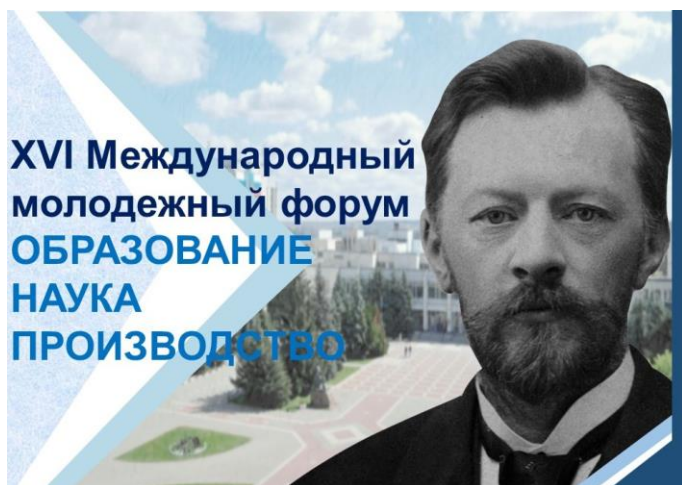


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Российская академия наук
Российская академия архитектуры и строительных наук
Администрация Белгородской области
ФГБОУ ВО Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова
Международное общественное движение инноваторов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



Сборник докладов

Часть 6

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

Белгород

30-31 октября 2024 г.

УДК 005.745
ББК 72.5+74.48
М 43

**XVI Международный молодежный форум
«Образование. Наука. Производство»
[Электронный ресурс]:**
М 43 Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2024. – Ч. 6. – 105 с.

ISBN 978-5-361-01390-6

В сборнике опубликованы доклады студентов, аспирантов и молодых ученых, представленные по результатам проведения XVI Международного молодежного форума «Образование. Наука. Производство». Материалы статей могут быть использованы студентами, магистрантами, аспирантами и молодыми учеными, занимающимися вопросами энергоснабжения и управления в производстве строительных материалов, архитектурных конструкций, электротехники, экономики и менеджмента, гуманитарных и социальных исследований, а также в учебном процессе университета.

УДК 005.745
ББК 72.5+74.48

ISBN 978-5-361-01390-6

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

¹Серых В.Д., ²Гребеник А.А.

Научный руководитель: ²Серых И.Р., канд. техн. наук, доц.

*¹Национальный исследовательский Московский государственный
строительный университет, г. Москва, Россия*

*²Белгородский государственный технологический университете
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

УСТРОЙСТВО ПАРАПЕТА В ЖИЛЫХ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМАХ С ПЛОСКОЙ КРОВЛЕЙ

Парапет является важным элементом конструкции кровли и представляет собой невысокое ограждение по всему ее периметру. Он является обязательным конструктивным элементом для всех зданий в два и более этажей.

Основные функции парапета:

1. Задерживает атмосферные осадки в границах кровли.
2. Защищает фасад здания от неорганизованного сброса атмосферных осадков [1].
3. Служит в качестве защитного ограждения, чтобы люди во время проведения ремонтных работ не сорвались с высоты.
4. Защищает кровельное покрытие от сильных ветровых нагрузок.
5. Играет роль декоративного элемента здания, маскируя различные коммуникации.
6. Обеспечивает конфиденциальность жителям, использующим крышу в качестве пространства для отдыха [2].

Впервые устройство парапетов было зафиксировано во второй половине XV века во Франции и предназначались они в основном для защиты жильцов от злоумышленников. Прячась за бортиком парапета, обитатели дома имели возможность, будучи в безопасности, отстреливаться из лука или просто бросать камни в тех, кто пытался проникнуть в дом. В последствии данный конструктивный элемент появился при строительстве зданий в Испании, Греции и Италии. В России парапеты стали применять с середины прошлого века [3].

Зачастую устройство парапетного узла при строительстве многоквартирных домов выполняют с нарушениями, что в процессе эксплуатации здания приводит к негативным последствиям: появление следов замачивания и плесени в квартирах, образование потеков, высолов, разрушений на фасаде здания и других дефектов [4, 5].

Рассмотрим пример неправильного устройства парапета на примере кровли многоквартирного жилого дома в г. Короча Белгородской области.

Здание кирпичное, пятиэтажное, 1991 года постройки. Кровля плоская, материал покрытия – рубероид. Парапет выполнен из кирпича. Верхняя часть парапета покрыта оцинкованным листом.

В ходе обследования кровельного покрытия были зафиксированы многочисленные отклонения в местах примыкания рулонного покрытия к вертикальным стенкам парапета (рис. 1, слева). Согласно [1] водоизоляционный слой должен быть не только заведен на вертикальную часть парапетной стены, но и на ее горизонтальную поверхность и закреплен механически. Однако, на некоторых участках этого сделано не было. В результате в местах неплотного прилегания слоя рубероида регулярно происходило затекание атмосферных осадков и талых вод, следствием чего стало замачивание потолка и стен квартир, расположенных на верхнем 5-м этаже.

Кровельные карнизы из оцинкованной стали выполнены в большинстве случаев с несоблюдением технологии работ, что привело к появлению множества дефектов: оцинкованные листы уложены в стык (а не внахлест), а места стыка проклеены либо остатками рубероида, либо – алюминиевым скотчем (рис. 1, справа); расстояние между оцинкованным листом и наружной стороной парапета практически отсутствует, хотя согласно [6] оцинкованный фартук должен выступать за боковые грани парапета на расстояние не менее 60 мм; в углах здания он вообще обрезан; уклон нулевой, а должен быть согласно [6] не менее 3% в сторону кровли.



Рис. 1 – Состояние парапета и кровельного карниза

Выводы. Парапетный участок кровли выполнен с нарушениями ГОСТа, поэтому для устранения выявленных дефектов рекомендуется выполнить его согласно п. 12.1.2.2 [6] (рис. 2).

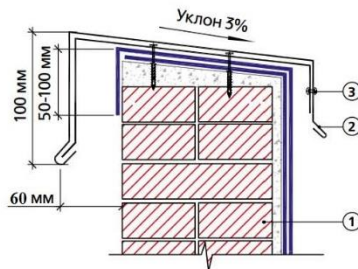


Рис. 2 – Устройство парапетного узла: 1- кирпичная кладка, 2 – фартук из оцинкованной стали, 3 – фартук крепить заклепками к крепежному элементу

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кашуркин А.Ю., Плюснина Е.В., Мельникова И.В. Проектирование устройства для определения стойкости кровельных материалов к воздействию града // Жилищное строительство. 2024. № 7. С. 16-21.
2. Ерышев В.А., Мельник М.С. Устройство зоны отдыха на эксплуатируемой кровле // Эксперт: теория и практика. 2022. № 2 (17). С. 36-38.
3. Носов К.С. Парапет русских кремлей «в итальянском стиле» конца XV – первой трети XVI века // Архитектурное наследство. 2021. № 75. С. 40-59.
4. Серых И.Р., Чернышева Е.В., Дегтярь А.Н., Масыгина Н.И., Серых В.Д. Причины повреждений балконных плит жилых домов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2024. №2. С. 16-23.
5. Дегтярь А.Н., Серых И.Р., Панченко Л.А., Чернышева Е.В. Остаточный ресурс конструкций зданий и сооружений // Вестник БГТУ им. В.Г.Шухова. 2017. № 10. С. 94-97.
6. ГОСТ Р 59122-2020 «Работы кровельные. Монтаж крыш с водоизоляционным слоем из кровельных гибких полимерных материалов. Правила и контроль выполнения работ».

¹Серых В.Д., ²Дегтярь Д.А.

Научный руководитель: ³Серых И.Р., канд. техн. наук, доц.

¹*Национальный исследовательский Московский государственный
строительный университет, г. Москва, Россия*

²*Московский государственный технический университет
им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия*

³*Белгородский государственный технологический университете
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ ПЛЕСЕНИ В МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМАХ

Следует отметить, что плесень появляется только там, где для нее созданы наиболее благоприятные условия: тепло и высокая влажность, к примеру, такой идеальной средой обитания для грибков плесени может стать ванная комната. А, если в доме течет крыша, то в зоне поражения могут оказаться углы комнату или же часть стены, прилегающей к потолку. Подобная проблема зачастую имеет сезонный характер и возникает в большинстве случаев в холодное время года, когда отмечается резкий перепад температур между улицей и внутренним помещением. Кроме того, существует ряд других немаловажных факторов, являющихся причиной появления плесени на стенах и других поверхностях: плохая вентиляция в помещении; неравномерный прогрев дома; трещины в стенах; отсутствие гидроизоляции, вследствие чего влага легко проникает внутрь помещения; соседство с подвалами или чердаками [1-3].

Рассмотрим в качестве примера однокомнатную квартиру, расположенную в белгородском районе. Квартира расположена на последнем этаже многоквартирного кирпичного жилого дома. Квартира расположена в торце дома. Торцевая стена с наружи не утеплена.

Обследование квартиры показало наличие ярко выраженных следов плесени в местах примыкания потолочных плит к стене (рис. 1). Вся торцевая стена и часть прилегающей к ней фасадной стены покрыта плесенью и грибком, включая стыки. Деревянные полы также поражены плесенью непосредственно у стыков с торцевой и фасадной стеной. В швах между откосами оконных проемов имеются образования темного налета (плесени).

Обследование чердачного помещения, расположенного непосредственно над обследуемой квартирой, показало: наличие многочисленных дефектов укладки кровли, в результате которых образовались места просачивания осадков и проникновения голубей; поверхность несущей стропильной системы имеет следы замачивания;

пол чердака усыпан трупам голубей и результатами их жизнедеятельности.



Рис. 1 – Поражение плесенью стен и потолка

На основании проведенного обследования выявлены возможные причины возникновения плесени в жилом помещении:

1. Повышенная влажность в помещении (повышенным считается уровень влаги более 65%) может быть следствием некачественно организованной вентиляционной системы. В этом случае влага не выводится из помещения, начинает оседать в виде конденсата, а стены не просыхают естественным путем.

2. Регулярное замачивание кирпичной кладки торцевой стены на уровне верхнего этажа, причинами которого могут быть: регулярное промерзание, недостаточная гидроизоляция, некачественное утепление, а вернее полное его отсутствие.

3. Регулярное замачивание чердачного помещения, засоренного голубиным пометом и разлагающимися трупами птиц, может привести к повреждению конструкций, образованию запахов, росту плесени и развитию бактерий, а это в свою очередь представляет угрозу для здоровья жильцов и не соответствует санитарным нормам и правилам. В случае использования некачественного раствора при строительстве дома или его разрушения с течением времени есть риск просачивания биоматериала в помещение квартиры, расположенной под чердаком, что неизбежно приведет к образованию неприятного запаха и появления плесени.

4. Регулярное промерзание торцов кирпичной стены в результате некачественных строительных работ: недостаточное внимание уделено

герметизации швов, некачественный раствор; некачественная гидроизоляция или ее полное отсутствие.

Принимая во внимание все вышеизложенное, считаем целесообразным выполнить следующие мероприятия:

1. Наличие в квартире повышенной влажности и образование плесени являются условиями проживания, несоответствующими санитарным нормам и правилам. Для того, чтобы помещение квартиры было пригодно для проживания людей, необходимо провести полную антисептическую обработку и восстановительный ремонт, а также устранить причины намокания конструкций.

2. Рекомендуется провести утепление наружной поверхности торцевой стены. В этом случае при понижении температуры точка росы сместится в сторону утеплителя (ближе к улице), тепло будет хорошо сохраняться, потому что стена будет надежно защищена от атмосферных явлений. Дело в том, что, если толщина стены недостаточна, то при снижении наружной температуры точка росы смещается ближе к комнате. В этом случае возможно промокание стен внутри помещения.

3. Провести качественную герметизацию всех стыков ограждающих конструкций, чтобы исключить теплотери внутри помещения.

4. Устранить протечки и скрытые повреждения кровли. Провести очистку чердачного помещения от накопившегося мусора, сделать качественную гидроизоляцию кровли, а также швов в местах примыкания чердачного перекрытия к внешним ограждающим конструкциям.

5. Регулярно производить чистку вытяжки и вентиляционных отверстий, особенно на кухне и в ванной комнате.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Паньков И.О. Вентиляция и борьба с плесенью и грибами в помещениях / Современные исследования: теория и практика. Сборник статей V Международной научно-практической конференции. Петрозаводск, 2023. С. 137-140.

2. Серых И.Р., Чернышева Е.В., Дегтярь А.Н., Масягина Н.И., Серых В.Д. Причины повреждений балконных плит жилых домов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2024. №2. С. 16–23.

3. Серых И.Р., Чернышева Е.В., Гольцов А.Б. Обследование несущих конструкций главного корпуса консервного комбината // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2022. Т. 7. № 2. С. 30-37.

Алтухов М.А., Еремин В.О.

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

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

РАЗРАБОТКА ВОЗВЕДЕНИЯ БУРОНАБИВНОЙ СВАИ-ОБОЛОЧКИ В НЕУСТОЙЧИВЫХ ГРУНТАХ.

Строительство в условиях неустойчивых грунтов представляет собой сложную задачу, требующую инновационных решений. Одним из таких решений является использование буронабивных свай-оболочек, которые обеспечивают высокую несущую способность и устойчивость конструкции.

Свай-оболочки являются одним из наиболее распространенных типов конструкций в строительстве. Их основная задача — создание прочной и устойчивой фундаментальной системы, способной выдерживать значительные нагрузки. Конструктивные особенности свай-оболочек обеспечивают необходимую прочность и долговечность сооружений, а также эффективное использование ресурсов при строительстве.

Основным элементом свай-оболочек является свая — вертикальный конструктивный элемент, который забивается в грунт до необходимой глубины. Сваи могут быть изготовлены из различных материалов, таких как железобетон или металл, в зависимости от условий эксплуатации и требуемых характеристик сооружения.

Применение свай-оболочек широко распространено в различных отраслях строительства. В первую очередь они используются при возведении высотных зданий и многоэтажных сооружений, так как обеспечивают необходимую несущую способность и устойчивость конструкции.

Еще одной областью применения свай-оболочек является укрепление грунтовых оснований. При строительстве зданий на слабых или подверженных оползням грунтах, свай-оболочки повышают их несущую способность и предотвращают деформации и разрушения сооружений из-за неравномерного оседания [1].

Буронабивные свай-оболочки представляют собой цилиндрические конструкции, которые формируются путем бурения скважины и последующего заполнения ее бетоном [2]. Они обладают высокой прочностью и устойчивостью к нагрузкам, что делает их идеальным решением для строительства (рис. 1).

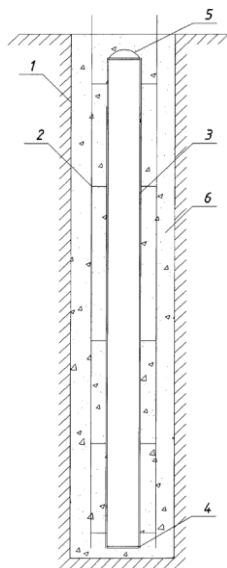


Рис. 1 – Конструкция буронабивной сваи-оболочки, где 1 - скважина; 2 - арматурный каркас; 3 - труба из полиэтилена низкого давления (ПНД); 4 - плоская пластиковая крышка; 5 - выпуклая пластиковая крышка; 6 - железобетонный ствол.

Возведение буронабивной сваи включают в себя несколько основных этапов при строительстве, а именно:

1. Подготовка площадки
2. Бурение скважины
3. Армирование
4. Заполнение бетоном
5. Контроль качества

Каждый из пунктов следует рассмотреть подробнее:

1. Подготовка площадки. Подготовка строительной площадки для установки буронабивных свай-оболочек представляет собой критически важный этап, непосредственно влияющий на успешное завершение всего строительного проекта. Данный этап охватывает комплекс мероприятий, направленных на создание безопасных и эффективных условий для монтажа свай. Необходимо тщательное планирование площадки с учетом требуемых отметок для обеспечения ровного основания под установку оборудования и проведение работ. Укладка дорожных плит на щебеночную подготовку гарантирует

устойчивость и удобство перемещения техники по площадке. Площадка должна обладать достаточными размерами для размещения всего комплекса технологического оборудования, включая буровую установку, бетононасос, пневмоколесный погрузчик и бетоновозы. Также необходимо предусмотреть удобный въезд на площадку для доставки строительных материалов и оборудования. Перед началом работ обязательным является проведение геологических исследований для определения типа грунта и его характеристик, что позволит оптимизировать процесс бурения и армирования свай.

2. Бурение скважины. Бурение скважины осуществляется механическим, электрическим или ручным буром в зависимости от условий и требований проекта. Глубина скважины должна соответствовать проектной глубине, указанной в документации. После завершения бурения необходимо очистить скважину от рыхлой почвы и других посторонних материалов. Это обеспечивает чистоту и стабильность основания для дальнейших работ. На дно скважины укладывается гидроизоляция из рубероида, пластика или асбестоцемента для предотвращения попадания влаги в бетонную смесь [3]. Это особенно важно в условиях высокого уровня грунтовых вод или на водонасыщенных грунтах. После установки гидроизоляции в скважину опускается арматурный каркас, который обеспечивает прочность и долговечность свай. Арматурные стержни должны выступать на высоту планируемого ростверка для дополнительной прочности. После установки арматурного каркаса в скважину подается бетонная смесь. Бетон должен соответствовать требованиям проекта по марке и качеству. После заливки бетон должен схватиться в течение 20-25 дней, после чего можно приступать к следующим этапам устройства фундамента.

3. Армирование. При создании арматурного каркаса продольные стержни и поперечные хомуты соединяются методом сварки или с помощью вязальной проволоки. Для обеспечения устойчивости к деформациям при транспортировке и монтаже каркас дополнительно укрепляется специальными элементами жесткости. Готовый металлический каркас опускается в скважину и центрируется с применением фиксаторов или распорок. Строгий контроль осуществляется за вертикальностью установки и глубиной погружения каркаса. Фиксаторы-центраторы удерживают заданное расстояние между стальной конструкцией и стенками скважины, гарантируя необходимую толщину защитного слоя. Это мероприятие предотвращает коррозию металла и способствует увеличению срока службы свайных элементов [4].

4. Заполнение бетоном. Для обеспечения соответствия требованиям проекта по марке и качеству необходимо тщательно контролировать состав бетонной смеси. В зимний период особое внимание следует уделить поддержанию оптимальной температуры смеси. Заливка скважин осуществляется посредством бетонолитной трубы, опускаемой в скважину. Подача бетонной смеси в трубу производится до её заполнения, после чего смесь постепенно поднимается, заполняя всё пространство скважины. Для достижения необходимой плотности и однородности бетонной смеси применяется вибратор, закреплённый на бетонолитной трубе. Вибрация способствует удалению воздушных пузырьков и равномерному распределению бетона по всему объёму сваи. По завершении заливки скважины формируется головная часть сваи. Для этого используется специальный кондуктор, задающий необходимую форму и размеры головной части. [5].

5. Контроль качества фундаментных свай. В рамках контроля качества выполненных свай проводятся мероприятия: извлечение кернов на полную длину из 2% общего количества свай для визуального осмотра и лабораторного анализа; испытание образцов бетона на одноосное сжатие с целью определения прочности бетона.; сейсмоакустическое обследование 20% свай для контроля длины и выявления пустот или дефектов в теле сваи; радиоизотопные или ультразвуковые измерения качества бетона на полной длине 10% свай; визуальный контроль всех свай на предмет выявления дефектов, таких как расслоение бетонной смеси, фильтрация воды и изменение поперечного сечения ствола сваи.[6].

Разработка и возведение буронабивных свай-оболочек в неустойчивых грунтах представляет собой сложный, но эффективный процесс. Эти конструкции обеспечивают высокую прочность и устойчивость, что делает их незаменимыми в условиях сложных геологических условий. Дальнейшие исследования и оптимизация технологий позволят ещё больше повысить эффективность метода.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Береговая, Ю.А. Разработка технологии возведения буронабивных свай-оболочек с использованием торкретирования / Ю.А. Береговая // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, 01–20 мая 2017 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2017. – С. 906-910.

2. Патент на полезную модель № 204512 U1 Российская Федерация, МПК E02D 5/34. буронабивная свая-оболочка : № 2020143440 : заявл. 25.12.2020 : опубл. 28.05.2021 / О.М. Преснов, М.П. Веремьева ; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский федеральный университет".

3. Сулейманова, Л.А. Методика расчета продолжительности погружения опускных колодцев с учетом надежности технологических элементов / Л.А. Сулейманова, В.В. Кочерженко, И.А. Погорелова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2017. – № 10. – С. 69-72.

4. Нагаева, Н.Б. К расчету свай и свайных фундаментов / Н.Б. Нагаева, В.В. Кочерженко // Интеллектуальные строительные композиты для зеленого строительства : Международная научно-практическая конференция, посвященная 70-летию заслуженного деятеля науки РФ, члена-корреспондента РААСН, доктора технических наук, профессора Валерия Станиславовича Лесовика, Белгород, 15–16 марта 2016 года. Том Часть 2. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2016. – С. 265-271.

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

6. Нагаева, Н.Б. К методике расчета забивных свай / Н.Б. Нагаева, В.В. Кочерженко // Интеллектуальные строительные композиты для зеленого строительства : Международная научно-практическая конференция, посвященная 70-летию заслуженного деятеля науки РФ, члена-корреспондента РААСН, доктора технических наук, профессора Валерия Станиславовича Лесовика, Белгород, 15–16 марта 2016 года. Том Часть 2. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2016. – С. 280-283.

Аноприенко Д.С., Амелин П.А.

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

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВНЕШНЕГО КОМПОЗИТНОГО АРМИРОВАНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ

На сегодняшний день уже имеется определенный опыт использования строительных конструкций с внешним усилением композитными материалами. Усиление конструкции композитами позволяет решить вопрос о производстве работ без остановки основного цикла производства, а также о сохранности конструкции в агрессивной среде. Система внешнего армирования композитными материалами, такими как углепластик, стеклопластик и арамид, продемонстрировала свою эффективность при усилении железобетонных конструкций в результате многих исследовательских работ. Тем не менее большинство этих исследований были сосредоточены лишь на изучении напряженно-деформированного состояния ненагруженных или не имеющих предварительных трещин железобетонных балок, усиленных композитом [1].

