с. с.

*Шляпкин А.Ф., Гойдин А.С.*

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

## **О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИУРЕТАНОВОГО КЛЕЯ ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ МЕЛКОБЛОЧНЫХ НАРУЖНЫХ СТЕН В ЖИЛИЩНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

В настоящее время стеновые изделия из газобетона автоклавного твердения в качестве кладочного материала пользуются большой популярностью и популярность эта продолжает расти. Что не удивительно, ведь по сравнению с самым распространенным в России стеновым материалом – кирпичом, газобетон обладает явными преимуществами [3]. Преимущества выражаются в облегчении выполнения кладочных работ из-за небольшой массы материала, в точности геометрических размеров изделий, в упрощении транспортировки и погрузочно-разгрузочных работ, в увеличении скорости выполнения кладочных работ за счет того, что газобетонные блоки в разы крупнее кирпича. Однако такую широкую востребованность кладка из газобетона все же получила благодаря своим теплоизолирующим (по сравнению с другими разновидностями конструкционных изделий) свойствам. Блоки из ячеистого бетона с относительно невысокой теплопроводностью подходят для энергоэффективной кладки наружных ограждающих конструкций, что позволяет обойтись без дополнительного утепления фасада или использовать его в минимальном количестве.

И всё же в кладке из газобетона, как и из любого другого штучного материала образуются мостики холода при применении растворных скрепляющих швов, на основе цементно-песчаных или клеевых растворах [4, 7].

Чтобы по максимуму использовать все преимущества газобетона, необходимо выполнять стену максимально однородной. Это вполне осуществимо, если применять качественный тонкошовный кладочный состав на основе цемента, называемый «клеем для газобетона». Такой клей позволяет выдерживать толщину шва 3-5 мм и в отличие от стандартного цементно-песчаного кладочного раствора (толщина шва 10-12 мм) не создает больших мостиков холода в наружных стенах строящихся зданий [5, 9].

Не так давно на российском рынке появился универсальный полиуретановый однокомпонентный клей. Применение такого клея позволяет добиться очень тонких швов (1-2 мм), создавая еще большую однородность стены.

Целью данной статьи является ознакомление с основными аспектами нормативно-правовой базы, касающейся полиуретановой клей-пены. Это позволит строителям и проектировщикам лучше понимать требования законодательства и обеспечивать высокое качество выполняемых работ.

Начать можно с того, что любой полимерный материал не является абсолютно чистым. Он в любом случае имеет предельно допустимую концентрацию вредных веществ, выделяемых в окружающую среду. И пускай концентрация таких веществ не превышает предельно допустимых, если учесть, что применение полимерных материалов в строительстве приобрело колоссальные масштабы, не сложно понять, насколько «экологически чистой» будет среда внутри помещения жилого дома. В прочем эта проблема легко решается обеспечением хорошего воздухообмена помещений.

Не стоит забывать и о плюсах полиуретанового клея. Обладая отличной адгезией к поверхностям, клей подходит для кладки силикатных блоков, гипсовых плит, газобетона, шлакоблоков, пеноблоков, арболита и кирпича (Табл. 1) [6]. Испытания клея для кладки проводятся в соответствии с действующим ГОСТ 14760-69 [1].

Таблица 1 – Параметры адгезии полиуретанового однокомпонентного клея

Материал	Прочность клеевого соединения при отрыве $\sigma_{отр}$ , МПа
Арболитовые блоки	0,163
Газосиликатные блоки	0,216
Пеноблоки	0,138
Газобетонные блоки	0,179
Пазогребневые плиты	0,188

В состав однокомпонентного клея включен жидкий полиуретан с изоцианатами. При контакте с влагой в воздухе образуются мочевинные группы, которые обеспечивают прочность сцепления. Скорость отвердевания полиуретанового клея зависит от количества изоцианата в его составе, который в свою очередь влияет на вязкость и жесткость клея. Показатели полимерных клеев устанавливаются по ГОСТ 30535-97 [2].

Однако основополагающим фактором того, что полиуретановые клеи не рекомендуют использовать при возведении ответственных конструкций, является то, что сами по себе полимерные материалы имеют довольно короткий жизненный цикл (порядка 10-20 лет). А за период и без того короткого жизненного цикла они подвергаются разрушению – деструкции и деградации.

