

СЕКЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ И СТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

*Обучающийся магистратуры 2-го года 31 группы ИПГС Аксёнов К.А.
Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. И.В. Степина*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ CLT-ПАНЕЛЕЙ

CLT панели — это инновационный продукт из цельной древесины, который был впервые применен в середине 1990-х годов в Австрии и Германии. Первые исследования были проведены в Австрии совместными усилиями научных институтов и отраслевых производств, в результате которых была разработана современная технология CLT, которая стала завоевывать популярность и применяться в жилых и нежилых зданиях в Европе, Канаде и Соединенных Штатах.

CLT панели состоят из продольных и поперечных слоев. Ламели прилегающих слоев склеиваются ортогонально (рисунок 1). Древесина имеет разную степень набухания и усадки в тангенциальном и радиальном направлениях. Общеизвестно, что отношение набухания и усадки в тангенциальном направлении примерно в два раза больше, чем в радиальном направлении. И поскольку ламели смежных слоев в CLT склеены ортогонально, разрушение ламелей, такие как продольные трещины и расслоение, может довольно часто проявляться, когда CLT подвергается воздействию переменных температурно-влажностных условий. В этой связи, модернизация технологии производства CLT-панелей, направленная на устранение возможного коробления панелей при значительных колебаниях температурно-влажностного режима, является весьма актуальной задачей.

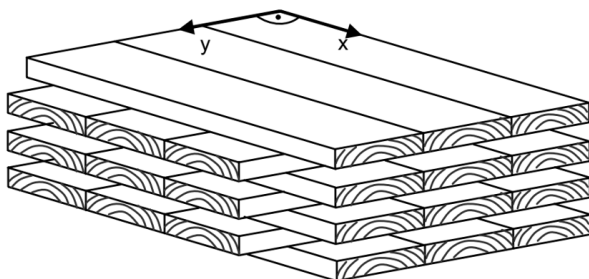


Рис. 1. Конструктивная схема поперечного сечения перекрестно-клееной древесины

Применение CLT-панелей – относительно новая технология для производства деревянных конструкций, в настоящее время широко

применяемая для строительства в Европе и Северной Америке. Эта технология позволяет строить здания из несущих деревянных панелей и дополняет существующие технологии каркасных и брусчатых деревянных домов. Областью применения CLT являются здания и сооружения, для которых традиционно используются бетонные, каменные и стальные конструкции.

Влажность играет важную роль в обеспечении работоспособности и сохранности зданий, особенно когда речь идет о деревянных конструкциях. Это связано с тем, что долговечность древесины может быть снижена из-за постоянного присутствия жидкой воды, в то время как большие колебания относительной влажности воздуха также могут влиять на стабильность размеров и механические характеристики. Несмотря на то, что влияние влажности хорошо понятно для каркасных деревянных конструкций, остается еще много вопросов, касающихся влагостойкости плитных деревянных конструкций, включая то, как быстро они намокают и сохнут и как воздействие влаги влияет на долговечность.

Это особенно актуально, потому что, несмотря на требования к защите деревянных элементов в течение срока службы конструкции (то есть, что они не должны подвергаться прямому воздействию погодных условий), контакт с влагой является обычным явлением во время строительства и, в случае аварийных ситуаций (утечек воды), которые могут случиться в любое время во время эксплуатации здания.

Предполагается, что CLT сжимается, как показано на рисунке 2, когда плита подвергается воздействию изменяющегося климата и содержание влаги в материале уменьшается. Эта деформация вызвана конструкцией CLT (т. е. ламели смежных слоев склеены ортогонально) и степенью усадки древесины (коэффициент усадки в тангенциальном направлении примерно в 20 раз больше, чем в направлении волокон, и усадка в радиальном направлении примерно в 10 раз больше, чем в направлении волокон).

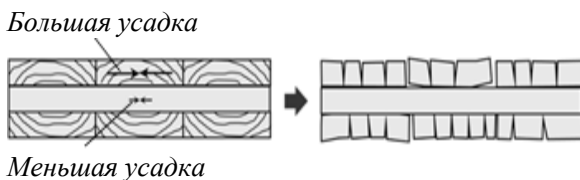
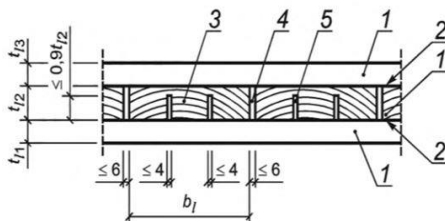


Рис. 2. Деформация CLT-панелей в переменных температурно-влажностных условиях (поперечный разрез)

Для предотвращения расслоения и трещинообразования в условиях резких колебаний температуры и влажности в панели можно использовать компенсационный пропил.

Компенсационный пропил – паз, который создают для снижения внутреннего напряжения. Пропил обеспечивает контролируемое распространение трещин в процессе усадки древесины (естественной потери влажности и снижения объема).



1 — слой древесины; 2 — клеевые швы между слоями; 3 — слой с компенсационными прорезами; 4 — зазор между заготовками в слое; 5 — компенсационная прорезь; b_l — ширина ламели; t_1, t_2, t_3 — толщины слоев

Рисунок 2 – Допустимая геометрия компенсационных пропилов

Таким образом, нанесение компенсационных пропилов на ламели, входящих в состав CLT-панелей, как показано на рисунке 2, позволяет избежать коробления изделий при значительных колебаниях температурно-влажностного режима.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Shiro Nakajima, Yoshihei Sakabe, Seiya Kimoto, Yoshinori Ohashi. Deterioration of CLT under Humid and Dry Cyclic Climate // XV International Conference on Durability of Building Materials and Components. Barcelona. 2020.
2. Evan Schmidt, Mariapaola Riggio. Monitoring Moisture Performance of Cross-Laminated Timber Building Elements during Construction // Buildings, № 9, 2019.
3. Mariapaola Riggio, Evan Schmidt, Gamal Mustapha. Moisture Monitoring Data of Mass Timber Elements During Prolonged Construction Exposure: The Case of the Forest Science Complex (Peavy Hall) at Oregon State University // Frontiers in Built Environment. August 2019. Vol. 5.
4. Evan L. Schmidt, Mariapaola Riggio, Paul F. Laleicke, Andre R. Barbosa, Kevin van den Wymelenberg. How monitoring CLT buildings can remove market barriers and support designers in North America: an introduction to preliminary environmental studies // Revista Portuguesa de Engenharia de Estruturas. July 2018. No. 7. pp. 41-48.

Студент 1 курса 31 группы ИПГС Близнюк В.Д.

Студент 1 курса 32 группы ИПГС Миронова К.А.

Научный руководитель – канд. хим. наук, доц. Земскова О.В.

СМАРТ-СТЕКЛО

Смарт-стекло (или «умное» стекло) – это уникальный технологический материал. Такие стёкла интересны тем, что они могут менять свою прозрачность. Изменение этого свойства может происходить как автоматически, так и по желанию пользователей.

Начало этому виду стекол положил Стив Абади, инженер и изобретатель. В 1979 году ему пришла идея изобрести новый вид стекла с уникальными особенностями.

Этот вид стекла очень популярен в наше время. Встретить смарт-стекло можно в жилых домах, культурных центрах, офисах, ресторанах и некоторых медицинских учреждениях.

Смарт-стекло изготавливают с помощью склеивания между собой 2-х и более обычных оконных стекол под высокими температурой и давлением (это процесс называется триплексование стекла). Между стёклами для склеивания помещается специальная полимерная пленка, которая делится на несколько видов: [1]

- EVA – этиленвинилацетатная пленка ($C_6H_{10}O_2$). Главный её плюс – низкая стоимость изготовления. Её минус – низкая прочность, также она может помутнеть.
- PVB – поливинилбутиральная пленка ($C_8H_{14}O_2$)n. Высокая стоимость изготовления, плохое сцепление с пластиком, низкая устойчивость к повышенной влажности. Тем не менее, имеет высокое конечное качество.
- TPU – пленка, изготовленная из термопластичного полиуретана ($-NH-CO-O-$ уретановая группа). Этот вид пленки имеет хорошее сцепление как с пластиком, так и со стеклом. Высокие прочность и устойчивость к воздействию влажности и агрессивным условиям. Наиболее предпочтительна при изготовлении «умного» стекла.

Рассмотрим некоторые технологии изготовления:

1. Жидкокристаллическое смарт-стекло (PDLC или LCD). *Polymer Dispersed Liquid Crystal / Liquid Crystal Display*.

Между двух стекол с электропроводящим покрытием находятся жидкокристаллические частицы. Когда электричество выключено, такое стекло находится в матовом состоянии, так как частицы распадаются в хаотичном порядке, и свет, проходящий сквозь полимер с частицами, рассеивается. Под электричеством жк-частицы принимают

перпендикулярное положение относительно стекол, что позволяет свету свободно проходить. Жидкокристаллическое смарт-стекло изменяет свой вид в течение 5 секунд. [1]

2. Смарт-стекло на основе «взвешенных частиц» (SPD). *Suspended Particle Devices*.

В этом способе между слоями электропроводящего покрытия перемещаются взвешенные в жидкости частицы, по структуре способ похож на LCD. Частицы имеют стержнеобразную форму, из-за чего такие стекла всегда остаются прозрачными, а при выключенном электричестве имеют темный (синий или черный) цвет. Переключение происходит почти мгновенно, это занимает всего 2-3 секунды. [2]

3. Электрохромное стекло (ECD).

Одно из главных отличий электрохимического стекла от LCD и SPD в том, что стекло затемняется *под* действием электричества. Затемнение начинается с краев и распространяется в остальную часть, причем напряжение нужно лишь для изменения прозрачности - потом состояние не изменяется. Это достигается за счет ионов лития, напыляемых друг на друга, - они выступают в качестве катализатора, реагирующего на температуру и освещение. Время затемнения этого стекла занимает от 2 до 6 минут, а осветление (без электричества) - от 5 до 8 минут. Также в затемненном состоянии стекло сохраняет хорошую видимость, не пропускает при этом УФ-лучи, что используют в музеях и картинных галереях. [2]

4. Смарт-стекло на основе светодиодов (*Glassiled*).

Светодиодное смарт-стекло хорошо используется в дизайне интерьера и фасадов. Оно полностью сохраняет свою прозрачность и потребляет мало энергии. Изготавливается стекло с помощью встраивания между стеклами светодиодов, которые работают от прозрачного токопроводящего покрытия. Также данное стекло может использоваться как проекционный экран.

Основные преимущества смарт-стекла: термосберегающие свойства, защита от УФ-излучения, звукоизоляция, термостойкость, быстрая смена режима, оптические свойства, приватность, простота и вариативность использования, энергоэффективность, экологичность. [2]

Недостатками умного стекла на данный момент являются высокая стоимость, что является одним из важных критериев для потребителя, сложная сборка стекла, возможность помутнения и скорость переключения режимов.

Такое внимание смарт-стекло имеет благодаря своему широкому уникальному применению. В строительстве и архитектуре это создание и зонирование пространств в офисах и жилых помещениях (конференц-

залы, комнатные перегородки); расположение наружной рекламы и различных витрин в маркетинге; организация приемных помещений и палат в больницах. Смарт-стекло легко заменяет жалюзи, может использоваться в качестве тонировки в элитных автомобилях и в качестве мультимедийного экрана за счет своей матовой поверхности. Также высоко ценятся практические свойства этого стекла: с его помощью можно контролировать проходящее сквозь него количество тепла и света, что используют в иллюминаторах самолетов и в картинных галереях (для сбережения объектов искусства). Смарт-стекла с высокой устойчивостью к влаге используют в душевых, бассейнах и оранжереях. [3]

Развитие смарт-стекла в данный момент является крайне перспективным. Помимо строительных, архитектурных, декоративных направлений за счет высокого спроса на экологические и энергосберегающие продукты смарт-стекло стало актуальным для авиационной и автомобильной промышленности и солнечной энергетики (покрытие фотоэлектрических панелей). [4, 5] Данная технология производства стала законченной, поэтому целью компаний-производителей является уменьшение стоимости производства стекла, чтоб оно стало доступным для большего круга пользователей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. <https://www.oknamedia.ru/novosti/smart-steklo-novaya-realnost-v-stekolnoy-industrii-45174>
2. <https://techautoport.ru/nesuschaya-sistema/dopolnitelnoe-osnaschenie/elektronnaya-tonirovka.html>
3. <https://smartglass-vrn.ru/o-tehnologii-SMART>
4. <https://www.glastory.net/ru/smart-glass-makes-homes-sustainable/>
5. *Дмитриев, А. Л.* Смарт-стекло в системе умного дома / *А. Л. Дмитриев, А. В. Митасов.* — Текст : непосредственный // Молодой ученый. 2022. — № 20 (415). — С. 76-79.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЗИМНЕГО БЕТОНИРОВАНИЯ

Наша страна является самой холодной страной в Мире, 65 % её территории покрыто вечной мерзлотой, и она имеет самую низкую среднегодовую температуру воздуха среди всех стран мира, которая составляет 5,5 °С. В связи, с чем при возведении монолитных железобетонных конструкций в холодное время года предъявляются особые требования к бетонным смесям и технологии работ [1]. Установлено, что при отрицательных температурах наружного воздуха снижается текучесть бетонной смеси, замедляются или прекращаются химические процессы твердения и отверждения. Строительные работы без специальных добавок становятся очень сложными, а в некоторых случаях и невозможными. Поэтому целью данной работы является изучение строительных материалов, которые используются для строительства в зимних условиях.

Ведущее место из строительных материалов в России занимают бетон и железобетон. Однако при бетонировании в холодное время года процесс схватывания и затвердевания бетона может значительно превышать установленный нормативный срок в 28 суток твердения и растянуться надолго или даже совсем остановиться в плоть до наступления теплой погоды.

Даже невысокая плюсовая температура от 0 до +8°С существенно затормаживает гидратацию цемента, а при отрицательных температурах она останавливается полностью [2,3].

Существуют следующие способы предотвращения этого негативного процесса:

- электроподогрев бетона;
- тепловые пушки;
- укрывание утеплителями;
- применение противоморозных добавок.

Наиболее эффективно для зимнего бетонирования использовать бетон, содержащий в своем составе противоморозные добавки.

Противоморозные добавки снижают температуру замерзания свободной жидкости, тем самым ускоряют затвердевание бетона при низких температурах наружного воздуха.

В качестве исходных составляющих противоморозных добавок могут быть ускорители схватывания и твердения, имеющие неорганическую и органическую природу.

Противоморозные добавки условно делятся на:

- добавки, снижающие температуру замерзания жидкой фазы бетона и являющиеся слабыми ускорителями или замедлителями схватывания и твердения цемента. К ним относят NaNO_2 , NaCl , слабые электролиты, органические вещества;

- добавки, которые являются сильными ускорителями, оказывающие влияние на процессы схватывания и твердения цементов. К ним относятся – K_2CO_3 , CaCl_2 , смесь нитрита кальция и нитрата кальция, мочевины.

Необходимым условием для ведения работ в условиях отрицательных температур с использованием противоморозных добавок является набор прочности бетона, который должен составить для предварительно напряженных конструкций не менее 80% от проектной прочности, а для конструкций, сразу же подвергаемых циклическому замораживанию и оттаиванию - не менее 70% [4].

Для ведения работ при отрицательных температурах перспективно применение комплексных противоморозных добавок, состоящих, в большинстве случаев, из противоморозного компонента, пластификатора и воздухововлекающей добавки. Введение комплексных противоморозных добавок позволяет снизить водопотребность смесей на 15-26%, позволяя несколько увеличить сроки схватывания бетонной смеси.

В комплексную противоморозную добавку входят пластификаторы на основе синтетических полимеров, таких как: сульфированные нафталинформальдегидные или сульфированные меламинформальдегидные поликонденсаты, очищенные от сахара лигносульфонаты, а также эфиры поликарбоксилатов и полиакрилатов.

Воздухововлекающие добавки - это поверхностно-активные вещества, которые способны вовлечь в бетонную смесь заданный объем воздуха и создать в затвердевшем бетоне систему замкнутых и равномерно распределенных по всему объему воздушных пор. Это приводит к улучшению однородности смеси, уменьшению водоотделения и повышение морозостойкости. Поверхностно-активные вещества, как правило, вводятся в небольших количествах, при этом содержание вовлеченного воздуха составляет 4-5%.

Например, при использовании комплексной добавки, содержащей суперпластификатор на основе сульфонафталинформальдегида, древесную омыленную смолу, противоморозную добавку нитрат натрия, нанокремнезем позволяет обеспечить технологичность бетонной смеси, ее качественную укладку и нормальное твердение при низких температурах наружного воздуха. Наномодифицированная добавка, в свою очередь, позволяет предотвратить явление сегрегации бетонные смеси, а совместно с нитратом натрия (4 мас.% цемента) обеспечивает нормаль-

ные условия для гидратации цементной пасты при температуре окружающей среды от +5 °С до -5 °С [5].

Наиболее высокие результаты по набору прочности при отрицательных температурах можно достичь, используя сочетание нескольких способов бетонирования в зимних условиях.

Например, применение электроподогрева бетона с токопроводящим минералом шунгитом при твердении в естественных условиях при температуре окружающей среды -15°С позволило увеличить прочность через 5 суток на 54% от проектной прочности бетона класса В30. При этом наблюдалось снижение электрического сопротивления модифицированной бетонной смеси при электроподогреве и снижении материальных затрат на его осуществление [6].

Исходя из выше изложенного, можно сделать вывод, что для получения высоких показателей зимнего бетонирования необходимо применять комплексный подход к бетонированию и разрабатывать новые технологические решения к его осуществлению, в том числе стремиться к созданию новых комплексных противоморозных добавок, обладающих рядом положительных свойств.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Баженов Ю. М.* Технология бетона: учебник для студентов высших учебных заведений. М.: Издательство АСВ. 2011 г. 415с.
2. *Погодин Д.А., Уханова М.А.* Интенсификация технологических процессов зимнего бетонирования монолитных зданий. Перспективы науки. 2019. № 1(112). С. 63-68.
3. *Шелехов И.Ю., Смирнов Е.И., Пакулов С.А., Главинская М.М.* Анализ производства строительных работ в зимний период времени / Современные наукоемкие технологии. 2017. №6. С. 99-101.
4. Самченко С.В., Ларсен О. А., Былинкин Д.С. Комплексные противоморозные добавки для монолитного строительства в условиях Крайнего Севера. Техника и технология силикатов. 2022. Т.29. №2. С.145-157.
5. *Imaykin D.G., Ibragimov R.A., Evstigneeva Yu.V.* Perfecting technology of winter concreting of cast-in-situ columns / IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol.687 № 044013. doi:10.1088/1757-899X/687/4/044013.
6. *Мухаметрахимов Р.Х., Галаутдинов А.Р., Гарафиев А.М.* Электродный прогрев бетона с применением тонкопроводящего минерала. Известия КГАСУ. 2019. №4(50). С. 419-426.

УГЛЕРОДНЫЕ НАНОЛУКОВИЦЫ

Первые углеродные наноматериалы были открыты в 1980-х годах. Нанолуковицы- вложенные друг в друга сферы углерода. Эти сферы называются фуллерены. Нанолуковицы, как и другие нано вещества из углерода, можно получить ограниченными способами: под высокой температурой порядка 900 градусов и условиями вакуума.

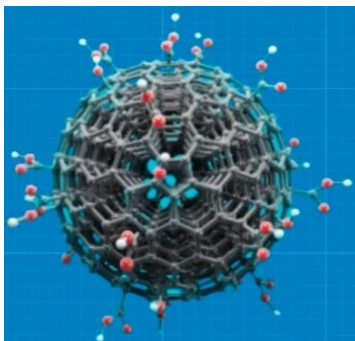


Рис. 1. Углеродная нанолуковица

Нанолуковицы образуются при графитизации наноалмаза (перехода из наноалмаза в графит). Другими словами, нанолуковица это переходная стадия из наноалмаза в графит. Кроме того, луковичная форма углерода может перестроиться, под действием электронного луча, обратно в наноалмаз. Классическая реакция сопровождается выделением вредных веществ в атмосферу. Процесс можно ускорить катализаторами.

Японские учёные из университета Нагои предложили синтезировать нанолуковицы из чешуи рыбы [1]. Рыбья чешуя содержит коллаген, который под действием микроволновых лучей быстро повышает температуру, в результате происходит термическое разложение сырья, благодаря которому происходит выделение газов, которые участвуют в образовании наноионов углерода. Этот метод не требует ни дорогих катализаторов, ни строгих условий, ни большого ожидания. Реакция занимает около 10-ти секунд.

Нанолуковица обладает рядом полезных свойств. Данная форма имеет хорошее электро и тепло проводимость. Благодаря этим свойствам они нашли своё применение в биомедицине. Также полученные наноионы углерода обладают хорошими оптическими свойствами. Их квантовый выход составляет 40% видимой области света. Этот показатель примерно в 10 раз превышает показатели наноионов углерода, син-

тезированные классическим методом. Из них можно делать нано светодиоды и тонкие плёнки. Что так же можно использовать в электронике, например, для телевизоров QLED нового поколения.

Наиболее эффективным способом модификации цемента является внедрение дополнительных наноконпонентов [2]. Нанотрубки это нитевидные наноразмерные частицы из атомов углерода, содержащие вытянутую внутреннюю полость.

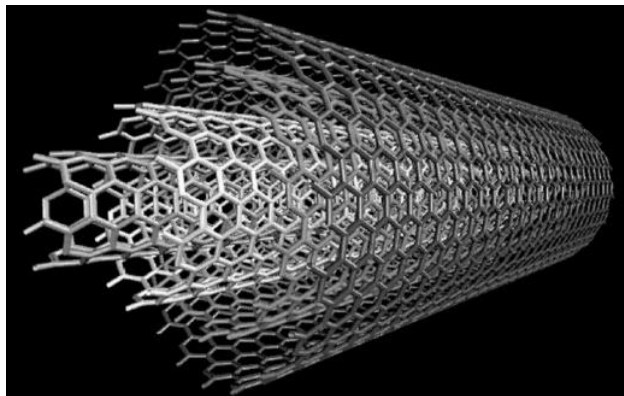


Рис 2. Углеродные нанотрубки

Углеродные нанотрубки иногда состоят из двух различных поверхностей. Первая поверхность представляет боковую часть трубки, вторая поверхность это закрытый торец. Различают однослойные, двухслойные и многослойные углеродные нанотрубки. Однослойные нанотрубки обладают простотой строения. Им свойственно малое число дефектов и высокие физико-механические характеристики. Двухслойные нанотрубки превосходят однослойные по нескольким показателям. Они имеют лучшие механические свойства, более термически устойчивы, обладают большей тепло- и электропроводностью. Их внедрение направленно на создание армирующего эффекта, который делает цемент более упругим и прочным. Для совершенствования цементных композиций различными добавками с наночастицами применяются многослойные углеродные нанотрубки. Хотя они и экономически менее выгодны, по сравнению с однослойными нанотрубками, но имеют прочность более чем в три раза выше стали.

Нанотрубки активно взаимодействуют с цементными составляющими, так как обладают очень высокой поверхностной энергией. Поэтому для получения высоких физико-механических показателей цементов нанотрубки вводят в минимальных дозах, примерно 0,2% от массы.

Для волокнообразующих частиц важным свойством является значительная длина относительно поперечного сечения, которое составляет около 1 нм. Из-за высокой прочности на растяжение волокнообразую-

шие частицы могут сильно влиять на прочностные свойства затвердевших цементов.

Минимальные размеры поперечного сечения волокнистых наночастиц при длине больше размеров кристаллогидратов цемента, способствуют армированию микроструктуры изделий из цемента и бетона.

Наноразмерное армирование увеличивает плотность бетона, что предотвращает появление трещин в ранние сроки твердения.

Известно, что при добавлении наномодификатора происходит ускорение процесса гидратации цемента. При этом микроструктура цементного камня остается оптимальной.

Установлено, что применение углеродных нанотрубок различных видов приводит к увеличению прочности твердеющего бетона, относительно стандартных составов.

Таблица 1.

Время твердения, сут	1	28	90
Увеличение прочности, %	30	15	10

Наибольшее влияние добавки оказывают в начальные сроки твердения, с последующим затуханием роста прочности. Это доказывает сильное влияние углеродных наночастиц на процессы

Недостатком применения углеродных нанотрубок является сложность разделения скрученных нанотрубок – глобул и их равномерного распределения по объему[3].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Fabrication of ultra-bright carbon nano-onions via a one-step microwave pyrolysis of fish scale waste in seconds” by Yunzi Xin, Kai Odachi and Takashi Shirai, **Green Chem.**, 2022, **24**, 3969-3976.

2. Хузин А. Ф., Габидуллин М. Г., Рахимов Р. З., Габидуллина А. Н., Стоянов О. В. Модификация цементных композитов углеродными нанотрубками // Вестник Казанского технологического университета. 2013. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modifikatsiya-tsementnyh-kompozitov-uglerodnymi-nanotrubkami>.

3. С. В. Самченко, О. В. Земскова, И. В. Козлова. Стабилизация дисперсий углеродных нанотрубок при ультразвуковой обработке // Техника и технология силикатов. 2014. Т. 21, № 3. С. 14-18. – EDN SNAVPH.

СОВРЕМЕННЫЕ ПЕНОКЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Пенокерамика — керамический материал ячеистой структуры. Основой для производства пенокерамических строительных материалов служит природное или синтетическое сырье. Природным сырьем для производства материалов из пенокерамики могут служить диатомит, глины. Оксиды – Al_2O_3 , MgO , ZrO_2 , бескислородные соединения – Si_3N_4 , SiC являются синтетическим сырьем для пенокерамических материалов. Изготавливают сушкой с последующим обжигом керамической пеномассы. Порошок(шихта) смешивается с водой, пенообразующими добавками или с отдельно приготовленной пеной. В результате перемешивания масса приобретает пористую структуру. Полученную пеномассу сушат и обжигают. После обжига заготовок и их механической обработки получают различные изделия.

Материалы из пенокерамики обладающий высокими тепло- и звукоизоляционными свойствами. Не меняет эксплуатационные свойства в условиях низких и высоких температур. Благодаря уникальным физико-техническим характеристикам пенокерамические стройматериалы и изделия обладают достаточно высокой био- и коррозионностойкостью, долговечны, негорючи и не выделяют вредных веществ.

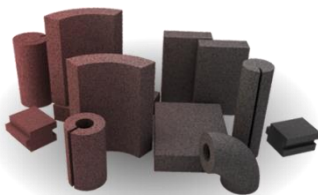


Рис. 1. Изделия из пенокерамики

Состав и пористость пенокерамики могут меняться в широких пределах и определяют свойства материала. Пористость пенокерамики может достигать 90%. У пенокерамики на основе Al_2O_3 с пористостью 30% средняя плотность равна 1200 кг/м^3 , а с пористостью 85% – 600 кг/м^3 . Чтобы снизить плотность пенокерамики, прибегают к таким методам как увеличение количества пены и повышение влажность суспензии.

Материалы из пенокерамики, благодаря своим уникальным свойствам, нашли широкое применение в строительстве жилых и промышленных зданий. Они могут быть использованы в качестве материа-

ла для возведения ограждающих конструкций в виде блоков, теплоизоляции крыш и полов, теплоизолирующей отделочной плитки, кровельных изделий с теплоизолирующими свойствами, декоративных и доборных элементов, а также элементов несъемной опалубки.

Гранулиро-
мика широко
сухих строитель-
ях, штукатурках,
облегчающая до-
своей пористой
дает высокими те-
ляционными

поэтому часто используется для тепло- и звукоизоляции полых про-
странств и перегородок, балочных перекрытий и полов.



Рис.2 Фасадная плитка из
пенокерамики

ванная пенокера-
применяется в
ных смесях (кле-
шпатлевках), как
бавка. За счет
структуры обла-
пло- и звукоизо-
свойствами, по-



Рис.3 Гранулированная
пенокерамика

В бетонах пенокерамика применяется в качестве наполнителя, обеспечивая плотность менее 1000 кг/м^3 , что способствует снижению нагрузки и увеличению теплоизоляции.

Благодаря сферической форме гранулированная пенокерамика применяется в красках для создания зернистой структуры и легкого нанесения, повышения шумо- и теплоизоляции.

Пенокерамические гранулы хорошо совместимы с полимерными материалами, и нашли применение в производстве полимерного бетона и пенопласта, при использовании в качестве заполнителя или в процессе получения одноосно ориентированного волокнистого пластика (пултрузии).

Пенокерамику применяют в качестве стабилизатора в глинах, воске, гипсе, папье-маше, смолах и силиконовой резине. Это способствует облегчению конструкции, развитию пористой структуры в материале, сокращению рабочего процесса.

В металлургической промышленности из пенокерамики используют фильтры, носители катализаторов, диафрагмы.



Рис.4 Фильтры из пенокерамики

В заключение можно подвести следующий итог: материалы на основе пенокерамики нашли широкое применение в строительстве за счет своих высоких эксплуатационных свойств. Изделия из пенокерамики негорючи, не выделяют вредных веществ, обладают коррозионной стойкостью. Возможность изготовления изделий практически любой геометрической формы, высокие значения механической прочности, хорошая фильтрующая активность по всему объему определяют высокую конструктивность и долговечность таких элементов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Юшкевич М. О., Rogовой М. И.* Технология керамики : учебник - 3-е изд., доп. и перераб. . - М. : [б. и.], 1969. - 350 с.
2. *Дмитриев К.С.* Пористая керамика: современное состояние и перспективы // *Международный журнал экспериментального образования.* – 2016. – № 7. – С. 152-154.
3. *Белухина С.Н., Ляпидевская О.Б., Семенов В.С.* Строительные термины и определения: терминологический словарь / Москва: Издательство МИСИ-МГСУ, 2018. – 560 с.
4. <http://baugran.eu/>
5. <https://spadar.ru/>

Студентка 3 курса 3 группы ИПГС Грен Ю.В.

Студентка 3 курса 3 группы ИПГС Щербакова П.И.

Научный руководитель - канд.техн.наук, доц. О.Б. Ляпидевская

СПАЙДЕРНЫЕ ФАСАДЫ

Система сплошного остекления фасадов зданий впервые была применена британской компанией Пилкингтон в 1982 году. В отличие от предыдущих подобная система имеет гладкую поверхность, не разделенную металлическими или деревянными профилями. Это придает зданию впечатление простора, полноту естественного освещения и неповторимую выразительность.



Спайдерное остекление представляет собой систему светопрозрачного фасада, где стеклянные элементы крепятся на несущие конструкции при помощи стальных крепежных деталей-кронштейнов, которые называются «спайдеры». По форме кронштейны очень похожи на пауков, что в переводе на английский язык звучит как «спайдер» [1].

Так как устройство системы не предполагает применение рам или каких-либо других рассекающих элементов, визуально получается монолитное стеклянное покрытие, складывающееся из панелей. Несмотря на то, что у этого остекления есть некоторые ограничения, его применение позволяет создавать эффектные и неповторимые архитектурные формы.

Крепление стеклянных элементов осуществляется следующим образом: к соединителям (connectors – англ.), которые могут иметь различное количество плеч, устанавливаются специальные клеммы в отверстия, расположенные по углам стеклянного листа. Для обеспечения герметичности зазоров между стеклопакетами используют силиконовые герметики. «Спайдерное» остекление возможно выполнять как в холодную погоду с использованием закаленного стекла, так и в теплую – применяя стеклопакеты [2].

В зависимости от максимально допустимой нагрузки спайдерные системы подразделяют на четыре группы.

1. Остекление осуществляют с использованием уже существующих несущих конструкций, например, колонн и перекрытий. Его преимущество заключается в использовании уже готовых конструкций здания, что экономически очень выгодно. (Рис.1)

2. Остекление осуществляют с использованием несущих стальных или алюминиевых труб различного сечения: круглого, квадратного, овального и других. Этот тип остекления весьма рационален и прост в монтаже (Рис.2).

3. Остекление осуществляют с применением тросов или металлических стержней (вантов). Но они сложны в расчетах, трудоемки при монтаже, экономически не выгодны (Рис.3).

4. Остекление осуществляют с применением стеклянных стоек-ребер, когда одно из стекол является ребром жесткости (Рис.4) [3].



Рис. 1 Несущие колонны



Рис. 2 Металлические трубы



Рис.3 Металлические тросы



Рис. 4 Стеклянные стойки-ребра

Виды точечного крепления:

- 1) стеклянные панели держатся на опорах по углам или боковым сторонам;
- 2) опоры закрепляются в заранее просверленных специальных отверстиях.

Основной элемент крепления – это несущий шарнир, который соединяет стеклянную панель с несущей конструкцией, прикрепляя их к «спайдерам». Несущий шарнир принимает на себя ветровые и снеговые нагрузки и благодаря своей подвижности предотвращает разрушение стекла.

К стеклам, применяемым в «спайдерных» системах, предъявляются повышенные требования по прочности. Могут применяться закаленные

стекла или "триплекс" – такие стекла разбиваются на малые осколки, не образуя при этом режущую кромку.

Крупные размеры светопрозрачных элементов дают возможность эффективно употреблять солнечную энергию с целью обогрева, а также освещения помещений. Еще одним важным преимуществом «спайдерного» остекления является простота ремонта при повреждении стекол, так как их установка осуществляется секционно [4].

Но несмотря на неоспоримые достоинства перед другими фасадными системами, «спайдерные фасады» пока еще не нашли широкого применения из-за своей высокой стоимости. Также существует проблема при проектировании данных систем, заключающаяся в необходимости учитывать различные коэффициенты линейного расширения стекла и стали (или алюминия). Кроме того, из-за неравномерных перемещений опорных точек друг относительно друга при больших габаритах фасада возможно разрушение стекла в зоне отверстий. Решить эту проблему можно с помощью шарниров в точечном креплении спайдера, которые уравнивают образовавшиеся перекосы при монтаже и при эксплуатации. Существует также проблема, которая связана с различными размерами отверстий в стекле и деталями точечной опоры. Она решается при помощи образования овальных отверстий в опорной конструкции.

В последнее время было реализовано большое количество проектов с использованием «спайдерных» фасадов. Однако единой отлаженной технологии монтажа и методик расчета пока не существует. Поэтому перед проектными и строительными организациями стоит задача внедрения эффективных технологий монтажа, единых методик расчета, а также применения новых строительных материалов [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Спайдерное остекление фасадов
[https://www.alpicagroup.ru/osteklenie_fasadov/sistemy_osteklenija_fasado v/spajdernoe_osteklenie.html]
2. Спайдерные системы
[<https://www.oknamedia.ru/novosti/spayderye-sistemy-19407/>]
3. Особенности крепления стекла к фасадам. Спайдеры, коннекторы, вантовые крепления [https://studfile.net/preview/3732068/page:31/]
4. Спайдерные фасады [https://www.bau.ua/library/art-spajderye_fasady/]
5. Ляпидевская О.Б. Современные фасадные системы (учебное пособие) Москва: НИУ МГСУ, 2016 <http://www.iprbookshop.ru/>

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГИДРОФОБИЗИРОВАННОЙ ШТУКАТУРНОЙ СМЕСИ НА ОСНОВЕ ГИПСОВОГО ВЯЖУЩЕГО С УЛУЧШЕННЫМИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ СВОЙСТВАМИ

В настоящее время строительные материалы, изготовленные на основе гипсового вяжущего, находят крайне широкое применение во внутренней отделке зданий. К данным продуктам относятся как цельные унифицированные изделия, такие как гипсолитовые плиты, гипсокартонные и гипсоволокнистые листы, так и сухие строительные смеси, к которым относятся штукатурные смеси

Не смотря на обширное применение, ключевым недостатком изделий, полученных на основе гипсового вяжущего, относится большое водопоглощение. Штукатурный отделочный слой, как готовый продукт, полученный из двухводного гипса, за счёт микропористой структуры, обладает крайне высокой гигроскопичностью, - быстро и легко впитывает влагу, которая, распространяясь по капиллярам, снижает прочностные характеристики и разрушает его изнутри, также приводит к образованию грибка. По изучению данного свойства, для отделки помещений с повышенным влажностным режимом и конструкций граничащими с наружной средой, исключено применение рассматриваемых материалов на основе гипса. Вследствие вышеизложенного, возникает актуальный вопрос касательно использования цементной штукатурной смеси вместо гипсовой, ведь она не обладает такой высокой гигроскопичностью, имеет более высокие прочностные характеристики. Однако, несмотря на это, имеется ряд достоинств, которые присуще лишь гипсовой смеси. Штукатурная смесь на основе гипсового вяжущего является более пластичным материалом, обладает более коротким временем схватывания, твердения и набора прочности, высокой адгезионной способностью к поверхности основания за счёт мелкозернистой микропористой структуре без промежуточного грунтования, более экономична, имеет меньший удельный расход на единицу объема. Рациональность использования гипсовой смеси обусловлена её удобством в работе и свойствами материала относительно назначения помещения.

На пути решения и изучения рассматриваемой проблемы, на данный момент, можно выделить несколько основных прогрессивных способов различной степени понижения водопоглощения, повышения водостойкости, которые зависят от соответствующих технологий и назначением дальнейшего использования материала, изделия.

1. Гидрофобизация гипса путем поверхностного нанесения эмульсии.

Гидрофобизатор представляет из себя кремнийорганическую эмульсионную жидкость на водной основе, в которой каждому атому кремния присущ свой углеводородный радикал, играющий основную роль в процессе гидрофобизации. Если нанести данный раствор на строительный гипсовый материал, происходит своего рода ориентация радикалов в пространстве: углеводородные радикалы стремятся быть ориентированы строго перпендикулярно к поверхности материала, - то есть именно противоположно тому направлению, откуда в материал поступает влага (ориентированы навстречу воде). Если учесть, что в данной комплексной связи единственными неполярными веществами являются как раз углеводородные радикалы, то они не стремятся к расчленению относительно друг друга, образуя поверхностную цепь. В результате, даже при прямом попадании воды на поверхность, вследствие поверхностного натяжения, краевой угол между поверхностью и местом соприкосновения будет тупым, вода попросту «скатится» с поверхности.

Также стоит отметить, что рациональность использования кремнийорганических веществ в качестве защитного слоя от влажной среды обусловлена тем, что данные вещества обладают превосходной пропускной способностью для газов, что не сказать о жидкости. То есть поверхность гипсового штукатурного слоя будет отталкивать жидкость, но «дышать».

Рассматривая технологию получения данного результата, описанный метод заключается именно в нанесении данного раствора на материал, оставляя внутреннюю структуру неизменной. Таким образом, можно выделить основной недостаток такого способа – невозможность использовать штукатурную поверхность с нанесенным гидрофобизирующим составом для дальнейшей отделки, так как поверхность становится не только водостойкой, но и водоотталкивающей. При нанесении любого другого финишного состава, например плиточного клея, адгезии между поверхностями попросту не будет, по причине содержания воды в нанесенном составе клея. Тем не менее, данный вариант можно считать водостойким. На рисунке 1 изображена поверхность, обработанная данной эмульсией.

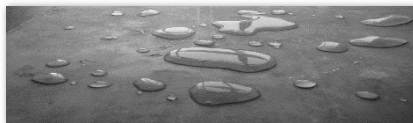


Рис. 1. Поверхностное нанесение гидрофобизирующей эмульсии на штукатурный слой.

2. Гидрофобизация гипса с помощью специальной комплексной добавки нового компонента в состав смеси. В данном случае рассматрива-

ется гидрофобизатор, в состав которого добавлен помимо кремнийорганической водной основы гексафторсиликат натрия и хлорид алюминия, которые воздействуют непосредственно на структурообразование состава гипсовой смеси, усиливая связь между алюмометилсиликонатными структурными гипсовыми сетками. Изготовленный водный раствор добавляется в водную основу смеси, с последующим смешиванием компонентов состава. В результате данная добавка влечет за собой соответствующее повышение прочности. Совместно с прочностными характеристиками, водопоглощение при этом понижается в 3-5 раз, увеличивается долговечность готового изделия. В таблице 1 показана сравнительная характеристика штукатурного раствора на основе гипса с введением добавки и без неё. Рассматриваемый вариант также считается влагостойким, но уже применим для дальнейшей отделки вследствие уменьшения водопоглощения без появления водоотталкивающих свойств поверхности.

Таблица 1. Сравнительная характеристика свойств образца с добавкой и без неё.

Количество добавки, %	Водопоглощение, %	Прочность на сжатие, МПа	Прочность на изгиб, Мпа
0	38,5	6,9	5,3
1,25	8,1	7,0	4,2
1,5	3,7	6,0	4,0

Таким образом, можно сформировать вывод о том, что применение водостойкой штукатурной смеси на гипсовом вяжущем является, что самое важное, актуальной темой, заключающейся в рациональном использовании свойств данного материала в мокрых зонах помещений при отделочных работах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. S. B. Jennifer Kan, Russell D. Lewis, Kai Chen, Frances H. Arnold «Directed evolution of cytochrome c for carbon–silicon bond formation: Bringing silicon to life» - science 354 (November 2016).
2. Коровяков В.Ф. Повышение водостойкости гипсовых вяжущих веществ и расширение областей их применения. «Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века», № 3, 2005 г.
3. Ферронская А.В. Развитие теории и практики в области гипсовых вяжущих веществ. Сб. «Развитие теории и технологий в области силикатных и гипсовых материалов». Ч.1. М., МГСУ, 2000 г.

Студент 2 курса 16 группы ИПГС Зайналов А.А.

Студентки 1 курса 16 группы ИПГС Ивашишникова Т.О., Цанова Л.Р.

Научный руководитель – ст.преп. М.О. Дударева

ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИЙ БЕТОН

Одной из ведущих проблем в современных крупных городах можно считать загрязнение воздушного бассейна, вызванное возрастающим количеством выхлопных газов, содержащих токсичные для человека и животных летучие органические соединения (углеводороды, ароматические соединения), а также оксиды азота. По данным на 2021 год суммарный объем выбросов в атмосферу в Российской составил 22,3 млн. тонн [1]. Кроме того, многие загрязнители оседают на поверхностях различных городских конструкций, ухудшая их эстетические характеристики. Обе проблемы - загрязнение воздушного бассейна и потеря зданием эстетичного внешнего вида - могут быть решены с помощью фотокаталитического бетона.

Фотокаталитический бетон сочетает в себе традиционный материал на основе цементного вяжущего, обладающий всеми его положительными качествами, такими как прочность, твердость, морозостойкость и долговечность, и фотокаталитическую добавку (фотокатализатор), которая может вноситься как в объем цементного композита, так и на его поверхность в качестве финишного покрытия [2].

Принцип действия фотокаталитической добавки основан на том, что под воздействием излучения на поверхности фотокатализатора формируются высокореакционные частицы, которые способны окислять адсорбированные токсичные органические и неорганические соединения до безопасных для человека веществ (рис.1), дольше оставляя бетонную поверхность чистой.

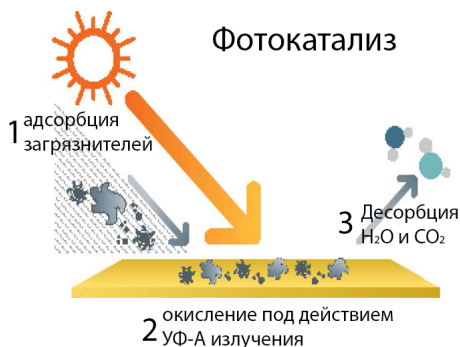


Рис.1. Принцип действия фотокатализатора [3]

Изобретен фотокаталитический бетон был не так давно, первое здание с его использованием было построено в 2001 году в Италии (рис.2а).



а)

б)

Рис.2. Архитектурные сооружения, построенные с применением фотокаталитического бетон: **а)** Церковь Дю Падре Мизерикордиозо, Италия **б)** фасад больницы Мануэля Хеа Гонсалеса, Мехико [4, 5]

Наиболее известным на сегодняшний день фотокатализатором можно назвать диоксид титана TiO_2 , который кристаллизуется в трех аллотропных модификациях: рутил, анатаз и брукит, но именно анатаз проявляет фотокаталитическую активность. Необходимо также отметить, что именно наноструктурированный оксид титана с размером частиц 1-100 нм обладает фотокаталитической активностью, причем только под воздействием УФ-излучения. На смеси 20-30% рутила и 70-80% анатаза основан широко распространенный промышленный фотокатализатор P25 Degussa. Интересно, что бетон с добавлением TiO_2 сохраняет чистоту не только за счет разложения загрязнителей на его поверхности, но и в силу того, что его поверхность становится более гидрофильной: то есть, лучше смачивается водой, а значит загрязнители и продукты их фотокаталитического окисления легче удаляются с поверхности [6].

Также известны фотокатализаторы на основе оксида цинка и висмута, композитные материалы $TiO_2 - SiO_2$, TiO_2 - активированный уголь. Тем не менее, в настоящее время ведется активный поиск новых, более эффективных фотокатализаторов, способных работать не только под действием УФ-излучения, но также и в видимом диапазоне спектра [7].

В Российской Федерации на сегодняшний день не известно о фактах широкого применения фотокаталитических бетонов в реальных городских условиях. Однако, активно ведутся теоретические и экспериментальные исследования, направленные на поиск и синтез новых максимально эффективных фотокаталитических добавок к минеральным вяжущим веществам. В связи с перспективами использования и развитием индустрии фотокаталитических бетонов в 2016 году вышел

нормативный документ ГОСТ Р 57255—2016 «Бетоны фотокаталитически активные самоочищающиеся» [8], касающийся определения эффективности фотокаталитических бетонов в реакциях разложения (минерализации) оксидов азота и летучих органических веществ (ЛОВ) и определения способности фотокаталитического бетона к самоочищению.

Перспектива дальнейших исследований в области фотокаталитических бетонов заключается в поиске и синтезе новых добавок к цементным системам, которые бы работали эффективно в более широком диапазоне излучения, стоили бы меньше, не вызывали ухудшения физико-механических показателей строительного материала.

Также необходимо разработать оптимальный способ введения добавки в материал - на поверхность или в его объем в виде лакокрасочных или полимерных покрытий.

Таким образом, необходимо развивать данное направление и на территории Российской Федерации, так как свойства фотокаталитического бетона способны улучшить экологию в густонаселенных районах при сохранении декоративных характеристик материала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. <https://finexpertiza.ru/press-service/researches/2022/vybrov-vred-veshiv-atm/>
2. Falikman V., Vajner A. // Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2015. Vol. 7. №. 1. pp. 18–28. DOI: 10.15828/2075-8545-2015-7-1-18-28.
3. Антоненко М.В. Мелкозернистый бетон с полифункциональной анатаз-кремнеземной добавкой для самоочищающихся изделий. Диссертация на соискание ученой степени кандидата наук. Белгород. 2021.
4. <https://betonpedia.ru/fotokataliticheskiy-beton>.
5. <https://plus-one.ru/manual/2022/04/08/nanomaterialy-v-stroitelstve>.
6. Дронова Е. К. Перспективы применения фотокатализаторов как биоцидных веществ в строительных материалах // Образование, наука, производство : VIII Международный молодежный форум. Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2016. – С. 470-474.
7. Юхновец О. И. Наноструктуры оксида цинка для фотокатализа // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения. – 2017. – Т. 17, № 3. – С. 863-866.
8. ГОСТ Р 57255-2016. Бетоны фотокаталитические активные самоочищающиеся.

Студентка 2 курса 32-й группы ИПГС Затевалова Е.В.

Студент 2 курса 32-й группы ИПГС Бажанов А.С.

*Научные руководители – аспирант 1 года обучения 8 группы АСПа
Шаламов В.В.; д-р. хим. наук, проф. А.В. Коршунов*

МЕХАНИЧЕСКИЕ И ТЕРМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛИМЕРБЕТОНОВ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНЫХ СМОЛ

Полимербетон - это композитный материал, изготовленный путем включения в состав бетона полимерных смол, таких как эпоксидная смола. Было установлено, что использование эпоксидных связующих в полимерном бетоне улучшает механические и тепловые свойства материала. В этой статье мы рассмотрим механические и тепловые характеристики полимерных бетонов с использованием эпоксидных связующих.

Полимерный бетон обычно состоит из трех основных компонентов: заполнителя, связующего и наполнителя.

Заполнитель полимерного бетона может быть изготовлен из натуральных или синтетических материалов. Обычно в полимерном бетоне используются такие заполнители, как песок, гравий, щебень и стекло.

Связующий компонент обычно изготавливается из полимерной смолы, например, эпоксидной. Связующее вещество действует как клей, который удерживает вместе заполнитель и наполнитель и придает материалу механическую прочность и долговечность.

Наполнитель обычно представляет собой мелкий порошок, например, цемент или золу, который добавляется в смесь для увеличения ее объема и плотности. Наполнитель помогает увеличить прочность материала на сжатие и улучшает его способность противостоять растрескиванию.

Помимо этих трех основных компонентов, в полимербетон могут быть добавлены и другие материалы, такие как пигменты, волокна и армирующие вещества, для улучшения его характеристик и внешнего вида. Точный состав полимербетона зависит от конкретного применения и желаемых свойств материала.

Целью данного исследования было изучить влияние соотношения смолы и наполнителя и соотношения матрицы и заполнителя на механические и прочностные свойства полимерного бетона на основе эпоксидной смолы. В исследовании использовалась уникальная комбинация огнестойких наполнителей, полых микросфер и летучей золы, а образцы были подготовлены при различных соотношениях смолы к наполни-

телю и матрицы к заполнителю. Затем образцы были испытаны при сжатии, растяжении и изгибе. Результаты показали, что соотношение смолы и наполнителя оказывает значительное влияние на пространственное распределение заполнителей, причем равномерное распределение достигается, когда матрица содержит не менее 40% наполнителя. Прочность при растяжении, прочность при изгибе и пластичность снижались с уменьшением соотношения матрицы и наполнителя. На основе экспериментальных результатов были предложены эмпирические модели, и было установлено, что оптимальное соотношение смолы и наполнителя составляет 70:30 для неравномерного распределения и 60:40 для равномерного распределения заполнителей, а соотношение матрицы и наполнителя 1:1,35 является оптимальным с точки зрения баланса производительности и стоимости.

Выводы:

Механические свойства: Механические свойства полимерных бетонов с использованием эпоксидных связующих значительно улучшаются по сравнению с традиционным бетоном. Прочность на растяжение этих материалов увеличивается на 40% по сравнению с традиционным бетоном. Такое повышение прочности можно объяснить высоким модулем упругости и отличными связующими свойствами эпоксидных смол, которые обеспечивают более равномерное распределение напряжения и деформации в материале. Кроме того, включение эпоксидных связующих увеличивает прочность на сжатие полимерных бетонов на 20%.

Тепловые свойства: Тепловые свойства полимерных бетонов с использованием эпоксидных связующих также улучшаются по сравнению с традиционным бетоном. Теплопроводность этого материала увеличилась на 30% по сравнению с традиционным бетоном. Это увеличение теплопроводности можно объяснить включением эпоксидных смол, которые обладают превосходными свойствами теплопроводности и теплостойкости. Термостойкость полимерных бетонов с использованием эпоксидных связующих так же улучшается, что делает их идеальными для использования в высокотемпературных средах.

Долговечность: Долговечность полимерных бетонов с использованием эпоксидных связующих также улучшается по сравнению с традиционным бетоном. Эти материалы обладают превосходной устойчивостью к воде, химикатам и атмосферным воздействиям, что делает их идеальными для использования в суровых условиях. Кроме того, включение эпоксидных связующих повышает устойчивость полимерных бетонов к огню, что делает их идеальными для использования в огнестойких конструкциях.

В заключение следует отметить, что включение эпоксидных связующих в полимерный бетон значительно улучшает механические и тепловые свойства материала. Улучшение прочности на растяжение и сжатие, теплопроводности и термостойкости делает эти материалы идеальными для использования в различных областях промышленности. Дальнейшие исследования необходимы для полного изучения потенциала полимерных бетонов с использованием эпоксидных связующих и разработки новых областей применения этих материалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. J.W.W. Donald, L. Basham, Kathleen I. Ferguson, Get W. Moy, *Unified Facilities Criteria (UFC). Pavement Design for Airfields, Department of Defense, USA, 2001.*
2. M.C. McVay, L.D. Smithson, C. Manzione, *Chemical damage to airfield concrete aprons from heat and oils, Mater. J. 90 (3) (1993) 253–258.*
3. M. McVay, J. Rish III, C. Sakezles, S. Mohseen, C. Beatty, *Cements resistant to synthetic oil, hydraulic fluid, and elevated temperature environments, Mater. J. 92 (2) (1995) 155–163.*
4. M.C. Hironaka, L.J. Malvar, *Jet exhaust damaged concrete, Concr. Int. 20 (10) (1998) 32–35.*
5. C. Lee, *The behaviour of airfield rigid pavements under the influence of jet fuel, lubricating and hydraulic fluids and cyclic heat loading by F/A-18 APU exhaust, The UNSW Canberra at ADFA Journal of Undergraduate Engineering Research 9 (1) (2018)*

Студентка 2 курса 32-й группы ИПГС Ивкина А.В.

Студент 2 курса 32-й группы ИПГС Туз А.В.

Научные руководители – аспирант 1 года обучения 8 группы АСПа Шаламов В.В.; д-р. хим. наук, проф. А.В. Коршунов

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ГИБРИДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНЫХ СМОЛ.

Эпоксидные смолы широко используются в различных отраслях промышленности благодаря своим механическим, химическим и термостойким свойствам. Однако свойства этих смол могут быть улучшены путем включения различных материалов в матрицу смолы, что приводит к созданию полифункциональных гибридных материалов. В этой статье мы обсудим перспективы этих материалов и их потенциальное применение в различных отраслях промышленности.

Полифункциональные гибридные материалы состоят из комбинации различных материалов, включая полимеры, наноматериалы и наполнители, которые включаются в матрицу эпоксидной смолы. Включение этих различных материалов приводит к улучшению свойств по сравнению с чистыми эпоксидными смолами, например, к повышению механической прочности, вязкости, термостойкости и огнестойкости. Улучшение свойств можно объяснить синергетическим взаимодействием между различными компонентами, что приводит к более равномерному распределению напряжения и деформации в материале.

По настоящее время производится огромное количество исследований по получению гибридных композитных материалов на основе эпоксидных смол путем введения синтетических волокон, натуральных волокон и их комбинаций (табл. 1.)

Таблица 1 - Исследования эпоксидных гибридных полимерных композитов на основе натуральных/природных волокон

Гибридные полимерные композиты с наполнителем из натуральных волокон			
№	Полимер	Наполнитель	Свойства
1	Эпоксидная смола	Натуральное текстильное волокно / волокна сансевьерии	Гибридные композиты показали более высокую прочность по сравнению с необработанными композитами
2	Эпоксидная смола	Плетеная ткань/льняные префор-	Термическая стабильность и усиленная прочность на раз-

		мы	рыб
3	Эпоксидная смола	Натуральное текстильное волокно / пальмовые волокна	Улучшаются прочность при растяжении и динамические механические свойства композитов
4	Эпоксидная смола	Натуральное текстильное волокно / банановые волокна	Увеличение механических и тепловых свойств, а также заметное снижение абсорбционных свойств
5	Эпоксидная смола	Стекло / кевларовые ткани	Улучшение удельной механической прочности, а также прочности на изгиб
6	Эпоксидная смола	Жидкий каучук / нанокремнезем	Путем добавление поверхностно-модифицированного диоксида кремния размером 20мм были улучшены механические свойства композита

Полифункциональные гибридные материалы имеют множество потенциальных применений в различных отраслях промышленности, включая строительство, автомобилестроение и электронику. В строительной промышленности эти материалы могут использоваться в качестве затирочных материалов, покрытий и клеев. В автомобильной промышленности они могут использоваться в качестве огнестойких материалов в подушках сидений и кожухах двигателя. В электронной промышленности они могут использоваться в качестве защитных покрытий для электронных компонентов и в качестве клея в печатных платах.

Механические свойства: Полифункциональные гибридные материалы обладают улучшенными механическими свойствами по сравнению с чистыми эпоксидными смолами. Эти материалы обладают повышенной прочностью на разрыв, твердостью и модулем упругости, что делает их идеальными для использования в различных конструкционных приложениях.

Термические свойства: Еще одним важным преимуществом использования полифункциональных гибридных материалов является улуч-

шение их термических свойств. Эти материалы обладают превосходной термической стабильностью, что делает их идеальными для использования в высокотемпературных средах, например, на электростанциях или в промышленных печах. Кроме того, было показано, что включение наноматериалов в матрицу эпоксидной смолы улучшает тепловые свойства этих материалов, что приводит к повышению теплостойкости и теплопроводности.

В заключение следует отметить, что полифункциональные гибридные материалы на основе эпоксидных смол имеют большой потенциал для различных промышленных применений. Необходимы дальнейшие исследования для полного изучения их потенциала и разработки новых применений в различных отраслях. Сочетание улучшенных механических и тепловых свойств, а также универсальность эпоксидных смол делают эти материалы весьма привлекательными для использования в различных областях промышленности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Chowdhury, N.M., Wang, J., Chiu, W.K., Chang, P., 2016. *Static and fa-tigue testing bolted, bonded and hybrid step lap joints of thick carbon fi-bre/epoxy laminates used on aircraft structures. Compos. Struct.* 142, 96,106.
2. Cze'l, G., Jalalvand, M., Wisnom, M.R., 2016. *Design and characterisa-tion of advanced pseudo-ductile unidirectional thin-ply car-bon/epoxyglass/epoxy hybrid composites. Compos. Struct.* 143, 362370.
3. Dorez, G., Ferry, L., Sonnier, R., Taguet, A., Lopez-Cuesta, J.M., 2014. *Effect of cellulose, hemicellulose and lignin contents on pyrolysis and combustion of natural fibers. J. Anal. Appl. Pyrolysis.* 107, 323331
4. Jawaid, M., Khalil, H.A., Bakar, A.A., 2010. *Mechanical performance of oil palm empty fruit bunches/jute fibres reinforced epoxy hybrid compo-sites. Mater. Sci. Eng.: A.* 527, 79447949.
5. Li Y, Zhang H, Porwal H, Huang Z, Bilotti E, Peijs T (2017) *Mechanical, electrical and thermal properties of in-situ exfoliated graphene/epoxy nanocomposites. Compos Part A* 95:229–236

СУХАЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННАЯ СМЕСЬ

Вопросы устройства надежной гидроизоляции объектов строительства приобретают первостепенное значение, так как это напрямую связано с долговечностью зданий и сооружений. На сегодняшний день важнейшей задачей является устройство гидроизоляции с сохранением и восстановлением несущей способности конструкций при эксплуатации существующих и строительстве новых зданий и сооружений [1,2].

По результатам научных исследований [3,4], был выбран исходный состав сухой гидроизоляционной смеси, совместное введение микрокремнезема и силикат-глыбы в цементной системе позволяет получить высокопрочный состав повышенной водонепроницаемости и коррозионной стойкости.

Преимуществами разработанного гидроизоляционного состава являются высокая прочность, водонепроницаемость, повышенная адгезия к бетонному основанию, коррозионная стойкость, возможность применения, как при позитивном, так и при негативном давлении воды. Данные по вариациям состава приведены в таблице 1.1

Таблица 1

№ серии образцов	Исходный состав	Кристаллически фазы, %	
		Портландит	Этtringит
1	Портландцемент + микрокремнезем + силикат-глыба + вода	12,8	0,4
2	Портландцемент + микрокремнезем + вода	16,9	1,7
3	Портландцемент + силикат-глыба + вода	42,1	1,6
4	Портландцемент + вода	43	1,5

Одними из первых материалов, применяемых для армирования цементных составов, были асбестовые и древесные волокна. Позже получили распространение стеклянные, стальные, целлюлозные, базальтовые и другие волокна. Все эти типы отличаются не только своими физико-механическими свойствами, стойкостью к воздействию на них агрессивных сред, температур, но и, что немаловажно, ценой и экологической безопасностью. К современным волокнам нового поколения следует отнести арамидные тонкодисперсные волокна. Для сравнения некоторых волокон в таблице 1.2 приведены их характеристики.

Таблица 2

Наименование волокна	Свойство волокна			
	Плотность, г/см ³	Прочность, ГПа	Модуль упругости, ГПа	Предельная температура эксплуатации, °С
Арамидное	1,4-1,5	2,7-5,5	90-195	450
Углеродное	1,6-2,0	2,5-5,0	200-700	450
Стеклоанное	2,2-2,8	1,5-5,0	50-90	550
Базальтовое	2,6-3,0	3,4-4,0	80-85	700

Проанализировав данные таблицы, можно сделать вывод, что каждый вид волокна имеет свои преимущества и недостатки. Углеродное волокно характеризуется высокими прочностными характеристиками.

К преимуществам углеродных волокон следует отнести высокую разрывную прочность, стойкость воздействиям высоких температур, устойчивость к воздействию пламени, химическую стойкость. Прочностные характеристики и модуль упругости углеродных волокон выше других видов волокон при малом весе; кроме того, они имеют относительно невысокую стоимость (углеродное волокно дешевле арамидного).

Также необходимо помнить, что эффективность волокон в композициях возрастает с увеличением их длины. Существует понятие критической длины волокна $L_{кр}$, до которой напряжение, воспринимаемое собственно волокном в композиции, возрастает и при $L = L_{кр}$ становится равным прочности волокна. Волокна с $L > L_{кр}$ сами разрушаются и полностью реализуют всю прочность. Чем меньше значение $L_{кр}$ волокна, тем эффективнее волокно упрочняет матрицу. Теоретически показано, что при $L > 10L_{кр}$ волокно в композиции воспринимает на себя до 90% внешней нагрузки, на практике же это значение возрастает примерно до $100 L_{кр}$ [5,6].

Для каждого вида волокон и для каждой композиции $L_{кр}$ индивидуальна. Существуют оценочные формулы, позволяющие определить $L_{кр}$, одна из них имеет следующий вид:

$$L_{кр} = 0,5 * \sigma_f * d_{ср} / \tau_m,$$

где $L_{кр}$ – критическая длина волокна,

σ_f – усреднённая прочность волокна,

$d_{ср}$ – средний диаметр волокна,

τ_m – адгезионная прочность на границе волокно / матрица.

На основании анализа научно-технической литературы была предложена научная гипотеза. Было предложено, что использование в со-

ставе углеродных волокон позволит получить эффективный трещиностойкий и гидроизоляционный материал.

Был предложен состав сухой гидроизоляционной смеси, состоящий из вяжущего вещества (портландцемента), минерального заполнителя (кварцевого песка), углеродного волокна, силикат-глыбы, микрокремнезема и пластифицирующей добавки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Латышева Л.Ю., Смирнов С.В.* Как защититься от воды и сырости // *Строительные Материалы*. 2003. № 8. С. 24-25.
2. *Кондратенко В., Казаков Ю.* Фундаментальные задачи // *Еврострой*. 2007. №48. С. 28-30.
3. *Пашкевич А.А., Орешкин Д.В., Ляпидевская О.Б.* Сухие строительные смеси с полыми микросферами// *Надежность и долговечность строительных материалов, конструкций и оснований фундаментов. Материалы V Международной научно-технической конференции: в 3-х частях*. 2009. С. 207-211.
4. *Аскеров М.Д., Ляпидевская О.Б.* Гидроизоляционный состав для пропитки поверхности бетона. Патент на изобретение RU 2350583 С1, 27.03.2009. Заявка № 2007133000/03 от 04.09.2007.
5. *Сари М., Лекселент Дж.* Армированные волокнами вяжущие композиционные материалы: вклад полиамидных волокон. 3-я Международная научно-техническая конференция «Современные технологии сухих смесей в строительстве». Сборник докладов. Санкт-Петербург, 2001
6. *Т.К. Мусина, А.В. Волохина, А.М. Щетинин, З.Г. Оприц, В.А. Ивашова, В.Н. Кия-Оглу, Н.В. Педченко* // *В мире оборудования*. № 2(91), 4-8 (2010).

БЕТОНЫ ДЛЯ МОСТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Мост – это дорожное сооружение, возведённое над какими-либо водными препятствиями, например: река, озеро, пролив. Первые мосты сооружались несколько тысячелетий назад

К мостовым конструкциям так же относят эстакады, виадуки и путепроводы.



Рис.1.Виадук

Кроме водных препятствий существует так же такой тип преград как рельеф местности, к ним относят горные ущелья, овраги, лощины.

Дорожные сооружения, построенные для преодоления перепадов высот, называются виадуками. Строительство такого типа «мостов» вместо обычных дорог зачастую экономически оправданно, когда создание насыпи не выгодно. От обычного моста виадук отличается наличием опор или арок, позволяющих проложить большой отрезок пути над гористой местностью, оврагами, ущельями и реками.

Материалы для изготовления мостов и виадуков: металл, бетон, железобетон, природный камень, дерево, кирпич.

Бетон - это искусственный камень, который получается в результате твердения приготовленной смеси из компонентов в определенных пропорциях.

Бетон состоит из: цемента, песка, гравия или щебня и воды.

Точно подобранные пропорции составляющих играют основную роль в получении качественного затвердевшего бетона. Пропорции компонентов зависят от требуемой марки по прочности.

Для улучшения характеристик готового применяют различные улучшающие добавки: пластификаторы, модификаторы, добавки для подвижности, морозостойкие добавки, ускорители набора прочности, самоуплотняющиеся добавки, комплексные добавки.

Главное отличие мостового бетона – прочность и долгий срок службы конструкции. Бетон легко выдерживает перепады температур, в том числе резкие, постоянный контакт с водой и прочие нагрузки. В нем не появляются трещины, даже после серьезных испытаний.

Основным преимуществом мостового железобетона является прочность и долговечность. Бетон легко справляется с перепадами температур, постоянное нахождение во влажной среде.

Существует довольно много видов мостового бетона.

При строительстве мостового сооружения соотношение компонентов и состав тщательно подбирается, в зависимости от требуемой нагрузки, климатических условий и условий эксплуатации.

Основные характеристики бетонов это:

- устойчивость к интенсивным и экстремальным нагрузкам;
- высокие гидроизоляционные свойства;
- стойкость к резким перепадам температур
- устойчивость к сжатию и растяжению, без потери эксплуатационных свойств.

Мостовые конструкции бывают разных требований, поэтому бетон подбирается индивидуально. При небольших размера моста для легковых автомобилей и пешеходов достаточно применить бетон марки М400 – М550. При строительстве гидросооружений, большепролетных мостов с увеличенной эксплуатационной нагрузкой применяется бетон до М1000. При использовании бетонов повышенной прочности требуются точные инженерные расчеты и определяется целесообразность применения таких марок бетона.

Главным способами получения бетонов с улучшенными физико-механическими свойствами является введение модифицирующих добавок с целью изменения структуры и свойств готового изделия.

Применяются способы связанные с модификацией состава тяжелого бетона с применением комплексных химических добавок, состоящих из суперпластификаторов. Полученные модифицированные бетоны харак-

теризуются повышением прочности на сжатие и растяжение при изгибе, условному коэффициенту интенсивности напряжений, водопоглощению, водонепроницаемости и морозостойкости.