Множество исследований было проведено для оценки эффективности использования ламинатов из волокон для укрепления железобетонных балок, подверженных нагрузкам на изгиб. В основном увеличение работ на данную тематику наблюдается в зарубежной литературе [2].

Авторами [3] при испытании 6-и усиленных железобетонных балок было доказано, что на прочность образцов влияет как характер нагружения, так и история нагружения. Было выявлено, что чем меньше нагрузка при усилении, тем выше прочность всей конструкции.

В другом из таких исследований [4] оценивались 16 железобетонных балок (Рис. 1), усиленных ламинатами из углеродного волокна. Авторы создали прогностическую модель, в результате которой оказалось, что усиленные балки демонстрируют повышенную несущую способность, однако теряют пластичность по сравнению с контрольными образцами. Важно отметить, что основной причиной разрушения большинства усиленных балок являлось хрупкое отслаивание бетонной слоя от ламинатов из углеродного волокна на

примере балки S2, независимо от их несущей способности на изгиб. Применение листов из углепластика для покрытия зон с отрицательным или положительным моментом не предотвращает отслаивание, даже если происходит разрыв листов из углепластика при растяжении. Исследование показало, что для предотвращения хрупкого отслаивания ламинатов из углепластика расчётные напряжения сдвига в клеевом слое должны быть ниже $0,80 \text{ Н/мм}^2$.



Рис. 1 – Испытание усиленных композитом железобетонных балок

В эксперименте [5] исследовали 8 железобетонных балок, которые усиливали при разных нагрузках: в первом случае при эксплуатационной, во втором случае после разгрузки от 30 % разрушающей нагрузки. Было доказано, как и авторами [1] работы, чем ниже нагрузка при усилении, тем выше прочность конструкции.

Ученые в другой работе [6] произвели ряд испытаний, где рассматривали влияние различных конструктивных схем усиления железобетонных балок композитами (сбоку, снизу) на прочностные характеристики самой конструкции.



Рис. 2 – Испытание одной из конструктивных схем усиленных композитом железобетонных балок

Было выявлено, что усиление нижней части и боков конструкции одинаково повышают прочности железобетонной балки, увеличение составляет от 60 % до 92 % (Рис. 2).

В работе [7] представлены результаты испытаний 19 железобетонных балок, усиленных композитом с различной

ориентацией волокон. После этого балки подвергались нагрузке до момента их разрушения. При различных направлениях волокон углепластика наблюдались разные типы разрушений. Основная цель исследования заключалась в изучении воздействия ориентации волокон углепластика на прочностные характеристики и жесткость балок.

Авторы [8] испытали 6 железобетонных усиленных балок под нагрузкой. Нагружение происходило при 0 %, 50 % и 70 % от разрушающей нагрузки контрольного образца. Было выявлено, что усиление под нагрузкой больше влияет на деформативность конструкции, нежели чем на её несущую способность.

В работе [9] изучалась эффективность усиления при изгибе в балках с использованием углепластиковых ламинатов. Были изучены экспериментальные и численные результаты девяти балок. Результаты исследования показали, что прочность на изгиб армированных балок увеличилась на 28-75 % по сравнению с балками, которые не были усилены. Дополнительно увеличение количества базальтовых волокон в гибридном ламинате улучшило пластичность на целых 31,1 % для балок с тем же количеством слоев.

Авторы [10, 11] провели экспериментально-теоретические исследования, испытывая однопролетные усиленные железобетонные балки. Используя разные конструктивные схемы усиления, было выявлено, что прирост несущей способности при усилении ненагруженных конструкций составил от 40 % до 63 % в зависимости от схемы усиления.



Рис. 3 – Характерный вид разрушения экспериментальной балки

При усилении нагруженной конструкции прирост составил от 21 % до 34 %. Разрушение образцов в основном происходило из-за отслоения внешнего усиления в различных частях пролета (Рис. 3).

Важным выводом, который нужно учитывать при любом анализе, является максимальная нагрузка. В данном исследовании предельная нагрузка на усиленные балки была сравнена с предельной нагрузкой, приложенной к контрольному образцу. Результаты показаны на Рис. 4,

где по оси y отложена реальная нагрузка в кН, а по оси x — нагрузка y образца [12].

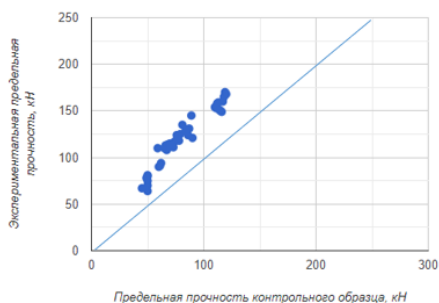


Рис. 4 – Диаграмма сравнительного анализа предельной прочности усиленных конструкций

На рисунке видно, что для большинства образцов фактическая предельная прочность превышает предельную прочность не усиленной конструкции. График показывает, что предельная прочность железобетонных балок, усиленных композитом, на 55 % выше предела прочности контрольного образца. Данный результат достигается при усилении ненагруженных конструкций определенной конструктивной схемой усиления (Рис. 5) [13, 14].

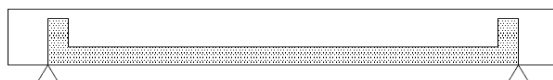


Рис. 5 – Схема усиления изгибаемого железобетонного элемента (усиление по нижней и боковым граням, с устройством анкерov)

Исследование продемонстрировало, что укрепление балок с помощью углеродного волокна может существенно увеличить их предельную прочность, а также жесткость, как эластичную, так и пластичную. При этом более высокое соотношение углеродного волокна и стальной арматуры ведет к повышению прочности и уменьшению деформации. Тем не менее существует оптимальный диапазон для увеличения пластичной жесткости (от 0,05 до 0,1) [15]. После этого избыточное усиление дает все меньше и меньше результата, подчеркивая важность сбалансированной стратегии усиления для достижения максимального роста предельной прочности и жесткости без ущерба для стабильности и целостности конструкции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Римшин, В.И., Сулейманова, Л.А., Амелин, П.А., Фролов, Н.В. Композитное усиление железобетонных изгибаемых элементов, поврежденных под воздействием хлоридной агрессивной среды / В.И. Римшин, Л.А. Сулейманова, П.А. Амелин, Н.В. Фролов // Эксперт: теория и практика. — 2023. — № 1 (20). — С. 29-34.
2. Амелин, П.А., Сулейманова, Л.А. Расчетное обоснование экспериментальных исследований по усилению изгибаемых железобетонных элементов внешним композитным армированием / П.А. Амелин, Л.А. Сулейманова // Наука и инновации в строительстве. Сборник докладов VII Международной научно-практической конференции, посвященной 170-летию В.Г. Шухова.. — 2023. — № . — С. 14-22.
3. Wenwei W., Guo L. Experimental study and analysis of RC beams strengthened with CFRP laminates under sustaining load / Wenwei W., Guo L. // Int. J. Solids Struct. — 2006. — № 43. — P. 1372-1387.
4. Ashour, A.F., El-Refaie, S.A., & Garrity, S.W. Flexural strengthening of RC continuous beams using CFRP laminates / Ashour, A.F., El-Refaie, S.A., & Garrity, S.W. // Int. J. Solids Struct. — 2004. — № 26(7). — P. 765-775.
5. Arduini M., Nanni A. Behaviour of pre-cracked R.C. beams strengthened with carbon FRP sheets / Arduini M., Nanni A. // ASCE Journal of Composites for Construction. — 1997. — № 1 (2). — P. 53-70.
6. Salama, A.S.D., Hawileh, R.A., & Abdalla, J.A. Performance of externally strengthened RC beams with side-bonded CFRP sheets / Salama, A.S.D., Hawileh, R.A., & Abdalla, J.A. // Composite Structures. — 2019. — № 212. — P. 281-290.
7. Norris T., Saadatmanesh H., and Ehsani M.R. Shear and flexural strengthening of RC beams with carbon fiber sheets / Norris T., Saadatmanesh H., and Ehsani M.R. // ASCE. J. Struct. — 1997. — № 123. — P. 903-911.
8. Choobbor, S.S., Hawileh, R.A., Abu-Obeidah, A., & Abdalla, J.A. Performance of hybrid carbon and basalt FRP sheets in strengthening concrete beams in flexure / Choobbor, S.S., Hawileh, R.A., Abu-Obeidah, A., & Abdalla, J.A. // Composite Structures. — 2019. — № 227. — P. 111-115.
9. Shin Y.S., Lee C. Flexural behavior of R.C. beams strengthened with carbon fiber-reinforced polymer laminates at different levels of sustaining load / Shin Y.S., Lee C. // ACI Struct. J.. — 2003. — № 100. — P. 231-239.
10. Бокарев, С.А., Смердов, Д.Н. Экспериментальные

исследования изгибаемых железобетонных элементов, усиленных композитными материалами / С.А. Бокарев, Д.Н. Смердов // Известия вузов. Строительство. . — 2010. — № 2. — С. 112-124.

11. Неровных А.А. Совершенствование методики оценки грузоподъемности железобетонных пролетных строений железнодорожных мостов, усиленных композитными материалами: Авт. реф. дис. ...канд. техн. наук. Новосибирск. 2013. 24 с.

12. Меркулов, С.И., Есипов, С.М. Увеличение несущей способности железобетонных конструкций усилением внешним армированием композитным материалом / С.И. Меркулов, С.М. Есипов // Бюллетень строительной техники. — 2018. — № 2. — С. 56-57.

13. Юшин, А.В., Морозов, В.И. Анализ напряженно-деформированного состояния двухпролетных железобетонных балок, усиленных композитными материалами по наклонному сечению, с учетом нелинейности / А.В. Юшин, В.И. Морозов // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 5. — С. 273.

14. Смоляго, Г.А., Жданов, А.Е., Обернихина, Я.Л. Влияние уровня нагрузки усиления на несущую способность железобетонных балок, усиленных углепластиком / Г.А. Смоляго, А.Е. Жданов, Я.Л. Обернихина // Железобетонные конструкции. — 2023. — № 3. — С. 49-61.

15. Шмойлов, Е.Е., Федотов, М.Ю., Шарутин, И.А. Полимерные композиты для внешнего армирования строительных конструкций / Е.Е. Шмойлов, М.Ю. Федотов, И.А. Шарутин // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. — 2024. — № 20. — С. 21-34.

УДК 69

Владыкин А.Ю.

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

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

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СОВРЕМЕННОМ МНОГОЭТАЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Послойное экструдирование с применением бетонных смесей на основе минеральных вяжущих — наиболее часто применяемый в строительстве метод аддитивных технологий. Для этого используется строительный принтер, из рабочего сопла которого выдавливается

быстротвердеющая бетонная смесь (рис. 1). Такая смесь укладывается послойно, в то время как сопло принтера движется по запрограммированному пользователем пути [1-4].



Рис. 1 – Внешний вид стены, напечатанной строительным принтером

Авторы [5] утверждают, что при возведении зданий с применением строительных 3D принтеров ресурсоемкость строительства уменьшается на 30 %, при этом на 50 % снижается антропогенное воздействие на окружающую среду.

Согласно трудам исследователей [6], возведение стен с применением строительных принтеров является на 48 % более экономически выгодным в сравнении с традиционным методом строительства стен, имеющих аналогичные теплозащитные характеристики и выполненными из газобетонных блоков с отделкой из облицовочного кирпича.

Строительные 3D-принтеры уже применяются в малоэтажном строительстве, в то время как при возведении многоэтажных зданий они все еще не нашли широкого применения [7-9]. Китайской компании WinSun удалось возвести пятиэтажный жилой дом с применением аддитивных технологий. Это здание было собрано из предварительно напечатанных одноэтажных модулей (рис. 2).



Рис. 2 – Пятиэтажный жилой дом, собранный из предварительно напечатанных элементов

Ограниченное применение строительных принтеров для возведения многоэтажных зданий связано с рядом факторов:

- ограниченная зона работы строительного принтера;
- ограниченные возможности в роботизированном армировании;
- невозможность роботизированного создания полноценных монолитных перекрытий;
- необходимость частой корректировки подкрановых путей;
- отсутствие геодезических и топографических систем для точной установки строительных принтеров;
- отсутствие нормативной документации по применению строительных принтеров;
- современное ПО не позволяет полноценно контролировать процесс 3D-печати с учетом особенностей многоэтажного строительства;
- необходимость устойчивости строительных принтеров при работе на высоте;
- большинство материалов, применяемых при малоэтажном строительстве, не подходят для многоэтажного строительства.

Для решения проблемы, связанной с ограниченной зоной работы строительных 3D-принтеров, существует прототип башенного приставного крана, объединенного с роботизированным принтером (рис. 3) [9, 10].

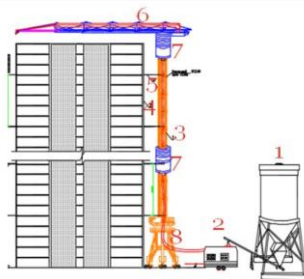


Рис. 3 – Башенный приставной кран, объединенный с роботизированным принтером: 1 – емкость с бетонной сухой смесью; 2 – комплекс подачи готовой бетонной смеси; 3 – приставной кран; 4 – возводимое здание; 5 – дополнительные опоры крана; 6 – роботизированный строительный 3D-принтер; 7 – бункеры с готовой смесью; 8 – бетоновод

Подобной модификаций может стать строительный 3D-принтер на базе самоподъемного крана. На стреле такого крана должен быть закреплен экструдер и грузовая тележка с крюком.

Одним из шагов в решении проблемы роботизированного армирования конструкции стало изобретение сопла, дополненного

экструдером строительной смеси. Такой экструдер позволяет производить вертикальное армирование конструкции карбоновой или стекловолоконной нитью по принципу швейного механизма (рис. 4) [11]. Несмотря на свою функциональность, данный вид экструдера не в состоянии создать пространственную сетку.

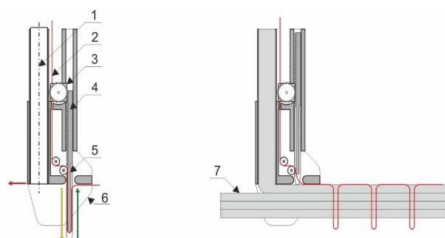


Рис. 4 – Экструдер вертикального армирования карбоновой нитью:
1 – подающее горло; 2 – карбоновая нить; 3 – двигатель; 4 – передача; 5 – игла;
6 – направляющая; 7 – затвердевшая конструкция

Исследователи [12] считают, что возможен вариант одновременного применения двух таких экструдеров. В такой схеме один из экструдеров должен быть расположен горизонтально, что позволяет армировать конструкцию в двух направлениях.

Проблема, связанная с созданием перекрытий, является одной из самых сложно решаемых. Существует способ бетонирования плиты с помощью вертикальной заливки, однако, из-за технологии послойного экструдирования, при переходе в горизонтальное состояние, слои располагаются вертикально, что негативно влияет на прочность. Кроме того, образуются концентраторы напряжений и выколы.

Альтернативой может стать непосредственная печать сборных плит перекрытий на строительной площадке. Для этого необходимо объединить кран и строительный принтер в единое целое, затем с помощью программного обеспечения выделить дополнительную площадь на строительной площадке, на которой 3D-принтер будет печатать перекрытие, а после застывания бетона можно будет осуществлять монтаж.

В настоящее время строительные 3D-принтеры являются альтернативой традиционному строительству лишь при возведении малоэтажных зданий. Несмотря на то, что это направление динамично развивается, все еще существует ряд нерешенных проблем, ограничивающих применение строительных аддитивных технологий в многоэтажном строительстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сулейманова, Л.А. Сущность аддитивных технологий в строительстве / Л.А. Сулейманова, И.А. Погорелова, М.В. Марушко // Университетская наука. – 2018. – № 2(6). – С. 70-74. – EDN YWCZZZ.
2. Шорстова, Е.С. Фибробетон для 3D-печати / Е.С. Шорстова, С.В. Клюев, А.В. Клюев // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2019. – № 3. – С. 22-27. – DOI 10.34031/article_5ca1f6300a4956.62644399. – EDN ZPLUAM.
3. Королев, Е.В. Способ обеспечения внутреннего ухода за гидратацией цемента в составах для 3D-печати / Е.В. Королев, Т.К. Зыонг, А.С. Иноземцев // Вестник МГСУ. – 2020. – Т. 15, № 6. – С. 834-846. – DOI 10.22227/1997-0935.2020.6.834-846. – EDN IDNSIE.
4. Материалы для строительных 3D-принтеров и варианты конструктивного решения зданий / Е.А. Крушельницкая, Н.В. Огнев, Ц. Чжан, Л.А. Сулейманова // Международный студенческий строительный форум - 2018 (к 165-летию со дня рождения В.Г. Шухова) : Сборник докладов. В 2-х томах, Белгород, 26 ноября 2018 года. Том 1. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2018. – С. 255-259. – EDN MWKCPV.
5. Иноземцев, А.С. Анализ существующих технологических решений 3d-печати в строительстве / А.С. Иноземцев, Е.В. Королев, Т.К. Зыонг // Вестник МГСУ. – 2018. – Т. 13, № 7(118). – С. 863-876. – DOI 10.22227/1997-0935.2018.7.863-876. – EDN XUWKRV.
6. Сулейманова, Л.А. Оценка возведения стен здания с помощью 3D-принтера в сравнении с традиционным строительством из бетонных блоков / Л.А. Сулейманова, Н.В. Огнев // Университетская наука. – 2017. – № 2(4). – С. 13-15. – EDN YRGPFLL.
7. Свинцов Е.В., Петренева О.В. Строительные 3D-принтеры и их преимущества при использовании в малоэтажном строительстве // Архитектура, строительство, транспорт. 2023. №2.
8. Абрамян, С.Г. Современные строительные аддитивные технологии. Часть 2 / С.Г. Абрамян, А.Б. Илиев, С.И. Липатова // Инженерный вестник Дона. – 2018. – № 1(48). – С. 159. – EDN XSMQLZ.
9. Аддитивные технологии - динамично развивающееся производство / О.Н. Гончарова, Ю.М. Бережной, Е.Н. Бессарабов [и др.] // Инженерный вестник Дона. – 2016. – № 4(43). – С. 123. – EDN YJKSTJ.
10. Турышева, Е.С. Виды строительных принтеров для 3D печати различных конструкций / Е.С. Турышева, Н.А. Черепанов // Актуальные вопросы строительства: взгляд в будущее: Сборник научных статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции,

посвященной 40-летию создания Инженерно-строительного института, Красноярск, 19–21 октября 2022 года. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2022. – С. 365-369. – EDN FVMCXT.

11. Патент № 2724163 С1 Российская Федерация, МПК В29С 64/209. экструдер строительных смесей для 3D принтера: № 2019127053: заявл. 28.08.2019: опубл. 22.06.2020 / А.В. Маслов ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «АМТ». – EDN RCVYCH.

12. Дорофеев, Е.П. Устройство вертикального армирования для строительного принтера / Е.П. Дорофеев, А.Н. Юрова // Инновации и инвестиции. – 2022. – № 7. – С. 103-105. – EDN OJNEFB.

УДК 69.059.25:69.059.7

Гапешкин В.С.

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

РЕКОНСТРУКЦИЯ ОБЪЕКТОВ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ПОСЛЕ УДАРНО ВЗРЫВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Реконструкция объектов после повреждений – это сложный многогранный процесс, включающий в себя различные этапы (Рис.1).



Рис.1 – Этапы реконструкции объектов после повреждений

Осмотром и оценкой повреждений занимается строительная экспертиза [1-2]. Основные задачи:

– Установление актуального технического состояния строительных элементов в целом и их составляющих с учетом изменений, происходящих с течением времени, а также принятие обоснованного решения о возможности дальнейшей эксплуатации объекта.

– Обнаружение визуально заметных дефектов и повреждений конструкций, вызванных коррозией, температурными воздействиями, статическими или динамическими нагрузками, включая неравномерные осадки фундаментов, которые могут негативно сказаться на прочностных и деформативных свойствах конструкций и усугубить эксплуатационные характеристики здания в целом [3].

– Подготовка экспертного заключения и формулирование рекомендаций по восстановлению и ремонту конструктивных элементов, необходимых для возвращения здания в его первоначальное техническое состояние.

Исходное техническое состояние представляет собой уникальную категорию, которая отличается от общепринятых стандартов, установленных в ГОСТ 31937 и СП13-102-2003. Это состояние строительных конструкций или всего здания в целом формируется непосредственно перед появлением динамических воздействий взрывного характера. Оно может включать в себя наличие дефектов и повреждений, которые обусловлены физическим износом.

В общем выводе строительной экспертизы оценивается состояние дома, например: поврежденные конструкции находятся в аварийном состоянии, угрожающем дальнейшим обрушением, поскольку существенно нарушена не только сплошность бетонного объема элементов, но конструкции повреждены в местах соединений, обеспечивающих их пространственную жесткость и проектную расчетную схему фактической работы под нагрузкой [4-9].

Далее приводятся рекомендации по восстановлению и графические материалы (Рис.2).

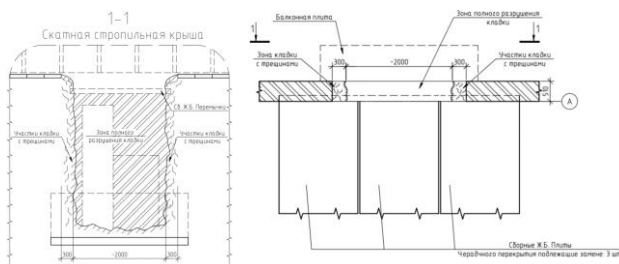


Рис.2 – Схемы повреждений объекта

В проектирование реконструкции входит:

Разработка проектно-сметной документации: создание проекта реконструкции, учитывающего степень повреждений, требования безопасности, нормативные документы и стандарты строительства.

Выбор материалов и технологий: определение типов материалов и технологий, пригодных для восстановления поврежденных конструкций, обеспечивающих прочность и безопасность объекта.

Осмечивание – подсчет объемов работ, определение конечной стоимости восстановления объекта.

Реализация реконструкции:

- Подготовка территории: очистка территории от обломков, мусора и опасных материалов.

- Демонтажные работы: удаление поврежденных конструкций, материалы и устройство необходимых подпорных конструкций [6].

- Восстановительные работы: ремонт или замена поврежденных стен, колонн, балок, перекрытий, крыши, фундамента, инженерных систем.