К причинам деструкции можно отнести:

- термическую деструкцию – от изменения температур;
- механическая деструкция – при воздействии на полимеры статических и переменных механических нагрузок;
- окислительная и озонная деструкция – при воздействии кислорода и озона;
- гидролиз, который происходит при воздействии на полимер щелочной среды, которой является любой бетон и раствор, где в качестве вяжущих веществ используются цемент и известь;
- повреждение микроорганизмами – анаэробная и аэробная деградация.

Все вышеперечисленные виды воздействий так или иначе оказывают влияние на клей-пену в процессе эксплуатации здания.

Тем не менее, многие производители газобетонных блоков рекомендуют применение полиуретановой клей-пены несмотря на то, что долговечность этого материала не определена и не доказана, а методик ее определения и вовсе нет в нормативных документах. На эти виды пены просто не существует государственных стандартов.

Полиуретановую клей-пену производят, по разработанным производителями, техническим условиям ТУ 2257-002-27840515-2015 [8] и как можно заметить в приведенных ниже характеристиках нет ни одного параметра, который мог бы хоть как-то охарактеризовать долговечность материала (Табл. 2).

Таблица 2 – Технические характеристики полиуретанового однокомпонентного клея

Характеристика	Значение характеристики
Основа	Полиуретановый преполимер
Консистенция	Стабильная пена
Механизм отверждения	Полимеризация от влаги в воздухе
Ячеистая структура	80% закрытых ячеек
Коэффициент теплопроводности, $\lambda$	0,003 Вт/(м·К)
Время отверждения (при 22 °С / относительной влажности 65 %)	35 мин
Время полного отверждения	12 ч
Термостойкость	от -40 до +90 °С
Время для корректировки	7–10 мин

Температура воздуха и основания	От –5 до +35 °С
Время резки	8 мин
Прочность при растяжении	0,08 МПа
Относительная плотность	20 кг/м <sup>3</sup>

На основании всего вышесказанного можно определить задачу, в результате решения которой возможно усовершенствовать отдельные положения нормативных методик проектирования стеновых конструкций с применением однокомпонентного полиуретанового клея:

- разработать методику и провести специально направленные экспериментальные исследования по оценке долговечности наружных ограждающих мелкоблочных стеновых конструкций с тонкостенными швами на основе полиуретановых клеев.

При капитальном строительстве необходимо опираться на знания о свойствах строительных материалов и иметь исчерпывающую информацию о продукте, а не полагаться на рекомендации завода-изготовителя.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. ГОСТ 14760-69. Клеи. Метод определения прочности при отрыве: утвержден и введен в действие Госстандартом СССР от 01.01.1970. М.: Стандартиформ. 1970. С. 7.
2. ГОСТ 30535-97. Клеи полимерные. Номенклатура показателей: утвержден и введен в действие Госстандартом России от 01.01.2002. М.: Стандартиформ. 2002. С. 12.
3. Вишневский, А.А. Российский рынок автоклавного газобетона. Итоги 2016 года / А.А. Вишневский, Г.И. Гринфельд, А.С. Смирнова // Строительные материалы. 2017. № 3. С. 49–51.
4. Сулейманова, Л.А. Строительная система из газобетона для реконструкции зданий / Л.А. Сулейманова, М.В. Марушко, А.К. Лукьяненко // Университетская наука. 2018. № 1 (5). С. 21-24.
5. Горшков, А.С. Повышение теплотехнической однородности стен из ячеисто-бетонных изделий за счет использования в кладке полиуретанового клея / А.С. Горшков, Г.И. Гринфельд, В.Е. Мишин, Е.С. Никифоров, Н.И. Ватин // Строительные материалы. 2014. № 5. С. 57–64.
6. Левиков, А.В. К вопросу использования полиуретановой клей-пены при изготовлении газобетонных перемычек / А.В. Левиков, А.В. Гавриленко // Вестник Тверского государственного технического университета. № 3 (19). 2023. С. 83-89.

7. Горшков, А.С. Свойства стеновых конструкций из ячеистобетонных изделий автоклавного твердения на полиуретановом клее / А.С. Горшков, Н.И. Ватин // Инженерно-строительный журнал. № 5. 2013. С. 5-19.

8. <https://bonolit.ru> [Электронный ресурс] Дата обращения 12.05.2023.

9. Горшков, А.С. Мероприятия по повышению энергоэффективности в строительстве / А.С. Горшков, А.А. Гладких // Academia. Архитектура и строительство. 2010. № 3. С. 246-250.