Состав	Цемент	Песок	Пластификатор	Вода, кг	Метакаолин, кг	R _{изг} 28 сут, МПа	R _{сжат} 28 сут, МПа
1	550	1500	22(1,2%)	150	-	8,8	55,4
2	550	1472	22(1,2%)	150	27,5	8,6	55,2
3	550	1445	22(1,2%)	150	55	9,0	56,2
4	550	1417,5	22(1,2%)	150	82,5	9,8	56,7

По результатам видно, что при введении метакаолина до 15% по массе и пластификатора в бетонную смесь происходит рост прочности при изгибе и на сжатие в возрасте 28 суток. Доля песка в смеси при этом пропорционально уменьшалась

Введение комплексной добавки совместно с диатомитом (1%+4%) дает прирост прочности на 32% в возрасте 28 суток.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. М. Р. Нуртдинов, В. Г. Соловьев, А. Ф. Бурьянов Применение композиционной фибры в тяжелых бетонах // Бетон и железобетон. – 2021. – № 3(605). – С. 33-39. – EDN SBIGJI.
2. М. Б. Каддо, Ю. С. Филимонова Исследование модифицированного тяжелого бетона на основе полидисперсного вяжущего с комплексным полимерным модификатором // Техника и технология силикатов. – 2022. – Т. 29, № 1. – С. 37-44. – EDN GEMIOV.
3. С. В. Алексашин, Б. И. Булгаков, М. Н. Попова Повышение эксплуатационных свойств пластифицированных гидротехнических мелкозернистых бетонов. Подбор оптимального состава // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2014. – № 1(150). – С. 195-201. – EDN RTZNCD.
4. А. А. Куликова, О. В. Демьяненко, А. Н. Ничинский Разработка комплексных модифицирующих добавок для тяжелого бетона // . – 2021. – № 80-1(80). – С. 36-40. – DOI 10.24412/9215-0365-2021-80-1-36-40. – EDN PIUPFG.

*Студент 3 курса 3 группы ИПГС Лунин А.А.
Студентка 3 курса 3 группы ИПГС Чихунова В.К.,
Научный руководитель – доц., канд.тех. наук С.М. Пуляев*

ИССЛЕДОВАНИЕ МАСТИК В СОСТАВЕ «ТЕПЛЫХ» ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

Основной технологией укладки асфальтобетонных дорожных покрытий в настоящее время остается традиционная методика «горячих оболочек», широко применяемая в странах Европейского Союза. Укладка горячих асфальтобетонных смесей осуществляется при температуре 140-170°C [1]. При этом происходит выделение токсичных канцерогенных углеводородных соединений, что делает их особо опасными для окружающей среды, а также вызывает профессиональные заболевания у рабочих (такие как рак, астма, бронхит и др.).

В связи с этим ведутся работы по внедрению метода «теплых оболочек», позволяющего снизить температуру укладки асфальтовых смесей и тем самым сократить выделение вредных веществ [2]. Благодаря более низкой температуре производства данной категории дорожно-строительных материалов обеспечивается минимизация окислительных процессов и снижается вязкость битума, что положительно сказывается на уплотнительных свойствах. В настоящее время существует три ведущих технологии, которые могут быть реализованы для производства теплых асфальтобетонных покрытий: использование химических добавок, органических добавок и метод вспенивания. Эта технология предусматривает добавление воды, при смешивании с горячим битумом которой происходит ее испарение и захват пара. В результате образуется большой объем пены. Этот эффект значительно улучшает покрытие и обрабатываемость смеси, но его продолжительность ограничена [3].

Цель данного исследования - оценка свойств мастики (битум + наполнители) как части «теплых оболочек», приготовленных в двух температурных режимах, с использованием двух видов наполнителей и двух видов добавок (для понижения температуры). Далее приводятся показатели материалов, используемых в настоящей работе, а также составы различных видов мастик.

1. Битум нефтяной марки БН 90/130.

2. Наполнители:

- известковый наполнитель;
- песок.

4. Добавки:

- термостабильная адгезионная добавка АМДОР-ТС-1 обеспечивает снижение температуры изготовления дорожного покрытия приблизи-

тельно на 40°C; это позволяет удлинить дорожно-строительный сезон и увеличить долговечность дорожных покрытий;

- термостабильная восковая добавка Plastobit с температурой плавления 80-120°C; при температуре выше 120°C она полностью растворяется в битуме, а при температуре ниже 102°C образует в битуме кристаллообразную сетчатую структуру; это позволяет снизить температуру его приготовления на 18-50 °C [4].

Таблица 1. Составы исследуемых мастик

№ мастики	Состав
Мастика 1	Битум 90/130 -60%; наполнитель известковый - 40%
Мастика 2	Битум 90/130 -60%; наполнитель песок - 40%
Мастика 3	Битум 90/130 -44,3%; наполнители известковый + песок-55,7%
Мастика 4	Битум 90/130 -60%+добавка АМДОР-ТС-1 наполнитель известковый-40%
Мастика 5	Битум 90/130 -60%+добавка АМДОР-ТС-1 наполнитель песок-40%

Изготовление образцов при двух температурных режимах:

Режим 1: битум 165°C (+ добавка → смешивание при 165°C) + наполнители → смешивание при 165°C.

Режим 2: битум 165°C (+добавка → смешивание при 130°C - 145°C) + наполнители→ смешивание при 110°C.

Для изучения и сравнения свойств мастик были проведены три вида практических испытаний: измерение вязкости, пенетрации и температуры размягчения.

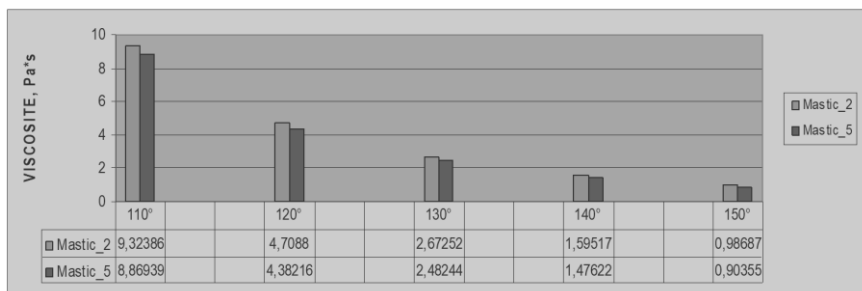


Рис.1. Влияние добавок на вязкость мастики

Как следует из рис. 1, тестируемые добавки оказывают незначительное влияние на вязкость материала, поэтому оно не учитывается при практическом применении материала [5].

Как следует из рис. 2, тестируемые добавки позволяют сохранить исходный уровень плотности материала.

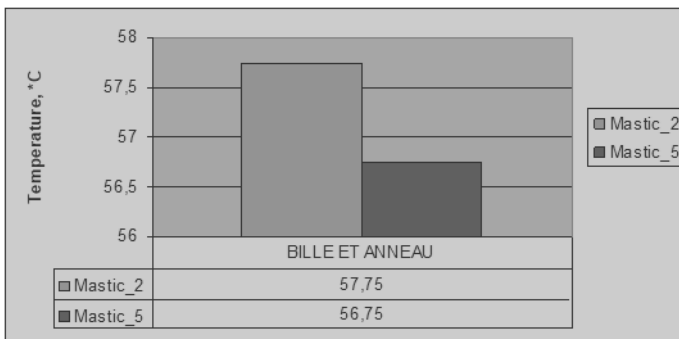


Рис. 2. Влияние добавок на плотность мастики

Один из вариантов технологии производства ТАС связан с использованием химических добавок [6]. Смесь приготавливают на битумной эмульсии с добавками, улучшающими смачиваемость и сцепление битума с основанием, а также для удобоукладываемости смеси. Введение химических добавок значительно снижает способность асфальтобетонных смесей к колееобразованию по сравнению с контрольными смесями без добавки, полученными при той же температуре.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Королев И.В., Финашин В.Н., Феднер Л.А. Дорожно-строительные материалы. - М.: Транспорт, 1988.
2. Vidal R., Moliner E., Martínez G., Rubio M. C. Life cycle assessment of hot mix asphalt and zeolite-based warm mix asphalt with reclaimed asphalt pavement // Conserv. Recycl. - 2013. - № 74. - С. 101–114.
3. Радовский Б.С. Технология нового асфальтобетона в США // Устройство асфальтобетонного покрытия - Дорожная техника. - 2008. - № 19. - С. 24–28.
4. Строительные термины и определения: терминологический словарь / С.Н. Белухина, О.Б. Ляпидевская, В.С. Семенов. М.: МГСУ, 2018. 558 с.
5. Строительство и реконструкция автомобильных дорог: Справочная энциклопедия дорожника (СЭД). Т. I / А. П. Васильев, Б. С. Марышев, В. В. Силкин и др.; Под ред. д-ра техн. наук, проф. А. П. Васильева. - М.: Информавтодор, 2005. – 654 с.
6. Алферов В.И. Дорожные материалы на основе битумных эмульсий. - Воронеж: Воронежский государственный университет, 2003. - 1542 с.

ТЕКСТИЛЬ-БЕТОН В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Технический прогресс в строительстве обусловлен рядом взаимосвязанных факторов. Во-первых, это повышение долговечности строительных систем. Во-вторых, совершенствованием технологий и технологических процессов. В-третьих, снижение материалоемкости строительства. В-четвертых, обеспечением снижения отрицательной нагрузки на окружающую среду [1].

В этом отношении текстиль-бетоны вполне отвечают всем указанным требованиям. Текстиль-бетоны — это группа композиционных материалов, в которых в качестве армирующего компонента используется не металлическая арматура, а ее аналоги из полимерных, геосинтетических и иных материалов.

Классический железобетон как композиционный материал был создан и внедрен в строительную практику во второй половине XIX века. При разработке этого материала исходили из того, что традиционный бетон хорошо работает на сжатие, но имеет очень невысокую прочность при изгибе. Применение металлической арматуры и было направлено на повышение стойкости к изгибающим нагрузкам [2].



Рис. 1. Коррозия металлической арматуры и её последствия

Металлические (стальные) стержни, сетки, каркасы имеют массу достоинств, но один существенный недостаток: склонность к коррозии.

Пока в бетоне (твердеющем и затвердевшем) сохраняется слабощелочная среда, то коррозии практически не происходит. В процессе эксплуатации железобетонных конструкций, за счет диффузии в толщу материала атмосферного воздуха, происходит карбонизация и среда становится нейтральной, а далее и слабокислотной. Это создает благоприятные условия для формирования коррозионных процессов в металлической арматуре. Плотность продуктов коррозии ниже плотности металла (следовательно объем больше), что и способствует появлению дефектов, отслоений и на финале приводит к разрушению конструкции (рис. 1).

Непосредственная замена стальной арматуры полимерными композитами позволило получить полимер-армированный бетон, а использование сеток из материалов различной природы — текстиль-армированный бетон (рис. 2). В качестве разновидностей текстиль-бетона рассматриваются бетонное полотно и мелкозернистый бетон с дисперсным армированием (фиброй или рубленным волокном).

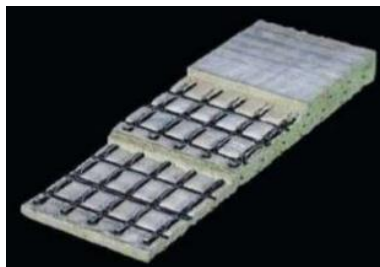
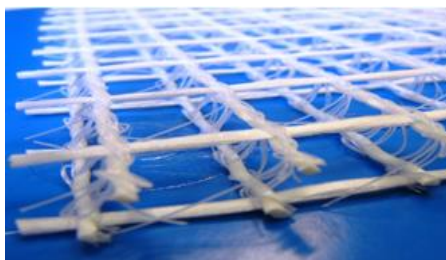


Рис. 2. Бетон армированный полимерным каркасом и текстиль-бетон

Текстиль-бетон характеризуется низкой материалоемкостью, обеспечиваемой высокой несущей способностью. Низкая материалоемкость изделий на основе текстиль-бетона связано с использованием элементов значительно меньшей толщины по сравнению с классическим железобетоном. Благодаря сочетанию свойств мелкозернистого бетона и текстильных сеток материал обладает гибкостью и высокой прочностью при изгибе, а также высокой прочностью при сжатии. Единственной особенностью, которую необходимо учитывать является опасность трещинообразования, характерная для изделий на основе гидравлического вяжущего. Поэтому весьма важным является подбор состав модифицированного мелкозернистого бетона как основы для текстиль-бетона.

В общих чертах технология текстиль-бетона может быть представлена в следующей последовательности. Во-первых, подготавливают состав мелкозернистого бетона на основе портландцемента, фракционированного мелкого заполнителя, минерального наполнителя, моди-

фицирующих добавок и воды. Во-вторых, на основе сотканых волокон (щелочестойкого стекла, базальта, углерода, гибридных волокон, полимеров) изготавливают текстильную сетку. В третьих, формирование изделий осуществляется любым из аддитивных способов, при котором щелочестойкая сетка укладывается между слоями мелкозернистый бетонной смеси, толщина каждого из которых составляет 3–6 мм.

Текстиль-бетон может применяться в качестве основного конструкционного материала, в качестве облицовочных фасадных панелей в составе легких штукатурных покрытий, малых архитектурных форм, а также объектов сложной конфигурации, обладающих повышенной архитектурной выразительностью (рис. 3).

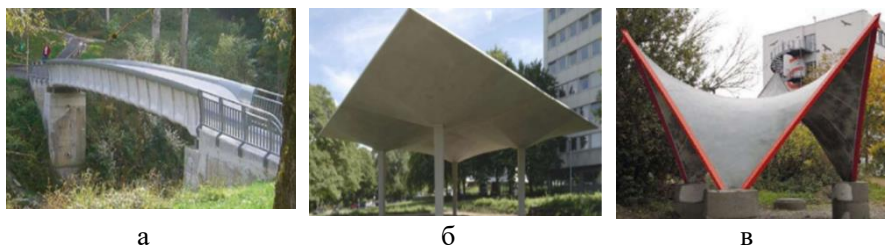


Рис. 3. Текстиль-бетон в строительстве: а – пешеходный мост; б – капитальное сооружение; в – малая архитектурная форма

Текстиль-бетон может также применяться для усиления существующих конструкций и при их ремонте. В этом случае предпочтительным является использование метода торкретирования при нанесении бетонной смеси.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Demisse B. A., Zhukov A.D., Poudel R.S. Fine-grained concrete on a modified binder // промышленное и гражданское строительство. 2022. No.3. pp. 31-36. DOI: 10.33622/0869-7019.2022.03.31-36.
2. Poudel R.S., Bessonov I.V., Zhukov A.D., Gudkov P.K., Gorbunova E.A., Mihaylik E.D. Digital methods for optimizing textile concrete technology. *Stroitel'nye Materialy [Construction Materials]*. 2022. No. 6, pp. 20–24. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2022-803-6-20-24>

СИСТЕМЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ

Энергоэффективность является комплексным понятием, которое охватывает весь жизненный цикл здания и используемых в этом здании материалов. Отметим, сразу, что, во-первых, энергоэффективность и энергосбережение не являются синонимами, а во-вторых, эти понятия сближаются с возрастанием цены на энергетические ресурсы [1].

Экономия энергии (тепла) при эксплуатации здания может рассматриваться как одна из компонент энергетической эффективности. Экономии энергии можно осуществлять несколькими путями. Во-первых, используя специальные архитектурные решения; во-вторых, применяя различные инженерные системы (рис. 1).



Рис. 1. Архитектурные и инженерные решения, направленные на энергосбережение

Архитектурные решения предусматривают ориентацию светопроводящих поверхностей здания, оптимальную по отношению к сторонам света, учет склонения солнца в середине зимы и в середине лета, использование специальных рамных решений при остеклении, а также стеклопакетов, проектирование тамбуров для минимизации притока холодного воздуха, или потерь тепла. Некоторые из подобных возможностей сложны в реализации, а некоторые уже прочно вошли в строительную практику.

Инженерные решения, как правило, ориентированы на использование альтернативных источников энергии: земли, ветра, солнца, а также использование систем «умного дома». Возможности реализации ветроэнергетики достаточно ограничены и весьма затратны как с точки зрения монтажа и эксплуатации (текущей и ремонта) самих агрегатов (вет-

роустановок), так и с точки зрения утилизации демонтируемых поврежденных элементов [2].

Свою перспективность подтверждает использование гелиоэнергетических систем. Отметим, что эффективность применения солнечных батарей зависит от региона и обуславливается как количеством возможных солнечных дней в году (величина переменная), так и наклоном земной оси и близостью к экватору, что рассматривается как постоянная величина.

Конструкционно-строительная компонента энергосбережения реализуется во внедрении в строительную практику систем изоляционных оболочек, включающих системы изоляции фасадов (СФТК – штукатурных с утеплением; СВО – вентилируемых фасадов; изоляции каркасных зданий и пр.), систем изоляции кровли (скатной, плоской, инверсионной), фундаментов, подвалов, а также систем инженерных коммуникаций, обеспечивающих транспорт тепла от тепловых станций к обогреваемым объектам (рис. 2).



Рис. 2. Системы изоляции фасада (СФТК – система фасадная теплоизоляционная композиционная) и кровли

Показателем эффективности изоляционной оболочки здания является её однородность: то есть минимизации областей повышенной теплопроводности, так называемых «мостиками холода» [3]. Одним из способов контроля качества изоляционной оболочки соблюдения норм и выполнения систем изоляции является тепловизионная съемка.

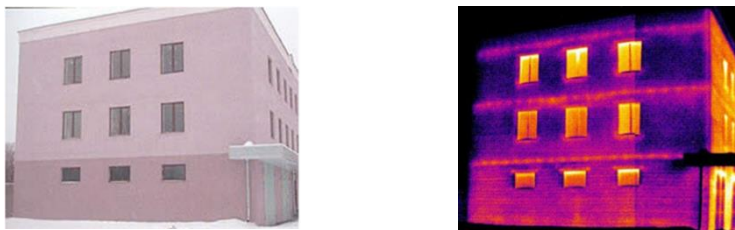


Рис. 3. Фотография фасада здания в обыкновенном спектре и с помощью тепловизора

Использование тепловизора позволяет выявить фрагменты изоляционной оболочки, через которые происходят наибольшие потери тепла, очевидно снижающие общее термическое сопротивление конструкции. На представленных фотографиях (рис. 3) показан фасад одного и того же здания после проведенной реконструкции (утепление по системе СФТК, представленной на рис. 2).

На фотографии, сделанной в инфракрасном свете (с помощью тепловизора) видно, что наибольшие потери тепла характерны для оконных оформлений и на уровнях междуэтажных перекрытий. Это позволяет рекомендовать при следующих ремонтах установку стеклопакетов на окна, а потери на уровне перекрытий уже никак минимизировать нельзя.

Применительно к рассмотренной фасадной системе, энергосбережение (экономия ресурсов и затрат на поддержание нормативной температуры в помещениях), является именно тем положительным компонентом, по которой оценивается энергетическая эффективность. Второй компонент оценки — это полные затраты на устройство системы изоляции. Эти затраты включают монтаж системы изоляции, доставку всех материалов на место строительство, а также затраты на производство этих материалов. Третьим компонентом являются затраты на эксплуатацию фасадной системы, включающие расходы на текущий и капитальный ремонт, а также утилизацию компонентов системы, пришедших в негодность. Подчеркнем еще раз: чем выше стоимость энергоносителей, тем выше энергетическая эффективность систем изоляции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жуков А.Д., Тер-Казарян К.А., Тучаев Д.У., Петровский Е.С./ Энергоэффективное утепление продовольственных складов и овощехранилищ // Международный сельскохозяйственный журнал. № (361) 2018, с. 65-67
2. Zhukov, A. D., Popov, I. I., Bessonov, I. V., & Chernukhin, S. P. (2021). Filled Heat Efficient Ceramics // Key Engineering Materials, 2021 vol. 887, 493–498. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.887.493>
3. Bessonov, I.V., Zhukov, Zh.A., Mednikova, E.A., Govryakov, I.S. Thermal insulation systems for road bases with foam glass gravel. Magazine of Civil Engineering. 2022. 110(2). Article No. 11003. DOI: 10.34910/MCE.110.3

ПЕСОК – СТРОИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

Песок – это мелкая рыхлая порода, он состоит из частиц разрушенных горных пород. Природные стихии долгое время разрушали разные породы и превратили их в песок. В основном он состоит из зерен минералов, таких как кварц, карбонаты, полевой шпат, слюда, обломков пород и частичек кораллов. Песок и его виды могут быть разного цвета в зависимости от того, кусочки каких пород в нем преобладают.



Рис. 1. Добыча песка

Песок разделяют на следующие виды:

1. Строительный песок получают при разработке песчаных и песчано-гравийных карьеров.
2. Речной песок добывается в руслах рек, применяют как фильтрующий материал, для детских песочниц и наполнитель строительных смесей.
3. Карьерный песок добывается на карьерах, используется в строительных растворах и в дорожном асфальте.
4. Техногенный песок получают в процессе дробления горных пород и отходов дробления бетонного и керамического лома. Применяется в штукатурных растворах.
5. Песок пустыни: поступает из пустынных районов и не подходит для использования в строительстве из-за того, что зерна слишком мелкие и чрезмерно сглаженные, хотя некоторые разрабатывают заменители бетона с его использованием.
6. Биогенный или биоорганический песок: песок, состав которого в основном состоит из кораллов, раковин и скелетов морских обитателей.

7.Оливиновый песок: не подходит для использования в строительстве из-за своей нестабильности, но используется для создания отливок и форм для стали.

8.Вулканический песок: как следует из названия, вулканический песок встречается в районах с высокой вулканической активностью.

По некоторым оценкам, самым добываемым полезным ископаемым в мировом масштабе является песок. Огромный спрос на твердую горную породу объясняется увеличивающейся потребностью использования при изготовлении стекла и бетона.

В некоторых прибрежных странах песок так же применяется для насыпей целью увеличения материковой площади. При чрезмерной добыче песка наносится ущерб природному ландшафту, речной и морской береговой линии, и связанных с ними экосистемами.

В настоящее время песок составляет 85% от всех добытых нерудных полезных ископаемых. По оценкам [Программы ООН по окружающей среде](#) (ЮНЕП), общий объем добычи песка превышает [40 миллиардов тонн](#) в год.

Песок можно заменить по свойству близкими веществами. Одним из самых лучших альтернатив это отсеv. Отсев – это дроблённый щебень, зёрнами от 3-5 мм. Существуют так же разные его разновидности. При дроблении щебня, на фабрике всегда стоит большое облако пыли т.к. отсеv содержит очень большое количество мелких частиц. Отсев можно использовать при производстве асфальтобетона, строительстве зданий и элементах транспортной инфраструктуры, создании тротуарной плитки и др. В тех странах, где песок не в большом дефиците, в состав смесей, где он участвует, можно добавлять другие материалы, таким образом сократить использование песка и получить новые свойства материала, которые могут быть полезны в строительстве. Одним из таких веществ может быть, например, опилкобетон. Так же есть аналог опилкобетона - арболит. Они имеют сходства и различия. Они имеют оба большую износостойкость, небольшой вес, прочность и надёжность, жаростойкость. Основная разница между ними в том, что в опилкобетоне берутся опилки и стружка, а в арболите берётся качественная щепа. Т.к. проблема нехватки песка стоит остро во многих странах, то многие учёные пытаются найти её решения, заменяя песок на разные элементы. Одна из перспективных разработок – это частичное использование пластика вместо песка. По мнению доктора Джона Орра из Кембриджского университета, можно очищать, затем измельчать пластиковые отходы и добавлять их в цемент. По его словам, можно заменить 10 % песка на пластик, при этом прочность бетона не изменится. Т.к. пластик не прилипает к цементному тесту, в отличии от песка, можно заменить такой небольшой процент. Существует ещё одна инновационная разработка – это добавление отработанных резиновых покрышек в бетон, вместо ча-

сти песка. Полученный бетон более жесткий, чем обычный, поскольку частицы резины внутри него позволяют ему изгибаться под давлением, а не ломаться. Но, к сожалению, слишком много песка заменить нельзя т.к. бетону не хватает прочности на сжатие и растяжение.

Учитывая современные тенденции, можно надеется, что учёные скоро придумают способ оптимальной замены песка.

Для сравнения качества техногенных песков по сравнению со стандартными песками рассчитывался коэффициент качества песка (ККП) по формуле:

$$\text{ККП} = R_{п} / R_{в.п.},$$

где $R_{п}$ – предел прочности при сжатии мелкозернистого бетона на изучаемом песке; $R_{в.п.}$ – предел прочности при сжатии мелкозернистого бетона на песке Вольского месторождения.

Таблица 1.

Сравнение песков различного происхождения

	Модуль крупности	Прочность на сжатие, $R_{сж}$ МПа	Коэффициент качества песка (ККП)
Отсев дробления КВП	4,7	32,5	1,75
Отсев дробления гранита	3,3	30,6	1,6
Отсев дробления кварцитопесчаника (КВП)	3,7	23,6	1,27
Песок Вольского месторождения	2,5	18,6	1
Песок Нижне-Ольшанского месторождения	1,3	9,8	0,53

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Torres A., Liu J. "Jack", Brandt J., Lear K. The World is Facing a Global Sand Crisis. 2017.

2. Лесовик Р. В. К выбору техногенных песков для получения композиционных вяжущих и мелкозернистых бетонов // Технологии бетонов. 2015. № 1-2(102-103). С. 60-63.

3. Пшеничный Г.Н. Проблемы, существующие в бетоневедении // Технологии бетонов. 2014. №12. С. 42-46

ЭФФЕКТИВНЫЕ ПОЛИМЕРБЕТОНЫ С ЗАПОЛНИТЕЛЕМ ИЗ ДРОБЛЁНОГО БЕТОНА

Отходы производства бетона представляют собой серьезную проблему в отрасли строительства. Каждый год огромное количество бетонных отходов выбрасывается на свалки, что приводит к загрязнению окружающей среды и истощению природных ресурсов. Полимерный бетон на основе отходов производства бетона может стать одним из возможных решений этой проблемы. В данной статье мы рассмотрим свойства полимерного бетона на основе отходов производства бетона, процесс его производства, механические свойства, сравним его с другими материалами и рассмотрим примеры его применения в строительстве.

Цель данного исследования - исследование возможности использования отходов производства бетона в качестве заполнителя в полимерном бетоне и изучение механических свойств полученного материала.

Под полимерным бетоном мы понимаем композитный материал, состоящий из заполнителя, полимерного связующего и укрепляющих добавок. Заполнителем может быть песок, щебень, гравий, керамические материалы, отходы производства бетона и другие. Связующее представляет собой полимер, который обладает высокой адгезией к заполнителю и укрепляющим добавкам. Спектр применяемых связующих достаточно широк и включает в себя, например, фуфуролацетоновые, ненасыщенные полиэфирные, карбамидноформальдегидные, фураноэпоксидные смолы, метилметакрилаты и иные акриловые композиции с соответствующими отвердителями.

Традиционный полимерный бетон обладает высокой прочностью на сжатие, изгиб и растяжение; низкой пористостью и водопоглощением; высокой стойкостью к коррозии в агрессивных средах и износу; хорошей обрабатываемостью и низкой теплопроводностью. Это позволяет использовать полимерный бетон в качестве долговечного строительного материала для различных конструкций.

Отходы производства бетона и вторичные дроблёные бетоны широко используются в строительстве в основном для бетонных и железобетонных элементов несущих конструкций до класса В25, засыпок для дорог, ландшафтных материалов и т.д. Указанные отходы также могут быть использованы в качестве заполнителя для полимерного бетона. Это позволяет сократить объем выбрасываемых отходов и получить новый строительный материал. Наиболее интересно применение в каче-

стве заполнителя средних и мелких фракций дробленых бетонов различного назначения.

Такие отходы наиболее часто представляют собой частицы крупного природного (гранитного или базальтового щебня или гравия) или искусственного (керамзитового гравия) заполнителя с присоединёнными к ним частичками или целыми кусками цементного камня с частицами мелкого заполнителя (кварцевого песка). Свойства подобных отходов зависят от множества факторов (класса измельчённого бетона, технологии разрушения камня, способа измельчения) и варьируются в достаточно широком диапазоне. Тем не менее, прочность отходов редко бывает ниже 10-15 МПа, а развитая удельная поверхность обеспечивает хорошее проникновение связующего и формирование качественной контактной зоны при матрицеобразовании. Все эти свойства позволяют эффективно использовать дроблёный бетон в качестве заполнителя для полимерных бетонов.

Технология полимерного бетона с заполнителями на основе отходов производства бетона содержит следующие операции:

- Очистка отходов от загрязнений и примесей;
- Размол отходов до нужного размера;
- Смешивание отходов с полимером и укрепляющими добавками;
- Формование и термообработка полученной смеси.

Механические свойства полимерного бетона на основе отходов производства бетона зависят от соотношения заполнителя, полимера и укрепляющих добавок, а также от условий производства и термообработки материала.

Различными исследователями, в том числе и в НИУ МГСУ, были исследованы механические свойства полимерного бетона различных составов на основе отходов производства бетона [1-4]. Прочность на сжатие достигала 50 МПа; на изгиб - 12 МПа; на растяжение - 8 МПа.

Применение полимерного бетона на основе отходов производства бетона возможно для различных несущих конструкций, а так же предметов интерьера и экстерьера (плитка, бордюры, декоративные элементы); дорожных элементов (тротуары, обочины, бордюры, ограждения); элементов канализации (смотровые люки и ревизионные колодцы, ливневые стоки); элементов облицовки фасадов зданий и декоративной отделки зданий. Все эти конструкции требуют высокой прочности и устойчивости к воздействию агрессивных сред. Полимерный бетон на основе отходов производства бетона удовлетворяет этим требованиям.

Сравнение полимерного бетона на основе отходов производства бетона с другими материалами показало, что он обладает рядом преимуществ и может быть использован в качестве альтернативы традиционным строительным материалам. В частности, экономическая эффективность технологии такого полимерного бетона выше, чем у традицион-

ной за счёт более низкой стоимости дроблёного бетона и меньшей его прочности при дробимости (по сравнению с традиционными горными породами), что позволяет снизить энергоёмкость дробильно-сортировочного оборудования. За счёт более развитой удельной поверхности заполнителя обеспечивается хорошее сцепление зёрен с матрицей, но этап формования из-за этого может быть затруднён, поскольку более шершавые частички дроблёного бетона снижают удобоукладываемость смеси. Декоративные свойства фасадных изделий изменяются незначительно за счёт применения достаточно ярких пигментов, хотя рациональнее применять дроблёный бетон для более тёмных изделий или же для изделий, имитирующих горные породы.

Таким образом, использование отходов производства бетона в качестве заполнителя для полимерного бетона может быть эффективным способом повышения экологической устойчивости производства строительных материалов и сокращения объема отходов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Evgeny Pyataev, Alexey Zhukov, Kirill Vako, Marina Burtseva, Elizaveta Mednikova, Maria Prusakova and Elizaveta Izumova, Effective polymer concrete on waste concrete production. // E3S Web of Conferences 97, 02032 (2019), doi:10.1051/e3sconf/20199702032.
2. Wenbo Ma, Zenggang Zhao, Shuaicheng Guo, Yanbing Zhao, Zhiren Wu and Caiqian Yang, Performance evaluation of the polyurethane-based composites prepared with recycled polymer concrete aggregate. // Materials 2020, 13, 616; doi:10.3390/ma13030616.
3. Malindu Sandanayake, Yanni Bouras, Robert Haigh and Zora Vrcelj, Current sustainable trends of using waste materials in concrete—a decade review. // Sustainability 2020, 12, 9622; doi:10.3390/su12229622.

ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ ВЯЖУЩЕЕ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ГРУНТА

Стабилизация и укрепление грунта — это комплекс инженерных мероприятий, направленных на повышение надежности, долговечности и механических характеристик грунтов как оснований для зданий и сооружений. В основе этих воздействий лежит модификация свойств грунтов механическими и химическими методами [1].

Грунт, в том числе глинистый, в нестабилизированном состоянии может не только нарушать технологические и логистические процессы, но и представлять непосредственную опасность для человеческой жизни (рис. 1).

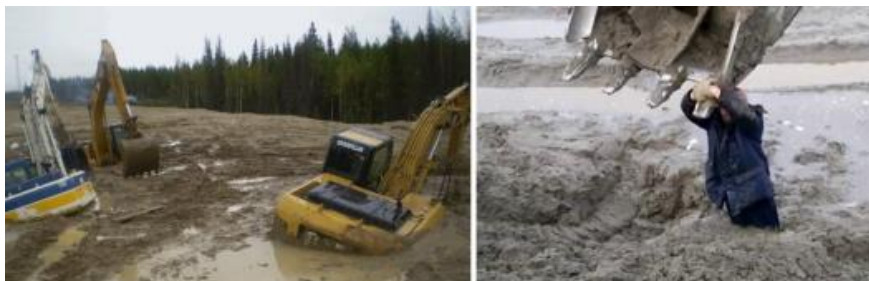


Рис.1 Опасности нестабилизированного грунта

Все разновидности грунтов и стабилизаторов, а также технологическое оформление процессов должны быть совместимы. На эффективность стабилизации грунта оказывают наиболее значимое влияние следующие группы характеристик естественных грунтов. Во-первых, содержание глинистых или (и) песчаных частиц. Во-вторых, это число пластичности и водородный показатель грунта. В-третьих, это содержание гумусовых веществ, гипса, хлоридов и сульфатов [2].

Очень важным является гидро-геологическое состояние грунта, в том числе его естественное увлажнение, уровень грунтовых вод, уровень паводковых вод, а также возможное присутствие подземных рек, карстовых пустот и пр. Поэтому при назначении того или иного способа (технологии) стабилизации в обязательном порядке должны проводиться исследования свойств грунта [3].

Общая классификация стабилизаторов грунта (рис. 2) основана на соответствии следующим признакам: состоянием и свойствами объекта,

а также конкретикой реализации технологии с учетом особенностей объекта.

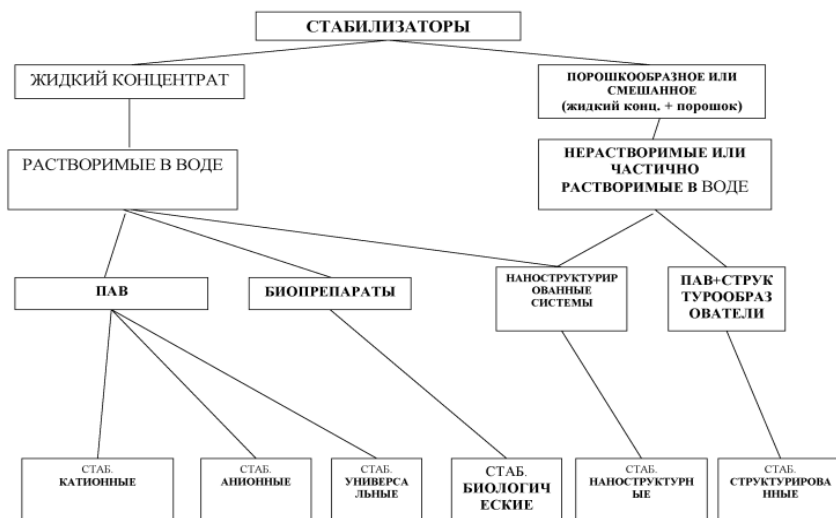


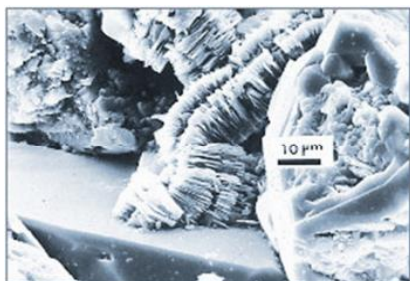
Рис. 2. Классификация стабилизаторов

Научные основы о основные теоретические принципы стабилизации дисперсных систем, в том числе и грунтов были заложены в трудах академика П.А. Ребиндера и его сотрудников [4] в рамках создания основ и практических приложений физико-химической механики.

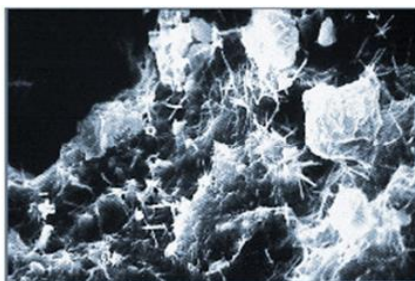
В качестве стабилизаторов могут использоваться как минеральные (цементы, известь, гипс (фосфогипс, глино-гипс), хлориды кальция и магния) так и органические (битумсодержащие, лигнины и лигно-сульфонаты и пр.) материалы. Особо привлекательным является применение недорогостоящих минеральных вяжущих, модифицированных побочными технологическими продуктами, в том числе обладающими пуццолановым эффектом: золями уноса, тонкомолотыми шлаками и их аналогами.

В соответствии с осуществленным обзором была сформулирована гипотеза, согласно которой улучшение эксплуатационных характеристик грунта возможно в результате применения стабилизатора на основе негашеной извести и активной минеральной добавки.

В результате стабилизации изменяется структура грунта на микроуровне (рис.3). Этот эффект обусловлен ростом кристаллов вследствие реакции между ионами кальция (извести) SiO_2 и Al_2O_3 в присутствии добавки, обладающей пуццолановой активностью, связывающей излишнее количество CaO .



а



б

Рис. 3. Микроструктура грунта: а – нестабилизированный грунт, б – стабилизированный грунт

Проведенные предварительные исследования показывают что комплексный стабилизатор, включающий негашеную известь и тонкомолотый доменный шлак, позволяет значительно снизить индекс набухаемости глинистого грунта и повысить его прочностные показатели более чем в 2 раза.

Преимущества технологий стабилизации и укрепления грунтов заключаются в возможности реализации следующих решений. Во-первых, это снижение объемов выемки слабых грунтов. Во-вторых, минимизация количества завозимых инертных материалов. В-третьих, высокая производительность работ по укреплению грунта. В-четвертых, возможности формирования основания малоподверженного морозному пучению. В-пятых, это не прекращающийся во времени процесс набора прочности стабилизированным грунтом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Леонович, И.И. Механика земляного полотна [Текст] / И.И.Леонович, Н.П. Вырко- Минск, «Наука и техника», 1975. - 232 с.
2. Скрыпников, А.В. Исследование отходов промышленности для укрепления грунтов [Текст] / А.В. Скрыпников, В.Г. Козлов, Д.В. Ломакин, В.С. Логойда // Фундаментальные исследования. -2016. - № 12-1. - С. 102-106

БИОЦИДНЫЕ ДОБАВКИ ДЛЯ БЕТОНА

Бетон является широко используемым строительным материалом благодаря своей прочности, долговечности и устойчивости к факторам окружающей среды. Однако он также подвержен биологическому обрастанию — процессу, который возникает, когда микроорганизмы, такие как бактерии, грибки и лишайники, колонизируют поверхность бетона [1].

Биообрастание бетона не только некрасиво, но и создает серьезные структурные риски и риски для здоровья. Даже существует такое понятие как «синдром больного здания» — sick building syndrome (SBS) используется для описания ситуаций, в которых проживающие (или пребывающие) в здании люди испытывают различные симптомы расстройства здоровья, что непосредственно связано с их нахождением в здании, однако никакой конкретной болезни или причины, вызывающей недомогание, не может быть установлено. Жалобы на плохое самочувствие могут возникать у людей в определенном месте помещения, а могут быть характерны для всего здания в целом. Напротив, термин «заболевание, вызванное особенностями здания» (BRI) используется, когда причины диагностируемой болезни установлены и относятся непосредственно к загрязнителям, присутствующим в воздушной среде здания [2].

Биообрастание бетона может происходить внутри и снаружи зданий, в подвалах, в плохо проветриваемых помещениях, в больницах (рис. 1).



Рис.1. Биообрастание поверхностей из цементных материалов внутри жилых помещений

Бактерии, грибы и лишайники являются основными видами микроорганизмов, вызывающих биообрастание бетона.

На поверхности бетона в результате реакции углекислого газа воздуха и гидроксида кальция, образующегося в результате твердения бетона, формируется плотная и достаточно прочная пленка из карбоната кальция.



Бактерии и грибки вырабатывают продукты жизнедеятельности, разрушающие эту защитную карбонатную пленку, а также переводят компоненты затвердевшего бетона в растворимую форму, в результате чего бетон подвергается активному воздействию влаги и дальнейшему разрушению конструкции. Лишайники могут расти на поверхности бетона, что приводит к обесцвечиванию и повреждению поверхности. Мицелий грибов прорастает внутрь бетона через поры и капилляры, разрушая его структуру и вызывая спад прочности [4].

Существуют разнообразные способы борьбы с биообрастанием бетона и цементных материалов. Как правило, это различного вида добавки и покрытия, которые обеспечивают биоцидную защиту цементных материалов и подразделяются по происхождению на добавки органические и неорганические, химические и природного происхождения, вносимые как на поверхность готового изделия из минерального вяжущего, так и в его объем, на порошковые и выпускаемые в виде эмульсий и суспензий для введения в цементный композит вместо воды затворения.

К органическим добавкам относятся соединения фенола и хлорфенолов, а также некоторые карбоновые кислоты и их производные [5].

Неорганические соединения, такие как оксиды меди, хрома и мышьяка, соединения серебра, бора, олова и цинка также могут быть эффективны против микробного роста за счет того, что вышеперечисленные ионы губительны для микроорганизмов. Однако многие из этих соединений токсичны и для человека и животных, а также могут представлять опасность для окружающей среды [6].

Также существуют нанодобавки, например углеродные нанотрубки (УНТ), введение которых в состав цементного композита приводит к росту прочности и плотности цементного камня с формированием меньшего количества пор и капилляров, что в итоге затрудняет прорастание спор грибов и бактерий вглубь материала [7].

Механизм действия лакокрасочных покрытий, пропиток и гидрофобизаторов основан на формировании защитной пленки на поверхности цементного материала, следовательно, влаге вместе со спорами грибов и бактериями труднее проникнуть внутрь изделия, чем и обеспечивается косвенный биоцидный эффект. Кроме того, в составе пропиток и гидрофобизаторов уже может присутствовать биоцидный компонент.

Однако, у таких покрытий есть существенный недостаток - периодически их необходимо обновлять.

Таким образом, биообрастание бетона представляет собой серьезную проблему, которая может повлиять на эстетику и структурную целостность бетонных конструкций и создать риск для здоровья человека. Поиск новых добавок является перспективным направлением борьбы с биообрастанием бетона. Разработка эффективных, нетоксичных, не требующих регулярного обновления добавок имеет решающее значение для поддержания долговечности и безопасности бетонных конструкций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ефремов Д. Г. Комплексное исследование риска биокоррозии строительных материалов // АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ науки и ОБРАЗОВАНИЯ : сборник статей IX Международной научно-практической конференции. В 2 ч., Пенза, 05 апреля 2021 года. Том 1. – Пенза: Наука и Просвещение, 2021. – С. 34-36.

2. <https://rooffs.ru/news/sindrom-bolnogo-zdaniya-cto-eto.html>

3. <https://aldengroup.ru/produkcziya/plintusnoe-otoplenie/syrye-steny/>

4. Строганов В. Ф. Биоповреждение строительных материалов // Строительные материалы. – 2015. – № 5. – С. 5-9.

5. Qiu L, Dong S, Ashour A, Han B. Antimicrobial concrete for smart and durable infrastructures: A review. *Constr Build Mater.* 2020 Nov 10;260:120456. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2020.120456. <https://studfile.net/preview/550399/page:10/>

6. Grishina A.N., Korolev E.V., Gladkikh V.A. Hydration of Cement in the Presence of Biocidal Modifiers Based on Metal Hydrosilicates. *Materials (Basel).* 2021 Dec 31;15(1):292. doi: 10.3390/ma15010292.

7. Спиридонова А. А. Изучение воздействия минеральных и пластифицирующих добавок совместно с углеродными нанотрубками на свойства цементного бетона // . – 2019. – № 3(25). – С. 175-178.

Студентка 2 курса 37 группы ИГЭС Улиткина А. В.
Студентка 2 курса 37 группы ИГЭС Умурзакова Р. М.
Научный руководитель – доц., канд. техн. наук М.Б. Кадров

СПЕЦИАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПОЛОВ

Современный рынок предоставляет множество вариантов материалов для покрытия полов в различных помещениях. Террасная (палубная) доска, описанная в нашей работе, пользуется большой популярностью при отделке помещений как внутри зданий, так и снаружи. Этот материал предназначен для улучшения качества покрытия и повышения долговечности за счет устойчивости к воздействиям агрессивных факторов внешней среды.

Одним из важных элементов любого помещения является напольное покрытие. Полы играют огромную роль в интерьере. Они могут, как и улучшить вид, так и испортить впечатление от общей отделки. От покрытия также будет зависеть комфорт людей, находящихся в здании, поэтому к выбору материалов для полов нужно отнестись ответственно. Сегодня мы имеем широкий выбор материалов: линолеум, ламинат, ковролин, паркет, пробковый пол, керамический пол, наливные полы, половая доска.

Гораздо сложнее подобрать покрытия, которые могут быть использованы на открытом воздухе. Материал должен быть устойчив к перепадам температур, быть водостойким, хорошо сопротивляться таким механическим воздействиям, как истирание, быть декоративным и долговечным.

Террасная (палубная) доска или декинг (англ. Deck - палуба, доска) – современный материал, применяемый для открытых террас, веранд и зон отдыха. Он только начал набирать свою популярность на рынке, но уже хорошо себя зарекомендовал.

Существует различные виды декинга: натуральная древесина, термодревесина и ДПК (древесно-полимерный композит).

Для террасной доски из натуральной древесины используют такие породы, как дуб, ясень, лиственница и другие. Чтобы добиться высокой износостойкости их пропитывают специальными составами. Деревянные покрытия имеют высокую декоративность, прочность, но требуют либо обязательного периодического окрашивания, либо обслуживания с применением других методов защиты.

Декинг из термодревесины изготавливают с помощью тепловой обработки (125-190 С°). Структура дерева становится плотнее и менее подвержена влиянию окружающей среды. Материал является долговечным, но дорогостоящим.

Террасная доска может быть изготовлена на основе древесно-полимерных композитов (ДПК). Для производства ДПК используются такие полимеры, как поливинилхлорид (ПВХ), полипропилен (ПП) и полиэтилен (ПЭ). Древесная мука изготавливается из древесины хвойных пород (основной компонент) - самая трудоемкая часть работы. Древесная крошка распределяется по размерам, и самые мелкие частицы используются при изготовлении материала [1].

Возможно изготовление декинга из техногенных материалов (опилки) и полимеров. Такие изделия устойчивы к низким температурам, способны выдерживать высокую нагрузку, имеют высокую прочность и износостойкость. Этот тип материала является самым оптимальным вариантом для обустройства наружных помещений [3-4]. Свойства ДПК в зависимости от применяемого полимера приведены ниже (табл. 1).

Таблица 1

Свойства ДПК в зависимости от используемого полимера

Свойство	Полимер		
	ПЭ	ПВХ	ПП
Предел прочности при сжатии, МПа	12...27	60	-
Предел прочности при изгибе, МПа	10...26	40...47	30...52
Модуль упругости при растяжении, ГПа	2...5	5...7	4...8

Среди положительных свойств террасной доски на основе ДПК следует отметить достаточно высокую прочность, устойчивость к действию воды и низкий уровень обслуживания. В процессе воздействия воды не происходит набухания, коробления и растрескивания. Материал отличается атмосферостойкостью и стойкостью к ультрафиолетовому излучению. Подобные материалы сохраняют свой цвет, а значит не требуют периодического окрашивания или других видов регулярного ухода. Террасная доска на основе древесно-полимерного композита не повреждается насекомыми, грызунами и в отличие от натуральной древесины в большей степени устойчива против гниения.

Для обеспечения надежности и безопасности готовых конструкций сложной конфигурации при монтаже важно учитывать как качество террасной доски (в первую очередь, ее прочность), так и качество крепежных элементов, используемых для установки декинга. Некоторые материалы могут требовать более частого обслуживания и ремонта, чем

другие, поэтому важно выбирать материал, который наиболее подходит для конкретных условий.

Декинг на основе древесно-полимерных композитов - это прекрасный современный материал для балконов, лоджий, террас, беседок, мостков, детских площадок, зон отдыха и других конструкций на открытом воздухе. Он имеет значительный срок службы и высокую декоративность, что позволяет создать долговечные оригинальные объекты различного назначения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. <https://instylewood.ru/blog/kak-delayut-terrasnyuyu-dosku/>
2. Мацеевич Т.А., Аскадский А.А. Механические свойства террасной доски на основе полиэтилена, полипропилена и поливинилхлорида // Строительство: наука и образование. 2017. Т. 7. Вып. 3 (24). Ст. 4. Режим доступа: <http://nso-journal.ru>.
3. Абушенко А.В., Воскобойников И.В., Кондратюк В.А. Производство изделий из ДПК // Деловой журнал по деревообработке. 2008. No 4. С. 88–94.
4. Абушенко А.В. Экструзия древесно-полимерных композитов // Мебельщик. 2005. No 2. С. 20–25.

САМОВОССТАНАВЛИВАЮЩИЕСЯ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Самовосстанавливающиеся материалы – материалы, умеющие сами возобновлять целостность собственной структуры после разрушения от воздействия наружных факторов [1]. Применение самовосстанавливающихся материалов могло бы способствовать обеспечению надёжности изделий., снизить затраты на поддержание их в рабочем состоянии и ремонт, повысить уровень безопасности конструкции или изделия в целом Это особенно важно в скрытых, труднодоступных местах, для материалов, подверженных значительным разрушающим воздействиям. По этой причине самовосстанавливающиеся материалы в настоящее время составляют предмет одной из самых исследуемых областей материаловедения [2].

Механизмы самовосстановления искусственных материалов подразделяются на «внешние» и «внутренние» по способу организации процессов «самозалечивания» [3].

Основным компонентом при строительстве автодорог, является асфальт. Асфальт чаще всего используется в дорожном строительстве и состоит из щебеночной смеси и битума. Сразу после укладки он начинает деформироваться. из-за нагрузок потока транспортных средств и природных факторов. В настоящий момент существует немало возможностей самовосстановления асфальта: путем добавления стальных волокон (стальной ваты), с использованием капилляров (микрокапсулы подсолнечного масла), с использованием наночастиц оксида железа, добавлением в битум магнетита, асфальтной и тротуарной крошки, а также крошки черепицы, внедрением токопроводящих углеродных многостенных трубок [3 - 5],

Добавление стальных волокон в асфальтную смесь обеспечивает только небольшой ремонт асфальта. Молекулы железа нагреваются дистанционно посредством магнитного поля. Под воздействием электромагнитной индукции, стальные волокна быстро нагреваются и расплавляют асфальт вокруг себя. В результате асфальт восстанавливает свою первоначальную структуру. С помощью специального автомобиля, продуцирующего индукционные поля, нагревают только ту часть, где образовались трещины. Возможно проводить самовосстановление асфальта, применяя вместо железных волокон наночастицы оксида железа, которые также нагреваются под воздействием электромагнитного поля. В России предложили технологию самовосстанавливающегося асфальта, которая заключается в том, что в уникальный состав внедрены токопроводящие углеродные многостенные нанотрубки с высокой

индукционной восприимчивостью. Технология эффективна и технологична, потому что разогревается только тонкая битумная плёнка на каменных материалах [3-5]. Самовосстанавливающийся асфальт имеет следующие преимущества: минимальные затраты на ремонт, прочность, меньше помех для движения, быстрый ремонт и т.д. [3 - 5],

Самовосстанавливающийся бетон, способный к регенерации трещин, возникающих в результате воздействия внешней среды – это инновационная разработка в области современных строительных материалов [6]. Самовосстанавливающиеся бетоны бывают [7, 8]: *заплатки полимерные; гибкий бетон; бетон с добавлением бактерий-реставраторов.*

Заплатки полимерные. На бетонные блоки наносится специальное покрытие, состоящее из микрокапсул с полимером. Как только на бетоне образуется трещина, капсулы раскрываются. Трещина заполняется полимером, который под действием ультрафиолетовых лучей застывает. Поверхность бетонного блока и прочность бетона полностью восстанавливается. [7,8].

Гибкий бетон. Такой бетон имеет прочность, не уступающую стальной арматуре, а его гибкость превосходит гибкость обычного бетона в 2 раза. Гибкость бетонному монолиту придает полимерное микроволокно, которое входит в его состав. Принцип работы – скольжение материалов, тогда как обычная смесь работает по принципу компонентного затвердения с потерей эластичности. В гибком бетоне нет деформации, приводящей к разрушению. [7,8].

Бетон с добавлением бактерий-реставраторов. Этот вид бетона изготавливают путем добавления в его структуру гранул пластика, состоящего из спор бактерий вида *Bacillus* и кальция лактата. Если на поверхности бетона нет трещин, то споры бактерий могут годами находиться в спящем состоянии. При образовании малейшей трещины, влага попадает на гранулы, растворяет их и активизирует бактерии. Питаясь кальцием лактатом, они выделяют карбонат кальция, который заполняет образовавшуюся пустоту в бетоне [7,8].

Таким образом ученые, разрабатывая самовосстанавливающиеся материалы, выводят на новый уровень качества строительных материалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абашкин Р.Е., Руднев М.О. Перспективы применения самовосстанавливающихся материалов. // Сборник научных трудов XI-ой Международной научно-практической конференции «Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации»: в 4 томах. Ответственный редактор: Горохов А.А. 2014, т. 1, с. 25-28

2. Wool R.P. Self-healing materials: a review. // *Soft Matter*. 2008, № 4, pp. 400-418
3. <https://svestnik.kz/samvosstanavlivajushhijsya-asfalt-i-b/>
4. <http://donmintrans.ru/d/1/razr-tr-dor-sf.pdf>
5. <https://newizv.ru/news/science/06-07-2017/rossiyskie-spetsialisty-sozdali-samvosstanavlivayuscheesya-dorozhnoe-pokrytie>
6. Li V.C., Yang E. Self-healing in concrete materials. // In: van der Zwaag S., editor. *Self-healing materials*. Dordrecht: Springer, 2007, pp.161-193.
7. https://seriousseller.ru/repair_and_decoration/samvosstanavlivausij-sa-gibkij-beton-tehnologia-proizvodstva-i-primenenie-v-stroitelstve.html
8. <https://betonhouse.com/novosti/samvosstanavlivayushhijsya-beton>

Студентка магистратуры 1 курса 31 группы ИПГС Харламова А.В.

Студент 2 курса 31 группы ИПГС Ельцов С.А.

Научные руководители: доц., канд. техн. наук, доц. И.В. Козлова, преподаватель М.В. Ушков

НАНОПОКРЫТИЯ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В современном строительстве наноматериалы находят свое применение за счет улучшения ряда показателей, которые обеспечивают комфорт людей. Они влияют на теплофизические свойства, освещенность, отопление и т.д.

В настоящей работе рассматриваются нанопокрyтия.

Нанопокрyтия могут наноситься на подложку несколькими методами. Самые распространенные – это электролитическое, химическое, физическое осаждение покрyтий. Физическое может производиться под вакуумом или при атмосферном давлении. Еще нанопленку можно наносить с помощью газотермического напыления.

Электролитическое осаждение заключается в осаждении легирующего металла на катод, который является подложкой, в среде электролита.

Протекание процесса электролитического осаждения металлической пленки определяется составом электролита, кислотностью электролитической ванны, плотностью электрического тока, температурой подложки и т.д. Это обеспечивает высокий уровень управляемости электролитического осаждения [1].

С помощью гетерогенных химических реакций в парогазовой среде формируется нанопокрyтие на основе химического осаждения. Исходными компонентами для протекания таких реакций являются газообразные галогениды, водород, аммиак, углекислый газ и т.д.

Осаждение пленок осуществляется в проточных камерах, в которой над разогретой подложкой пропускается газ-носитель, содержащий, указанные выше компоненты газовой смеси. Химический состав, давление газа и температура подложки оказывают влияние на свойства сформировавшихся пленок [2].

Физическое осаждение покрyтий в вакууме является более эффективным, чем при атмосферном давлении. Оно основано на подаче газаносителя, в состав которого входит азот, кислород, метан и другие вещества, в вакуумное пространство камеры, где происходит испарение веществ и формирование нанопокрyтия [3].

Далее рассмотрим примеры применения нанопокрyтий в современном строительстве и архитектуре.

Один из примеров использования нанопокрyтия в строительстве – это стеклянный купол Большого национального театра в г. Пекин (рис. 1), покрyтый нанопленкой из диоксида титана, которая позволяет за

счет фотокатализа быть куполу всегда чистым и прозрачным. Это позволяет через панели многослойного теплоизолирующего стекла наблюдать происходящее внутри помещения [4].



Рис.1 Большой национальный театр в г. Пекин

В качестве второго примера можно привести офисное здание в аэропорту Вантаа г. Хельсинки (рис. 2а). Фасады здания покрыты мембраной из зеркального стекла со стальными вставками. Внешняя оболочка здания и автоматические жалюзи покрыты составом, в котором неорганические наночастицы связаны с частицами органических полимеров. Такое сочетание увеличивает стойкость окрашивания, предотвращает оседание пыли на поверхности и рост грибов и прочих микроорганизмов, что актуально для северных районов [5]. Подобное архитектурное строение имеется в Кливленде. Это здание музея современного искусства (рис. 2б).



а)



б)

Рис.2 а) офисное здание в аэропорту Вантаа Хельсинки б) здание музея современного искусства в Кливленде

В Шанхайском музее науки и технологий нанопленкой обработаны стены, обеспечив «эффект термоса». Энергосберегающая способность наноплёнки оказалась высокой, что позволяет рассматривать шанхайский опыт в современном строительстве [6].

Рассмотренные примеры показали, что нанотехнологии в строительстве применяются и могут получить дальнейшее развитие в возведении современных зданий и сооружений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Веселова К.А. Нанотехнологии и перспективы их применения в строительстве// Инженерные исследования. 2021. № 1 (1). С. 26-32.

2. Борисова М.А. Нанопокрывтия - материалы будущего/ В сборнике: Образование. Наука. Производство. Материалы X Международного молодежного форума с международным участием. 2018. С. 448-452.

3. Сулейманова Л.А., Аноприенко Д.С., Рафаелян А.В. Технология и применение нанопокровтий в строительстве/ В сборнике: Наука и инновации в строительстве. Сборник докладов V Международной научно-практической конференции. В 2-х томах. Белгород, 2021. С. 205-209.

4. Кулагина Т.О., Климова А.А., Агеева Е.Ю. Купола-оболочки в бионической архитектуре на примере большого национального театра в Пекине // X Международная студенческая научная конференция. Студенческий научный форум – 2018., <https://scienceforum.ru/2018/section/2018000056> (Дата обращения: 25.02.2023).

5. Чирков А. «Нано» в архитектуре. <http://archplatforma.ru/?act=1&nwid=2706> (Дата обращения: 25.02.2023).

6. Стрельченко О.В., Саньков П.Н. Использование нанотехнологий в строительстве. их виды, перспективы и безопасность применения // VIII Международная студенческая научная конференция. Студенческий научный форум – 2016. <https://scienceforum.ru/2016/article/2016024354>. (Дата обращения: 25.02.2023).

Студентка 2 курса 42 группы ИАГ Чиркова В.А.

Научный руководитель – доц., канд. тех. наук О.Б. Ляпидевская

СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛЕГКИХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Керамическими называют изделия, получаемые из минерального сырья путем его формования и обжига при высоких температурах. Человечество изготовляло кирпич и совершенствовало состав на протяжении многих веков.

По структуре различают пористые и плотные керамические изделия (рис. 1).

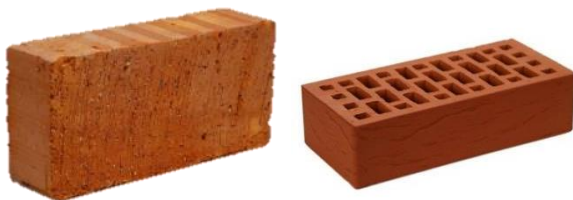


Рис. 1. Кирпич рядовой полнотелый и лицевой пустотелый.

Основой для состава керамики является глинистое сырьё – продукт выветривания изверженных горных пород, состоящий из глинистых, пылевидных и песчаных частиц. Его не используют в чистом виде, и для повышения эксплуатационных свойств применяют добавки – порообразующие, отошающие, пластификаторы и так далее.

Легкие керамические материалы – широко используемый в строительстве материал. Популярностью они обязаны малой массой, низкой теплопроводностью, долговечностью, огнестойкостью и простотой изготовления.

Для создания пористых керамических материалов часто применяют выгорающие добавки, например, уголь, опилки, кокс, пенополистирол, торф и так далее (рис. 2). Например, согласно исследованию [1], в качестве выгорающей добавки предлагается использовать смесь опилок, 9% от сухой массы шихты, и микрокремнезема, 14%. Однако обычно после сгорания вышеперечисленных веществ образуется остаток, зола или шлаки, что негативно влияет на свойства огнеупорных керамических материалов.



Рис. 2. Пример выгорающей добавки

Для решения вопроса об нежелательных остатках при сгорании выгорающих добавок необходимо найти или создать такой вид добавок, который сгорал, не оставляя остаток, и при этом был эффективен и прост в использовании. При определенном соотношении свойств, таким материалом являются полимерные частицы. Для разработки состава частиц следует учитывать основные свойства частиц, а также особенности состава керамического материала, в который вводятся частицы [2].

1. Состав полимерной частицы.

От состава частицы зависит количество сформированных при обжиге чёрных зерен. Чёрное зерно отрицательно влияет на свойства материала и приводит к выводу изделия в брак.

Важно, чтобы температура деструкции полимера не превышала 240°C. Температура деструкции – это температура, при которой полимеризация мономеров в полимер и деполимеризация полимера до мономеров находятся в равновесии друг с другом.

2. Размер частицы и распределение по размеру.

От размера частиц зависит размер пор легкого керамического изделия, наиболее предпочтительным являются диаметры от 20 мкм до 200 мкм. Размер частицы приблизительно соответствует диаметру частицы сферической формы.

Размер зерна определяют методом анализа размера частиц при помощи прибора Coulter LS 200 (рис. 3), методом лазерной дифракции.



Рис. 3. Прибор для определения размера частиц Coulter LS 200

3. Форма частиц.

В идеальном случае частицы имеют сферическую форму. Максимальное соотношение длины и ширины должно отклоняться от идеального соотношения длины и ширины не больше чем на 20%. Частицы в среднем представляют собой практически идеальные шары. Такие частицы изготавливают методом полимеризации в суспензии. Согласно

способу, полимеризация проходит в петлевом реакторе. Мономеры циркулируют в жидком разбавителе, получают жидкую суспензию, и, с помощью устройства для непрерывного отбора суспензионного продукта, получают повышенную концентрацию твёрдых частиц [3].

4. Состав керамического материала.

Применяемые составы керамических масс могут быть представлены как оксидными керамическими материалами, так и неоксидными. Однако особо предпочтительны корундовые материалы, например, оксид алюминия, либо же муллитные материалы.

Способ изготовления керамических материалов с использованием полимерных частиц происходит любым общеизвестным способом [2]. Одним из самых важных этапов работы является введение в керамическую массу полимерных частиц. В зависимости от состава керамики вводят от 70% объема массы до 95%. Полимерные частицы в массе не должны соприкасаться друг с другом.

Согласно проведенным испытаниям, полученные образцы легкой керамики обладают следующими свойствами:

1. Повышенная устойчивость к коррозии;
2. Сферические поры способствуют повышению прочности;
3. Устойчивость к переменам температур;
4. Положительный внешний вид керамического изделия.

Таким образом, рассмотренный способ изготовления легкой керамических материалов упрощает изготовление строительных материалов с повышенными теплоизоляционными свойствами. Полимерную добавку можно использовать в промышленных масштабах, и она имеет преимущество перед другими выгорающими добавками.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Н. Г. Василовская, А. С. Лукьянов*: Анализ возможности применения местного сырья и отходов при изготовлении композитов для высокотемпературной теплоизоляции промышленных агрегатов // Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона», 2022;

2. *Байссманн Франк, Фон Римон Липински Тадеуш, Кернке Рут, Нойгебауэр Петер, Поппе Дирк, Келлер Бруно*: Способ изготовления легких керамических материалов // [Электронный ресурс] Патент RU 2 622 557 C2 URL: <https://findpatent.ru/patent/262/2622557.html>, 2017;

3. *Хоттови Джон Дуглас, Хенсли Харви Дин, Пшеломский Дэвид Джозеф, Симбалук Тедди Генри, Франклин Роберт Кайл III, Перекс Этелволдо П.*: Полимеризация в суспензии с высоким содержанием твердых частиц // [Электронный ресурс] Патент RU 2 221 812 C2 URL: https://patents.s3.yandex.net/RU2221812C2_20040120.pdf, 2004.

Студент 2 курса 6 группы ИГЭС Шишкин Я.В.

Студент магистратуры 1 года обучения 1 группы ИПГС Михайлик Е.Д.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСНОЙ ЗОЛЫ В МЕЛКОЗЕРНИСТОМ БЕТОНЕ

Примерно 7% всех выбросов парниковых газов приходится на цементную промышленность, которая в значительной степени влияет на экологическую обстановку в мире. Каждый год этот энергоемкий процесс, необходимый для производства портландцемента, приводит к выбросу огромного количества парниковых газов.

Избежать этого процесса нельзя, потому что цемент необходим для производства бетона, а он свою очередь, является незаменимым строительным материалом в современном мире. Но снизить расход цемента возможно, замещая его различными отходами энергетической промышленности, например, такими как древесная зола.

Древесная зола – это минеральный остаток, образующийся при сжигании древесины и изделий из нее (щепа, опилки, кора и т. д.) в домашних печах или теплоэлектростанциях. Количество золы после сгорания твердых пород, больше, чем от хвойных. Стволовая часть дает меньше золы, чем кора и ветки.



Рис. 1. Древесная зола

При сжигании древесины в среднем образуется около 6–10 % золы. Количество золы, полученное после сжигания, зависит от того, какая это порода, как она произрастала, когда её срубили и возраста дерева.

Физические и химические свойства древесной золы важны для определения ее полезного использования и значительно различаются в зависимости от многих факторов. На эти свойства влияют породы деревьев, регионы и условия произрастания деревьев, метод и способ сжигания, включая температуру, другое топливо, используемое вместе с древесным топливом, и метод сбора древесной золы.

В древесной золе содержится 40–75 % кальция, около 13% углекислого калия, около 7% фосфора, и малые количества серы, железа, магния, бора, марганца, молибдена, цинка и других микроэлементов. Применение золы в бетоне возможно из-за её пуццолановой активности и других физико-химических свойств.

Приблизительно 70% образующейся древесной золы вывозится на свалки; 20 % вносятся на землю в качестве добавки к почве, а оставшиеся 10 % используются для различных целей, включая строительные материалы.

Традиционно древесную золу используют как удобрение для повышения плодородия почвы в сельском и лесном хозяйстве. Однако, находящаяся в отвалах, зола потенциально опасна, так как она в основном состоит из мелких твердых частиц, которые легко переносятся ветром в воздух и могут создавать проблемы с органами дыхания у людей, проживающих вблизи свалки. Необходима устойчивая стратегия управления такими отходами как зола, поскольку затраты на утилизацию золы растут, а количество золы не уменьшается.

Для подтверждения данной гипотезы были проведены следующие испытания.