- Отделочные работы: восстановление отделочных материалов, штукатурки, покраски, полов, окон, дверей, и других элементов интерьера.

- Установка оборудования: монтаж и наладка инженерных систем, оборудования и техники.

В **приемке объекта** происходит проведение технического осмотра: проверка качества выполненных работ и соответствия восстановленного объекта нормам и стандартам. Предоставление документации: акты, по форме КС-2, КС-3, исполнительные схемы (рис.3, 4), сертификаты на материалы, общий журнал работ.

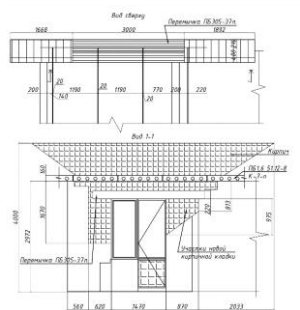


Рис.3 – Схема восстановления кирпичной кладки и установки перемычки

военной инфраструктуры // Инженерный вестник Дона. 2020. № 11(71). С. 280-289

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

8. Глаголев Е.С., Сулейманова Л.А., Марушко М.В. Нормативноправовое регулирование жилищного строительства в России // Сборник докладов Международной научно-практической конференции "Наука и инновации в строительстве". - Белгород: Изд-во БГТУ. 2017. С. 196-205.

9. Сулейманова Л.А., Погорелова И.А., Марушко М.В. Эффективная реализация действующих законодательных актов как важный этап развития жилищного строительства в России // Университетская наука. 2017. № 2 (4). С. 27-30.

УДК 692.115

Гузеева В.Ю.

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

АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ФУНДАМЕНТОВ С ЦЕЛЬЮ ОБОСНОВАНИЯ ОБЛАСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Фундамент является неотъемлемой частью любого строительного проекта, и его правильный выбор существенно влияет на прочность и долговечность сооружения. В зависимости от характеристик грунта, типа здания, его назначения и проектных требований, используются различные типы фундаментов: свайные, ленточные и плитные. В этой статье мы рассмотрим каждый из типов более подробно, а также обсудим, когда и в каких условиях целесообразно применять тот или иной вид фундамента.

Ленточные фундаменты, как правило, выполняют под несущие и самонесущие стены сооружений, а также под колонны в виде одиночных или перекрестных лент. Изготавливают такие фундаменты либо в монолитном, либо в сборном варианте. При этом для сборного варианта используют типовые фундаментные стеновые блоки и фундаментные плиты заводского изготовления [1].

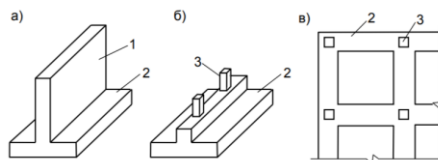


Рис. 1 – Ленточные фундаменты:

1 – стена; 2 – фундаментная подушка; 3 – колонна

Ленточные фундаменты применяют в следующих случаях: Строительство зданий на скальных, известковых, песчаных и других благоприятных грунтах с высокой несущей способностью и устойчивостью к морозному пучению.

Строительство домов на пучинистых, сыпучих, торфяных и других проблемных почвах. В этом случае нужно углубление фундамента до более плотных слоёв или применение дополнительных элементов, таких как сваи, ростверки.

Строительство тяжёлых домов из кирпича, камня и других материалов, которые создают большую нагрузку и нуждаются в прочном и жёстком основании.

Строительство лёгких домов из дерева, каркаса, сэндвич-панелей и других материалов, которые не создают большой нагрузки.

Возведение сооружений с наличием подвала или цокольного этажа — ленточный фундамент в этом случае выступает в качестве стен цоколя или подвала.

Также ленточные фундаменты подходят для возведения офисных зданий, складов, хозяйственных построек и других сооружений разной формы [2].



Рис. 2 – Строительство ленточного фундамента

Преимущества.

- Равномерное распределение нагрузки: ленточные фундаменты обеспечивают равномерное распределение нагрузки от стен по всей площади, что уменьшает вероятность осадки.

- Экономичность: они часто дешевле свайных фундаментов, особенно при строительстве небольших домов.

- Практичность: ленточные фундаменты просты в проектировании и монтаже, что сокращает время на выполнение работ.

Недостатки.

- Ограниченные возможности на слабых грунтах: На очень мягких или подвижных грунтах ленточные фундаменты могут не обеспечивать необходимую стойкость.

- Сложности с дренажом: Установка ленточного фундамента требует надежного дренажа, чтобы избежать подтопления.

Когда использовать?

Ленточные фундаменты рекомендуется использовать в следующих случаях:

- При строительстве одно- и двухэтажных жилых зданий на устойчивых или умеренно устойчивых грунтах.

- Для зданий с несущими стенами и небольшими перекрытиями.

- В условиях, где хорошо устроен дренаж, чтобы предотвратить накопление влаги.

Свайный фундамент — это инженерная конструкция, предназначенная для передачи нагрузки на плотные (прочные) грунты, расположенные на глубине, на которой опирание на них фундаментов мелкого или глубокого заложения нецелесообразно (неэкономично). Свайный фундамент состоит из свай - стержней, выполняемых из различных материалов, и ростверка - железобетонной плиты, распределяющей усилия от надземных конструкций на отдельные сваи. Сваи различаются по материалу, конструкции, способу изготовления и погружения, по характеру работы и пр., а свайные фундаменты - в зависимости от конструкции ростверка.

Основное назначение свай — равномерное распределение нагрузки от постройки на твёрдые слои почвы. Их несущую способность обеспечивает давление, которое создаёт окружающий уплотнённый грунт [3].



Рис. 3 – Свайный фундаменты

Преимущества свайных фундаментов.

- Подходит для слабых грунтов: свайные фундаменты обеспечивают надежную поддержку для сооружений, возводимых на слабых или неплодородных грунтах, где другие типы фундаментов могут быть неэффективными.

- Минимизация осадки: благодаря передаче нагрузки на более глубокие, устойчивые слои, свайные фундаменты уменьшают вероятность неравномерной осадки.

- Скорость монтажа: установка свай может быть выполнена достаточно быстро, что способствует сокращению сроков строительства.

Недостатки.

- Высокая стоимость: свайные фундаменты могут оказаться дороже других типов фундаментов из-за стоимости свай и оборудования для их установки.

- Сложности с мониторингом: контроль состояния свай после установки может быть затруднен, что увеличивает риски возникновения проблем.

Свайные фундаменты целесообразно использовать в следующих случаях:

- При строительстве зданий на слабых или болотистых грунтах.

- Для многоэтажных конструкций и тяжелых промышленных зданий, где требуется значительная грузоподъемность.

- На участках с высоким уровнем грунтовых вод.

Плитный фундамент — вид фундамента для здания, в том числе для индивидуального дома, который представляет собой монолитную конструкцию из бетона/железобетона или сборный каркас из блочных элементов, на котором возводятся стены строения. Применяется в зонах с повышенными внешними нагрузками, высоком уровне грунтовых вод [4].



Рис. 4 – Строительство фундамента

При проектировании фундамента ведётся учёт веса и габаритов строения, характер грунта на участке и особенности гидрогеологической обстановки. Для предотвращения растрескивания плиты от сил морозного пучения — когда замерзают и расширяются грунтовые воды и неравномерно воздействуют на какую либо часть фундамента, рядом с ней обустраивается дренаж. Глубина заложения дренажа зависит от уровня и вида грунтовых вод. Основание плиты делается в виде подушки из песка и щебня, в некоторых случаях основанием может быть выровненный не нарушенный (не разрыхлённый) или уплотненный грунт участка. Выбор основания фундамента и вида дренажа производится после геологических изысканий [6].

Для создания плитного фундамента необходимо:

1. Правильно рассчитать нагрузки на основание в зависимости от проекта строения и условий на местности;
2. Учесть характер и глубину промерзания грунта;
3. На основании расчетов подобрать подходящую разновидность плитного фундамента;
4. Применить бетон и арматуру, соответствующие требованиям строительных и проектировочных стандартов — ГОСТ и СНиП;
5. Произвести расчеты глубины основания, учесть необходимость дополнительного укрепления;
6. Спроектировать и создать дренажную систему и подушку между плитой и грунтом.

Особенностью данного вида основы под постройку является возможность начинать строительство на участках с насыпным грунтом или в случаях, когда имеет место неравномерное сжатие почвы. Говоря о способности такого фундамента противостоять пагубному воздействию грунтовых вод, необходимо уточнить, что такая конструкция может выдерживать значительное гидростатическое давление. Конструкция плитного фундамента также хорошо справляется и с перемещением грунтов в любом направлении: вертикальном и горизонтальном [5].

Благодаря высокой прочности допускается возводить постройки, которые будут оказывать ощутимые нагрузки, в частности, нередко строится плитный фундамент под кирпичный дом [6].

Таким образом, выбор типа фундамента должен основываться на тщательном анализе геологических условий, проектных требований и экономических факторов. Правильный выбор фундамента не только

гарантирует долговечность и безопасность здания, но и способствует его эффективной эксплуатации в будущем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Смирнов А.А., Чернова Е.В. Особенности организации первых этажей многоквартирных жилых домов // Архитектура и строительство. – 2018. – № 3. – С. 45-52.
2. Архсовет (Электронный ресурс) : Городской дизайн, 2015, URL: <https://archsovet.msk.ru>
3. Иванова Н.П. Функциональное использование первых этажей жилых домов: анализ современных тенденций // Градостроительство и архитектура. – 2020. – Т. 12, № 2. – С. 78-85.
4. Калачук Т.Г. К вопросу проектирования и строительства на слабых грунтах / Т.Г. Калачук // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2015. - № 5. - С. 120-124.
5. Черныш А.С., Калачук Т.Г., Губарев С.А. Проектирование оснований и фундаментов зданий и сооружений: Методические указания к выполнению курсового проекта по основаниям и фундаментам для студентов, обучающихся по направлению 08.03.01 – Строительство/ А.С. Черныш, Т.Г. Калачук, Губарев С.А. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2020. - 95 с.
6. Затолокина Н.М., Губарева М.М. Социальная адаптация неиспользуемых промышленных объектов. Вектор ГеоНаук. 2022. Том 5. № 3. С.59-67.

УДК 69.001.5

Гуров Ф.В.

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

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

СОХРАНЕНИЕ АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ ПОСРЕДСТВОМ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕДВИЖКИ ЗДАНИЙ

В связи с высоким темпом строительства многоквартирных домов и развития жилых микрорайонов, девелоперы все активнее скупают недвижимость первого послевоенного десятилетия. Однако помимо недвижимости первого послевоенного десятилетия, не несущей в себе никакой ценности, в руки к застройщикам попадают объекты архитектурного и исторического наследия, которые нельзя или

нежелательно сносить, поэтому для сохранения архитектурного наследия применялась технология по передвигке зданий.

Если углубляться в развитие данной технологии, то она использовалась еще в Древнем Египте, египтяне перемещали блоки весом до 100 тонн на санях по мокрому песку. В начале двадцатого века деревянные рубленые здания перевозились на другой берег на деревянном плоту за сотни километров. Деревянные здания отличаются от каменных по своему конструктиву, поэтому технологию передвигки пришлось модернизировать и принять сложные инженерные решения уже в конце двадцатого века. Передвижение каменных зданий требует серьезных усилий, так как камень в отличие от дерева – не упругий. Поэтому малейшая деформация приводит к образованию трещин.

Первое каменное здание было перенесено в 1455 году итальянским архитектором Аристотелем Фиораванти, который передвинул 25-метровую колокольню в Болонье на 13 метров (рис. 1).

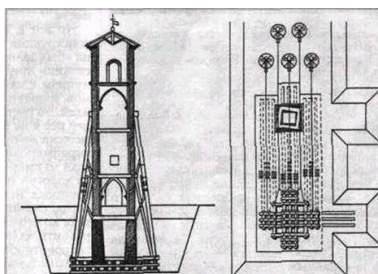


Рис. 1 – Колокольня в Болонье

Массовые перемещения зданий начали практиковаться в США еще в XIX веке. Американские инженеры применяли следующую технологию: на уровне стен первого этажа устанавливали балки, ориентированные в одном направлении, а под ними размещали еще несколько рядов балок, расположенных перпендикулярно. В фундаменте под этой конструкцией делали гнезда, в которые устанавливали ручные винтовые домкраты. При одновременной работе всех домкратов здание поднималось (рис. 2).

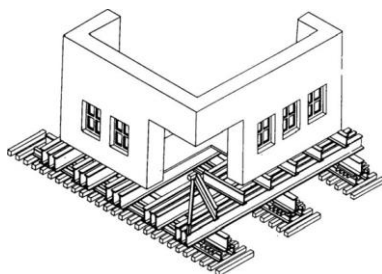


Рис. 2 – Схема конструкции для передвижения зданий в США.

В России массовый перенос зданий начался после утверждения Генерального плана реконструкции Москвы в 1935 году. Данный план предусматривал расширение магистральных улиц за счёт сноса некоторых зданий. Однако здания, которые представляли историческую ценность было решено не сносить, а сдвинуть вглубь. Примером архитектурного наследия, которое было перенесено, являются здания «Моссове́та», «Саввинское подво́рье» и «Конторский дом Сы́тина». Конструкция для перемещения включала рандбалки, которые устанавливали в капитальные стены здания. Под ними, в промежутках между фундаментными столбами, размещали 12 гидравлических домкратов, установленных на шпальные клетки. Когда здание переносило вес на домкраты, все столбы фундамента разбирали, и здание поднимали на 80 см. Далее под конструкцией и по пути перемещения укладывали деревянный настил и рельсы. К рандбалкам приваривали швеллеры стенками вниз, которые выполняли роль ходовых балок. В зазор между этими балками и рельсами помещали катки из труб диаметром 85 мм, с интервалом в 75–80 см. Затем здание опускали на катки, снова используя домкраты.



Рис. 3 – Расположение ходовых путей и рельсов путей для передвижки

В наше время так же используют технологию передвижки зданий. Например, в 2020 году в Шанхае была перенесена историческая школа

Лагена, которая была возведена 89 лет назад. Строителям пришлось сначала окопать здание, чтобы установить 198 шагающих опор, которые подключены к одному компьютеру, который позволяет синхронизировать работу опор (рис. 4).



Рис. 4 – Мобильные опоры под школой Лагена

В июле 2020 года в Москве во время строительства микрорайона «Шереметьевский» была передвинута водонапорная башня 19-го века. Башню отделили от фундамента и при помощи гидравлических домкратов подняли и перенесли на железобетонную плиту для передвижения башни по рельсам (рис. 5).



Рис. 5 – Передвижка водонапорной башни завода «Борец»

Перенос зданий остается актуальным для сохранения архитектурного наследия, особенно в случае реконструкций или расширений городских территорий, где строения оказываются на пути новых транспортных развязок, инфраструктурных объектов или современных зданий. Эта технология позволяет сохранить исторические и культурные памятники, которые иначе могли бы быть утрачены. Сегодня технология становится все более точной и щадящей, что позволяет обеспечить сохранность объектов культурного наследия даже при необходимости значительных изменений в городской среде.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технология переноса зданий и сооружений от истоков до наших дней / [Электронный ресурс] // : [сайт]. — URL: <https://dzen.ru>
2. Градостроительный комплекс Москвы/ [Электронный ресурс] // : [сайт]. — URL: <https://stroim.mos.ru>
3. Как в СССР передвигали дома вместе с жильцами / РБК/ [Электронный ресурс] // : [сайт]. — URL: <https://realty.rbc.ru>
4. В Китае подвинули здание старой школы на 60 метров / cnn.com / [Электронный ресурс] // : [сайт]. — URL: <https://fishki.net>

УДК 33

Демьянова А.И.

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

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

ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: ПРОФЕССИЯ БУДУЩЕГО

Информационное моделирование зданий (BIM) представляет собой новую парадигму в проектировании, строительстве и эксплуатации объектов недвижимости. Актуальность данного исследования обусловлена высокими потребностями строительной отрасли в эффективных и инновационных решениях, позволяющих оптимизировать затраты, улучшить качество и сократить сроки реализации проектов. В условиях конкуренции и ограниченных ресурсах, внедрение BIM-технологий открывает новые возможности для повышения продуктивности и рентабельности. Значимость данного исследования определена не только экономическими аспектами, но и возможностью улучшения взаимодействия между всеми участниками строительного процесса, от проектировщиков до эксплуатационных служб, а также развитием новых профессий, востребованных в будущем.

Информационное моделирование начало свою историю с появления первых CAD-систем в 1970-х годах. Однако, только в начале XXI века концепция BIM (Building Information Modeling) стала основным направлением в строительной отрасли. Развитие технологий, таких как облачные вычисления и обработка больших данных, позволило BIM-системам стать более доступными и удобными для пользователей.

ТИМ – это, фактически, аналог BIM, созданный для соответствия специфическим требованиям и стандартам российского законодательства. Но в отличие от BIM, в ТИМ, кроме технической составляющей, предусмотрена интеграция с государственными информационными системами и автоматизация взаимодействия между застройщиком и государственными органами. В рамках ТИМ происходит согласование документации и обмен информацией в электронном виде, упрощающие контроль со стороны государства, а также учитываются вопросы стандартизации и унификации данных. В российских государственных документах терминология ТИМ закрепились после введения соответствующих требований для строительных проектов. В 2021 году был принят закон, который обязал, начиная с 2022 года, применять ТИМ для государственных строительных проектов в целях повышения прозрачности и эффективности управления строительными проектами, улучшения качества и снижения издержек на стадии проектирования и строительства.

Основное различие между BIM и ТИМ в том, что BIM ориентирован на технические аспекты моделирования и управления проектами, а ТИМ охватывает более широкий круг задач, так как дополнительно учитывает юридические и бюрократические процедуры, связанные с российскими нормативами. Однако и ТИМ и BIM направлены на повышение качества проектирования и строительства.

Преимущества информационного моделирования:

- улучшенное сотрудничество и коммуникация;
- оптимизация проектирования;
- снижение затрат и времени;
- управление жизненным циклом объекта;
- анализ данных и устойчивое развитие.

Недостатки информационного моделирования:

- высокие начальные инвестиции;
- длительная адаптация к интерфейсу;
- своевременная оптимизация ПО;
- мотивация сотрудников.

Одной из наиболее перспективных профессий, связанных с информационным моделированием в строительстве, является BIM-специалист. BIM-специалисты отвечают за создание, управление и анализ информационных моделей проектов. BIM-специалисты играют ключевую роль в процессе проектирования и строительства, обеспечивая взаимодействие между архитекторами, инженерами, строителями и заказчиками. Они помогают оптимизировать процессы

проектирования, управлять информацией о проекте, а также предотвращать конфликты и ошибки на стадии проектирования.

С появлением информационного моделирования зданий (BIM) в строительной отрасли возникла потребность в высококвалифицированных специалистах, обладающих знаниями и навыками для работы с новыми технологиями.

Основные виды профессий, связанных с BIM технологиями:

- Архитекторы BIM создают трехмерные модели зданий, учитывая функциональные, эстетические и технические требования. Основные задачи архитектора BIM включают: разработку концептуального дизайна.

- Инженеры-строители создают модели, отражающие несущие способности конструкций и учитывают их взаимодействие с другими системами. Основные обязанности включают: проектирование конструктивных элементов здания и сооружения их расчет на прочность и устойчивость.

- Инженер-проектировщик MEP (Mechanical, Electrical, Plumbing) занимается проектированием инженерных сетей, которые входят в состав зданий. Их задачи включают: разработка и моделирование систем отопления, вентиляции и кондиционирования (HVAC), проектирование электрических и сантехнических систем.

- BIM-координаторы отвечают за эффективное взаимодействие всех участников проекта, работающих с BIM. Они обеспечивают согласованность информации, а также её обновление в процессе выполнения работ. Основные функции включают: управление процессами создания и использования BIM-данных; взаимосвязь между участниками проекта, ведение документации и контроль версий BIM-моделей.

- BIM-менеджеры играют стратегическую роль в компании, отвечая за внедрение и развитие BIM-технологий. Они управляют командой BIM-специалистов и планируют процесс работы с моделями. Основные обязанности включают: разработку стратегии и политики использования BIM в организации, обучение сотрудников и внедрение новых стандартов и контроль качества BIM-данных и моделей на всех этапах.

- Специалист по аналитике и визуализации данных BIM занимается обработкой и анализом данных, полученных из BIM-моделей, а также создают визуализации для различных целей – от продаж до технического анализа.

Информационное моделирование в строительстве открывает новые возможности для оптимизации процессов проектирования и

строительства, повышения качества и снижения затрат на проекты. Его внедрение открывает новые горизонты для отрасли, а также создает широкие возможности для специалистов.

ВІМ-специалисты играют важную роль в этом процессе, обеспечивая эффективное взаимодействие между участниками проекта и успешную реализацию проектов. Профессия ВІМ-специалиста является профессией будущего, которая будет востребована и ценится в строительной индустрии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ВІМ / [Электронный ресурс] // Википедия: [сайт]. — URL: <https://vk.com> (дата обращения: 15.10.2024).

2. Шемякина Т.Ю. Информационное моделирование строительных объектов: особенности применения и развития / Шемякина Т.Ю. [Электронный ресурс] // CYBER LENINKA: [сайт]. — URL: <https://cyberleninka.ru> (дата обращения: 15.10.2024).

3. Головкин, А.С., Курилов, Д.В. Применение ВІМ-технологий в строительстве. - СПб.: Питер, 2021 (дата обращения: 15.10.2024).

4. Сулейманова Л.А., Кочерженко В.В., Марушко М.В. Методологические, методические и организационные вопросы проектирования и реализации образовательной программы магистратуры «Технологии, организация и информационное моделирование строительства // Строительное производство.» 2019, №4 (дата обращения: 15.10.2024).

5. ВІМ и ТІМ / [Электронный ресурс] // Дзен: [сайт]. — URL: <https://dzen.ru> (дата обращения: 15.10.2024).

6. Бауск А. Менее оптимистичный взгляд на ВІМ / Бауск А. [Электронный ресурс] // isicad: [сайт]. — URL: <https://isicad.ru> (дата обращения: 15.10.2024).

7. Алсынбаев Р.Х. Использование ВІМ - технологий в строительстве / Алсынбаев Р.Х. [Электронный ресурс] // CYBER LENINKA: [сайт]. — URL: <https://cyberleninka.ru> (дата обращения: 15.10.2024).