## Оглавление

Амелин П.А., Аноприенко Д.С.

ИСПЫТАНИЕ ОДНОНАПРАВЛЕННЫХ ТКАНЫХ ПОЛОС ИЗ  
УГЛЕПЛАСТИКА ..... 3

Богачев Д.А.

ТИПИЧНЫЕ ОШИБКИ АРМИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ  
КОНСТРУКЦИЙ, УСТАНОВКИ ЗАКЛАДНЫХ ДЕТАЛЕЙ И  
СВЯЗАННЫЕ С ЭТИМ РИСКИ..... 8

Бурька Т.С.

ПЕРСПЕКТИВЫ МОДЕРНИЗАЦИИ ЗДАНИЙ ШКОЛ В ОБЛАСТИ  
АРХИТЕКТУРЫ..... 13

Василенко М.Э.

МЕТОДЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПАЛУБОЧНЫХ РАБОТ ..... 17

Ватаман В.Ю.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО СОСТАВА ПРИ  
СКЛЕИВАНИИ ДЕРЕВЯННОГО БРУСА ..... 21

Визирякин В.А.

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ БЛАГОУСТРОЙСТА  
МИКРОРАЙОНОВ ..... 26

Гойдин А.С., Шляпкин А.Ф.

АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ПРОЧНОСТИ КЛАДКИ ИЗ ЯЧЕЙСТЫХ БЛОКОВ  
АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ НА СЖАТИЕ, РАСТЯЖЕНИЕ  
ПРИ ИЗГИБЕ И СДВИГЕ..... 31

Давыдова М.И.

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ  
..... 34

<sup>1</sup>Дегтярь Д.А., <sup>2</sup>Серых В.Д.

БЕЗРАСЧЕТНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДА НАПРЯЖЕННОГО  
СОСТОЯНИЯ РАСКОСОВ ФЕРМЫ ТРЕУГОЛЬНОГО  
ОЧЕРТАНИЯ ..... 38

Демьянова А.И., Кувшинова А.С.

ПРИМЕНЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ  
ВЫСОКОПРОЧНОГО МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА ..... 41

Дудник Н.А.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НА  
СТАНЦИЯХ МАЛОЙ И СРЕДНЕЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ... 44

Душнева Н.А.

СРАВНЕНИЕ ТЕПЛОЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕРЕВЯННЫХ И  
МЕТАЛЛОПЛАСТИКОВЫХ ОКОННЫХ БЛОКОВ ..... 48

Ермакова Е.Г.

ВОЗВЕДЕНИЕ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ НАДЗЕМНОЙ  
ЧАСТИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ ИЗ МОНОЛИТНОГО  
ЖЕЛЕЗОБЕТОНА..... 53

Ерохина Е.Ю., Пухов И.Е., Алтухов М.А.

КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ УСИЛЕНИЯ И  
ВОССТАНОВЛЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ  
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ..... 56

Ерохина Е.Ю., Пухов И.Е.

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В ЗОНЕ  
ПОВЫШЕННОЙ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ..... 59

Жиляев А.А.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ В  
ЖИЛИЩНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ..... 63

Зайцев К.А.

К ВОПРОСУ О ПРЕДУПРЕЖДЕНИИ ТЕНДЕНЦИИ РОСТА  
ИЗНОСА ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ ЖИЛИЩНО-  
КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА ..... 67

Зубкова М.Н.

ОБЪЕДИНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВАКУУМИРОВАНИЯ И  
ЭЛЕКТРООСМОСА ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ ТРЕЩИН В КАМЕННЫХ  
И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ ..... 72

Зюбанов А.В.	
РЕНОВАЦИЯ ТЕРРИТОРИИ ГАРАЖНЫХ КООПЕРАТИВОВ ....	76
Костенников В.Д.	
ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ С НИЗКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ.....	80
Кувшинова А.С., Рудакова С.Р.	
АНАЛОГИИ В ТЕОРИИ ПРОЧНОСТИ И ЭФФЕКТИВНЫЕ ПРОФИЛИ СЕЧЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ .....	84
Кутоманов Д.Е., Столярова В.В.	
АНАЛИЗ ВЫБОРА МЕТОДА ВОЗВЕДЕНИЯ БОЛЬШЕПРОЛЕТНОГО ЗДАНИЯ.....	87
Ланина А.В.	
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА NANOCAD СТРОЙПЛОЩАДКА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ .....	91
Сяо Вэньсюй, Ли Цзиньян	
ПРИМЕНЕНИЕ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И ВНУТРЕННЕЙ ОТДЕЛКИ .....	96
Лимощенко В.А.	
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ СТРУКТУРНОГО СИНТЕЗА НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ.....	100
Лимощенко В.А., Пухов И.Е.	
ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И СВОЙСТВА УГЛЕБЕТОНА .....	103
Маклецова А.А.	
КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ЭКЗОСКЕЛЕТОВ .....	107
Нестеров Д.М., Абсиметов В.Э.	