Материалы, которые были использованы для создания бетонных смесей:

- зола от сжигания древесины осины;
- портландцемент ЦЕМ II/A-Ш 42,5Н, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 31108-2020, с величиной удельной поверхности 3650 см²/г и активностью 47,0 МПа;
- песок кварцевый для строительных работ, с модулем крупности 2,47;
- для затворения бетонной смеси применялась водопроводная вода ГОСТ 23732-2011.

Для сравнения опытных образцов была изготовлена смесь без добавления золы с В/Ц=0,5 (состав 1). Затем были приготовлены составы с содержанием золы 5%, 10%, 15% от массы портландцемента (составы 2,3,4) с тем же водоцементным отношением. Составы бетона с добавлением древесной золы приведены в таблице 2.

Таблица 2

Составы мелкозернистого бетона с древесной золой

Наименование материала	Ед. и	Номер состава			
		1	2	3	4
Цемент	г	450	427,5	405	382,5
Песок	г	1350	1350	1350	1350
Зола	г	-	22,5	45	67,5
вода	г	225	225	225	225

Для определения предела прочности при сжатии и при изгибе изготавливались образцы- балочки размером 40х40х160 мм.

Приготовление бетонной смеси осуществляли в растворосмесителе принудительного действия до получения однородной консистенции. Раствор укладывался в стальные формы размер ячейки, предварительно смазанные машинным маслом.

Испытания образцов на сжатие и растяжение при изгибе определяли

в возрасте 28 суток, хранившихся в нормально-влажностных условиях.

Таблица 3

Прочностные характеристики мелкозернистого бетона с добавкой древесной золы

Предел прочности	Номер состава			
	1	2	3	4
$R_{сж}$, МПа	20,03	17,42	16,31	15,18
$R_{и}$, МПа	4,92	4,65	4,29	4,04

На основе полученных данных были сформулированы следующие выводы:

1. Прочность на изгиб и на сжатие снижается с увеличением содержания процента золы от массы цемента.
2. Оптимальные результаты были получены при 5%, но так и не достигнуты значения прочности контрольного состава.
3. Прочность контрольного образца не была достигнута возможно из-за пуццолановой активности золы. В этом случае прирост прочности протекает медленно и может быть достигнут позднем возрасте.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Вильдбахер Н.* Утилизация золы котельных, работающих на древесном топливе. Минск: Департамент по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации, 2007.
2. *Нгуен Дык Винь Куанг, Александрова О.В., Булгаков Б.И., Коровяков В.Ф., Каддо М.Б.* Влияние золы-уноса в многокомпонентном вяжущем на прочность бетонов. // Техника и технология силикатов. 2021. Т. 28. №3. С. 110 – 116.
3. *Белухина С.Н., Ляпидевская О.Б., Семенов В.С.* Строительные термины и определения: терминологический словарь / Москва: Издательство МИСИ-МГСУ, 2018. – 560 с.
4. *Пальгунов П.П., Сумароков М.В.* Утилизация промышленных отходов. М.: Стройиздат, 1990.

СЕКЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ И БЕТОНОВ

Студентка 4 курса 31 группы ИПГС Бутенко К.А.

Научный руководитель - проф., д-р техн. наук, проф. С.В. Самченко

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. О.А. Ларсен

СОСТАВ, СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ БЕТОНА НА ШЛАКОЩЕЛОЧНОМ ВЯЖУЩЕМ И ЗАПОЛНИТЕЛЕ ИЗ СТЕКОЛЬНОГО БОЯ

В настоящее время в строительстве наблюдается тенденция к снижению материал- и энергоемкости изделий, расширению минерально-сырьевой базы, созданию принципиально новых строительных материалов. Производство портландцемента, который на данный момент является основным гидравлическим вяжущим, связано с высоким потреблением природных минеральных и энергетических ресурсов и сопровождается высокими объемами выбросов в окружающую среду. В 1978 году В.Д. Глуховский в методическом пособии «Шлакощелочные цементы и бетоны» описал возможность применения шлака в качестве основного вяжущего для бетонных изделий [1]. В тоже время современное общество активно старается использовать различные отходы в новых сферах, тем самым выходя на уровень безотходного потребления. В сфере производства строительных материалов и изделий уже с середины 20-го века активно применяют отходы промышленного производства и бытового потребления. Примером такого материала является отходы стекольного боя. Технологи из разных стран предлагают различные интеграции из стекла в производство строительных материалов и изделий, но стекло в основном состоит из аморфного диоксида кремния, который взаимодействует с продуктами гидратации портландцемента (K_2O и Na_2O), вызывая коррозию цементного камня. Поэтому использование бытового стекла в технологиях производства строительных изделий сильно ограничены.

Встаёт вопрос, о совместимости шлакощелочного вяжущего и стекольного боя. Возможно ли разработать состав, основанный полностью на отходах, избегая все негативные последствия взаимодействия аморфного диоксида кремния с продуктами гидратации вяжущего?

В данной статье описывается возможность применения тонко перемолотого шлака, в качестве вяжущего для получения бетонного изделия на заполнителе из стекольного боя.

Получение бетона на основе шлакощелочного вяжущего с заполнителем из стекольного боя достигается путем затворения смеси, состоящей из молотого доменного гранулированного шлака и фракционированного заполнителя из стекольного боя, со слабыми растворами щелочей. Щелочная среда, создаваемая соединениями щелочных и щелочно-

земельных металлов, является определяющим условием процессов синтеза минеральных веществ щелочного и щелочноземельного состава, которые играют роль структурообразующих элементов. В результате гидратации раствор взаимодействует со шлаком в следствие катионного обмена между растворенной солью и окисью кальция, содержащейся в шлаке. Щелочи, содержащиеся в шлакощелочном вяжущем, из катализатора превращаются в компонент вяжущего, в результате чего в составе гидратных новообразований, наряду с гидросиликатами кальция в значительных количествах, кристаллизуются щелочные гидроалюмосиликаты, участвующие в синтезе прочности бетона [2, 3].

Шлакощелочной цемент – гидравлическое вяжущее, в котором алюмосиликатный компонент представлен гранулированными шлаками, а щелочной – соединениями щелочных металлов, дающими щелочную реакцию. Шлакощелочной цемент можно получать двумя способами, путем совместного помола гранулированного шлака и щелочного компонента или затворения молотого гранулированного шлака с растворами этих соединений.

Метод изготовления изделия из шлакощелочного вяжущего и стекольного боя, применяемый в данной работе – затворение смеси щелочными растворами с маркировками «1», «2», «3».

В основе исследования было важно подобрать правильный затворитель. Перед началом испытаний бетонной смеси, были заформованы призмы 160 × 50 мм. с использованием вяжущего и затворителей с маркировками «1», «2», «3», для определения активности шлакощелочного вяжущего. Определена прочность серии образцов (Таблица 1).

Таблица. 1

Активность шлакощелочного вяжущего на разных затворителях

Маркировка затворителя	Средняя плотность, г/см ³	Активность, МПа
1	1,96	30
2	1,90	33
3	2,21	44

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод что затворитель с маркировкой «3» лучше всего подходит для замешивания бетонной смеси.

В качестве заполнителя использовали битое бутылочное стекло. Основные характеристики заполнителя:

Цвет: прозрачный, коричневый, зеленый;

Фракция: 0-10 мм.

Условия выдержки: 28 суток в камере нормального твердения.

Таблица 2

Призменная прочность образцов бетона

№ Образца	Средняя плотность, г/см ³	Прочность на изгиб, МПа	Прочность на сжатие, МПа
1	1,74	2,48	22,61
2	1,71	2,54	22,52
3	1,79	2,63	22,96



Рис. 1. Внешний вид образца бетона из шлакощелочного вяжущего и стекольного боя

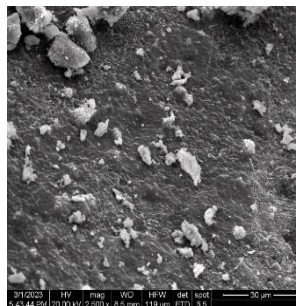


Рис. 2. Микроструктура цементного камня

Обоснована возможность получения бетона на шлакощелочном вяжущем и заполнителе из фракционированного стекольного боя;

Исследованы основные свойства компонентов шлакощелочного вяжущего;

Установлена оптимальная крупность заполнителя, соответствующая технологическим и эстетическим требованиям к готовому продукту.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Глуховский В.Д., Пахомов В.А. Шлакощелочные цементы и бетоны - 1978. 185 с.
2. Алимов Л.А., Воронин В.В., Ларсен О.А. Оценка влияния компонентов бетона на формирование его структуры и свойств // Техника и технология силикатов. 2020. Том 27, № 1. С. 20-25.
3. Youssef Y. W., Larsen O.A., Samchenko S.V., Aleksandrova O.V., Bulgakov B.I. Pozzolanic activity assessment of some mineral additives used in roller compacted concrete for dam construction. Proceedings of XX International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2020, 30 June – 6 July, Volume 19 “Nano, Bio and Space: Technologies for Sustainable Future”, Issue 6.2, p. 415-426.
4. Ларсен О.А., Наруть В.В., Бахрах А.М. Пуццолановая активность минеральных добавок для гидротехнических бетонов // Техника и технология силикатов. 2022. Т. 29. №3. С. 250 – 260.

Студент 4 курса 32 группы ИПГС Топчилов А.А.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. О.А. Ларсен

Научный руководитель - проф., доктор техн. наук, проф. С.В. Самченко

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ СВЧ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ

Главной технологической вехой в строительной индустрии были и остаются бетонные растворы на основе минеральных вяжущих. Благодаря невероятным прочностным свойствам, простоте эксплуатации и механизации производства вяжущее ещё очень долго будет применяться в различных технологиях строительства, а его производство модернизироваться. Однако, максимальные значения прочности бетон показывает только при сжатии, в то время как на изгиб он работает в 10 или даже в 20 раз хуже. Для решения этой проблемы в строительстве искусственный камень армируют. В основном, для укрепления конструкций используют стальные сетки и арматурные стержни [1, 2].

Для металлической арматуры характерны высокие показатели плотности и прочности, из чего можно сделать вывод о высоком коэффициенте качества конструкций с использованием данного материала. Но, кроме перечисленного, арматурная сталь сильно подвержена коррозиям, поэтому армирование в конструкциях, которые эксплуатируются в условиях повышенной влажности или в водных сооружениях, делают из альтернативных материалов [3]. Немаловажным минусом металлов как материалов является теплопроводности и как следствие удорожание конструкций.

Композитная арматура – неметаллические стержни, состоящие из волокон, и связующего, скрепляющего волокна вместе, проходящие процессы полимеризации. Арматуру неметаллическую композитную разделяют на стеклокомпозитную, базальтокомпозитную, углекомпозитную, арамидокомпозитную, комбинированную композитную. Матрицей для волокон может быть связующее на основе эпоксидов, полиэфиров и винилэфиров [4].

Одним из недостатков неметаллической арматуры считают низкую температуру эксплуатации, в районе 110 – 130°C. Но самый главный минус – это низкое значение коэффициента упругости, то есть низкое значение модуля Юнга. По сравнению с металлической арматурой модуль упругости у полимерной композиционной арматуры ниже почти в 3 раза [5, 6].

Исходя из вышесказанного можно рассудить, что актуальным остаётся расширение нормативной документации, касающейся расчётов применения композитной арматуры совместно с бетоном, так как расчёт и конструкция композитных структур не могут быть выполнены

методами, которые используются с железобетоном. Также нахождение способов повышения температуры эксплуатации, снижение горючести композитной арматуры на основе полиуретанов, при сохранении, а возможно и повышении показателей её эксплуатационных характеристик.

Традиционно неметаллическую арматуру производят по следующей технологии. Базальтовые или стеклопластиковые ровинги протягивают через отверстия с одинаковым напряжением. Затем пропущенные нити соединяют в один поток, который проходит этап термообработки. Нужно это, чтобы удалить влагу, пыль и возможные маслянистые заряды с будущей арматуры. Далее полученный жгут протягивают через ванну, заполненную связующим компонентом. Следом идут этап сушки для снятия излишков и полимеризация. Схема производства представлена на рисунке 1.

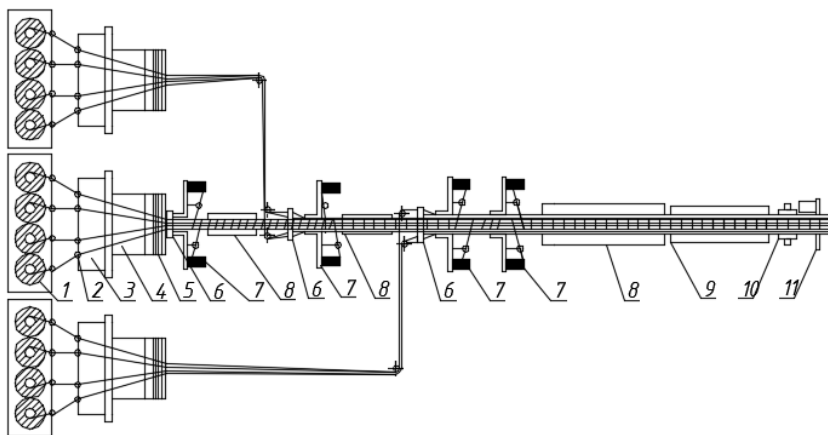


Рис 1. Схема производства арматуры из стекловолокон с эпоксидным связующим: 1 – бобины ровингов, 2 – выравнивающие устройства, 3 – камера первичной термообработки, 4 – ванна со связующим, 5 – натяжители, 6 – формующие устройства, 7 – узлы для придания периодического профиля, 8 – камера полимеризации, 9 – ванны охлаждения, 10 – тянущее устройство, 11 – узел доводки и нарезки

СВЧ- технологии в производстве композитной арматуры относятся к физическим методам улучшения материалов на основе полимерных композитов. Главными трендами в производстве композитных материалов были и остаются повышение эксплуатационных характеристик и производительности линии. Обоим направлениям удовлетворяет технология облучения электромагнитными волнами сверхвысоких частот [5].

Основные достоинства использования СВЧ-нагревателей:

- при применении данной технологии нагрев идёт равномерно по всему сечению стержня, что уменьшает напряжения, вызванные термическим расширением и время термообработки;
- меньшая разница температур внутри и снаружи стержня, примерно она составляет от 6 до 8%;
- установки нагрева, использующие газ в качестве теплоносителя, отдают намного больше отходом чем описываемые. Излучение, выпускаемое СВЧ-нагревателями, можно экранировать, сводя побочные излучения к минимуму.
- благодаря таким технологиям можно придавать такую форму арматуре, которая удовлетворяла бы любым архитектурным и дизайнерским задумкам.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фролов Н.П. Стеклопластиковая арматуры и стеклопластбетонные конструкции. – М.: Стройиздат, 1980. – 104с.
2. Ларсен О.А., Бахрах А.М. Композиционное вяжущее для токопроводящего бетона // Техника и технология силикатов. 2021. Т. 28. № 3. С. 127 – 131.
3. Larsen, O., Shvetsova, V., Patsenko, E., Polozov, A. Properties of sand concrete with recycled tyre polymer fibers. E3S Web of Conferences, 2021, 263, 01015 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126301015> [FORM-2021](#)
4. *Алексеев С.Н.* Коррозия и защита арматуры в бетоне: учебное пособие / С.Н. Алексеев – М.: Издательство литературы по строительству, 1968. 230 с.
5. *Полещук А.С.* Применение композитной арматуры в строительстве // Технические науки. - 2019. - №4-2(91). - С. 38-40.
6. *Имомназаров Т.С., Аль Сабри Сахар А.М., Дирие М.Х.* Применение композитной арматуры. Системные технологии. – 2018. - №27. – С. 24–29.

Студент магистратуры 2 года обучения 31 группы ИПГС Бочкарёв Д.С.

Научный руководитель - проф., доктор техн. наук, проф. С.В. Самченко

Научный руководитель – доц., к.т.н., доц. О.А. Ларсен

РАЗРАБОТКА СОСТАВА И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МАЛОЦЕМЕНТНОГО УКАТАННОГО БЕТОНА С ПРИМЕНЕНИЕМ АКТИВНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК

Гидротехнические сооружения представляют собой огромные массивы, для строительства которых требуется большое количество бетона. Укатанные, или малоцементные бетоны (далее – УБ) позволяют решить ряд проблем, возникающих при строительстве плотин и ГЭС, благодаря ряду преимуществ [1].

Ключевая особенность укатанных бетонов заключается в низком содержании цементного вяжущего, что приводит к уменьшению тепловыделений, благодаря чему появляется возможность укладывать смесь блоками большей площади слоями [2]. А также, отличительная черта заключается в его консистенции. Она должна быть настолько жесткой, чтобы обеспечить высокую первоначальную прочности сразу после укладки, подходящую для передвижения тяжелых машин, но в то же время достаточное количество цементного теста, необходимого для заполнения объема и протекания процесса гидратации [3].

В работе по исследованию свойств укатанных бетонов применяются:

- Цемент марки М500;
- Щебень гранитный фракции 5-20 мм;
- Песок, модуль крупности 2,5;
- Вода;
- Добавка SikaPaver HC-2.

В данной работе, определялась жесткость бетонной смеси и анализировалась полученная структура бетона. В качестве прибора для определения жесткости бетонной смеси использовался прибор Вебе с пригрузом, работа производилась в соответствии со стандартом ASTM C1170/C1170M-20 «Стандартный метод испытания для определения консистенции и плотности укатанного бетона, с помощью вибростола» [4]. Проведение испытания начинается с подготовки формы: смачивается внутренняя часть и заполняется 13,5 кг бетона. Затем на поверхность образца помещается пригруз, после его установки включается вибростол и секундомер. Далее производится наблюдение за пространством между краем пластинки пригруза и стенками формы, по ходу испытания по всему периметру должно образоваться сплошное кольцо из рас-

твора. Время, необходимое для заполнения пространства, в соответствии со стандартом, определяет консистенцию:

- жесткая смесь – от 5 до 20 с;
- очень жесткая смесь – от 20 до 30 с;
- чрезвычайно сухая смесь – более 30 с.

Экспериментальные составы укатанных бетонов и полученные результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Составы укатанных бетонов и результаты испытаний

№ состава	Содержание					В/Ц	Результаты	
	Крупный наполнитель, кг/м ³	Мелкий наполнитель, кг/м ³	Цемент, кг/м ³	Вода, кг/м ³	Добавка, % от цпц		Жесткость, с	Прочность на сжатие, МПа
1	1544	657	60	108	0,4	0,6	-	3,9
2	1544	657	80	126	0,4	0,7	-	-
3	1544	657	200	140	0,4	0,7	3	15,2
4	1544	657	200	120	0,4	0,6 ₃	5	23,6
5	1544	657	220	132	0,4	0,6 ₁	4	26,9

По результатам испытаний, наилучшими показателями обладают составы 4 и 5. Достаточное водоцементное отношение позволяет добиться необходимой для укатанных бетонов консистенции. Смесь в таком случае обладает нулевой осадкой, обладает большой первоначальной прочностью, при вибрировании не происходит чрезмерного расслоения. Составы между собой отличаются только расходом вяжущего. Структура полученных образцов, наблюдаемая на рисунках 4 и 5, однородна, имеются пустоты, но зерна крупного наполнителя полностью обмазаны раствором, имеется большое количество связей между ними. Результаты по испытанию образцов на сжатие также оказались улучшены, по сравнению с предыдущими образцами. Прочность, которую образцы набрали на 7 сутки, является подходящей, для использования укатанного бетона для заполнения внутренней зоны плотины.

Результаты по испытанию образцов на сжатие также оказались улучшены, по сравнению с предыдущими образцами. Прочность, которую образцы набрали на 7 сутки, является подходящей, для использования укатанного бетона для заполнения внутренней зоны плотины.



Рис. 1. Образцы укатанного бетона:
а) состав 4,
б) состав 5

ВЫВОДЫ

По результатам проведенной работы можно сделать вывод о том, что использование укатанных бетонов является перспективным направлением в гидротехническом строительстве. При использовании малоцементных составов можно добиться увеличения темпов строительства и сокращения расходов на возведение сооружения.

Исследование составов укатанных бетонов обосновало необходимость тщательного подбора водоцементного отношения и расчета достаточного количества вяжущего для получения требуемой структуры и свойств. Испытания показали, что исследуемые составы обладают достаточными показателями для использования их во внутренней зоне плотин.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федоров В.М. Применение укатанных бетонов в водохозяйственном строительстве // Научный журнал КубГАУ. 2011. №65.
2. Ляпичев Ю.П. Проектирование и строительство современных высоких плотин. М.: РУДН. 2009.
3. Судаков В.Б. Строительство плотин из укатанного бетона. Обзорная информация. М., Информэнерго, 1988.
4. ASTM C1170/C1170M-20 «Стандартный метод испытания для определения консистенции и плотности укатанного бетона, с помощью вибростолы».

Студент 4 курса 32 группы ИПГС Уйданов Е.А.

Научный руководитель – доц., канд. тех. наук, доц. О.А.Ларсен

Научный руководитель - проф., доктор техн. наук, проф. А.В. Коршунов

ГИБКАЯ ЧЕРЕПИЦА НА ОСНОВЕ ПОРОШКОВОЙ РЕЗИНЫ

Одни из особо известных отходов предприятий автомобильного производства – изношенные автомобильные шины. В РФ каждый год изготавливаются более 1 млн. т. шин, а перерабатывается около 20%. Комплексы по переработке шин для дальнейшего использования вторичного сырья в качестве экологически безопасного переработанного продукта в промышленном масштабе – не существует. При этом, анализ разных методов переработки указывает о возможности получения и применения продуктов переработки шин в качестве вторичного продукта.

На данный момент активно растет производство напольного покрытия, основой которого является резиновая крошка. Эти покрытия преимущественно изготавливаются для детских и спортивных площадок. Покрытия из резиновой крошки обладают огромным преимуществом перед уже существующими аналогами, но стоимость производства их, когда имеется собственное оборудование по переработке изношенных автошин, варьируется от 1000 до 1100 руб./м², а при отсутствии перерабатывающего оборудования стоимость производства покрытий возрастает на целых 20-40%, что ведёт к малой рентабельности их производства. В целом, расчёты и анализ даёт знать, что имеющиеся технологии производства покрытий представляется низко рентабельными и экономически стимулируется владельцами этих предприятий от их других источников дохода [1].

Из-за этого развитие инвестиционной идеи должно шагать в сторону применения более дорогих продуктов переработки и получения из них товара, который может перерабатываться в новый продукт высокой стоимости [2]. Разработка такого высокотехнологичного товара стратегически становится главным направлением, которое может создать рыночные стимулы к усовершенствованию удобной системы сбора и утилизации отходов [3].

Оценка рынка сырья, анализ продуктов переработки использованных шин, позволили выявить их качественные и количественные характеристики, сравнить с подобной продукцией и сформировать заключение о возможности применения таких продуктов в качестве основного компонента при создании ресурсосберегающих кровельных строительных материалов [4]. Анализ рынка кровельных материалов показывает, что лучшие кровли – это кровли из резинобитумных материалов, которые обладают рядом их эксклюзивных свойств.

Основным компонентом резиновой черепицы служит порезанная крошка из покрышек, которую получают от изношенных автомобильных шин механическим способом. Резиновая крошка из старых автомобильных шин – это очень качественный материал, так как для производства покрышек используется каучук высшего качества [5].

Чтобы понять наилучший фракционный состав крошки, были произведены опытные экземпляры резиновой черепицы, где использовалась крошка диаметром от 0 до 3,2мм.

Наибольший диаметр резиновой крошки составил 3,2мм, он соизмерим с толщиной проектируемой резиновой черепицы (до 4мм). Экземпляры производились при неизменном давлении в 16 Мпа, а также температуре 120 °С.

Из опыта следует, что чем больше диаметр резиновой крошки, тем больше прочность на разрыв. Наибольшая прочность составила от 3,1 до 3,27 Мпа, если использовать резиновую крошку диаметром от 2,2 до 3,2мм. При использовании крошки с маленьким диаметром от 0 до 1,2, черепица, сделанная упругодеформированным способом, обладает чересчур развитой поверхностью, поэтому для изменения в лучшую сторону реологических характеристик, составы с крошкой маленького диаметра нуждаются в большем количестве связующего, так как при малом количестве связующего получается неравномерное «сшивание» черепицы и снижение прочности при разрыве [6, 7].

Резиновая черепица по своим физическим характеристикам немного отличается от популярных аналогов, но по отдельным показателям превосходит их. Стоимость такой черепицы составляет от 250 до 350 руб/м². Годовая потребность в этом материале варьируется в пределах от 3 до 5 млн. м². Превосходства такой черепицы над аналогичной продукцией - технологичность, лёгкость в монтаже и отсутствие нужды в покраске, повышенные шумоизоляционные и виброизоляционные свойства, гидроизоляционные характеристики и т.д. Такая кровля является не только качественным продуктом, но также и эстетичной, ведь она может сочетаться с каждой архитектурной формой.

Анализ (цена, физические и механические показатели, презентабельность, скорость сборки и д.р.) разных видов кровли помог дать высокую оценку этому кровельному материалу. Данная ресурсосберегающая гибкая черепица может применяться в частном, гражданском, промышленном строительстве и сможет дать сделать не только рециклинг техногенных отходов, но и увеличить сырьевую базу строительных материалов путём использования вторичных ресурсов. Использование техногенных отходов на производстве строительных материалов делает большим ресурсосберегающее и рационализаторское значение, а также огромную экологическую целесообразность.

Экономическая эффективность от производства черепицы состоит в повышении потребительских свойств, а также отказ от продукции из-за рубежа, увеличении рабочих мест на производстве, применение новых конкурентноспособных ресурсосберегающих строительных материалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сайт Cyberleninka [Электронный ресурс]. – Гибкая черепица на основе порошковой резины. Режим доступа: [Гибкая черепица на основе порошковой резины – тема научной статьи по технологиям материалов читайте бесплатно текст научно-исследовательской работы в электронной библиотеке КиберЛенинка \(cyberleninka.ru\)](https://cyberleninka.ru/article/n/gibkaya-cherepitsa-na-osnove-poroshkovoy-reziny), свободный.

2. Сайт Zaggo [Электронный ресурс]. – Резиновая черепица, сделанная из старых покрышек. Режим доступа: <https://www.zaggo.ru/article/novosti/stroitelstvo/rezinovaya-cherepica-sdelannaya-iz-staryh-pokryshek.html>, свободный.

3. Сайт Nastroike [Электронный ресурс]. – Резиновая черепица или уникальная экокровля. Режим доступа: <https://nastroike.com/stroitelnyematerialy/661-rezinovaya-cherepitsa-ili-unikalnaya-ekokrovlya>, свободный.

4. ГОСТ 32806-2014 Черепица битумная. Общие технические условия [Текст].; введ. 2015 – 06 – 01. -М: ТК 465 «Строительство», 2015. – 23 с.

5. ГОСТ Р 54095-2010 Ресурсосбережение. Требования к экобезопасности утилизации отработавших шин [Текст].; введ. 2012 – 01 – 01. -М: Управление развития, информационного обеспечения и аккредитации по техническому регулированию и метрологии, 2012. – 34 с.

6. Тхо Ву.Д., Лам Т.В., Король Е.А., Булгаков Б.И., Александрова О.В., Ларсен О.А. Теплоизоляционные свойства эффективных легких бетонов для трехслойных ограждающих покрытий зданий // Промышленное и гражданское строительство. 2020. № 5. С. 36-44.

7. Larsen O A, Bulgakov B I, Gafarov R M, and Melihov D O. Influence of light aggregate on structure formation of lightweight concrete. Journal of Physics: Conference Series 1614 (2020) 012008 doi:10.1088/1742-6596/1614/1/012008

ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, СООРУЖЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОЗАБОРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Водозаборные сооружения представляют собой гидротехническое сооружение, служащее для отбора воды из водоема для решения задач в бытовой и профессиональной деятельности человека. При этом различаются водозаборные сооружения поверхностных и подземных вод. В первом случае используются водоприемники берегового типа, откачивающие воду с помощью насосов. Во втором случае используются специальные вертикальные и горизонтальные водозаборы. Так, основная цель при использовании водозаборных сооружений состоит в обеспечении водными ресурсами различных объектов гидроэнергетики, водоснабжения и иных профессионально-хозяйственных и бытовых сфер [1].

Совокупность данных факторов свидетельствует о высокой актуальности использования водозаборных сооружений и необходимости использования научно-технического развития по данному направлению. На сегодняшний день выделяется ряд ключевых проблем, наблюдаемых при работе с данными объектами на различных этапах. Таким образом, выделяются ряд проблем при проектировании, сооружении и эксплуатации водозаборных сооружений. Разработка методов противодействия и решения данных проблем является необходимым условием повышения качества разработки и использования данных объектов. Однако прежде, чем приступить к разработке данных методов, необходимо произвести комплексный анализ основных проблем, встречающихся на каждом из представленных этапов.

Первоначальным этапом работы над водозаборным сооружением является проектирование. Данный этап всегда представляет собой сложную задачу, в рамках которой требуется вести учет огромного числа факторов в экономических и технических аспектах. При этом до начала проекта требуется произвести множественные топологические исследования. Помимо этого, важным этапом при проектировании является продумывание особенностей дополнительных систем, таких, как электрическое снабжение, водоотведение, отопление, вентиляции и множества иных. Исходя из этого, проектирование включает в себя множество задач и проблем, грамотное решение которых может гарантировать достижение должного уровня при работе разрабатываемой системы [2].

Необходимо отметить, что основной проблемой выхода из строя водозаборных сооружений в нашей стране является наличие многочисленных ошибок при проектировании, строительстве и непосредственно самой эксплуатации скважин. Основной проблемой на первом этапе является отсутствие достаточного числа квалифицированных кадров, способных гарантировать качественное выполнение проектировочных работ. Помимо этого, отмечается заложение на стадии проектирования некачественных и дешевых материалов, способных снизить экономические затраты, однако приводящие к выходу из строя оборудования при его эксплуатации. Другой проблемой является недостаточный учет геологических и гидрогеологических факторов на каждом конкретном участке. Решением проблемы в данном случае является необходимость выполнения полного изучения разрезом и прогнозирование дальнейшей работы систем [3].

Итак, проблемы при проектировании способны уже на начальных этапах использования сооружения привести к повышенному сопротивлению фильтров.

Сооружение водозаборов также сопровождается множеством проблем, приводящих к низкой эффективности эксплуатации рассматриваемых объектов. В частности, зачастую отмечаются проблемы быстрого размножения планктона и ракушек, мешающих выполнению строительных работ. В качестве примера отмечаются такие методы, как промывка обратным током воды, обработка медным купоросом до 2 раз в день. Помимо этого, необходимо выполнять различного рода рыбозащитные мероприятия [4].

Также при строительстве водозаборных сооружений отмечается проблема, связанная с высокой агрессивностью среды, особенно актуальной для морской воды по отношению к используемым строительным материалам. Повышение коррозионной стойкости возможно в результате добавления в состав стали легирующих добавок. Помимо этого, решением является нанесение покрытия из цинка и алюминия различной толщины до 250 мкм.

Основной проблемой при эксплуатации водозаборных сооружений является изменение гидродинамической обстановки. Это, в свою очередь, приводит к развитию целого множества негативных факторов, влияющих на экологическую обстановку и на само водозаборное сооружение. Основным решением данных проблем является использование пространственной математической и цифровой модели объекта [5].

На основе данной модели представляется возможным создание системы управления, позволяющей выполнить решение различных технических задач. Помимо этого, на основе цифровых средств дается оценка и прогноз используемой конструкции, оборудования и материалов, возможных негативных факторов и проблем. Исходя из этого, цифровая

модель позволяет полностью учитывать природные особенности объекта, режимообразующие факторы, их взаимодействие и изменение в процессе эксплуатации [6].

Таким образом, основной целью представленной статьи являлось выполнение анализа по основным проблемам проектирования, строительства и эксплуатации водозаборных сооружений. В заключение необходимо отметить, что одним из наиболее инновационных и эффективных методов решения проблем на каждом из рассмотренных этапов является использование математических (цифровых) моделей объекта. Именно на этой основе представляется возможность выполнения наиболее качественного проектирования, строительства, а также прогнозирования эксплуатации данных сооружений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Курбанов С. О., Созаев А. А. Новые конструктивные и технологические решения по водозаборным сооружениям мелиоративных систем предгорных зон // Вода и экология: проблемы и решения. 2020. № 4. С. 24-33.

2. Джангидзе З.У., Бутова Н.Ю., Квитка Л.А. К вопросу о организации защиты водозаборных сооружений, построенных на горных реках, от селевых потоков // Системные технологии. 2020. № 3. С. 43-49.

3. Чупин Р.В., Бобер В.А. Эффективность работы водозаборных сооружений населенных мест Прибайкалья // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2022. № 2. С. 12-17.

4. Курбанов С.О., Созаев А.А., Сасиков А.С., Чапаев Т.М. Экологически эффективные технологии регулирования малых рек и строительства мелиоративных водозаборов // IACJ. 2020. № 2. С. 119-123.

5. Islamov S.A., Khusainov S.U., Achilov O.R. Water intake structures and their difference from other structures // Academic research in educational sciences. 2022. № 2. С. 43-47.

6. Калач А.В., Шимон Н.С., Арифиллин Е.З. Современные проблемы повышения безопасности эксплуатации гидротехнических сооружений (на примере Воронежской области) // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». 2022. № 3. С. 67-72.

БЕТОНЫ ДЛЯ СВАЙНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Большую часть Крайнего Севера, богатого многими полезными ископаемыми, занимает вечная (многолетняя) мерзлота (рис.1). Многолетнемерзлые грунты при отрицательной температуре достаточно прочны благодаря наличию в них льдо-цементных связей. Однако при оттаивании льда, находящегося в порах, льдо-цементные связи разрушаются. Из-за этого грунт насыщается талой водой и разжижается, приводя к просадке фундаментов возведенных на данном грунте зданий и сооружений. А это, в свою очередь, влечет за собой деформации в виде прогибов, выгибов, перекосов стен и каркаса, крен фундамента, раскрытия трещин и т. п.



Рис.1 – Распространение вечной мерзлоты

Во избежание вышеупомянутых деформаций, значительно снижающих срок эксплуатации, строительству зданий и сооружений, возведению фундаментов на многолетнемерзлых грунтах предъявляют специальные требования. Фундаментные основания проектируют с учетом проведенных инженерно-геокриологических изысканий. Для предотвращения оттаивания грунтов и сохранения их в мерзлом состоянии рекомендуется возведение зданий и сооружений на свайном фундаменте с устройством продухов (рис.2). Данный тип фундамента весьма распространён в регионах с вечной мерзлотой ввиду своей относительно низкой цене возведения и универсальности [1].

Достоинства свайного фундамента [2]:

- небольшой объем выполняемых земляных работ, которые в условиях местности с вечномерзлым типом грунта являются весьма трудоемким процессом;
- монтаж свайного фундамента можно вести не зависимо от погоды и температуры в любое время года;
- относительная простота и доступность устройства свайного фундамента;
- равномерная осадка возводимых зданий и сооружений при их дальнейшей эксплуатации вследствие заглубления свай на большую глубину.

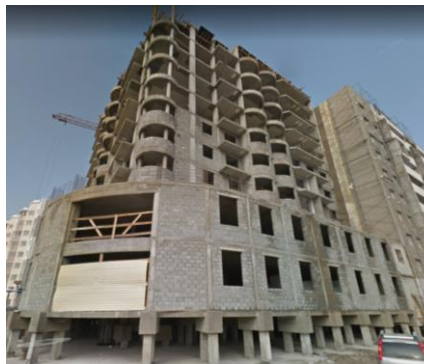


Рис.2 – Дома на свайном фундаменте

Для свай, которые будут эксплуатироваться на холоде и в вечной мерзлоте, надо использовать тяжелый бетон со средней плотностью $2200-2500 \text{ кг/м}^3$, который отвечает требованиям по прочности, морозостойкости и водонепроницаемости, приведенным в СП 52-105-2009.

Для железобетонных свай, которые будут работать в сезонно-оттаивающем слое грунта и поэтому подвергаться попеременному замораживанию-оттаиванию в водонасыщенном состоянии при расчетной зимней температуре воздуха ниже чем $-40 \text{ }^\circ\text{C}$, предъявляются следующие требования:

- класс бетона по прочности на сжатие должен быть не ниже В35;
- марка бетона по водонепроницаемости не ниже W10;
- марка бетона по морозостойкости должна быть не меньше F400;
- минимальное воздухововлечение 4 %.

Для строительства в условиях Крайнего Севера, покрытого вечномерзлыми грунтами, при эксплуатации в тяжелом климате необходимы эффективные бетоны высокого качества.

Долговечность бетонов зависят во многом от объема и строения пор и пустот в бетоне. Макроструктура бетона складывается из таких вещей как крупный и мелкий заполнитель, цементный камень и контактная

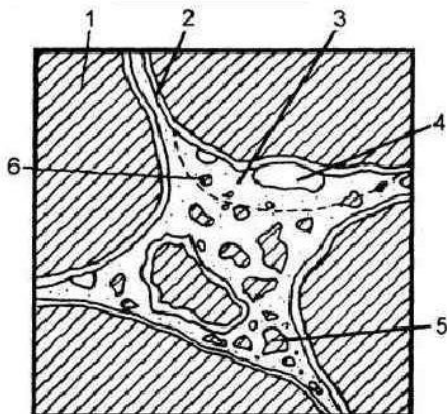


Рис. 3 – Ячейка структуры бетона
 1- зерна заполнителя; 2- контактная зона; 3- зона ослабленной структуры; 4- пузырьки воздуха; 5- зона плотной структуры; 6- крупные поры

бетоне формируется более плотная и прочная структура цементного камня [3].

зона между цементным камнем и заполнителем (рис.3). Распределение воды при приготовлении бетонной смеси во многом зависит от зерен заполнителя, так как большая часть воды, не вступая в химические реакции, располагается между зернами заполнителя. А контактная зона в бетоне имеет в 5-7 раз меньшую прочность чем цементный камень.

При использовании вместо микрокремнезема золы-унос ТЭС для повышения её однородности и химической активности необходимо использовать механохимическую активацию. Это также позволяет повысить удельную поверхность золы, в результате чего в

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Цитович Н. А. Механика мерзлых грунтов. Учебн. пособие. М., «Высшая школа», 1973. – 448 с.
2. Огороков Н. С., Коркишко А. Н. Прогнозный расчет приточно-охлаждаемых свай на вечномерзлых грунтах. – Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2018. – № 9. <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=12380>.
3. Баженова С.И. Эффективные высококачественные бетоны для суровых климатических условий, – Диссертация. – 2010.

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ВСПЕНЕННОГО ЖИДКОГО СТЕКЛА ХОЛОДНОГО ОТВЕРЖДЕНИЯ

На сегодняшний день на рынке теплоизоляционных материалов очень востребованы негорючие экологически безопасные материалы. Сейчас наиболее распространенными материалами, удовлетворяющими заданные критерии, являются пеногипс, материалы на основе различных видов силикатного сырья. К таким материалам можно отнести изделия из пеностекла (плиты, щебень), а также материалы на основе жидкого стекла [1-3]. В отличие от плит, щебень из пеностекла – это засыпной утеплитель, используемый как засыпка для утепления фундаментов малоэтажных зданий, кирпичных стен колодезной кладки, а также укрепления слабых грунтов и подбалластного слоя дорожного покрытия.

В данной статье исследуется новый материал – вспененное жидкое стекло холодного отверждения. Он представляет собой теплоизоляционный материал на основе водного щелочного раствора силикатов натрия (калия) с технологическими добавками, который получается путем порообразования с последующей минерализацией и отверждением.

Растворимое стекло может затвердевать на воздухе, но при таком способе углекислота, содержащаяся в воздухе, реагирует только с верхними слоями материала на небольшой глубине, что замедляет отверждение всего материала из-за непроницаемой пленки. Таким образом может получиться материал низкой водостойкости. В качестве решения данной проблемы в раствор вводят добавку-отвердителя (кремнефтористый натрий Na_2SiF_6 в количестве 12-15 % от массы растворимого стекла).

Технологическая схема производства материала на основе вспененного жидкого стекла включает в себя несколько этапов. Дробленая силикат глыба с силикатным модулем 2,8 погружается в отделение варки стекла. Под температурой 160 °С силикат-глыба сплавляется с водой под давлением около 5 атм. в автоклаве. В течение 4 часов происходит варка смеси до однородной консистенции. После этого смесь охлаждается и затем готовое разбавленное (40%-ное) жидкое стекло перемещается в зону смешивания компонентов.

В цехе установлены баки для смешивания всех ингредиентов, к каждому из которых подводится отдельный канал подачи жидкого стекла, отвердителя, пены, фибры и прочих добавок. После перемешивания массы и равномерного распределения фибры, смесь из баков заливается в формы. Получаемая погрешность на усадку массы 5 мм. Заполненная

форма передвигается по рельсам в пропарочные камеры (туннели), куда подается горячий воздух.

Установленные в камерах вентиляторы помогают равномерному распределению теплого воздуха, а также играют роль вакуумных установок, которые отбирают лишнюю влагу. Излишний горячий пар по замкнутому циклу направляется к формам, которые только подходят к пропарочным камерам. В камерах поддерживается температура 30-40°C. Данной температуры достаточно для высушивания материала и образования необходимой пористости структуры. На выходе получают образцы с остаточной влажностью 4-6%.

Приведем основные технические характеристики материала, получающиеся в результате производства по данной технологии.

Таблица 1

Основные технические характеристики теплоизоляционного материала на основе вспененного жидкого стекла

<i>Параметры</i>	<i>Характеристики</i>
Плотность	120 -200 кг/м ³
Коэффициент теплопроводности при 25°C	0,045 - 0,065 Вт/(м·К)
Паропроницаемость	0,2 - 0,5 мг/(м·ч·Па)
Прочность на сжатие	0,13 - 0,36 МПа
Биостойкость	Устойчивый к грызунам, появлению плесени, к агрессивному воздействию внешней среды (окисления, эрозия, перепады температур).

Существуют уже готовые объекты с применением данного материала. Примеры объектов представлены на рисунке 1 (система фасадная теплоизоляционная композитная СФТК, двухэтажный дом из деревянного каркаса, каркасно-обшивные стены из легких стальных тонкостенных конструкций ЛСТК).

В настоящее время организовано производство теплоизоляционных плит на основе вспененного жидкого стекла, однако отсутствует нормативный документ, определяющий технические требования и нет единого названия материала.



Рис. 1 Фасадные системы с применением материала на основе вспененного жидкого стекла

Ведутся работы над разработкой стандарта. Также исследуется вопрос повышения водостойкости данного материала и особенности его свойств для применения в качестве акустического материала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Лотов В.А., Хабибулин Ш.А.* Применение модифицированного жидкостеклового вяжущего в производстве строительных материалов // *Строительные материалы*. 2015. №1. С. 72-75.
2. *Усова Н.Т., Лотов В.А., Лукашевич О.Д.* Водостойкие безавтоклавные силикатные строительные материалы на основе песка, жидкостеклового композиций и шламов водоочистки // *Вестник ТГАСУ*. 2013. №2. С. 276-284.
3. *Заболотская А.В.* Технология и физико-химические свойства пористых композиционных материалов на основе жидкого стекла и природных силикатов: дисс. ... канд. техн. наук. Томск. 2003.
4. *Зин Мин Хтет* Композиционные материалы на основе жидкостеклового связующего для теплоизоляции: дисс. ... канд. техн. наук. Москва. 2020. 136 с.
5. *Лукашевич О.Д., Лотов В.А., Усова Н.Т., Лукашевич В.Н.* Получение водостойких, прочных силикатных материалов на основе природного и техногенного сырья // *Вестник ТГАСУ*. 2017. №6. С. 151-160.

ВЛИЯНИЕ ГИПСОВЫХ ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОКЛИМАТА ПОМЕЩЕНИЙ

Качество условий жизнедеятельности человека является важным аспектом, влияющим на его здоровье, работоспособность и комфортное пребывание в помещении. Основным параметром, создающим такие условия, является микроклимат. К факторам, влияющим на микроклимат, можно отнести: качество наружного воздуха (особенно в теплое время года) и отделочных материалов внутри помещения. В данной статье исследуется вопрос возможности гипсовых отделочных материалов играть роль в регулировании качества воздуха в помещении.

Для контроля влажности в зданиях необходимы мероприятия по выбору строительных материалов и систем вентиляции, позволяющих регулировать уровень влажности в помещении.

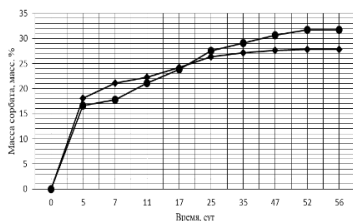
Одна из категорий материалов, способных удовлетворять заданным критериям являются материалы на основе гипсового вяжущего с органическим наполнителем. Такие материалы включают в себя обширную группу отделочных материалов, включающих потолочные плиты, панели, листы. Органические материалы растительного происхождения, в том числе и древесина, цеолиты удачно сочетаются с гипсовым вяжущим, обладают хорошим с ним сцеплением, а также придают ему армирующие свойства. Сорбционные свойства гипсовых изделий достаточно высоки, что связано с природой материала. Существуют различные способы повышения сорбционных показателей материала, путем добавления различных наполнителей. Примером наполнителя с высокими сорбционными характеристиками может быть материал растительного происхождения – борщевик Сосновского.

Для изучения сорбционных свойств были проведены исследования процессов сорбции и десорбции. В качестве сорбатов были взяты ацетон и бензол. Процесс проведения испытаний с использованием измельченного борщевика, сорбатов, бюксов и эксикатора представлен на рис. 1. Опыты проводились весовым методом. После достижения равновесной сорбционной влажности была изучена десорбционная активность образцов материала. Результаты испытаний сорбционной активности показаны на рис. 2. (а)

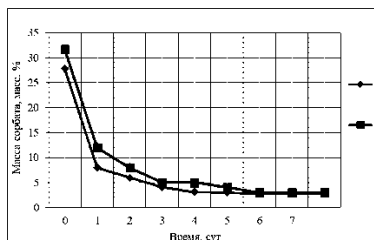


Рис. 1. Этапы проведения испытания на определение сорбционной активности.

Для проведения испытания были подготовлены, пронумерованы и высушены в сушильном шкафу бюксы с крышками. В качестве сорбатов были использованы 70%-ные растворы бензола C_6H_6 и ацетона C_3H_6O . В каждый эксикатор поместили по три бюкса в открытом состоянии. По мере поглощения материалом веществ проводились периодические взвешивания до достижения максимума сорбционной активности. Для полного представления сорбционных свойств борщевика были так же проведены опыты по измерению десорбционной емкости. Изменение массы сорбата в процессе десорбции изображено на рис. 2. (б)



(а)



(б)

Рис. 2. Графики измерения

(а)-сорбционной активности борщевика Сосновсокого (1- в эксикаторе с 70%-ным раствором бензола; 2- в эксикаторе с 70%-ным раствором ацетона);

(б) – десорбция борщевика Сосновского (1 – бензол; 2 – ацетон)

Сорбция – процесс обратимый. Сорбат может переходить с сорбента обратно в раствор. При равных условиях скорости протекания процессов сорбции и десорбции пропорциональны концентрации вещества в растворе и поверхности сорбента, вследствие этого в начальный период процесса сорбции, когда концентрация вещества в растворе максимальна, скорость сорбции также максимальна.

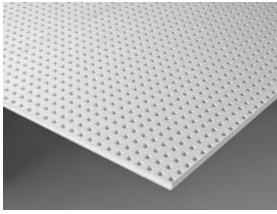


Рис. 3. Материалы на основе гипсового вяжущего
(а)- акустические гипсовые плиты
(б)- гипсовая штукатурная смесь

Изделия на основе строительного композита из гипсового вяжущего и растительного наполнителя могут обладать следующими особенностями: экологичностью производства, широкой областью применения, ввиду возможности добавления различных функциональных свойств и обеспечение комфортных для человека условий.

Гипсовые материалы и изделия преимущественно используют при отделочных работах внутри помещений. Для этой цели применяются гипсокартонные или гипсоволокнистые листы, изделия лепного декора, гипсовые акустические плиты, разнообразные сухие штукатурные, шпаклевочные и клеевые гипсовые смеси и т.д. (Рис. 3.) Гипсовые материалы не только позволяют создавать прекрасный интерьер (гладкие или рельефные поверхности стен и потолков), но и придают улучшенные акустические и теплофизические качества конструкциям, что влияет на микроклимат всего помещению в целом, т.е. создаются комфортные условия для человека.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бруяко М.Г., Бессонов И.В., Горбунова Э.А., Говряков И.С. Сорбционные свойства модифицированного борщевика Сосновского // Строительные материалы. 2021. № 10. С. 54–59. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2021-796-10-54-59>
2. Бурака С.Д., Бруяка М.Р. Использование природных и искусственных сорбентов для очистки нефтесодержащих сточных вод // Научные труды КубГТУ. 2017. № 7. 71–77 с.
3. Жуков А.Д., Бессонов И.В., Боброва Е.Ю., Горбунова Э.А., Демисси Б.А. Материалы на основе модифицированного гипса для фасадных систем // Нанотехнологии в строительстве. – 2021. – Том 13, № 3. – С. 144–149. – DOI: 10.15828/2075-8545-2021-13-3-144-149.
4. Справочник. Гипсовые материалы и изделия (производство и применение). /Под общ. ред. А.В.Ферронской. – М., 2004

Студентка 4 курса 31 группы ИПГС Машикова М.Ю.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук О.А. Ларсен

Научный руководитель - проф., доктор техн. наук, проф. С.В. Самченко

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ МОДУЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Модульные здания максимальной заводской готовности устанавливаются в кратчайшие сроки и включают все необходимые инженерные сети: отопление, освещение, водоснабжение, канализацию и электрическую разводку. На данный момент все чаще в различных странах здания проектируют с применением модульных конструкций. Этот подход подразумевает процесс, при котором все элементы здания предварительно изготавливаются на заводе и объединяются в модули, после чего отправляются на строительную площадку для сборки. Такая технология способствует максимальному повышению эффективности строительства благодаря интеграции процессов и технологий проектирования, производства и строительства без ущерба для архитектурной выразительности.

Конструктивные схемы зданий из объемных блоков возводят по трем конструктивным схемам: блочной со сплошной укладкой блоков, блочно-панельной и каркасно-блочной с несущим остовом.

Преимущества модульного строительства:

-Контролируемые производственные условия, возможность автоматизации процессов, что позволяет достичь высокого уровня контроля и стабильного качества;

-Производительность и быстрота сборки конструкций. При работе в цеху бригада меньше зависит от неблагоприятных погодных условий;

-Еще одним преимуществом модульного строительства является хранение материалов. Собирая модули на заводе, строительные площадки могут оставаться чище и безопаснее, а также предоставлять больше места для работы и свободного передвижения. Кроме того, персонал работает в контролируемых условиях, не подвержен воздействию экстремальных погодных условий и прочим рискам, характерным для строительной площадки;

-Меньший объем отходов. Модульное строительство позволяет сократить расход материалов на 90%. В связи с тем, что охрана окружающей среды вызывает все большую обеспокоенность в строительной отрасли, модульные здания становятся все более популярными;

-Мобильность. Каждое модульное здание, не только быстро собирается, но также в случае необходимости разбирается и транспортируется на другое место.

Схема производства бетонных модулей представлена на рисунке 1.

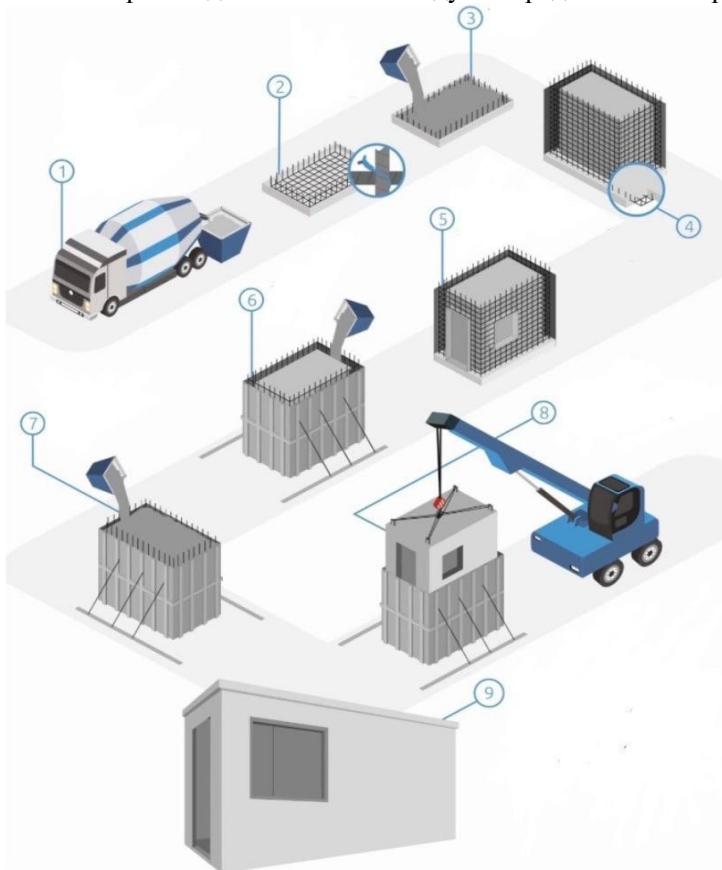


Рис. 1. Схема производства бетонных модулей: 1 – поставка бетона; 2 – вязка арматуры; 3 – заливка пола; 4 – монтаж армирующего каркаса в форму; 5 – установка закладных дверей и окон; 6 – заливка стен; 7 – заливка потолка; 8 – извлечение готового модуля из формы; 9 – готовая форма набирает прочность, проходит контроль качества и направляется на финишную отделку

Недостатки модульного строительства:

-На данном этапе технологии, попытки создать неповторяющиеся модули сокращают и потенциально сводят на “нет” преимущества времени и затрат как для покупателя, так и для поставщика.

-Проектирование модульного проекта требует принятия большого количества решений, более тщательного проектирования и инженерных

разработок на ранних этапах. Внесение изменений в проект модулей после начала изготовления может быть очень затратным;

-Как правило, здания из модульных конструкций получаются более крупными, так как в каждом модуле свои независимые стены, перекрытия и потолки. Это означает, что перекрытия и стены будут толще, чем при обычном строительстве;

-Транспортные расходы и риски. Поскольку модули изготавливаются на заводе, их необходимо доставлять непосредственно на рабочую площадку. Транспортировщики должны быть предельно осторожны с каждым модулем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ Р 58760-20019. Здания мобильные (инвентарные). -Введ. 2020-09-01. -М.: Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, 2019. – 7 с.

2. ГОСТ 9.401-2018. Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов. - Введ. 2019-07-01. -М.: Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации, 2018. – 5 с.

3. ГОСТ 4.252-84. Система показателей качества продукции. Строительство. Здания мобильные (инвентарные). Номенклатура показателей. -Введ. 1985-01-01. -М.: Постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства, 1984. – 4 с.

4. ГОСТ 15.902-2014. Система разработки и постановки продукции на производство. Железнодорожный подвижной состав. Порядок разработки и постановки на производство. -Введ. 2015-03-01. -М.: Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации, 2014. – 10 с.

5. ГОСТ Р 58761-2019. Здания мобильные (инвентарные). Электроустановки. Технические условия. -Введ. 2020-09-01. -М.: Приказом Федерального агенства по техническому регулированию и метрологии, 2019. – 3 с.

6. ГОСТ Р 58762-2019. Здания мобильные (инвентарные). Системы санитарно-технические. Общие технические требования. -Введ. 2020-09-01. -М.: Приказом Федерального агенства по техническому регулированию и метрологии, 2019. – 3 с.

БЕТОНЫ ДЛЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Гидротехническое сооружение – объект строительства, который используется для регулирования, сбора и отвода водных ресурсов, а также для борьбы с вредным воздействием воды. Имеет место два основных деления гидротехнических сооружений: по месту возведения (морские, речные, озерные, прудовые) и по функциональному назначению (общие и специальные) [1].

К общим относятся: водоподпорные, плотины, дамбы; водопроводящие, каналы, трубы, лотки, дюкеры, туннели; регуляционные, ограждающие валы, насыпные траверсы, береговые укрепления; водозаборные, предназначенные для забора (приема) воды из водоёма для хозяйственного или промышленного водоснабжения; водосбросные, необходимые для сброса излишков воды.

К специальным гидротехническим сооружениям можно отнести те, которые применяются для использования энергии водных ресурсов. К этой категории можно отнести гидроэлектростанции, шлюзы, маяки, портовые сооружения.

Бетон, который используют при строительстве гидросооружений, называют гидротехническим или гидробетоном. У него особые характеристики.

К цементам для таких бетонов предъявляются особые требования по водостойкости и коррозионной стойкости, так как на гидротехническое сооружение в процессе его эксплуатации будет воздействовать пресная или морская вода. Для приготовления гидротехнического бетона желательно использовать такие виды цемента как: гидрофобный и пластифицированный портландцементы, шлакопортландцемент, и в случае агрессивных вод, сульфатостойкий портландцемент. При укладке больших объемов бетона (например, в тело плотины) рекомендуют цемент с заниженной теплотой гидратации не более 50 кал/г через 3 дня и 60 кал/г через 7 дней. Такое возможно только при регулировании минералогического состава цемента, а именно, снижении содержания алита и алюмината кальция и повышении содержания белита [2].

К заполнителям для гидротехнических бетонов предъявляются также повышенные требования. применяются природные кварцевые и полевошпатовые пески с крупностью зёрен до 5 мм, содержащие глинистых примесей не более 2%. Кроме того, особенностью такого песка является повышенное содержание частиц с размерами 0,3 мм и менее (не меньше 15-20%). Это нужно для повышения когезии бетона, работающего при постоянном соприкосновении с водой.

В качестве крупного заполнителя применяется гравий или щебень, получаемый дроблением плотных изверженных горных пород, или их смесь. Крупность зерен такого заполнителя от 5 до 150 мм. Вода для гидротехнического бетона может применяться любая техническая или пригодная для питья. Нельзя использовать только сточные и болотные воды.

При приготовлении гидротехнического бетона используют специальные химические и минеральные добавки, повышающие его водостойкость, водонепроницаемость, морозостойкость и долговечность.

Для гидротехнических сооружений необходимо использовать тяжелые бетоны классов по прочности на сжатие В25 – В50 [3].

При замерзании воды в порах бетона она превращается в лед и увеличивается в объеме. При многократном повторении процесса замораживания-оттаивания бетон разрушается. Вследствие этого, важнейшим показателем гидротехнического бетона является морозостойкость.

В зависимости от условий работы марки бетона по морозостойкости должны находиться в следующих пределах: для умеренных условий от F50 до F600, для суровых - от F100 до F800 и для особо суровых - от F200 до F1000.

Определение морозостойкости бетона может проходить как в воде так и в 5% растворе хлорида натрия.

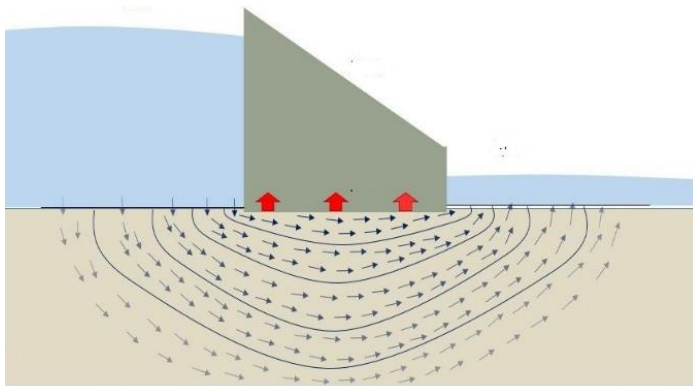


Рис. 1. Просачивание воды через бетон и проникновение через грунт

Вторым важнейшим показателем гидротехнического бетона является водонепроницаемость.

Вода просачивается через бетон по порам и капиллярам, проникает в него из грунта, постепенно разрушая его или вызывая переувлажнения поверхности, на которую давит вода (рис.1).

Марку бетона по водонепроницаемости определяют в зависимости от градиента напора, который определяют как отношение максимального напора, м, к толщине конструкции, м, в зависимости от агрессивности и температуры воды, °С и контактирующей с сооружением. Марки бетона по водонепроницаемости находятся в пределах W2 – W20, и назначаются в зависимости от вида сооружений [4].

Возраст бетона, от которого зависят его классы по прочности на сжатие и марки по водонепроницаемости, обычно принимается для массивных речных гидротехнических сооружений 180 сут, а для с морских и речных портовых сооружений - 28 сут. Сроки твердения бетона, отвечающие его расчетной марке по морозостойкости, принимают 28 сут. [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Крутов, Д. А. Гидротехнические сооружения : учебное пособие / Д. А. Крутов. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 238 с.
2. Макаров, К. Н. Морские гидротехнические сооружения : учебное пособие / К. Н. Макаров. - Москва : ФЛИНТА, 2021. - 270 с.
3. **СП 41.13330.2012. бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений**
4. СП 28.13330.2017 Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85
5. ГОСТ 26633-2015 бетоны тяжелые и мелкозернистые. технические условия.
6. Ларсен О.А., Наруть В.В., Бахрах А.М. Пуццолановая активность минеральных добавок для гидротехнических бетонов // Техника и технология силикатов. 2022. Т. 29. №3. С. 250 – 260.

Студент 3 курса 32 группы ИПГС Гаврютин Д.О.

Студент 3 курса 32 группы ИПГС Леканов Н.А.

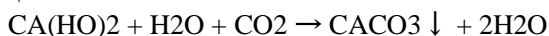
Научный руководитель – доц. канд. техн. наук, доц. И.В. Козлова

ПРОБЛЕМА ВЫСОЛООБРАЗОВАНИЯ НА БЕТОННЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ И МЕТОДЫ УСТРАНЕНИЯ.

За последние годы строительная отрасль в России показывает стремительный рост. Каждый год на территории страны вводятся миллионы квадратных метров жилья, коммерческих площадей. Большими темпами идёт развитие частного домостроения. Хорошим показателем является создание менее плотной застройки в пригородах, развитие модульного строительства. Особое внимание материалу в нынешнее время отдаётся бетону. Высокий спрос на дерево, дороговизна и истощение запасов древесины за последние 10 лет, сделали бетон более выгодным, а новые свойства, позволяют заявить о конкурентных преимуществах материала перед другими. Однако при работе с материалом не исключением является то, что на производствах и при эксплуатации обнаруживаются дефекты, которые влияют на физические, эстетические особенности изделий и конструкций.

Одним из дефектов бетонных изделий можно считать «высолы». Наиболее часто проблема высолообразования обнаруживается при эксплуатации зданий и сооружений; на элементах архитектуры и декора; при работе с бетонной смесью на производстве и пр.

Наиболее распространенной причиной «высолов» является растворение основного компонента, входящего в минеральный состав портландцемента - портландита ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ - гидроксид кальция). При испарении влаги он перемещается к поверхности изделия и осажается на ней. После контакта с окружающей средой, а именно при взаимодействии с углекислым газом (CO_2), происходит его карбонизация. Это и является причиной возникновения труднорастворимого карбоната кальция:



Основным условием для появления «высолов» является изменение количества воды в материале, в следствии чего происходит реакция растворения солей и последующая их миграция (движение по поровой системе материала) на поверхность изделия.

Один из самых распространенных способов предотвращения появления «высолов» на этапе производства бетонных изделий, это использование цемента, минеральный состав которого менее предрасположен к высолообразованию. В этом случае необходимо связать свободный гидроксид кальция ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) при гидратации цемента с помощью минеральных

добавок, таких, как: доменный шлак, золы, микрокремнезем и другие пуццолановые добавки.

Существуют также способы устранения уже проявившихся высокообразований. При механическом способе устранения налета на поверхности бетона, который используется реже, чем химический, используют специальные щетки, пескоструи или шлифовальные машины. Самый оптимальный способ устранения «высолов» – химический. Он заключается в использовании специальных средств, основанных на кислотах, которые хорошо нейтрализуют соли.

Целью исследования было получение практических результатов, подтверждающие теоретические обоснования. Был проведен эксперимент на определение природы «высолов» по средствам проведения химической реакции.

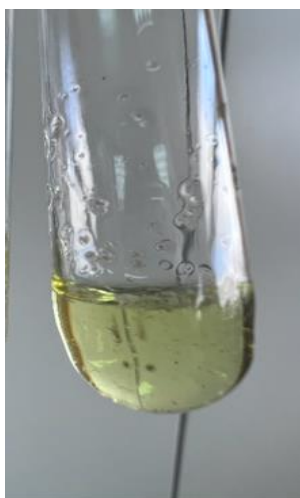
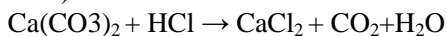


Рис. 1. Удаление налета

изделие с белым налетом на поверхности. Данный налет был механически счищен с поверхности и помещен в пробирку для последующих опытов (рис.1). Для определения природы налета была проведена реакция с концентрированным раствором соляной кислоты (HCl) – качественная реакция на карбонат-ион.

Результатом проведения этой реакции было выделение газа, что позволило убедиться в том, что в пробирке находился карбонат кальция (CaCO₃):



Отсутствие в пробирке осадка дало сделать вывод о том, что соль полностью растворилась в кислоте (рис. 2) (небольшой видимый осадок остался от стружки бетона, которая была механически счищена вместе

Д

ля
экс-
пери
ри-
мен-
та
было
взя-
то
деко
кора
ратив-
ное
бе-
тон-
ное

с налетом). При нанесении концентрированного раствора соляной кислоты на поверхность другого бетонного изделия из той же партии наблюдалось устранение белого налета в том месте, куда наносилась кислота.

Проведенное исследование позволило сделать вывод о рациональности использования химического метода устранения высолообразований.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 13015-2012 - ИЗДЕЛИЯ БЕТОННЫЕ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА. Общие технические требования. Правила приемки, маркировки, транспортирования и хранения, С.14-17
2. Инженерно-строительный журнал, №7, 2012 Проблемы высолообразования наружных стен зданий на основе вибропрессованных бетонных блоков и способы защиты стен от высолов
3. Розенталь Н. К., Чехний Г. В. Причины образования и методы предупреждения образования высолов на поверхности строительных конструкций // Материалы 1-й Всероссийской конференции по проблемам бетона. Москва, 2001 г. Том 3. С. 1444-1447.
4. Бабков В. В., Климов В. П., Сахибгареев Р. Р., Чуйкин А. Е. и др. Механизмы высолообразования на поверхностях наружных стен зданий из штучных стеновых материалов // Строительные материалы. 2007. № 8. С. 74-76.
5. Федосов С. В., Базанов С. М. Сульфатная коррозия бетона. М.: АСВ. 2003. 192 с.
6. Бутт Ю. М., Волконский Б. В., Егоров Г. Б. Справочник по химии цемента. Л.: Стройиздат, Ленинградское отделение, 1980. 224 с.
7. M. Conzales, E. Irassar Ettringite formation in low C A Portland cement exposed to sodium sulfate solution // Cement and Concrete Research. 1997. Vol. 27. Pp. 1061-1072.
8. Краткий справочник по химии / Под ред. Гороновского И.Т. и др. Киев: Наукова думка, 1974. 205-212 с.
9. Svetlana Samchenko, Oksana Larsen, Anton Bakhrakh, Artem Solodov. Electrically conductive cement paste, modified with highly efficient polymer plasticizer. Proceedings of XXI International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2021. Volume 21 “Green Buildings Technologies and Materials”, Issue 6.1 doi: 10.5593/sgem2021/6.1/s26.45

Студент 3 курса 33 группы ИПГС Марков Ю.И.