8. Бабаева В.М. Информационное моделирование в строительстве / Бабаева В.М. [Электронный ресурс] // CYBER LENINKA: [сайт]. — URL: <https://cyberleninka.ru> (дата обращения: 15.10.2024).

9. Алевтина Герман ВІМ-профессии: как стать ВІМ-менеджером / Алевтина Герман [Электронный ресурс] // Цифровое строительство: [сайт]. – URL: <https://digital-build.ru> (дата обращения: 15.10.2024).

10. Смирнов, Н.В. ВМ-специалист: путь к успеху. — М.: Проспект, 2023 (дата обращения: 15.10.2024).

УДК 69.07

Еремин В.О., Алтухов М.А.

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

ВЛИЯНИЕ СЭНДВИЧ- ПАНЕЛЕЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ИЗГИБАЕМЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Стальные конструкции имеют большое количество преимуществ по сравнению с конструкциями из других материалов. Поэтому стальные конструкции будут еще долго совершенствоваться, будут оптимизироваться методы их расчета, уточняться различные коэффициенты. В том числе, это касается и изгибаемых металлических элементов.

В настоящее время расчет изгибаемых элементов осуществляется с учётом двух групп предельных состояний. Предельные состояния первой группы для таких элементов определяются возможностью возникновения разрушения вязкого, хрупкого или усталостного характера. Предельные состояния второй группы характеризуются развитием чрезмерных деформаций, которые могут привести к нарушению нормальных условий эксплуатации конструкций. Несущая способность изгибаемых элементов зачастую определяется их общей устойчивостью, то есть балка начинает закручиваться и выходить из плоскости изгиба (Рис. 1) [1].

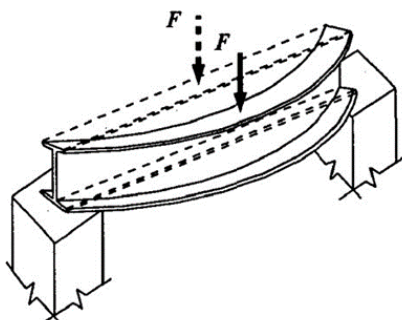


Рис. 1 – Потеря общей устойчивости двутавровой балки

Масса прогонов для одно этажных производственных зданий составляет 30 – 40 % от всей металлоемкости каркаса.

В действующих строительных правилах по проектированию стальных строительных конструкций СП 16.13330.2017 "Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*" сказано, что для обеспечения устойчивости балок первого класса и бистальных балок второго класса необходимо передавать нагрузку на балку посредством непрерывного жесткого настила. К таким настилам относятся железобетонные плиты из тяжелого, легкого и ячеистого бетонов, плоский и профилированный металлический настил, волнистая сталь и другие аналогичные материалы. Настил должен опираться на сжатый пояс балки и быть с ним жестко связанным посредством сварки, болтов, самонарезающих винтов и иных методов соединения. При расчетах силы трения не учитываются [2]. Как видно, что в данном условии ничего не говорится об сэндвич панелях, хотя они находят все большее применение при возведении зданий. Из-за недостаточно точной формулировки в нормативной литературе, необходимо дополнительный расчет общей устойчивости балки, ведь считается, что сэндвич- панели в большинстве случаев не обладают достаточной жесткостью, которая способна воспринять сдвиговые усилия от раскрепляемых элементов (1):

$$\frac{M_{max}}{\varphi_b W_c R_y \gamma_c} \leq 1, \quad (1)$$

где M_{max} – максимальный момент; W_c – момент сопротивления сечения балки, определённый для сжатого пояса; φ_b – коэффициент устойчивости при изгибе; R_y – расчетное сопротивление стали [3].

Проблемы с жесткостью сэндвич панелей связывают с саморезами, которые имеют весьма большую длину. Очень часто отклонение головки самореза около 7 мм относительно опоры при толщине панели более 100 мм. Однако, нижняя обшивка сэндвич-панели не перемещается относительно пояса прогона и надежно связана с ним резьбовым соединением.

Проводились исследования [2], в результате которых было доказано, что сэндвич- панели можно использовать как линейные связи для раскрепления прогонов покрытия. Исследование проводилось с реальными панелями, имеющими толщины: 80, 100 и 150 мм, обшивка которых составляла от 0,5 до 0,7 мм. Было испытано 24 соединения – по 6 соединений на панель каждой толщины по 2 соединения с отдельными обшивками от сэндвич- панелей. В результате этих испытаний выявили некоторые закономерности:

1. Из-за локального обмятия и разрыва внутренней обшивки происходило разрушение соединений. При этом наблюдалось изгибные

деформации винта.

2. Нижняя обшивка получала некоторое упрочнение во время загрузки.

3. В ходе исследования функционирования самонарезающих винтов были идентифицированы два характерных режима работы: режим чистого среза и режим среза с одновременным растяжением.

4. Во время исследования все компоненты сэндвич-панелей, включая обшивку и теплоизоляционный слой, функционировали в единой системе. Относительное смещение утеплителя по отношению к панели не наблюдалось [4].

По итогам работ [4] удалось получить поправочные коэффициенты для расчета самонарезающих винтов крепления панелей (табл. 1). С учетом этих коэффициентов можно рассчитать несущую способность самонарезающегося винта, прикрепляющего панель к изгибаемому элементу с помощью формулы (2):

$$P = P_0 K_1 K_2 K_3, \quad (2)$$

где P_0 – несущая способность винта самонарезающего, предоставленная производителем; K_1 – переходный коэффициент; K_2 – поправочный коэффициент; K_3 – коэффициент учитывающий продолжительность действия нагрузки;

Таблица 1 – Значения коэффициентов K_1 , K_2 , K_3 .

Толщина панели, мм	K_1	K_2 при числе винтов, одновременно учитываемых в расчете			K_3	
		1	2÷6	≥ 7	Длительное или многократное нагружение	Кратковременное нагружение
80	0,8	0,75	0,85	0,9	1	1,15
100	0,7					
150	1,0					

Таким образом, вполне можно сэндвич-панели использовать для раскрепления прогонов покрытия, ведь в панелях нижняя обшивка е работает как сплошной жесткий настил, который может обеспечивать устойчивость балок, однако, нужно учитывать, что могут использоваться различные способы изготовления и прикрепления панелей к изгибаемым элементам, поэтому нельзя с полной

уверенностью сказать, что все сэндвич-панели являются сплошным жестким настилом.

Дальнейшие исследования позволят в будущем разработать расчетную методику влияния сэндвич – панелей на общую устойчивость прогонов, что позволит снизить металлоемкость и стоимость металлических каркасов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зайцев Ю.В. Основы архитектуры и строительные конструкции: учебник / Ю. В. Зайцев, Л. П. Хохлова, Л. Ф. Шубин. – М.: Интеграл, 2013 — 391 с.

2. СП 16.13330.2017. Стальные конструкции: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 27 февраля 2017 г. № 126/пр: дата введения 28-08-2018. - Москва: Стандартинформ, 2014. - 151 с.

3. Абашева, Л.П. Расчет стальных балочных клеток: учеб. пособие / Л.П. Абашева, М.Н. Кочепанова. – Пермь: Изд-во перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 127 с.

4. О возможности использования сэндвич-панелей для крепления элементов каркаса из легких металлических конструкций/ В.В. Катюшин, Е.В. Дубский, М.В. Катюшин, А.В. Суняйкин [и др]// Монтажные и специальные работы в строительстве. - 2012- № 4. - с. 20-23.

УДК 691

Ермак Я.Ю., Алифанова Э.С.

Научный руководитель Ермак С.Н., канд. техн. наук
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИЧНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

В современном мире, где динамичными темпами развиваются техника и технологии, экологические проблемы становятся глобальными. Промышленные выбросы в атмосферу, продукты сгорания нефти создают парниковый эффект, разрушают озоновый слой и приводят к выпадению кислотных дождей, загрязняющих почвы и водоемы. Неконтролируемая вырубка лесов ведет не только к

уменьшению содержания кислорода в воздухе, но и к гибели представителей флоры и фауны. Загрязнение почвы и вод нарушает круговорот воды в природе, обедняет почвы, приводит к сокращению запасов пресных вод. Возрастающее количество твердых бытовых отходов (а их ежегодно приходится порядка 400 кг на каждого жителя нашей страны) требует создание перерабатывающих производств. Все это негативно влияет не только на состояние планеты в целом, но и на здоровье каждого ее жителя. Комфортное и безопасное существование городских жителей входит в перечень задач урбоэкологии (экологичное городское строительство) или строительной экологии в целом. Современные безвредные строительные материалы позволяют создать в помещениях требуемый микроклимат, защитить от загрязнений и шумов, использовать энергосберегающие технологии и возобновляемые источники энергии, не наносить ущерб окружающей среде.

Так, одним из аспектов экологически устойчивого строительства является минимизация экологического следа, заключающаяся не только в эффективном использовании ресурсов (оказание предпочтения долговечным материалам и материалам, произведенным по энергосберегающим технологиям, энергосбережение в процессе строительства и возведения новых объектов, проектирование зданий с длительным сроком эксплуатации и возможностью их модернизации), но и в процессе управления отходами (сортировка и дальнейшая переработка, возможность использования материалов из переработанного вторичного сырья, дизайн-проекты, предусматривающие демонтаж после прекращения эксплуатации с минимальным образованием отходов).

Еще одним аспектом экологически устойчивого строительства выступает энергосбережение, направленное на снижение потребления энергии в строящихся и уже возведенных объектах. В данном случае необходимо использование качественных систем вентиляции, кондиционирования и отопления (например, солнечных батарей, ветрогенераторов, геотермальных систем, использующих тепло земли), теплоизоляционных материалов, установка энергосберегающего освещения.

Третьим аспектом экологически устойчивого строительства является создание комфортных пространств для проживания с качественным вентилированием помещений, снижающим концентрацию в воздухе аллергенов и вредных веществ, установка фильтров питьевой воды, планирование дизайна, обеспечивающего максимально эффективное использование естественного освещения,

благоприятного для жизнедеятельности человека и уменьшающего энергопотребление, обустройство и озеленение придомовых территорий.

Кроме того, понизить экологический след позволяет использование новых материалов, таких как биополимеры для биоразлагаемой упаковки строительных материалов, древесные композиты, утеплители из грибкового мицелия, безопасных клеев, герметиков и красителей.

Современным трендом являются технологии умного строительства, эффективно использующие имеющиеся ресурсы, такие как системы умного охлаждения и отопления, позволяющие не только установить и поддерживать комфортный температурный режим в помещениях, но и снизить энергопотребление. Еще следует отметить умные осветительные системы, автоматически устанавливающие яркость в зависимости от уровня естественного освещения, умные смарт-сети, контролирующие освещение в здании в целом, использующие различные датчики и сенсоры для мониторинга текущего потребления, умные системы управления системами безопасности и пожаротушения.

Еще одним трендом выступает создание экологически устойчивой инфраструктуры, выражающейся в создании пешеходных зон, устраняющих необходимость длительных коммуникаций, способствующих использованию личных автомобилей и транспорта, создание зеленых зон и парков, насыщающих воздух кислородом, вертикальных садов и зеленых крыш, их растительность не только улучшает внешний вид зданий, но и понижает уровень шума, является утеплителем и охлаждающим слоем.

Таким образом, экологическое строительство способствует снижению операционных расходов из-за повышения энергосбережения. Конечно, капитальные вложения для установки умных систем и конструкций достаточно велики, но в дальнейшем приводят к экономии ресурсов, улучшают деловую репутацию, стоимость недвижимости и ее экономическую привлекательность в результате произведенных инноваций.

Рассмотрим на примерах альтернативные традиционным строительные материалы. Так, возведение стен из силикатного кирпича может вызывать силикоз из-за попадания силикатной пыли в легкие. В настоящее время альтернативой выступают производимые из высококачественной глины с добавлением древесных опилок и воды керамические блоки. Они имеют низкую теплопроводность из-за сгорающих в процессе обжига опилок и испарения воды, приобретают

теплосберегающие свойства. Стена из блоков Porotherm Thermo толщиной 38 см сопоставима по теплопроводности с кирпичной стеной 235 см. Кроме того, для строительства домов используется керамическая пена (керпен), прочнее и легче по весу, чем кирпич. Этот высокопористый материал производят из глин, базальтов, перлитов, отработанных горных пород. В качестве опалубки и утеплителя могут использоваться состоящие из древесной стружки, жидкого стекла и цемента плиты из зидарита. Для возведения хозяйственных построек или небольших фермерских домов в теплой климатической зоне может быть использован камышит (блоки из камыша) или соломит (блоки из соломы). Эти материалы также можно использовать в качестве утеплителя. Для строительства невысоких зданий (этажностью до 3), а также в качестве материала для шумопоглощения и теплоизоляции можно использовать геокар, изготовленный из торфа и древесной стружки. Материал уничтожает туберкулезную палочку и другие болезнетворные микроорганизмы. Если в состав для изготовления геокара ввести хвою и золу, можно получить грунтоблоки со схожими свойствами.

В качестве экологичных кровельных материалов могут быть использованы керамическая черепица, металлочерепица, листовая медь, битумная черепица. Последняя имеет меньший срок службы, но может быть вторично переработана. Экологичными утеплителями, кроме названных выше, являются отличающееся огне- и влагостойкостью пеностекло, которое также может быть использовано для защиты от грызунов. Огнестойкостью обладает и базальтовая вата. Звукоизоляцию и поддержание постоянной температуры позволяет удерживать утеплитель, изготовленный из отходов льняного производства. Для внутренней отделки следует применять натуральный клей, в том числе на основе крахмала, красители, изготовленные на основе натуральных масел, растительных и земляных пигментов, смол, молочного казеина. Стеновые покрытия требуются бумажные, текстильные или пробковые. Экологичными покрытиями для полов являются паркет и паркетная доска, пробковые покрытия. Частные лица для проверки безопасности приобретаемого жилья или земельного участка могут обратиться за проведением общественной экологической экспертизы.

Федеральный закон от 23.11.1995 № 174-ФЗ «Об экологической экспертизе», предполагает проведение государственной и общественной экологической экспертизы. Последняя может быть проведена также по запросу общественных организаций и органов местного самоуправления. Экологическое заключение государственной

экологической экспертизы является обязательным для ввода в эксплуатацию объектов, возведенных на континентальном шельфе, во внутренних морских водах, на особо охраняемых природных территориях, на искусственных земельных участках, а также для объектов капитального строительства, относящихся в соответствии с законодательством в области охраны окружающей среды к объектам I категории. В иных случаях государственная экологическая экспертиза не является обязательной.

Таким образом, экологическое строительство не только способствует уменьшению отрицательного воздействия на окружающую среду, но и снижает энергопотребление, позволяет использовать возобновляемые энергоисточники, снижает уровень загрязнения воздуха, почв и водоемов. Инновационные материалы и технологии обеспечивают сохранение здоровья и комфортабельные условия для работы и проживания населения. Данное направление, бесспорно, перспективно из-за недопущения расширения глобальных экологических проблем, роста численности населения, урбанизации городов. Оно целиком отвечает вызовам современного мира.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Владимиров В.В. Расселение и экология. - М. : Стройиздат, 1996. - 392 с.
2. Тетиор А.Н. Строительная экология. 1992. - 159 с.
3. Тетиор А.Н. Здоровые города (основы архитектурно-строительной экологии) - М. : МГУП, 1997. - 699 с.
4. Тетиор А.Н. Архитектурно-строительная экология. - М. : РЭФИА, 2000. - 448с.
5. Тетиор А.Н. Устойчивое развитие. Устойчивое проектирование и строительство. - М. : РЭФИА, 1998. - 310 с.
9. Сулейманова Л.А., Коломацкая С.А., Кондрашев К.Р., Шорстов Р.А. Энергоэффективные пористые композиты для зеленого строительства // В сборнике: Научные технологии и инновации. Юбилейная Международная научно-практическая конференция, посвященная 60-летию БГТУ им. В.Г. Шухова (XXI научные чтения). 2014. С. 354-359.
10. Suleymanova L.A., Lesovik V.S., Kara K.A., Malyukova M.V., Suleymanov K.A. Energy-efficient concretes for green construction // Research Journal of Applied Sciences. 2014. Т. 9. № 12. С. 1087-1090.

Ерохина Е.Ю., Пухов И.Е.

Научный руководитель: Салтанова Е.В., ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

В связи с высокой стоимостью земельных участков, стесненных условий строительства, а также приростом населения в крупных городах прибегают к повышению этажности зданий. Также высотные здания часто являются «визитными карточками» некоторых стран и показателем их развития.

Строительство высотных зданий сразу подразумевает под собой использование соответствующей нормативной базы и рациональных способов для их возведения.

Весь процесс возведения высотного здания можно разделить на следующие этапы:

- возведение подземной части здания;
- бетонирование ядра жесткости;
- монтаж сборных конструкций и возведение монолитного каркаса;
- монтаж перегородок и ограждающих конструкций;
- монтаж всех необходимых инженерных сетей;
- отделочные работы [1].

Высотные здания, как правило, характеризуются большой заглубленностью. В таких случаях разработка котлована традиционным методом с устройством естественных откосов является нерациональной. Это объясняется значительным увеличением площади котлована. Именно поэтому для зданий такого типа часто применяют метод «стена в грунте» [2].

Разработка грунта методом «стена в грунте» производится по захваткам. Узкую глубокую траншею одной захватки разрабатывают, параллельно заливая бентонитовый раствор. Этот раствор способствует сохранению от обрушения стенок котлована. После этого в раствор погружается заранее изготовленный металлический каркас. Каждую захватку монолитно заливают бетоном, который из-за разности плотностей вытесняет бентонитовый раствор. Параллельно процессу заливки бетона, бентонитовый раствор откачивается специальными насосами и проходит фильтрацию от грязи для повторного применения.

После того, как работы по всем захваткам выполнены, а бетон набрал прочность, начинается разработка грунта из полученного замкнутого контура (Рис. 1).

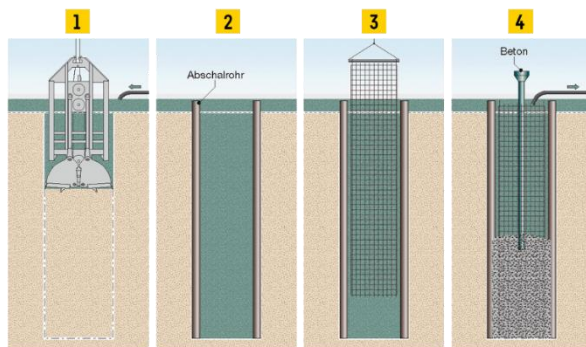


Рис. 1 – Схема метода «стена в грунте»

Метод «стена в грунте» имеет долгую историю и получил широкое применение по всему миру (Табл.).

Таблица – Объекты, построенные с применением технологии «стена в грунте»

№ п/п	Название	Местоположение	Год
1	Банк Калифорнии	США, Сан-Франциско	1864
2	Небоскреб CNA Center	США, Чикаго	1972
3	Башни Всемирного торгового центра	США, Нью-Йорк	1973
4	Лахта центр	Россия, Санкт-Петербург	2019
5	ЖК Дом Дау	Россия, Москва	На стадии строительства

Методы монтажа конструкций высотных зданий достаточно схожи с методами монтажа в зданиях средней этажности – используются те же приспособления и оснастка. Элементы каркаса устанавливаются в такой последовательности, чтобы в процессе монтажа создавались замкнутые ячейки каркаса и обеспечивалась устойчивость смонтированных конструкций [3].

В большинстве высотных зданий предусмотрено ядро жесткости, которое воспринимает горизонтальные нагрузки от примыкающих частей здания. Ядро жесткости обеспечивает пространственную

жесткость и устойчивость здания в процессе монтажа и эксплуатации. Чаще всего бетонирование ядра жесткости опережает монтаж каркаса на 1-2 яруса.

Высотные здания, как правило, подразумевают большой объем монолитных работ. В связи с этим необходимо организовать бесперебойную доставку смеси к месту строительства или расположить бетонный узел непосредственно на территории строительной площадки. Для доставки бетонной смеси по вертикали используется специальный бетоновод и бетононасос. В зависимости от высоты, на которую необходимо доставить смесь, возможна установка пункта промежуточной перекачки бетонной смеси [4].

Существует несколько схем возведения высотных зданий (Рис. 2):

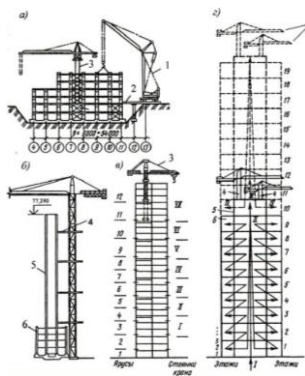


Рис. 2 – Схемы возведения высотных зданий: *а* – передвижным краном; *б* – приставным краном; *в* – самоподъемным краном; *г* – двумя самоподъемными кранами

Самоподъемные краны используют, если высота здания превышает 150 м. Располагают их в габаритах возводимого здания. Подбор такого крана осуществляют таким образом, чтобы вылет стрелы обеспечивал процесс монтажа всех конструкций и имел запас для подъема конструкций с уровня земли [5].

Монтаж вертикальных ограждающих конструкций либо совмещают с монтажом каркаса этажа, либо выполняют в виде комплекса отдельных самостоятельных работ.

Отдельное внимание при возведении высотных зданий следует уделять безопасности производства работ. Для высотных зданий характерно наличие постоянной ветровой нагрузки. Поэтому в высотном строительстве используют специализированные фасадные платформы и ветровые ограждения монтажных зон.

Возведение высотных зданий является очень сложным процессом. Каждый проект требует тщательного изучения специфики возведения здания и совместной работы архитекторов, конструкторов, технологов при разработке проектной документации. Однако помимо разработки проекта организации строительства и проекта производства работ, необходимо научно-техническое сопровождение всего процесса строительства, связанное с организацией некоторых технических решений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жунин А.А. Инновационный метод устройства ограждающих конструкций при возведении многоэтажных жилых зданий //Вестник Белгородского государственного технологического университета им. ВГ Шухова. – 2017. – №. 2. – С. 73-78.
2. Лапина О.А. Возведение высотных зданий //Инженерный вестник Дона. – 2012. – Т. 23. – №. 4-2. – С. 156.
3. Колчеданцев Л.М., Осипенкова И.Г. Особенности организационно-технологических решений при возведении высотных зданий //Жилищное строительство. – 2013. – №. 11. – С. 17-19.
4. Колчеданцев Л.М., Волков С.В. Организационно-технологические решения по транспортированию бетонной смеси к месту бетонирования конструкций высотных зданий //Жилищное строительство. – 2015. – №. 11. – С. 21-26.
5. Кочерженко В.В. Сулейманова Л.А. Технология и организация возведения большепролетных и высотных зданий и сооружений. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2018. - С. 178.