ОСОБЕННОСТИ, ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОСЛОЙНОГО СТЕКЛА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ .....	110
Петрова Д.Д.	
ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ РАСЧЕТОВ ПОТРЕБНОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ ....	116
<sup>1</sup> Пешков Н.М.	
СОВРЕМЕННЫЕ ДЕКОРАТИВНЫЕ ШТУКАТУРНЫЕ СМЕСИ НА ОСНОВЕ МИКРОЦЕМЕНТА .....	120
Питюков И.В.	
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ МОНТАЖА ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ С МЕТАЛЛИЧЕСКИМ КАРКАСОМ .....	123
Понуровский Я.А.	
СОВРЕМЕННЫЕ СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМАМИ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ КАК МЕТОД ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ДЕФЕКТОВ И НЕИСПРАВНОСТЕЙ.....	131
Потур А.М.	
МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ И СТАЛЬНЫХ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.....	136
Пухов И.Е., Лимощенко В.А.	
ПРИМЕНЕНИЕ ФИБРОБЕТОНА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ .....	140
Ратушняк В.Р.	
ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА КРЕПЛЕНИЯ НЕГОРЮЧИХ ГИПСОВЫХ ПЛИТ ДЛЯ ОГНЕЗАЩИТЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ КОЛОННЫ.....	144
Рыженков Е.Н., Сенкевич А.Д.	
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ УСИЛЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ КАРКАСНОГО ЗДАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМИ ОБОЙМАМИ.....	148
Рылов И.В., Сенкевич А.Д.	

АНАЛИЗ КАСАТЕЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ДВУТАВРОВОМ СЕЧЕНИИ СТАЛЬНЫХ БАЛОК С ПОЯСАМИ РАЗНОЙ ФОРМЫ .....	153
Саламе К.Э.	
ОБЗОР МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОЛОНН И ИХ УСИЛЕНИЙ.....	160
Сенкевич А.Д., Рыженков Е.Н.	
НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ БАЛОК С ГОФРИРОВАННОЙ СТЕНКОЙ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ .....	164
Стрючкова М.В., Красильникова К.А., Городков Г.Д.	
ПОВЫШЕНИЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КЛЕЕНОГО СТЕНОВОГО БРУСА .....	167
Тищенко А.Е., Пардаев М.Р., Сысолятин В.Е.	
ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕНОБЕТОНА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ .....	171
Ткачев Д.В.	
ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ МНОГОЭТАЖНЫХ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ ИЗ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА .....	174
Токмаков И.А.	
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ В ВОЗВЕДЕНИИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ .....	178
Тухватуллина Э.М.	
ПРОБЛЕМА ИЗНОШЕННОСТИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ .....	182
Тюленев В.В.	
ИНФОРМАЦИОННЫЕ И КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ.....	187
Федченко Э.И., Тапезникова А.Г.	
ПРИМЕНЕНИЕ БПЛА В КАДАСТРОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	190

Федченко Э.И., Трапезникова А.Г.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В СФЕРЕ  
КАДАСТРОВОЙ НЕДВИЖИМОСТИ..... 194

Фетисов А.С.

ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИКИ И ЛОКАЛИЗАЦИИ ДЕФЕКТОВ  
ПРИ ИНЪЕКЦИОННОЙ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ..... 198

Ширина Д.С.

ОБЗОР РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО  
УКРУПНИТЕЛЬНОЙ СБОРКЕ ДЛЯ МОНТАЖА  
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОЛОНН ..... 201

Шляпкин А.Ф., Гойдин А.С.

О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИУРЕТАНОВОГО  
КЛЕЯ ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ МЕЛКОБЛОЧНЫХ НАРУЖНЫХ СТЕН  
В ЖИЛИЩНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ..... 204