Научный руководитель – доц. канд. техн. наук, доц. О.А.Ларсен

Научный руководитель - проф., д-р техн. наук, проф. С.В. Самченко

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН

Во всём мире основными средствами передвижения являются автомобили. Одна из главных частей любой машины – колеса, шины для которых производят из различных видов резины. Как любая другая деталь, они имеют свой срок службы и каждый год их выбрасывают тоннами. Например, только в России ежегодно образуется более миллиона тонн отходов за счёт покрышек, при этом перерабатывается не более 150 тысяч тонн отходов.

Как мы знаем, каучуки, содержащиеся в резине, при разложении пагубно влияют на окружающую среду, также разложение происходит медленно – около 130 лет. Одним из методов переработки является дробление, после чего получается крошка различной фракции. Из нее делают покрытия для детских площадок, но также её можно использовать в бетонах, где резина влияет на звукопроницаемость конечного композита.

В данном исследовании приведены результаты испытаний бетона, содержащего в своем составе резиновую крошку. Исследовалось влияние фракции и количества не обработанной резиновой крошки на физико-механические свойства цементных композитов без использования добавок и пластификаторов.

Применялась резиновая крошка фракции 1,25-2,5 и 2,5-5. Содержание резины контролировалось в процентном соотношении заменяемой массы песка резиной. Исследовалось замещение 10, 20, 30, 40 % песка резиновой крошкой по массе.

В испытаниях использовался бездобавочный цемент и песок с модулем крупности 2,67. По результатам испытаний была составлена табл. 1 и рис. 1.

Исходя из графика наблюдается значительное снижение прочности при изгибе относительно эталонного образца. Можем сделать вывод, то фракция практически не влияет на прочность при изгибе.

Таблица 1 Результаты испытаний

Кол-во	Фракция 1,25-2,5 мм				Фракция 2,5-5 мм			
	Физг, МПа	Фсж, МПа	Фрас, МПа	ρ , г/см ³	Физг, МПа	Фсж, МПа	Фрас, МПа	ρ , г/см ³
0%	4,24	45,78	8,38	2,27	4,24	45,78	8,38	2,27
10%	2,8	25,65	4,52	2,08	3,09	23,55	5,58	2,19
20%	2,38	11,01	2,60	1,99	2,32	15,54	3,35	2,03

30%	1,99	7,32	1,92	1,81	2,04	9,48	2,23	1,92
40%	1,90	6,51	1,90	1,76	1,70	6,04	1,70	1,80



Рис. 1 Испытания растворяемых образцов с различным содержанием резиновой крошки

По графику прочности при сжатии наблюдается потеря прочности у образцов с фракцией резины 1,25-2,5. При 20 и 30% разница прочностей составляет соответственно 9,9% и 4,72%, при 10 и 40% резины от массы песка значения разницы отклонения составляет 4,59% и 1,03% соответственно. Значения прочности при раскалывании имеют такой же характер, прочность выше у образцов с фракцией 2,5-5 мм. Таким образом фракция резиновой крошки 2,5-5 мм показала лучшие результаты нежели 1,25-2,5мм, в данном составе большая фракция более предпочтительна при использовании (рис. 2).

Содержание резины имеет более выраженный характер, так как чем больше резины, тем меньшую прочность он показывает. Прочность при сжатии при максимальном содержании резиновой крошки падает на

86%, а при минимальном на 48% при использовании фракции 2,5-5 мм (рис. 2).



Рис. 2. Внешний вид образцов с различным содержанием резиновой крошки

Основные методы повышения прочности композита на основе резиновой крошки – травление поверхности резины щелочью и добавление в состав активных минеральных добавок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. S. Herrero , P. Mayor, F. Hernández-Olivares/ Influence of proportion and particle size gradation of rubber from end-of-life tires on mechanical, thermal and acoustic properties of plaster–rubber mortars/ Materials and Design/ 2013 – 47 ст. 633-642.
2. O. López-Zaldívar , R. Lozano-Díez , S. Herrero del Cura , P. Mayor-Lobo , F. Hernández-Olivares / Effects of water absorption on the microstructure of plaster with end-of-life tire rubber mortars / Construction and Building Materials 2017 – 150 ст. 558-567.
3. Ángel Serna , Mercedes del Río , José Gabriel Palomo, Mariano González/ Improvement of gypsum plaster strain capacity by the addition of rubber particles from recycled tyres / Construction and Building Material 2012-35 ст. 633-641
4. Zhe Xiong, Zhenxing Tang, Shaohua He, Zhen Fang, Zhuoming Chen, Feng Liu, Lijuan Li / Analysis of mechanical properties of rubberised mortar and influence of styrene–butadiene latex on interfacial behaviour of rubber–cement matrix/ Construction and Building Materials 2021-300 ст. 1-18.

Студентка 4 курса 31 группы ИПГС Машина Т.Ю.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук О.А. Ларсен

Научный руководитель – аспирант 3 курса кафедры СМ А.М. Бахрах

ПОЛУЧЕНИЕ ТОНКОДИСПЕРСНОГО ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО МОДИФИКАТОРА ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ТОВАРНОГО БЕТОНА

Одной из проблем при производстве бетонных смесей является утилизация отходов после промывки автобетоносмесителей. Годовой объем отходов производства некоторых бетонных заводов может достигать 50000 м². Поэтому утилизация таких отходов является актуальной задачей.

В настоящее время существуют разработки по теме вторичной переработки остаточного бетона, активно использующиеся при производстве товарного бетона [1]. Специальное оборудование производит разделение остаточного бетона на щебень, песок и шламовую воду, позволяя повторно их использовать при производстве бетонных смесей.

Применение отходов от производства бетона является эффективным способом модификации технологических свойств бетона. Большое количество используемого цемента сохраняется в бетоне неиспользованным, поскольку мельчайшие частицы цемента при взаимодействии с водой затвердения полностью гидратируются, а более крупные могут гидратировать только на поверхности частицы. Поэтому нетронутые ядра крупных частиц выполняют роль микронаполнителя в цементном камне.

На поверхности крупных частиц цемента происходит увеличение продуктов гидратации, что приводит к пересыщению растворов и кристаллизации новообразований на поверхности.

Из изложенного выше можно сделать вывод о возможном вторичном применении гидратированных частиц цемента, которые, в свою очередь, могут иметь наноразмерный уровень и быть центрами кристаллизации новообразований в цементном камне.

Получение органоминеральной добавки на основе шламовой воды из отходов производства товарного бетона, состоящей из гидратированного минерального вяжущего, пылевидных фракций заполнителей и остатков химических добавок достигается за счет предварительного обезвоживания, и последующего тонкого измельчения высушенного шлама.

Удельная поверхность получаемой добавки определялась на приборе ПСХ-4. Прибор предназначен для определения удельной поверхности измельченных материалов по воздухопроницаемости. В результате удельная поверхность материала составила:

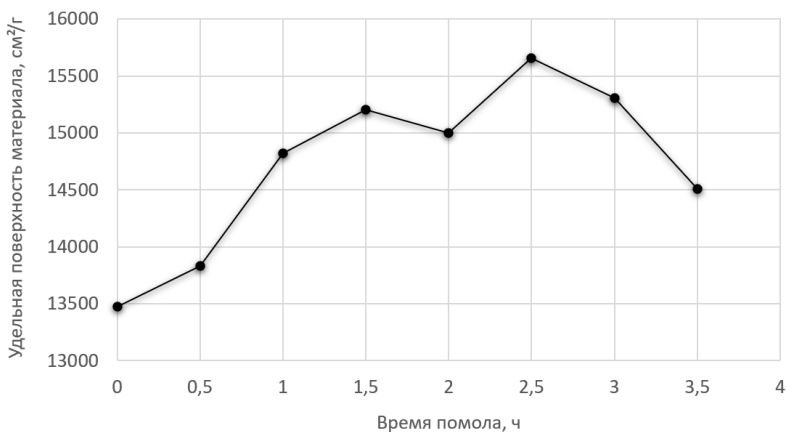


Рис. 1. График зависимости удельной поверхности от времени помола

В результате измельчения высушенного шлама было определено оптимальное время помола материала – 2,5 ч. За это время было достигнуто максимальное значение удельной поверхности – 15657 см²/г.

Для тонкодисперсного органоминерального модификатора на основе шламовой воды были проведены испытания по определению нормальной густоты и сроков схватывания [2], при замене цемента на 10% от его массы. Полученные результаты представлены в таблице 1:

Таблица 1

Свойства цементного камня с применением органоминерального модификатора в сравнении с контрольным цементом

Свойство	ЦЕМ П/В-Ш 42,5Н	ЦЕМ П/В-Ш 42,5Н с заменой органоминеральным модификатором на 10% от массы цемента
Нормальная густота	31,6	34
Начало схватывания	225	185
Конец схватывания	260	270

Исследовалось структурообразование (рис. 2) цементного камня в присутствии данной добавки.

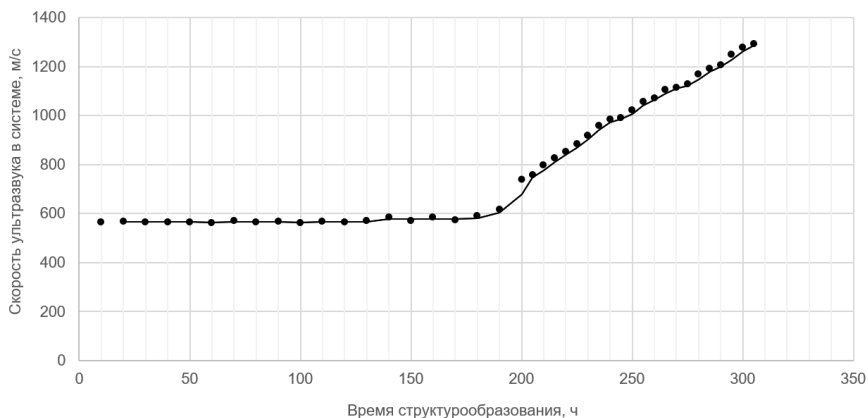


Рис.2. Структурообразование цементного камня с применением органоминеральной добавкой

В результате исследования было выявлено, что активное структурообразование начинается через 200 минут после затворения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Остроух, А. В.* Система рециклинга товарного бетона / *А. В. Остроух, Н. Е. Суркова* // Лучшая научная статья 2017: сборник статей XII Международного научно-практического конкурса. Пенза: Наука и Просвещение, 2017. С. 21–24
2. ГОСТ 30744-2001. Цементы. Методы испытаний с использованием полифракционного песка. – Введ. 2002-03-01. – М.: Госстрой России, 2002. – 36 с.
3. *Баженов Ю. М.* Технология бетона: Учеб. пособие для технол. спец. строит. вузов. 2-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 1987. – 415 с.
4. *Баженов Ю. М., Комар А. Г.* Технология бетонных и железобетонных изделий. Учебник для вузов – М.: Высшая школа, 2002. – 500 с.

Студентка магистратуры 1 года обучения 31 группы ИПГС Лазарева

В. В.

Научный руководитель - проф., доктор техн. наук, проф. С.В. Самченко

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. О.А. Ларсен

ПРОИЗВОДСТВО И ПРИМЕНЕНИЕ КАРБОНАТНЫХ ЦЕМЕНТОВ НИЗКОЙ ВОДОПОТРЕБНОСТИ

Молотый известняк используется для производства портландцемента на протяжении многих десятилетий. Впервые известняк начали применять во время Второй мировой войны в нескольких европейских странах для снижения затрат и повышения производительности. Сейчас во многих странах, таких как Китай, Индия, Бразилия, разрешена незначительная замена клинкера в 5–10% молотым известняком. В Европе, Мексике, Аргентине и Канаде разрешено введение до 35% мелкого известняка. В Европе самый большой объем используемого известняка, в 2010 г. на карбонатный цемент приходилось 27% всего производства цемента, и до 46% если используются композиционные цементы ЦЕМ II. Карбонатные породы, такие как известняки и доломиты, являются очень распространенными горными породами в России, благодаря низкой стоимости и доступности сырья, а также благодаря возможности переработки отходов многих дробильных производств [3]. В связи с невысокой прочностью многих известняков, они легко поддаются измельчению.

Известняк тонкого помола хорошо взаимодействует с гидросульфаталюминатной AFm – фазой портландцемента с образованием карбоалюминатных соединений, что ускоряет гидратацию портландцементного клинкера и приводит к увеличению прочности цементного камня. Также выявлено, что с введением известняковых порошков в бетонную смесь уменьшается ее водопотребность, расслаиваемость и усадка при твердении, а плотность и пластичность увеличиваются.

Карбонатные цементы низкой водопотребности обладают конкурентоспособными показателями свойств и могут полностью заменять цементы входящие в состав бетона [1]. Благодаря введению в карбонатный цемент суперпластификатора еще при помоле можно уменьшить энергозатраты на измельчение известняка, а также он будет выполнять основную пластифицирующую функцию при приготовлении бетонной смеси.

Еще одним преимуществом и экономической особенностью является высокая ранняя прочность в нормальных условиях, а также значительное увеличение 28-суточной прочности по сравнению с обычным цементом. На графике можно увидеть кинетику твердения карбонатного цемента низкой водопотребности и бездобавочного портландцемента.

Сравнение характеристик, помимо прочности, также следует проводить опытным путем в реальных условиях (рис. 1).

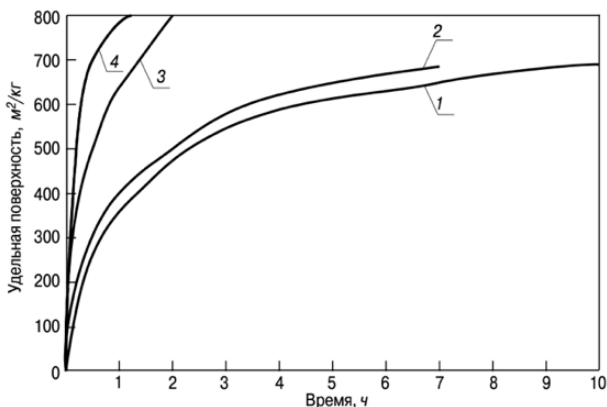


Рисунок 1 - Кинетика помола карбонатных пород:
1 - мрамор без добавок; 2 - мрамор с С-3; 3 - известняк без добавок; 4 - известняк с С-3

Например, качество товарного бетона обычно определяется в соответствии с усадкой и минимальной прочностью. Количество воды, необходимое для достижения одинаковой усадки портландцемента с добавлением известняка и без, может быть различным. В некоторых случаях водопотребность карбонатного портландцемента может быть выше для получения той же консистенции бетона. После введения необходимого количества воды для достижения желаемой усадки, регулируют содержание цемента для достижения требуемого водоцементного отношения и желаемой прочности. При низком содержании известняка водоцементное отношение обычно будет сравнимым или даже выше.

Усадка при твердении карбонатных цементов будет значительно ниже в сравнении с бездобавочным портландцементом, что обусловлено снижением составляющей клинкера, несмотря на увеличение удельной поверхности (рис. 2). Также и тепловыделение будет ниже у цемента с добавлением известняка: это происходит из-за пуццоланических реакций и образования гидрокарбоалюминатов кальция. Водопоглощение снижается благодаря хорошим показателям однородности пор. Известняк в роли наполнителя для цемента улучшает защитные свойства бетона, так как первый не взаимодействует с гидратной известью и не снижают R_h бетона.

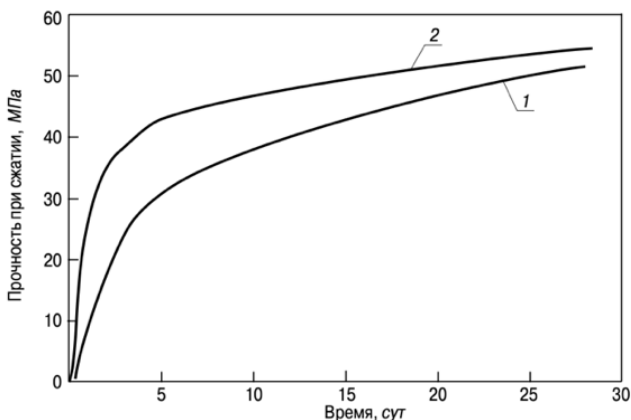


Рисунок 2 - Кинетика твердения: 1 - ПЦ500; 2 - Карбонатный ЦНВ

В конце важно сказать, что производство цемента низкой водопотребности при активном использовании отходов промышленности может значительно повлиять на различные проблемы экономики и экологии, в том числе на уменьшение выбросов CO_2 , благодаря снижению клинкера в составе вяжущего [2]. Удобное расположение производств карбонатных цемента низкой водопотребности способствует сокращению расстояния между потребителем и производителем, что также поможет решить некоторые экологические проблемы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. В. Г. Хозин, О. В. Хохряков, И. Р. Сибгатуллин «Карбонатные» цементы низкой водопотребности, 2021
2. Карпенко Н. И., Ярмаковский В.Н. Основные направления ресурсосбережения в строительстве и эксплуатации зданий. Часть 1, 2013.
3. Самченко С. В., Ларсен О. А., Альбаиди Д. А. Н., Наруть В. В., Бахрах А. М., Солодов А. А. Бетоны на карбонатном сырье для сухого жаркого климата // Промышленное и гражданское строительство. 2022. № 9. С. 74-79. doi: 10.33622/0869-7019.2022.09.74-79

ПРИМЕНЕНИЕ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ШЛАКА

В процессе производства стали в качестве побочных продуктов образуются различные шлаки. Первый этап производства стали доменное производство стали, при котором сырая железная руда превращается в чугун.

Благодаря высокому содержанию углерода материал необычайно хрупкий и непригодный для вторичных. Поэтому, чугун должен быть очищен кислородным сталеплавильным производством, при котором образуется побочный шлак. В России накоплено 800 миллионов тонн шлака и ежегодно производится более 80 миллионов тонн. Мы будем рассматривать подходы к повторному использованию сталеплавильного шлака и применению материала с потенциалом как ресурс, а не как побочный продукт.

После того, как чугун производится в доменном процессе; расплавленный чугун направляется в печь с кислородным обогащением, где он смешивается со стальным ломом и известью или доломитом.

Типичный химический состав основного кислородного сталеплавильного шлака показан в табл. 1.

Таблица 1 Химический состав

Химический состав	%
CaO	30-55
SiO ₂	8-20
FeO	10-35
Al ₂ O ₃	1-6
MgO	5-15
MnO	2-8
TiO ₂	0,4-2
S	0,05-0,15

Во время процесса кислородного обогащения часть расплавленного железа не может быть извлечена, поэтому элементарное железо часто наблюдается в шлаке.

Шлаки можно разделить на три категории: шлак черных металлов, шлак цветных металлов и шлак сжигания. Кроме того, большое количество фосфора присутствует в кислородном шлаке сталеплавильного производства, что ставит под угрозу его повторное использование в сталеплавильном производстве, поскольку содержание фосфора может отрицательно сказаться на качестве производимой стали.

Чем выше количество оксида кальция, тем выше будет основность образца. По мере увеличения основности образца шлака цементирующие свойства этого образца шлака также будут увеличиваться (рис. 1).

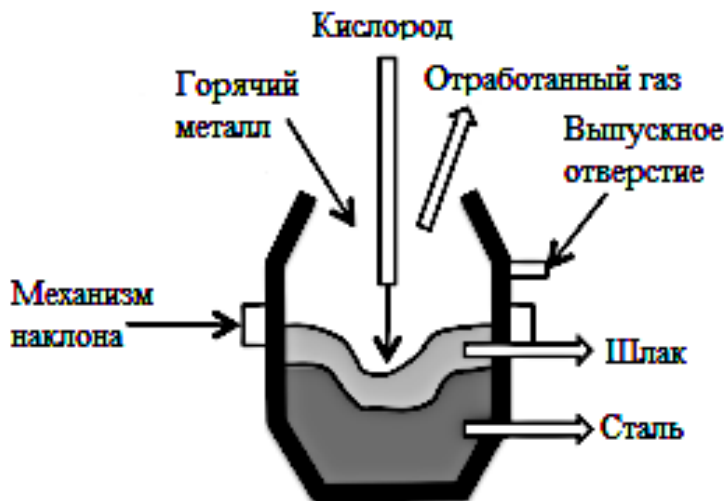


Рис. 1 Получение сталеплавильных шлаков

В жидкой форме более высокая основность может увеличить вязкость шлака. В настоящее время переработка отходов сталеплавильного производства с помощью современных технологий позволила увеличить их качественные показатели и использовать при производстве композиционных вяжущих веществ, бетонов и закладочных смесей.

В значительной мере регулировать прочность и эксплуатационные свойства материала на основе шлаков сталеплавильного производства позволяет их предварительная активация: механическая (помол); химическая (введение добавок); тепловая (автоклавная обработка, температурно-влажностная обработка); ультразвуковая (увеличение скорости химической реакции).

Термическая активация в данном случае малопригодна по причине ее высокой энергосодержательности. Сталеплавильный шлак находит свое

применение в качестве подсыпки для дороги и в других сферах деятельности. Также из металлургических шлаков изготавливают шлаковую вату, которая идёт на производство теплоизоляционных изделий.

Установление закономерностей и методов управления процессами активации сталеплавильных шлаков – перспективное направление, позволяющее за счет вторичного использования отходов металлургического производства расширить сырьевую базу промышленности строительных материалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Переработка шлаков и безотходная технология в металлургии. М.И. Панфилов, Я.Ш. Школьник, Н.В. Орининский, В.А. Коломиец, Ю.В. Сорокин, А.А. Грабеклис. Москва, «Металлургия» 1987 год, 238с.

2. Корнеева Е.В., Павленко С.И. Композиционное бесцементное вяжущее из промышленных отходов и закладочная смесь на его основе. М.: АСВ, 2009. 140 с.

3. Ефименко Г.Г., Гиммельфарб А.А., Левченко В.Е. Металлургия чугуна.: - К: Вища шк., 1988.- 351 с.

4. Корнеева Е.В., Павленко С.И. Состав закладочной смеси. Патент № 2348814 // Оpubл. 10.03.09. Б.И. №7. С. 1066.

5. Самченко С.В., Воронин В.В., Ларсен О.А., Наруть В.В. Самоуплотняющийся бетон с компенсированной усадкой с использованием материалов из бетонного лома // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2021. № 2 (746). С. 71-78.

6. Svetlana Samchenko, Oksana Larsen, Anton Bakhrakh, Artem Solodov. Electrically conductive cement paste, modified with highly efficient polymer plasticizer. Proceedings of XXI International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2021. Volume 21 “Green Buildings Technologies and Materials”, Issue 6.1 doi: 10.5593/sgem2021/6.1/s26.45

7. Алимов Л. А., Воронин В. В., Коровяков В. Ф., Ларсен О. А., Гальцева Н. А. Оценка трещиностойкости бетонов // Бюллетень строительной техники. 2018. № 9 (1009). С. 55-56.

8. Наруть В. В., Ларсен О. А. Оценка качества продуктов дробления бетонного лома для его применения в технологии бетона // Бюллетень строительной техники. 2018. № 10. С. 47-49.

ВЛИЯНИЕ ЗОЛЫ-УНОСА НА ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫСКОПРОЧНЫХ БЕТОНОВ

Одним из путей снижения цемента является применение минеральных добавок на основе отходов промышленности. Ежегодно ТЭС, работающие на угле, производят миллионы тонн золы-уноса. Все это требует значительных площадей складирования. Этот способ утилизации золы-уноса является экономично не выгодный для компаний владеющей ТЭС. Таким образом утилизация золы-уноса применяется в составах бетонов, улучшает прочностные показатели, снижает тепловыделение в случае использования в массивных конструкциях, а также может являться средством устранения щелочных реакций проходящих в цементном тесте в присутствии реакционных заполнителей [1].

Совместное использование золы-уноса с гиперпластифицирующей добавкой в бетонной смеси способствует улучшению технологических свойств, обеспечивая пониженное водоотделение, повышенную удобоукладываемость и перекачиваемость бетонной смеси, а также обеспечит получение бетонов с высокой плотностью, прочностью и эксплуатационными показателями.

Применение золы-уноса позволит не только снизить расход клинкерной составляющей и уменьшить тепловыделение при твердении бетона, что позволит их использовать в массивных монолитных конструкциях гражданского строительства [2].

Применения золы-уноса в высокопрочных бетонах начинается с исследования влияние пластификатора Sika E55 на цементное тесто при водоцементном отношении $=0,2-0,3$ с разной дозировкой пластифицирующей добавки в интервале от 0,6–1,2 %. Расплав цементного теста определяется на конусе Хагермана. В связи с этим исследованием (рис. 1) стало известно, что оптимальная дозировка добавки с цементом 52,5 составила 0,9% так как при увеличении пластификатора становится удорожанием смеси [3].

Влияние пластифицирующей добавки на тесто золы-уноса составило оптимальное содержание пластифицирующей добавки 0.9 % и дальнейшее увеличение содержания пластификатора видно на (рисунке 2) может привести к расслоению или переразжижению смеси.

Введение золы-уноса в количестве 20% в цементное тесто способствует увеличению объёма цементного теста в бетонной смеси, что свидетельствует увеличению диаметра расплыва (рис. 3). Но для обеспечения определенного расплыва бетонной смеси количество пластификатора было увеличено до 1%.

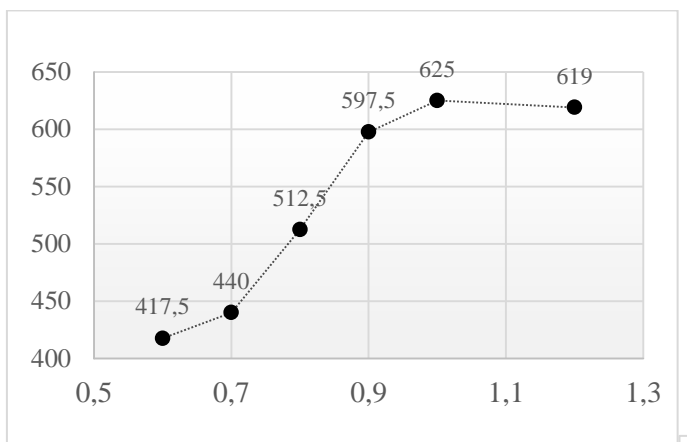


Рис. 1. Изменение подвижности цементного теста в зависимости от количества пластификатора

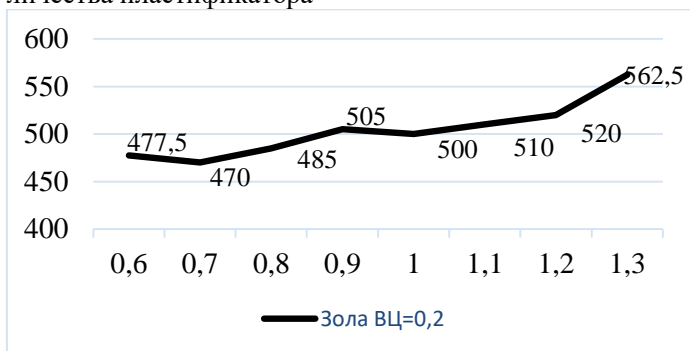


Рис. 2. Влияние пластификатора на подвижность теста золы-уноса

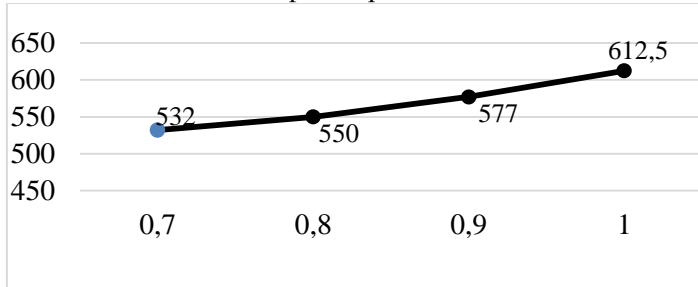


Рис. 3. Влияние пластификатора на подвижность цементного теста с золой-уноса

За основу состава был взят В60 П5 с прочностью в возрасте 28 суток 76,8 Мпа с заданной удобоукладываемостью ОК=25-27 сантиметров.

Из-за увеличения объема цементного теста прочностные характеристики высокопрочного бетона с заменой 20% золы-уноса привели к увеличению прочности в возрасте 28 суток на 13%. Что объясняется повышенным содержанием увеличения объема цементного теста и увеличение дозировки Суперпластификатора, который способствует дефлокуляции тонких фракций цемента и увеличением степени гидратации цементного камня, а также увеличению адгезии к арматуре. К тому же введение золы-уноса повышает стабильность бетонной смеси, не позволяет ей расслаиваться из-за применения суперпластификатора. Что объясняется высокой водоудерживающей способностью золы-уноса [4, 5, 6].

Установлено, что сохраняемость бетонной смеси улучшается. Это объясняется понижением содержания цемента благодаря замещению части вяжущего золой-уноса. Увеличение количества теста оказывает стабилизирующий эффект с золой-уноса на бетонную смесь.

Установлено, что прочностные характеристики высокопрочного бетона без замены клинкерной составляющей золой-уноса привело к снижению прочности 28 суток на 13%. Это объясняется прохождением пуццолановой реакции. Введение 20% золы-уноса снижает на 4% прочность бетона в начальные сроки твердения, что объясняется пониженным содержанием клинкерной составляющей согласуется с данными исследований других авторов по данной теме.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баженов Ю. М. Технология бетона. М.:Издательство АСВ, С. 378-380, 2011
2. Баженов Ю. М. Способы определения состава бетона различных видов. Стройиздат, С. 251, 1975
3. Рекомендации по применению в бетонах зол, шлака и золошлаковой смеси тепловых электростанций. М.: Стройиздат, 1986.
4. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества. М.: Стройиздат, 1986
5. ГОСТ 31108–2016 Цементы общестроительные. Технические условия.
6. Ларсен О.А., Бахрах А.М. Композиционное вяжущее для токопроводящего бетона // Техника и технология силикатов. 2021. Т. 28. № 3. С. 127 – 131.

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕНОСТЕКЛЬНОГО ЩЕБНЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА НА КРАЙНЕМ СЕВЕРЕ

Районы крайнего Севера по своей величине располагаются на значительном участке Российской Федерации, на территории которых находятся не только большие по своей величине населённые пункты, но и важные объекты топливно-энергетической промышленности, обеспечивающие в настоящее время стабильность экономики страны [1]. Эти территории за счёт добычи природных ресурсов, которые являются в значительном объёме невозобновляемыми, способны обеспечить более 10% ВВП России (рис.1).



Рис.1. Распределение перспективных ресурсов нефти по основным нефтегазоносным бассейнам и Российских областям

Исходя из выше сказанного, для целостного освоения этих ресурсов, которыми обладают территории крайнего Севера, необходимо создание как развитой инфраструктуры, так и обновления транспортных сетей, включая автомобильные дороги, в этих районах.

Для таково пути решения вопроса существует необходимость в применении современных технологий и эффективных строительных материалов, которые будут способны обеспечить заданную прочность конструкций совместно с её теплоизолирующими свойствами при эксплуатации в северных широтах. К такому материалу относится пеностеклянный щебень, который получают путём вспенивания шихты, состоящей из стеклянной муки и газообразователя [2, 3]. При получении некондиционного щебня его можно измельчить и отправить на вторичное использование, что позволяет отнести производство этого материала к малоотходному (рис.2).



Рис.2. Пеностекольный щебень на основе бутылочного стеклобоя

Щебень на основе стеклобоя достаточно давно применяется на Севере Европы в дорожном строительстве в качестве насыпной теплоизоляции из-за своей низкой теплопроводности, а также по причине высокой прочности на сдвигании относительно низкой плотности [4].

Поскольку этот материал имеет закрытопористую структуру, то он обладает низким значением водопоглощения, а также, исходя из этого, имеет высокую морозостойкость (табл. 2). Благодаря этим свойствам пеностекольный щебень предрасположен к своему применению в северных районах нашей страны.

Табл. 1. Технические характеристики пеностекольного щебня

Наименование	Значение
Плотность, кг/м ³	100 - 240
Коэффициент теплопроводности, Вт/м · °С	0,062 - 0,08
Прочность при сдвигании в цилиндре, КПа	35 – 198
Водопоглощение в возрасте 28 суток, % по массе	до 4,0
Морозостойкость, не ниже	F50
Диапазон рабочих температур, °С	от – 200 до + 550
Горючесть, группа	НГ

По причине того, что пеностекольный щебень может испытывать значительную нагрузку без признаков деструкции матрицы при своём низком значении плотности, делает этот материал востребованным для его использования в строительстве на территории Крайнего Севера, так как в этих районах в значительной степени преобладают слабые и заболоченные грунты. Кроме того, на этих территориях происходят частые переходы температуры через отметку в 0°С, в результате которых материал с течением времени снижает свои прочностные показатели. Из этих особенностей местности вытекает необходимость в укреплении

основания конструкции, а также снижение её веса с целью уменьшения оказываемой в процессе эксплуатации нагрузки.

С этими задачами может хорошо справиться щебень из пеностекла при его применении не только в качестве насыпного теплоизоляционного материала, но для изделий из лёгкого бетона в качестве крупного пористого заполнителя.

Но для изготовления железобетонных изделий с использованием пеностеклянного заполнителя требует применения цементного вяжущего, которое не будет приводить к проявлению щёлоче-силикатного взаимодействия. С этой целью необходимо применения портландцемента, содержащего в своём составе шлаки.

То, что для производства пеностеклянного щебня может применяться стеклобой, представляющие собой техногенные отходы, и при этом не расходуя запасы природных материалов, позволяет снизить нагрузку на экологию близлежащих территорий.

Исходя из выше сказанного, можно сделать вывод, что использование пеностеклянного щебня при строительстве на территории Крайнего Севера благодаря уникальному сочетанию своих свойств, таких как низкое водопоглощение, плотность при относительно высокой прочности, может благоприятно сказаться на качестве строительства в этих районах. Благодаря развитию этих территорий, которые богаты наличием топливных ресурсов, на их экономику будет оказываться положительный эффект, в результате чего возможно увеличение производственных мощностей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Основные природные и социально-экономические последствия изменения климата в районах распространения многолетнемерзлых пород: прогноз на основе синтеза наблюдений и моделирования: оценочный отчет/ Под ред. *О.А. Анисимова*. - М.: Greenpeace, 2009. - 43 с.

2. *Китайгородский И.И.* Пеностекло, его свойства, производство и применение [Текст] / *И. И. Китайгородский, З. А. Михайлова-Богданская*. - М.: Пром-стройиздат, 1956. - 32 с.

3. *Кетов А. А.* Опыт производства пеностеклянных материалов из стеклобоя [Текст] / *А. А. Кетов, И. С. Пузанов, Д. В. Саулин* // Строительные материалы. - 2007. - № 3. - С. 70-72.

4. *Шилл, Ф.* Пеностекло [Текст] / *Ф. Шилл*. - М.: Стройиздат, 1965. - 327 с.

УВЕЛИЧЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ МЕТОДОМ ТОРКРЕТИРОВАНИЯ

Сновным назначением гидротехнических бетонов является применение их для строительства сооружений и их отдельных конструкций, постоянно или периодически омываемых водной средой (грунтовые и сточные, морские и пресные воды) и обладающих определенными свойствами, гарантирующими долговечную службу данного бетона в указанных условиях. Однако помимо основных воспринимаемых нагрузок, на гидротехнические сооружения также оказывает влияние их стойкость против агрессивного воздействия водной среды, водонепроницаемость, морозостойкость и попеременное увлажнение и высыхание бетона (рис.1). Требования, предъявляемые к гидротехническим сооружениям, зависят от их расположения и условий работы их конструктивных элементов. Поэтому на стадии проектирования необходимо учитывать все виды воздействий, оказывающих негативное влияние.

Водная среда является агрессивной по отношению к бетону, что приводит к преждевременному выходу их из строя, ограничению по



эксплуатации, а в некоторых случаях даже аварии соответствующих сооружений. На разрушение гидротехнических сооружений оказывают влияние множественные виды факторов [1].

Рис. 1. Восстановление и дефекты гидротехнических сооружений

Физическое влияние связано с многократными циклами замораживания и оттаивания воды в порах бетона, а также взаимодействие твер-

дых абразивных частиц, содержащихся в водной среде, с наружной поверхностью гидросооружений, приводящих к их истиранию.

Механическое влияние связано с гидродинамическим и гидростатическим воздействием. Первое обусловлено ударами волн и льдин, движущихся с большой скоростью. Второе обусловлено давлением самой водной среды.

Химическое влияние связано с тремя видами коррозии цементного камня, которые зависят от агрессивности среды. Что в будущем приводит к снижению щелочности и, соответственно, к коррозии арматуры и отстреливанию защитного слоя бетона.

Биологическое влияние связано с деятельностью микроорганизмов, которые обитают в водной среде.

Торкретирование – это способ нанесения ремонтного состава, при котором он под давлением с большой скоростью подается на сопло установки, вылетая и утрамбовываясь на наносимую поверхность, образует плотный слой бетона. Данная технология имеет следующие положительные преимущества [2]:

- возможность нанесения ремонтного состава на любые геометрические неровные поверхности, расположенные на любой плоскости без использования опалубки. Это достигается благодаря высокому адгезионному свойству ремонтного состава и его самонесущей способности;
- возможность создания слоев ремонтного состава разной толщины, играет главную роль в решении определенных условий и задач;
- возможность применения армирования нанесенного слоя ремонтного состава стержневой арматурой, а также армирование фиброй для повышения трещиностойкости;
- хорошая адгезия ремонтного состава на наносимую поверхность. Это достигается благодаря нанесению ремонтного состава под высоким давлением с высокой скоростью;
- быстрый набор прочности ремонтного состава;
- повышенная механическая прочность ремонтного состава (В60 - В80), плотность, водонепроницаемость ($> W12$), морозостойкость (F400 - F1000) и коррозионная стойкость;
- полная герметизация несущего остова от агрессивной среды на который нанесен ремонтный состав.

В зависимости от технического состояния гидротехнических сооружений может применяться полное удаление участков с деградировавшим (деструктивным) бетоном с последующей его заменой готовыми ремонтными составами. Перед нанесением ремонтного состава основа очищается от пыли, грязи, и отколовшегося (обветшалого) бетона. Для этой операции используют пескоструйный, гидроабразивный и гидродинамический способ удаления. Далее усиливают армокаркас привар-

кой (анкеровой) стержней арматуры и установкой арматурных сеток с нанесением на них слоя антикоррозионного защитного материала. Герметизируют стыки между сборными железобетонными изделиями, а также производят локальную заделку поврежденных участков (трещин, сколов). После всех подготовительных операций выполняют нанесение ремонтного состава послойно. Толщина слоев варьируется между 5 и 7 мм. Толщина слоя зависит от вида раствора, расположения обрабатываемой плоскости, способа нанесения раствора.

Существует 2 способа нанесения раствора: сухой и мокрый.

При сухом способе готовая сухая смесь с помощью компрессора сжатым воздухом подается на сопло установки, где смешивается с минимально необходимым количеством воды, что придает ему высокую прочность и плотность.

При мокром способе ремонтный состав, в виде готового раствора, смешивается с жидким ускорителем схватывания, для которого имеется отдельный шланг, подсоединенный к соплу, под давлением набрызгивается на восстанавливаемую поверхность и моментально схватывается, что не дает ему сползть с обрабатываемой поверхности. [2].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Самченко С.В., Воронин В.В., Ларсен О.А., Наруть В.В. Самоуплотняющийся бетон с компенсированной усадкой с использованием материалов из бетонного лома // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2021. № 2 (746). С. 71-78.

2. Svetlana Samchenko, Oksana Larsen, Anton Bakhrakh, Artem Solodov. Electrically conductive cement paste, modified with highly efficient polymer plasticizer. Proceedings of XXI International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2021. Volume 21 "Green Buildings Technologies and Materials", Issue 6.1 doi: 10.5593/sgem2021/6.1/s26.45

МНОГОЭТАЖНОЕ ДЕРЕВЯННОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

В 2019 г. утверждены новые правила проектирования, максимальная высота деревянных зданий увеличена до 28 м, что равняется примерно 7-8 этажному жилому дому. До 2019 г. СНиПы позволяли строить деревянные дома высотой не более трех этажей.

Такое изменение позволяет всерьез говорить о возведении многоквартирных жилых домов, офисных центров, офисов и даже целых жилых кварталов, успешно перенимая более богатый европейский опыт строительства в данной сфере.

В ближайшие годы несколько крупных девелоперов уже запланировали воспользоваться данным изменением в законодательстве, к примеру уже в этом году Segezha Group в городе Соколе Вологодской области возвела первый в России многоэтажный деревянный жилой комплекс. Он состоит из двух четырёхэтажных зданий. Высота домов – 15 м, в них – 64 квартиры. А в будущем у той же Segezha Group имеется проект по постройке целого квартала средне-этажной застройки в центре столицы [1].

Основной технологией возведений многоэтажных деревянных конструкций является использование CLT панелей – это перекрёстно клееная древесина шириной до 4 и длиной до 24 метров, изготавливается из склеенных полиуретановым клеем между собой слоев ламелей хвойных пород.

Технология CLT панелей является более качественным способом возведения деревянных домов. CLT технология – это возведение стен из готовых габаритных деревянных панелей, в которых нет каркаса и заполнения и в этом её основное отличие от каркасного домостроения. Главным преимуществом перед классической технологией каркасного строительства является более высокая долговечность и неприхотливость: если на каркасные дома современные производители дают гарантию 60-70 лет, то на дома из CLT панелей – 150 лет, что было выяснено лабораторными испытаниями. Также стоит учитывать практичность эксплуатации CLT панелей перед каркасной технологией – панели из перекрёстно клееной древесины не боятся воды, поэтому в случае наводнения или произошедшей аварии нет необходимости капитального ремонта, вскрытия полов и стен и замены утеплителя, как это происходит с каркасным домом [2].

При грамотном использовании данной технологии совместно с более традиционными материалами, при необходимости, возможно добиться большей этажности сооружения. К примеру, в 2019 году в Норвегии

был возведен самый высокий в мире деревянный отель. Его высота составляет 84,5 метра, что равно 18 этажам.

В постройке инженеры задействовали крупногабаритный клееный брус – из него изготовлены несущие колонны, балки и раскосы. Центральное ядро, в котором располагается шахта лифта, а также лестницы и перекрытия между этажами выполнены из уже знакомой нам поперечно-клееной древесины (CLT). Для лучшей акустики и снижения вибрации до 12 этажа деревянные балки покрыты ламинированным шпоном и 50 мм слоем бетона. С 12 этажа по 18 плиты полностью бетонные. Это решение, во-первых, поддерживает необходимую высоту, а во-вторых, помогает противостоять ветровой нагрузке.

Использование CLT панелей на практике позволяет добиться высокой скорости возведения конструкции. Так как это панельное строительство, то к нему применимы те же решения, как и для хорошо изученных железобетонных панелей. На стройку доставляются конкретные панели которые должны быть смонтированы в заранее спроектированное проектное положение. Вся разводка коммуникаций и сетей выполняется на заводе изготовителе, что также позволяет ускорить строительно-монтажные работы.

При реализации жилых площадей наиболее частое беспокойство у покупателей вызывает безопасность конструкций. Интуитивно, на основании жизненного опыта, обычному обывателю кажется, что дом, при использовании которого применялись бетон и железо будет более безопасным в случае возникновения чрезвычайных ситуаций. Но на самом деле это далеко не так.

Дома, сделанные с применением CLT панелей по результатам испытаний, присвоен класс пожарной опасности конструкции K1 (малопожароопасные). Скорость горения плиты составила 0.8 мм/мин за 60 минут. Стены из CLT имеют предел огнестойкости REI 90, то есть, если в соседней комнате будет бушевать пожар, то для вас он станет опасным только через полтора часа. У перекрытий, в зависимости от толщины CLT элемента и его конструктивных особенностей, предел огнестойкости от REI 60 до REI 90. При обшивке гипроком огнестойкость повышается до 3-х часов. В то время как у металла она намного ниже. При температуре выше 550 градусов, металл без дополнительной противопожарной обработки полностью теряет свои механические свойства и не может принимать нагрузки, что приводит к скоротечному разрушению конструкции. Самый известный пример такого разрушения – трагедий башен близнецов в 2001 году.

Отдельно стоит отметить два противопожарных свойства CLT панелей. В первую очередь, древесина является материалом с низкой теплопроводностью – когда во время испытаний температура в очаге возгорания достигала 1200 °С, другая сторона панели нагрелась лишь до 35

°С. Во-вторых, при воздействии огня, на поверхности панели образуется углеродный защитный слой (проще говоря, она обугливается), который дополнительно препятствует распространению пожара.

Еще одним важным свойством для некоторых регионов строительства является показатель сейсмоустойчивости. Клееные деревянные панели обладают чрезвычайной прочностью, легкостью и пластичностью. Это — идеальное сочетание свойств, обеспечивающих сейсмостойкость зданий, т.к. дерево, за счет своей структуры хорошо гасит колебания и не разрушается как бетон. Сейсмические испытания показали, проводимые итальянской компанией Ивалса в Японии показали, что здания из клееных панелей могут выдерживать сильнейшие землетрясения без потери прочности и долговечности. Высокий показатель прочности конструкций по отношению к удельному весу снижает силу сейсмического воздействия на здания и обеспечивает высокий уровень их сейсмической безопасности.

Зачастую новые экологичные технологии, какой CLT строительство является, имеют завышенный ценник и может быть выбрано только в качестве модного архитектурного решения, но исследование, проводимое компанией WoodSolutions (Cost Comparison Design Guides) доказывает экономическую эффективность во время постройки и дальнейшей эксплуатации этой технологии. В рамках проекта исследованы четыре типа зданий: офисное здание средней этажности (7 этажей), жилой дом средней этажности (8 этажей), малоэтажное (2-х этажное) учреждение по уходу за престарелыми и одноэтажный промышленный ангар. Каждое решение было разработано, а затем отдельно оценена стоимость деревянного варианта, а также более традиционного решения с бетонным или стальным каркасом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 452.1325800.2019 «Здания жилые многоквартирные с применением деревянных конструкций» : дата введения 29.04.2020. (Дата обращения 02.03.2023)
2. Исследование WoodSolutions Cost Comparison Design Guides : [сайт] – URL: <https://www.woodsolutions.com.au/cost-comparisons-design-guides> (дата обращения: 02.03.2023).

Студент 4 курса 31 группы ИПГС Бочко М.С.

Научный руководитель - проф., д-р техн. наук, проф. **С.В. Самченко**

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук О.А. Ларсен

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОТХОДОВ ВТОРИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

В процессе выполнения программы реновации зданий при проведении демонтажных работ образуется большое количество отходов строительства, преобладающая доля которых состоит из боя железобетонных и бетонных изделий. Эти техногенные отходы представляют собой большой запас для индустрии строительства [1].

Задача переработки отходов промышленного производства и их применение как компонента для изготовления строительных материалов на настоящий момент важна не только в России, но и в других странах. Это прежде всего объясняется восстановлением экологической обстановки и уменьшением места, предназначенного для их складирования. В наше время применение вторичных заполнителей в роли альтернативы природным – не редкость, так как данная технология предоставляет возможность сохранять природные ресурсы, уменьшать расход энергии и минимизировать объем отходов, увозимых на полигоны [2].

Отсев дробления бетона (ОДБ) допускается применять в цементных бетонах как вторичный заполнитель вместо природного, а также альтернативой портландцемента вяжущим, приобретенным из утилизированного техногенного отхода дробления [3, 4].

Проведены лабораторные испытания образцов с замещением цемента отсевом дробления бетона в процентном соотношении 5%, 7%, 10%, 20%, 30% и с замещением 30% доли песка в тяжелых бетонах. Заформованы образцы 6 составов бетона на 3, 7 и 28 сутки твердения. А также был выполнен подбор контрольного состава бетона без применения вторичного заполнителя, с результатами испытаний которого будем сравнивать показатели 6 образцов с использованием техногенного отхода.

Бетонные смеси без добавления ОДБ имеют связанный и однородный вид без расслоения, бетонные смеси с применением ОДБ в количестве 20% и 30% имеют запесоченный вид, требующий увеличить расход вяжущего.

После проведения испытаний были получены результаты по прочности на сжатие на 3, 7 и 28 сутки твердения, прочностные характеристики указаны в таблице 1.

Таблица 1 Прочностные характеристики составов бетона на сжатие

Состав	3 сутки	7 сутки	28 сут- ки
	МПа		
Цемент ЦЕМ I 52,5Н	38,32	49,56	61,29
Цемент ЦЕМ I 52,5Н (ОБ 5%)	33,09	45,01	56,30
Цемент ЦЕМ I 52,5Н (ОБ 7%)	32,80	41,86	52,33
Цемент ЦЕМ I 52,5Н (ОБ 10%)	28,73	35,66	47,04
Цемент ЦЕМ I 52,5Н (ОБ 30% песок)	27,08	32,17	42,10
Цемент ЦЕМ I 52,5Н (ОБ 20%)	23,5	33,3	44,4
Цемент ЦЕМ I 52,5Н (ОБ 30%)	17,3	25,2	31,4

На основании полученных сравнительных результатов испытаний отсева дробления бетона можно сделать вывод, что:

1. Введение отсева бетона в виде фракции 5 – 10 мм и пылевидной составляющей в количестве 30 % способствует снижению прочности в возрасте 3, 7 и 28 сут на 50,1%; 47,2%; 47,8%; максимальное снижение прочности наблюдается в возрасте 3 сут при содержании отсева в количестве 30%.

2. Введение отсева бетона в виде фракции 5 – 10 мм и пылевидной составляющей в количестве 20 % способствует снижению прочности в возрасте 3, 7 и 28 сут на 32,3%; 30,2%; 26,1% соответственно; максимальное снижение прочности наблюдается в возрасте на 3 сут твердения.

3. Введение отсева бетона в виде фракции 5 – 10 мм и пылевидной составляющей в количестве 10 % способствует снижению прочности в возрасте 3, 7 и 28 сут на 25,03%; 28,05%; 23,24%; максимальное снижение прочности наблюдается в возрасте 7 сут при содержании отсева в количестве 10%.

4. Введение отсева бетона в виде фракции 5 – 10 мм и пылевидной составляющей в количестве 7 % способствует снижению прочности в возрасте 3, 7 и 28 сут на 14,41%; 15,54%; 14,62%; максимальное снижение прочности наблюдается в возрасте 7 сут при содержании отсева в количестве 7%.

5. Введение отсева бетона в виде фракции 5 – 10 мм и пылевидной составляющей в количестве 5% способствует снижению прочности в возрасте 3, 7 и 28 сут на 13,65%; 9,19%; 8,14%; максимальное снижение прочности наблюдается в возрасте 3 сут при содержании отсева в количестве 5%.

6. Введение отсева бетона в виде фракции 5 – 10 мм и пылевидной составляющей в количестве 30 % способствует снижению прочности в возрасте 3, 7 и 28 сут на 29,33%; 35,09%; 31,30%;

максимальное снижение прочности наблюдается в возрасте 7 сут при содержании отсева в количестве 30%.

Образец, в котором было замещено 7% цемента вторичным заполнителем, показал минимальный спад прочности. Это дает основание предполагать, что отсеб дробления необходимо подвергать дополнительной механохимической активации в современных помольных агрегатах. Что позволит ускорить процесс протекания химических реакций и инициировать гидравлическую активность отсева дробления. Результатом механохимической активации является получение активного микрозаполнителя, входящего в состав композиционного вяжущего. Все это позволит вторичному заполнителю проявить гидравлические свойства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Наруть В.В. Безусадочный самоуплотняющийся бетон на основе бетонного лома для полов промышленных зданий // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Москва, 2021. – С. 204.
2. Ларсен О.А. Повышение эффективности бетонов с использованием крупного заполнителя из дробленого бетона / О.А. Ларсен, В.В. Наруть, Н.С. 202 Дмитриев // Сборник материалов семинара молодых ученых XXII международной научной конференции «Строительство – формирование среды жизнедеятельности». – Ташкент, 2019. – С. 128-132.
3. Наруть В.В. Перспективы применения продуктов дробления бетонного лома в технологии бетона // Сборник трудов XX Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных. – М., 2017. – С. 862-865.
4. Самченко С.В., Воронин В.В., Ларсен О.А., Наруть В.В. Самоуплотняющийся бетон с компенсированной усадкой с использованием материалов из бетонного лома // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2021. № 2 (746). С. 71-78.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ

Вяжущие вещества наиболее распространённые материалы для строительства, еще с древнейших времен человек смог использовать их для возведения невероятных построек, которые отличались высокой долговечностью. Именно поэтому некоторые из них сохранились до наших времен, однако некоторые не смогли. Таким образом, следует рассмотреть какие же все так технологии использовали наши предки. Узнав разные методики, можно провести к самым неожиданным выводам, которые будут индивидуальны для каждого уникального случая. Самым распространённым сырьем для производства вяжущих веществ является гипс.

Еще в древнем Египте использовали гипсовый раствор или сухую кладку. В отличии от извести, гипс более экономически рационален с точки зрения необходимых затрат топлива. Анализ состава растворов самый разнообразный. В каких-то, песка не было совсем, а кремнезем связан был с полуторными окислами в виде глины. Некоторые же уже отвечали практически современным требованиям к смесям. Например, известковый раствор с небольшим содержанием песка.

В древней Греции тоже уделяли должное внимание минеральным вяжущим веществам. Для заполнения швов кладки использовали едва видный глиняный раствор. Уже ближе к римскому периоду массовое применение получила известь, в роли раствора, для связывания между собой обожжённых камней или кирпичей. Позже, данную известь уже рекомендовали для кладки фундаментов и мест оборонительных построек из бута, которые подвергались интенсивным ударам врага. По химическому составу, в растворе исходные вяжущие характеризуются, как маломagneзиальные, тощие воздушные извести.

После падения Западной Римской империи (476 г. н. э.) начали использовать известь для строительства уже крупных зданий и сооружений. Она применялась с карбонатным заполнителем, а для гидротехнических проектов, с санторинской землей и золой. В это же время, общее качество строительства и долговечность построек снизилась из-за плохого обжига извести. Это продолжалось вплоть до XII в., в котором качество раствора была увеличена, а к правильности обжига обращено более серьезное внимание. Наследие Рима не было утрачено, и поэтому большинство стран придерживались именно тех идей. Так, например в романской архитектуре, известь применялась в растворах и забутовках.

Однако вплоть до середины XIII в. Сведения о приготовлении и применении известняковых растворов рознятся. Это связано с тем, что

общие технологии производства не выдержали терминологических изменений во времени. Но что интересно, в Праге постройки у ордена тамплиеров XII – XIV вв. сохранили технику романской архитектуры. Пространство между плитами было заполнено известковым раствором с мелкими камнями мергеля. Данные здания реконструировались на протяжении длительного времени, и поэтому при их анализе были найдены слои состав которых, свидетельствует о разных эпохах.

Уже к XVIII в. Французский инженер Бернанд Форе де Белидор внес существенный вклад, а именно открытие гидравлических добавок. Пуццолана или зола впоследствии начали часто упоминаться в литературе.

Тем временем Англия нуждалась в водостойких вяжущих для строительства сооружений, подверженных частому контакту с водой. Связи с этим увеличились исследования технологии без применения естественных гидравлических добавок, поскольку таковых не было. Это привело к усиленному производству гидравлической извести и романцемента. В 1796 г. Д. Паркер запатентовал романцемент. Его водостойкость была намного выше, чем у гипса или извести. Также труды Джозефа Аспдина внесли весомый вклад в развитие технологий вяжущих веществ Англии, а именно, появление портландцемента. Хоть по составу он не был похож на современный, а больше напоминал разновидность романцемента, это не помешало ему войти в историю как, основоположник технологии данного вяжущего. Сама технология заключалась в обжиге сырьевой смеси с удалением углекислоты, и последующем измельчением в порошок

В начале XIX в. Уже в России происходило интенсивное развитие наук о строительстве. Как например Антуан Рокур де Шарлевиль прибыл в Петербург в 1821 г. для того, чтобы применить знания о гидравлических цементах, которые были открыты и опубликованы Вика (методы превращения обычных воздушных известей в гидравлические в обширном строительстве). Позднее, уже в 1839 г. «С. – Петербургский и Фридрихсгамский 2-й гильдии купец и фабрикант» И.В. Юнкер основал фабрику для производства цемента, оглядываясь на технологии Англии. Быстро твердеющий гидравлический цемент Юнкера пользовался большим спросом и заслужил высокую оценку строителей. К моменту начала первой мировой войны в России работали уже 60 цементных заводов. Параллельно велась и разработка новых гидравлических вяжущих. При смешивании портландцемента и активной минеральной гидравлической добавки получали пуццолановый портландцемент, отличающийся повышенной водостойкостью [1]. Главной датой в истории развития вяжущих веществ является 1881 г. В нем Л.Р. Шуляченко и И.Г. Малюга составили первые нормы на портландцемент. В 1891 г. Д.И. Менделеев рассматривал цемент как одно из важнейших приобре-

тений человечества, а именно, то что это строительный материал будущего. Позднее, в 1901 г. был выпущен журнал «Цемент». Существенный вклад в развитие индустрии ввёл Петр Петрович Будников. Были разработаны различные виды цементов, как например ангидридовый или цементы состоящие преимущественно из отходов – шлаков, зол, шлама. Затем уже Александр Васильевич Волженский разработал основные принципы водотермической обработки материалов в автоклавах, возможности замещения извести и цемента шлаками и золой от сжигания топлива [2]. Начало XX века сопровождалось войнами и революцией, что привело к небольшому замедлению научных исследований, однако это не помешало развиваться технологиям России и соответственно СССР. Например, Петр Иванович Боженов занимался разработками технологий, связанных с использованием золы. Еще до начала войны были построены заводы по производству высокопрочного гипса. Он также один из главных участников разработки плана восстановления промышленности в послевоенное время. П.И Боженов один из основоположников обширного применения автоклавного способа производства. Конечно, были и многие другие научные деятели, как например В.К. Классен, Г.И. Иванова, И.А. Рыбьев, В.И. Соломатов, Л.И. Дворкин, Т.В. Кузнецова, А.В. Ферронская и многие другие. Все они вносили колоссальный вклад в отечественную историю развития вяжущих веществ. В наше время усиленно ведется поиск различных альтернатив портландцемента, связи с экологическими и экономическими факторами. Тем не менее, универсальность и долговечность делают его основным общестроительным вяжущим веществом.

Сейчас буквально немислимо строительство зданий и сооружений без применения минеральных вяжущих.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Значко-Яворский И.Л.* Очерки истории вяжущих веществ от древнейших времен до середины XIX века. М.:МПА, 1963. 500 с.
2. *А.В. Волженский, Ю.С. Буров В.С. Колокольников.* Минеральные вяжущие вещества. М.:Стройиздат, 1979. 476 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ШЛАКА В КАЧЕСТВЕ ВЯЖУЩЕГО ПРИ ЕГО КАРБОНИЗАЦИИ

Идея применения шлаков в производстве строительных материалов не нова и активно развивается с течением времени. В основном, для переработки используют доменный шлак, поскольку его состав и проявляемые свойства схожи с цементными, но помимо доменных шлаков, образующихся при выплавке чугуна, высок процент шлаковых отходов при выплавке стали. Каждый год сталелитейные заводы производят 130 миллионов тонн стального шлака во всем мире при норме 100 кг шлака на тонну произведенной стали [1-3]. Сталеплавильный шлак пригоден для производства строительных материалов благодаря своему составу. Как и другие отходы металлургического производства, стальной шлак является сплавом силикатов, что делает его состав схожим с составом цементного клинкера. Отход также составляют алит и белит, геленит, углеводород и вюстит.

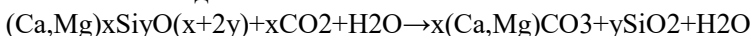
Тем не менее, гидравлическими свойствами сам по себе стальной шлак не обладает, ввиду недостаточного содержания C_2S и C_3S , но имеет высокую сорбционную способность в отношении углекислого газа. Таким образом, был разработан способ нейтрализации крупных углекислых выбросов и отхода производства при производстве бетонных блоков с применением сталеплавильного шлака, в качестве вяжущего. В технологии используется именно сталеплавильный шлак, так как активация доменного шлака посредством карбонизации недопустима ввиду токсичных выделений сероводорода. Актуальность и новизна применения сталеплавильного шлака в качестве вяжущего состоит не только в утилизации конкретного вида отхода металлургического производства, но и, в большей степени, в утилизации вредоносных газов.

Основная идея заложена в активации сталеплавильного шлака путём воздействия на него CO_2 , т.е. принудительной карбонизации. При взаимодействии с углекислотой шлак отверждается за счет новообразований. Вследствие реакции образуются гидраты силиката кальция, кальцит и магнезит, т.е. карбонаты, чем и обусловлено структурообразование сталешлаковой пасты (отверждение).

Карбонизация природных минералов - это реакция между щелочными силикатными минералами и атмосферным CO_2 . Ионы Ca и/или Mg из силикатных минералов растворяются и вступают в реакцию с растворенным атмосферным CO_2 (HCO_3^-) с образованием твердых карбонатов. Для реакций карбонизации необходимой средой является вода. Она присутствует в шлаковой пасте, которая является аналогом цемент-

ного теста. Газообразный CO_2 проникает в поровое пространство и растворяется в жидкой фазе, затем происходят реакции превращения в карбонатные соединения.

Общая экзотермическая реакция растворения–осаждения может быть записана в виде:



Стоит отметить, что химический состав и минералогический состав шлака как побочного продукта сталеплавильных заводов значительно различаются. Свойства шлака зависят от типа и количества флюса, а также от процесса рафинирования стали. Следовательно, не все стальные шлаки могут быть активированы карбонизацией в готовом виде. Для углеродисто-неактивного стального шлака необходима термическая обработка.

Процесс карбонизации включает в себя три этапа: подготовка шлака, формование изделия (шлакоблоков) и отверждение углекислым газом в автоклаве (принудительная карбонизация производится под давлением).

Важную роль играет водошлаковое отношение. Поскольку, часть свободной воды затрачивается на смачивание заполнителя, то при формовании водошлаковое соотношение равно 0,18-0,2. Однако, оптимальным для карбонизации изделия является водошлаковое отношение не более 10%, таким образом, для уменьшения В/Ш изделия подвергаются воздействию вентилятора в течение 2 часов для установления требуемого соотношения воды и шлака [4, 5].

В качестве легкого наполнителя используют в основном вспученный доменный шлак с максимальным размером 5 мм. Водопоглощение и плотность вспученного шлакового заполнителя составляют 6,5% и 1900 кг/м³, соответственно. Смесь стального шлака, пористого шлакового заполнителя и воды формируют путем гидравлического уплотнения под давлением 12 МПа после заливки в стальную форму. После этого плиты с гладкой поверхностью и оптимальным для активации CO_2 соотношением В/Ш подвергают отверждению в течение 24 ч при давлении до 2 МПа в камере карбонизации (в автоклаве).

Учитывая отрицательный углеродный след при производстве и эксплуатации такого материала, бесцементный шлакоблок на сталеплавильном шлаке в качестве вяжущего имеет определённые преимущества перед традиционным бетоном. За счёт пониженной водопотребности в виду небольшого водошлакового соотношения изделия на основе сталеплавильного шлака, применяемого в качестве вяжущего, обладают повышенной морозостойкостью и ничем не уступают по показателям прочности бетонным блокам на цементном вяжущем.

Основные плюсы производства шлакоблоков на сталеплавильном шлаке и их активное использование в промышленном и гражданском строительстве - это, конечно же, переработка твердых отходов и вред-

ных выбросов, что обуславливает колоссальное воздействие на экологию в положительном аспекте. Производство шлакобетонных блоков на сталеплавильном вяжущем менее энергозатратно. Экономический анализ затрат на производство показывает, что шлакобетонные блоки могут быть изготовлены с меньшими затратами по сравнению с коммерческими цементными блоками при массовом производстве. Производство шлакобетонных блоков способствует устойчивому развитию с минимальным воздействием на окружающую среду.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Mehrdad Mahoutian, Yixin Shao*. Production of cement-free construction blocks from industry wastes. *Journal of Cleaner Production*. - 2016. - Volume 137. - Pages 1339-1346. - [Электронный ресурс] URL:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.08.012>.
2. *Liwu Mo, Feng Zhang, Min Deng*. Mechanical performance and microstructure of the calcium carbonate binders produced by carbonating steel slag paste under CO₂ curing // *Cement and Concrete Research*. – 2016. – Volume 88. – Pp. 217-226. - [Электронный ресурс] URL:<https://DOI:10.1016/j.cemconres.2016.05.013/>
3. *Quaghebeur M, Nielsen P, Horckmans L and Van Mechelen D* Accelerated Carbonation of Steel Slag Compacts: Development of High-Strength Construction Materials. - 2015. - [Электронный ресурс] URL: <https://doi.org/10.3389/fenrg.2015.00052>.
4. O. Larsen, S. Samchenko, V. Naruts. Blended binder based on Portland cement and recycled concrete powder // *Magazine of Civil Engineering*. 2022. 113(5). Article No. 11305
5. Самченко С. В., Ларсен О. А., Альобаиди Д. А. Н., Наруть В. В., Бахрах А. М., Солодов А. А. Бетоны на карбонатном сырье для сухого жаркого климата // *Промышленное и гражданское строительство*. 2022. № 9. С. 74-79. doi: 10.33622/0869-7019.2022.09.74-79
6. Самченко С.В., Воронин В.В., Ларсен О.А., Наруть В.В. Самоуплотняющийся бетон с компенсированной усадкой с использованием материалов из бетонного лома // *Известия высших учебных заведений. Строительство*. 2021. № 2 (746). С. 71-78.

МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ПЛЕСЕНЬЮ НА ПОВЕРХНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Плесень – это колония одноклеточного грибка, развивающегося из спор.

Проблемы с плесенью часто возникают в непроветриваемых помещениях с высокой влажностью, также данная проблема часто возникает в подвальных помещениях с неправильно выполненной гидроизоляцией. В сочетании с растущей тенденцией использования строительных материалов на органической основе, данная проблема становится актуальнее с каждым годом.

Помимо нарушения эстетических свойств помещения, плесень пагубно влияет на здоровье человека.

По данным медицинских исследований [1-3] активно растущие грибковые колонии могут выделять летучие вещества с неприятным запахом, что приводит к ухудшению эмоционального и психологического состояния человека.

Симптомы, которые, вероятно, вызваны комнатными грибами, включают респираторные жалобы, которые затрагивают дыхательную систему, глазные симптомы и раздражение слизистой оболочки.

Эти побочные эффекты могут возникать по целому ряду механизмов, включая IgE-опосредованную гиперчувствительность, грибковую инфекцию, раздражающую реакцию на споры или грибковые метаболиты и, возможно, токсическую реакцию на микотоксины (рис. 1).