УДК 004

Зюбанов А.В.

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

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ГОРОДСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И ХОЗЯЙСТВА

В настоящее время в России возрастает роль и становится актуальным внедрение информационных технологий во всех отраслях экономики, в том числе и в области городского строительства и хозяйства, а также при технической эксплуатации зданий, сооружений

и инженерных систем. Они значительно упрощают и ускоряют производственные процессы, повышают безопасность, качество производимых работ на всех этапах жизненного цикла объектов капитального строительства и позволяют проводить анализ расхода всех видов ресурсов.

Рассмотрим примеры, когда информационные технологии используются для автоматизации и оптимизации рабочих процессов:

1. *Автоматизация проектирования и строительства*: использование программного обеспечения для создания 3D-моделей зданий, расчета нагрузок и материалов, ускоряющие процесс проектирования и снижающие вероятность ошибок;

2. *Мониторинг состояния зданий и сооружений*: установка датчиков и сенсоров для сбора данных о состоянии конструкций, температуры, влажности и других параметров в гражданских зданиях. Эти данные обрабатываются и анализируются с помощью информационных систем, что позволяет своевременно обнаруживать проблемы и принимать меры по их устранению;

3. *Управление ресурсами и системами*: информационные технологии позволяют отслеживать расход коммунальных ресурсов: воды, электроэнергии, газа и других ресурсов, а также работу инженерных систем (теплоснабжения, водоснабжения, электроснабжения, вентиляции, кондиционирования). Это помогает оптимизировать потребление ресурсов и предотвращать аварийные ситуации;

4. *Взаимодействие с жителями и арендаторами*: информационные системы позволяют жителям и арендаторам связываться с управляющей компанией или обслуживающими организациями через сеть Интернет или мобильное приложение. Это упрощает процесс подачи заявок на обслуживание, контроль выполнения работ и получение обратной связи от граждан;

5. *Аналитика и прогнозирование*: информационные технологии позволяют собирать и обрабатывать большие объемы данных о работе систем и потреблении энергоресурсов, что, в свою очередь, помогает проводить анализ и прогнозирование, выявлять тенденции и закономерности, а также разрабатывать стратегии по улучшению работы всех систем, снижению энергозатрат и финансовых ресурсов в целом [1-3].

Информационные технологии в России реализуются множеством разработанных инновационных технических решений, примеры которых рассмотрим ниже:

1. Автоматизированная диспетчерская служба управления подачей коммунальных ресурсов в многоквартирные дома (МКД) для быстрой дистанционной локализации аварий систем водо-, газо- и теплоснабжения. Это аппаратно-программный комплекс, разделенный на два модуля, «серверный» и «диспетчерский». Серверный модуль способен получать команды от диспетчерского и посылать управляющие сигналы на контроллеры исполнительных устройств, непосредственно осуществляющих подачу газа, воды и теплоносителя в МКД. Программное обеспечение так же собирает телеметрическую информацию о состоянии исполнительных устройств. Для диспетчерского модуля разработан удобный интерфейс пользователя, позволяющий как формировать управляющие сигналы, так и выводить телеметрическую информацию в реальном времени.

В результате внедрения такой системы в сфере ЖКХ, можно получить следующие результаты: Сокращение риска гибели и увечья от взрывов бытового газа; Достижение экономии на содержании аварийно-диспетчерских пунктов и восстановительных ремонтах помещений и мест общего пользования; Снижение риска нарушений управляющими компаниями Постановления Правительства РФ от 27.03.2018 №331 о нормативе времени локализации аварий систем снабжения коммунальными ресурсами в .

2. Сервис «Онлайн ЖКХ». Сервис создан для частных и корпоративных клиентов, владеющих недвижимостью. Ключевые возможности: просмотр начислений за жилищно-коммунальные услуги в личном кабинете, передача показаний индивидуальных счётчиков и оплата ЖКУ онлайн для нескольких объектов недвижимости одним нажатием. Результатами внедрения данного программного комплекса являются:

- для поставщиков жилищно-коммунальных услуг: получение контактов потребителей, информации о документах, устанавливающих права на жилую недвижимость, и сведений о правообладателях; экономия на печати и рассылке бумажных документов, благодаря подписке на электронные квитанции; отправка уведомлений о задолженностях, включая уведомления об отключениях; снижение затрат на абонентское обслуживание; повышение лояльности потребителей и улучшение качества обслуживания.

- для потребителей: доступ к дистанционным сервисам поставщиков на одной платформе по принципу «единого окна»; возможность оплаты в один клик, независимо от количества жилых помещений и лицевого счетов; хранение всех данных о жилом помещении в цифровом формате вместо использования бумажных

архивов; единая диспетчерская служба для всех поставщиков в мобильном приложении и личном кабинете на официальном сайте; гарантированное получение сообщений от поставщиков об авариях, работах и другой важной информации.

- для органов власти: размещение региональных и муниципальных сервисов и услуг; интеграция диспетчерской службы с муниципальными и региональными системами.

- для поставщиков жилищно-коммунальных услуг: получение контактов потребителей, информации о документах, устанавливающих права на недвижимость.

3. Государственная информационная система обеспечения градостроительной деятельности на базе платформы Geometa. Этот программный комплекс представляет собой информационную систему для управления данными и документами о территории и планах по ее развитию, земельных участках, существующих и планируемых к размещению объектах капитального строительства и иными необходимыми для градостроительной деятельности данными. Реализация данного программного комплекса предоставляет следующие возможности:

- актуальная и полная база данных по инженерным сетям;
- электронный документооборот по градостроительству;
- государственные и муниципальные услуги в области строительства в электронном формате;

- цифровой образ города в электронной форме по таким направлениям, как инженерные сети, строительство, земельные ресурсы, благоустройство, реклама, наружная информация, временные торговые объекты, зелёные насаждения, объекты культурного наследия, малые архитектурные формы;

- сокращение времени ввода строительных объектов в экономический оборот, благодаря анализу и оптимизации жизненного цикла капитальных строительных объектов на всех стадиях – от проектирования до сноса;

- повышение эффективности реализации государственных и муниципальных программ благодаря анализу данных разных ведомств в одной системе и поиску возможностей для оптимизации;

- повышение доступности информации о возможностях инвестирования в развитие территорий для граждан и бизнеса [4-6].

Чтобы улучшить комфорт и безопасность населения, повысить производительность строительных и обслуживающих организаций, необходимо в первую очередь произвести централизацию управления, а также активнее внедрять информационные технологии и

искусственного интеллекта для решения всех актуальных задач и вопросов жизнедеятельности человека. Необходимо введение на законодательном уровне требований к применению информационных систем автоматизации и управления на всех этапах жизненного цикла объектов капитального строительства. Важно, что улучшению деятельности, повышению производительности строительных организаций и управляющих компаний и активному внедрению цифровизации в данный процесс, должно предшествовать повышение до требуемого уровня знаний и умений специалистами этих организаций по работе с информационными технологиями и с искусственным интеллектом. Тогда, процесс внедрения таких инновационных технологий будет проходить быстро и эффективно для всех участников этих отношений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Марушко М.В., Рябчевский И.С. Цифровизация на стадии технической эксплуатации многоквартирных жилых домов // Сборник докладов VIII Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию со дня образования БГТУ им. В.Г. Шухова «Наука и инновации в строительстве». Белгород, 2024. С. 276-280.
2. Сулейманова Л.А., Марушко М.В. Развитие жилищного строительства в России // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 17-22.
3. Сулейманова Л.А., Рябчевский И.С. Системы облачного хранения данных для управления жизненным циклом объектов строительства // Сборник докладов VII Международной научно-практической конференции, посвященной 170-летию В.Г. Шухова «Наука и инновации в строительстве». Белгород, 2023. С. 240-245.
4. Рябчевский И.С., Сулейманов И.С., Чесноков И.А. Применение технологии BIM на всех этапах жизненного цикла строительных объектов // Сборник докладов Международной научно-технической конференции молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященная 170-летию со дня рождения В.Г. Шухова. Белгород, 2023. С. 271-277.
5. Сулейманова Л.А., Рябчевский И.С. Управление данными BIM-модели при оценке устойчивости жизненного цикла зданий // Университетская наука. 2023. № 1 (15). С. 117-119.
6. Сулейманова Л.А., Обайди А.А. Управление жизненным циклом здания на этапе эксплуатации с использованием моделей искусственных нейронных сетей и машинного обучения // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2024. № 3. С. 38-46.

*Козлов Е.Е., Левишин Д.Э., Тонконогий Д.А.
Научный руководитель: Сулейманова Л.А., д-р тех. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

РЕКОНСТРУКЦИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ СТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ИЗ ГАЗОБЕТОНА

Сегодняшняя экономическая ситуация в стране требует нового подхода к выбору качественных материалов как для строительства новых зданий, так и для реконструкции уже существующих. Использование современных строительных технологий при обновлении жилых домов становится актуальным трендом в строительной индустрии.

В настоящее время изделия из газобетона становятся всё более популярными. Они имеют большой потенциал на рынке и, судя по тенденциям, будут вытеснять кирпичные и бетонные конструкции, которые отличаются высокой стоимостью и низкой теплопроводностью. Преимущества газобетона очевидны – низкая теплопроводность, высокая прочность, простота монтажа, легкая обрабатываемость, экологичность, огнестойкость, стоимость, широкая номенклатура производимых изделий [1-3].

Реконструкция имеет большое значение в жилищном строительстве, требующего значительного улучшения в целях соответствия современным требованиям.

Основным мероприятием при реконструкции является усовершенствование технических показателей жилых зданий, улучшают тепло- и шумозащиту, а также меняют инженерные коммуникации.

При возведении новых зданий и при реконструкции уже существующих гибкая система из газобетона позволяет решать разные задачи. Важная особенность этого материала – его совместимость с другими стройматериалами и системами. В случае реконструкции – это свойство становится особенно актуальным. Преимущества применения газобетона при реконструкции жилых зданий представлены на рис. 1.

Современные технические решения применения газобетонных строительных систем при реконструкции жилых зданий включают в себя: надстройку полноразмерных этажей зданий из газобетонных блоков; замену железобетонных перекрытий зданий на армированные газобетонные; решения по изменению планировки типовых этажей

жилых зданий; технические решения по облицовке коммуникационных каналов.

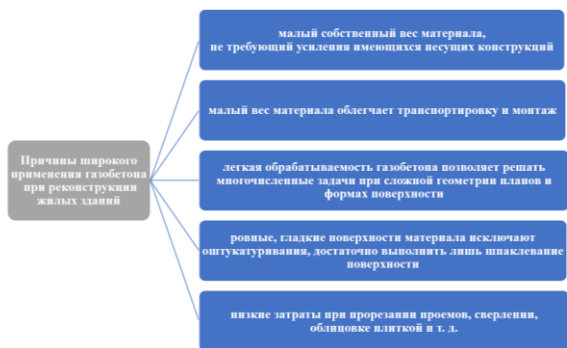


Рис. 1 – Преимущества применения газобетона при реконструкции жилых зданий

При реконструкции жилых домов иногда требуется надстроить дополнительные этажи. Это включает в себя как строительство, так и реконструкцию. В процессе надстройки заменяют изношенные элементы старого здания, создают новые помещения и вносят значительные изменения в существующую постройку. Всё это требует учёта нормативных, конструктивных, инженерных и архитектурно-планировочных аспектов. Региональные или государственные строительные органы устанавливают правила и требования, которые регулируют общую площадь этажей, площадь основания, количество этажей и минимальную высоту помещений. На основе этих норм формируется техническое задание на проектирование надстройки.

Одним из главных факторов, влияющих на возможность возведения надстройки, является способность конструкций здания выдерживать нагрузки. Важно, чтобы конструкции могли нести вес надстройки и временные нагрузки, связанные с её строительством и эксплуатацией. Если несущей способности недостаточно, здание нужно дополнительно укрепить. Поскольку газобетон относительно лёгкий – его вес составляет примерно четверть от веса обычного бетона – необходимость усиления несущих конструкций обычно не возникает. Расчёт несущей способности конструкций входит в строительный проект.

На практике реализуют два способа производства реконструктивных работ при надстройке дома. В первом случае увеличивают высоту помещения под кровлей постройкой мансардного

этажа. Для этого убирают старую кровлю и заменяют ее на новую. Во втором случае надстраивают полный этаж над старым. В обоих вариантах возводят новую кровлю.

Надстройка этажа с применением газобетонной строительной системы (рис. 2) из газобетона является оптимальным вариантом, не требующим большого количества материально-технических затрат.

Надстройка возводится за короткий срок, хорошо поддается обработке, что упрощает как внутреннюю отделку помещения, так и облицовку фасада.



Рис. 2 – Пример надстройки этажа жилого здания с применением газобетонных строительных систем

Сплошная кровля (рис. 3) из газобетона при надстройке является оптимальным техническим решением. После постройки фронтовой системы монтируют газобетонные плиты покрытия и устраивают обвязочный пояс. По газобетонным плитам возможен монтаж любых кровельных материалов покрытия.



Рис. 3 – Пример сплошной кровли из газобетонных плит



Рис. 4 – Применение газобетонных плит перекрытия

Монтажные работы по замене вышедших из строя конструкций перекрытий выполняются башенными кранами или комплектом монтажных средств, состоящих из нескольких простых механизмов. Применение газобетонных перекрытий при надстройке дополнительных этажей из газобетона (рис. 4) или замене аварийных перекрытий актуально там, где в силу застройки усиление фундаментов не представляется возможным. Благодаря своему небольшому весу в сравнение с железобетонными плитами, при применении газобетонных плит в большинстве случаев усиление фундаментов не требуется. Перекрытия воспринимают горизонтальные нагрузки, являясь своего рода диском для усиления жесткости.

Номенклатура газобетонных изделий позволяет полностью надстраиваемый этаж сделать из одного материала, что позволит исключить мостики холода, повысить теплоизоляцию и приводит к экономии финансовых затрат. Конструкционный газобетон достаточно прочный материал, обеспечивающий требуемую техническими регламентами жесткость здания. Плиты перекрытия и покрытия из газобетона также можно использовать при реконструкции жилых зданий.

При невозможности использования газобетонных плит применяют сборно-монолитное газобетонное перекрытие (рис. 5).

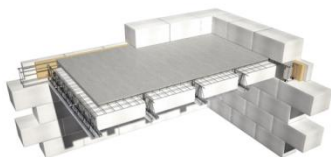


Рис. 5 – Схема сборно-монолитного газобетонного перекрытия

Между уложенными балками перекрытия укладываются заполняющие газобетонные блоки, выполняющие роль несъемной опалубки.

Газобетонные блоки часто используются для создания внутренних стен и перегородок как в малоэтажных зданиях из газобетона, так и в многоэтажных домах со свободными планировками.

Популярность перегородок из газобетона обусловлена относительной низкой стоимостью блоков, удобством в транспортировке, разгрузке и монтаже, поскольку в несколько раз легче традиционного кирпича. Из-за небольшого веса блоков и перегородок уменьшается давление на перекрытия и фундамент, благодаря чему сокращаются затраты на конструктивные элементы здания. Блоки легко

поддаются обработке: их можно резать, сверлить, использовать для создания криволинейных элементов сложной формы, выступов и т. д. Установка блоков производится с помощью тонкого слоя цементного раствора или полиуретанового пеноклея, что ускоряет процесс монтажа [4-7].

При реконструкции жилых домов нужно облицовывать каналы. В этой ситуации газобетонные изделия помогают выполнить работу точно и быстро, так как они имеют небольшой вес и размер с незначительными отклонениями.

На поверхность газобетонных каналов можно укладывать плитку, используя тонкослойные клеевые растворы. Газобетон позволяет устанавливать крепёжные элементы и сверлить отверстия.

Как следует из результатов проведенных исследований, надстройка одно, двух или трех этажей жилых малоэтажных зданий с применением газобетонных строительных систем является экономически выгодным решением, способствует снижению материалоемкости проектов реконструкции, повышению эксплуатационных показателей при дальнейшей технической эксплуатации обновленных зданий и, что важно, способствует повышению уровня жизнедеятельности граждан – собственников помещений в таких домах, улучшению комфортности проживания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сулейманова Л.А., Марушко М.В., Лукьяненко А.К. Строительная система из газобетона для реконструкции зданий // Университетская наука. 2018. № 1(5). С. 21-24.

2. Сулейманова Л.А. Ячеистый бетон для малоэтажного строительства // В сборнике: Строительство-2009: Материалы юбилейной международной научно-практической конференции. Ростовский государственный строительный университет, Международный корпоративный технический университет, Союз строителей Южного Федерального округа, Ассоциация строителей Дона, Южное региональное отделение Российской академии архитектуры и строительных наук, Институт подготовки и переподготовки специалистов. 2009. С. 139-141.

3. Сулейманова Л.А., Коломацкий А.С., Погорелова И.А., Марушко М.В. Повышение эффективности производства и применения ячеистых бетонов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 11. С. 34-42.

4. Сулейманова Л.А., Погорелова И.А., Марушко М.В., Лукьяненко А.К. Наружная и внутренняя отделка стен из ячеистобетонных блоков // Университетская наука. 2019. № 1 (7). С. 58-62.

5. Сулейманова Л.А., Кочерженко А.В., Марушко М.В. Теплоизоляционный композит на основе местных неорганических наполнителей // В сборнике: Научные технологии и инновации Сборник докладов Международной научно-практической конференции. 2016. Ч. 2. С. 185-189.

6. Погорелова И.А., Печерина О.А., Стадник О.В. Оптимизация структуры ячеистого бетона // Университетская наука. 2017. № 2 (4). С. 19-21.

7. Коломацкий А.С., Сулейманова Л.А., Погорелова И.А., Марушко М.В. Физико-химические закономерности процессов гидратации вяжущих в технологии автоклавного ячеистого бетона // Сборник докладов Zbornic Radova. г. Ниш, Сербия. 2017. С. 137- 141.

УДК 004.08

Левшин А.М.

Научный руководитель: Рябчевский И.С., ст. преп.

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

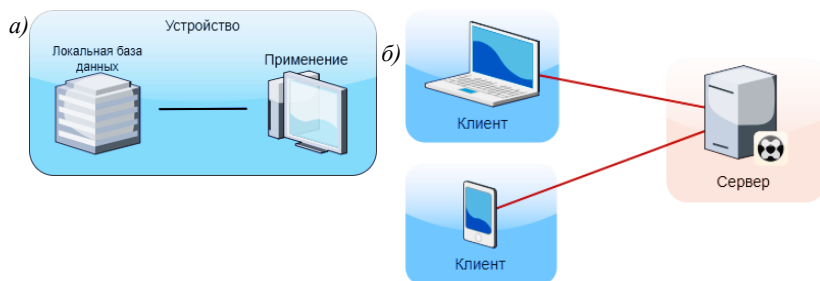
МЕХАНИЗМЫ ОПТИМИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Ускоряющиеся темпы автоматизации строительства требуют от специалистов отрасли все более высокой квалификации. На рынке прикладного программного обеспечения появляются сложные цифровые системы, способствующие расширению возможностей их применения в практике строительного производства [1-3]. Разработка таких программ и программных систем ведется хаотично на основе эмпирического опыта отечественных специалистов, зарубежных коллег или уже существующих решений. В связи с этим возникает необходимость в разработке адаптивных к отечественному потребителю решений, которые были бы с точки зрения нормативно-правовой документации, а также соответствовали выбранному пути развития информационных технологий в строительстве [4]. Управление информацией играет важную роль, в том числе на этапах проектирования и строительства. Однако разрозненная структура

строительных проектов вызывает множество проблем, таких как потеря информации, дублирование, ввод данных с ошибками и неорганизованное управление данными на всех этапах жизненного цикла, что приводит к потере информации и требует дополнительных усилий для поиска точной информации о проекте [5-7]. Таким образом, руководителям предприятий приходится искать необходимую информацию в проектно-сметной документации, отдельных моделях или устаревших моделях, либо сталкиваться с нехваткой информации [8]. Кроме того, возникают проблемы с управлением имеющейся информацией из-за традиционных или неорганизованных подходов к управлению объектами, таких как многократная проверка и подтверждение информации с посещением реальных объектов, что экономически неэффективно.

Технологические достижения предлагают потенциальные решения данных проблем, например, за счет применения информационного моделирования зданий (BIM). BIM – это широко используемая в строительной отрасли методология, которая представляет собой рабочий процесс, основанный на цифровом представлении объекта, формируемых в том числе с использованием баз данных [9].

Система управления базами данных (СУБД) – это программное обеспечение, предназначенное для эффективного хранения, организации данных и управления ими. В СУБД используется метод нормализации для минимизации избыточности и разделения больших таблиц на более адаптивные. В основе данных существует несколько типовых схем. В одноуровневой архитектуре (рис., а) база данных доступна пользователю напрямую, пользователь может напрямую обращаться к СУБД и использовать ее, то есть клиент, сервер и база данных находятся на одном устройстве. Это позволяет напрямую взаимодействовать с реляционной базой данных и выполнять операции. Промышленность не будет использовать эту архитектуру.



в)

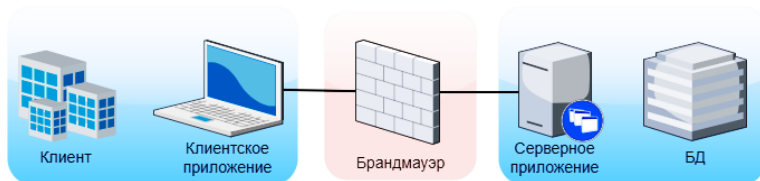


Рис. 1 – Архитектура СУБД: а – одноуровневая; б – двухуровневая; в – трехуровневая

Двухуровневая архитектура (рис., б) схожа с базовой клиент-серверной моделью. Приложение на стороне клиента напрямую взаимодействует с базой данных на стороне сервера. Преимущество данного типа заключается в простоте обслуживания, а также в совместимости с существующими жизненными циклами. Однако данная модель обеспечивает низкую производительность при большом количестве пользователей.

В трехуровневой архитектуре (рис., в) между клиентом и сервером используется дополнительный уровень. Клиент взаимодействует не с сервером, а с серверными приложениями, связанные с системой баз данных, а затем обрабатывают запросы и управляют транзакциями. Промежуточный уровень обеспечивает обмен частично сохраненными данными между сервером и клиентом.

При управлении данными BIM удобно использовать оперативные базы данных, которые используются для создания, обновления и удаления данных в режиме реального времени и предназначены для выполнения и обработки ежедневных операций с данными, имеющими трехуровневую архитектуру, так как она направлена на то, чтобы отделить пользователя от физической базы данных, описывая требования к физическому хранилищу, структуру базы данных для всех пользователей и интегрированные представления пользователей о клиентской базе.

Для анализа данных требуются надежные источники данных и инфраструктура для передачи информации в программное обеспечение. Например, компании требуется программное обеспечение BIM, платформы для управления проектами или чертежи, чтобы предоставлять данные по текущим и прошлым проектам. Также нужно место для хранения данных, чтобы их можно было получить при необходимости. Для получения данных в режиме реального времени необходимы датчики Интернета вещей (IoT).

При использовании программы Revit в качестве программы 3D-визуализации объекта на первом этапе выбираются выявленные недостатки на объекте строительства за счет датчиков IoT. Информация

вводятся в файл Excel путем определения названия группы (например, техническое обслуживание и т.д.), типа информации (например, текст, URL-адрес и т.д.) и категорий, которые показывают типы информации, где они будут применяться в Revit (например, электрическое оборудование, помещения и т.д.). После создания файла Excel для общих параметров в Revit используется язык визуального программирования Dynamo. Кроме того, файл Excel используется для получения информации и ее определения в Dynamo. После создания общих параметров с помощью Dynamo, выявленные недостатки внедряются в проект с использованием функции параметров проекта в Revit. После третьего шага изыскания можно просмотреть в файле Revit при выборе объекта. Более того, информация должна храниться в базе данных, поскольку она может обновляться на этапе технического обслуживания и эксплуатации здания. Также некоторые типы информации не могут быть сохранены непосредственно в виде текста из-за ограничения размера данных в тексте. Таким образом, прямое хранение данных может осуществляться с помощью баз данных, с использованием которых можно запрашивать данную информацию с помощью пользовательского интерфейса [10].

Современные подходы к управлению проектами в значительной степени опираются на цифровые инструменты. Эти приложения и программные пакеты предоставляют строительным бригадам ряд важных преимуществ. Программное обеспечение исключает человеческий фактор при расчетах и вводе данных. Трудоемкие процессы автоматизированы, что ускоряет планирование и освобождает сотрудников для выполнения задач по координации на более высоком уровне. Если у всех есть доступ к одним и тем же данным и аналитике, они могут вносить свой вклад и получать обновления в режиме реального времени, чтобы планировать свои конкретные задачи в рамках проекта. Аналитика данных также предлагает информацию, позволяющую повысить безопасность и определить потенциальные риски для проекта. Данные в режиме реального времени дают возможность корректировать свои планы по мере продвижения проекта и получать постоянные обновления о завершении работ и наличии ресурсов и рабочей силы.

Благодаря тщательному планированию и инвестициям в инфраструктуру данных и обучение можно обеспечить качество данных и получить аналитическую информацию в режиме реального времени, а также обучать лиц, принимающих решения, использовать аналитические отчеты для устранения недостатков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 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.
2. Сулейманова Л.А., Темурзиева Р.Н., Рябчевский И.С. Оптимизация технологических процессов в строительном производстве с помощью BIM-технологий // Наука и инновации в строительстве: Сборник докладов IV Международной научно-практической конференции, Белгород. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2020. – С. 121-127.
3. Сулейманова Л.А., Рябчевский И.С., Атапина Н.А. Совместное моделирование ограждающих конструкций зданий // Университетская наука. – 2021. – № 1(11). – С. 77-79.
4. Федоров С.С., Казаков С.Д. Анализ цифровых информационных моделей на всех этапах жизненного цикла объекта капитального строительства // Строительство и архитектура. – 2023. – № 2. – С. 71-78.
5. Сулейманова Л.А., Рябчевский И.С. Системы облачного хранения данных для управления жизненным циклом объектов строительства // Наука и инновации в строительстве: Сборник докладов VII Международной научно-практической конференции, посвященной 170-летию В.Г. Шухова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2023. – С. 240-245.
6. Рябчевский И.С., Сулейманов И.С., Чесноков И.А. Применение технологии BIM на всех этапах жизненного цикла строительных объектов // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященная 170-летию со дня рождения В.Г. Шухова: Сборник докладов. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2023. – С. 271-277.
7. Сулейманова Л.А., Рябчевский И.С. Управление данными BIM-модели при оценке устойчивости жизненного цикла зданий // Университетская наука. – 2023. – № 1(15). – С. 117-119.
8. Рябчевский И.С., Чесноков И.А., Сулейманов И.С. Технологии BIM в процессе управления жизненного цикла объектов строительства // VII Международный студенческий строительный форум – 2022: сб. докл.: в 2 т. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2022. – С. 138-144.
9. Figueiredo K., Hammad A.W.A., Pierott R., Tam V.W.Y., Haddad A. Integrating Digital Twin and Blockchain for dynamic building Life Cycle Sustainability Assessment // Journal of Building Engineering. – 2024. – Vol. 97. – P. 111018.

10. Demirdöğena G., Işık Z., Arayıcı Y. Facility management information taxonomy framework for queries in healthcare buildings // Journal of Building Engineering. – 2021. – Vol. 44. – P. 102510.

УДК 539.3

Лимощенко В.А., Пухов И.Е.

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

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ЭНЕРГИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ КАК ФАКТОР ОПТИМИЗАЦИИ КОНСТРУКЦИЙ

В деформируемом теле приповерхностный слой подвержен поверхностному натяжению и, как следствие, содержит поверхностную энергию. Это объясняется наличием определенной микроструктуры упомянутого слоя. В макроскопическом представлении эта область рассматривается как оболочка, механические свойства которой имеют отличия от свойств материала внутри ее. Следовательно, деформированное тело представляется как упругая среда, напряженно-деформированное состояние которой имеет различие внутри области и на ее границе [1].

Закономерности структурообразования несущих систем соотносятся с результатами исследования объектов органической природы. Дупло и примыкания веток к стволу дерева с позиций технических знаний являются местами концентрации напряжений. Но не эти места являются первоочередными при поломке деревьев в чрезвычайных обстоятельствах. Натурные исследования немецкого ученого К. Маттека привели к выводу об устремлении дерева к равнонапряженности поверхностного слоя.

При повреждении дерево теряет массу, что приводит к повышению напряжений в местах нарушения цельности объекта. В эти места нагнетается камбий, источник новых клеток. Их рост идет до момента ликвидации пиков напряжений и установлении их равномерного потока в поверхностном слое. Есть предположение, что сигналами о возникновении опасных мест служат изменения биоэлектрических потенциалов клеток.

Установленная в природных организмах закономерность имеет существенное значение для утверждения общефизического принципа стационарного действия в инженерном творчестве в плане создания рациональных несущих конструкций.

Изопериметрическая задача установления конфигурации деформированного тела при заданном объеме материала имеет природное происхождение. Для того же дерева генетическим кодом устанавливается не только облик, но и усредненный объем. Решение этой задачи вариационным методом приводит к изоэнергетической (равнонапряженной) поверхности [2].

В строительных конструкциях поверхностный слой нередко бывает наиболее напряженной зоной. На основе энергетической гипотезы прочности величина удельной потенциальной энергии деформации u не должна превышать такого же рода энергию формоизменения при одноосном растяжении:

$$u_0 \leq [(1 + \nu)\sigma_0^2]/3E, \quad (1)$$

где E – модуль Юнга, ν – коэффициент Пуассона, σ_0 – допустимое напряжение.

Вариационная постановка задачи синтеза конфигурации тела формулируется следующим образом: задан объем тела, определяются параметры его конфигурации, при которых потенциальная энергия деформации достигает глобального минимума, то есть для полей перемещений тел всех возможных форм с заданным объемом.

Двойственность постановки вариационной задачи с интегральными связями позволяет иметь и другую формулировку: задается удельная потенциальная энергия деформации u_0 , определяются параметры конфигурации тела, при которых его объем достигает глобального минимума.

В термодинамике твердого тела такого рода задача трансформируется путем замены потенциальной энергии системы полной свободной энергией термодинамической системы и задания величины мгновенного объема. И в этом случае мгновенная удельная энергия на поверхности системы постоянна, то есть предусматривается мгновенная изоэнергетическая поверхность.

В обоих случаях исследуется экстремум функционала с дополнительным условием, то есть условный экстремум. Используя метод множителей Лагранжа, вариационную задачу с дополнительным условием можно привести к вариационной задаче с обыкновенным экстремумом функционала [3].

Если удельная поверхностная энергия превышает допустимый предел для избранного материала, образуются трещины как результат нарушения сцепления между частицами тела. Граница между двумя состояниями в отношении сплошности тела определяется множителем

Лагранжа λ_0 . Таким образом, при $\lambda < \lambda_0$ состояние тела устойчивое в отношении трещинообразования, при $\lambda > \lambda_0$ оно неустойчивое.

Форма тела в определенной мере определяет качество поверхности с позиций нарушения сплошности. В частности, это имеет отношение к бетонным конструкциям.

Бетону присущи такие свойства как нелинейная упругость, пластичность, вязкоупругость, вязкопластичность, большое расхождение величин пределов прочности при растяжении и сжатии. Даже при всестороннем сжатии имеет место увеличение объема вследствие действия касательных напряжений.

Большую перспективу имеет фибробетон, то есть бетон, армированный волокнами из стали, полимеров и других материалов. Фибробетон сочетает в себе положительные свойства компонентов – высокую прочность бетона на сжатие. Стеклофибробетону два компонента обеспечивают прочность на растяжение в 3-4 раза большую, чем у бетона, а прочность на растяжение при изгибе в 4-5 раз [4].

При использовании фибробетона условие прочности можно рассматривать не на стадии формирования функционала вариационной задачи определения конфигурации, а после ее решения. При этом имеется в виду, что в распоряжении проектировщика имеются такие параметры, как длина и диаметр волокон, процент их содержания, которые во многом определяют прочность композиционного материала [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шоркин В.С. Особенности упругости поверхностных слоев твердых тел / Автореферат дис. доктора физико-математических наук. Тула. 2000. 40 с.
2. Юрьев А.Г. Вариационные постановки задач структурного синтеза в статике сооружений. М.: МИСИ, 1987. 94 с.
3. Юрьев А.Г. Вариационные принципы строительной механики. Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 2002. 90 с.
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.

Мирошниченко И.А.

Научный руководитель: Саркисова Е.Б., ст. преп.

*Национальный исследовательский Московский
государственный строительный университет, г. Москва, Россия*

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ В УСЛОВИЯХ МЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА

В последние десятилетия изменения климата стали неотъемлемой частью нашей реальности, и архитекторы, инженеры и строительные компании сталкиваются с необходимостью адаптировать свои методы работы, чтобы обеспечить устойчивость и безопасность зданий и инфраструктуры.

С каждым годом мы наблюдаем увеличение числа экстремальных погодных явлений: сильные дожди, наводнения, засухи и ураганы. Эти условия ставят перед нами задачи, требующие новых решений. Например, традиционные методы проектирования часто не учитывают потенциальные риски, связанные с изменением климата, что может привести к значительным экономическим потерям и угрозам для жизни людей.

По данным Всемирной метеорологической организации (ВМО), за последние 50 лет количество экстремальных погодных явлений увеличилось почти в два раза. Так в 2000-е годы было зарегистрировано наибольшее количество связанных с погодой катаклизмов (3536) за все десятилетия 50-летнего периода исследования рис.1) [1]. Это подчеркивает важность внедрения устойчивых практик в архитектурное проектирование.

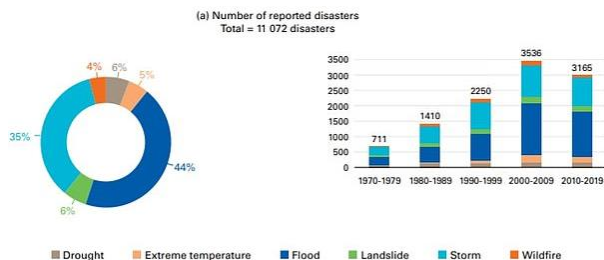


Рис. 1 – График из отчета ВМО

Одним из ключевых направлений в архитектурно-строительном проектировании является использование инновационных материалов. Например, терморегулирующие покрытия, такие как "умные" краски, могут изменять свою цветовую палитру в зависимости от температуры, что помогает поддерживать комфортный микроклимат внутри зданий. Исследования показывают, что такие технологии могут снизить потребление энергии на кондиционирование воздуха на 20-30% [2]. Кроме того, самоочищающиеся поверхности, такие как покрытия на основе диоксида титана, могут значительно сократить затраты на обслуживание зданий. Эти материалы обладают фотокаталитическими свойствами, что позволяет им разрушать загрязнения под воздействием солнечного света [3].

Энергоэффективность — еще один важный аспект, который необходимо учитывать при проектировании зданий. Современные здания всё чаще оснащаются солнечными панелями и системами сбора дождевой воды. Например, в Германии был реализован проект "Солнечный город Фрайбург", который стал образцом для подражания в области устойчивого строительства. Более 50% зданий в этом городе используют солнечные панели, что значительно снижает углеродный след [4]. "Зеленые" крыши также становятся всё более популярными, как в городах, так и в частных домах. Они не только изолируют здания, но и улучшают качество воздуха. Исследования показывают, что такие крыши могут снизить температуру в городах на 3-4 градуса Цельсия в летний период, что, безусловно, является значительным вкладом в борьбу с жарой [5].

Устойчивое проектирование — это подход, который включает в себя использование местных материалов, пассивное солнечное отопление и естественную вентиляцию. Проект "Дом с нулевым энергопотреблением" в США, например, использует местные ресурсы и технологии, которые минимизируют углеродный след [6]. Архитекторы всё чаще обращаются к принципам биоклиматического проектирования, что позволяет учитывать климатические условия конкретного региона и адаптировать здания под них. Такие методы позволяют минимизировать воздействие на окружающую среду и значительно снизить эксплуатационные расходы зданий. Это не только помогает снизить затраты на отопление и охлаждение, но и делает здания более комфортными для проживания.

Не менее важным является и городское планирование. Проекты по озеленению городов, такие как "Город лесов" в Сингапуре, помогают улучшить микроклимат и повысить качество жизни горожан. В Сингапуре более 50% территории занимают зеленые зоны, что

способствует снижению температуры в городе и улучшению качества воздуха [7]. Создание устойчивых транспортных систем также является важным аспектом. В Копенгагене была разработана система велосипедных дорожек, которая значительно снизила уровень загрязнения и улучшила здоровье горожан, что является отличным примером того, как продуманное планирование может изменить жизнь в городе к лучшему.

Существует множество успешных примеров применения инновационных подходов в архитектуре и строительстве. Например, в Норвегии был построен "умный" дом, полностью автономный и использующий только возобновляемые источники энергии. Этот проект стал образцом для многих стран, стремящихся к устойчивому развитию. В других странах, таких как Нидерланды, активно развиваются проекты по строительству "плавающих" домов, которые могут адаптироваться к изменению уровня воды. Эти дома не только устойчивы к наводнениям, но и могут использоваться для создания новых жилых пространств в условиях повышения уровня моря, что является важным шагом в свете глобальных изменений климата.

Адаптация архитектурно-строительного проектирования к изменениям климата — это не только необходимость, но и возможность для создания более устойчивых, комфортных и безопасных городов. Инновационные подходы, использование современных технологий и материалов, а также устойчивое проектирование помогут нам справиться с вызовами, которые ставит перед нами изменяющийся климат. Давайте стремиться к тому, чтобы наши здания и города стали не только красивыми, но и безопасными для будущих поколений. Ведь в конечном итоге, наше окружение влияет на качество нашей жизни, и мы должны делать всё возможное, чтобы оно было лучшим.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. В ООН заявили о пятикратном росте стихийных бедствий в мире за 50 лет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rbc.ru>

2. Ученые создали краску, которая позволяет контролировать температуру без дополнительного энергопотребления [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ecosphere.press>

3. Антоненко, М.В., Огурцова, Ю.Н., Строкова, В.В. Фотокаталитически активные самоочищающиеся материалы на основе цемента. составы, свойства, применение / М.В. Антоненко, Ю.Н.

Огурцова, В.В. Строкова [Текст] // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. — Белгород, 2020. — №3. — С. 16-25;

4. Солнечный город Фрайбург [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://molodostivivat.ru>

5. Ученые назвали самый эффективный способ охлаждения городов с помощью крыш [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gazeta.ru>

6. Zero-Energy Building [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://en.wikipedia.org>

7. «Зеленый план» Сингапура [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ivd.ru>

УДК 69

Мирошниченко И.А.

Научный руководитель: Саркисова Е.Б., ст. преп.

*Национальный исследовательский Московский
государственный строительный университет, г. Москва, Россия*

ЭФФЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, МАТЕРИАЛЫ И ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА

В современном мире, где технологии развиваются с невероятной скоростью, строительство и жилищно-коммунальное хозяйство сталкиваются с новыми вызовами и требованиями. В условиях изменения климата и роста населения необходимо находить эффективные решения, которые помогут не только сократить затраты, но и повысить устойчивость зданий и инфраструктуры. В этом контексте важнейшую роль играют эффективные конструкции, инновационные материалы и современные организационно-технологические решения для строительства. Рассмотрим, как эти элементы меняют облик строительной отрасли и способствуют созданию более устойчивого будущего.

Начнем с эффективных конструкций. Одним из наиболее перспективных методов является модульное строительство, при котором здания собираются из заранее изготовленных модулей. Этот подход позволяет значительно сократить время возведения и снизить затраты. В странах Северной Европы модульные дома становятся все более популярными благодаря своей высокой степени готовности на этапе доставки. Например, компания Katerra разработала модульные

решения для жилых и коммерческих зданий, что значительно снизило временные и финансовые затраты на проекты [1]. Это особенно актуально в условиях растущего спроса на жилье.

Не менее интересным является использование каркасных и панельных технологий, которые получили широкое распространение в таких странах, как Швеция и Финляндия [2]. Эти технологии позволяют создавать легкие и прочные конструкции, идеально подходящие для сейсмически активных зон. Кроме того, данные конструкции легкие, что позволяет уменьшить нагрузку на фундамент и сократить объемы строительных работ, что особенно актуально для районов с нестабильными грунтами. Например, шведская компания Kungsäter успешно применяет панельные технологии для строительства энергоэффективных домов, что делает их проекты не только современными, но и безопасными.

Параллельно с этим, биоклиматическое проектирование становится все более популярным. Этот подход предполагает, что архитекторы учитывают климатические условия региона при проектировании зданий. Ярким примером может служить проект, разработанный архитектурным бюро Santiago Calatrava [3] в Испании, где используются естественное освещение и вентиляция, что существенно снижает потребление энергии. Это не только экономически выгодно, но и способствует сохранению окружающей среды.

Совсем недавно на строительном горизонте появились аддитивные технологии, такие как 3D-печать, которая обещает перевернуть представления о том, как строятся здания. Компания ICON в США уже продемонстрировала возможность печатать дома всего за 24 часа, что открывает новые горизонты для доступного жилья [4]. Таким образом, технологии не только ускоряют процесс, но и делают его более доступным для широких слоев населения.

Перейдем к инновационным материалам. Современное строительство активно использует устойчивые и экологически чистые материалы. Например, в Германии разработаны гибридные бетонные смеси, которые содержат переработанные материалы, такие как стекло и пластиковые отходы. Эти смеси не только уменьшают углеродный след, но и улучшают прочность и долговечность бетона. В частности, проект Recycled Concrete в Берлине [5] продемонстрировал, как переработанный бетон может использоваться для строительства новых зданий, снижая при этом воздействие на окружающую среду.

Не стоит забывать и о энергоэффективных материалах, таких как пенополиуретан и стекловата. Эти материалы помогают снизить

затраты на отопление и кондиционирование, что особенно актуально в условиях глобального потепления. Например, немецкая компания BASF разработала инновационные утеплители, которые обеспечивают высокую степень теплоизоляции, способствуя созданию комфортных условий для жизни [6].

Современные подходы к управлению строительными проектами включают использование информационных технологий и цифровых платформ. Так система BIM (Building Information Modeling) позволяет архитекторам и инженерам создавать трехмерные модели зданий, которые включают всю необходимую информацию о материалах, сроках и стоимости, что помогает избежать ошибок на этапе проектирования и значительно улучшает координацию между различными специалистами. Примером успешного использования BIM является проект One World Trade Center в Нью-Йорке, где эта технология помогла управлять сложными процессами строительства [7].

В дополнение к этому, интернет вещей (IoT) [8] активно внедряется в строительстве и ЖКХ. Умные датчики, установленные в зданиях, могут отслеживать состояние систем отопления, вентиляции и кондиционирования, а также контролировать потребление энергии. Например, в проекте Smart City в Сингапуре используются датчики, которые собирают данные о потреблении воды и электроэнергии, позволяя оптимизировать ресурсы и снизить эксплуатационные расходы [9]. Это не только повышает комфорт для жильцов, но и способствует устойчивому развитию городской инфраструктуры.

Параллельно с внедрением технологий, устойчивое управление ресурсами и принципы "нулевого отхода" становятся всё более актуальными для строительных компаний. Применение принципов круговой экономики в строительстве позволяет перерабатывать строительные отходы и повторно использовать материалы. В проекте Circular Building в Лондоне архитекторы разработали здание, в котором все материалы могут быть переработаны или повторно использованы [10]. Это не только снижает нагрузку на свалки, но и способствует экономии ресурсов.