Ученые из финского Университет Тампере в своих исследованиях [4-6] показали условную классификацию по степени поражения материалов плесенью. В данной классификации представлен 5 вид материалов: классы MSC1 и MSC2 в основном включают древесину и органические продукты, а классы MSC3 и MSC4 включают, такие материалы как бетон, стекло и металл (табл. 1). Информация о материалах постоянно увеличивается, и таблица постоянно обновляется.

В современном мире нет единого регламента для решения проблемы распространения плесени в зданиях и сооружениях с постоянным пребыванием людей.



Исходя из мировой практики, лучшим решением данной проблемы является демонтаж конструкции, или полный снос здания (табл. 1).

Таблица 1 Классы чувствительности к росту плесени

Класс чувствительности (MSC)	Пример материалов
MSC1	Пиломатериалы из древесины
MSC2	Строганная ель, клееные деревянные доски, гипсокартон
MSC3	Ячеистые бетоны, стекловата, изделия на основе портландцемента
MSC4	Полиуретановые материалы, стекло, металлы

В России чаще всего данную проблему решают на минимальных уровнях. Для борьбы с плесенью люди используют бытовую химию, но проблема заключается в том, что это только поверхностное решение проблемы. В интернете все чаще предлагают бороться с грибками с помощью зачистки поверхности и обработкой стиральным порошком.

В СП 28.13330.2017 [7, 8] приведены виды защитных покрытий от биологической коррозии, также указаны требования к защите конструкций различных типов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баженов Ю. М., Воронин В.В., Алимов Л.А., Соловьев В. Н., Ларсен О. А. Эффективные малощебеночные бетоны // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ», 2017, Том 9, No 6. С. 1-6. <https://naukovedenie.ru/PDF/57TVN617.pdf>

2. Borchers AT, Chang C, Eric Gershwin M. Mold and Human Health: a Reality Check. Clin Rev Allergy Immunol. 2017 Jun;52(3):305-322. doi: 10.1007/s12016-017-8601-z. PMID: 28299723.

3. Annala, P. J., Lahdensivu, J., Suonketo, J., Pentti, M. & Vinha. J. (2018) Need to repair moisture- and mould damage in different structures in Finnish public buildings. Journal of Building Engineering 16 (2018) 72-78.

4. СП 258.13330.2017. Защита строительных конструкций от коррозии. – Взамен СП 28.13330.2012; Введ. 28.08.2017.- Москва. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, 2017.- 23 с.

5. В.В. Наруть, О.А. Ларсен. Самоуплотняющийся бетон на основе бетонного лома сносимых жилых зданий // Промышленное и гражданское строительство. 2020. № 2. С. 52-58.

6. В.В. Наруть, О.А. Ларсен О.А. Оптимизация состава самоуплотняющегося бетона на основе бетонного лома для полов промышленных зданий // Бюллетень строительной техники. 2020. №3. С. 56-58.

7. Наруть В.В., Ларсен О.А., Самченко С.В., Александрова О.В., Булгаков Б.И. Разработка составов самоуплотняющегося бетона на основе бетонного лома с использованием структурных характеристик // Вестник БГТУ. 2020. № 4. С. 8-16. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-4-8-16

8. Ларсен О. А., Александрова О. В., Наруть В. В., Полозов А. А., Бахрах А. М. Исследование свойств активных минеральных добавок для применения в гидротехническом строительстве. Вестник БГТУ. 2020. №8. С. 8-17. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-8-8-17

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТОНКИХ ДЕКОРАТИВНЫХ ПАНЕЛЕЙ ИЗ АРХИТЕКТУРНОГО БЕТОНА

В настоящее время в строительстве наблюдается тенденция к широкому использованию бетона в качестве декоративного материала, благодаря его технологическим характеристикам. Архитектурный бетон давно получил широкое распространение в Европе и всё активнее используется на просторах России. Вариативность составов и распространение пигментов и декоративных наполнителей для бетона позволяет получать разнообразные изделия с высокими декоративными и технологическими свойствами. Подобные изделия нашли своё широкое применение в фасадной отделке. Преимущественно для фасадных изделий из бетона используется стеклофибробетон (СФБ) ввиду повышенной устойчивости к нагрузкам на изгиб, истираемости и возможности использования технологии пневмонабрызга [1], благодаря которой из бетона удаётся изготавливать архитектурные геометрически сложные элементы. Однако технология пневмонабрызга является не единственной для изготовления СФБ.

Монтаж СФБ изделий на фасад могут выполняться различными способами. Большинство изделий представляют собой панели различных размеров, которые крепятся на систему «вентилируемый фасад». Проектировщики, дизайнеры и монтажники всегда заинтересованы в том, чтобы такие панели были как можно более габаритными и наименее тонкими, так как от этого зависит конечный вес изделия, количество крепежей, трудозатраты и эстетика конечного фасадного решения.

В данной статье рассматривается возможность изготовления тонких, а именно 13-ти миллиметровых, стеновых панелей сечением 1800x147мм без изменения геометрии и технологических свойств.

За основу разрабатываемого состава был взят самоуплотняющийся бетон (СУБ), так как он имеет пониженное воздухоовлечение ввиду повышенной плотности, он способствует формированию изделия с высокоточными геометрическими параметрами и пониженной усадкой, что очень важно для столь тонких фасадных изделий, и способствует формированию гладкой лицевой фактуры изделия, что позитивно сказывается на декоративных свойствах. Для повышения прочности на изгиб и истираемости изделия в составе используется стекловолокно. Изготавливается смесь методом предварительного смешивания, так как изделие из самоуплотняющегося бетона не подлежит формированию методом пневмонабрызга [2, 3].

Распространённой проблемой при изготовлении столь тонких изделий является нарушение геометрии и изгиб изделия в период твердения. Причиной тому является неизбежная усадка бетона в процессе твердения и малый модуль упругости бетона как материала для сопротивления усадочным напряжениям, возникающим в результате усадки. Так как главной состав-

ляющей усадки бетона является влажностная усадка, в качестве методов её минимизирования были выбраны внешний и внутренний уход за бетоном. Также в одном из экспериментальных составов использовался полимерцемент в качестве вяжущего с целью повышения модуля упругости изделия и сопротивления усадочным напряжениям [4-7].

В качестве контрольного состава использовался стандартный СУБ с добавлением стекловолокна. Контрольный состав приведён в Таблице 1.

Таблица 1 - Контрольный состав СУБ на 1 м³/кг

Компоненты	Расход
Цемент ЦЕМ I 52,5Н	600
Песок кварцевый фр. 0,1-0,6 мм	920
Песок кварцевый фр. 0,5-1,0 мм	380
Мука мраморная фр. 2 мкм	230
Стеклопряди рубленные	30
Гиперпластификатор	11
Вода	230

Составы №2-№6 основываются на контрольном составе с некоторыми изменениями.

Состав №1 – Контрольный по табл. №1.

Состав №2 – По табл. №1 с заменой цемента на Полимерцемент Руссан 52,5. Состав №3 - По табл. №1 с добавлением добавки - стабилизатора* 0,6% по массе вяжущего вещества (ВВ). Состав №4 - По табл. №1 с добавлением добавки - стабилизатора 0,9% по массе ВВ. Состав №5 - По табл. №1 с добавлением добавки - стабилизатора 1,2% по массе ВВ. Состав №6 - По табл. №1 с добавлением добавки - стабилизатора 1,5% по массе вяжущего.

Стабилизирующая добавка – добавка, повышающая качество лицевой поверхности изделия, с содержанием эфиров целлюлозы. Стабилизатор в процессе изготовления БС адсорбирует и удерживает часть воды затворения, а во время твердения изделия начинает её отдавать. Данный эффект задержки обуславливает внутренний уход за бетоном, когда бетону во время твердения требуется влага в толще для равномерного гидратирования во избежание появления внутренних напряжений.

Образцы – плитки были испытаны на изгиб на 7 сут твердения.

Таблица 2 Прочность образцов при изгибе

Номер состава	Плотность образца, кг/м ³	Разрушающая нагрузка, кН	Прочность на изгиб, Мпа
1	2391	4,10	11,85
2	2382	3,78	12,05
3	2395	3,97	14,02
4	2393	4,42	14,09

5	2390	3,64	11,60
6	2396	3,51	11,19

По истечению 3-х недель свою геометрию сохранили составы №3, №4, №5. Самую большую прочность на изгиб продемонстрировал состав №4.

1. Разработана технология изготовления тонких фасадных панелей 1800x147x13мм;

2. Исследовано влияние стабилизирующей добавки на СУБ исследуемого состава;

3. Установлена оптимальная дозировка стабилизирующей добавки для исследуемого состава СУБа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Клюев С.В.* Особенности формирования фибробетонных композитов. Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова, 2015. №5.

2. *Лесовик Р.В.* Мелкозернистые бетоны на композитных вяжущих и техногенных песках. Диссертация д-ра техн. наук Р.В. Лесовик. Белгород, 2009.

3. *Абсиметов В.Э., Панченко Л.А.* Пространственные тонкостенные конструкции на основе стеклофибробетона. Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009. №1.

4. *Larsen, O., Shvetsova, V., Patsenko, E., Polozov, A.* Properties of sand concrete with recycled tyre polymer fibers. E3S Web of Conferences, 2021, 263, 01015 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126301015> FORM-2021

5. *Наруть В.В., Ларсен О.А., Самченко С.В., Александрова О.В., Булгаков Б.И.* Разработка составов самоуплотняющегося бетона на основе бетонного лома с использованием структурных характеристик // Вестник БГТУ. 2020. № 4. С. 8-16. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-4-8-16

6. *Алимов Л. А., Воронин В. В., Коровяков В. Ф., Ларсен О. А., Гальцева Н. А.* Оценка трещиностойкости бетонов // Бюллетень строительной техники. 2018. № 9 (1009). С. 55-56.

7. *Самченко С. В., Ларсен О. А., Альобаиди Д. А. Н., Наруть В. В., Бахрах А. М., Солодов А. А.* Бетоны на карбонатном сырье для сухого жаркого климата // Промышленное и гражданское строительство. 2022. № 9. С. 74-79. doi: 10.33622/0869-7019.2022.09.74-79

ПОЛУЧЕНИЕ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ МИКРОНАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ОСЕВОВ ДРОБЛЕНИЯ ГРАНИТА

В данной статье рассмотрены проблемы использования и переработки гранитных отсевов. Проанализированы характерные особенности рынка гранитного отсева [1-4]. На основе проведенного исследования автором предлагается осуществлять переработку гранитного отсева с разделением на более мелкие фракции, используя для этих целей мельницы разного типа.

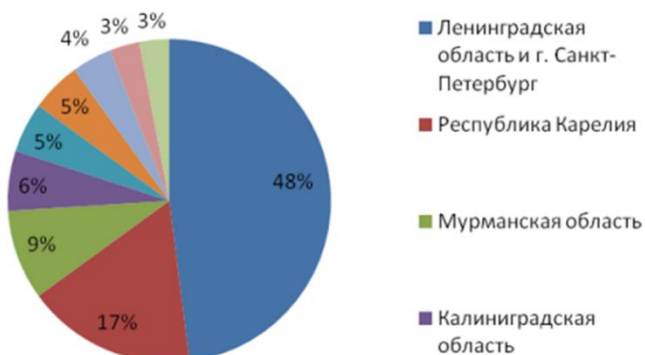


Рис. 1. Производители гранитного отсева СЗФО

Более половины объема производства отсевов дробления приходится на Северо-Западный и Центральный регионы. В Северо-Западном федеральном округе (СЗФО) лидером по производству гранитных отсевов является Ленинградская область (включая г. Санкт-Петербург), удельный вес которой в общем объеме производства отсевов СЗФО составляет 48 %. Второе место по Северо-Западному федеральному округу занимает Республика Карелия (17 %), за ней следует Мурманская область (9 %), Калининградская, Вологодская и Новгородская области (5 – 6 %), Архангельская, Псковская, Республика Коми (3 – 4 %).

Отсевы дробления применяются в строительстве при изготовлении ЖБИ, водостоков, производстве товарного бетона [5-8] и отделочных материалов; устройстве пола, в дорожных работах при приготовлении асфальтобетонной смеси, при производстве бордюров и тротуарной плитки. отсевы благоустройстве: отсыпка пешеходных дорожек в скве-

рах/парках; покрытие спортивных и детских площадок; декоративное оформление газонов/цветников.

В составе реагентов: отсев смешивают с солью для борьбы с обледенением дорог.

В дренажных и фильтровальных системах: устройство дренирующих слоев; как абсорбирующий материал в фильтры для очистки воды. Области применения отсева дробления гранита представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Области применения отсева дробления гранита

Фракция	Потребители	Предполагаемый объем потребления	Расчетная цена
0,16 – 2 мм	Заводы по производству ССС, асфальтобетона, ЖБИ	45 тыс.т в мес	260 руб./т 680 руб./ м ³
2 – 5 мм	Производители по изготовлению антигололедных смесей, ландшафтный дизайн	58 тыс.т в мес	450 руб/т 1020 руб/м ³

Порошки отсева гранита, полученные в механоактивации в мелющих агрегатах разного типа.

Порошки отсева гранита, полученные в результате механоактивации в мелющих агрегатах разного типа:

- а – шаровая мельница;
- б – планетарная мельница;
- в – вибрационный истиратель;
- г – контроль (корундовая ступка)

Визуальная оценка намолот от мелющих тел. Визуальная оценка измельченного гранитного отсева с помощью применяемых в исследовании помольных агрегатов позволяет невооруженным глазом отметить значительную разницу в окраске полученных порошков, которая изменяется от светло-бежевого (в шаровой мельнице) до серого (в планетарной мельнице), затем, до грязно-серого (в вибрационном истирателе).

Наблюдаемый эффект может свидетельствовать о попадании части вещества от футеровки и мелющих тел и о формировании, таким образом, намолот в составе измельчаемого материала.

Проводя общий сопоставительный анализ полученных диаграмм гранулометрического состава гранитного отсева, после помолот в мельницах различного типа, пришли к выводу о том, что степень механоактивационного воздействия выше в шаровой и планетарной мельнице.

Однако, содержание частиц диаметром от 1 до 10 мкм в вибромельнице и шаровой мельнице на 30 и 50 % больше, чем в планетарной. На основании литературного обзора можно сделать следующие выводы:

- отсева дробления имеют большие перспективы для утилизации (применения) в строительстве;
- помольный аппарат оказывает существенное влияние на морфологические особенности отсева дробления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. O. Larsen, S. Samchenko, V. Naruts. Blended binder based on Portland cement and recycled concrete powder // Magazine of Civil Engineering. 2022. 113(5). Article No. 11305

2. Самченко С. В., Ларсен О. А., Альобаиди Д. А. Н., Наруть В. В., Бахрах А. М., Солодов А. А. Бетоны на карбонатном сырье для сухого жаркого климата // Промышленное и гражданское строительство. 2022. № 9. С. 74-79. doi: 10.33622/0869-7019.2022.09.74-79

3. Красный, И.М. О механизме повышения прочности бетона при введении микронаполнителя / И.М. Красный // Бетон и железобетон. – 1987. – № 5. – С. 10–11.

4. Pistill, M.F. Variability of Condensed Silica Fume from a Canadian Source and its Influence on the Properties of Portland Cement / M.F. Pistill // Cement, Concrete and Aggregate. – 1984. – Vol. 6, № 1. – P. 33–37.

5. Баженов, Ю.М. Модифицированные высококачественные бетоны / Ю.М. Баженов, В.С. Демьянова, В.И. Калашников. – М.: АСВ, 2006. – 368 с

6. Демьянова, В.С. Методологические и технологические основы производства высокопрочных бетонов / В.С. Демьянова, В.И. Калашников // Обзорная информация. – М.: ВНИИСТП

ГИДРОФОБИЗИРОВАННЫЕ И ПЛАСТИФИЦИРОВАННЫЕ ЦЕМЕНТЫ

Гидрофобизированные цементы – материалы, которые при контакте с водой и ее парами не впитывают их и остаются сухими. Благодаря этому свойству можно продлить срок службы зданий и сооружений. Основными причинами этого является защита от воды так как, в порах и пустотах сохраняется воздух, в эти поры впитывается и сохраняется вода, которая растворяет содержащуюся в бетоне известь, а при плюсовых температурах данный раствор испаряется и оказывается на поверхности. Или же на производстве, где используются кислоты пары, образованные при их испарении, впитываются в бетонные конструкции, где при смешивании с водой образуют растворы кислот, которые в свою очередь разрушают цементы. А также в помещениях с повышенной влажностью ухудшаются теплотехнические свойства и образуются плесень и грибок из-за чего ухудшаются санитарно-гигиенические нормы.

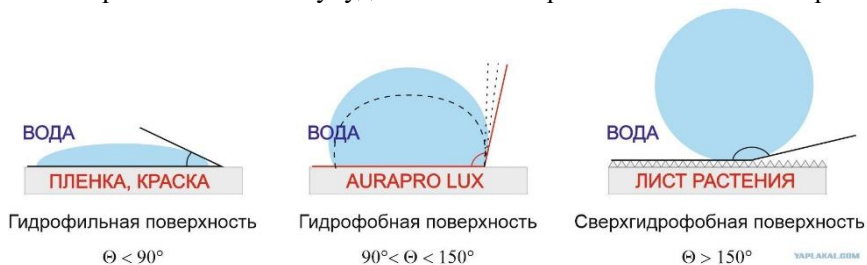


Рис 1. Виды поверхностей при взаимодействии с водой

Пластифицированные цементы так же могут продлит срок службы бетонных конструкций их применяют при особых условиях, при особых требованиях по морозостойкости – бетон должен выдерживать экстремально низкие температуры, если требуется максимально быстрое бетонирование при хорошей укладке бетонной смеси или же уменьшить количество портландцемент в готовой смеси. Так же могут действовать как гидрофобизаторы и защищать бетон от проникновения воды, но при это пластифицирующие добавки повышают риск усадки бетона.

Делятся по эффективности на слабые – для небольших сооружений, средние – для фундаментов, сильные – для стяжек, фундаментов, штукатурки, суперстильные – все виды работ.

Есть два способа гидрофобизировать цементы

Первый способ — это внешняя обработка составами, отталкивающими воду достоинства этого способа дешевизна, широкий выбор обрабатываемых материалов, не снижает прочность изделий, минусы в ненадежности данного способа.

Второй способ объёмная гидрофобизация – внедрение в состав бетона добавок плюсы данного способа в надёжности, минусы дороговизна, не каждая добавка подойдет, а также снижается прочность полученного изделия



Рис. 2 структура цементов с гидрофобизирующей добавкой и без нее

При таком способе добавки вводят при помоле портландцемента такой способ имеет положительный эффект – это снизит затрату энергии при помоле соответственно снижает затраты на электроэнергию.

Такой цемент начинает реагировать с водой только при смешивании с песком и щебнем, они помогают разрушить оболочку, образованную добавками, но сохраняя ее в смеси, что позволяет приобрести цементу такие же гидрофобные свойства.

Добавки, которые вводятся в цемент для получения им необходимых свойств от 0,06% и не более 0,5%. Существуют 3 группы добавок

1 группа они снижают водопоглощение в 5 раз: Фенилэтоксисилоксан, Алюмометилсиликонат натрия, ГИДРОБЕТОН, Аддимент ДМ, Олеат натрия, Зикагард-702 В-Аквафоб.

2 группа они действуют хуже снижают водопоглощение 2-4,9 раза: Полигидросилоксаны 136-41, Комплексная органоминеральная добавка КОМД-С, Стеарат цинка, Стеарат кальция.

3 группа снижают в 1,4-1,9 раз: Сернокислые соли пеназолинов, Этилсиликонат натрия ГКЖ-10, метилсиликонат натрия ГКЖ-11.

Действие этих добавок похоже на пластифицированные цементы, они также образуют пленку на поверхности зерен, но эта пленка является гидрофобной и не позволяет воде проникнуть в цемент. По стандартам вода в такой цемент не должен впитывать воду в течении 5 минут.

В процессе получения бетонной смеси пленка вокруг зерен снимается и в общей смеси образуют гидрофобный цемент, при этом получившийся бетон меньше впитывает воду, медленнее набирает прочность в начальный период твердения так как частицы имеют меньший доступ к воде, но спустя какое-то время зерна полностью впитывают воду.

Пластификаторы в цементах используются для получения удобоукладываемого цемента. Попадая на поверхность цемента пластификатор делает поверхность зерен гидрофильной что позволяет впитывать воду лучше и уменьшать сцепление между зёрнами. Цементное тесто меньше сопротивляется сдвигу. В результате полученная смесь более пластична и удобоукладываема, но требует меньше воды из-за этого бетон получается более прочным, плотным и морозостойким. Соотношение В/Ц в таких цементах ниже, что приводит к экономии цемента повышению его прочности и сохранению подвижности и удобоукладываемости. В качестве добавок могут использоваться сульфатно-спиртовую барду.

Пластифицирующие и гидрофобизирующие добавки имеют одинаковые действия, но при этом придают разные свойства конечному продукту, то есть бетонному изделию. Соответственно используются в зависимости от требуемых условий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Войтович, В.А. Пособие по гидрофобизации строительных конструкций и изделий: учеб.-метод. пособие / В.А. Войтович, И.Н. Хряпченкова; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т;– Н. Новгород: ННГАСУ, 2016. – 45 с
2. Сулименко, Л. М. Технология производства минеральных вяжущих материалов / Л. М. Сулименко. — 1976 : , 1976. — 287 с.
3. Никольский, Б. П. Справочник химика 21 / Б. П. Никольский. — 2-е изд. — 1966 : Химия, 1966. — 540 с.
4. . Справочник строителя | Добавки, придающие бетону специальные свойства URL: https://www.baurum.ru/_library/?cat=additives_special_properties&id=314

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ В КАЧЕСТВЕ ЗАПОЛНИТЕЛЯ ДЛЯ АРБОЛИТОВЫХ СМЕСЕЙ

В настоящее время проблема утилизации различных отходов производства и вторичного сырья является актуальной проблемой мирового значения. В настоящий момент огромное количество отходов скапливаются в качестве побочных продуктов промышленного производства, а также при утилизации использованных материалов. Данные отходы содержат, как «чистые» материалы, которые можно повторно использовать на производстве, так и материалы, содержащие токсичные вещества, например формальдегидная смола, используемая для склеивания и улучшения эксплуатационных характеристик древесины.

В деревянной и мебельной промышленности основными отходами являются: кора, дерево, подверженное различными заболеваниями, в том числе и гниль, опилки и стружка, образующаяся при распиловке деревянных изделий, обрезки плитных материалов, а также обрезки облицовочных материалов.

Помимо указанных отходов, образованных в процессе подготовке древесины (еще необработанная или обработанная минимально), в строительной промышленности также существует ряд древесных отходов, полученных при демонтаже или замене устаревших изделий и конструкций, в основном состоящих из оконных рам, мебели, различных облицовочных покрытий.

В связи с наличием в вышеперечисленных материалах токсичных веществ, которые и создают сложности в дальнейшей переработке таких материалов и вторичного их использования, то их утилизация оценивается по 4 классу опасности с повышающим коэффициентом. Так некоторые производители вывозят остатки производства на полигоны твердых отходов, после чего они подвергаются сжиганию, в процессе которого выделяется в окружающую среду опасное количество формальдегида, что оказывает негативное влияние как на живые организмы, в том числе и человека, так и на природу в целом.

Чтобы не наносить вред окружающей среде и здоровью людей, можно использовать отходы для дальнейшей переработки материалов и внедрить их в технологический процесс производства. Например, измельчать мебельные изделия до состояния щепы, опилок, стружки т.д. Полученное от переработки сырье можно использовать в качестве древесно-цементного композита или на основе арболита [1-3].

Арболитом (цементно-древесный композит) называют бетон на цементном вяжущем и органических заполнителях, при этом для получения заданных свойств в него вводят специальные химические добавки (рисунок

1). Однако, органические наполнители с течением времени способны выделять вещества, которые могут отрицательно влиять на гидратацию цемента, поэтому вводят специальные добавки, например, хлористый кальций.

Конструкции из арболита используют, как правило, для зданий с относительной влажностью воздуха не более 60% и при отсутствии агрессивных сред и газов.

Арболит широко применялся в СССР для строительства промышленных, сельскохозяйственных, жилых и культурно-бытовых зданий. Изделия из арболита использовались в строительстве в виде панелей и блоков (рисунок 1), плит покрытия для совмещенных кровель и плит перекрытия, усиленных железобетонными балками или несущей основой, перегородочных плит, тепло- и звукоизоляционных плит и т.д.



Рисунок 1 - Арболитовый блок

За рубежом изготавливают арболитовые плиты, которые называются Durisol. Они имеют большой спектр различных свойств - звукопоглощение, теплоизоляция, влагорегулирование, огнестойкости и долговечность. На рисунке 2 представлено применение данных панелей в качестве звукоизоляционного экрана.



Рисунок 2 - Применение арболитовой плиты Durisol в качестве звукоизоляционного материала

Также за рубежом используют арболитовые блоки под названием Faswall. Данные блоки изготовлены из 85% минерализованной древесины и 15% портландцемента (рисунок 3)



Рисунок 3 - Арболитовые блоки Faswall

Данные блоки укладываются поверх друг друга без использования раствора, а стыкуются между собой при помощи соединительных пазов.

Выводы:

В российской литературе большинство статей не использовали натуральные эксперименты с использованием отходов различных видов деревянной промышленности.

В зарубежных источниках проводились исследования по влиянию различных видов отходов деревянной промышленности на цементную матрицу с экспериментальным подтверждением данных.

Однако, ни в зарубежной, ни в российской литературе не исследовались факторы влияния отходов древесной промышленности с различными видами покрытий в виде лакокрасочных, масляных и др.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Экологические аспекты утилизации отходов мебельного производства, *О.Н. Чернышев, В.В. Котелевский*, 2021 г.
2. Эффективность применения ультразвуковой технологии в процессе структурообразования древесно-цементного композита, *Ю.Р. Осипов, Л.М. Воронин, В.П. Сеничев*, 2016 г.
3. Основы направленного структурообразования древесно-цементных композитов и управление их качеством, *Наназашвили И.Х.* 1992 (автореферат диссертации на соискание дтн)

НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕМОНТА БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Эксплуатационная надёжность, долговечность и безопасность сооружений достигается за счёт возведения бетонных конструкций, отвечающих проектным характеристикам. Однако, на стадии строительства и эксплуатации, на этих конструкциях могут обнаружиться дефекты и повреждения (далее дефекты), создающие опасность для надёжной, долговечной или безопасной эксплуатации строящего или эксплуатируемого объекта (сооружения, её отдельно взятой конструкции, элемента или части), в зависимости от вида, характеристик и степени влияния выявленных дефектов на фактическое техническое состояние [1-4].

В подобных случаях ремонтпригодность дефектных конструкций является фактором, определяющим возможность устранения выявленных дефектов и возникшей опасности посредством проведения ремонтно-восстановительных работ с целью восстановления проектных характеристик и, следовательно, эксплуатационной надёжности, долговечности и безопасности ремонтируемого объекта.

Ремонтпригодность конструкций тоннельных обделок с дефектами и повреждениями определяется их соответствующим техническим состоянием, устанавливаемым по результатам визуально-инструментального обследования конструкций согласно ГОСТ Р 57208.

Особую важность приобретает наличие доступа к наружной поверхности ограждающих несущих конструкций тоннельных обделок на стадии строительства, позволяющее выполнить ремонтные работы по устранению выявленных дефектов бетонного основания (при наличии) и его подготовки для устройства гидроизоляционного покрытия, по требованию СП 122.13330 (п. 5.4.6.2)

Возведение тоннельных обделок способом монолитного бетонирования в изменчивых температурных, влажностных и погодных условиях строительной площадки, с учётом возможных нарушений требований технологического регламента на бетонирование и выдержку ж.-б. конструкций, а также ошибок и нестандартных ситуаций, допущенных на стадии проектирования, строительства и эксплуатации сооружений, могут привести к разнообразным дефектам и повреждениям монолитного железобетона и, как следствие, к понижению долговечности, ухудшению физико-механических характеристик, водонепроницаемости и даже к частичной или полной потере несущей способности и работоспособного состояния конструкций подземных сооружений. Клас-

сификация дефектов ж.-б. тоннельных конструкций по данному признаку приводится в ГОСТ Р 57208-2016 (приложение Б).

К числу этих дефектов и повреждений, часто встречающихся на практике, относятся: выступы и наплывы на поверхности бетона, раковины на поверхности бетона, недостаточная толщина или отсутствие защитного слоя, «щебенистость», сколы и другие механические повреждения, коррозионное повреждение, трещины, а также водопроявления через трещины, полости, швы бетонирования, деформационные швы и места ввода инженерных коммуникации [5, 6].

При обнаружении единичного или совокупного проявления перечисленных дефектов и повреждений, подлежащих ремонту, необходимо выполнение соответствующих мероприятий по их устранению с целью восстановления проектных характеристик железобетона и в целом конструкции.

Базовыми технологическими решениями (методами) для реализации этих мероприятий являются следующие.

1) Метод восстановления структурной и объёмной целостности бетона

Метод включает следующие основные типы ремонтных работ:

- устранение на основе ручного локального ремонта поверхностных повреждений и дефектов бетона ж.-б. конструкций обделок (сколы, раковины, недостаточная толщина защитного слоя без или с оголением арматуры, полости, поверхностная коррозия бетона, неглубокие трещины и т.п.) с применением сухих ремонтных смесей на цементной основе тиксотропного типа по ГОСТ Р 56378-2015;

- ремонт на основе двух технологических решений поверхностного «площадного» повреждения или дефекта, занимающих значительную часть поверхности конструкции, например, отсутствие защитного слоя бетона с оголением арматуры на ограждающей стене обделки, в том числе:

- восстановление защитного слоя бетона с помощью опалубки и с применением сухих ремонтных смесей заливочного типа по ГОСТ Р 56378-2015 (при наличии недоступных углублённых участков дефекта для набрызг-бетона);

- восстановление защитного слоя бетона с применением набрызг-бетона, нанесённого на бетонное основание методом торкретирования. Перед нанесением необходимо, чтобы бетонное основание имело поверхностную прочность на растяжение – минимальное значение 1,0 Н/мм² и минимальное среднее значение 1,5 Н/мм² на глубину 0,6 см от вскрытой поверхности СП 349.1325800.2017, приложение В).

2) Метод инъектирования

Суть метода заключается в уплотнении под давлением инъекционными составами полостей сухих или фильтрующих дефектов бетона (трещины, технологические и деформационные швы, пустоты и т.п.).

Ремонтные работы, проводимые методом инъектирования осуществляются с применением инъекционно-уплотняющих составов на цементной и полимерной основе по ГОСТ 33762-2016 для ликвидации дефектов адгезионно-силовым замыканием (например, склеиванием трещин) или с целью их герметизации и включают следующие основные операции:

- заделка устья дефекта (например, трещины) раствором из сухой ремонтной смеси по ГОСТ Р 56378-2015 или гидропломбой на цементной основе (при интенсивной течи);
- бурение шпуров вдоль дефекта под углом 45° или отверстий в запечатанном устье под углом 90° с последующим нагнетанием через них инъекционного состава по ГОСТ 33762-2016 в полость дефекта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баженов Ю.М. Технология бетона. - М.: АСВ, 2011. – 528 с.
2. Руководство по ремонту бетонных и железобетонных конструкций транспортных сооружений с учётом обеспечения совместимости материалов, ОАО «ЦНИИС». – М.: 2010.
3. ГОСТ 32017-2012 «Материалы и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Требования к системам защиты бетона при ремонте».
4. Стенечкина К.С. органоминеральная добавка на основе золы-уноса ТЭЦ // Велес.2017. №4-1 (46). С. 102-106.
5. Воронин В.В., Стенечкина К.С. цементные бетоны с гидроактивированными суперпластификаторами // Научное обозрение. 2015. №12. С. 73-77
6. Стенечкина К.С. Применение декоративных бетонов для отделки зданий и сооружений // Инженерный Вестник Дона. 2023 №3. <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2023/8272>

СЕКЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Студентка 3 курса 9 группы ИГЭС Александрова А.В.,

Студентка 3 курса 11 группы ИГЭС Малькова А.С.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, А.Н. Макаров

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ В ПОДЗЕМНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Введение. Учитывая, что в России процедура управления рисками недостаточно проработана, оценка рисков является одной из главных задач при планировании проекта [1]. В условиях урбанизации земельные ресурсы для строительства становятся дефицитными, поэтому для эффективного развития городского пространства прибегают к подземному строительству. При подземном строительстве возрастает степень неопределенности, высокий риск техногенной опасности и существует множество других факторов риска, влияющих на экономические выгоды проекта и требующих надежного обеспечения безопасности на строительной площадке и высококвалифицированных специалистов [2]. Поэтому необходимо провести исследование, актуальность которого позволит рационально использовать подземное пространство, минимизировать и устранить возникающие проблемы при возведении объекта строительства.

Цель исследования – выявить и проанализировать основные риски, возникающие в период жизненного цикла подземного здания или сооружения. Задачи исследования: разработать идентификацию рисков в подземном строительстве, оценить возможные виды ущербов, их масштабы, последствия. Период строительства подземных объектов длительный, а технология строительства сложная, поэтому абсолютно всех рисков на различных этапах жизненного цикла возводимого сооружения невозможно исключить. Любой риск несет в себе не только отрицательные, но и положительные последствия, так как его анализ и оценка позволяют выявить резервы оптимизации строительного процесса и принять эффективные управленческие решения [3]. На этапе разработки проекта нужно учитывать экономическую ситуацию в регионе строительства, финансирование, которые влияют на качество строительных материалов, использование оборудования, машин, на организацию труда рабочих, нарушение сроков ввода в эксплуатацию.



Рис.1. Основные группы рисков

Методика управления рисками проекта включает перечень типичных рисков, вызванных внешними и внутренними факторами. Систему управления рисками нужно вводить на начальном этапе проектирования и использовать ее весь жизненный цикл, постоянно обновлять и накапливать информацию об изменениях, произошедших с подземным объектом [4].

Для учета особенностей подземного строительства необходимо сделать идентификацию рисков, отражающих сложность проектирования сооружения.

Таблица 1.

Идентификация рисков подземного строительства

№	Наименование риска	Последствия	Вид ущерба
1	Нехватка информации об инженерно-геологическом строении площадки строительства	Неточность исходных данных, нормативов, используемых в расчетах производственных параметров	Перенос сроков строительства, ввода сооружения в эксплуатацию, денежные потери
2	Неточность изысканий, определения показателей физико-механических свойств грунтов основания	Обнаружение карста в грунте, водоносных горизонтов, пльвунов	Перерасчет проектной документации, перенос сроков строительства, денежные потери
3	Обнаружение подземных коммуникаций, отсутствующих на геоподоснове	Перекалывание инженерных сетей, нанесение физического ущерба рабочим	Перенос сроков, денежные потери
4	Наличие дефектов в ограждении котлована	Обрушение пород, образующих завалы в проходческих забоях, в устьях штолен под влиянием перераспределения напряжения в горном массиве	Приостановка возведения строительного объекта, финансовые потери, угроза жизни людей
5	Экологический риск	Штрафы со стороны надзорных органов, газопылевые выбросы веществ, сверхнормативные шумовое и вибрационные воздействия, недопустимые осадки грунтов основания, развитие оползней	Экологическое загрязнение района строительства, денежные потери
6	Выход из строя специ-	Остановка строитель-	Сдвиг сроков стро-

	ального строительного оборудования	ства, использование некачественного оборудования, риск для жизни людей	ительства, непредвиденные траты на ремонт, замену оборудования
7	Пожары и взрывы, обрушения горных пород, прорывы грунтовых вод	Чрезвычайная ситуация, вынос грунтов, затопление водой	Приостановка работ, восстановление разрушенных конструкций, финансовые потери

Результаты. Была составлена таблица с перечнем типовых рисков в подземном строительстве, в которой были оценены возможные ущербы и их последствия [5]. Используя данную идентификацию в системе управления рисками можно избежать ошибок при планировании проекта.

Выводы. Изложены результаты по разработке идентификации рисков, способствующей управлению рисками в подземном строительстве, снижению вероятности появления аварийных ситуаций, предупреждению угроз причинения вреда жизни людей, имуществу, оптимизации процесса строительства с сокращением финансовых потерь и негативного влияния на окружающую среду, своевременной корректировки проектной документации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Применение риск-ориентированного подхода при выполнении функций строительного контроля технического заказчика. Статья Лapidус А.А., Макаров А.Н. [Электронный источник] <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-risk-orientirovannogo-podhoda-pri-vypolnenii-funktsiy-stroitel'nogo-kontrolya-tehnicheskogo-zakazchika>.

2. СП 473.1325800.2019. Здания, сооружения и комплексы подземные. Правила градостроительного проектирования [Текст]. введ. 2020-06-25.

3. ГОСТ Р 51897-2011. Менеджмент риска. Термины и определения [Текст]. введ. 2012-12-01.

4. Чунюк Д.Ю. Оценка и управление рисками при строительстве подземных сооружений открытым способом // Вестник МГСУ. 2009. С. 120-123.

5. Морозова Т. Ф., Кинаят Л. А., Кинаят А. Ж. Оценка рисков в строительстве // Интернет-журнал "Строительство уникальных зданий и сооружений", выпуск №5 - 2013. С. 68-76.

«ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ КАЧЕСТВА С ПОМОЩЬЮ BIM 360 ПРИ
РЕКОНСТРУКЦИИ УНИВЕРСИТЕТА ТИШРИН В СИРИИ»

Аннотация:

Управление качеством является одним из лучших решений для решения проблем, с которыми сталкивается строительный сектор в Сирии, поскольку оно включает в себя определение наиболее важных стандартов качества, необходимых для реализации проекта в соответствии с финансовыми и временными ограничениями, установленными на каждом этапе проекта. В связи с отсутствием руководства, объясняющего, как выполнять строительные операции, и использованием одного сборника технических спецификаций для нескольких проектов, следующее исследование направлено на изучение уровня качества выполнения строительных работ для проекта расширения университета Тишрин в Сирии путем разработки списков методов выполнения этих работ, а также разработки списков контроля и обеспечения качества, чтобы гарантировать, что операции будут проведены должным образом и завершены в срок. Программа BIM 360 field была использована для контроля качества операций во время реализации посредством контрольных списков, включенных в программу, расчета процента применения качества в проекте, что привело к выявлению причин, ведущих к дефектам реализации.

Ключевые слова: контроль качества, BIM 360 field

Введение:

Строительство в Сирии сталкивается со многими проблемами, такими как задержки в реализации проектов из-за плохого финансирования и слабой проработки, и проектирования, отсутствие баз данных для строительного сектора, устаревание существующих технологий в дополнение к робкому вхождению в него высоких технологий. К этим препятствиям добавляется слабая эффективность системы контроля качества всех работ, начиная с ранних стадий проекта и заканчивая инвестиционной стадией. Управление качеством считается одним из лучших решений проблем строительного сектора в Сирии

Методика и материалы:

Цель исследования заключалась в определении перечней, включающих руководящие указания по выполнению некоторых работ по бетонированию конструкций в жилых проектах, их требования и применение к ним системы менеджмента качества, посредством некоторых интервью, наблюдений и полевых опросов.

Ориентировочные списки включали: 1- руководство по реализации, 2- список контроля качества для каждого процесса, в дополнение к списку оборудования, которое может быть использовано, и различных ситуаций, с которыми может столкнуться процесс. В эти списки вошли следующие работы:

- | | |
|--|--------------------------|
| 1- Подготовительные работы | 2- Земляные работы |
| 3- Устройство фундамента | 4- Устройство ростверков |
| 5- Устройство колоны | 6- Устройство перекрытий |
| 7- Устройство стен | 8- Изоляционные работе |
| 9- Чек-лист контроль качества техники и оборудование | |

Для управления применяемой реальностью качества было использовано программное обеспечение BIM 360 FIELD, где программа получала задания, а затем назначала контрольные списки качества для соответствующих задач, после чего отслеживание и контроль деятельности осуществлялись по серии отчетов, адресованных ответственному лицу.

Тематическое исследование:

В качестве примера для исследования был взят проект расширения университета Тишрин в провинции Латакия в Сирии, где проект состоит из четырех основных блоков, с четырьмя этажами в дополнение к подвалу для каждого блока, площадью 74 000 квадратных метров.

Результаты и обсуждение:

Используя программу Vim 360, был рассчитан процент качества, примененный в проекте в целом, и рассчитан коэффициент качества каждого списка, примененного в проекте, и полученные результаты были сравнены с стандартами в программе, и определены наиболее важные причины, которые привели к некачественному применению в проекте. Результаты указаны в таблице 1.

Таблица 1.

Результаты исследования

Вид работы	Результат от Vim 360	Стандартны номер в Vim	Причины
Подготовительные работы	86%	90-100%	48% Плохая реализация 15% Халатность надзорно-исполнительного аппаратаууа 8% Изучение слабости
Земляные работы	91%	90-100%	
Устройство фундамента	83%	90-100%	
Устройство ростверков	62%	90-100%	
Устройство колоны	75%	90-100%	
Устройство перекрытий	63%	90-100%	
Устройство стен	73%	90-100%	
Изоляционные работе	100%	90-100%	
Чек-лист контроль ка-	77%	90-100%	

чества техники и обслуживания			
-------------------------------	--	--	--

Соотношение качества, примененное в проекте в целом, было 80.5% и это ниже программных стандартов оценки эффективности и качества, что значит, у нас есть проблема, которую нужно решить.

Заключение

Благодаря этой работе мы пришли к выводу о важности наличия руководства, которое необходимо разработать для обеспечения правильного протекания процессов, в дополнение к важности применения управления качеством в процессе и, таким образом, сокращения большого процента переделок и задержек в проекте, а также эффективности использования программы BIM 360 в качестве цифровой базы данных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Асылқанов Е.Е., Гольцев А.Г., Чернавин В.Ю.* Управление качеством строительства объектов при использовании BIM. ВЕСТНИК ВКГТУ 2020. –С. 91-93.
2. *Соколов Н.С., Михайлова С.В.* Организация технического надзора с помощью bim технологий при строительстве нефтеперерабатывающего завода.Евразийский Союз Ученых.2020. – С. 46-48.
3. *Abazid.M, Gökçekuş. H.* Применение всеобщего управления качеством в проекте строительства в Саудовской Аравии. Research in Dynamical & Control Systems. Vol. 11, No. 3. – 2019.
4. *Stransky. M, Matejka. P.* Цифровое управление качеством в строительной отрасли в рамках Bim-проектов. ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT. – 2019.
5. *Халед З.С.* Повышение качества реализации строительных проектов в государственной подрядной компании. Tikrit Journal of Engineering Sciences – 2018. – С. 1-22.

*Студентка 3 курса 81 группы ИАГ Астафьева В.А.
Студентка 3 курса 82 группы ИАГ Ряховская Э.М.
Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, Я.В. Шестерикова*

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АЭРОДРОМА

Аннотация. Организационно-технологическими решениями принято называть такой комплекс технологических работ, который направлен на осуществление задач, необходимых для организации и технологии строительного производства. Строительство аэродромов является очень сложным технологическим процессом, и именно поэтому организационно-технологические решения в этом процессе имеют особое и крайне важное значение.

Ключевые слова: строительство, аэродром, технология, качество, класс аэродрома, оборудование.

Аэродром представляет собой участок территории с расположенными на нем зданиями, сооружениями и оборудованием. Назначение аэродрома заключается в обеспечении взлета воздушных судов, их посадки, стоянки и руления. В состав аэродрома, согласно СП 121.13330.2019 «Свод правил. Аэродромы», входят взлетно-посадочные (летные) полосы, места стоянки воздушных судов, площадки специального назначения, рулежные дорожки и перроны [1].

Проектирование аэродрома считается одной из основных проблем в области строительства. Это происходит ввиду несоответствия темпов строительства, а также предъявляемых к нему требований. Именно поэтому, для обеспечения гарантии выполнения работ в заданные сроки, при должном уровне качества и с учетом сметной документации, организация строительства и выбор необходимых технологий должны основываться на передовых достижениях в области науки и техники.

Техника, используемая при строительстве аэродромов, должна обладать высоким уровнем производительности, а также точностью выполнения работ. Основными видами оборудования в этом процессе являются автогрейдеры, бульдозеры, скреперы, профилировщики земляного полотна, бетоноукладчики и распределители бетона.

Строительство аэродромов имеет отличительную особенность, которая состоит в сосредоточенности работ на небольших участках, включающих разнообразные объемы работ. Объемы работ зависят от класса аэропорта: чем выше класс, тем больше объем земляных и планировочных работ. Так, например, объем работ для V класса аэропорта составляет около 60000 м^3 , а для I класса – 600000 м^3 [2].

Кроме этого, класс аэродрома так же влияет на основные виды работ. Весь процесс строительства объекта подразделяется на этапы, ко-

торые и заключаются в выполнении основных видов работ. Рассмотрим следующие из них.

На подготовительном этапе происходят решения: по обеспечению строительства необходимыми ресурсами; осуществлению геодезических и геологических работ; анализу производственных баз для объекта строительства; выявлению взаимосвязи по производительности и исключению возможности ухудшения качества материалов; расчистке территории; соблюдению норм при производстве работ в вечномёрзлых грунтах; выполнению работ по закреплению на местности границ отведенного земельного участка и устройству сооружений поверхностного водоотвода.

Этап земляных работ подразумевает: устройство выемок и возведение насыпей; возведение дренажных и водоотводных сооружений; снятие плодородного слоя грунта; обеспечение отвода грунтовых и поверхностных вод; проведение планировочных работ; разработку выемок; отсыпку грунта в насыпь и уплотнение грунта.

Третий этап – этап устройства водоотводных и дренажных систем. На этом этапе производят работы по отрывке нагорных и открытых канав, строительству коллекторов, устройству дождеприёмных колодцев и укладке водоотводных труб.

Четвертый этап заключается в устройстве искусственных оснований. Для этого, в зависимости от характеристики аэродрома выбирается материал для его основания. Основание может быть из щебеночно-гравийно-песчаных смесей, из щебеночных смесей способом заклинки, а также из материалов, укрепленных либо органическими вяжущими, либо неорганическими вяжущими.

На пятом этапе выполняют устройство покрытия аэродрома. Покрытие аэродромов бывает двух видов: жесткие и нежесткие. К жестким относят бетонные, армобетонные, железобетонные и цементобетонные покрытия, а к нежестким - покрытия из асфальтобетона, прочных каменных материалов с органическим вяжущим, сборных металлических элементов и щебеночно-гравийных материалов.

Шестой этап подразумевает устройство работ по созданию дернового покрова. На этом этапе, в зависимости от повреждения почвенного покрова, выполняют работы по его восстановлению

Седьмой этап – этап приемки работ. Он заключается в проверке качества выполненных работ, а также соответствия рабочей и проектной документации [3,4,5].

Также стоит выделить, что охрана труда при строительстве аэродромов, несомненно, играет важную роль. Для ее обеспечения необходимо соблюдение всех норм и правил, прописанных в нормативной документации, а также высокий уровень квалификации рабочих.

Кроме всего вышесказанного, отметим, что при строительстве, а в последствии, и эксплуатации аэродромов предусматриваются природоохранные мероприятия, которые необходимы для уменьшения возникновения и воздействия неблагоприятных факторов. В состав таких мероприятий входят инженерные мероприятия по обеспечению безопасного уровня воздействия на окружающую среду и рациональному использованию природных ресурсов [1].

Таким образом, строительство аэродрома является очень ответственным и трудоёмким процессом, требующим качественной и детальной разработки организационно-технологических решений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 121.13330.2019 «Свод правил. Аэродромы»
2. *С.Ф. Филатов*. Строительство аэродромов. Земляные работы: учеб. пособие / С.Ф. Филатов; СибАДИ. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2010. – 116с. – ISBN 978-5-93204-544-2
3. Начальник строительства и расквартирования войск заместитель министра обороны российской федерации Правила по производству и приемке работ при строительстве аэродромов вооруженных сил российской федерации / Ведомственный свод правил. – Москва, 2002.
4. *Смирнова Г.Е., Османова О.С.* Техническое регулирование в строительстве аэродромных сооружений/ Смирнова Г.Е., Османова О.С. // Успехи в химии и химической технологии. ТОМ XXXI. 2017. № 1 – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnicheskoe-regulirovanie-v-stroitelstve-aerodromnyh-sooruzheniy/viewer>
5. *Мосиенко А.С., Дегтев И.А., Коренькова Г.В.* Аэропорт как объект инфраструктуры воздушного транспорта/ Мосиенко А.С., Дегтев И.А., Коренькова Г.В., // Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_41742565_91706368.pdf

ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ ЖИЛОГО МНОГОКВАРТИРНОГО ДОМА

При осуществлении капитального ремонта жилого многоквартирного дома, подрядная организация сталкивается с комплексом проблем при организации строительной площадки, таких как: Стеснённые условия; Недостаточные условия для хранения материалов и инструментов.

Решение данных организационно-технологических проблем позволяет повысить качество проведения строительно-монтажных работ, а также сократить сроки выполнения работ.

Стеснённые условия — это условия, которые ограничивают работу машин и механизмов, уменьшают темп проведения строительно-монтажных работ, увеличивают шанс возникновения дополнительных или непредусмотренных работ.

Жилищный кодекс Российской Федерации предоставляет следующий перечень по капитальному ремонту: Ремонт внутридомовых инженерных систем электро-, тепло-, газо-, водоснабжения, водоотведения; Ремонт, замену, модернизацию лифтов, ремонт лифтовых шахт, машинных и блочных помещений; Ремонт крыши; Ремонт подвальных помещений, относящихся к общему имуществу в многоквартирном доме; Ремонт фасада; Ремонт фундамента многоквартирного дома [1,2].

При данном виде строительной деятельности, условия для проведения работ не позволяют расположить строительный городок и склады для хранения материалов. А также, обеспечить хранение инструментов и материальных ценностей.

Процесс строительно-монтажных работ проводятся совместно с жизнедеятельностью жильцов МКД.

Доступ машин и механизмов для обеспечения строительной площадки материалами и проведения строительно-монтажных работ, также затруднен или не представляется возможным [3,4].

Каждый проект имеет свои особые условия организации строительной площадки, но в большинстве случаев, изученных мной, преобладают именно вышеперечисленные проблемы.

Для обеспечения строительного производства материалами и перемещения их по строительной площадке, можно рассмотреть использование малогабаритной техники (рис. 1-2), так как она обладает большой функциональностью, спектром решаемых задач и способностью эффективно действовать в стеснённых условиях. Данная малогабаритная техника бесшумна и мобильна [5].



Рис 1. Минипогрузчик SHERPA 150



Рис 2. HYUNDAI 45L-7A

Места складирования материалов в данных условиях предлагается размещать за строительной площадкой, на участке из которого данный вид транспортной техники может доставить материал до места производства строительно-монтажных работ и который имеет доступ для подвоза материала большегрузами.

Для размещения рабочих предлагается разработать концепт малогабаритных домов на колесах, которые будут обеспечены всеми необхо-

димыми бытовыми условиями для жизнедеятельности, размещать их также за пределами строительной площадки.

Решением большинства проблем при организации строительной площадки в условиях капитального ремонта является внедрение малогабаритной строительной техники.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Радовский Б.С.*, д.т.н., профессор (Internet Laboratories, Inc., США), Журнал “Дорожная техника”, 8 выпуск. – С. 24-28.

2. *Шарапов Р.Р., Уваров В.А., Орехова Т.Н.* Теория наземных транспортно-технологических машин. Учебное пособие / Белгород. – 2014.

3. *Уваров В.А., Степанов М.А., Кошкарёв Е.К.* Машины для технологического транспортирования строительных материалов и изделий. - М: МГСУ, 2013. – С. 216.

4. *Романович А.А., Харламов Е.В.* Строительные машины. Лабораторный практикум. Учебное пособие. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. 206 с.

5. *Габделхаев Р.Р., Габдуллин Т.Р.* Автоматизация дорожно- строительной техники // Техника и технология транспорта. 2019. – № 4 (15). – С. 3.

6. *Шрейбер К.К.* Рекомендации по совершенствованию организационно- технологической подготовки капитального ремонта общего имущества многоквартирных домов // Промышленное и гражданское строительство 2019. – Нелл. – С. 50-55.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ДЕФЕКТОВ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

На сегодняшний день бетон и железобетон неоспоримо занимает лидирующие позиции среди конструктивных материалов, применяемых в строительстве в XXI веке. При этом длительное время предпочтение отдавалось сборному железобетону в силу различных факторов, основным из которых был низкий уровень возможностей технологии производства монолитных работ, причиной которых являлись: отсутствие качественной опалубочной системы, сложности при выполнении работ в зимнее и летнее время года, а также недостаточный по количеству и качествам набор механизмов, способных осуществлять монолитные работы для многоэтажного и высотного строительства [1].

С течением времени, специалистами было выявлено достаточное количество стимулирующих факторов и достоинств, которые способствовали развитию в сфере монолитного домостроения и постепенного перехода к его массовому использованию. Одними из этих факторов являются [2]:

- возможность производства строительных работ в стесненных условиях, что является немаловажным фактором при сегодняшней нехватке территорий для массовой застройки;
- разработка и использование различных химических добавок, способствующих улучшению технологических свойств бетона и позволяющих применять его при отрицательных температурах, в условиях жаркого климата, а также транспортировать смеси на более дальние расстояния;
- способность проектирования и реализации разнообразных архитектурных и планировочных решений, способствующих созданию более комфортного жилого фонда.

К сожалению, преимущества монолитного домостроения не исключают и ряд его проблем, которые в большей степени возникают в силу значительного увеличения объемов производства работ и стремления к сокращению сроков выполнения этих работ. Монолитная технология строительства требует особенно высокой внимательности и квалификации рабочих-строителей и необходимости к применению высоких стандартов качества, чем, к сожалению, как показывает практика, часто пренебрегают на строительных площадках. Это влечет за собой появление массы дефектов и повреждений в возведенных монолитных железобетонных конструкциях.

Проведя анализ причин возникновения дефектов и повреждений в монолитных железобетонных конструкциях, можно выявить и отметить 2 основных типа дефектов, часто встречающихся на строительных площадках [3,4,5]:

Конструкционные дефекты:

- применение арматуры, подверженной сильной коррозии (появление на поверхности железобетонных конструкций волосяных трещин вдоль арматурных стержней и отслоение защитного слоя бетона);
- несоответствие проектных показателей бетонной смеси, таких как: плотность, прочность, морозостойкость и др. (снижение несущей способности и эксплуатационных характеристик возводимых конструкций);
- отклонение геометрических параметров конструкций от их проектных размеров (снижение несущей способности конструкции);
- несоответствие расположению рабочих стержней, сеток и каркасов проекту (снижение несущей способности конструкции).

Технологические дефекты:

- несоответствие проектным требованиям в расположении и исполнении рабочих и деформационных швов;
- пренебрежение мероприятиями по уходу за бетоном в летний и зимний период времени (появление усадочных трещин);
- недоуплотнение бетонной смеси (появление раковин в теле железобетонных конструкций);
- неправильное и нескорректированное положение опалубочной системы (нарушение геометрии конструкций);
- перегружение конструкции до набора бетоном нормативной или проектной прочности (появление трещин и относительных прогибов, превышающих нормативные значения).



a



б



Рис. 1 Виды дефектов монолитных железобетонных конструкций:
 а) раковины в теле бетона, б) непроектный рабочий шов бетонирования, в) нарушение геометрии дверного проема, г) смещение деформационного шва от проектного положения.

Безусловно, изложенное выше не отражает всех проблем, встречающихся в монолитном домостроении, а лишь показывает важность и необходимость обеспечения контроля качества за производством работ. В то же время типизация основных видов дефектов и повреждений позволяет систематизировать процесс контроля качества и обеспечивать надежность и долговечность возводимых монолитных зданий и сооружений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Акимова В.П.* Монолитное строительство – достоинства и проблемы // Евразийский Союз Ученых. – 2015. – №7-2 (16).
2. *Клюев К.А., Кузнецов А.А.* Влияние дефектов конструкций и ошибок проектирования на этапах возведения монолитного каркасного здания // СтройМного, – 2017.
3. *Гроздов В.Т.* Дефекты строительных конструкций и их последствия. Санкт-Петербург, 2007. – С. 103-108.
4. *Рубцов И.В., Трескина Г.Е., Болотова А.С.* Классификация дефектов при возведении монолитных железобетонных конструкций и их влияние на качество // Научное обозрение. – 2015. – №18. – С. 58-62.
5. *Кузьмишкин А.А., Гарькин И.Н.* Классификация дефектов при обследовании железобетонных конструкций // Вестник магистратуры. – 2014. – №11-1 (38). – С. 35-37.

Студентка 3 курса 81 группы ИАГ Бобова Д.А.

Студентка 3 курса 82 группы ИАГ Селезнева П.А.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, Я.В. Шестерикова

ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Искусственные нейронные сети предусматривают применение принципиально нового подхода к комплексу методов обработки информации с помощью алгоритмов. Данная технология предоставляет компьютерной системе возможность обучаться на примерах, а ИНС - получать решения для проблем, ранее считавшихся неразрешимыми без участия человека.

К главным задачам проектирования устройств с нейросетевой архитектурой или работающих в нейросетевом логическом фундаменте систем можно отнести процессы объединения оптимальных структур, а так же значительного уменьшения погрешностей обработки информации этими объектами.

Использование, индивидуально разработанных методов обучения ИНС, специализированных для каждой решаемой с помощью ИНС задачи, в ряде случаев, необоснованно снижает степень надежности проектируемого объекта, по сравнению с использованием общих методов, учитывающих весь перечень технических характеристик объектов и опирающийся на общепринятые государственные и международные нормы в области проектирования инженерных сооружений.

Нейросеть в разы сохраняет архитекторам время и творческие средства, затрачиваемые на рутинные операции по подбору альтернатив проектирования. Помимо этого, они способны улучшить процесс создания рендеров, а также усовершенствовать презентацию бизнес-проектов.

ИНС имеет следующие возможности:

- системы закономерных действий вместе с текстовыми данными, позволяющие подобрать конкретные мировоззренческие категории, необходимые с целью конкретизации информации из документов разного вида;
- выявление закономерных противоречий в концепции текстовых данных;
- тематическое распределение информации вместе с их рассмотрением;
- сортировка графических данных различного вида;
- применения ГИС-технологий различного уровня с целью обработки картографических данных различной степени;
- применение нейросетевых алгоритмов для реализации основных процедур оценки возможностей использования для конкретного

случая технологий строительства, строительных материалов и специалистов;

- поиск в базе данных портала YOHOR.ru строительных материалов, наиболее удовлетворяющих поставленной клиентом задаче;
- автоматическая оценка на портале YOHOR.ru уровня зарегистрированных специалистов на основе оценок клиентов, оценок экспертов, количества и качества выполненных работ.

Примеры искусственного интеллекта в строительстве:

- ИИ способен помочь руководителям строительства отслеживать развитие на стройплощадке;

- AI формирует наиболее безопасные рабочие места;
- AI сокращает нехватку рабочей силы в строительстве.

Среди числа задач, образующихся при исследовании и фактическом осуществлении ИНС, особую роль занимает вопрос о границе прочности этих систем. Анализ научно-технических источников продемонстрировал, что текущие методы обеспечения необходимых показателей точности функционирования ИНС имеют немало слабых мест.

Несовершенство известных методов обусловлено рядом особенностей функционирования ИНС:

- единое влияние характеристик отдельного нейрона на работоспособность сети в целом;
- недостаток априорной информации о параметрах любого нейрона (весовые коэффициенты, функции активации, смещения) до окончания процесса обучения;
- степень прочности индивидуальна для каждой решаемой задачи;
- ИНС могут быть неточны даже при правильном функционировании;
- неспособность формализовать механизм решения задачи.

Данные факторы значительно препятствуют широкому применению ИНС в составе промышленных систем обработки информации и являются задачей создания единых универсальных методов инженерного проектирования.

Сложность обучения сетей – это еще одна проблема, связанная с трудностью разработки алгоритмов для обучения и тестирования нейросетевой модели. Для решения этой задачи необходимо применение инновационных методов, таких как глубокое обучение, оценка параметров, многоуровневое обучение, применение различных алгоритмов для автоматического настройки параметров.

Недостаточная точность прогнозирования: большинство моделей нейронных сетей используются для прогнозирования сложных физических процессов и проектирования градостроительных объектов, но на данный момент далеко не все модели нейронных сетей достигли доста-

точно высокой точности прогнозирования либо имеют способность адаптироваться к непредсказуемым изменениям в реальном мире.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Аксенов С.В.* Организация и использование нейронных сетей (методы и технологии) // Под общ. ред. В.Б. Новосельцева. - Томск: Издательство НТЛ. – 2006. – С. 128.

2. *Макаров А.Н.* Искусственная нейронная сеть для организации и управления строительным процессом // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. – №4 – С. 117-122.

3. *Макаров А.Н.* Статистическая значимость прогнозирования результатов производственного процесса с помощью искусственной нейронной сети // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. №3 С. 117-123.

4. *Малыхина Г.Ф., Меркушева А.В.* Элементы статистической концепции обучения нейронной сети и прогнозирование точности ее функционирования // Научное приборостроение. 2005. – Том 15. – №1. – С. 29-45.

5. *Шестерикова Я.В.* Формирование комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий. – 2021. – С. 160.

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

В настоящее время состояние памятников истории и культуры продолжают ухудшаться и характеризуются как неудовлетворительное. Поэтому перед государством стоит задача по сохранению объектов культурного наследия. Отношения, возникающие в области государственной охраны объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации, регулируются Федеральным законом от 25 июня 2002 года № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» [1].

Целью данной работы являлся анализ особенностей проведения обследования объектов культурного наследия в РФ. В соответствии с целью были поставлены следующие задачи: рассмотреть законодательную документацию и нормативные документы по объектам культурного наследия и проанализировать особенности проведения обследования данных объектов.

В соответствии с ФЗ №73-ФЗ от 25.06.2002 г. Виды объектов культурного наследия представлена на рисунке 1.

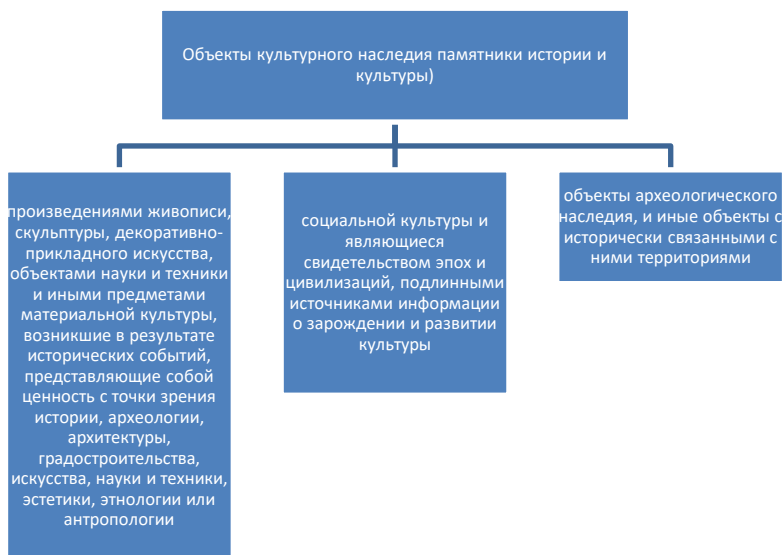


Рис. 1. Виды объектов культурного наследия

Правила и порядок организации обследования объектов культурного наследования представлен в ГОСТ Р 55567-2013. [2] В соответствии с данным нормативным документом особенности обследования следующие:

- проведение экспертизы неразрушающими методами (ультразвук, лазерное сканирование, акустический, спектральный, тепловой анализ, лабораторные исследования) [3];

- оценка степени износа, прочности конструкций (стен, фундамента, кровли, перекрытий, архитектурных элементов, декоративной отделки) [4];

- конструкторский расчет несущей способности отдельных конструкций здания;

- оценка состояния отдельных архитектурных элементов постройки, признанных памятником архитектуры (фасада, колонн, участки стен, элементы декоративного оформления);

- использование архивных материалов, если реставрация зданий культурного наследия выполняется впервые;

- восстановление утерянных данных при помощи аналитических исследований (технологии, конструктивные и архитектурные решения, материалы) по данному историческому периоду застройки;

- компьютерное объемное BIM моделирование с возможностью послойного рассмотрения конструкций, отделки, отдельных архитектурных элементов в режиме натурной визуализации 3D и 4D;

- выбор оптимальных способов реставрации с учетом технического состояния, конструктивных особенностей постройки;

- разработка проекта реставрации, перепланировки ОКН для современного целевого использования, без такого профильного заключения любой ремонт здания объекта культурного наследия согласовать в надзорных органах невозможно;

- обоснование сноса, исключения из реестра по установленным нормативным параметрам;

- разработка рекомендаций по строительству новых объектов, расположенных в зоне исторической застройки.

- разработка экспертами заключения и его согласование подлежит в надзорных государственных органах.

Таким образом были рассмотрены законодательные и нормативные документы по обследованию объектов культурного наследия. В соответствии с ГОСТ Р 55567-2013 были проанализированы особенности проведения обследования объектов культурного наследия [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон "Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации" от 25.06.2002 N 73-ФЗ (последняя редакция).
2. ГОСТ Р 55567-2013 «Порядок организации и ведения инженерно-технических исследований на объектах культурного наследия. Памятники истории и культуры»
3. *Еремин К.И., Павлова Г.А., Матвейюшкин С.А.* Неразрушающий контроль при обследовании строительных конструкций объектов культурного наследия/НАУКА И БЕЗОПАСНОСТЬ – 2011 – С.69-73.
4. *Попоян А.А.* Обследования зданий культурного наследия/ACTUAL SCIENTIFIC RESEARCH 2018 – 2018 – С.165-167.
5. *Ефимов В.В., Щуров Е.С.* Основные проблемы обследования объектов культурного наследия/Инженерный вестник дона – 2022– С.289-296.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕРАБОТКИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Аннотация. В статье проанализированы основные виды отходов, образующихся в результате процессов строительства, сноса, реставрации и реконструкции зданий. Приведены возможные способы переработки, утилизации мусора и другие мероприятия.

Ключевые слова: отходы, строительство, утилизация, переработка, вывоз

Строительные отходы (СО) представляют собой поврежденные материалы, образующиеся в процессе строительства, и считаются наиболее значительным источником отходов на свалках во всем мире. В частности, СО постоянно составляет примерно от 16% до 60% свалок во всем мире. Этот огромный объем представляет собой серьезную проблему, которая постоянно развивается и негативно влияет на глобальную окружающую среду. Многие страны, в том числе Малайзия, Китай, США и Великобритания, страдают от роста СО. Кроме того, быстрое развитие процесса строительства повлияло на образование СО и полигонов под давлением. Другими словами, СО является критической глобальной проблемой [1].

Переработка строительных отходов (ПСО) является эффективной стратегией, позволяющей избежать захоронения СW на свалках. ПСО является стратегией обращения с отходами, которая предпочтительнее и более целесообразна с экологической точки зрения, чем захоронение на свалках. Кроме того, ПСО преобразует СО в новые материалы для использования. Поэтому ПСО считается незаменимым при управлении строительными отходами. Многие считают, что продвижение ПСО имеет решающее значение для сокращения СО [2].