Таким образом, эффективные конструкции, инновационные материалы и организационно-технологические решения играют ключевую роль в развитии строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства. В условиях глобальных вызовов таких как изменение климата и рост населения, необходимо стремиться к устойчивому развитию, используя современные технологии и подходы. Все эти примеры показывают, что современные технологии способны

не только улучшить качество жизни, но и снизить углеродный след, что является важным шагом к устойчивому будущему. Это позволит не только повысить качество жизни, но и сохранить нашу планету для будущих поколений. В конечном счете, будущее строительства – это не только технологии, но и ответственность за нашу планету.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Kattera combines technology and modular construction to create large-scale prefab buildings [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.dezeen.com>
2. Почему финны предпочитают именно каркасные дома? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dinamika-house.ru>
3. Projects (Thumbnails) - Santiago Calatrava [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://calatrava.com>
4. Американский стартап ICON представил технологию 3D-печати домов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tproger.ru>
5. Recycling concrete in building construction in Berlin [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://knowledge-hub.circle-economy.com>
6. BASF разработала новый изоляционный материал на основе полиуретана. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kremen.ru>
7. Архитектура в эпоху цифровизации: BIM и виртуальная реальность. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://marmur.studio>
8. Технологии интернета вещей пришли в коммунальную сферу и логистику [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rg.ru>
9. Smart City project in Singapore [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.freedomgpt.com>
10. Устойчивое строительство: тренды и технологии 2025 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://marmur.studio>

*Пардаев М.Р., Тищенко А.Е., Сысолятин В.Е.
Научный руководитель: Пириев Ю.С. ст. преп.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

АРМИРОВАНИЕ ПЕНОБЕТОНА В КОНСТРУКЦИЯХ

Пенобетон, благодаря своим уникальным свойствам, таким как легкость, теплоизоляция и устойчивость к огню, стал одним из наиболее востребованных строительных материалов в современном строительстве. Однако, несмотря на все его преимущества, пенобетон имеет определенные недостатки, среди которых низкая прочность на сжатие и растяжение. Это ограничивает его использование в некоторых конструкциях, требующих высокой надежности и прочности. Поэтому армирование пенобетона становится важным решением, которое позволяет значительно улучшить механические характеристики материала и расширить его область применения.

Армирование пенобетона включает внедрение в его состав арматурных элементов, что позволяет повысить прочность и жесткость конструкции. Существует несколько методов армирования, и выбор конкретного метода зависит от условий эксплуатации и требований к проекту. [1]

Одним из самых распространенных методов является использование стальной арматуры, таких как арматурные сетки или стержни. Эти элементы обеспечивают равномерное распределение нагрузки и предотвращают образование трещин в результате усадки материала. [2] Например, в строительстве стеновых панелей, армированные сетки значительно увеличивают прочность конструкции. Они способны выдерживать значительные нагрузки, что особенно важно в многоэтажном строительстве, где стеновые панели испытывают как статические, так и динамические нагрузки.

Второй метод – это волоконное армирование, которое включает добавление в пенобетон различных волокон, таких как стеклянные, полипропиленовые или базальтовые. [3] Волокна равномерно распределяются по всей массе материала, что способствует повышению сопротивления трещинообразованию и улучшению ударной прочности. Этот метод особенно эффективен в условиях динамических нагрузок, таких как сейсмическая активность, где важно, чтобы конструкция могла адаптироваться к изменяющимся условиям. [4]

Совсем недавно на рынке появились композитные материалы, такие как углеродные волокна, которые также могут использоваться для армирования пенобетона. [5] Они обладают высокой прочностью и устойчивостью к коррозии, что делает их идеальными для применения в агрессивных средах. Композитные материалы легки и удобны в монтаже, что позволяет сократить время на строительство.

Также стоит отметить, что в некоторых случаях эффективным может быть комбинированное армирование, при котором используются сразу несколько методов. Например, сочетание стальных сеток с волокнами позволяет достичь оптимального соотношения прочности и легкости конструкции, что является важным аспектом в современном строительстве.

Армирование пенобетона – это ключевой процесс, который позволяет значительно повысить прочностные характеристики и расширить область применения этого строительного материала. [6] Правильный выбор метода армирования и его грамотное внедрение в конструкцию обеспечивают надежность и долговечность зданий и сооружений. В условиях современного строительства, где требования к материалам и конструкциям постоянно возрастают, армирование пенобетона становится важным аспектом, который необходимо учитывать на всех этапах проектирования и возведения конструкций. Учитывая все вышесказанное, можно уверенно сказать, что применение армирования пенобетона открывает новые горизонты в области строительства, позволяя создавать более безопасные и эффективные конструкции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бондаренко, В.А. Пенобетонные конструкции: свойства и применение. – Москва: Стройиздат, 2018. – 250 с.
2. Гаврилов, А.И. Армирование пенобетона: современные технологии и методы. – Санкт-Петербург: Издательство Политехнического университета, 2020. – 198 с.
3. Кузнецов, С.В. Композитные материалы в строительстве: характеристики и применение. – Екатеринбург: УралГТУ, 2019. – 320 с.
4. Лебедев, Д.А., Мартыненко, И.В. Применение волоконного армирования в строительных материалах. // Журнал «Строительные технологии». – 2021. – Т. 12, № 4. – С. 34-45.
5. Петров, Н.Н. Современные методы армирования бетона. // Журнал «Инженерные исследования». – 2017. – Т. 6, № 3. – С. 56-61.

6. 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.

УДК 69

Евдокимов А.Ю., Рылов И.В.

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

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА НЕБОСКРЕБОВ И ОСОБЕННОСТИ ИХ СТРОИТЕЛЬСТВА

Решение о возведении небоскрёба, скорее всего, основано не на экономической целесообразности, а на стремлении привлечь внимание и повысить престиж. С одной стороны, строительство очень высоких зданий не всегда практично. Возможно, дешевле было бы построить два здания вдвое ниже, чем одно очень высокое. Однако, если посмотреть с другой стороны, архитекторы в густонаселённых районах должны максимально эффективно использовать ограниченную площадь земли.

Одна из ключевых задач при проектировании высотного здания — обеспечить его прочность и стабильность во время ветровых нагрузок и землетрясений.

Одно из основных отличий небоскрёбов от малоэтажных зданий — это воздействие ветра, которое зачастую создаёт большую нагрузку, чем собственный вес сооружения. Каждая конструкция небоскрёба уникальна, и её основой служит стальная рама, скрытая за несущими стенами. Эта рама состоит из множества стальных колонн по периметру и внутри здания, ядра жёсткости (лифты и лестницы) и других компонентов, соединённых горизонтальными элементами. Так как каждое здание имеет свою специфику, его модель тестируют в аэродинамической трубе для определения воздействия ветровой нагрузки и влияния завихрений ветра на соседние строения.

Для обеспечения прочности здания в горизонтальной плоскости и предотвращения разрушения используются перекрёстные раскосы. При проектировании небоскрёбов инженеры должны учитывать отклонение здания от вертикальной оси, чтобы избежать повреждения архитектурных элементов отделки.

Проектирование высотных зданий становится сложной задачей, когда речь идёт о сейсмически активных регионах. Землетрясения оказывают наибольшее воздействие на нижнюю часть здания, его

основание, поэтому фундамент должен быть массивным и расположен на большой глубине.

Все высотные здания, от соборов до небоскрёбов, устойчивы благодаря расположению центра тяжести ниже уровня земли. Железобетон, состоящий из бетона и стали, обеспечивает прочность и способность выдерживать нагрузки на сжатие и изгиб.

Основные этапы возведения высотных зданий.

Подготовка строительной площадки включает разработку грунта для основания. Глубина закладки свайного фундамента или фундаментной плиты определяется прочностью грунта, на который будет распределяться нагрузка здания. Чтобы предотвратить попадание воды в котлован и скважины, по периметру здания выкапывают траншею и заполняют её глиной, которая не пропускает воду и защищает подпорные стенки от разрушения. После того как котлован вырыт до нужной глубины, в него опускают арматурные каркасы и заливают бетон.

В некоторых случаях горные породы залегают близко к поверхности земли, и тогда извлекают грунт, бурят скважины и устанавливают фундаменты. Если же породы находятся глубоко, используют сваи, которые забивают до закрепления в скале. Методы устройства свай включают бурение скважин и забивание свай с увеличением веса.

Свайный фундамент с фундаментной плитой обеспечивает равномерное распределение нагрузок и сокращает сроки строительства. Бетон используется для создания ядра жёсткости и опорных колонн, а скользящая опалубка помогает ускорить процесс. В зданиях со стальным каркасом перекрытия опираются на горизонтальные связи и балки, закреплённые к ядру жёсткости и опорным колоннам.

В высотных зданиях основную нагрузку несут ядро жёсткости и опорные колонны. Стены выполняют функцию ограждения и присоединяются к перекрытиям или колоннам с помощью панелей из стекла, металла или камня. После установки наружных стен можно приступать к внутренней отделке, включающей монтаж инженерных систем и коммуникаций.

Строительство завершается установкой крыши в верхней части здания. Основная задача — создание водонепроницаемого и устойчивого к атмосферным воздействиям покрытия. Хотя возведение высотных зданий не всегда экономически оправдано, они становятся визитной карточкой города на фоне малоэтажной застройки.

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 13 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

Евдокимов А.Ю., Рылов И.В.

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

ПЕРЕРАСХОД МЕТАЛЛА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

К перерасходу металла в строительстве могут привести различные факторы, включая замену арматуры проектных диаметров и классов, использование профилей проката, имеющихся в наличии, технологические потери, отходы при заготовке и раскрое проката, прокат арматуры с положительными допусками, брак и разрушение конструкций при контрольных испытаниях.

Причинами перерасхода металла могут быть нерациональный раскрой металлопроката по чертежам, замена проектных профилей и

листов на имеющиеся в наличии с большими сечениями и толщинами, использование стали повышенной и высокой прочности без соответствующего перерасчёта конструкций, а также проблемы с организацией поставок металлопроката от металлургических заводов.

Сложившийся удельный вес в строительной индустрии при производстве железобетонных и строительных конструкций составляет:

завышение номинального диаметра арматурной стали — 62,4%;

плюсовые допуски проката — 12,0%;

немерные длины свариваемых марок стали — 25,6%.

Значительная часть металлических изделий, применяемых в строительстве, приходится на стальную арматуру. Потери металла при производстве арматурных работ связаны с уровнем технологического оборудования и оснастки, а также с особенностями технологии.

Для предотвращения коррозии перед использованием арматуру необходимо защитить от атмосферных осадков и других источников влаги. Высокопрочную арматуру следует хранить в сухих закрытых помещениях с влажностью воздуха не более 60 %. Недопустимо хранить такую арматуру на земляном полу, на агрессивных подкладках или вблизи агрессивных веществ (например, солей, газов или аэрозолей). Допускается кратковременное хранение без ограничений по влажности в герметичных укрытиях, защищающих от осадков. Коррозионные повреждения, которые можно устранить протиранием сухой тряпкой, считаются допустимыми. Если это условие не выполняется, высокопрочная арматура должна пройти специальную проверку на склонность к хрупкому коррозионному разрушению.

При использовании арматуры с цинковым алюминиевым покрытием нельзя править её с помощью станков, которые вызывают механическое повреждение покрытия. Также при контактной сварке нужно подобрать режим, минимизирующий повреждение покрытия. Дуговая сварка такой арматуры недопустима.

Для защиты арматуры в ячеистых и силикатных бетонах автоклавного твердения применяют различные виды обмазок: холодную цементно-битумную мастику, горячую битумно-цементную с ингибиторами и латексно-минеральную обмазку.

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 клейпены при изготовлении газобетонных перемычек / А.В. Левиков, А.В. Гавриленко // Вестник Тверского государственного технического университета. № 3 (19). 2023. С. 83-89. 208

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.

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.

УДК 69

Евдокимов А.Ю., Рылов И.В., Гуров Ф.В.

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

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

3D ПЕЧАТЬ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В современном мире технологии постоянно перемещаются из одной области в другую, и строительство домов не является исключением. Технология печати плоских объектов на принтерах привела к появлению идеи создания трёхмерных изделий, для которых были разработаны 3D-принтеры. Эти принтеры, в свою очередь, начали использоваться для печати как отдельных строительных элементов, так и целых домов. Чтобы это стало возможным, были созданы

необходимые условия. Современные системы управления обеспечивают высокую точность позиционирования, а механизмы доставляют материалы в рабочую зону с заданными характеристиками. Материалы обладают свойствами, позволяющими осуществлять весь технологический процесс строительства с использованием 3D-принтера. Программисты разработали приложения для моделирования конструкций и создали интерфейсы для управления печатающими устройствами.

Первое направление возникло с появлением идеи строительства домов с использованием объёмной печати. Оно включает возведение каркасов конструкций без ниш для коммуникаций, которые затем подвергаются отделке. Преимущество этого метода заключается в том, что строительство происходит быстро.

Второе направление предполагает возведение стен с идеально гладкой поверхностью, каналами и отверстиями для электропроводки, водопровода и канализации, а также слоем утеплителя. Подготовка проекта такого дома занимает много времени, и даже при использовании типовых решений процесс строительства может занять длительное время.

Третье направление относится к индивидуальным постройкам с декоративным рельефным оформлением поверхностей. Это самый дорогостоящий вариант, требующий специальных материалов и художественного подхода. Однако он подчёркивает индивидуальность владельца, которая не похожа на другие дома. Принцип 3D строительства (рис. 1).



Рис. 1 – Принцип 3D-строительства.

Первый этап — подготовка проекта. Особенность заключается в том, что проект служит программой для принтера. Поэтому требуется центральное устройство для управления процессом. Современные компьютеры отлично подходят для этой задачи.

Следующий элемент — автоматическая система смешивания. В неё поступает сухой порошок, который смешивается с водой и дополнительными ингредиентами до нужной консистенции. Раствору необходима вязкость, чтобы можно было наносить последующие слои, и быстрое высыхание.

Строительный материал поступает в принтер по магистрали. Принтер наносит его слой за слоем в соответствии с заданными координатами. Фундамент для такого дома не отличается от стандартных прототипов и может быть построен с помощью того же принтера. Кровля строится традиционным способом из обычных материалов. Если необходимо укрепить стены, то человек вмешивается в процесс, контролируя работу принтера. В целом, всё производство автоматизировано и не требует участия людей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сулейманова Л.А., Погорелова И.А., Марушко М.В. Сущность аддитивных технологий в строительстве // Университетская наука. 2018. № 2 (6). С. 70-74.

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

3. 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

УДК 691.618.93

Сантуш Луфим Зуа Душ

Научный руководитель: Онищук В.И., канд. тех. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

АНАЛИЗ ПРЕИМУЩЕСТВ ПРОИЗВОДСТВА ПЕНОСТЕКЛА В АНГОЛЕ

Энергоэффективность зданий и сооружений обеспечивает устойчивое развитие строительной отрасли, поэтому использование изоляционных строительных материалов является отличным решением для домов, предприятий и отраслей. В условиях растущей озабоченности изменениями климата и стремления к сокращению операционных расходов, вкладывать средства в теплоизоляцию

является умной стратегией экономики различных видов производств.
[1]

Использование эффективной теплоизоляции определяется использованием методов и материалов с низкой теплопроводностью при строительстве различных зданий, сооружений и определенных их элементов: потолки, крыши, полы, стены и окна. В качестве изоляционных материалов на сегодняшний день используются: полиэстер шерсть, минеральная и, стеклянная ваты в виде матов и плит, пенопласты, изделия из пеностирола, природная пробка и др.

Теплоизоляция в бытовых зданиях и сооружениях в Африке не принимается во внимание по двум причинам: первая – из-за климата, поскольку почти три четверти континента расположены во внутритропической зоне Земли, поэтому здесь наблюдаются высокие температуры, превышающие 40 градусов с годовыми колебаниями и вторая – высокая стоимость подходящих изоляционных материалов.[2]. Но если говорить о комфортном проживании отдельно взятой африканской семьи в доме, имеющем три-четыре комнаты, то для достижение значений комфортной температуры в доме ниже 25°C, в то время, когда на улице в «теплое» время года температура выше 35°C необходимо либо тратить значительное количество электричества на кондиционирование, или же создавать хорошую теплоизоляцию стен для снижения поступления тепла внутрь помещений снаружи.

При анализе теплоизоляционных материалов для сооружений различного назначения было установлено, что пеностекло является рациональным строительным материалом для стран Африки, поскольку может сочетать в себе как теплоизоляционные, так и конструкционные свойства. Производится пеностекло из стекольного боя техногенного происхождения и извлекаемого из твердых коммунальных отходов – оконного и тарного стекол, сбор которых в настоящее время в странах центральной Африки находится на этапе реализации. Нашими расчетами доказано, что для завода мощностью 75 тыс. м³/год пеностекла необходимо порядка 10-15 тыс. тонн стекольного боя стекла.[3]

Для примера приведем ряд сведений о возможностях образования и накопления стекольного боя в ряде стран Центральной Африки.

В Анголе стекольная компания Видурул, выпускающая стеклянную тару для различного назначения, ежедневно собирает «с улиц» до 22 тысячи тонн стекла, улиц, из них только 300 тонн в день перерабатывается в качестве вторичного стекольного боя путем загрузки в стекловаренную печь. Стеклобой подготавливается очищается от

возможных примесей, дозируется и транспортируется в бункера загрузчиков, расположенные рядом со стекловаренной печью.[4]

В Мозамбике в г. Мапуту в твердых коммунальных отходах стекло занимает значительную долю: около 8% в городских районах и максимум 3...4% в пригородах, всего в день собирается около 1304 тонны. [5]

В ЮАР рециклингом отходов стекла занимается Glass Recycling Company (TGRC) NPC, которая отвечает за упаковочную промышленность стекла (PRO). Деятельность этой компании весьма эффективна и из 3 миллионов бутылок, которые ежегодно поставляются для упаковки жидкостей, на рынке Южной Африки возвратное их количество, извлекаемое из твердых коммунальных отходов составляет 2,4 млн. Это означает, что 20% стеклянной тары (0,06 млн бутылок) не подлежит рециклингу по разным причинам и отправляется на полигоны для захоронения отходов, поскольку «жизненный цикл» бутылок не превышает 30 туров, а после они становятся непригодными для повторного использования, поэтому могут отправляться на переработку в пеностекла [6].

Нельзя исключать и использование в производстве пеностекла специально навариваемой стекломассы, для производства которой в странах центральной и Южной Африки изначально существует хорошая сырьевая база – многочисленные количества природных кварцевых песков, а также аморфных кремнийсодержащих пород – диатомитов, цеолитов, опок и т.п., которые также широко представлены в исследуемом географическом регионе. [3]

Так только пустыня Намиб является обширной пустыней, которая простирается простирается от Южной Анголы до северной части Южной Африки, следуя планировке морского побережья параллельно Атлантическому океану, рядом с пустыней Каоко. Намиб, известный как Намибское песчаное море, является единственной пустыней в мире, которая находится в прибрежном регионе. Песчаное море имеет площадь более 30 тысяч км² и покрыто дюнами и буферной зоной, являясь отличным источником сырья для производства стекла. [3].

Технология предлагаемого производства пеностекла в Анголе может быть представлена двумя вариантами известных технологических операций.

Вариант №1:

– обработка, дозирование смешивание сырья в соответствие заданному рецепту шихты, состоящей из нерециклируемого стекольного боя и газообразователя;

- тонкий помол в мельнице с высокоэффективным процессом измельчения – планетарные мельницы;
- дозирование в формы для получения блочного пеностекла или гранулирование методом окатывания в грануляторах для получения сырцовых гранул;
- термическая обработка, обеспечивающее вспенивание исходных смесей или сырцовых гранул с получением требуемой разновидности пористого теплоизоляционного материала;
- для блочного пеностекла – операция опиловки с получением блоков правильной геометрической формы, а для гранул рассев по фракциям. Причем отходы опиловки могут дробиться с получением гранулированного пористого материала.

Вариант №2:

- обработка, дозирование, смешивание сырья в соответствие заданному рецепту шихты, состоящей из кварцевых аморфных горных пород, полевого шпата, известняков или доломитов, кальцинированной соды и сульфата натрия;
- варка стекломассы в рекуперативной стекловаренной печи при температуре 1500°C;
- выработка стекломассы методом «мокрой» или «сухой» грануляции;
- дозирование стекломассы и газообразователя;
- помол до необходимого значения удельной поверхности.

А далее технологические операции схожи с вариантом №1.

При проведении исследований нами были использованы бутылки оливкового цвета для укупорки вин, марка стекла ЗТ-2, согласно ГОСТ 34382-2017 Упаковка стеклянная. Стекло. Марки стекол.

Подобный химический состав используется компанией Видрул (Ангола) при производстве стеклянной тары.

Целью исследования было установление оптимальных параметров производства пеностекла:

- оптимальная удельная поверхность порошка стекла неретикулируемого стекольного боя;
- оптимальное содержание газообразователя (технический углерод) в порошке стекла;
- оптимальная температура вспенивания сырьевой смеси;
- оптимальное время вспенивания, т.е. выдержки при максимальной температуре, когда идет «рост пирога» блочного стекла.

За оптимальные значения этих переменных принимаются те значения, которые обеспечивают получаемым образцам пеностекла максимальную пористость и минимальную объемную массу, но при

этом следует учитывать и возможность получения в образцах прочных межпоровых перегородок, которые обеспечивают пеностеклу не только хорошие значения коэффициента теплопроводности, но и хорошие значения предела прочности образцов при сжатии [7,8].

На первом этапе был определен температурный интервал пластической деформации, а после была составлена матрица значений описанных параметров для получения пеностекла.

Первые полученные экспериментальные образцы показали, что значение удельной поверхности должно быть не ниже 500 м²/кг, количество газообразователя в пределах 1,5...2 мас.% (сверх 100 мас.% порошка стекла, содержание «окислителя» технического углерода не менее 2мас.% сверх 100% порошка стекла). Интервал температур вспенивания и времени выдержки при максимальной температуре может быть различным и их значения определяются соотношением показателей таких свойств, как пористость и прочность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Conheça os principais benefícios de investir em isolamento térmico. URL:<https://www.isar.com> (date of treatment: 28.05.2024).
2. África - geografia física - Espaço natural, relevo, hidrografia, clima e vegetação. URL:<https://educacao.uol.com>
3. Бизнес-план строительства завода по производству пеностеклянного щебня. URL:<https://vkonkov.ru>
4. Oliveira P. Vidrul recebe 22 mil toneladas de vidro recolhido das ruas por dia. O País (Angola) [Olivejra P. Vidrul prinimaet 22 ty`syachi tonn stekla, sobrannogo s ulicz v den`. OPais (Angola)]. URL: <https://www.pressreader.com> (date of treatment: 05.05.2024)z
5. Matola transforma lixo em blocos de construção. [Matola prevrash- haet musor v stroitel`ny`e bloke] URL: <https://opais.co> (date of treatment: 05.05.2024)
6. The Glass Recycling Company: TGRC HOME | Recycling URL:<https://theglassrecyclingcompany.co>
7. Демидович Б.К. Пеностекло. Минск. Наука и техника, 1975. 428 с.
8. Онищук В.И., Дороганов Е.А., Жерновая Н.Ф. Новый способ производства пеностекла// Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2003. №4. С. 122-127.