Специалисты разработали мероприятия по сокращению строительного мусора. Одним из вариантов является использование допущения вместо традиционного сноса зданий практики их сноса «деконструкцией», при которой сохраняются перекрытия, оконные и дверные коробки, кирпич, сантехнические элементы и т. д. При разработке проектной документации и при строительстве рекомендуется требовать от проектировщиков и подрядчиков подробного плана сокращения, повторного использования или переработки отходов [3].

В России строительные отходы также могут быть переработаны, что является приоритетом экологической политики страны. В качестве наилучших доступных технологий утилизации строительных отходов предусматривается, в частности, использование бетона, щебня, кирпича, песка, грунта при изготовлении щебеночной смеси, а также частич-

ное использование в качестве изоляционного материала на полигонах ТБО. твердые бытовые отходы. Так же можно использовать для отсыпки котлованов и временных дорог, изготовление металлоконструкций, кровельных материалов. Остальные компоненты строительных отходов, являющиеся вторичным сырьем, подлежат сдаче на перерабатывающие предприятия. Пластиковые отходы сортируются по типу, состоянию, загрязнению [4]. Отсортированный материал подвергается предварительному дроблению, после чего повторно сортируется, промывается и высушивается. Подготовленное сырье перерабатывают в термических установках до образования расплава однородной консистенции. Основная сложность этого метода заключается в необходимости предварительной сортировки, разделения и очистки пластиковых отходов. Метод гидролиза заключается в расщеплении отходов полимерных материалов водными растворами кислот под воздействием высокой температуры.

В дополнение к вышеупомянутым методам обращения с отходами на практике существует также метод сжигания. Таким образом, сжигание покрышек производится с целью получения энергии. Поскольку в процессе горения выделяются вредные вещества, в том числе канцерогенные, а также небольшое количество диоксинов, заводы по сжиганию шин должны быть оборудованы совершенной системой очистки выхлопных газов. На практике встречается пиролиз - метод термического разложения органической части отходов в отсутствие или недостатке кислорода, соответственно различают сухой и окислительный пиролиз. Это одно из перспективных направлений переработки ТБО с точки зрения как экологической безопасности, так и получения вторичных полезных продуктов.

Стоит отметить, что переработку мусора можно осуществлять непосредственно на самой строительной площадке. Для этого устанавливается специальное оборудование. Оно позволяет перерабатывать мусор в чистый фракционный продукт. Но данный метод имеет свои минусы. Во-первых, круглосуточное использование практически невозможно из сильного шума, если оно устанавливается в непосредственной близости к жилой зоне. Во-вторых, требуется соблюдение требований по экологической защите [5].

В последние годы в российской практике обращения с отходами происходят существенные изменения в рамках проекта «Чистая страна». Планируется построить пять крупных заводов по термической переработке твердых бытовых отходов – четыре в Московской области и один в Казани. Быстрое развитие тормозит наличие противоречий в российском законодательстве. Эксперты отметили, что новая редакция Федерального закона «Об отходах производства и потребления» значительно продвинула ситуацию по сближению с международными стандартами и декларациями. Современная инфраструктура утилизации

во многих регионах Российской Федерации развита недостаточно. По статистике около 90% существующих полигонов эксплуатируются с нарушениями природоохранного законодательства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Смикалин Н.С.* Утилизация и переработка строительного мусора // URL:<https://cvberleninka.ru/article/n/utilizatsiya-i-pererabotka-stroitelnoego-musora/viewer> (дата обращения 13.02.2023).
2. Современные способы утилизации строительных материалов // Молодежный научный форум: Естественные и медицинские науки: электр. сб. ст. по материалам XXXVIII студ. междунар. заочной науч.-практ. конф. М.: «МЦНО» – 2016. – № 9(37).
3. *Банникова А.С., Чепелева К.В., Пухова В.В.* Рециклинг в строительстве: проблемы и перспективы развития на территории восточной Сибири // Современные наукоемкие технологии. 2018. – № 10. – С. 14-21.
4. *Чулков В.О., Назиров Б.Э.* Рециклинг отходов строительства и сноса при реновации территорий и дорожных покрытий крупных городов // Отходы и ресурсы. – 2018. – Т. 5. – № 4.
5. Статья: Мосстроймусор. Переработка строительного сырья. <https://stroj-musor.moscow/stati/pererabotka-stroitelnoego-musora/>

*Студентка 3 курса 4 группы ИПГС Гришина А.П.,
Студентка 3 курса 4 группы ИПГС Петрова А.С.
Научный руководитель – проф., канд. техн. наук, доц. Б.В. Жадановский, ст. преп. Л.А. Пахомова*

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ ДЛЯ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ СПОРТИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ

В последнее время во всем мире, в том числе и в России, возводятся большое количество уникальных зданий и сооружений. Особое место в этом списке занимают спортивные комплексы, в частности стадионы. Они относятся к большепролетным сооружениям и требуют индивидуального подхода к строительству и инновационных организационно-технологических решений, поскольку нормативно-техническая база не обладает всеми необходимыми данными [1].

Рассмотрим более детально организационно-технологические решения возведения большепролетных спортивных сооружений на примере стадиона «Волгоград Арена».

Спортивный комплекс «Волгоград Арена» вмещает до 45 тыс. зрителей и является самым большим по площади покрытия стадионам в России. Проект стадиона разработал проектный институт «Арена» (руководитель – Дмитрий Буш).

Главной архитектурно-конструктивной особенностью стадиона является уникальная вантовая кровля, выполненная по схеме «велосипедного колеса» из стальных тросов (вант), которые расходятся от центра крыши (рис. 1). Такое решение кровли позволило снизить металлоемкость при возведении спорткомплекса [2].

Поскольку стадион «Волгоград Арена» является уникальным, то для него были разработаны специальные технические условия и особый проект производства работ. Первым этапом спортивного сооружения были подготовительные работы: проводились мероприятия по демонтажу и утилизации строительных конструкций ранее существовавшего на месте строительства стадиона «Центральный» и устранение старых инженерных сетей. Вторым этапом являлись работы по устройству котлована и фундаментной плиты. После этого были произведены монолитные работы – возведены несущие конструкции и трибуны. Третий этап строительства – монтажные работы. На этой стадии с помощью BIM-технологий после оценки всех нагрузок и особенностей строительной площадки (отсутствие барьеров и значительные размеры сво-



Рис.1. Макет спортивного комплекса «Волгоград Арена»

бодного пространства) была определена наиболее удачная последовательность монтажа конструкций.

В первую очередь были смонтированы фасадные конструкции в виде металлической решетки, спроектированной по принципу гиперболоида Шухова. После этого собранные на нулевой отметке внутри спорткомплекса ванты установили в проектное положение без опор с помощью современных тросов – прочных стальных канатов. Такая система, называемая biglift («большой подъем»), позволила поднять крышу без использования дополнительных громоздких конструкций, как это было раньше (например, стадион в Ростове-на-Дону). Подъем проводился в несколько этапов. Сначала монтажники подняли на 27 метров верхний ярус вант, после чего установили консоли, к которым прикрепили нижний ярус. Натяжение нижнего яруса привело к подъему металлической конструкции на проектную высоту. Впоследствии строители закрепили конструкции в проектное положение и смонтировали мембранное кровельное покрытие.

В процессе строительства произошла смена материала покрытия с поликарбоната на ЭТФЭ-мембрану, в результате чего пришлось выполнять перерасчет нагрузок. Для плоской кровли расчет выполняли только на вертикальные нагрузки, но за счет формы оболочки появилась двойная кривизна, повлекшая за собой появление горизонтальных нагрузок. Для того, чтобы уже установленные плоские конструкции кровли смогли выдержать новые нагрузки, были разработаны специальные арки с затяжками. Арки крепились к прогонам, и все они были выполнены по индивидуальному расчету.

Стоит отметить, что впервые в истории строительства подконструкции для ЭТФЭ-мембраны были смонтированы с помощью вертолета ввиду сжатых сроков и необходимости переходить к следующим работам. Строповку конструкций осуществляли с помощью внешних подвесок и комплекта монтажных стропов. Руководитель полета с помощью монтажников производил грубое наведение монтируемых подконструкций в зону монтажного соединения. Точную установку обеспечивали фиксирующие направляющие и «ловители», закрепленные на указанных соединениях. Расстроповку производили по команде руководителя полетов, после получения им от руководителя монтажа информации о правильности и надежности установки конструкций.

Заключительный этап включал в себя прокладку инженерных сетей и отделочные работы.

На рис.2 приведена блок-схема организации строительства стадиона. Такой подход может обеспечить возведение большепролетных спортивных сооружений с вантовой кровлей в кратчайшие сроки. Оптимизировать строительный процесс удалось в том числе благодаря широкому применению BIM-технологий, в частности программы Maffeis.

За время строительства стадиона «Волгоград Арена» его общая сметная стоимость возросла на 3 млрд рублей от утвержденной ранее и составила 20,2 млрд рублей. В настоящее время применение вантовых покрытий на спортивных сооружениях несколько удорожает строительство, но при этом упрощает его организацию и позволяет воплощать в жизнь интересные архитектурные решения.

Основываясь на анализе организационно-технологического решения возведения стадиона «Волгоград Арена», можно сделать вывод, что накопленный научный и проектный потенциал позволяет России развиваться в области организации и технологии строительства большепролетных спортивных сооружений. А применение рассмотренной блок-схемы производства работ дает возможность производить возведение в кратчайшие сроки.

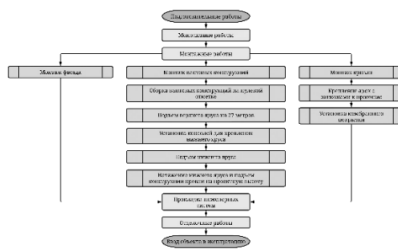


Рис.2. Блок-схема последовательности возведения спортивного сооружения

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дикман Л.Г. Организация строительного производства // Учебник для строительных вузов / М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. – С. 608.
2. Буш, Д. Стадион для проведения игр Чемпионата мира по футболу – 2018 в Волгограде // Проект Байкал. – 2017. – №51. – С. 66 -67.
3. Олейник П.П. Основы организации и управления в строительстве // Учебник. Изд. 2-е, перераб. – М.: Издательство АСВ, 2016. – С. 254.
4. Теличенко В.И., Терентьев О.М., Липидус А.А. Технология возведения зданий и сооружений // Учеб. для строит. вузов – 4-е изд., стер. – М.: Высш. Шк., 2008. – С.446.
5. Болгов В.А., Горохов А.Ю., Юргайтис А.Ю. Опыт монтажа вантовых покрытий спортивных объектов // В сборнике: Современные методы организации и управления строительством. Сборник статей молодых ученых, аспирантов, молодых специалистов, студентов. – 2020. – С. 88-91.

ОРГАНИЗАЦИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ НА ЭТАПЕ ОТДЕЛОЧНЫХ РАБОТ

Отделочные работы являются неотъемлемой частью и завершающим этапом процесса строительства современных зданий и сооружений, качество их выполнения формирует внешний и внутренний облики объектов и непосредственно влияет на комфорт при использовании. При небольшой, относительно основных строительно-монтажных работ, стоимости, отделочные работы занимают продолжительный период, а также подразумевают наибольший процент использования ручного труда из-за невозможности механизации технологических процессов и большого разнообразия материалов и изделий, требующих для применения определенных условий, что повышает общую трудоёмкость работ.

Существуют различные уровни отделки от «White box» или предчистой, когда строительство завершается устройством всех коммуникаций, выполнением черновых работ и установкой дверей и остекления, до отделки под ключ или «fit-out», когда проводятся все чистовые работы, монтаж оборудования и оснащение мебелью [1].



а



б

Рис. 1 Виды отделочных работ

- а) «Предчистовая» отделка класса (white box
- б)) Отделка класса «под ключ» (fit-out)

Отделочные работы укрупненно можно разделить на два основных этапа - черновые и чистовые. К черновым работам относится возведение перегородок, прокладка инженерных коммуникаций, выравнивание и подготовка поверхностей к чистовой отделке. На данном этапе характерно наличие большого числа мокрых и грязных процессов, что усложняет их совмещение с работами по устройству чистовой отделки и установки оборудования [2]. Для предотвращения повреждения готовых поверхностей и финишных материалов необходимо обеспечивать правильную последовательность производства работ и исключать проведение грязных работ в зонах с законченными чистовыми работами.

Сложность организации производства отделочных работ обуславливается разнообразием проводимых работ, а также высокими требованиями к технологиям применения материалов, необходимостью формирования на строительной площадке определённого микроклимата, соблюдением необходимых технологических перерывов для высыхания и твердения поверхностей. Из-за высокой трудоемкости и большой доли ручного труда к производству зачастую привлекается большое количество специализированных строительных организаций, которые могут выступать как в роли субподрядчиков, так и генеральных подрядчиков и иметь договор напрямую с заказчиком. Стремление к совмещению работ также усложняет процесс организации и часто приводит к возникновению сложностей, связанных с проведением монтажа технологического оборудования и одновременного производства общестроительных работ [3]. Так, параллельное выполнение работ по устройству инженерных систем и общестроительных отделочных работ способствует появлению случаев нарушения последовательности возведения конструкций и устройству отделки до прокладки всех предусмотренных проектом инженерных систем. Это приводит к необходимости демонтажа и обратного монтажа части смонтированных конструкций с целью завершения работ в необходимом технологическом порядке с учетом монтажа инженерных систем. .

Для предотвращения ошибок во взаимодействии участвующих в строительстве компаний, необходимо проведение совещаний с представителями строительных организаций, строительного контроля, структуры заказчика, а также ведение протоколов совещаний, в которых фиксируются результаты проведенных обсуждений. также формирование заказчиком и строительным контролем общего графика производства работ, отражающем деятельность всех участников строительства [4].

До закупки проектных позиций или выбранных аналогов, осуществляется их утверждение всеми участниками проекта, для этого составляются документы, имеющие название «MAF» от англ. - material approval form (рус. – форма подтверждения материалов) в которых отражаются технические характеристики, внешний вид, а также материалы, подтверждающие соответствие необходимым стандартам, отказные письма, сертификаты соответствия и технические регламенты. После согласования документов всеми участниками проекта, каждый из них сохраняет у себя копию, которая в дальнейшем прикладывается при сдаче выполненных работ [5].

Основной задачей технического заказчика при проведении отделочных работ, является недопущение удорожания проекта и увеличения сроков строительства при сохранении изначального замысла и соблюдении изначальных проектных решений. Его представители принимают участие в согласовании и утверждении материалов, изделий, произво-

дят контроль за качеством и правильностью их применения. В виду большого разнообразия материалов, зачастую возникают ситуации, вынуждающие применять альтернативы проектным решениям, это может обуславливаться невозможностью поставки, прекращением производства конкретных моделей, а также окончанием сертификации конкретных позиций. Выбор и согласование замен приводит к увеличению сроков строительства и отражается на общей сметной стоимости [6].

Еще одной особенностью организации отделочных работ является непосредственное взаимодействие всех участников с управляющей компанией, которая участвует в согласовании и принятии организационных и технологических решений, предъявляет свои требования к процессу и качеству выполнения работ.

Таким образом, отделочные работы являются наиболее сложным и трудоемким этапом строительства любого здания и сооружения. Разнообразие применяемых материалов и изделий, а также большое количество участников строительства и сложность их взаимодействия приводит к необходимости разработки и применения индивидуальных организационных методов и решений для каждого проекта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Дикман Л.Г.* Организация строительного производства. – АСВ. – 2006.
2. *Бочкарева Т.М., Захаров А.В., Пономарев А.Б.* Классические и новые технологии устройства отделочных покрытий – ПГСУ – 2007.
3. *Долгих А.И.* Отделочные работы – Научная книга – 2013.
4. *Федонов Р.А.* Основы технологии отделочных строительных работ – 2023.
5. *Онищенко А.Г.* Отделочные работы в строительстве. Высшая школа. – 1989.
6. *Широкова Л.А.* Технология и организация строительных отделочных работ. АВС. – 2014.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УЧАСТНИКОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

Системы взаимодействия участников строительства (СВУЗ) – В современных реалиях работа Инвестиционно-строительного процесса (ИСП) напрямую зависит от четкой и слаженной коммуникации и взаимодействия участников ИСП: заказчиков, инвесторов, строительных, проектных, подрядных организаций. (рис. 1). Для успешного завершения работы необходимо обеспечить эффективное взаимодействие всех участников строительства. В этой связи наибольшую актуальность имеет идея улучшения существующих систем взаимодействия.

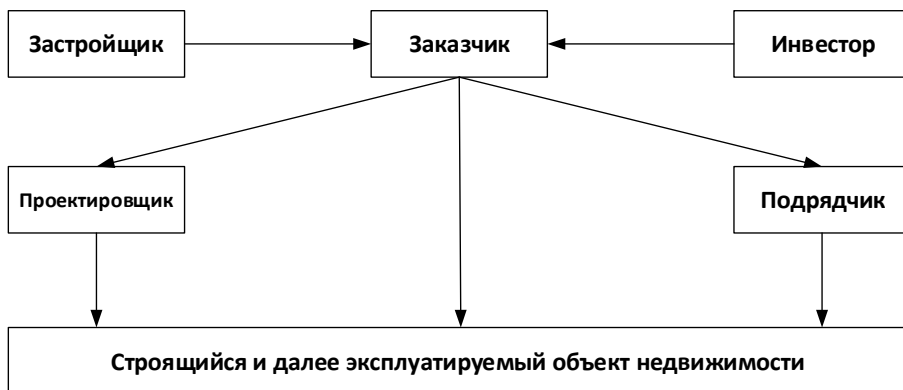


Рис.1. Структура взаимодействий между участниками Инвестиционно-Строительного процесса

Рациональное и эффективное сотрудничество между всеми участниками строительства может принести много положительных эффектов, в первую очередь связанных с экономией ресурсов и времени.

Чтобы достичь максимального эффекта от взаимодействия участников строительства, необходимо создать простую и доступную систему взаимодействия. Такая система должна быть в состоянии обеспечить постоянное и прямое взаимодействие между всеми участниками процесса строительства. Инструменты, используемые для реализации такой системы взаимодействия, должны быть достаточно гибкими, чтобы поддерживать масштабируемость в соответствии с поставленными целями.

В структуре информационного взаимодействия ИСП процесс обмена информацией происходит опосредованно, с применением цифровых облачных технологий. В строительной сфере деятельности цифровую среду обмена принято называть «Информационно-проектировочная среда».

Информационно-проектировочная сфера создает совокупность целенаправленно создаваемых условий взаимодействия всех участников процесса проектирования, обеспечивающих при помощи облачных технологий, информационную поддержку и управление проектированием, информирование всех участников процесса проектирования.

Наиболее распространённым примером информационно-проектировочной среды являются BIM технологии. Building Information Modeling (BIM) технологии представляют собой инновационный подход к созданию и управлению сложными проектами строительства. BIM технологии позволяют создавать проекты строительства путем интеграции всех этапов строительства, включая проектирование, производство, управление и планирование.

Для процесса строительства BIM-технологии предлагают множество преимуществ. Они включают в себя простоту использования, более эффективное планирование и оптимизацию процесса строительства, более точное оценивание и документирование процесса, а также повышение качества строительства.

Основными инструментами BIM являются модели 3D, позволяющие визуализировать проект и предоставляющие более подробную информацию о проекте. Эти модели предоставляют возможность анализировать и давать отчеты о различных аспектах проекта, таких как функциональность, производительность и стоимость строительства.

Также благодаря BIM-технологиям обеспечивается более безопасная рабочая среда. С помощью этих технологий можно создавать виртуальные модели рабочего места для исследования и изучения возможных опасностей и рисков при проектировании рабочих процессов и устройств.

В целом, использование BIM-технологий позволяет проектам строительства быть более эффективными, безопасными и экономичными.

Помимо развития и внедрения BIM-технологий в России происходит разработка собственного ПО. Отечественные BIM-продукты имеют множество преимуществ по сравнению с аналогами зарубежного производства. В частности, они позволяют максимально эффективно использовать данные и информацию, накапливаемую в процессе работы, что позволяет сократить время и ресурсы, затрачиваемые на проектирование и строительство. При этом, российские продукты отличаются низкой стоимостью и простотой в освоении, что делает их доступными для большинства категорий пользователей.

Применение BIM-технологий на протяжении многих лет стало неотъемлемой частью Российской строительной отрасли. Технологии сделали процесс строительства более эффективным, безопасным и предоставили заказчикам больше возможностей для построения лучших проектов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Миронова Л.И.* Взаимодействие участников процесса проектирования строительных объектов на базе облачной информационно-проектировочной среды / Л.И. Миронова, А.Д. Вилисова // Сборник научных трудов II научно-практической конференции «Информационная безопасность личности субъектов образовательного процесса в цифровой информационно-образовательной среде», 23 декабря 2020 года. – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2021. – С. 306–317.

2. Технология BIM: единая модель и связанные с этим заблуждения. Интернет-портал: Комплекс градостроительной политики и строительства города Москвы. Ссылка на источник: https://stroi.mos.ru/builder_science/tiekhnologhiia-bim-iedinaia-modiel-i-sviazannye-s-etim-zabluzhdeniia.

3. *Пьянзина, Т.А.* Облачные технологии: становление и развитие [Электронный ресурс] // Огарев-online. – 2017. – № 2. – <http://journal.mrsu.ru/arts/oblachnye-texnologii-stanovlenie-i-razvitie>.

4. Цифровая архитектура, или BIM-моделирование в строительстве. Интернет портал: Официальный сайт Мэра Москвы. Ссылка на источник <https://www.mos.ru/news/item/68340073/>

5. «В Правительстве подписаны соглашения о сотрудничестве по «дорожным картам» высокотехнологичных направлений» Интернет портал: Правительство России. Ссылка на источник: <http://government.ru/news/47466/>.

Студентка 3 курса 82 группы ИАГ Карпова Д.Д.

Студентка 3 курса 81 группы ИАГ Приходько А.Ю.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, Я.В. Шестерикова

ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ BIM ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Проблема инновационного метода во всех областях проектирования является весьма важной для всего строительного производства. В настоящее время в достаточной степени изменились технологические способности и ресурсы проектных организаций, что определяется большим использованием прогрессивных проектных решений на основе передового программного обеспечения. В современном положении для наиболее успешного и результативного воплощения проекта требуется широкое применение информационных технологий.

Именно поэтому, для того чтобы возместить эти потребности, применяется BIM (англ. Building Information Modeling) технология. Моделирование с помощью BIM технологий – это современный подход к проектированию, строительству и эксплуатации. BIM позволяет интегрировать разнообразные программные продукты и инструменты, что дает возможность проводить моделирование значительно дешевле, упрощает процессы визуализации будущего объекта. Данная технология является достаточно новой в сфере строительства, в результате чего возникает большое количество противоречий, связанных с ее внедрением и применением в процесс проектирования. Поэтому, одной из главных задач современного строительства является понимание важности BIM технологий и решение проблем, связанных с развитием информационного моделирования.

Если говорить о работе со зданием во время его жизненного цикла, тогда в этом случае информационной моделью здания является определенная база данных об этом здании, контроль над которой осуществляется с помощью соответствующей компьютерной программы (или совокупности этих программ) [1].

Полученная информация предназначена и может быть использована для:

- принятия определенных проектных решений,
- расчета различных видов узлов, а также компонентов здания,
- прогнозирования эксплуатационных свойств объекта,
- создания рабочей, проектной и иной документации,
- осуществления смет и строительных планов,
- заказа и изготовления материалов и оборудования,
- контроля за возведением объекта,

- управления эксплуатацией в течение всего жизненного цикла здания,
- управления зданием как объектом коммерческой деятельности, проектирования и управления реконструкцией или ремонтом здания и т.п.



Рис. 1. Технология информационного моделирования зданий

BIM – это один из многообещающих подходов к строительству, который позволяет разрабатывать наиболее точные виртуальные модели зданий и сооружений для упрощения мероприятий по строительству, проектированию и производству, с помощью которых и осуществляется процесс строительства объекта.

Разумеется, BIM не является совершенно проработанным методом в строительстве и, несмотря на все очевидные преимущества, эта технология все же имеет свои минусы, которые препятствуют активному внедрению BIM в отрасль строительства [2].

Главными проблемами, при укоренении BIM-технологий в России в производственный процесс являются:

- в 2022г. с российского рынка ушли некоторые поставщики специализированного ПО по информационному моделированию (из-за чего реализация и развитие применения BIM было приостановлено) [3];
- сложная экономическая ситуация, а также низкая готовность регионов к переходу на информационное моделирование (такие технологии предполагают большие затраты и вложения; для эффективности применения информационного моделирования требуется соответствующее программное обеспечение; играет важную роль подготовка квалифицированных кадров и создание необходимой материальной базы);
- отсутствие единых стандартов «языка» BIM (внедрение BIM на государственном уровне сформирует создание некоторой государственной платформы, в которую будут поступать BIM-проекты от застройщиков, в результате чего возникнет проблема интеграции. Дело в том, что многие строительные компании используют свое программное обеспечение и у всех оно разное. Это и приводит к большой вероятно-

сти того, что информация будет «не читаема» из-за отсутствия единых стандартов и единого «языка») [4].

В результате, можно сделать вывод: переход на технологию информационного моделирования должным образом изменит способ проектирования, строительства и эксплуатации здания. Повсеместное использование BIM приведет к улучшению рентабельности и сокращению затрат времени. Но внедрение BIM в российском строительстве происходит очень медленно, поскольку отрасль не спеша движется к цифровизации процессов [5], возможно это сейчас главнее, чем внедрение BIM. Строительным компаниям не помешал бы налаженный цифровой документооборот, ведь они до сих пор сталкиваются с многочисленным объемом бумажной документации по каждому из объектов строительства.

Настоящее внедрение BIM технологий начнет реализовываться, когда государство сможет предоставить инвестиционную модель, инструменты и сервис, которые будут понятны застройщикам разного уровня. Поэтому, приблизить полное внедрение BIM возможно, цифровизируя свои рабочие процессы, применяя цифровые решения, которые повысят эффективность работы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Колчин В.Н.* Применение BIM-технологий в строительстве и проектировании. //Иновации и инвестиции. – 2019. – №2. – С.2;
2. Использование BIM-технологий в современном строительстве / *О. В. Лустина, Н. А. Бикбаева, А. М. Купчиков.* — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2016. — № 15 (119). — С. 187-190.
3. Постановление РФ №962 (от 27.05.2022) «О внесении изменений в постановление Правительства РФ от 15.09.2020 №1431»;
4. PlanRadar: BIM технологии: новый стандарт строительства //BIM-технологии в строительстве – 2023.
5. *Борисова Л.А., Абидов М.Х.* Проблемы цифровизации строительной отрасли// Цифровые модели управления предприятием. – 2019.

МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОДБОРА КОМПЛЕКТА МАШИН ДЛЯ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

Вопрос оптимального научного сопровождения комплекта машин для земляных работ в момент их сравнения по технико-экономическим характеристикам в рамках определенной конструкции земляного сооружения является очень актуальной задачей. Термин «научное сопровождение» следует понимать, как совокупность технико-экономического анализа и построенного на его основе дальнейшего подбора оптимальных машин из парка машин, подходящих для входных данных рассматриваемых земляных работ [1].

Подбор строительных машин предлагается делать по определенным параметрам, а именно мощность машины, ее масса, размеры, а также размеры рабочего органа. Данные характеристики, полученные от производителя, вместе с входными данными интересующего нас объекта разработки, позволяют найти производительности машин, по которым получают удельные и обобщенные показатели материалоемкости и энергоёмкости, стоимость работы машины и общую стоимость выполнения земляных работ. В качестве методики расчета выбран метод перебора, включающий большое количество критериев оценки по технико-экономическим показателям рабочих машин. Данную модель возможно применить при любой форме использования машины. Заявленный алгоритм оптимально подбирает как машину для покупки, так и для различных форм аренды.

Перебор базы машин и выбор оптимальных вариантов идет по таким параметрам, как эффективность, скорость и объем земляных работ, дальность транспортировки грунта, производительность рабочего органа, сложность производства работ, климатические, геологические и гидрогеологические условия [2].

Базируясь на математической модели и алгоритме работы с ней, разработана автоматизированная система оптимального подбора машин для земляных работ на примере бульдозеров, скреперов, автогрейдеров и экскаваторов. В качестве входных данных, описывающих объект производства работ, рассматривается проект производства работ. Предложенная система помощи в подборе эффективно себя показывает на этапе разработки проекта производства работ (ППР) и проекта организации строительства (ПОС).

В основу систематизированной модели заложены определенные положения:

- следует стремиться минимизировать количество участвующих

в процессе машин, при этом каждая из них должна максимально подходить под конкретную рабочую задачу в данных условиях;

- производительность, темп и организация работ всего комплекта определяется ведущей машиной;
- обязательна непрерывность транспортировки грунта от места его разработки до места его отсыпки;
- каждая входящая в комплект машина обеспечивает максимальную эффективность работы ведущей машины [3-5].

Оптимальный подбор построен на основе алгоритма, определяющего последовательность и необходимость операций с целью конечного решения вопроса подбора (рис. 1).

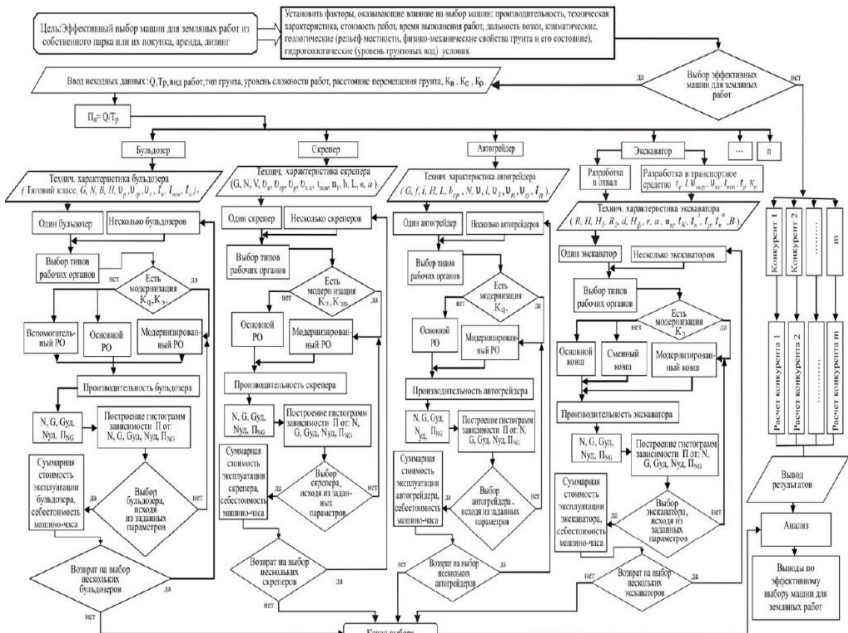


Рис. 1. Алгоритм подбора комплекта машин для земляных работ.

Далее приведен расчет количества потребных единиц транспорта, работающих в паре с экскаватором:

$$N_T = \frac{P_э}{P_T},$$

где $P_э$ – производительность ведущей машины, м³/час;

P_T – производительность автосамосвала, т/час.

Рассчитаем стоимость эксплуатации машины:

$$C_э = N \times \frac{C_p}{M_p} \text{ руб.},$$

где N – мощность машины, кВт;

Сп – общая стоимость эксплуатации машин для разработки 1000м³.

Мп – ближайшая мощность машины при расчете Сэ.

Расчеты и итоговая аналитическая выборка наиболее подходящих машин получены с использованием программы АВК-5. Представленная математическая модель эффективна и интересна как с точки зрения разработки структурированного решения по подбору комплекта машин, так и с точки зрения использования программной составляющей расчета, позволяющей увеличить скорость расчета и минимизировать вероятность ошибки.

Таким образом, разработанный алгоритм, позволяющий с учетом комплексной оценки конкретной ситуации заложить исходные данные в основу компьютерного моделирования возможных ситуаций с последующим анализом, станет основой для разработки решения по получению оптимального комплекта машин для земляных работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Хмара Л.А., Кононов С.И.* Научное сопровождение машин для земельных работ на этапе их выбора //Вісник ПДАБА.2010. №7(148). – С.53-63.

2. *Б.А. Абушаев* Модель вариантного технологического проектирования устройства котлована // Инженерный Вестник Дона. – 2020 – №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2020/6354

3. *Хмара Л.А., Кононов С.И.* Выбор машин для земляных работ по техническим, экономическим и эксплуатационным параметрам // Вісник ПДАБА. –2009. №6-7 (137). – С.5-10.

4. *Кириченко М.О.* Сравнение технологических комплексов производства земляных работ при устройстве котлована// Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры НИУ МГСУ ч.3 – С. 833

5. *Баловнев В. И.* Повышения производительности машин для земляных работ / *Баловнев В. И., Хмара Л.А.* – К.: Будивэльник, 1988. – С. 152.

Студент магистратуры 2 года обучения 21 группы ИПГСм **Коблюк Д.А.**

Научный руководитель—доц., канд. техн. наук, доц. **Т.К. Кузьмина**

ОСНОВНЫЕ УЧАСТНИКИ СТРОИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Система строительного контроля – сложнорегулируемая структура, имеющая множество участников, объединенных единой целью – получение наиболее качественного продукта строительного производства [1].

Для слаженной работы и оперативного взаимодействия участников системы строительного контроля существуют постановление правительства РФ № 468, статья 53 Градостроительного кодекса РФ и СП 246.135800.2016 [3].

Рассмотрим структуру взаимодействия между основными участниками строительства, представленную на рис. 1.

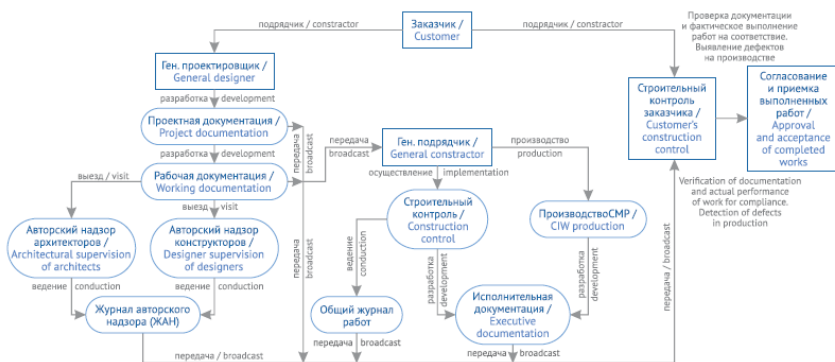


Рис.1 Схема взаимодействия основных участников строительного контроля при выполнении строительно-монтажных работ [2].

В данной схеме основными участниками строительного контроля являются: *Генеральный Проектировщик; Генеральный подрядчик; Строительный контроль заказчика или Представители Технадзора* [2];

Как видно по схеме представленной на рис. 1, итогом взаимодействия основных участников системы строительного контроля на этапе производства строительно-монтажных работ является согласование и приемка выполненных работ [2]. Однако, нередко при проведении строительного контроля выявляются *дефекты продуктов строительного производства*, которые препятствуют дальнейшему проведению работ [4]. В таком случае, производится выдача замечаний, которые в свою очередь должны быть оперативно сняты участниками системы строительного контроля. На рис.2 представлена схема, наглядно пока-

зывающая порядок действий, которого, в большинстве случаев, придерживаются участники системы строительного контроля для устранения дефектов.

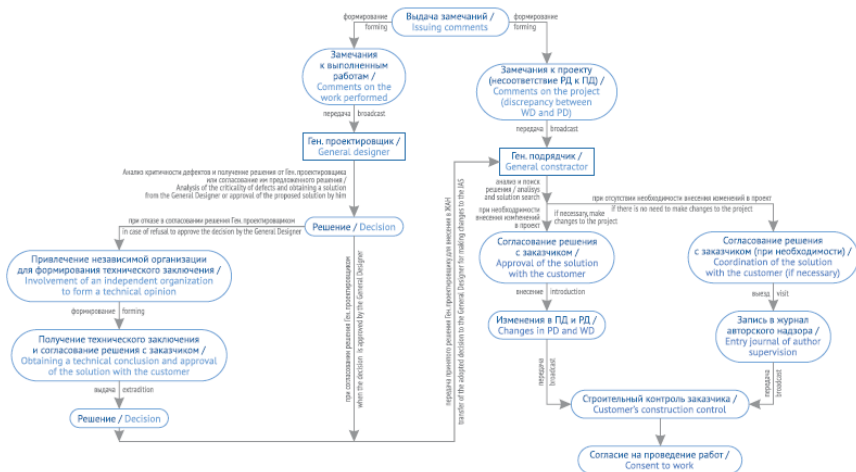


Рис.2 Схема взаимодействия участников строительного контроля при выявлении дефектов строительного производства [2].

По сложности данной структуры и обильности в ней задач и операций, требуемых для снятия замечаний к строительному производству, становится очевидно, что все они требуют много бюрократических действий и вовлечения большого числа лиц, так или иначе участвующих в строительном производстве [5].

Учитывая то, что дефекты строительного производства — это результат непредвиденных обстоятельств, время на их устранение должно быть минимизировано, то есть, исходя из схемы на рис. 2, взаимодействие участников системы строительного контроля должно быть максимально удобным, оперативным и качественным [6].

Данная проблема требует более тщательной проработки и нуждается в более глубоком анализе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Овчинников А.Н., Латидус А.А. Повышение (оптимизация) эффективности деятельности организационно-управленческой структуры заказчика при реализации целей и задач инвестиционно-строительного проекта. Строительное производство. 2021. – № 3. – С. 2-8.
2. Кузьмина Т.К., Бабушкина Д.Д., Волков Р.В., Коблюк Д.А. Усовершенствование системы строительного контроля при производстве строительного-монтажных работ. Строительное производство. – 2022. – №4. – С. 24-29.

3. Олейник П.П., Улитина А.Д. Строительный контроль как стратегия повышения качества зданий и сооружений. Промышленное и гражданское строительство. 2020. – №4. – С. 22-27.

4. Кузьмина Т.К., Чередниченко Н.Д., Хобот Э.И., Кочеткова Л.И. Негативные последствия для застройщика (технического заказчика), возникающие в результате отклонений от проектных решений подрядными организациями в ходе строительства / БСТ: Бюллетень строительной техники. – 2018. – № 9 (1009). – С. 40-41.

5. Кузьмина Т.К., Синенко С.А. Основные формы реализации функций заказчика при организации и управлении масштабными инвестиционно-строительными проектами / Научное обозрение. – 2016. – № 7. – С. 222-226.

6. Олейник П.П., Большакова П.В. Некоторые особенности организационно-технологической подготовки строительства объекта техническим заказчиком (застройщиком). В сборнике: Приоритетные направления развития российской науки. Материалы VI всероссийской научно-практической конференции. Отв. редактор А.А. Зарайский. –2020. – С. 37-45.

ОБОСНОВАНИЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ВРЕМЕННЫХ ЗДАНИЙ НА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКЕ

Особенности расположения временных объектов строительной площадки, вызваны требованиями по обеспечению безопасности и эффективности строительного производства.

Устройство производственных территорий, их техническая эксплуатация должны соответствовать требованиям строительных норм и правил, национальных стандартов, санитарных, противопожарных, экологических и других действующих нормативных документов. Требования, извлеченные из документов, являются обоснованием для разработки решений по расположению временных сооружений [1,2].

Временные здания и сооружения – динамическая система, включающая различные объектные элементы - постоянные, мобильные и временные здания и сооружения, средства механизации, инженерные сети и т.д., необходимые для организации строительства (реконструкции, сноса) объекта.

Виды временных зданий по назначению:

- Производственные (асфальтобетонные установки, котельные, бойлерные, трансформаторные подстанции, гаражи);
- Складские (склады материалов и оборудования, навесы, кладовые);
- Административные (конторы управления строительством, конторы начальника участка, прораба, диспетчерские, проходные);
- Санитарно-бытовые (бытовки, сушилки, душевые, здравпункты, столовые, буфеты, туалеты);
- Общественные (общежития, магазины, бани, комнаты отдыха, клубы, спортивные сооружения);

Виды временных зданий по способу функционирования (по условиям их подключения к инженерным сетям строящегося предприятия или объекта):

- автономные;
- полуавтономные;
- неавтономные.

Виды временных зданий по конструктивным особенностям:

- неинвентарными (одноразового применения);
- инвентарными (многократного использования).

Размещение временных зданий на стройплощадке должно обеспечить безопасность работ и удобные подходы к рабочему месту, не ме-

шать основному строительству в течение всего периода строительного-монтажных работ.

В соответствии с СП 48.133330.2011 размещение на строительной площадке временной строительной инфраструктуры должно предусматривать:

- минимизацию объемов временного строительства за счет максимального использования постоянных зданий, дорог и сетей инженерно-технического обеспечения;
- максимальное использование мобильных (инвентарных) зданий и сооружений для создания нормальных производственных и бытовых условий для работающих;
- максимально возможную прокладку всех видов временных сетей инженерно-технического обеспечения по постоянным трассам;
- оптимизацию схем доставки материально-технических ресурсов с минимальным объемом перегрузочных работ.

В малоосвоенных районах, где есть дефицит предприятий строительной индустрии, существует потребность во временных зданиях производственного назначения. Эти здания не всегда целесообразно размещать на строительных площадках [3].

Как правило, производственно-складская зона размещается в непосредственной близости от объекта строительства. Выбор места размещения складов производится исходя из условий строительной площадки, удобства и безопасности подъезда к ним.

Открытые склады на строительной площадке располагают в зоне действия монтажного крана, обслуживающего объект строительства.

Навесы для хранения массовых и тяжелых грузов и оборудования необходимо размещать в зоне действия монтажного механизма, чтобы привести к минимуму объем перегрузочных работ.

Закрытые склады располагают рядом с подъездными путями. Для подъезда и разгрузки автотранспорта необходимо предусмотреть расширение дороги. Все склады должны отстоять от края дороги не менее чем на 0,5 м. Для удобства организации охраны склады должны располагаться объединённой группой [4,5].

Кладовые следует располагать у мест производства работ, желательно вблизи контор прораба и мастера.

Склады горючих, ядовитых, взрывоопасных и пылящих материалов должны располагаться с подветренной стороны по отношению к другим зданиям и сооружениям. Вышеуказанные склады не допускается располагать в непосредственной близости к открытым источникам огня или выброса искр.

Санитарно-бытовые и производственные, административные помещения и площадки для отдыха работников необходимо располагать за пределами опасных зон.

Бытовой городок на строительной площадке необходим для создания необходимых производственных и санитарно-бытовых условий работающим. Они не должны размещаться по близости от открытых траншей, котлованов, железнодорожных путей.

Санитарно-бытовые здания по возможности необходимо приближать к действующим коммуникациям. Это позволит снизить расходы на эксплуатацию. Также следует располагать их вблизи входов на строительную площадку, чтобы рабочие попадали в бытовки, минуя рабочую зону. По отношению к пылящим установкам и производствам, выделяющим пары и газы, бытовки должны находиться не менее чем в 50 м от них и с наветренной стороны.

Между зданиями необходимо оставлять достаточно места (около 2 м). Стыковать можно не более 10 зданий для обеспечения пожарной безопасности.

Укрытия от солнечной радиации и атмосферных осадков устанавливают непосредственно на рабочих местах или на расстоянии не более 75 м от них. Помещения для обогрева рабочих должны быть расположены на расстоянии не более 150 м от рабочих мест. Пункты питания должны быть удалены от туалетов и мусоросборников на расстояние не менее 25 м и не более 600 м от рабочих мест, медпункт надо располагать в одном блоке с бытовыми помещениями и не далее 800 м от рабочих мест. Расстояние от туалетов до наиболее удаленных мест внутри здания не должно превышать 100 м, до рабочих мест вне здания – 200 м.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 48.13330.2019 Организация строительства.
2. СТО НОСТРОЙ 2.33.52-2011 Организация строительной площадки.
3. СТО НОСТРОЙ 2.33.14-2011 Организация строительного производства. Общие положения
4. СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве Часть 1. Общие требования
5. Пособие по разработке проектов организации строительства крупных промышленных комплексов с применением узлового метода.
6. [Технический регламент «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»](#)
7. СП 4.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям.

ОРГАНИЗАЦИЯ СНОСА И ДЕМОНТАЖА ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Демонтаж (разборка) объекта - ликвидация здания (сооружения) путем разборки сборных и обрушения монолитных конструкций с предварительным демонтажем технических систем и элементов отделки [1].

Последовательность сноса и демонтажа промышленных зданий.

Подготовкой к работам по сносу здания являются мероприятия по его выведению из эксплуатации, основным этапом которых является обследование общего технического состояния конструкций и инженерных сетей здания. Результат технического обследования – исходные данные для разработки проекта организации работ (ПОР).

ПОР - это основной организационный документ, включающий в себя меры по обеспечению безопасности рабочих, окружающей среды и населения, а также метод сноса и порядок работ.

На основе вышеуказанных данных составляется проект производства работ (ППР), определяющий технологические процессы и ресурсы.

Также, до начала работ по сносу здания выполняется демонтаж технологического оборудования, инженерных сетей и контрольно-измерительных приборов.

Непосредственно сами работы по демонтажу промышленных зданий проводят в следующей последовательности:

- 1) Демонтаж трубопроводов и инженерных коммуникаций;
- 2) Разборка и демонтаж вертикальных (светопрозрачные конструкции, ворота и дверные заполнения, самонесущие наружные и внутренние стены) и горизонтальных (перекрытия и кровля) ограждающих конструкций;
- 3) Демонтаж лестниц, пандусов, рельсовых путей и шахт;
- 4) Разборка несущих вертикальных и горизонтальных конструкций;
- 5) Разборка подземных конструкций (тоннелей, фундаментов)

Основные требования по проведению демонтажа зданий:

- 1) Обеспечить прочность и устойчивость остающихся несущих конструкций и соединенных с ними элементов;
- 2) Не допускать обрушения конструкций при их откреплении [2,3].

Основные способы сноса зданий и сооружений

Механический – выполняется валка и обрушение конструкций здания шар-молотом или клин-молотом при помощи экскаватора. При этом, необходимо предварительно обозначить и установить временные

ограждения на границе опасной зоны работы экскаватора, а также оборудовать стекло кабины защитной сеткой.

Взрывной – с использованием взрывчатых веществ. Применяется для разрушения и дробления железобетонных и каменных элементов конструкций здания, как правило, на открытых участках.

Гидровзрывной – применяется, прежде всего, для раскалывания массивных железобетонных и каменных конструкций, а также резервуаров путем нагнетания воды под давлением в свободное пространство шпуров.

Термический – заключается в термической резке конструкций высокотемпературным газовым потоком или электрической дугой.

Электрогидравлический – принцип действия заключается в воздействии на конструкцию ударными волнами электрического заряда, возникающими в предварительно пробуренных шпурах. Данный способ отличается от взрывного отсутствием разлета осколков и, непосредственно, взрывной волны.

Способ гидроскалывания – применяется для разрушения железобетонных и каменных конструкций в стесненных условиях при помощи гидравлических скалывателей.

Особенности демонтажа промышленных зданий

Производственные здания промышленных объектов имеют, как правило, каркасную конструктивную схему из стальных или железобетонных элементов. Пространственная жесткость и устойчивость каркасной конструктивной схемы обеспечивается ядрами жесткости, дисками перекрытия (покрытия) и диафрагмами жесткости, расположенных в обеих направлениях.

В связи с этим, снос или демонтаж зданий должен выполняться таким образом, чтобы в процессе сноса всегда оставалась пространственно-устойчивая часть здания (секция). Поэтому демонтаж конструкций здания следует начинать в направлении от торцов и деформационного шва к связевым блокам или ядрам жесткости с обеих сторон. При необходимости предусматривается установка подпорных временных элементов, обеспечивающих необходимую устойчивость [4,5].

Конструкции связевых блоков разбираются в последнюю очередь.



а



б



в



г



д



е

Рис. 1. Способы демонтажа зданий и сооружений:

- а) механический, б) взрывной, в) гидровзрывной, г) термический,
д) электрогидравлический, е) способ гидроскальвания

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. *Кужин М.Ф., Алхамд А.* Особенности организации работ по сносу и демонтажу зданий в условиях реновации // *Материалы II Всероссийской научно-практической конференции.* Пермь. – 2021.
2. *Кужин М.Ф., Паришков А.И.* Изучение организационно-технологических особенностей строительного производства при сносе зданий в условиях реновации. // *Системные технологии.* – 2021. – №3 (40).
3. *Кужин М.Ф.* Методический подход к оптимизации организационно-технологических параметров строительного производства / *Строительное производство.* №2. – 2019. – С. 39-44.
4. *Кужин М.Ф., Галева Р.Г.* Организация и планирование строительного производства при возведении комплексов зданий и сооружений // *ИВД.* – 2021. – №5 (77).
5. *Кужин М.Ф., Мелехова О.Н.* Совершенствование организационно-технологического проектирования строительного производства // *Системные технологии.* – 2021. – №3 (40).

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Современный мир строительства – это огромное количество задач, которые требуют систематизации и оптимизации всех процессов. Для этого создается инвестиционно-строительный проект.

Рассмотрим понятие инвестиционного проекта. Инвестиционный проект – это обоснование экономической целесообразности, объема и сроков осуществления капитальных вложений, в том числе необходимая проектная документация, разработанная в соответствии с законодательством Российской Федерации, а также описание практических действий по осуществлению инвестиций [1]. Из этого понятия можно сделать вывод, что инвестиционно-строительный проект – это экономически обоснованное привлечение средств для строительства, капитально-ремонта или реконструкции.

В последние десятилетия управлением и организацией крупных строительных проектов занимаются девелоперы. Именно они реализуют весь проект от начала и до конца. Девелоперы занимаются изучением рынка недвижимости, привлекают инвестиции, контролируют получение разрешения на строительство, осуществляют контроль за ходом всех строительно-монтажных работ, следят за вводом объекта в эксплуатацию и в результате осуществляют его продажу или передачу в аренду. Итогом девелоперского проекта должно быть получение прибыли.

Для успешной реализации инвестиционно-строительного проекта заключаются договора с генеральным подрядчиком и генеральным проектировщиком, которые в свою очередь нанимают субподрядные организации. Ещё одним участником инвестиционно-строительного проекта может стать технический заказчик, который в последствии будет нести ответственность за заключение договоров на выполнение инженерных изысканий, контроль за ходом строительства, прием и утверждение исполнительной документации [2].

Рассмотрим функции участников инвестиционно-строительного проекта более детально.

Таблица 1

Участники инвестиционно-строительного проекта

Наименование	Функции
Инвестор	Осуществляет финансирование проекта
Заказчик, застройщик	Управление проектом. Застройщик реализует проект на земельном участке, который ему принадлежит
Технический заказчик	Выполняет предпроектную подготовку

	строительства, заключает договора от имени заказчика, утверждает проектную документацию, контролирует ход всех строительно-монтажных работ и участвует в вводе объекта в эксплуатацию
Генеральный подрядчик	Отвечает за выполнение всех строительно-монтажных работ
Генеральный проектировщик	Занимается разработкой проектно-сметной документации и осуществляет авторский надзор во время строительства
Поставщики	Обеспечивают поставку оборудования и материалов
Банк	Осуществляет кредитование

Эффективное взаимодействие всех участников проекта координирует девелопер. Из этого следует, что он несет наибольшую ответственность за успешную реализацию объекта. Так как девелопер является ведущим звеном в развитии проекта, то он отвечает за: результативное применение средств инвесторов; возврат кредитов банкам; качество проекта, которое он гарантирует государственным органам; своевременное финансирование строительно-монтажных работ подрядчикам; надежность объекта, которую он должен обеспечить потребителям [3].

Прибыль от объекта инвестирования увеличивается благодаря:

- Правильно выбранной концепции застройки земельного участка
- Уменьшению времени на строительство объекта
- Сокращению затрат
- Оптимальному выбору схемы финансирования

Всё это показывает хорошую результативность девелоперской деятельности в системе управления инвестиционно-строительными проектами [4].

Чтобы реализовать все поставленные задачи девелоперы активно используют цифровую информационную модель BIM – технология в сфере проектирования зданий, основанная на идее конструирования виртуальной 3D-модели здания из готовых компонентов, соответствующих элементам здания, каждый из которых наполнен информацией, описывающей геометрические и иные характеристики этого элемента. Благодаря этому можно извлечь информацию из модели в виде спецификаций, ведомостей объемов работ или в виде марок на чертежах [5]. При этом снижаются сроки проверки проектной документации, снижается количество изменений в процессе работы, увеличивается точность рассчитываемого бюджета, предоставленные объемы работ становятся более точными.

Таким образом, управлением инвестиционно-строительным проектом в современных условиях занимает девелопер. Благодаря его участию в реализации проекта происходит:

- Сокращение сроков строительства
- Сокращение трудоемкости
- Увеличение прибыли от реализации проекта

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Мишланова М.Ю.* Управление стоимостью инвестиционно-строительных проектов. Монография. М.: МИСИ-МГСУ, ЭБС АСВ. – 2020. – С. 19.
2. *Синенко С.А., Дорошин И.Н. Гнатусь М.А.* Совершенствование подготовки исполнительной документации по возведению зданий и сооружений в современных условиях // Инженерный вестник Дона. – № 2. – 2020 г.
3. *Соболева Е.А., Канхва В.С.* Развитие современного девелопмента в современных условиях. Монография. М.: МГСУ, ЭБС АСВ. – 2016. – С. 15.
4. *Солунский А.И., Орлов А.К., Куракова О.А.* Девелопмент в коммерческой недвижимости. Учебное пособие. М.: МГСУ. ЭБС АСВ. – 2016. – С. 9.
5. *Суркова Л.Е.* Технологии информационного моделирования зданий в инвестиционно-строительной деятельности. Учебно-методическое пособие. М.: МИСИ-МГСУ. ЭБС АСВ. – 2021. – С. 5-6.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИИ В ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Искусственный интеллект – технология, созданная для имитации человеческого интеллекта, запрограммированная думать и обучаться, как человек; она способна выполнять задачи, для которых обычно требуется человек, такие как распознавание речи, принятие решений и решение поставленных задач. Наиболее распространенная и наиболее широкая классификация ИИ – деление его на узкий (ограниченный для выполнения специализированных задач) и широкий (для выполнения разнообразных задач), однако также ИИ может разделяться по типу обучения и работы. Цель данной статьи – показать возможные области и способы применения ИИ в организации строительства.

В сравнении с людьми преимущества искусственного интеллекта заключаются в его способности обрабатывать большие объемы данных значительно быстрее человека; способности не уставать, не отвлекаться и не ошибаться при длительном выполнении однообразных задач; способность выполнять задачи, основываясь только на предоставленных данных, исключая личное мнение и способность запоминать большой объем информации практически мгновенно и без искажений. Эти преимущества делают искусственный интеллект незаменимым инструментом, способным повысить эффективность и оптимизировать работу как отдельных людей, так и целых компаний и государств [1,2,3].

Однако широкое использование искусственного интеллекта неизбежно влечет за собой и негативные последствия, включающие в себя, но не ограничивающиеся дороговизной использования, исключением большого числа людей самых разнообразных профессий из экономики, заменяя их на рабочих местах, уменьшению зарплат, увеличению неравномерности распределения доходов и пользы от использования и т.д.

Однако на данный момент искусственный интеллект, например, не может заменить людей в профессиях, требующих творческого подхода либо непосредственной работы с людьми. ИИ также не защищен от предвзятости в случае использования предвзятой информации при обучении. К тому же, исходя из дороговизны использования, неясной остается перспектива полноценного использования ИИ малым и средним бизнесом, что может привести к дальнейшему усилению крупнейших компаний рынка. Это и много другое указывает на то, что положительные и негативные последствия использования ИИ еще только предстоит полноценно определить.

Однако уже сейчас искусственный интеллект находит множество применений в самых разнообразных сферах, в том числе и в строительстве. ИИ может использоваться для мониторинга состояния объектов и сооружений и предсказания, когда им потребуется ремонт; ИИ способен осуществлять приемку стройматериалов, оценивать их качество и наличие или отсутствие дефектов. Использование на стройплощадке систем наблюдения на основе ИИ позволит контролировать соблюдение норм техники безопасности. Искусственный интеллект, учитывая всевозможные факторы, может участвовать в процессе организации строительства, распределяя людские ресурсы и материалы максимально эффективно, а также помогать проектировщикам, используя данные по уже возведенным зданиям и сооружениям и результатам компьютерных симуляций для предложения изменений в проекте [4].

Уже существуют достойные внимания примеры использования ИИ в строительстве. Например, *ALICE Technologies*, американская компания, предоставляет набор базированных на ИИ инструментов, способных уменьшить сроки строительства на 17%, затраты на оплату труда на 12% и затраты на оборудование на 12%. Их инструменты позволяют подобрать наиболее оптимальный вариант проекта возводимого здания и учесть разнообразные факторы, такие как погода, время затвердевания бетона и т.д. Похожим образом, компания *Doxel* предлагает основанные на ИИ решения, способные в реальном времени отслеживать процесс строительства, оценивать темп работы и давать рекомендации. ИИ также может быть использован непосредственно на строительной площадке, что позволяет делать компания *Built Robotics*, оборудующая строительную технику системами самоуправления, основанными на *GPS*-датчиках, сенсорах, камерах и системе управления с ИИ. По словам компании, машины под управлением их систем ни разу не попадали в происшествия и аварии и не создавали опасных для людей ситуаций в ходе испытаний [5].

В то же время взрывное развитие искусственного интеллекта не обошло и Россию: например, 17 февраля в Зале Учёного совета НИУ МГСУ состоялось заседание круглого стола: «Внедрение искусственного интеллекта в организацию стратегического управления отраслью строительства и ЖКХ». Целью встречи стала выработка научно-обоснованной методологии внедрения ИИ в «Систему стратегического управления инновационным развитием отрасли строительства и ЖКХ в условиях современных угроз». В процессе были выявлены препятствия на пути достижения обозначенной цели, а также действия, которые необходимо будет принять для решения проблем, которые возникнут в результате замены работников искусственным интеллектом.

ИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. <https://www.builtrobotics.com/>
2. <https://www.alicetechnologies.com/>
3. <https://openai.com/>
4. <https://doxel.ai/>
5. <https://mgsu.ru/news/Universitet/IskusstvennyyintelektvstroitelstvekruglyystolvNIUMGSU/>

НЕКОТОРЫЕ МЕТОДЫ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ

На сегодняшний день индустрия строительства стремительно развивается, охватывая все большее количество территории для возведения новых зданий, но постоянно увеличивать территории застройки крупных городов становится с каждым днем все менее актуально ввиду проблем, связанных с наличием необходимой инфраструктуры, сетей коммуникаций, дорог для транспорта. Учитывая вышеперечисленное, происходит увеличение плотности застройки и как следствие новое строительство приходится проводить в стесненных условиях, и в дополнение к этому для новостроящихся зданий появляется дополнительное и часто обязательное требование – необходимость освоения подземного пространства под зданием.

В связи с этим возникают проблемы при возведении подземной части объектов не только при проектировании элементов конструкции, которые как правило создает сама местность и гидрогеологические условия, так и в подборе организационно-технических мероприятий, от выбора которых зависит продолжительность строительства, и как следствие его стоимость.

На сегодняшний день наиболее распространено несколько методов возведения подземного пространства: открытый метод, метод опускного колодца, возведение шпунтового ограждения котлована, строительство естественного откоса грунта без крепления под углом, возведение ограждения котлована из стальных элементов с забивкой, крепление откосов с помощью буровых анкеров, «стена в грунте», устройство буромесительных ограждений котлован, устройство буросекущих свай, закрепление котлована с помощью распорных ферм, метод «TOP-DOWN»[1].

Одним из популярнейших ранее является открытый метод устройства подземной части здания, но в условиях плотной застройки его применение крайне ограничено ввиду того, что разработка грунта для возведения здания с развитым подземным пространством может оказывать зачастую существенно неблагоприятное воздействие на существующие объекты строительства, которые, как правило, имеют хозяйственную и культурную ценность. В таком случае требуется более детальное и частое не только до, но и во время строительства, исследование напряженно-деформированного состояния грунта с целью определения радиуса зоны геотехнического влияния нового строительства,

который зачастую составляет довольно большое значение и не позволяет без дополнительных мероприятий, например, устройства стены в грунте с последующей засыпкой пазух котлована после возведения стен подземной части здания. Также недостаткам метода можно отнести большую продолжительность ввиду обязательно поэтапного выполнения работ без возможности совмещения.

Наиболее интересной технологией сейчас является применение метода «TOP-DOWN» ввиду того, что она частично объединяет в себе несколько этапов возведения объекта, а именно подземную часть (нулевой цикл), который включает в себя разработку грунта в котловане, устройство фундамента и стен техподполья, обратную засыпку пазух, и надземную часть – возведение несущих и ограждающих конструкций, устройство кровли. Метод «TOP-DOWN» хорошо зарекомендовал себя в Европейских странах и Америке и постепенно внедряется в России.

Суть метода заключается в возможности выполнения работ одновременно не только устройства подземного пространства, так и надземных конструкции. Начинается возведение здания с устройства по периметру «стены в грунте», которая выполняется монолитной или сборно-монолитной, конструкции выполняются из бетонов, имеющих высокую водонепроницаемость. Для поддержки перекрытий во время строительства монтируются буровые колонны, для которых необходимо следить за точностью монтажа, ввиду наличия ограничений в отклонениях [2-6]. Данные колонны в дальнейшем возможно сохранить в сечении постоянных конструкций.

После набора бетоном перекрытия первого этажа достаточной прочности проводится разработка грунта через технологические отверстия в плите для нижележащих этажей. Разборка временных опор и бетонирование технологических отверстий происходит после возведения несущих вертикальных конструкций, бетонируемых сверху вниз, и фундаментной плиты [1].

К недостаткам данного метода можно отнести наличие высоко квалификационных специалистов в области организации строительного производства, авторского и технического надзора, а также более высокая затратность средств для возведения, но при всем вышеупомянутом к ключевому преимуществу данного метода можно отнести значительное сокращение сроков на строительство, которые в свою очередь сокращают период окупаемости инвестиций [7].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

7. Юркевич П.Б. Возведение железобетонных перекрытий при полужакрытом способе строительства подземных сооружений // Подземное пространство мира. Москва. 2002. – С. 287.

1. *Корпотилова А.С.* Особенности строительства в условиях плотной городской застройки // Молодой ученый. Казань. – 2017. – С. 59-61.
2. *Драновский А.Н., Фадеев А.Б.* Подземные сооружения в промышленном и гражданском строительстве. Казань, 1993. – С. 355.
3. *Сопегин Г.В., Сурсанов Д.Н.* Перспективы применения технологии строительства методом «Top-down» в условиях города Перми. // Основания и фундаменты. Геотехника территорий. Пермь, 2015. – С. 130-137.
4. *Егоров А.Н., Шприц М.Л., Гдимиян Н.Г.* Инновационные технологии в строительстве // Строительство и реконструкция. Орел, 2015. – С. 130-137.
5. *Бугаева Т.Н.* Особенности возведения зданий в условиях городской застройки // Вестник ПсковГУ. Серия «Технические науки». Псков, 2015. – С. 116-120.
6. *Егоров А.Н., Шприц М.Л., Нагманова А.Н.* Инновационность в строительной сфере экономики как инструмент снижения стоимости, сокращения сроков и повышения качества строительства // Проблемы современной экономики. Санкт-Петербург, 2011. – С. 251-256.

ОСОБЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ГРАЖДАНСКИХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

В наши дни, в условиях городской среды, где плотная застройка ставит свои рамки при возведении объектов «с нуля», встает вопрос в изменении объемно-планировочных и конструктивных решений давно возведенных объектов капитального строительства, чьи технические и визуальные составляющие нуждаются в масштабном изменении. Именно под этой формулировкой и понимается термин «реконструкция». В отличие от строительства реконструкция свойственен характер разнородности, повышенной трудоемкости, а в ряде случаев и стесненности условий. Последний ключевой фактор определяет возможность организации работ, с применением механизированных средств и инновационных технологий.

Рассматривая конструктивную составляющую реконструкции гражданских и производственных зданий, зачастую специалисты сталкиваются со следующими основными дефектами и повреждениями:

- растрескивание фундаментов, неравномерные просадки и подтопления зданий;
- предельные отклонения величины прогиба плит перекрытий и их растрескивание.

Среди методов реконструкции объектов выделяют, пристройку, надстройку, а также перемещение зданий. Рассматривая надстройку, как распространенный метод в условиях плотной городской застройки, подразумевающий устройство вертикальных и горизонтальных ограждающих конструкций поверх существующих этажей, открывается возможность использования большого числа полезных площадей, вариации планировочных решений и воплощения смелых, прогрессивных архитектурных форм [1,2].

Однако, рассматривая все процессы в технологической последовательности стоит учесть, что надстройка зачастую диктует требования к несущей способности грунтовых масс под зданием, выполнение которых служит гарантией надежной и безаварийной эксплуатации сооружения. Поэтому специалисты осуществляют усиление грунтов, к примеру, путем инъектирования цементного раствора.

Параллельно процессу нагнетания цементного раствора в массивы грунта, могут быть выполнены работы по обрамлению колонн металлическими уголками с приваренными к ним пластинами по периметру. При частичной потере несущей способности стен проемы, простенки, а

также перемычки в рамках реконструкции могут нуждаться в комплексном усилении, поэтому по подобию усиления колонн простенки также «стягиваются» с наружной и внутренней сторон здания металлоконструкциями: пластинами и уголками, а существующие перемычки усилены швеллерами

Следующим конструктивным элементом, нуждающимся в усилении или замене, является фундамент. Усиление предполагает устройство железобетонных обойм или увеличение размеров подколонников, предназначением которых является передача давления на большую площадь. При замене же придерживаются принципа шахматного расположения захваток. При этом возникает необходимость в мероприятиях по разгрузке от временных и постоянных нагрузок ленточных фундаментов методом вывешивания без разборки вышележащих конструкций за счет «стягивания» конструкции с двух сторон швеллером.

После выполнения комплекса реконструкционных работ по нулевому циклу, как правило, выполняют работы по усилению или полной замене перекрытий. Однако приступить к данному фронту работ невозможно без устройства противоаварийных мероприятий – распорной системы, обеспечивающей совместную работу всех сопрягаемых конструкций. Для этого по контуру здания устраивается обвязочный пояс из швеллера, который сопрягается с внутренними несущими вертикальные конструкции, такими как колонны, крестовыми связями [3-5].

После обеспечения пространственной жесткости и устойчивости наружных вертикальных ограждающих конструкций, открывается фронт работ для полного демонтажа перекрытий и последующего устройства новых. Распространенной является технология, заключающаяся в монтаже профилированного листа по смонтированным двутавровым балкам (а), его армировании по всей площади плиты (б) и последующем бетонировании (в) (Рис.1). Здесь профлист имеет ряд следующих достоинств:

1. Выступает в роли несъемной опалубки;
2. Относительно незначительные трудозатраты и возможность монтажа без подъемно-транспортной техники;
3. Большой коэффициент полезного использования в виду малой величины раскроя при резке;
4. Малый вес конструкции.

После бетонирования всех перекрытий по существующей высоте здания, приступают к устройству обвязочных поясов по контуру здания над последним этажом для связывания перекрытий в единое целое.

Выполнение всех перечисленных видов реконструктивных работ открывает возможность к устройству вертикальных и горизонтальных ограждающих конструкций по обычной технологии, не отличающейся от технологии для «нового» строительства [6].

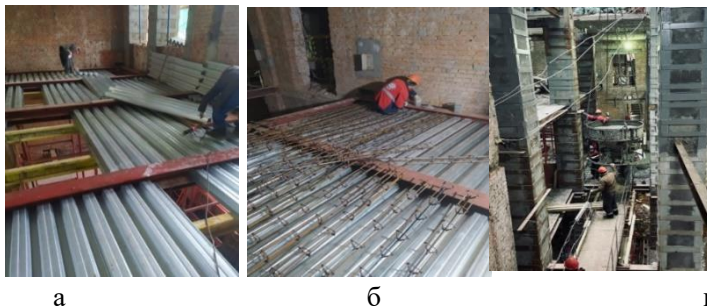


Рис. 1 Основные процессы, слагаемые при устройстве перекрытий:
 а) Раскладка профлиста по смонтированным балкам, б) Выполнение армирования, в) Бетонирование готовых к заливке конструкций.

Изложенные выше мероприятия применимы не только для гражданских строений, но и для реконструкции объектов промышленного назначения. Особенностью последних является непрерывный производственный цикл, оказывающий существенное влияние технологии производства на непрерывность строительно-монтажных работ.

Описанные ранее комплексы работ могут отражать общеизвестные, распространенные случаи, встречающиеся при реконструкции. Несомненно, каждый объект, нуждается в детальном обследовании, поэтому от характера деформаций и воздействий на строения, предпочтения заказчика и правовой допустимости, мероприятия по усилению и восстановлению конструктивных элементов могут быть и более масштабными.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пугач Е.М. Образовательный портал для студентов кафедры «ТОСП» – <https://tsp-tvz.ru/>.
2. Девятаева Г.В. Технология реконструкции и модернизации зданий: Учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М. – 2003.
3. А. Н. Шихов Реконструкция гражданских и промышленных зданий. Монография.
4. Касьянов В.А. Реконструкция жилой застройки городов. М.: АСВ, 2002.
5. Ершов М.Н. Современные технологии реконструкции гражданских зданий : монография / Ершов М. Н. , Лapidус А. А. - Москва : Издательство АСВ, 2014. – С. 496.
6. Топчий Д.В. Реконструкция и перепрофилирование производственных зданий. АСВ. – 2008.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ (ТИМ) ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ

Аннотация. В работе выполнен анализ опыта применения технологии информационного моделирования (ТИМ) на этапе возведения промышленного здания. Выполнен обзор промышленного объекта с практическим внедрением ТИМ. Установлено, что выполнение пилотных проектов внедрения ТИМ в промышленном строительстве возможно с использованием информационных моделей промышленного здания на стадиях возведения.

Технология информационного моделирования (ТИМ) - подход к проектированию возведения и реконструкции здания, который предполагает сбор и комплексную обработку в процессе проектирования технологической и сопутствующей информации о здании. ТИМ используется на протяжении всего цикла здания и позволяет повысить показатели эффективности проекта, избежать многих ошибок, а прогнозировать возможные риски.

Во многих странах и в России разработаны стандарты, рассматривающие использование ТИМ при реализации проектов зданий и сооружений. В данной работе рассмотрено использования ТИМ в жизненном цикле промышленного здания «**BW Industrial**» по адресу район Тхой Хоа, город Бинь Зьонг во Вьетнаме. Объект расположен на земельном участке площадью около 115 000 м², включая 05 мастерских, дом охраны, гараж и другие подсобные объекты [1,2].

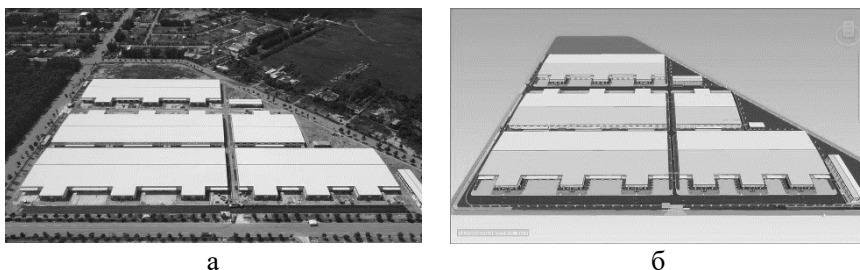


Рис. 1. Объект «BW Industrial»

- а) Реальный объект,
- б) Модель ТИМ объекта

В настоящее время существует множество программных приложений для ТИМ. В зависимости от каждой специальности и каждого предмета используется соответствующие программы. Для использова-

ния ТИМ для проектирования для объекта «BW Industrial» применялись следующие программы: Revit, Navisworks, Autodesk ТИМ 360, Tekla ТИМ sight и программы для 3D-графики.

Строительные чертежи полностью выполнены по модели ТИМ. Подразделение строительства металлоконструкций проводит 3D-моделирование мастерских с помощью программного обеспечения Tekla. Из этих Tekla файлов публикуются файлы “.ifc” для использования другим программным обеспечением в среде ТИМ. Для промышленных зданий программное обеспечение Tekla чаще, чем другое программное обеспечение, используется для моделирования деталей металлических конструкций из-за специальных функций для металлических конструкций этого программного обеспечения [3,4].

Программа Revit используется для выполнения следующих задач: 3D-моделирование отделки и железобетонных конструкций, развертывание строительных чертежей. Во время строительства, если между строительной площадкой и чертежами возникает конфликт, 3D-модели будут открыты для разрешения этих конфликтов. Реализация строительных чертежей в программе Revit сложнее, чем в Autocad, но полученная 3D-модель полезна для выявления конфликтов объекта.

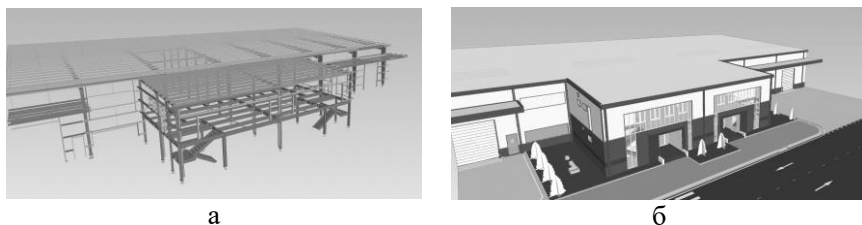


Рис. 2. 3D модель объекта

- а) 3D модель структуры, построенная с помощью программы Tekla,
б) 3D модель отделки, построенная с помощью программы Revit

В процессе 3D-моделирования в модель Revit внесена в виде данных COBie информация о материалах, дате возведения, геометрических размерах, дате строительства и т. д. Construction Operations Building Information Exchange (COBie) — формат данных для передачи информации, полученной на основе информационной модели здания (BIM), по обслуживанию и эксплуатации сооружения после завершения строительства. Эти информации помогут инвестору в управлении зданием на этапе эксплуатации. Из модели Revit также может экспортировать в Excel статистику объема или экспортировать в программное обеспечение Navisworks для публикации рекламных видеороликов для проекта.

ID	Name	Category	CreatedOn	SystemName	SystemType	Space	Zone	Type	Component	System	Description	Assembly	Connection	Spare	Resource	Job	Impact	Docu	Warning Start
2	Floor	hieu@centralcons.vn	2021-09	Floors	Floor	Floor	Concrete	GroundSlab	140mm	Factory F4	Floor-Concrete-C	Autodesk	Ic:Slab	619172	n/a	n/a	n/a	n/a	
3	Floor	hieu@centralcons.vn	2021-09	Floors	Floor	Floor	Concrete	OfficeSlab	150mm	Factory F4	Floor-Concrete-C	Autodesk	Ic:Slab	619138	n/a	n/a	n/a	n/a	
4	Floor	hieu@centralcons.vn	2021-09	Floors	Floor	Floor	Concrete	OfficeSlab	150mm	Factory F4	Floor-Concrete-C	Autodesk	Ic:Slab	619140	n/a	n/a	n/a	n/a	
5	Floor	hieu@centralcons.vn	2021-09	Floors	Floor	Floor	Sika	GroundSlab	50mm	Factory F4	Floor-Sika-Grou	Autodesk	Ic:Slab	619100	n/a	n/a	n/a	n/a	
6	Floor	hieu@centralcons.vn	2021-09	Floors	Floor	Floor	Sika	GroundSlab	50mm	Factory F4	Floor-Sika-Grou	Autodesk	Ic:Slab	619188	n/a	n/a	n/a	n/a	
7	Floor	hieu@centralcons.vn	2021-09	Floors	Floor	Floor	Sika	GroundSlab	50mm	Factory F4	Floor-Sika-Grou	Autodesk	Ic:Slab	619177	n/a	n/a	n/a	n/a	
8	Floor	hieu@centralcons.vn	2021-09	Floors	Floor	Floor	Sika	GroundSlab	50mm	Factory F4	Floor-Sika-Grou	Autodesk	Ic:Slab	619186	n/a	n/a	n/a	n/a	
9	Floor	hieu@centralcons.vn	2021-09	Floors	Floor	Floor	Sika	GroundSlab	50mm	Factory F4	Floor-Sika-Grou	Autodesk	Ic:Slab	619195	n/a	n/a	n/a	n/a	
10	Floor	hieu@centralcons.vn	2021-09	Floors	Floor	Floor	Sika	GroundSlab	50mm	Factory F4	Floor-Sika-Grou	Autodesk	Ic:Slab	619204	n/a	n/a	n/a	n/a	
11	Floor	hieu@centralcons.vn	2021-09	Floors	Floor	Floor	Sika	GroundSlab	50mm	Factory F4	Floor-Sika-Grou	Autodesk	Ic:Slab	619212	n/a	n/a	n/a	n/a	
12	Floor	hieu@centralcons.vn	2021-09	Floors	Floor	Floor	Sika	GroundSlab	50mm	Factory F4	Floor-Sika-Grou	Autodesk	Ic:Slab	619221	n/a	n/a	n/a	n/a	
13	Floor	hieu@centralcons.vn	2021-09	Floors	Floor	Floor	Sika	GroundSlab	50mm	Factory F4	Floor-Sika-Grou	Autodesk	Ic:Slab	619230	n/a	n/a	n/a	n/a	
14	Floor	hieu@centralcons.vn	2021-09	Floors	Floor	Floor	Sika	GroundSlab	50mm	Factory F4	Floor-Sika-Grou	Autodesk	Ic:Slab	619239	n/a	n/a	n/a	n/a	
15	Floor	hieu@centralcons.vn	2021-09	Floors	Floor	Floor	Sika	GroundSlab	50mm	Factory F4	Floor-Sika-Grou	Autodesk	Ic:Slab	619250	n/a	n/a	n/a	n/a	
16	Floor	hieu@centralcons.vn	2021-09	Floors	Floor	Floor	Sika	GroundSlab	50mm	Factory F4	Floor-Sika-Grou	Autodesk	Ic:Slab	619258	n/a	n/a	n/a	n/a	
17	Floor	hieu@centralcons.vn	2021-09	Floors	Floor	Floor	Sika	GroundSlab	50mm	Factory F4	Floor-Sika-Grou	Autodesk	Ic:Slab	619267	n/a	n/a	n/a	n/a	
18	Floor	hieu@centralcons.vn	2021-09	Floors	Floor	Floor	Sika	GroundSlab	50mm	Factory F4	Floor-Sika-Grou	Autodesk	Ic:Slab	619277	n/a	n/a	n/a	n/a	
19	Floor	hieu@centralcons.vn	2021-09	Floors	Floor	Floor	Sika	GroundSlab	50mm	Factory F4	Floor-Sika-Grou	Autodesk	Ic:Slab	619290	n/a	n/a	n/a	n/a	
20	Floor	hieu@centralcons.vn	2021-09	Floors	Floor	Floor	Sika	GroundSlab	50mm	Factory F4	Floor-Sika-Grou	Autodesk	Ic:Slab	619299	n/a	n/a	n/a	n/a	
21	Floor	hieu@centralcons.vn	2021-09	Floors	Floor	Floor	Sika	GroundSlab	50mm	Factory F4	Floor-Sika-Grou	Autodesk	Ic:Slab	619308	n/a	n/a	n/a	n/a	
22	Floor	hieu@centralcons.vn	2021-09	Floors	Floor	Floor	Sika	GroundSlab	50mm	Factory F4	Floor-Sika-Grou	Autodesk	Ic:Slab	619317	n/a	n/a	n/a	n/a	
23	Floor	hieu@centralcons.vn	2021-09	Floors	Floor	Floor	Sika	GroundSlab	50mm	Factory F4	Floor-Sika-Grou	Autodesk	Ic:Slab	619326	n/a	n/a	n/a	n/a	
24	Floor	hieu@centralcons.vn	2021-09	Floors	Floor	Floor	Sika	GroundSlab	50mm	Factory F4	Floor-Sika-Grou	Autodesk	Ic:Slab	619335	n/a	n/a	n/a	n/a	
25	Floor	hieu@centralcons.vn	2021-09	Floors	Floor	Floor	Sika	GroundSlab	50mm	Factory F4	Floor-Sika-Grou	Autodesk	Ic:Slab	619344	n/a	n/a	n/a	n/a	
26	Floor	hieu@centralcons.vn	2021-09	Floors	Floor	Floor	Sika	GroundSlab	50mm	Factory F4	Floor-Sika-Grou	Autodesk	Ic:Slab	619353	n/a	n/a	n/a	n/a	
27	Floor	hieu@centralcons.vn	2021-09	Floors	Floor	Floor	Sika	GroundSlab	50mm	Factory F4	Floor-Sika-Grou	Autodesk	Ic:Slab	619361	n/a	n/a	n/a	n/a	

Рис. 3. Таблица статистики информации об элементах здания

Вывод. В промышленном строительстве ТИМ помогает повысить качество проектирования, значительно уменьшая конфликты между проектированием в офисе и строительством в полевых условиях. Применение ТИМ сократит время ожидания непреднамеренных конфликтов, вызванных ошибками проектирования или несоответствиями между проектированием и производством.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Tuan Anh Nguyen, Tu Duc Ho, Long Hoang Nguyen, Hung Nhat Nguyen. Application of bim model in technical infrastructure design for newcity thu thiem residential project. – 2022.
2. Дронов Д.С., Киметова Н.Р., Ткаченко В.П. Проблемы внедрения BIM – технологий в России. – 2017.
3. Sinenko S.A., Aliev S.A. Visualization of process maps for construction and installation works//3rd International Symposium on Engineering and Earth Sciences (ISEES 2020) IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 905 (2020) 012063. IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/905/1/012063. – 8p.
4. Sinenko S. Selection of organizational and technological solutions for construction//В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference "EarthScience". – 2020.

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ, ОКАЗЫВАЮЩИХ ВЛИЯНИЕ НА СТРОИТЕЛЬСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

В настоящее время строительство автомобильных дорог в России – это возможность для роста экономики страны, бизнеса, связей городов, экспорта и импорта, а также в свою очередь для удобства пользования людей. Так, согласно пятилетнему плану правительства, общий объем финансирования которого составляет тринадцать целых две десятых триллиона рублей, необходимо сконцентрировать силы на строительстве и реконструкции дорог.

Между тем, проблемы качества дорожного строительства делают актуальными необходимость исследования всех факторов, влияющего на него.

Факторы, которые мы выделили при своем исследовании:

- Несоблюдение технологий
- Качество исходных материалов
- Фактор коррупции
- Устаревшая база нормативно-технической документации

Несоблюдение технологий разберем и проанализируем на примере недостаточного уплотнения земельного полотна. Для обеспечения прочности и устойчивости земельного полотна, материал каждого слоя необходимо разровнять и уплотнить. Этот цикл воздействия уплотняющей нагрузки повторяется. На процесс уплотнения дорожно-строительных материалов влияет: размер частиц или их форма, влажность, например (песок, гравий или щебень) при разном гранулометрическом составе, будет неравномерность уплотняющего слоя. В результате этого факторов может произойти в любой момент времени (в момент уплотнения или при эксплуатации) неравномерные осадки и неоднородность грунта [2,3].

Оценка качества материала зависит от того, для какой цели и для каких условий она делается, поэтому один и тот же материал может иметь несколько различных оценок. Прежде чем приступить к оценке качества, нужно определить необходимые условия и цель оценки. Несколько экспертов определяют, какой из материалов лучший по качеству (по совокупности всех свойств). Этот способ имеет недостатки: не исключено, что при другом составе экспертов оценки качества будут другими, хотя в большинстве случаев качество определяется по нескольким десяткам свойств. При некачественных материалах существуют различные проблемы: большое количество экономических потерь; серьезные

последствия, влияющие на безопасность конструкции, иногда приводят к жертвам. Эти факторы могут привести к увеличению срока строительства, по причине замены слоя грунта, который не отвечает заявленным характеристикам, так как исходные материалы были некачественны или сократится срок эксплуатации дороги в связи с уменьшением качества битума, который применяется в верхних слоях асфальтобетона.

В настоящее время существует устаревшая нормативно-техническая документация, подтверждение этому - СНиП 3.06.03-85, прошедший актуализацию в 2012 году и являющаяся действующим. Этот документ содержит оценку качества выполнения работ, где предусмотрено возможное снижение коэффициента уплотнения грунта до 4% - такой допуск приводит к тому, что вероятность выполнения дорожно-строительных работ с заданным качеством не выполняется с заданной надежностью - 95% и снижается до 50%. Это означает, что 50% всей площади участка дороги может иметь недоуплотненный рабочий слой земляного полотна, который в процессе эксплуатации доуплотняется за счет воздействия автотранспорта, что приводит к резкому повышению напряжений в конструкции дорожной одежды и создает условия для появления деформаций на поверхности покрытий и изменению степени его ровности [1].

По информации Прокуратуры РФ, размер ущерба от коррупции в 2022 году составил в тридцать семь целых шесть десятых миллиарда рублей[6]. Один из примеров – использование устаревшей системы смет еще 80х годов, которые вовсе не учитывают то, на какой ступени прогресса мы сейчас находимся. Так, по смете, на рытье котлована установили сроки работ, к примеру - две недели, бригаду с определенной оплатой труда, а на деле все сделано за два дня экскаватором.

Пример строительства М-12, где компания «Автодор» должна была изъять земли при строительстве дороги в обход Балашихи, оценку участков провели, и по информации Счетной Палаты РФ, госкомпания переплатила 104,3 млн. рублей. Уже после принятия решения об изъятии земель, недавно существующая компания «Тейк-Лук Рус» купила участки для капитального строительства, чем ранее никогда не занималась. Соответственно «Автодор» заплатила 57,9 млн. рублей за земли и еще 104,3 млн. рублей «компенсации за упущенную выгоду» [4,5,6].

Подводя итог анализа факторов, оказывающих влияние на строительство автомобильных дорог, хотелось бы сказать, что для улучшения качества строительства необходимо произвести ряд работ и реорганизации в данной области, начиная с документации, заканчивая системой управления дорожных работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Д.С.Хажеев* Анализ причин низкого качества автомобильных дорог и пути увеличения продолжительности их эксплуатации (на примере города Челябинска), 2018. – С.17-19.
2. *Ли, Цзялэ*. Анализ и решение проблем качества в строительстве / Цзялэ Ли. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2019. — № 23 (261). – С. 50-53. – URL: <https://moluch.ru/archive/261/60431/> (дата обращения: 20.02.2023).
3. *Каршибова И.Ш.* Организационно-экономические основы повышения качества строительной продукции: автореф... дис. кан. наук. Махачкала. – 2012.
4. *Шестерикова Я.В.* Формирование комплексного показателя качества многоэтажных жилых зданий. : автореф... дис. кан. наук. Иваново. – 2020
5. Строительные нормы и правила СНиП 3.06.03-85 "Автомобильные дороги". актуализированная редакция настоящего документа с шифром СП 78.13330.2012.
6. URL:<https://www.rbc.ru/society/09/12/2022/639296d89a7947dce491f2f5> (дата обращения: 20.02.2023).

КЛАССИФИКАЦИЯ ФАКТОРОВ РИСКА ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ВБЛИЗИ ЗОНЫ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ

В строительном производстве правильная организация строительной площадки – обязательное требование для его осуществления. Нормативными документами в строительстве подробно обозначены все требования к организации строительного производства, но там отсутствуют требования по допустимости риска в условиях повышенного риска взрыва. Строительство в приграничных районах идёт в стандартном режиме, а вследствие приближённости районов к зоне ведения боевых действий, риски повышаются. Повышенный риск взрыва может образовываться при различных обстоятельствах, однако в данной работе это будет рассматриваться в условиях приближённости объекта к зоне боевых действий. На данный момент не разработано методик, определяющих степень значимости мероприятий по снижению риска в случае приближённости объекта к зоне боевых действий, а так же нет существующих классификаций факторов риска в организации строительства в случае приближённости объекта к зоне боевых действий, что может привести к человеческим жертвам и финансовым потерям. Цель работы – определить и классифицировать появляющиеся факторы риска в условиях приближённости объекта к зоне ведения боевых действий, а вследствие повышенного риска взрыва. Ведь если появится классификация факторов риска, рисками станет возможно управлять при помощи проведения определенных мероприятий, что поможет снизить возможные потери [1,2,3].

В исследовании для решения поставленных задач применяется аналитический подход для выделения и классификации факторов риска в системе строительного производства в условиях приближённости объекта к зоне боевых действий (в дальнейшем ЗБД). Для разработки методики определения риска используются положения менеджмента риска и теории вероятностей. Расчет риска $R(A)$ в общем случае принято выполнять по следующей формуле:

$$R(A) = P(A) \cdot U(A), \quad (1)$$

где A – событие, повлекшее появление ущерба, $P(A)$ – вероятность возникновения события A ; $U(A)$ – ущерб от события A .

Таблица 1

Результаты исследования

№	Фактор	Влияние на потенциальный ущерб		
		Слабое	Значительное	Критическое
1	Размещение материалов на строительной площадке		+	
2	Размещение людей в бытовом городке			+
3	Организация работы кадров по сменам			+
4	Расположение строительной техники		+	
5	Хранение материалов	+		
6	Подбор техники/приспособлений для проведения работ		+	
7	Технология выполнения несущего каркаса	+		
8	Стоянка техники		+	
9	Распределение людей по захваткам			+

Возвращаясь к зависимости (1), стоит углубиться в параметры, составляющие её.

А – событие, повлёкшее за собой появление ущерба. Это какое-то внешнее воздействие, появившееся из-за приближённости объекта к ЗБД. Стоит ограничиться пока тем, что это прилёт снаряда, не углубляясь в его характеристики, свойства и причины, который влечёт за собой взрыв. $P(A)$ – вероятность возникновения события А. Она может зависеть от удалённости объекта и может зависеть от его важности и маскировки. Так как учесть важность объекта и его маскировку достаточно сложно, это пока не представляется возможным, поэтому учитываться будет лишь удалённость объекта от ЗБД. Приближаясь к реальности, чем ближе объект к зоне ведения боевых действий, тем вероятнее, что это не новое строительство, а реконструкция. А при реконструкции изменить удалённость объекта уже не выйдет. Поэтому на данной ранней стадии исследования, удалённость объекта принимается постоянной. Исходя из вышеперечисленного, при помощи вероятности возникнове-

ния события, воздействовать на риск не получится. $U(A)$ – ущерб, причинённый событием A . В случае стандартной организации строительной площадки он максимален. На него влияет ряд факторов, которые в данной работе и подлежали классификации. В основном, в случае гражданского строительства есть два основных вида ущерба – это человеческие жертвы и финансовые потери [4,5].

В данной работе разработана классификация факторов риска при организации строительства вблизи ЗБД, однако учёт влияния вёлся из расчёта того, что людские жизни важнее, чем умеренные финансовые потери. Это решение принималось исходя из методики расчёта пожарного риска, где величина индивидуального пожарного риска измеряется в числе жертв в год. То есть экономический ущерб в работе не затрагивался. Он будет учтён в последующих работах. В дальнейших исследованиях так же планируется создание математической модели, позволяющей более точно оценить влияние и классифицировать факторы риска для дальнейшей разработки мероприятий, позволяющих управлять риском.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ Р 58771-2019 Менеджмент риска. Технологии оценки риска.
2. *Ланидус А.А., Макаров А.Н.* Применение риск-ориентированного подхода при выполнении функций строительного контроля техническим заказчиком // Вестник МГСУ. - 2022. - Т. 17, № 2. - С. 232-241.
3. ГОСТ Р ИСО 13824-2013 Практические аспекты менеджмента риска.
4. ГОСТ Р 51897-2011 Менеджмент риска. Термины и определения.
5. ГОСТ Р 12.0.010-2009 Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков.

ОБСЛЕДОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ПОМОЩЬЮ ВМ

Железобетонная конструкция - элемент здания или сооружения из бетона и арматуры. За счет сочетания своих свойств эти материалы обеспечивают совместное действие, что повышает физико-механические свойства конструкции из железобетона [2].

Дефекты в железобетонных конструкциях могут возникнуть из-за ряда причин: перегрузки конструкции (замена несущих элементов здания или сооружения, установка оборудования); наличия внешних воздействий на конструкцию, неучтенных на важнейшем этапе проектирования; ошибок при выполнении расчетов; ненадлежащей эксплуатации конструкций; работ, в процессе которых была нарушена технология строительства; различающихся деформаций оснований; замачивания конструкций; выполнения работ, несогласованных с проектом, и др.

Основной целью обследования конструкции является объективная оценка общего состояния данной конструкции с технической точки зрения, т.е. вывод о ее пригодности для дальнейшей эксплуатации. Данный критерий рассматривается по завершению обследования в заключении экспертизы [1]. При положительном заключении конструкция считается пригодной для дальнейшей эксплуатации. В противном случае появляется необходимость в проведении работ по ремонту либо реконструкции здания или сооружения, а также готовятся меры по усилению данной конструкции.

Обследование конструкции состоит из двух этапов.

Первый этап - освидетельствование здания или сооружения, то есть процесс сбора всей необходимой информации по объекту: историческая справка, геометрия здания, характеристики строительного материала такие как прочность и деформативность, обнаруженные дефекты, проектные отклонения [3]. Вся эта информация получается визуальным осмотром объекта, изучением документации по объекту, измерениями инструментальным способом физико-геометрических параметров конструкций, перерасчетом нагрузок и анализом результатов обследования, приведенном в заключении. Вопрос о необходимости в проведении последующих испытаний решается на основании информации, представленной в заключении: либо обследование переходит во второй этап, либо дается объективная оценка здания на по итогам освидетельствования.

Второй этап - испытания конструкций, дающие возможность собрать второстепенные сведения о реальных граничных условиях, о осо-

бенности деформирования конструкции, о напряжениях в ней [4]. Во втором этапе выполняются следующие действия: измерения, лабораторные испытания, чтобы определить физико-механические характеристики материалов, инженерно-геологические изыскания, определение реальных эксплуатационных нагрузок и сопутствующие расчеты для проверки несущей способности конструкций, выявление причин появления дефектов и рисков разрушения. Т.к. разрушение бетона относительно долгий процесс, начинающийся при сравнительно невысоких нагрузках по отношению к разрушающимся, то для выявления в конструкции стадии разрушения необходимо применять новейшие современные методы. К таким методам можно отнести «измерение с помощью малобазных тензорезисторов деформаций в устье предельной для конструкции трещины», или «метод акустической эмиссии (рис.1), фиксирующей шум», которые всегда присутствуют при процессе микроскопических разрушений в материале. Эти методы относятся к методам неразрушающего контроля (МНК).

МНК обладают следующим рядом достоинств: довольно высокая скорость контроля; высокая надежность; возможность автоматизации процессов; сравнительно невысокая цена.



Рис. 1. Метод акустической эмиссии

При обследовании зданий и сооружений свою роль играет графическое изображение объекта обследования, его оформление и демонстрация.

Довольно много времени заказчик должен уделить строительной документации, чтобы в полной мере оценить текущее состояние здания или сооружения, т.к. даже по относительно маленькому объекту хранится очень много документов.

Современные технологии позволяют создавать очень точную 3D-модель здания или сооружения, содержащую в себе информацию о всех дефектах и нарушениях в конструкциях. По данной модели намного проще оценить состояние объекта. К тому же, в случае необходимости проведения обследований в будущем, либо в процессе эксплуатации, ее можно будет применить повторно, уже не затрачивая время на ее создание. Иначе говоря, данная технология применима на всех жиз-

ненных циклах здания, что является основным принципом информационного моделирования в строительстве.

При ремонте объекта появится необходимость в составлении ведомости по объемам выполненных работ. Созданная ранее информационная модель послужит хорошим помощником в этом деле, что даст возможность сэкономить время по сравнению с выполнением этой же работы традиционными способами.

ГОСТ 31937-2011 задает временные промежутки по проведению обследования конструкций [5]. После ввода объекта в эксплуатацию на первое обследование дается срок в 2 года. Последующие обследования должны проводиться не реже, чем раз в десятилетие. Что касается уникальных зданий и сооружений, они находятся в непрерывном режиме наблюдения за состоянием их конструкций.

По итогу технического обследования конструкция может быть признана аварийной, исправной, ограниченно работоспособной и работоспособной, недопустимой для эксплуатации. Аварийная и недопустимая к эксплуатации конструкция являются крайне опасными состояниями объекта, так как могут привести к его разрушению. Для будущей эксплуатации объекта нужно выполнить работы по повышению несущей способности и восстановлению характеристик конструкций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Лужин О.В.* Обследование и испытание сооружений. Учебник для вузов, 1987. 17 с.
2. *Байков В.Н., Сигалов Э.С.* Железобетонные конструкции. Общ. курс. М., 1991. С. 60-65.
3. *Козачёк В.Г., Нечаев Н.В., Нотенко С.Н., Римшин В.И. Ройтман А.Г.* Обследование и испытание зданий и сооружений. Высшая школа. Москва. 2004. 73 с.
4. *Дорошин И.Н., Курбанов О.Р.* Обследование железобетонных конструкций. Сборник докладов научно-технической конференции «Дни студенческой науки» МГСУ, 2022 г. С. 3-5.
5. *Дорошин И.Н.* Характерные зависимости для расценок на обмерные работы при обследовании зданий и сооружений. Журнал "Строительное производство", № 1, 2022 г. С. 4-6.

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ ЗДАНИЙ

Понятие «большепролетные здания и сооружения» определены Градостроительным Кодексом Российской Федерации. Основным определяющим фактором для таких объектов является применение пролетов размером более 36м. Конструктивно плоскостные большепролетные конструкции подразделяются на балки, рамы, фермы, арки и пространственные конструкции. Материалом для вышеперечисленных конструктивных элементов может служить сталь, железобетон или дерево, так же возможно применение комбинированных материалов [1].

Балочные покрытия представляют собой поперечные конструкции из монолитных железобетонных или стальных сварных балок, опирающиеся на колонны. Монолитные железобетонные балки доставляются к месту строительства в готовом виде на специальных транспортерах, стальные сварные балки могут доставляться как в готовом виде, в виде укрупненных блоков заводского изготовления или быть изготовленными на месте в пункте укрупненной сборки.

Рамные большепролетные покрытия чаще всего выполняются из сквозных стальных ферм, имеют большее сечение колонн и ригелей, могут быть выполнены в плоском виде и в блочном.

Арочные конструкции подразделяются на двух, трех и бесшарнирные арки. В зависимости от конструкции арки могут применяться различные метода их монтажа. Арки монтируются либо в готовом виде, либо поэлементно с устройством временных поддерживающих приспособлений.

Пространственные большепролетные конструкции в виде структурных покрытий выполняются из стальных стержней либо труб. Основные элементы пространственных конструкций (стержни, узловые элементы, части крепежа) изготавливаются в заводских условиях, на строительной площадке производится изготовление укрупненных блоков конструкции после чего осуществляется поэлементный монтаж в проектное положение.

Большое разнообразие типов конструкций большепролетных зданий обусловлено как техническими требованиями к проектируемым зданиям, так и различными способами монтажа и организации работ.

Целесообразность применения той или иной конструкции оценивается в зависимости от различных факторов к которым относятся конструктивные особенности возводимого здания, условия строительной площадки, наличие строительной техники и транспортных средств до-

ставки, тип и размер существующих подъездных дорог, сроки монтажа [2].

В зависимости от степени укрупнения элементов здания монтаж конструкций может осуществляться поэлементным или крупноблочным методом [3]. Поэлементный метод подразумевает монтаж отдельных конструкций заводского изготовления, таких как колонны, балки, прогоны, в проектное положение в соответствии с технологической последовательностью. Крупноблочный монтаж подразумевает монтаж укрупненных блоков конструкции, включающих в себя как вертикальные, так и горизонтальные конструкции. Так же возможно применение смешанного типа монтажа, совмещающего поэлементный и укрупненный методы. Так же возведение большепролетных зданий можно классифицировать по типу применяемого кранового оборудования [4].

Для анализа технологий возведения большепролетных зданий необходимо сравнить основные транспортные, производственные и монтажные факторы. К транспортным факторам относится организация доставки крупногабаритных элементов на строительную площадку. К производственным – необходимость обустройства на строительной площадке пункта укрупнительной сборки и складов для материалов. К монтажным факторам – устройство площадки для возможного монтажа с колес, организация монтажа с применением кранов различной грузоподъемности и устройство временных упоров.

Таблица 1

Сравнение технологий возведения зданий

	Балки Ж.Б.	Балки Ст.	Рама Ст.	Рама ф.	Арка 2 ш	Арка 3 ш	Структура
Монтаж с колес	+	+	+		+		
Крупногабаритные элементы	+		+		+		
Пункт укрупнительной сборки		+		+		+	+
Устройство временной опоры		+		+		+	+
Поэлементный монтаж	+		+		+		
Крупноблочный монтаж		+		+		+	+

При организации работ на строительной площадке отдельное внимание уделяется средствам доставки, выбору техники для производства работ и определению места и размера складских помещений. Учитывая рассмотренные факторы, можно предложить алгоритм организации подготовительных работ на строительной площадке при возведении большепролетных зданий.

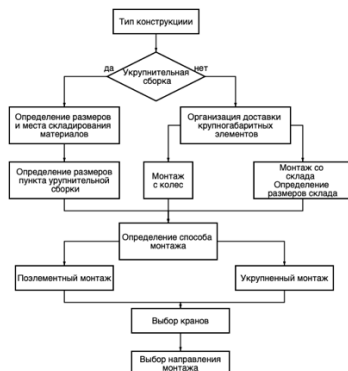


Рисунок 1. Алгоритм анализа технологии возведения большепролетных зданий при организации работ на строительной площадке

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 304.1325800.2017. СВОД ПРАВИЛ КОНСТРУКЦИИ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ Правила эксплуатации. – Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов: [сайт]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/556330131>.
2. В.И. Теличенко, О.М. Терентьев., А.А. Ланидус. —Технология возведения зданий и сооружений. Учебник 2-е изд., испр. и доп. — М.: Высш. шк. , 2005. – С . 392 –ISBN 5-06-004285-5
3. Горбачева Д.Н. Выбор методов монтажа большепролетных зданий и сооружений / Д. Н. Горбачева, Н. В. Гилязидинова // Сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием "Россия молодая" : 2017. – С. 54002. – EDN ZQVZDJ.
4. Алиев Р.М. Проблемы возведения большепролетных зданий / Р. М. Алиев // Молодежь и системная модернизация страны : Сборник научных статей 7-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. В 5-ти томах, Курск, 19–20 мая 2022 года / Отв. редактор М.С. Разумов. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 104-107. – EDN FOFVFZ.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УЧАСТНИКОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

В настоящее время проектные группы не могут результативно взаимодействовать друг с другом, поскольку они не имеют прямого доступа к проверенным, согласованным и актуальным данным, а также без потерь осуществлять обмен этими данными. Решением данной проблемы является СОД-среда общих данных.

СОД основана на процедурах и регламентах, обеспечивающих эффективное и более рациональное управление процессом управления и использования информационной модели, сбора, выпуска и распространения документации между всеми участниками строительного процесса.

СОД предназначена для обеспечения надежного и многократного обмена актуальной информацией между всеми участниками проекта, тем самым СОД поддерживает высокое качество проектной документации.

Рассмотрим использование СОД на примере проектно-технической документации. Проектно-техническая документация состоит из: проекта организации строительства (ПОС) и проекта производства работ (ППР). Содержание проектно-технической документации зависит сложности возводимого сооружения, объема и вида строительных работ, а также условий, в которых работы проводятся. Все проводимые работы по строительству или монтажу сооружения проводятся в соответствии с ПОС и ППР. Любое отступление от регламентирующих норм обязательно согласуется с организациями, которые разработали и утвердили их.

Согласование может занимать значительное количество времени, поскольку нужно привлекать большое количество сотрудников, несущих непосредственную ответственность за проект. Однако при использовании СОД, количество затраченного времени на согласование уменьшится, это позволит более рационально использовать рабочее время сотрудников.

На разных этапах строительства в ПОС и ППР будут вноситься правки одним или несколькими лицами, также проводиться согласования, это может занимать несколько дней, поскольку не все сотрудники имеют прямой доступ к данной документации. СОД помогает решить данную проблему. Каждый сотрудник будет иметь свой логин и пароль, который будет предоставлять доступ к прочтению, редактированию, согласованию ПОС. Данные на сервере будут отображаться только ак-

туальные ПОС и ППР. Также, например, можно будет выставить определенное время на согласование какой-либо части ПОС или ППР. Сотруднику также могут приходить уведомления о поставленных задачах и проектах, в которых ему необходимо принять участие.

В качестве примера рассмотрим российскую серверную платформу INGIPRO. Она предназначена для организации общей среды данных и управления проектами на разных этапах проектирования и строительства. Стоит отметить, что она поддерживает взаимодействие с такими цифровыми информационными моделями как (ЦИМ, трехмерные модели) в формате IFC.

Основное назначение INGIPRO:

- Сокращение временных и финансовых затрат
- Выполнение требований ПП РФ № 331 [2] и 1431 [1] в части обеспечения формирования и ведения информационных моделей
- Повышение подконтрольности и управляемости проектными процессами. Снижение рисков в проекте и «человеческого фактора»
- Повышение эффективности участника строительного процесса

Функции INGIPRO:

- Командная работа внутри и между организациями
- Формирование и ведение информационных моделей строительства
- Оперативная проверка актуальности документов с помощью QR-кодов
- Создание организационной структуры внутри системы с разграничением прав доступа
- Сравнение версий и выставление замечаний для документов и информационных моделей
- Согласование и подписании с помощью электронной подписи

Принципиальная схема СОД заключается в том, что через нее проходят все данные проекта. Эта схема объединяет всех участников проекта и обеспечивает оперативность коллективной работы и информационную безопасность проекта.

Эффективность применения INGIPRO в проекте:

- Экономится время до 50% на межорганизационное взаимодействие (согласования, запросы, изменения и т.д.)
- Появление возможности учитывать интересы и требования всех участников проекта

Согласно диаграмме уровней зрелости BIM (рис.1), разработанной Марком Бью и Мервином Ричардсом, INGIPRO в полной мере охватывает требования уровня 2 и частично переходит к 3-му уровню благодаря поддержке IFC-формата.



Рис.1 Диаграмма Бью-Ричардса

Таким образом, работа в СОД – это один из способов предоставить членам команды проекта возможность работать сообща, более эффективно и безошибочно.

Существуют множества российских программных комплексов, направленных на решение проблемы, связанной с корректной и своевременной подачей информации всем участникам строительного процесса. Одной из таких комплексов является INGIPRO [3]. INGIPRO нацелено на улучшение качества документооборота и скорости подачи информации до каждого заинтересованного лица.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Постановление Правительства РФ от 15 сентября 2020 г. N 1431.
2. Постановление Правительства РФ от 15 сентября 2020 г. N 331.
3. INGIPRO. Сведения о правообладателях программного обеспечения // Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных. URL: <https://reestr.minsvyaz.ru>.
4. Кужин М.Ф. Организационно-технологические задачи, решаемые при производстве фасадных работ // Евразийский Союз Ученых. – 2015. – №5-3 (14).
5. PAS 1192-2:2013. Проект стандарта для управления информацией на этапе капитального строительства с использованием информационного моделирования.
6. СП 331.1325800.2017. Информационное моделирование в строительстве. Правила обмена между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах.

ПРИМЕНЕНИЕ BIM - ТЕХНОЛОГИЙ В ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

В современных реалиях уже невозможно представить строительство объекта без применения BIM – технологий (Building Information Modeling). Использование информационного моделирования предоставляет множество преимуществ на всех стадиях жизненного цикла здания. BIM – позволяет регулировать процессы строительства, устранять строительные коллизии на этапе проектирования, контролировать производственный бюджет, а также влияет на сроки выполнения работ и их качество.

Актуальность внедрения информационного моделирования высока, в частности в России ведется активное развитие законодательной базы и нормативного обеспечения для применения BIM – технологий. Одним из главных нововведений является постановление №331, обязывающее с 1 января 2022 года применять информационное моделирование на объектах госзаказов [1]. Также многие строительные компании помогают своим сотрудникам переходить на BIM - моделирование, оплачивая им курсы, повышая их квалификацию, так как данные технологии значительно повышают эффективность производства и минимизируют количество, вложенных средств.

Цель написания данной статьи - формирование представления использования BIM-технологий в организации строительного производства, выявление преимуществ, а также исследование основных программ, применяемые в России и за рубежом.

На сегодняшний день создано множество различных программ, способствующих облегчению проектирования, такие как Revit, Civil 3D, ARCHICAD, Tekla [2]. Данные программные обеспечения используются в первую очередь для увязки основных разделов между собой. Но одна из главных проблем информационного моделирования — это малое количество программ для комплексного управления BIM-проектом.

Комплексное управление в BIM – это объединение моделей, поиск пересечений, работа с 4D (время/деньги) и 5D (время + деньги) информацией. Использование 4D – моделей (метод визуального планирования) существенно расширяет возможности 3D – моделей, обеспечивая дополнительные преимущества. Прежде всего, это происходит благодаря тому, что 4D модели содержат в себе данные календарно-сетевое графика, который в совокупности с 3D – моделью позволяют получить наглядный план работ [3]. Визуальную модель можно корректировать и совершенствовать до необходимого уровня, выбрав наиболее благопри-

ятный план выполнения работ. Такие программы как Autodesk Navisworks, Microsoft Project, Sinchro используются, как инструменты 4D – моделирования, предназначенные для облегчения организационной части жизненного цикла объекта, а также дают возможность увидеть, как будут выполняться работы и какой результат в итоге будет получен. Изучим приведенные программные обеспечения и выявим их преимущества.

Navisworks позволяет участникам проекта формировать единую модель с высокой степенью детализации и проверять на ней корректность выполняемых работ. Продукт воспринимает данные из множества САПР (система автоматизированного проектирования) и устройств лазерного сканирования, также в BIM-модель можно экспортировать данные из внешних баз. Ключевой особенностью данной программы является использование 4D моделирования. Autodesk Navisworks позволяет наглядно с помощью графики представить ход выполнения проекта, избежать накладок и простоев. Сам процесс создание происходит за счёт установленных последовательных операций, взаимосвязанных с геометрией модели, календарной датой и временем. Все отклонения от графика наглядно иллюстрируются программой, что значительно упрощает организацию строительства.

Для создания визуальной модели может быть также использован Microsoft Project. Программа позволяет:

- грамотно планировать время;
- распределять средства;
- вводить и корректировать график работ;
- создавать оптимальную схему поставки материалов;
- исследовать риски и определять резервы.

По итогу формируется календарный график, где обозначены названия, даты начала и окончания работ. Автоматический расчет сетевого графика, разрешает в кратчайшие сроки смоделировать план строительства в соответствии с разными критериями и задачами. Microsoft Project используется совместно с уже созданной 3D – моделью проекта [4].

Synchro, позволяет анализировать весь жизненный цикл здания, стоимость проекта, а также отслеживание исполнения бюджета. Исходными данными для программы являются:

- файлы различных САПР, 3D модель здания со связанными между собой основными разделами;
- файлы, содержащие данные о машинах и механизмах, используемые на объекте строительства;
- файлы, содержащие основную информацию стройплощадки (стройгенплан, бытовой городок);

- календарно-сетевой график строительства, сделанный в программе Microsoft Project;

Программа, сопоставляет информацию и по итогу выдает полный план строительства. Система содержит в себе все средства, необходимые для планирования, включая расчет расписания, календари, возможность деления элементов на захватки и т.д. Данная программа является отличным дополнением к существующим САПР и поддерживает около 30 источников получения 3D – моделей.

Сегодня активно разрабатываются программные обеспечения для использования 4D моделирования, так как использование таких дополнений к уже существующей 3D – модели значительно повышает эффективность строительства и облегчает жизнь не только строителям и проектировщикам, а также заказчикам и инвесторам проекта [5].

Таким образом, использование BIM – технологий в организации строительного производства, позволяет буквально полностью исключить все виды коллизий, позволяет регулировать строительные процессы, технологии, а также обеспечивает контроль бюджета проекта. Широкое применение 4D – моделирования позволит сдавать объекты качественно в назначенные сроки. 4D моделирование, несомненно, является важным инновационным прорывом в области организации и управления. Использование 4D BIM – технологий в России должно стать закономерностью, так как информационное моделирование со временем будет играть еще более важную роль в создании документации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Фонтокина В.А.* Роль BIM-технологий в организации и технологии строительства // Вестник евразийской науки. – 2022. – Т. 14. – № 1.
2. *Колчин В.Н.* Применение BIM-технологий в строительстве и проектировании // Инновации и инвестиции. – 2019. – №2.
3. *Нестеров И.В.* Информационное моделирование в строительстве // САПР и ГИС автомобильных дорог. – 2014. – №2(3).
4. *Дубовская Т.А., Кравченя И.Н., Стрижак А.И.* Особенности применения программного обеспечения Microsoft Project при расчете календарного плана строительства // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2021. – №4(72). – С. 212-224.
5. *Градов А.В.* Внедрение 4D-моделирования при проектировании линейных объектов // Молодой ученый. – 2021. – №23(365). – С. 59-62.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СВАЙНЫХ ОСНОВАНИЙ В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

На фоне резкого роста населения в городе Москва, появилась потребность в пересмотре устоявшихся тенденций градостроительной политики. В настоящее время мы являемся свидетелями перехода от советского промышленно облика городов к более современным, многофункциональным концепциям. Так, комплексом градостроительной политики города Москвы запущена программа «Редевелопмент промзон», в рамках которой планируется не только возрождение некоторых производственных комплексов, но и их реорганизация под жилые площади. Также не стоит забывать о программе всероссийской реновации, в рамках которой происходит снос ветхого жилого фонда и возведение на его месте новых, современных жилых комплексов.

Все эти факторы навязывают строителям выполнение строительно-монтажных работ в условиях тесной городской застройки, когда строительные работы проводят в непосредственной близости от уже существующих зданий или, в некоторых случаях, прямо вплотную к ним.

Развитие правительством Москвы программ по реновации жилья и реорганизации промзон освобождают огромные территории, которые могут быть использованы для увеличения жилых и общественных площадей. Территории внутри города являются наиболее привлекательными для застройщиков, так как:

- Имеющаяся функционирующая система коммуникаций убирает необходимость создания новой такой системы;
- За годы существования в районах Москвы сложилась комфортная инфраструктура, отвечающая не только запросам жителей, но и нормам градостроительной деятельности;
- Главной проблемой современных жилых комплексов, находящихся на окраине города, является проблема загруженной дорожно-транспортной системы, или полное ее отсутствие. В центральных районах этой проблемы нет.

На современном рынке новостроек около 5% занимают точечные проекты, представленные в виде отдельно стоящих зданий. Также, около 20% приходится на компактные жилые комплексы, представленные в виде 3-4 отдельно стоящих зданий. И практически 70% предложений на рынке нового строительства приходится на масштабные жилые ком-

плексы, включающие в себя 5 и более отдельно стоящих зданий. Это наглядно демонстрирует, что в настоящее время застройщики пытаются максимально эффективно использовать землю и предоставлять жилье как можно большему количеству семей на ограниченных участках земли, строя не «вширь», как раньше, а «вверх». Освобождение новых территорий в черте города и их последующее освоение благоприятно повлияет на общую ситуацию на рынке недвижимости в городе Москва. Но это возвращает нас к проблеме строительства в условиях плотной городской застройки.

Так как эти объекты будут относиться к категории нового строительства, то перед проектировщиками остро встает вопрос проектирования оснований и фундаментов с учетом всех особенностей плотной городской застройки

Для определения наиболее оптимального и универсального метода устройства свайных оснований в условиях плотной городской застройки был разработана таблица, в которой в столбце 1 указаны параметры, по которым сравниваются технологии изготовления свайных оснований, а в столбцах 2-4 представлены сами технологии производства работ.

Таблица 1.

Сравнительный анализ технологий изготовления свайных оснований [1-6]

№ п/п	Наименование параметра	Буронабивные сваи	Винтовые сваи	ЖБ сваи, погружаемые методом статического вдавливания
1	Песчаные грунты	±	+	±
2	Скальные грунты	+	-	+
3	Глинистые грунты	+	+	+
4	Плывуны	-	+	+
5	Несущая способность	+	-	+
6	Отсутствие динамического воздействия	+	+	+
7	Отсутствие шума при производстве работ	-	+	+
8	Экономичность производства	-	+	±

9	Применение специализированной техники	+	+	+
10	Высокий уровень производительности	-	+	+

По результатам анкеты можно выявить, что наиболее оптимальным и универсальным методом изготовления свайных оснований в условиях городской застройки является метод погружения свай статическим вдавливанием. Этот метод подходит для большинства видов грунтов, не влияет на городскую экосистему и является довольно экономичным.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Перфилов В.А.* Особенности строительства свайных фундаментов в зонах вечной мерзлоты на объектах нефтегазовой отрасли / В.А. Перфилов, И.А. Дмитриенко // Актуальные проблемы и перспективы развития строительного комплекса: Сборник статей международной научно-практической конференции, Волгоград, 03–04 декабря 2019 года. – Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2019. – С. 79-84.

2. *Селетков Н.С.* Современные технологии устройства свай, изготавливаемых на строительной площадке / Н.С. Селетков, С.В. Калошина // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. – 2018. – Т. 2. – С. 188-196.

3. *Солонов, Г. Г.* Преимущества и недостатки буронабивных свай / Г.Г. Солонов, А.В. Печеникин, М.О. Артеменко // Европейские научные исследования: сборник статей V Международной научно-практической конференции, Пенза, 15 января 2020 года. – Пенза: "Наука и Просвещение" (ИП Гуляев Г.Ю.), 2020. – С. 200-201.

4. *Соколов Н.С.* Выбор типа буровых свай по технико-экономическим параметрам / Н.С. Соколов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: Материалы IV Международной (X Всероссийской) конференции, Чебоксары, 21–22 ноября 2018 года. – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2018. – С. 430-438.

5. *Ержаковский Е.О.* Оценка применимости метода статического погружения свай при строительстве свайных фундаментов /Е.О. Ержаковский, Д.Н. Сурсанов // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. – 2017. – Т. 1. – С. 192-204.

6. *Конаш В.М.* Современные технологии усиления оснований и фундаментов / В.М. Конаш // Архитектура и строительство России. – 2008. – № 6. – С. 36-39.

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Проект – это комплекс предварительно подготовленных, технических и экономических обоснований, представленных расчетами и графическими решениями по строительству какого-либо здания, сооружения или комплекса.

В строительной отрасли по признаку использования различают проекты индивидуальные, повторно применяемые и типовые.

В качестве индивидуальных обычно выступают проекты каких-либо уникальных зданий. Объекты массового строительства сооружают по типовым проектам. В качестве повторно применяемых проектов используют наиболее удачные индивидуальные. Многократная привязка таких проектов имеет место при отсутствии или недостаточном наборе типовых решений [1].

В качестве повторно применяемых проектов используют наиболее удачные индивидуальные. Многократная привязка таких проектов имеет место при отсутствии или недостаточном наборе типовых решений.

Кроме этого, существуют экспериментальное проектирование и строительство. Они имеют целью опытную всестороннюю проверку новых решений, которые в дальнейшем должны стать типовыми [5].

Как мы видим разнообразие объектов велико и с каждым годом оно только возрастает, как следствие, появляется необходимость в сокращении сроков проектирования с сохранением должного качества. Иными словами, необходимо осуществлять интенсификацию процесса проектирования.

Существует множество методов интенсификации-организации проектирования, среди которых можно выделить:

- применение BIM-технологии для создания информационной модели здания,
- привлечение дополнительных участников в процесс проектирования на условиях внутреннего субподряда,
- привлечение дополнительных участников в процесс проектирования на условиях внешнего субподряда,
- разработка графика выдачи заданий на выполнение стадий проекта соответствующим отделам,

Архитектурно-строительное проектирование осуществляется путем подготовки проектной документации. Лицами, которые осуществляют подготовку проектной документации на основании договора - являются застройщик либо привлекаемое физическое или юридическое лицо.

При подготовке документации исходными данными являются такие документы как: 1) техническое задание застройщика или заказчика на проектирование, 2) результаты инженерных изысканий, 3) градостроительный план земельного участка, 4) технических условия.

Ниже приведена проблематика возникающая в процессе выполнения проекта, в котором не используются упомянутые выше методы [4].

1) Взаимодействие между отделами, выполняющими свои работы осуществляется после завершения разработки основных решений, в результате которого могут возникать разногласия и появляться необходимость в исправлении выявленных разногласий, что увеличивает срок выполнения всего объема работ.

2) Существуют организации, которые не имеют возможности выполнить весь объем работ самостоятельно в силу отсутствия в их структуре некоторых отделов, занимающихся разработкой конкретных частей проекта.

3) Организации, занимающиеся разработкой отдельных разделов проекта, не имея четких ограничений по времени выполнения работ, могут смещать сроки выполнения всего проекта.

Что касается методов контроля проектирования, для его осуществления в нашей стране созданы головные институты.

В их функции входит: 1) Выполнение типовых проектов, 2) Унификация конструкций, узлов и деталей, 3) Научно-исследовательская деятельность, направленная на разработку новых конструкций, материалов и технологий, 4) Формирование и размещение промышленных узлов, 5) Разработка нормативных, руководящих и методических материалов в области проектирования, 6) Обобщение и внедрение передового отечественного и зарубежного опыта в проектировании и строительстве [2,3].

Проектирование объектов жилищно-гражданского и коммунального строительства осуществляется под руководством Госкомархитектуры. Выполняют проекты научно-исследовательские и проектные институты типового и экспериментального проектирования жилых и общественных зданий, центральные институты, специализированные по видам сооружений.

Проектированием промышленного строительства занимаются организации технологического и строительного профиля.

Таким образом, можно сказать, что проектные работы являются базовым этапом строительства любого объекта строительства. Они имеют большой потенциал развития и совершенствования. Разнообразие применяемых технологий и методов, а также большое количество участников проектирования и трудности их взаимодействия приводит к необходимости разработки наиболее унифицированных видов методов организации проектирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Дикман Л.Г.* Организация строительного производства/ Учебник для строительных вузов/ М.: Издательство Ассоциация строительных вузов, 2006 – 608 стр.
2. Проектное дело в строительстве : [учеб. пособие] / Ю. В. Аникин, Н. С. Царев ; [науч. ред. В. И. Аксенов] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. — 124 с.
3. Строительство жилых и общественных зданий : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / А. Ф. Юдина. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательский центр «Академия», 2013. — 384 с.
4. Организация, планирование и управление в строительстве : учебное пособие / . — Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 120 с.
5. Янчукович С.Г. Строительное проектирование зданий и сооружений. Учебное пособие. — СПб.: СПб ГТУРП, 2013. — 114 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА

Документооборот – процесс движения документов в организации с момента их получения до обработки и дальнейшей передачи для исполнения. Он связан с хранением и управлением большим потоком требуемых материалов таких как спецификации, сметы, акты, договоры и т.д. [3].

За время строительства документы проходят через множество стадий, на каждую из которых тратится большое количество времени.



Рис. 1. Схема организации работы с документами предприятия

Так на начальном этапе для утверждения проектной или рабочей документации проводится государственная экспертиза. Для этого необходимо предоставить заявление и приложить требуемые документы, проверка которых проводится в течение трех дней [1].

Исполнительная документация — это пакет документов, оформляемых в ходе строительства, где фиксируется как сам процесс производства работ, применение материалов для тех или иных видов работ. Исполнительная документация представлена в виде текстовых и графических материалов, где отражены фактическое исполнение решений по проекту и фактическое положение объектов в ходе строительства. При сдаче ИД ее направляют к заказчику, после чего он либо при-

нимает ее, либо дает замечания, которые необходимо исправить. Данный процесс может длиться достаточное количество времени.

Стоит отметить, что бывают такие обстоятельства, что документы частично могут быть утеряны в ходе работы. Наличие таких фактов приводит к тому, что не всегда является возможным воспользоваться нужной информацией и в последующем на их восстановление и подписание тратится дополнительное рабочее время.

Устранение вышеперечисленных проблем повысит уровень автоматизации, сокращение времени работы с документами и тем самым усилит эффективность работы.

Для этого необходимо унифицировать форму исполнения отчетной документации и внедрить электронный документооборот [5].

Во-первых, единообразные формы позволяют использовать однотипные функции и задачи, что может сократить состав документов, их количество и снизить трудоемкость их обработки. К ним предусматриваются требования на всех стадиях его создания, заполнения, обработки и хранения [4].

Во-вторых, вся информация хранится в одном месте, для каждого работника будет легко найти определенный документ, ведь вместо того, чтобы перебирать архив, где эта информация может отсутствовать, необходимо знать название этого документа или его номер. Для отслеживания поступления документов, их статуса, не нужно вести таблицы, заполняя их вручную, так как это будет делаться автоматически.

Также на стадии согласования документации будет уходить меньше времени. Для этого необходимо вводить в распространение электронные подписи и печати, которые подтверждают подлинность документов. Электронная подпись, согласно Федеральному закону 63-ФЗ «Об электронной подписи», придает электронным документам юридическую значимость.

Для продуктивной работы с электронным документооборотом будет удобнее всего использовать сетевые папки или программы. Они нужны для того, чтобы все работники могли открывать, просматривать и редактировать на своих компьютерах рабочие файлы. Это легче, чем переносить их на флешку или постоянно выгружать в «облако». Кроме того, строительные программы для хранения и мониторинга информации позволяют автоматизировать реализацию строительных проектов, вести аналитику и дают возможность работать с документацией с разных гаджетов. Таким образом, всем участникам строительства – инвесторам, заказчикам, подрядчикам, субподрядчикам – в одном сервисе будет доступна вся информация.

Также стоит отметить, что ручное заполнение документов приводит к ошибкам. Также ведение документов таким способом не позволяет

обновлять формы документов с учетом изменений законодательства, в следствие чего приходится документы заполнять вновь.

Таким образом, для того чтобы усовершенствовать систему электронного документооборота, необходимо выработать комплекс мер, которые будут направлены на достижение высоких результатов в производстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Абрамов Л.И.* Организация и планирование строительного производства. Управление строительной организацией. Учебник / Л.И. Абрамов, Э.А. Манаенкова. - М.: Стройиздат, 2017. – С.400.
2. *Басаков М.И.* Документы и документооборот коммерческой организации / М.И. Басаков. - М.: Феникс, 2018. – С. 416.
3. *Барихин А.Б.* Делопроизводство и документооборот. Практическое пособие / А.Б. Барихин. - М.: Книжный мир, 2008. – 416 с.
4. *Кузнецов С.Л.* Современные технологии документационного обеспечения управления Учебное пособие для вузов / С.Л. Кузнецов – М: Термика, 2017. – С. 470.
5. *Бобылева М.П.* Управленческий документооборот: от бумажного к электронному. Вопросы теории и практики. / М.П. Бобылева - М: Термика, 2019. – С. 470.

Студент 3 курса 81 группы ИАГ Стибунов Д.В.

Студентка 3 курса 82 группы ИАГ Сусанина Т.В.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. Шестерикова Я.В.

ПЕРСПЕКТИВЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Аннотация: В статье представлены вопросы перспективы цифровизации строительства, как ведущего процесса развития отрасли.

Ключевые слова: цифровизация, ТИМ, эффективность, “прозрачность”, единая цифровая база.

Современный мир требует новые, более эффективные решения старых задач. Процесс цифровизации становится неотъемлемым этапом становления развитого государства. ТИМ всё чаще встречаются в самых различных сферах деятельности человека. Строительство, как передавая отрасль развития страны должна в первую очередь совершенствоваться благодаря новым технологиям, открывая всё более эффективный подход к капитальному строительству.

Указом Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474 “О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года” и Распоряжением Правительства РФ от 27 декабря 2021 г. № 3883-р о стратегическом направлении в области цифровой трансформации строительной отрасли, городского и жилищно-коммунального хозяйства РФ до 2030 г., освоение “цифровой зрелости” является одной из основных стратегических целей нашей страны [1,2]. За этим скрывается не просто обновлённый подход к строительству, а конкретные перспективы, которые позволят упростить возведение объектов капитального строительства на протяжении всего жизненного цикла.

Процесс развития цифровизации строительства поддерживается законодательными проектами: “Цифровое государственное управление” и “Агрессивное развитие инфраструктуры”. Исходя из этих документов предполагается, что обмен, между участниками строительства, информацией будет проходить только в электронном виде. Результатом будет являться цифровая вертикаль по градостроительным решениям на базе ГИСОГД – государственной информационной системы обеспечения градостроительной деятельности. Также будет построена цифровая информационная система управления жизненным циклом по развитию территории. Уже сейчас существуют действующие программы в строительной сфере, например, суперсервис “Цифровое строительство” или единая цифровая платформа экспертизы (ЕЦПЭ) и др. В регионах используют разнообразные облачные платформы, что снова показывает потенциал цифровой трансформации строительной отрасли [3].

ТИМ направлены на улучшение всех процедур создания проекта и совершенствования эффективности взаимодействия участников. Можно выделить следующие перспективы цифровизации:

- 1) рост производительности труда
- 2) снижение издержек производства
- 3) снижение сроков строительства на 30%
- 4) снижение затрат на реализацию проекта на 20%
- 5) снижение числа ошибок при реализации и проектировании объекта строительства
- 6) создание новых рабочих мест
- 7) повышение конкурентоспособности компаний
- 8) повышение степени удовлетворения потребностей

Цифровизация позволяет быстро реагировать на изменения рынка, повышается эффективность продвижения услуг и товаров, а возможности их производства становятся более гибкими [4].

Единая цифровая база предоставляет пользователям быстрый доступ к информации о строящихся и существующих объектах капитального строительства. Регулирование нормативной базой позволит субъектам РФ использовать типовое программное обеспечение, для создания информационной модели региона, которая в последствии станет частью единой цифровой платформы. Таким образом, создание общей базы и подготовка её элементов происходят параллельно, что ускоряет процесс цифровизации строительной отрасли в стране. На примере портала mos.ru застройщик может использовать личный кабинет для подачи запросов, заявлений или обмена документами. Так для рассмотрения получения разрешения на строительство уходит 5 дней, когда на бумаге данная процедура занимала около 12 месяцев. ТИМ позволяет сделать строительный процесс более “прозрачным”, таким образом покупатель понимает, как проходит строительство. Отчёты по выполненным работам передаются и обрабатываются с большей скоростью. Также обеспечивается сохранность всей документации объекта, и в случае смены застройщика, сохраняется весь массив информации, которая будет передана новому исполнителю.

Существует ряд причин, из-за которых происходит отставание применения цифровых технологий в отечественной строительной отрасли [5]:

- 1) дефицит программного обеспечения
- 2) высокие материальные затраты на внедрение
- 3) нехватка квалифицированных кадров, умеющих обращаться с программным обеспечением
- 4) недоверие к цифровому документообороту
- 5) преобразование структуры отчетности
- 6) изменение управления производственного процесса

Резюмируя, можно сказать, что процесс цифровизации очень важен для строительной отрасли, нельзя игнорировать возможности, которые открываются перед нами. Но для достижения поставленной цели необходимо, в первую очередь, тщательно подготовить нормативную основу. Так, шаг за шагом, строительная отрасль придёт к новой эпохе своего развития.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Распоряжением Правительства РФ от 27 декабря 2021 г. № 3883-р// Официальный интернет-портал правовой информации: [сайт]. <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202112290003?index=1&rangeSize=1>. (Дата обращения: 15.02.23)
2. Указом Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474 “О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года”// Официальный интернет-портал правовой информации: [сайт]. <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202007210012>. (Дата обращения: 15.02.23)
3. *Боровских О.Н., Евстафьева А.Х.* О цифровизации строительной отрасли России// Цифровая трансформация в высшем и профессиональном образовании. – 2022. – С. 423-424
4. *Осипова И.В., Мальковская А.С.* Цифровизация строительной отрасли в России// Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2022. – С. 140-141
5. *Артюшкин О.В., Плотникова Т.Н.* Цифровизация строительной отрасли – текст : электронный // вестник хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова. – 2021. - №1 (35). – С. 35-39.

Студент 3 курса 9 группы ИГЭС Суворов Д.В.

Студентка 3 курса 11 группы ИГЭС Малофеева Д.Д.

Научный руководитель – доц. канд. техн. наук, доц. А.Н. Макаров

БЕРЕЖЛИВОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО В СВЕТЕ КОНЦЕПЦИЙ МЕТОДА 5S

Введение

С развитием технологий, человек создаёт все больше и больше различных устройств, материалов, приборов и т.п., которые помогают ему в работе. С увеличением вещей на рабочем месте зачастую образуется беспорядок, который способствует уменьшению производительности труда. Особенно актуально этот вопрос стоит в строительстве, где должны строго соблюдаться временные рамки. Для ликвидации или минимизации потерь времени, ресурсов, сил, был введён метод «бережливого производства», задачей которого является планомерное сокращение операций, которые не добавляют ценности продукту. Более распространённое название метода – организация рабочего пространства (5S или 5С). К сожалению, зачастую прорабы упускают момент сортировки вещей, инструментов, сохраняя их вблизи монтажной зоны «на всякий случай». Вследствие этого могут возникать препятствия для передвижения и различного рода риски, влияющие на условия труда. Удаление ненужных предметов и наведение порядка на рабочем месте улучшает культуру и безопасность труда.

Данная статья имеет за собой цель обосновать читателю-строителю эффективность метода 5S в строительстве [1,2].

Задачами статьи являются изучение существующих материалов по методу, пояснение на примере и как следствие обоснование эффективности данной концепции.

Первая С (sorting) – сортировка – анализ и удаление ненужных предметов. Все предметы, расположенные на рабочем месте, делятся на три категории: нужные, частично-нужные и ненужные.

Вторая С (set in order) – самоорганизация – соблюдение порядка. Рациональное расположение вещей: легко находить, легко использовать, легко возвращать на место.

Третья С (sweeping) – систематическая уборка – содержание в чистоте рабочего места. Процедура должна быть ежедневной в сочетании с процедурой проверки оборудования.

Четвертая С (standardising) – стандартизация. Создание стандартов содержания рабочих мест на основе полученных результатов на предыдущих этапах.

Пятая С (sustaining) – совершенствование – поддержание и улучшение. Необходимо воспитание привычки всех участников процесса, вы-

полнения установленных правил. Стремление к стандартизации порядка и совершенствованию своих навыков.