МИКРОФИБРА КАК МАТЕРИАЛ АРМИРОВАНИЯ БЕТОНА

Бетон остается основным конструкционным материалом в различных эксплуатационных условиях, так как высок показатель архитектурно – строительной выразительности, малой энергоемкости и эксплуатационной надежности. Наряду с простотой и доступностью технологии этого материала, возникает шанс усовершенствования бетона с помощью применения отходов производства [1].

Сегодня для строительства небоскребов, мостов, дорог и различных сооружений используется множество различных видов бетона. Они производятся путем добавления различных веществ в разных пропорциях. Например, довольно часто для армирования в бетон добавляют микрофибру, получившийся материал называют фибробетоном. В отличие от армирующих сеток из стали, микроволокна равномерно распределяются в объеме смеси, улучшают вяжущие свойства, делают её устойчивой к расслоению.

Применение фиброволокна приводит к тому, что бетон становится более прочным к растяжениям, снижается показатель его усадки, что повышает трещиностойкость. Вместе с тем возрастает устойчивость материала к воздействию среды: к чередующимся циклам замораживания и оттаивания, высыхания и увлажнения.

Эффективность армирования бетона с помощью микроволокна - величина переменная, которая определяется рядом параметров: длиной и диаметром волокон, модулем упругости, а также количеством волокон в единице объёма цементной смеси [2].

Существует множество видов используемых микрофибр, применение которых по-разному влияют на механические свойства.

Базальтовое волокно. Обладает повышенной прочностью, характерными свойствами фибробетона с добавлением базальтового волокна, являются высокая ударпрочность, устойчивость к деформации и образованию трещин (рис. 1).



Рис. 1 – Базальтовое волокно



Рис. 2 – Стеклонное волокно

Стеклонное волокно. Имеет высокий модуль упругости, такое свойство добавляет бетону пластичности. Однако стекло малоустойчиво к щелочной среде. Для повышения химической стойкости применяется пропитка бетона полимерами, добавляются в раствор вещества, связывающие щелочи, используется глиноземистый цементный раствор. Полученный в результате материал характеризуется высокой ударной прочностью, термоустойчивостью, водонепроницаемостью, стойкостью к химическому воздействию и истиранию (рис. 2).

Полиамидное волокно. Полиамидные волокна обладают увеличенной прочностью на разрыв и адгезией с бетоном, что в среднем улучшает контроль образования трещин ориентировочно на 50%. Возрастает ударная вязкость бетона. Волокна равномерно распределяются в объёме бетонной смеси и делают её более устойчивой к расслоению (рис. 3).

Углеродное волокно. Углеволокно имеет чрезвычайно высокую прочность на разрыв и модуль упругости, что позволяет значительно повысить несущую способность конструкций. Углеволокно имеет очень небольшой вес и обладает высокой гибкостью, что облегчает его применение на сложных геометрических поверхностях. Углеволокно не

подвержено коррозии, что продлевает срок службы конструкций. Усиление углеволокном повышает долговечность конструкций, защищая бетон от повреждений и увеличивая его несущую способность углеволокно может уменьшать вибрации в конструкциях, делая их более устойчивыми к динамическим нагрузкам (рис. 4).



Рис. 3 – Полиамидное волокно



Рис. 4 – Углеродное волокно

Сравнительные механические характеристики волокон, применяемых в строительстве, представлены в таблице 1 [3].

Таблица 2 – Физико–механические характеристики различных видов фиброволокон, используемых для изготовления дисперсно–армированных бетонов

Вид фиброволокна	Показатель плотности, г/см ³	Характеристики модуля упругости, МПа	Показатель прочности на растяжение, МПа	Процент удлинения при разрыве, %
Стекловолокно	2,60	7000-8000	1800-3850	1,5-3,5
Базальтовое волокно	2,6-2,7	7000-11000	1600-3200	1,4-3,6
Полиамидное волокно	0,95	2100-2150	2900-3450	2,8-3,6
Углеродное волокно	2,0	200000-250000	2000-3500	1,0-1,6

Таким образом, микрофибра в бетоне нужна для улучшения его качественных характеристик. Фибробетон увеличивает прочность, трещиностойкость и долговечность конструкции, уменьшает пустоты и пористость материала. Позволяет снизить трудо- и энергозатраты на строительство зданий и сооружений. Сокращает итоговую стоимость работ и продолжительность строительства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сулейманова Л.А. Высококачественные энергосберегающие и конкурентоспособные строительные материалы, изделия и конструкции // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 6. С. 9-17.
2. Соловьёв, В. Г. Эффективность применения различных видов фибры в бетонах / В. Г. Соловьёв, Е. А. Шувалова // Международный научно-исследовательский журнал. — 2017. — № 09 (63) Часть 3. — С. 78 – 81.
3. Богачева М.А. Фибробетон и его применение в строительной индустрии // В сборнике: VII Международный студенческий строительный форум - 2022. Сборник докладов VII Международного студенческого строительного форума. Белгород, 2022. С. 213-220.

Ткаченко Д.А.

*Научный руководитель: Ворона-Сливинская Л.Г., д-р экон. наук, проф.
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный
университет, г. Санкт-Петербург, Россия*

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ: ВОЗМОЖНОСТИ И ИННОВАЦИИ

В современной строительной отрасли России наблюдается стремительный рост интереса к инновационным технологиям, которые могут помочь ускорить процесс строительства, снизить его стоимость и улучшить качество. В последние годы в России активно развиваются новые технологии, такие как модульное строительство, 3D-печать, информационное моделирование (Building Information Modelling - BIM) и другие.

Целью данной статьи является анализ современных технологий в строительной отрасли России, возможности и инновации, а также их потенциал для развития строительной отрасли в России.

Строительство в России является одной из ключевых отраслей экономики, играющей важную роль в развитии инфраструктуры и обеспечении жилищного строительства. В последние годы отрасль переживает значительные изменения, связанные с внедрением новых технологий и инноваций.

Одной из наиболее перспективных технологий в строительной отрасли является BIM. BIM-технологии позволяют создавать трехмерные модели зданий и сооружений, что значительно упрощает процесс проектирования, строительства и эксплуатации объектов. В России BIM-технологии уже используются в крупных строительных проектах, таких как строительство стадионов для Чемпионата мира по футболу 2018 года [1].

В будущем ожидается, что Бим-технологии будут развиваться и становиться более популярными в России. Это может привести к ускорению процесса строительства, снижению его стоимости и улучшению качества.

3D-печать является другой перспективной технологией в строительной отрасли. Она позволяет создавать строительные элементы и конструкции с высокой точностью и скоростью. В России 3D-печать в строительстве развивается активно, и уже есть несколько компаний, которые используют эту технологию в своей работе. Однако, по

сравнению с другими странами, уровень внедрения 3D-печати в России еще недостаточно высокий [2].

3D-печать имеет несколько преимуществ перед традиционными методами производства строительных материалов и элементов: увеличение точности и скорости производства, уменьшение отходов и затрат, возможность создавать сложные конструкции и элементы, улучшение качества строительства и эксплуатации объектов.

Умные строительные материалы - это класс материалов, которые способны изменять свои свойства в зависимости от внешних факторов, таких как температура, влажность, освещенность и другие. Эти материалы могут быть использованы для создания энергосберегающих и экологически чистых зданий, что является одной из основных задач современной строительной индустрии [3].

В России уже проводятся исследования по разработке умных строительных материалов. Некоторые из направлений исследований включают в себя:

1. Разработку термоактивных материалов для создания энергосберегающих фасадов
2. Создание фоточувствительных материалов для регулирования освещенности в зданиях
3. Разработку гидроактивных материалов для создания водонепроницаемых и водоотводящих систем

В перспективе, умные строительные материалы будут развиваться и становиться более популярными в России. Это может привести к созданию более энергосберегающих и экологически чистых зданий, что будет способствовать улучшению качества жизни населения и уменьшению негативного воздействия на окружающую среду [4].

Информационные системы управления строительством (ИСУС) - это комплексы программного и аппаратного обеспечения, которые позволяют управлять строительным процессом в режиме реального времени. Они могут быть использованы для мониторинга прогресса строительства, управления ресурсами, оптимизации процессов и принятия обоснованных решений [5].

ИСУС обладают следующими функциональными возможностями:

1. Мониторинг прогресса строительства в режиме реального времени.
2. Управление ресурсами, включая планирование и координацию работ.
3. Оптимизация процессов, включая автоматизацию и ускорение выполнения задач.
4. Анализ и прогнозирование рисков и неопределенностей.

5. Обеспечение безопасности и качества строительства.

В России ИСУС уже используются в крупных строительных проектах, таких как строительство олимпийских объектов, аэропортов, дорог и других инфраструктурных объектов. Использование ИСУС позволяет ускорить процесс строительства, снизить его стоимость и улучшить качество [6].

Модульное строительство - это технология, которая позволяет создавать здания и сооружения из предварительно изготовленных модулей. Эта технология может быть использована для ускорения процесса строительства и снижения его стоимости. В России модульное строительство уже используется в жилищном строительстве [7].

Модульное строительство основано на следующих принципах:

1. Предварительное изготовление модулей в заводских условиях.
2. Транспортировка модулей на строительную площадку.
3. Сборка модулей в готовое здание или сооружение.

В России модульное строительство уже используется в жилищном строительстве. Например, в Москве и Санкт-Петербурге построены несколько жилых комплексов, состоящих из модульных домов. Использование модульного строительства позволяет ускорить процесс строительства и снизить его стоимость [8].

Анализ современных технологий в строительной отрасли России показал, что отрасль переживает значительные изменения, связанные с внедрением новых технологий и инноваций. BIM-технологии, 3D-печать, умные строительные материалы, информационные системы управления строительством и модульное строительство - это только некоторые из технологий, которые могут быть использованы для улучшения эффективности и качества строительства в России.

В будущем строительная отрасль России будет развиваться в направлении увеличения использования информационных технологий, автоматизации процессов и внедрения новых материалов и технологий. Ожидается, что это приведет к ускорению процесса строительства, снижению его стоимости и улучшению качества.

Современные технологии в строительной отрасли России предлагают значительные возможности для улучшения эффективности и качества строительства.

Внедрение новых технологий и инноваций также может помочь достичь новых высот и решить некоторые из ее основных проблем, таких как нехватка квалифицированных кадров, низкая производительность и высокие затраты на строительство. Кроме того, оно может помочь отрасли адаптироваться к изменяющимся

требованиям рынка и клиентов, а также к новым технологическим и экологическим стандартам.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. БИМ-технологии использовались при строительстве 8 стадионов ЧМ-2018. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://stroim.mos.ru> (дата обращения: 02.10.2024).

2. Иноземцев А.С. Анализ существующих технологических решений 3D-печати в строительстве / А.С. Иноземцев, Е.В. Королев, Зюонг Тхань Куй // Вестник МГСУ. – 2018. – №7 (118). – с. 863-876.

3. Умные материалы и технологии в девелопменте: как меняется индустрия. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dailymoscow.ru> (дата обращения: 05.10.2024).

4. Инновационные материалы: будущее строительства. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://spec-vektor.ru> (дата обращения: 06.10.2024).

5. Пенкина К.Г. Информационные системы управления строительными проектами / К.Г. Пенкина / Вестник МГСУ. – 2009. – №2 – с. 203-206.

6. Клименко К.Е. Информационные системы как основа современного строительства / К.Е. Клименко, А.А. Котляревский // Инновации и инвестиции. – 2023. – №5. – с. 373-375.

7. Андрыш М.А. Модульное строительство / М.А. Андрыш // Colloquium-journal. – 2022. – №17 (140). – с. 6-7.

8. Луков А.В. Использование модульных зданий в строительстве / А.В. Луков // Инновации и инвестиции. – 2017. – №7. – с.100-118.

УДК: 699.865

Чернозуб К.В.

Научный руководитель: Косухин М.М., канд. техн. наук, проф.

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

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО УСТРОЙСТВУ НАРУЖНЫХ СИСТЕМ УТЕПЛЕНИЙ В ФОРМАТЕ ВЕНТИЛИРУЕМЫХ И НЕВЕНТИЛИРУЕМЫХ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ

Тепловая защита внутреннего пространства строительных объектов (в особенности жилого назначения) становится значительным

социальным и экономическим фактором. Социальным – потому что, отображает условия формирования микроклимата внутреннего пространства, комфорта и безопасности процессов жизнедеятельности, соответствия санитарно-гигиеническим нормативам. Экономическим – потому что, регулирует баланс между инвестиционными вложениями в строительный объект (одноразовыми) и затратами на эксплуатацию возведенного объекта строительства (многократными, расходуемые на отопление, ремонт и содержание) в течение его срока службы [1].

Проблема сохранения баланса между рациональным уровнем капитальных затрат на проектирование и возведение объекта капитального строительства (объемов инвестиций в строительство) и уровнем эксплуатационной эффективности стала актуальной именно для настоящего времени, в связи с резким ростом стоимости теплоносителей и продвижением концепции минимизации экологической нагрузки (стандартов «зеленого строительства») [2].

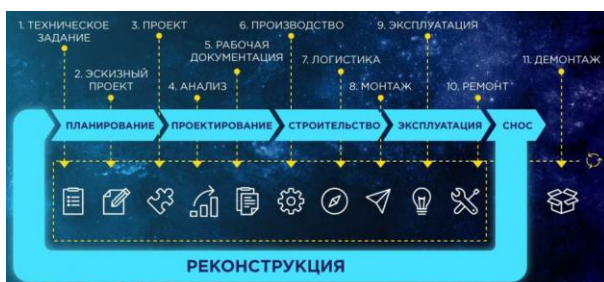


Рис. 1 – Основные этапы (периоды) жизненного цикла архитектурного объекта в контексте принципов «зеленой архитектуры» [3]

Принципы «зеленой архитектуры» становятся результатом формирования и/или развития концепций творческой и практической деятельности в отношении показателей экологичности, энергоэффективности, экономичности, эргономичности, которые реализуются посредством соответствующих архитектурно-строительных, конструктивных, организационно-технологических решений.

В контексте современных представлений о функциональном качестве, функция тепловой защиты внутреннего пространства строительных объектов становится предметом многочисленных дискуссий и исследований, отображающих, подходы к проектированию и практической реализации соответствующих типов фасадных систем [4].

На Рисунке 2 представлена схема формирования функционального

качества энергоэффективной строительной продукции (строительных объектов с применением фасадных систем для тепловой защиты внутреннего пространства).



Рис. 2 – Структурная схема формирования функционального качества фасадных систем строительных объектов

Из приведенных на рисунке 2 данных следует, что формирование функционального качества фасадных систем осуществляется профильными специалистами проектных и подрядных организаций, в условиях конструктивных, организационно-технологических, материальных, нормативно-технических ограничений, определяемых группами внешних и внутренних факторов (рисунок 3).



Рис. 3 – Структура формирования качества фасадных систем

К настоящему времени наибольшее распространение получили системы наружного утепления в формате вентилируемых («навесной вентилируемый фасад», НВФ) и невентилируемых («мокрый фасад») фасадных систем [5,6].

Дополнительным преимуществом включения рассмотренных типов фасадных систем в состав ограждающих конструкций является (предполагается) обеспечение художественно-эстетического уровня

визуального отображения архитектурно-строительных объектов нового строительства, а также повышения эстетических характеристик эксплуатируемых объектов, различного назначения, этажности и конструктивных систем [4,7].

Разработка организационно-технологических решений по формированию фасадных систем является важной и ответственной областью архитектурно-строительной деятельности, а результаты оказывают прямое влияние на качество строительной продукции, прежде всего, эффективность тепловой защиты и визуальное восприятие строительных объектов (рисунок 4).



Рис. 4 – Пример формирования и реализации организационно-технологических решений по устройству фасадной системы (НВФ)

Очевидные достоинства и преимущества конструктивных решений современных видов фасадных систем (например, элементов навесного вентилируемого фасада в виде высокой степени заводской готовности) может обратиться в недостаток при непродуманных или необоснованных организационно-технологических решений, включая условия транспортировки, хранения, подготовки к монтажу и, собственно, приемов выполнения рабочих операций на строительной площадке.

Наилучшей практикой устройства современных видов фасадных систем следует признать и принять техническое сопровождение проектных и процедур с участием организаций-разработчиков соответствующих фасадных систем, а возведение конструктивных элементов производить силами специализированной подрядной организации, располагающей соответствующими производственными возможностями и квалифицированным персоналом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лапидус, А.А. Моделирование и оптимизация организационно-технологических решений при возведении энергоэффективных ограждающих конструкций в гражданском строительстве / А.А. Лапидус, А.А. Жунин // Вестник МГСУ. – 2016. – №5. – С. 59–71.
2. Абдо, И.И. Устойчивая (зеленая) архитектура как символ энергоэффективного и современного экологического подхода к архитектуре / И.И. Абдо // Sciences of Europe. – 2021. – №63-1 (63). – С.3–7.
3. О BIM-технологии в области строительства. [Электронный ресурс]: <https://minstroyrf.gov.ru> (дата обращения 13.10.2024).
4. Ларина, С.И. Современные фасадные системы: перспективы и развитие / С.И. Ларина // Студенческий вестник. – 2022. – № 47-8(239). – С. 5–8.
5. Кужин, М.Ф. Некоторые аспекты устройства навесных вентилируемых фасадных систем / М.Ф. Кужин // Вестник МГСУ. – 2010. – №4. – С. 127–130.
6. Юдина, А.Ф. Совершенствование конструктивно-технологических решений по устройству «мокрого» фасада / А.Ф. Юдина, П.В. Стрижнев // Заметки ученого. – 2020. – № 9. – С.407–412.
7. Медведев, А.А. Обоснование технических решений фасадов реконструируемых промышленных зданий из условий энергосбережения и безопасности / А.А. Медведев // Строительство: наука и образование. – 2021. – Т.11. №3. – С.98–119.
8. Косухин М.М. О роли процессов теплопередачи в повышении эффективности тепловой защиты фасадной изоляции/ Косухин М.М., Косухин А. М.//Строительство: новые технологии – новое оборудование. – 2018. – №10. – С.14-19.

Оглавление

¹Серых В.Д., ²Гребеник А.А.

УСТРОЙСТВО ПАРАПЕТА В ЖИЛЫХ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМАХ С ПЛОСКОЙ КРОВЛЕЙ	3
---	---

¹Серых В.Д., ²Дегтярь Д.А.

ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ ПЛЕСЕНИ В МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМАХ	6
--	---

Алтухов М.А., Еремин В.О.

РАЗРАБОТКА ВОЗВЕДЕНИЯ БУРОНАБИВНОЙ СВАИ-ОБОЛОЧКИ В НЕУСТОЙЧИВЫХ ГРУНТАХ.....	9
--	---

Аноприенко Д.С., Амелин П.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВНЕШНЕГО КОМПОЗИТНОГО АРМИРОВАНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ.....	14
--	----

Владыкин А.Ю.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СОВРЕМЕННОМ МНОГОЭТАЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ	19
---	----

Гапешкин В.С.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ОБЪЕКТОВ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ПОСЛЕ УДАРНО ВЗРЫВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ.....	24
--	----

Гузеева В.Ю.

АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ФУНДАМЕНТОВ С ЦЕЛЬЮ ОБОСНОВАНИЯ ОБЛАСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ	28
--	----

Гуров Ф.В.

СОХРАНЕНИЕ АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ ПОСРЕДСТВОМ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕДВИЖКИ ЗДАНИЙ	33
---	----

Демьянова А.И.

ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: ПРОФЕССИЯ БУДУЩЕГО	37
Еремин В.О., Алтухов М.А.	
ВЛИЯНИЕ СЭНДВИЧ- ПАНЕЛЕЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ИЗГИБАЕМЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ	41
Ермак Я.Ю., Алифанова Э.С.	
СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИЧНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА	44
Ерохина Е.Ю., Пухов И.Е.	
ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ.....	49
Зюбанов А.В.	
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ГОРОДСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И ХОЗЯЙСТВА	52
Козлов Е.Е., Левшин Д.Э., Тонконогий Д.А.	
РЕКОНСТРУКЦИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ СТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ИЗ ГАЗОБЕТОНА.....	57
Левшин А.М.	
МЕХАНИЗМЫ ОПТИМИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ.....	62
Лимощенко В.А., Пухов И.Е.	
ЭНЕРГИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ КАК ФАКТОР ОПТИМИЗАЦИИ КОНСТРУКЦИЙ	67
Мирошниченко И.А.	
ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К АРХИТЕКТУРНО- СТРОИТЕЛЬНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ В УСЛОВИЯХ МЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА	70
Мирошниченко И.А.	
ЭФФЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, МАТЕРИАЛЫ И ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ	

СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА	73
Пардаев М.Р., Тищенко А.Е., Сысолятин В.Е.	
АРМИРОВАНИЕ ПЕНОБЕТОНА В КОНСТРУКЦИЯХ	77
Евдокимов А.Ю., Рылов И.В.	
ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА НЕБОСКРЕБОВ И ОСОБЕННОСТИ ИХ СТРОИТЕЛЬСТВА	79
Евдокимов А.Ю., Рылов И.В.	
ПЕРЕРАСХОД МЕТАЛЛА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	81
Евдокимов А.Ю., Рылов И.В., Гуров Ф.В.	
3D ПЕЧАТЬ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	83
Сантуш Луфим Зуа Душ	
АНАЛИЗ ПРЕИМУЩЕСТВ ПРОИЗВОДСТВА ПЕНОСТЕКЛА В АНГОЛЕ	85
Тищенко А.Е.	
МИКРОФИБРА КАК МАТЕРИАЛ АРМИРОВАНИЯ БЕТОНА	90
Ткаченко Д.А.	
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ: ВОЗМОЖНОСТИ И ИННОВАЦИИ	94
Чернозуб К.В.	
ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО УСТРОЙСТВУ НАРУЖНЫХ СИСТЕМ УТЕПЛЕНИЙ В ФОРМАТЕ ВЕНТИЛИРУЕМЫХ И НЕВЕНТИЛИРУЕМЫХ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ	97