Результаты

Самые важные элементы этой системы – сортировка и рациональное расположение. Эффективность системы 5S в основном зависит от успешности внедрения этих этапов.

Основная идея метода – улучшение условий труда и безопасности, а также проявление инициативы и творческого потенциала работников при организации рабочего пространства.

Четкое месторасположение материала, оборудования на стройплощадке и беспроблемный доступ к ним сокращает потери (время на ожидание, поиск и т.д.). Нужно ежедневно поддерживать порядок и чистоту, а также по окончании работ размещать инструменты на строго отведенных местах. Опыт строительных проектов показывает, что наибольших усилий требуют сортировка, соблюдение порядка и стандартизация, а основным препятствием становится традиционный менталитет работников, не приученных к ежедневной уборке.

Например, при выполнении каменной кладки производительность труда каменщиков зависит от организации рабочего места, исключая движения рабочих, не относящиеся к процессу, и обеспечивающей минимальные расстояния перемещения кирпича и раствора от места складирования к месту укладки. Выбор вида кладки, от которого зависит вид кирпича и используемых инструментов и других вспомогательных приспособлений. То есть выполняется первоначальный анализ места работ. Выполняется сортировка. По опыту возведения кладки сложились следующие правила [3], [4] организации рабочего места (второй, четвертый и пятый этап) – см. Рис. 1. Увеличивать ширину рабочей зоны не следует, т.к. это создает дополнительные затраты труда. Материалы располагают в чередующемся порядке вдоль фронта работ и укладывают так, чтобы их было удобно подавать в конструкцию. В зависимости от характера конструкций и вида применяемых материалов их размещают следующим образом:

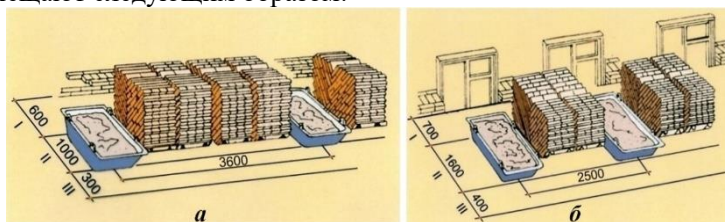


Рис. 1. Пример организации рабочего пространства каменщика
I – рабочая зона (0,6...0,7 м); II – зона складирования (1...1,6 м); III – свободная зона (0,3...0,4 м)

В процессе работы необходимо поддерживать чистоту и порядок на рабочем месте (третий этап). Лишний мусор способствует затруднению передвижения рабочего и как следствие увеличения времени на возведение и ухудшаются условия безопасности труда.

Такая организация рабочего места способствует уменьшению затрат труда на операции, которые не входят в процессы, связанные с работой – исключение лишних операций [5].

Заключение и обсуждение

Подводя итог, применение системы 5S в строительстве способствует исключению лишних операций, не связанных с основным процессом (например, перенос материалов и мусора), грамотному распределению времени на монтаж, повышению удобства рабочих и безопасности охраны труда, что достигается комфортным расположением материалов и отсутствием препятствий на рабочем месте.

Такая организация рабочего места на сегодняшний день разработана не для всех видов работ. Поэтому для дальнейшего развития бережливого строительства необходимо внедрять данный метод во все процессы стройки, то есть непрерывно совершенствовать его в долгосрочной перспективе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Сергина А.А.* 5С – Система рационализации рабочего места // ОБЩЕСТВО, НАУКА И ИННОВАЦИИ. - Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Аэтерна", 2015. – С. 182-184.
2. Перевод с англ. Попеско И., под редакцией Болтрукевича В. 5S ДЛЯ РАБОЧИХ. Как улучшить своё рабочее место. – 3-е переработанное изд. – Москва: Институт комплексных стратегических исследований, 2007. – С. 168.
3. *Сергина А.А.* ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ 5С // СОВРЕМЕННЫЕ КОНЦЕПЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ. - Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "ОМЕГА САЙНС", 2015. – С. 73-75.
4. Руководство по организации труда при производстве строительно-монтажных работ. Глава 7. Каменные работы // Москва: Издательство литературы по строительству, 1972. – С. 46.
5. *Ланидус А.А., Макаров А.Н.* Нечеткая модель организации строительного процесса // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. - 2018. - №1 (20). - С. 59.

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ МАЛОЭТАЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА РАЗВИТЫХ СТРАН

Обеспечение граждан жильем – одна из важнейших задач государства. Малоэтажное жилье в России и за рубежом становится все более востребованным. В индивидуальном жилом доме человек чувствует себя более свободно и комфортно (рисунок 1).

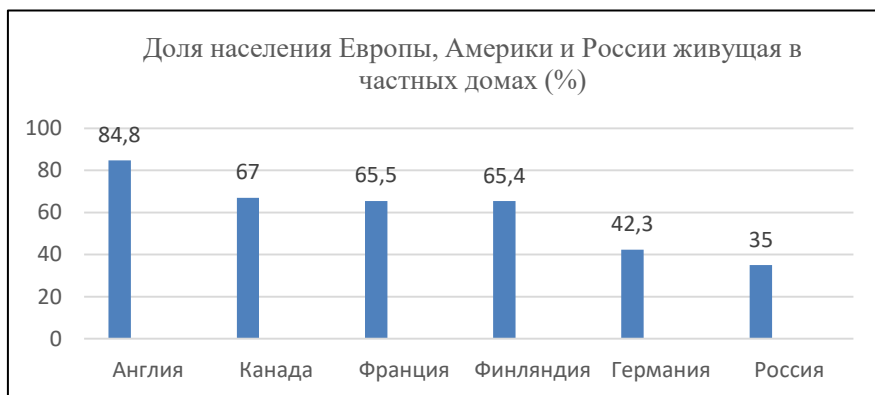


Рисунок 1. Диаграмма по долям населения

Организация строительства малоэтажных зданий в каждой стране имеет свои особенности.

Основные строительные технологии в Европе и Америке каркасно-панельные и модульные. Такие дома быстро возводятся и имеют наименьшие издержки при монтаже. Канадская технология занимает лидирующее место в индивидуальном домостроении.

В развитых европейских странах строительство малоэтажных индивидуальных домов осуществляют строительные фирмы, имеющие лицензии на определенный вид работ. Деятельность строительных фирм постоянно проверяется государственными органами. С заказчиком заключаются договоры. Дома строятся строго по проекту, который разрабатывает архитектор-проектировщик. К бетонным и каменным работам имеют доступ только квалифицированные специалисты. Производится обязательная проверка марки бетона, для которой делаются пробные «кубики». Изготовление крупных ответственных узлов осуществляется на производстве, затем производится их монтаж на строительной площадке. В Германии по закону самострой запрещен. Дома строятся без излишеств, простой формы, из качественных материалов, которые

имеют большой срок службы. Строительство домов осуществляется в короткие сроки, с применением мини-техники и минимальным использованием ручного труда [6].

В Великобритании при возведении малоэтажных частных домов ценятся надежность конструкции и ее долговечность. Именно этим обуславливается выбор в пользу дорогих, надежных и долговечных материалов. В основном строятся каркасные дома, а наиболее обеспеченное население возводит дома из кирпича. Кирпич в строительстве используется качественный, не требующий отделки. В Великобритании не только строительство домов, но и их ремонт должен быть согласован с местными властями и архитектором. На каждый вид работ их исполнитель должен иметь лицензию. Хозяин без лицензии не может выполнять большинство работ по дому. В разрешении на строительство существует много ограничений, которые необходимо выполнить при возведении дома: применить соответствующие материалы, требования к фасаду, забору, оформлению окон. Надзор за строительством ведут инспектора – сотрудники местных органов власти [2].

Несмотря на приоритетное использование в европейском строительстве деревянных конструкций и других экологически чистых материалов, в Великобритании развивается малоэтажное строительство из сборного железобетона. Технология сборного железобетона позволяет изготавливать качественные железобетонные конструкции, с учетом всех стандартов, на современных заводах с автоматическими линиями, с минимальным использованием человеческого труда как на заводе, так и при организации работ на строительной площадке. В изготавливаемых конструкциях уже заложены каналы для электропроводки, водопроводных труб, нанесен изоляционный материал. Данные технологии сокращают сроки возведения домов. Технология сборного железобетона рассчитана на свободное конструирование, которое может выполнять даже не специалист при помощи компьютера [2].

Частные дома в Америке возводят после получения разрешения на строительство, которое выдает комиссия экспертов местного отдела планирования жилья. Проекты строений выпускаются с подробнейшей детализацией. В США преобладает каркасное строительство частных домов с использованием для каркаса тонких деревянных брусев. Что позволяет эксплуатировать это жилье не более 50 лет. Американцы в течение своей жизни часто переезжают, поэтому не стремятся к строительству долговечных домов. Стройплощадка готовится заранее, одновременно асфальтируется дорога, подводятся коммуникации, завозятся материалы и конструктивные элементы будущего дома. Работает несколько бригад, так как в Америке нет многопрофильных специалистов. Каркас дома возводится за 5-6 дней, сдача домовладения в эксплуата-

цию через 2-3 месяца. Контроль за строительством ведет инспектор местного строительного департамента [5].

Несмотря на суровый климат, в России к строительству жилья относятся менее рационально, утепляют недостаточно. В отличие от стран Европы и Америки, в России частные дома часто строятся без привлечения строительных организаций, силами самих граждан, а также строителями, не имеющими лицензии. В результате, качество не всегда соответствует современным стандартам, увеличиваются сроки строительства.

Проанализировав особенности организации жилищного строительства в разных странах, можно сделать вывод, что за рубежом малоэтажное строительство имеет законодательную базу, более организовано, чем в России, со стороны государства ведется контроль за соблюдением норм и правил.

Для более эффективного строительства малоэтажного жилья в России, необходима его индустриализация на примере Германии и Великобритании, организация контроля за ходом строительства государственными органами, более доступное ипотечное кредитование.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Дрыгина Ю.А.* Малоэтажное строительство в России: состояние и перспективы. – 2017 г.
2. Малоэтажное строительство в Великобритании. URL: <https://dwgformat.ru/2020/02/21/maloetazhnoe-stroitelstvo>
3. *Николаева Е.Л. и др.* Проблемы и тенденции развития малоэтажного строительства в России. – 2019 г.
4. *Пахомова М.А., Храмцов А.Б.* Малоэтажное строительство в России и за рубежом: обзор практик. – 2022 г.
5. *Таштабанов Р.* Как строят дома в Америке. Опыт россиян. – 2014. – URL: <https://www.forumhouse.ru/journal/articles/5303>.
6. *Таштабанов Р.* Как строят частные дома в Европе: утилитарный подход. – 2018. – URL: <https://www.forumhouse.ru/journal/articles/7965>.

ОСНОВНЫЕ РАЗЛИЧИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО И СТРОИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

Экспертно-проверочные мероприятия контроля являются неотъемлемой частью жизненного цикла любого строительного объекта. Это закреплено в нормативно-правовых документах различного уровня:

1. ГрК РФ Статья 53;
2. ГрК РФ Статья 49;
3. Постановление Правительства РФ №54 о государственном строительном надзоре;
4. Постановление Правительства РФ №468 о порядке проведения строительного контроля;
5. РД-11-04-2006 о порядке проведения государственного строительного надзора и т.д.

В них описаны все функции, должностные обязанности и порядки проведения различных органов контроля и надзора за строительством. Технический и строительный контроль – это проверка соответствия выполняемых работ утвержденной документации. Однако, они различаются и главным образом тем, что технический контроль проводится уполномоченными государственными органами, а строительный выполняет подрядчик или иная специализированная нанятая компания с допуском саморегулируемой организации (СРО). Исходя из этого основные функции сотрудников этих организаций будут иными:

Для технического надзора – соответствие работ и материалов требованиям сводов правил, всем соответствующим государственным стандартам, согласованной проектной и рабочей документации и иным установленным законодательством документам.[1] Для строительного контроля – проверка собственной работы заказчиком или подрядчиком, помочь участникам строительства оптимизировать процессы, проверить смету на актуальность, соответствие проекту и подготовиться к другим проверкам, чтобы своевременно ввести объект в эксплуатацию. [5]

Таким образом, для обеспечения надлежащего выполнения своих функций, специалистам не только предоставляются разные полномочия, но и предъявляются отличные друг от друга условия, правила, обязательные для выполнения.

При проведении проверочных мероприятий инспекторы технадзора обязаны:

- запрашивать и изучать любую техническую документацию проекта;
- оставлять комментарии в журналах проведения работ;

- требовать проведения повторных испытаний материалов и проверочных работ;
- свободно исследовать все участки строительной площадки;
- приостанавливать работу и составлять протоколы о выявленных нарушениях;
- разрешать или окончательно запрещать ввод объекта в эксплуатацию.

В случае со строительным контролем в обязанности сотрудников проверяющей компании входит выполнение требований заказчика. Поэтому при проведении своих инспекций, они осуществляют:

- проверку сметно-договорной документации;
- контроль графика и объемов работ;
- контроль соответствия материалов и соблюдение правил их хранения;
- экспертизу, обнаружение и исправление несоответствий;
- приемку работ;
- составление отчетов по всем ключевым этапам инспекции.

Причем самостоятельно обратиться за сторонней помощью может как подрядная организация, так и заказчик, поскольку мероприятия строительного контроля в первую очередь ориентированы на внутренние интересы участников проекта.

Общий порядок подобных проверок стройконтроля заключается в приглашении независимой фирмы для оценки процесса и для отслеживания качества строительства, соблюдения сметы. Она, в свою очередь, формирует команду узконаправленных экспертов для совместной работы над проектом в соответствии с областью знаний каждого из них. По результатам работы они формируют акты и передают его заказчику. Небольшой проект может быть проверен одним инженером. [2]

Количество и сроки инспекционных мероприятий совместно согласовываются заказчиком и инспекционной компанией. Специалисты будут осуществлять инспекцию всего цикла работ, сопровождая объект от его проектирования до сдачи техническому надзору.

Технадзор, в свою очередь инспектирует строительный объект 6 раз за все время проведения работ. Заказчик обязан своевременно информировать органы технического контроля об окончании, завершении основных этапов строительства и об авариях на объекте. Причем застройщик обязательно должен быть оповещен об инспекции как минимум за 3 дня до ее проведения. [3] А также делает соответствующие заключения, необходимые для сдачи объекта в эксплуатацию. [4]

И наконец, к объектам технадзора относятся все объекты капитального строительства, за исключением жилых многоквартирных домов, не превышающих по высоте 2-х этажей и состоящих не более чем из 10

блоков, а также частных домов и нежилых объектов не более 2 этажей и площадь не превосходящую 1500 кв.м. Полный перечень подконтрольных объектов технадзора приведен в статье №49 Градостроительного кодекса Российской Федерации.

Проверки строительного контроля могут проводиться на любых строительных площадках по усмотрению заказчика. Требования и условия проверки также будут различаться для проектов разного характера и назначения. [6]

На основе приведенных выше тезисов, можно заключить, что строительный и технический контроль являются дополнением друг друга. Они следят за тем, чтобы проект был доведен до завершения в состоянии полной надежности и безопасности, способствуя качественной совместной работе подрядчиков, заказчиков и застройщиков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ Ст. 53. Строительный контроль [Электронный ресурс].
2. Постановление Правительства РФ от 21.06.2010 №468 (ред. от 18.07.2019) «О порядке проведения строительного контроля при осуществлении строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов капитального строительства»
3. *Олейник П.П.* Организация, планирование и управление в строительстве: Учебник. Изд. 2-е. перераб. – М.: Издательство АСВ, 2017, - 242 с.
4. Грабовый П. Г. Сервейинг: организация, экспертиза, управление. Часть вторая. Экспертиза недвижимости и строительный контроль. Учебник / под общ. ред. Грабового П. Г. М.: «АСВ», «Просветитель», 2015.
5. *Николаев М.И.* «Метрология, стандартизация, сертификация и управление качеством» // Национальный открытый университет «ИНТУИТ» 2016 г., 116 с
6. *Русанова, Т.Г.* Организация технологических процессов при строительстве, эксплуатации и реконструкции строительных объектов: Учебник / Т.Г. Русанова. — М.: Academia, 2017. 544 с.

СЕКЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА

Студент магистратуры 1 года обучения 21 группы ИПГС Куранов А. С.

Научный руководитель – доц., д-р. техн. наук, И.Л. Абрамов

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА УПРАВЛЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ

В современном мире все большее число организаций стремятся к модернизации, внедрению инноваций, а также к другим способам усовершенствования своей работы в строительстве. Основной причиной является необходимость оперативного внесения изменений в быстро развивающиеся проекты. Своевременно скорректированные показатели помогут избежать увеличения расходов, а также снижению риска увеличения длительности реализации, способствуя соблюдению запланированных сроков реализации инвестиционно-строительного проекта.

Эффективность деятельности строительной организации во многом зависит от профессионального анализа, планирования, исполнения и стратегии управления инвестиционно-строительными проектами. Управление проектом подразделяется на несколько стадий: инициацию проекта, планирование, реализацию, анализ, управление (регулирование) и завершение [1,2]. Стратегия управления сводится к реализации конкретных параметров проекта: соблюдению сроков и бюджетов, минимизации расходов и достижению заранее установленных результатов. Анализ управленческой деятельности инвестиционно-строительных проектов показывает, что запланированный бюджет может увеличиться более чем на 10% вследствие неэффективного управления [3,4].

Превышение затрат на реализацию проекта над сметной стоимостью не следует считать оправданными, так как это не только не приводит к снижению затрат на производство продукта, но и не позволило удержать бюджет в планируемых рамках. Кроме того, согласно данному анализу, 85% организаций не укладываются в заданные сроки или не могут достичь необходимого качества реализации проекта. Основными причинами этого могут быть:

- на стадии инициации, цели определены не четко;
- отсутствие либо ненадлежащий контроль на стадии планирования и реализации;
- отсутствие анализа рисков и внесения динамических изменений параметров.

Таким образом, можно говорить о низком уровне реализации инвестиционно-строительного проекта с точки зрения стоимостной оценки капиталовложений. Рекомендуемые улучшения, направленные на оп-

тимизацию структуры управления проектами, заключаются в следующем [5]:

- Анализ показателей эффективности управления; сопоставление выявленных негативных влияний на показатели с возможными причинами их возникновения, в-первых, изучение методических указаний и профильной литературы, во-вторых, анализ параметров текущих проектов и оценка полученных результатов завершённых.
- Определение путей повышения эффективности управления проектами и их ранжирования, для определения лучших способов.
- Анализ стратегии управления и оперативное внесение изменений.
- Исполнение разработанной схемы внедрения улучшений, оценка результатов показателей проекта.

Основные предложения, направленные на повышение эффективности управления проектами:

- На стадии инициации разработки документа «Проект, его цели, задачи и параметры», в котором закреплены основные предложения, концепция, параметры и какие должны быть получены результаты;
- Создание матрицы распределения ответственности персонала, основанной на структуре проекта. Разделение сложных и трудоёмких задач на составные части, с назначением руководителя для каждого ее элемента;
- Формирование специального отдела, в полномочия которой входит проверка качества проекта на каждой стадии его жизненного цикла;

Проектное управление в строительстве – инструмент, позволяющий организации реализовывать цели проекта максимально эффективно. Но использование проектного управления, наличие корпоративной системы управления проектами и применение лучших практик не гарантирует того, что все проекты будут успешными [6,7].

Однако правильно подобранная, составленная под нужды организации, с учётом отраслевых и региональных особенностей, а также, методология управления инвестиционно-строительными проектами позволяет избежать большого количества ошибок и существенно повысить шанс их успешной реализации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ушакова, Н. Е.* Аутсорсинг функций управления проектами / Н. Е. Ушакова // *Economics*. – 2020. – № 1(44). – С. 56-60.
2. Управление проектами пространственного развития / А. И. Алтухов, В. М. Баутин, Т. В. Близнюкова [и др.]. – Москва : ИП Осьминина Е.О., 2020. – 538 с.
3. *Сафонова, Н. Р.* Управление проектами в государственном секторе / Н. Р. Сафонова // *Вестник Алтайской академии экономики и права*. – 2020. – № 1-2. – С. 90-93
4. *Макарова, Н. В.* Отличительные особенности стандартов по управлению проектами / Н. В. Макарова, В. В. Балясников // *Актуальные проблемы экономики и управления*. – 2020. – № 1(25). – С. 94-99.
5. *Крюков К.М., Пода А.А.* Разработка и внедрении современных организационно-технологических решений при строительстве комплекса объектов железнодорожной инфраструктуры. *Вестник гражданских инженеров*. 2020. № 3 (80) стр.141-147.
6. *Латидус, А.А.* Системно-комплексный метод реализации строительных проектов / *А.А. Латидус, И.Л. Абрамов* // *Наука и бизнес: пути развития*. – М. : ТМБпринт. - №10(76). -2017. – С. 39-42.
7. *Гусаков А.А.* Организационно-технологическая надежность строительства / *С. А. Веремеенко, А. В. Гинзбург* и др. – М: SvR-Аргус, 1994.-252 с.

Студент магистратуры 2 года обучения 21 группы ИПГСм Савин И. М.

Научный руководитель – доц., канд. экон. наук, доц. Е.В. Михайлова

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК НОВАЯ СТРОКА РАЗВИТИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

За последние 20 лет производительность труда, как суммарная экономическая выработка на одного работника строительной отрасли практически не изменилась. [1].

Строительство является одной из самых недооцененных отраслей в мире и медленно внедряет новые технологии. Широкое использование BIM-технологий, а именно искусственного интеллекта (ИИ), может помочь повысить эффективность рабочих мест.

Инвестиции в искусственный интеллект значительно выросли в последние годы. По оценкам, рынок строительства достигает почти 600 млн долларов США в 2023 г. и 2312,8 млн долларов США в 2026г., при этом среднегодовые темпы роста в период с 2021 по 2026г. составят более 40% в год. [2]. Искусственный интеллект (ИИ) — это общий термин, описывающий способность вычислительной машины имитировать специфические способности человека, такие как распознавание образов или задачи обучения. [3].

Целью и задачами данного исследования являются рассмотрение и анализ оптимального применения ИИ в строительную отрасль на примере оптимизации календарных графиков с помощью искусственного интеллекта.

Искусственный интеллект может обрабатывать огромные объемы данных и представлять результаты анализа в удобном для восприятия формате. ИИ может точно предсказывать закономерности. Это одна из самых важных особенностей ИИ, так как он может рассматривать сразу весь перечень проблем. Используя большие массивы данных о предыдущих проектах, он может предсказать задержки в планировании, перерасход средств и нехватку ресурсов, что не только повысит безопасность на строительных площадках, но также может улучшить качество строительства. Например, при строительстве мостов можно ссылаться на модели предыдущих проектов, чтобы избежать ошибок при проектировании. Инженеры смогут принимать важные решения на основе ранее недоступных данных. Важные решения могут быть приняты.

Также ИИ может использоваться для организации строительного производства, так процессы управления ресурсами проекта включают идентификацию, приобретение и управление ресурсами. Чтобы оценить ресурсы активности, AI представляет интеллектуальную систему планирования, которая использует эволюционные методы для оценки по-

чти оптимального распределения различных строительных ресурсов в соответствии с целями и ограничениями проекта, например для точной оценки количества бетона, арматуры и конструкционной стали, необходимых в строительном проекте.

Внешние барьеры для внедрения технологий ИИ связаны с характером строительной отрасли, которая известна как низкотехнологичная отрасль. В целом технологические инновации очень медленно воспринимаются строителями, а ИИ — динамично развивающаяся технология. Из-за того, что человеческие отношения играют центральную роль в строительных проектах, любое решение ИИ, которое могло бы каким-то образом повлиять на более «человеческую» часть работы, не рассматривается. Это вызывает много опасений в отношении надлежащей правовой базы, которую следует применять при работе с огромным количеством данных, и, как и в других отраслях, все еще остаются нерешенными вопросы конфиденциальности и интеллектуальной собственности. Кроме того, имеющиеся ИИ-решения считаются недостаточными для требований строительных проектов. Исключительно для подземных строительных проектов уровни непредсказуемости и требуемой адаптивности очень высоки, поэтому было бы необходимо предоставить специальное решение ИИ для каждого отдельного проекта, что неудобно и невыполнимо. Еще один фактор, воспринимаемый как ограничение, связан с глобальными строительными проектами. Независимо от того, насколько культура родной страны открыта для изменений и принятия ИИ, его использование не всегда гарантировано, если международный рынок не готов к этому. Многие предположили, что это должен быть клиент проекта (т. е. правительство, компания и т. д.), чтобы потребовать его, в противном случае может возникнуть риск инвестирования в новую технологию, которая не оценивается как отличительная черта по сравнению с конкурентами. предложение. Действительно, также важно учитывать страну, в которой выполняется проект, так как во многих международных проектах необходимо сотрудничество с местными партнерами, которые имеют большую власть при установлении политики и могут неохотно принимать ИИ.

Исходя из вышеизложенного, можно отметить, что робототехника, искусственный интеллект позволяют снизить стоимость строительства до 30%. Руководителям строительных компаний следует уделять приоритетное внимание инвестициям в области, где ИИ может оказать наибольшее влияние на уникальные потребности их компаний. В ближайшие годы ожидается последующие увеличение эксплуатации технологий, нацеленных на коллаборацию с применением искусственного интеллекта в строительной отрасли.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Михайлова Е.В. Вероятностная оценка продолжительности строительства зданий и сооружений. Серия конференций ИОР: Материаловедение и инженерия. Международная научная конференция «Строительство и архитектура: теория и практика инновационного развития» - Организация и технология строительного производства. 2019. С. 055009.
2. Gerber B., Kensek K., Building information modeling in architecture, engineering, and construction: emerging research directions and trends. Journal of professional issues in engineering education and practice, 2009, с. 139-147.
3. Wang J., Wu X., Wang W., Shau W. The outlook of blockchain technology for construction engineering management frontiers for Engineering Management, 2017, с. 69-75.
4. Wadlow T. *Feature: How Artificial Intelligence Supports the Construction Industry*, 2018.
5. Lee K.-F. AI Superpowers: China, Silicon Valley, and the New World Order, 2018, С. 25.
6. Савин И. М. Разработка календарного плана в условиях ограниченных ресурсов / Савин И. М., Михайлова Е. М. // В сборнике: Наука и культура: поиски и открытия. Материалы ХИВ международной научно-практической конференции. - Балашиха, 2021. - С. 153-159.
7. Савин И. М. Цифровизация государственных органов для организации строительства / Савин И. М. // В сборнике: Молодёжные инновации. сборник материалов семинара молодых ученых в рамках XXIII международной научной конференции. - Москва, 2020. - С. 35-39. [на русском].
8. Савин И. М. Некоторые особенности оптимизации затрат на создание высотных зданий и сооружений / Макеева Т. Ю., Савин И. М. // В сборнике: Актуальные проблемы экономики, финансов и образования в условиях цифровизации. Материалы национальной межвузовской научно-практической конференции. - Балашиха, 2022. - С. 161-165.
9. Collins Cobuild English dictionary for advanced learners. – 6th ed. – Great Britain: Major New Edition, 2001. – 2604 p.

Студент магистратуры 1 года обучения 21 группы ИПГС Смирнов А. Д.

Научный руководитель - доц., д-р. техн. наук, И.Л. Абрамов

УСТОЙЧИВОСТЬ ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ключевые слова и фразы: неопределенность строительного производства, устойчивость организационно-производственных систем.

Аннотация: в последнее время наблюдается тенденция, резкого повышения требований к эффективности результата реализуемых строительных проектов, исходя из этого возникает необходимость в новых методах разработки, анализа неустойчивости организационно-производственных систем с технологической точки зрения.

Целью статьи является обоснование создания теоретических материалов в области методологии по обеспечению строительных проектов требуемой устойчивости организационно-производственных систем (ОПС) в условиях неопределенности строительного производства.

Выполненный анализ продемонстрировал, что влияние строительного производства в роли подсистемы на устойчивость организационно-производственной системы, требует проведения исследований с учетом новых реалий и динамичных изменений в строительной отрасли. В роли основной гипотезы исследования принято, что поддержание требуемого уровня стабильности ОПС обеспечивается за счет корректировки её мощности к изменяющейся производственной загрузке в период реализации инвестиционно-строительных проектов (ИСП). Анализ завершённых ИСП показывает, что не всегда получается успешно сдать объект строительства в соответствии с заложенными нормативными и директивными сроками в проектной документации, что приводит к удорожанию ИСП в целом и увеличению сроков сдачи.

Изучая организационно-производственную систему как единое целое, действующее в условиях негативных воздействий и изменчивости строительных объемов во времени, которые значительно повышают риск неудовлетворительного и несвоевременного получения результата от реализации строительного проекта. В связи с этим, предполагается изучение и анализ, в том числе, научных трудов в области организационно-технологической надежности при образовании организационных структур управления строительства [1-2]. Количество показателей, которые учитываются в моделях, находящихся в разработке, постоянно увеличивается, что делает их наиболее усложненными. Все это приводит к значительному росту разнообразия и повышения их технологической сложности, применяемых алгоритмов и математических аппара-

тов, что делает их более трудоемкими для применения на практике, и это подтверждается многими авторами.

Важный результат, который получен путем анализа научных трудов, является подтверждение высокой степени воздействия на организационно – технологическую стабильность предприятий и соответствующих моделей управляющих подсистем. Но следует заметить, что устойчивость организационно – производственных систем в условиях неопределенности и рисков не рассматривается с учетом новых реалий и динамичных изменений в строительной отрасли.

Помимо этого, стоит учесть, что существующие исследования, посвященные сложностям построения наглядной модели устойчивости сложных производственно-динамических структур и их развития как ОПС, на данный момент требуют широкого практического применения. Также не стоит оставлять без внимания, что строительное производство и ее влияние на устойчивость организационно-производственной системы в роли подсистемы, зависит от динамичных изменений в строительной отрасли. И только определение актуальных и своевременных приоритетов, а также, помимо этого, и корректировка новой стратегии по достижению поставленных целей, компоновки единых задач и реализации работ по их решению для достижения в конечном итоге предсказуемости поведения ОПС, это все и является важнейшим и неотъемлемым условием эффективного и динамичного развития предприятий в строительной отрасли.

В следствии этого появляется потребность в обоснованных с научной точки зрения способов измерения и численной оценке организационно-технологической надежности производств, также анализ характеристик организационной составляющей структуры производства. Важно понимать, что стабильность предприятия во времени необходимо рассматривать как динамичное состояние, в течении которого помимо осуществления задач по вводу объектов строительства в эксплуатацию, но и непосредственно действенное функционирование самой организационной структуры. Проблема исследования включает в себя оценку влияния текущих рисков неопределенности строительного предприятия на стабильную во времени работу производства [3]. Устойчивость организационно-производственной системы – характеристика строительного предприятия, функционирующего во времени с учетом дестабилизирующих факторов строительного производства и динамичных изменений в строительной отрасли.

Для того, чтобы всесторонне дать оценку устойчивости ОПС необходимо наладить обратную связь с данными, которые составляются в период разработки и последующей корректировки планового графика выполнения работ по возведению строительного объекта и его реализа-

ции с учетом дестабилизирующих факторов строительного производства, и динамичных изменений в строительной отрасли.

Для того чтобы с достаточной точностью прогнозировать устойчивость ОПС нужно:

- определить методы выявления устойчивости;
- разработать методику количественного измерения показателей с целью выявления уровня устойчивости ОПС;
- при реализации ИСП определить величину отклонений от заданной устойчивости ОПС [4-6].

Вывод: таким образом, подтверждение изложенной научно-технической гипотезы внесет вклад в развитие строительной отрасли и ОПС, в частности. Это также, позволит своевременно устанавливать равновесие между мощностями и производственной нагрузкой ОПС с учетом дестабилизирующих факторов строительного производства, и динамичных изменений в строительной отрасли.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гусаков А.А.* Организационно-технологическая надежность строительства / *С. А. Веремеенко, А. В. Гинзбург* и др. – М: SvR-Аргус, 1994.-252 с.
2. *Жавнеров П.Б.* Повышение организационно-технологической надежности строительной организации за счет структурных мероприятий: дисс . . . канд. технич. наук / *П.Б. Жавнеров*. – М.,2015.
3. *Абрамов И.Л.* Системно-комплексный подход совмещения смежных производственных процессов / *И.Л. Абрамов* // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2018 - №2(80). – С.5-9.
4. *Гинзбург А.В.*, Организационно-технологическая надежность строительных систем // Вестник МГСУ. – 2010. – (2010) – С.
5. *Ланидус, А.А.* Системно-комплексный метод реализации строительных проектов / *А.А. Ланидус, И.Л. Абрамов* // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. - №10(76). -2017. – С. 39-42.
6. *Абрамов И. Л.* Метод количественной оценки устойчивости строительного предприятия. – DOI 10.22227/1997- 0935.2019.12.1619-1627 // Вестник МГСУ. – 2019. – Т. 14, вып. 12. – С. 1619–1627

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ЗАМОРАЖИВАНИЯ ГРУНТОВ

Технологию искусственного замораживания грунтов применяют на слабых, водонасыщенных грунтах при строительстве фундаментов зданий, возведении шахт, тоннелей, станций метрополитена и других подземных сооружений, при строительстве в условиях Крайнего Севера [1, 2]. Суть технологии состоит в том, что грунт вокруг зоны проведения строительных работ предварительно охлаждают до его замерзания, что повышает его прочность.

Рассмотрим два способа искусственного замораживания грунтов: рассольный и безрассольный [3]. При *рассольном способе* по контуру котлована или шахты ударным, вращательным или комбинированным бурением устраивают вертикальные или наклонные скважины диаметром 1,2-1,5 м. Расстояние между их осями от 80 см до 1,5 м, глубина от двух до пяти метров (рис.1). Отклонение от осей должно соответствовать проектному и не превышать 1%.

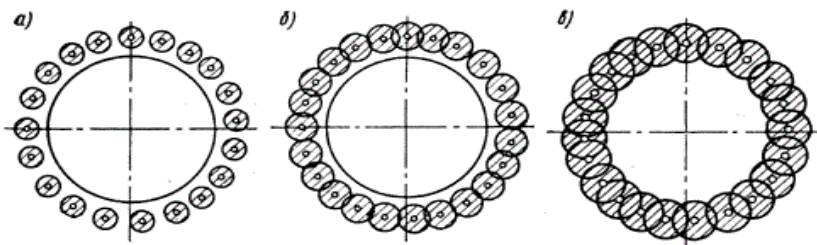


Рис. 1. Устройство льдогрунтового ограждения котлована или шахты: а – начало замораживания; б – продолжение процесса; в – образование льдогрунтовой «стены».

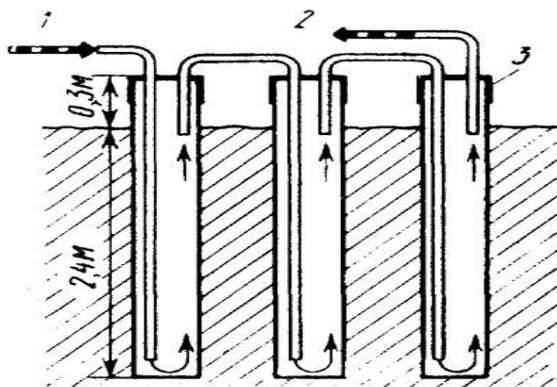
В скважины помещают замораживающие колонки диаметром 1,1 м., а в них питательные трубки с открытым нижним концом. В качестве рассола обычно используют раствор хлористого кальция, который не замерзает при низких температурах, и является в данном случае хладагентом. Предварительно охлажденный до $-20, -26$ °C рассол с помощью центробежного насоса нагнетают в распределитель, из которого он поступает в питающие трубки, начинает циркулировать в них, и путем теплообмена охлаждает воду, находящуюся в грунте вокруг каждой скважины. Постепенно нарастая и расширяясь в диаметре, образуются льдогрунтовые цилиндры радиусом от 1,25 до 1,5 м. Примерно через 46-60 суток цилиндры начинают смыкаться между собой, создавая еди-

ную льдогрунтовую стену. Под защитой этой стены ведут дальнейшие строительные работы [4]. В сложных инженерно-геологических условиях, а также для экстренного предотвращения большого притока воды применяют *безрассольный способ замораживания* [5]. При этом способе в качестве хладагентов используют жидкий азот, имеющий наиболее низкую температуру замерзания, аммиак, фреон. Жидкий азот доставляют на стройплощадку в цистернах. Технологическая схема безрассольного замораживания грунта представлена на рис.2.

Рис. 2. Схема безрассольного замораживания:

1 – подводящая трубка; 2 – отводящая трубка; 3 – оголовок стальной.

Глубина скважины составляет 2,4 м. Установка состоит из подводя-



щей и отводящей трубок, по которым в скважину поступает жидкий азот и вытягиваются обратно в атмосферу его пары. А непосредственно в теле замораживающей скважины происходит испарение газа, за счет паров которого и охлаждается грунт вокруг. Недостатком способа является возможность пучения грунтов из-за увеличения объема грунта в процессе замораживания и осадка в процессе оттаивания, что приводит к деформации сооружений.

Таблица 1. – Сравнительные характеристики способов замораживания.

Способ замораживания	Достоинства	Недостатки

<i>Рассолный</i>	<i>Способ универсальный, экологичный, подходит для различных типов грунта и разных глубин</i>	<i>Требуется сложное оборудование, не всегда образуется сплошная плотная льдогрунтовая стена, процесс длителен по времени</i>
<i>Безрассолный</i>	<i>Увеличивается скорость замораживания грунта, прочность, уменьшается толщина льдогрунтового слоя; не нужна замораживающая станция, меньше теплопотери, способ взрыво- и пожаробезопасен</i>	<i>Большой расход жидкого азота (300-1200 кг на 1 м грунта); большая стоимость работ (до 30 % от стоимости основных работ); сложные подготовительные работы, возможность возникновения пучения грунта</i>

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Забелина О.Б., Леонов Д.В.* Совершенствование процессов зимнего бетонирования монолитных строительных конструкций // Перспективы науки, 2019, № 11 (122), с.10-14.
2. *Забелина О.Б., Леонов Д.В.* Выбор эффективного метода зимнего бетонирования монолитных строительных конструкций // Перспективы науки, 2020, № 6 (129), с.67-70.
3. *Забелина О.Б., Энгин Демир* Исследование методов водопонижения при строительстве высотных зданий в условиях прибрежных районов Санкт-Петербурга // Перспективы науки, 2021, № 3 (138), с. 199-202.
4. *Забелина О.Б., Ван Вэньхай* Применение технологии «Стена в грунте» в условиях стесненной городской застройки // Сборник научных статей 6-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых 22-23 марта 2022 года «Молодежь и наука: Шаг к успеху», том 3, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, с. 152-155.
5. *Дудник А.Е., Савельев Д.В.* Работы по искусственному замораживанию грунтов //Современные научные исследования и инновации, 2021, № 10 (126).

ВОССТАНОВЛЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЛЕНТОЧНОГО ФУНДАМЕНТА

В данной статье рассмотрены некоторые виды усиления ленточного фундамента. Цель данной работы – проанализировать возможные методы усиления, сравнить преимущества и недостатки каждого. На основании изученной информации предоставить самый надежный и экономически целесообразный метод.

Основной элемент здания, часть несущей конструкции – фундамент, воспринимающий все нагрузки от здания и равномерно распределяющих данные нагрузки по массиву грунта.

Ленточный фундамент является самым распространённым, благодаря его универсальности, практичности и долговечности. Он обязателен в том случае, если планируется сооружение со стенами из камня, кирпича или бетона. Если же строение предполагает монтаж железобетонных или металлических перекрытий, то создание ленты необходимо при отсутствии однородности грунта на участке. Ленточный фундамент подходит для всех видов зданий, начиная с деревянных и заканчивая многоэтажными типовыми застройками. Средний срок службы ленточного фундамента составляет 50-75 лет. Данная тема особенно актуально, т.к. множество зданий и сооружений построены именно на таком виде фундамента [1-2].

Ленточный фундамент делится на:

- По типу конструкции: монолитный, сборный.
- По глубине залегания: мелкозаглубленный, заглубленный.

Монолитный тип фундамента считается наиболее прочным, долговечным и надежным. Однако, устройство ленточного фундамента требует соответствующих климатических условий и трудозатрат, связанных с армированием, бетонированием, уходом за бетоном и пр. Сборный ленточный фундамент отличается быстрым монтажом, не зависящим от климатических условий. Считается относительно недорогим.

Существует большое количество факторов, которые способствуют усилению фундаментов, например: колебания грунтовых вод, суффозия, перепады температур и множество других. Под их воздействием происходит разрушение фундамента в период эксплуатации, что требует решению задач по его восстановлению.

Существует несколько методов восстановления несущей способности ленточного фундамента:

Торкретирование представляет собой механический способ нанесения на поверхность фундамента цементно-песчаного раствора под давлением сжатого воздуха. Преимущество: благодаря высокому давлению

прилипаемость ремонтного состава к поверхности очень велика; заполняются абсолютно все щели и поры; не нужно обустройства опалубку; скорость ремонта в несколько раз выше, чем нанесение обычного состава; возможность закрепить грунт с сыпучей структурой.

Недостатком является относительно низкая скорость подачи раствора, около 100 м/с. Толщина слоя около 30 мм. Мокрую смесь не желательно транспортировать по магистралям большой длины [3-4].

Метод *цементации* фундамента заключается в усилении основания здания путем инъекции цементного раствора в тело фундамента. Раствор выполняют на основе цемента, но состав и пропорции могут быть разными, в зависимости от материала, из которого возведен базис. Преимущество данной технологии заключается в ее надежности, прочности и относительной простоте организации. Сложности в закачке цементной смеси могут возникнуть только в случае проведения работ на плотных грунтах или в зоне ярко выраженной сейсмической активности.

Буронабивной способ заключается в том, что вдоль фундамента снаружи и внутри здания, попарно, на определенном расстоянии друг от друга бурятся скважины до твердого основания, в которых устраиваются набивные сваи. Затем они жестко скрепляются со старым фундаментом при помощи анкеров. Основные преимущества: широкие возможности использования. Сваи подойдут для использования на разных типах грунта; высокая скорость стройки; долговечность; относительная простота исполнения; экономичность; способность выдерживать большие нагрузки. Недостатки данного метода: большой расход бетонного раствора; необходимость использовать спецтехнику; сложные расчеты.

При *буроинъекционном* способе бурение производится сквозь старый фундамент, под углом к вертикальной линии. Пробуренные скважины также заполняются арматурой и бетонной смесью под давлением. Основные преимущества: монтаж может вестись в стесненных местах городской застройки, где сложно обеспечить доступ строительной технике; возможность укрепления фундаментов зданий, находящихся в зоне сильных промышленных вибраций; буроинъекционные сваи способны укрепить даже старые смещенные фундаменты, фиксируют их и разгружают от основной несущей нагрузки от здания; метод довольно прост в проектировании и позволяет вычислить количество свай и тип конструкции, используя классические методики; буроинъекционные сваи способны выдержать нагрузку от любого здания, построенного на рыхлых грунтах. Единственный недостаток такого усиления – это необходимость использования тяжелой строительной техники, для их монтажа нужно использовать много бетона, метод достаточно затратный [5].

Были проанализированы основные способы усиления ленточного фундамента, а также изучены технологии каждого метода и выявлены их преимущества и недостатки.

Заключение. На основании проведенного анализа можно сделать вывод, что наиболее надежным, удобным и экономически выгодным способом восстановления несущей способности ленточного фундамента, является – метод цементации. Он позволяет быстро, без труда и главное дешево укрепить фундамент. Дальнейшие исследования будут посвящены разработке методики по сравнительному анализу и выбору технологии восстановления несущей способности ленточного фундамента с учетом различных факторов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гусева А.Н., Гусев Р.В.* Обследование фундаментов объекта историко-культурного наследия федерального значения "Оранжерея путевого дворца, XVIII в." в городе Твери. В сборнике: Теоретические, экспериментальные и прикладные исследования молодых учёных Тверского государственного технического университета. Сборник научных трудов. Тверь, 2017. С. 86-91.
2. *Полещук А.И., Петухов А.А., Таюкин Г.И.* Реконструкция здания генетической клиники НИИ медицинской генетики Томского научного центра со РАМН. Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. 2015. № 1. С. 166-184.
3. *Нежданов К.К., Нежданов А.К., Карев М.А., Куничкин П.В.* Способ управления неравномерными осадками здания на ленточных фундаментах. Патент на изобретение RU 2319810 С2, 20.03.2008. Заявка № 2005116391/03 от 20.09.2005.
4. *Ким Б.Г., Степанов М.А., Волосюк Д.В.* Способ устройства комбинированных фундаментов в зимний период. Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. 2016. Т. 7. № 2. С. 83-92.
5. *5. Ершов М. Н., Латидус А.А., Теличенко В.И.* Технологические процессы в строительстве в 10 книгах. Учебник. Т.1-10 2016. 1072 с. ISBN 978-5-4323-0129-1

РЕШЕНИЯ УСТРОЙСТВА МНОГОСЛОЙНЫХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Последние десятилетия приоритет строительной отрасли России все больше смещается в сторону монолитных конструкций в связи с наиболее свободными архитектурными и конструктивными решениями, доступностью и надежностью технологии. Вместе с тем, требования тепловой эффективности зданий способствуют устройству систем навесных вентилируемых, мокрых фасадов. Эти системы предполагают возведение наружных стен зданий в два этапа – возведение несущей конструкции и устройство теплоизоляции и отделки, что требует выполнения большого числа трудоемких процессов с технологическими перерывами, вследствие чего возрастает продолжительность возведения здания в целом.

Одним из альтернативных решений является использование многослойных монолитных конструкций. В отличие от традиционных решений, в качестве утеплителя применяется легкий бетон низкой теплопроводности, который укладывается в одном технологическом цикле с конструкционным бетоном. Такое решение позволяет снизить трудозатраты на 30% по сравнению с традиционными решениями [1].

Большим количеством вариантов представлено решение устройства многослойной стены с использованием несъемной опалубки и одним слоем бетона низкой теплопроводности. Наиболее простой вариант, представленный Виноходовым О.А. и Миланом Девичем, – пространство между щитами несъемной опалубки, выполненной из цементно-стружечных плит или кирпича, заполняют полистиролбетоном [2].

Более конструктивно сложный вариант предложен Путро М.Ю.: внутренняя стенка опалубки представляет собой стекломгнезитовый лист, а наружная стенка опалубки выполнена из кирпича [3]. Ко внутренней стенке опалубки прикрепляется каркас и соединяется с наружной стенкой, после чего заполняется полистиролбетоном. Аналогичное решение разработано [4] Михайловым С.А. Оно представляет собой монолитную конструкцию, выполненную в несъемной опалубке, наружный слой выполняется из плиток керамогранита, фиброцемента или бетона, которые при помощи наружных элементов прикрепляются к несущему каркасу стены. Внутренний слой опалубки выполняется из плитных материалов. Вешт Э.Г. взяв за прототип решение Михайлова, усовершенствовал его. В этом решении крепление наружных панелей происходит при помощи клеевого соединения к наружным несущим элементам, выполненным из волокнисто-цементных полос, и с помо-

шью распорных винтовых анкеров через гибкие тяги к несущему каркасу [5]. Наружные несущие элементы из минерита или фибрита в свою очередь закреплены к несущему каркасу с помощью самонарезающих винтов.

Рубецким В.Л. и Беловым Ю.А. предложена технология возведения трехслойных монолитных конструкций, состоящая в следующем: устанавливаются наружные щиты опалубки, между которыми устанавливаются поперечные перегородки, и внутренние щиты опалубки замкнутого сечения в высоту бетонируемого слоя [6]. Полость между наружной, внутренней опалубкой и поперечными перегородками заполняется конструкционным бетоном и может быть армирована. Пространство, образованное внутренней опалубкой, заполняется легким теплоизоляционным бетоном. Внутренние щиты опалубки вынимаются сразу же после заполнения их бетонной смесью.

Еще одним вариантом трехслойных монолитных конструкций разработанным Рубецким В.Л. и Беловым Ю. А. является способ шпоночного соединения между наружными слоями конструкционного бетона и легкого изоляционного бетона [7]. Формирование шпоночного соединения происходит с помощью попарного поочередного подъема внутренних перегородок и разделительных стенок, расположенных между внутренними перегородками и щитами опалубки.

Король Е.А. и Харькиным Ю.А. предложено решение с использованием 2 слоев монолитного бетона и наружной отделки из плитных материалов мелкозернистого бетона в качестве несъемной опалубки [8]. Отличительной особенностью решения является использование несъемной опалубки с наружной стороны конструкции, выполняющей роль отделки фасада, и инвентарной щитовой опалубки с внутренней стороны конструкции. На границе слоев теплоизоляционного и конструкционного бетона устанавливается арматурная сетка, крепящаяся к арматурному каркасу стены.

Решения с одним слоем бетона низкой теплопроводности в несъемной опалубке имеют меньшую трудоемкость по сравнению с другими решениями, однако наиболее целесообразно применять их в качестве наружных ограждающих стен каркасно-монолитных зданий или в качестве несущих стен при строительстве малоэтажных зданий.

Рассмотренные технологии возведения трехслойных монолитных конструкций отличаются повышенным сцеплением слоев и несущей способностью, что позволяет использовать их для средне- и многоэтажных зданий, однако, они являются наиболее трудоемкими в реализации.

Исходя из анализа существующих решений, можно заключить, что разнообразие таких факторов, как тип применяемой опалубки, количество монолитных слоев, технология устройства бетонных слоев, позволяет использовать монолитные многослойные конструкции для зданий

различной этажности и назначения, однако технология устройства таких конструкций нуждается в доработке.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Король Е. А., Харькин Ю. А.* Технологическая и организационная эффективность возведения многослойных наружных стен в монолитном строительстве // Строительство и реконструкция. – 2013. – № 6(50). – С. 3-8.
2. Патент на полезную модель № 16003 U1 Российская Федерация, МПК E04B 2/26. Многослойная монолитная стена : № 2000115849/20 : заявл. 23.06.2000 : опубл. 27.11.2000 / О. А. Виноходов, Д. Милан ; заявитель Товарищество с ограниченной ответственностью "СИМПРО".
3. Патент на полезную модель № 108771 U1 Российская Федерация, МПК E04B 2/00. Многослойная монолитная стена : № 2010148355/03 : заявл. 26.11.2010 : опубл. 27.09.2011 / М. Ю. Путро ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "Теплый бетон".
4. Патент на полезную модель № 30148 U1 Российская Федерация, МПК E04B 2/00, E04B 2/86. Многослойная монолитная стена : № 2003108016/20 : заявл. 27.03.2003 : опубл. 20.06.2003 / С. А. Михайлов.
5. Патент на полезную модель № 52419 U1 Российская Федерация, МПК E04B 2/00, E04B 2/86. многослойная монолитная стена : № 2005110291/22 : заявл. 31.03.2005 : опубл. 27.03.2006 / Э. Г. Вешт.
6. Патент № 2035568 C1 Российская Федерация, МПК E04G 11/08. Способ возведения монолитных многослойных конструкций типа стен или колонн : № 93032987/33 : заявл. 30.06.1993 : опубл. 20.05.1995 / В. Л. Рубецкой, Ю. А. Белов.
7. Патент № 2033510 C1 Российская Федерация, МПК E04G 11/08. Способ возведения монолитных многослойных стеновых конструкций из бетонных смесей : № 93032988/33 : заявл. 30.06.1993 : опубл. 20.04.1995 / Ю. А. Белов, В. Л. Рубецкой.
8. *Король Е. А., Харькин Ю. А.* Технология возведения многослойных монолитных наружных стен теплоизоляционным слоем из бетона низкой теплопроводности // Жилищное строительство. – 2014. – № 7. – С. 32-35.

ОСОБЕННОСТИ БЕТОНИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ СУХОГО И ЖАРКОГО КЛИМАТА

В статье рассмотрены особенности технологии укладки бетона в условиях, когда температура воздуха достигает 40 °С при относительной влажности 10–25%. Бетон является главным строительным материалом, который применяют во всех областях строительства. В связи с этим, исследования особенностей бетонирования в условиях сухого и жаркого климата является актуальными. При надлежащей обработке бетонная смесь позволяет изготавливать конструкции оптимальные с точки зрения строительной механики и архитектуры. Целью работы является анализ и выявление технологических решений бетонирования в условиях сухого и жаркого климата.

Для достижения данной цели необходимо:

1. Проанализировать особенности бетонирования и в сухом и жарком климате.

2. Выбрать наиболее эффективные технологические решения.

В результате, был предложен ряд мероприятий по устранению негативных последствий бетонирования.

На сегодняшний день диапазон применения бетона очень велик, однако, для того чтобы получить от материала максимум пользы, нужно учитывать некоторые нюансы его укладки.

Трудности, возникающие при бетонировании в сухом жарком климате.

Помимо высокой температуры воздуха и низкой влажности, данному климату также свойственны частые ветра и солнечная радиация.

В таких условиях, самой главной проблемой является быстрое обезвоживание бетонной смеси. Это приводит к замедлению (прекращению) гидратации цемента, снижению модуля упругости и пределу прочности на сжатие вдвое [1,2].

Обильное испарение свободной жидкости из бетона приводит к высокой пористости материала, что в свою очередь снижает водонепроницаемость, морозостойкость, атмосферостойкость.

Преждевременное высыхание бетона вызывает образование трещин. Так как стремительное испарение воды приводит к обезвоживанию, в первую очередь наружных слоев, то на их границе с внутренними слоями появляются дополнительные напряжения, что снижает прочность конструкции. Данная проблема охватывает территории Закавказья, Нижнего Поволжья, юга Казахстана, стран Ближнего Востока и большинства регионов Африки.

Во избежание вышеперечисленных явлений важно провести ряд мероприятий по устранению негативных последствий.

Важно понимать, что для бетонов, укладываемых в данном климате, нужно использовать быстротвердеющие, но малоусадочные портландцементы. Они плохо отдают воду и снижают усадку. В обычные портландцементы рекомендуется добавлять хлористый кальций [3,4].

Составы для бетонов подбирают классическими методами. Важно при этом, чтобы состав при установленном отношении воды и цемента (В/Ц) обеспечивал в момент укладки наибольшую плотность и подвижность.

Для защиты от солнца крупный заполнитель рекомендуется увлажнять, а мелкие пески заменять более крупными фракциями песка или дробленого камня. При укладке в массивы, к заполнителям добавляют крошенный лед.

Время перемешивание такой смеси увеличивают в 2 раза. Готовую смесь транспортируют в закрытых тарах посредством автобетоновозов. Однако, лучше всего в условиях сухого жаркого климата будет перемешивание смеси у места бетонирования и немедленная укладка в конструкции.

Чтобы ликвидировать потери цементного молока и влаги, опалубка должна быть без щелей, а также увлажнена. Формующую поверхность опалубки покрывают полимерной пленкой во избежание водопоглощения.

Бетонирование желательно вести непрерывно. Целесообразна подача смеси бетононасосами. Свободное падение смеси не более 2 метров.

Для обеспечения плотности материала и снижения потерь влаги используют виброуплотняющие машины [5,6].

Работы следует проводить рано утром, поздно вечером или даже ночью.

Эффективность данных технологических решений будет зависеть от многих факторов, например, от региона строительства, транспортной доступности, материалобазы.

Заключение.

Проведенный анализ показал, что из предложенных технологических решений бетонирования в условиях сухого и жаркого климата, самое эффективное – проведение работ в ночное время суток, при этом смесь для бетона стоит производить на месте укладки со всеми охлаждающими мероприятиями. Опалубку стоит покрывать полимерной пленкой и охлаждать. Использовать виброуплотняющие машины и бетонировать непрерывно. Дальнейшие исследования будут посвящены разработке методики по выбору технологических решений бетонирования в условиях в условиях сухого и жаркого климата.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Алтатов В.Ю., Едуков Д.А.* Совершенствование технологии бетонирования в условиях жаркого климата. В сборнике: Инновационное развитие регионов: потенциал науки и современного образования. Материалы V Национальной научно-практической конференции с международным участием, приуроченной ко Дню российской науки. Астрахань, 2022. С. 68-72.
2. *Гасанов К.А., Алиев А.Ш.* Двухстадийное приготовление бетонов в особых температурных условиях бетонирования. В сборнике: Неделя науки - 2021. Сборник материалов 42 итоговой научно-технической конференции преподавателей, сотрудников, аспирантов и студентов ДГТУ. Махачкала, 2021. С. 299-301.
3. *Саидова А.Р., Прокшиц Е.Е., Золотухина Я.А.* Проектирование зданий в жарком сухом климате. В сборнике: Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений. Сборник научных трудов 3-й Всероссийской научно-практической конференции. Курск, 2021. С. 224-226.
4. *Баскаков К.О.* Особенности бетонирования при строительстве высотных зданий в условиях сухого жаркого климата. Studnet. 2020. Т. 3. № 5. С. 425-431.
5. *Давиденко А.Ю., Арчакова В.А.* Бетонирование в условиях жаркого и сухого климата. В сборнике: Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Сборник статей 77-ой всероссийской научно-технической конференции. Под редакцией М.В. Шувалова, А.А. Пищулева, В.Ю. Алпатова. 2020. С. 98-102.
6. *Ivan Abramov, Aleksander Stepanov, Ibrahim F. Ibrahim.* Advantages of pre-fabricated reinforced concrete construction in Iraq MATEC Web of Conferences 117, 00001 (2017) DOI: 10.1051/matecconf/20171170000 XXVI R-S-P Seminar 2017, Theoretical Foundation of Civil Engineering.

ОГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ПОДЪЁМА ПЕРЕКРЫТИЙ И ЭТАЖЕЙ

В данной работе была рассмотрена возможность широкого применения метода подъёма перекрытий и этажей в строительном производстве. Так как данный метод уже использовался в строительстве во многих странах, имеются технологии и опыт его применения.

Целью исследования является определение актуальности использования данного метода и области его применения в строительстве. Требуется установить соответствие данного метода современным тенденциям развития строительного производства, а именно уменьшению затрат труда, повышению механооснащённости, уменьшению количества персонала и повышению его квалификации.

Сущность метода подъёма перекрытий заключается в изготовлении на уровне земли между ранее смонтированными колоннами пакета перекрытий всех этажей и покрытия, которые с помощью подъёмников последовательно поднимают по колоннам и ядрам жёсткости и затем закрепляют в проектном положении. Метод подъёма этажей отличается тем, что после изготовления пакета перекрытий конструкции каждого этажа монтируют на земле и потом готовый этаж в сборе поднимают на проектную отметку. При возведении зданий методом подъёма перекрытий все работы по обустройству этажей ведут на проектных отметках, а при методе подъёма этажей - на уровне земли [1].

Метод подъёма перекрытий и этажей даёт возможность возводить здания в стеснённых условиях строительной площадки, на застроенных территориях. Другим не менее важным преимуществом данного метода является снижение расхода потребления строительных ресурсов, также достигается рост производительности благодаря совмещению смежных процессов при строительномонтажных работах, где имеет место исключение опалубочных работ при устройстве плит перекрытий. Однако применяемый метод требует серийного производства технологически сложного оборудования и подъёмных механизмов. Процесс поднятия перекрытий и этажей осложнён системой управления гидравлическими подъёмниками (АП-5, АП-6) особенно в зимнее время года, когда необходимо обеспечивать работу оборудования в условиях низких температур. Также существует потребность в дополнительных научноисследовательских мероприятиях, которые направлены на усовершенствование и увеличение экономического эффекта от реализации данного метода. При этом на рынке труда существует дефицит специально подготовленных работников, прошедших проверку знаний в объёме, обязательном для данной работы, и имеющих группу по электробез-

опасности, предусмотренную действующими правилами охраны труда при эксплуатации электроустановок [2,3].

Рассуждая об актуальности метода подъёма перекрытий и этажей, мы неизбежно столкнёмся со сравнением его с наиболее распространёнными на сегодняшний день методами строительства: монолитным и сборным. С одной стороны метод подъёма перекрытий и этажей схож с монолитным, так как плиту перекрытия изготавливают сплошной на весь этаж прямо на строительной площадке, с другой стороны при возведении зданий данным методом используются сборные железобетонные или стальные колонны, которые соединяются с плитой перекрытия с помощью штырей или сварки. Бетонирование плит перекрытия осуществляется на уровне земли, что повышает уровень механизации процесса, а перекрытия имеют повышенную жёсткость и огнестойкость. Таким образом метод подъёма перекрытий и этажей занимает промежуточное положение между монолитным и сборным методами. Сохраняются достоинства монолитного железобетона, выраженные в возможности использования гибкой планировки этажей и применении нетиповых конструктивных и планировочных решений здания, перенесении производственного цикла на строительную площадку и обеспечении бесшовной конструкции. В данном методе также присутствуют достоинства сборного железобетона. Несмотря на то, что плиты перекрытия изготавливают на строительной площадке, до своих проектных отметок они поднимаются в уже готовом виде, что позволяет исключить применение сложных опалубочных систем и перенести наиболее ответственный этап возведения железобетонной конструкции - бетонирование на уровень земли.

Несмотря на свои недостатки, метод подъёма перекрытий и этажей является перспективным ввиду того, что он наиболее механизирован, а следовательно, снижает трудоёмкость работ и требует наличие высококвалифицированных рабочих, что влечёт за собой сокращение неквалифицированных рабочих и управленческого персонала [4,5]. Тем самым метод подъёма перекрытий и этажей сокращает затраты труда в строительном производстве. Данный метод возведения зданий также позволяет сократить сроки строительства, а соответственно и снизить затраты и раньше сдать объект в эксплуатацию. Сегодня все чаще приходится возводить здания, когда размеры строительной площадки незначительно превышают площадь застройки, где метод подъёма перекрытий и этажей будет наиболее целесообразен из-за отсутствия необходимости в башенных кранах.

Таким образом можно сделать вывод, что метод подъёма перекрытий и этажей имеет перспективы вследствие своей эффективности при точечной застройке в крупных городах, возможности последующего демонтажа здания в обратном порядке без использования экскаваторов

и бульдозеров, применяемых для сноса, а также взрывчатки. Метод весьма механизирован, а применение ручного труда - минимальное, что снижает трудоёмкость работ. Для дальнейшего распространения строительства методом подъёма перекрытий и этажей требуется наладить серийное производство технологического оборудования, а также создать условия для обучения и повышения квалификации специалистов, задействованных при возведении зданий данным методом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Теличенко В.И.* Технология возведения зданий и сооружений / Теличенко В.И., Терентьев О.М., Лapidус А.А. – 4-е изд. – Москва: Высшая школа, 2008. – С. 144-159.

2. *Миц В. М.*, Рекомендации по возведению многоэтажных зданий методом подъёма этажей и перекрытий – Москва: Стройиздат, 1971. С. 35-37.

3. *Олейник П.П.* Основы организации и управления в строительстве: Учебник. Изд. 2-е, перераб. – Москва: Издательство АСВ, 2016. – С. 18-20.

4. *Саакян А. О., Саакян Р. О., Шахназарян С. Х.* Возведение зданий и сооружений методом подъёма – Москва: Стройиздат, 1982.

5. СП 48.13330.2019 «Организация строительства».

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ СЕЙСМОСТОЙКИХ ЗДАНИЙ С НЕСУЩИМИ КОНСТРУКЦИЯМИ ИЗ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Значительная доля динамично развивающихся регионов нашей страны находится в сейсмически опасных зонах (Юг России, Сибири и Дальний Восток), поэтому вопрос сейсмостойкого строительства стоит крайне остро, требуются технологии, позволяющие возводить здания в районах, подверженных землетрясениям [1].

Современные технологии возведения сейсмостойких зданий можно разделить на три основные группы:

1. Усиление жёсткости и прочности основных узлов

Данный метод широко распространён в области монолитного строительства. Возникающие динамические усилия, приходящиеся на здание, должны быть полностью поглощены несущей конструкцией. Так для увеличения сопротивления возникающим от динамического воздействия касательным напряжениям увеличиваются длины стыков, нахлёстов, анкеровки, диаметр и количество арматуры, объединяющей армоблоки [2]. Одним из недостатков решения является переармирование конструкций и резкий рост затрат стали при повышении балльности района строительства. Из опыта монолитного строительства следует: при возведении зданий до 15 этажей металлоёмкость железобетонных конструкций непрерывно растёт и для односекционных домов может достигать 25 кг/м^2 при 7 баллах, 58 кг/м^2 при 8 баллах и 80 кг/м^2 при 9 баллах, а при строительстве многосекционных домов может достигать 40 кг/м^2 , 60 кг/м^2 и 90 кг/м^2 соответственно, при дальнейшем росте этажности потребность в металле стабилизируется и резко не возрастает [3].

Для повышения прочности при возведении крупнопанельных зданий используют жёсткие стыки панелей перекрытий и стен (общим требованием к панелям является увеличение длины стыка): распределяют закладные детали и арматурные выпуски. Недостаток устройства жёстких стыков – сложность заполнения узких пространств вертикальных колодцев, образующихся между панелями плотно насыщенных арматурой.

2. Возведение зданий с повышенным демпфированием

При использовании этого решения сейсмические нагрузки преобразуются в работу сил трения в стыках элементов конструкции. Наиболее оправданно применение технологии в крупнопанельном домостроении. В стыках панелей возникают демпфирующие силы сухого трения, позволяющие зданию поглотить энергию землетрясения [4]. Для снижения

амплитуды колебаний за счет уменьшения массы конструкции рекомендуется применение легкого бетона [5]. Поскольку в стыках и швах сдвиговое усилие воспринимается бетоном, количество арматурных выпусков и закладных делателей может быть уменьшено и смещено к краям панелей. Для совместной работы жёсткого диска перекрытия устраивается шпонка типа «ласточкин хвост», воспринимающая сдвиговые усилия в горизонтальной плоскости [6]. Для повышения дополнительной жёсткости конструкций и трещиностойкости в стыках и швах может быть использована предварительно-напряжённая арматура. Однако конструкции зданий с податливыми стыками пока обладают расчётной сейсмичностью лишь в 7 баллов [7].

3. Возведение зданий с активной системой сейсмоизоляции

Системы сейсмоизоляции — специальные механизмы, устроенные в фундаменте, позволяющие оградить конструкции здания от сейсмического воздействия. Различают несколько основных видов сейсмоизоляционных систем:

- 1) с безразличным положением равновесия (сферические стойки);
- 2) с гибкими стойками (гибкий первый этаж);
- 3) с устойчивым положением равновесия на телах вращения (стойки с шаровыми сфероидами);
- 4) на маятниковых подвесах;
- 5) с пневматическими, гидравлическими и шахматными экранами для защиты фундаментов.

Основное преимущество технологии – возможность возведения типовых зданий на сейсмоизоляционном механизме.

Решения с повышением жёсткости или с демферами применяют для разных конструктивных систем зданий, часто их устройство требует большого количества дополнительных ресурсов [8]. Возведение зданий с системой сейсмоизоляции более перспективно - возможно устройство стандартных конструкций любых параметров без дополнительных мер усиления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ТАСС: «Возведение сейсмоустойчивых зданий должно быть приоритетным на юге России». URL:<https://tass.ru/obshchestvo/17026631>
2. СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах»
3. *Измайлов Ю.В.* Сейсмостойкие монолитные здания Кишенёв: Карта Молдовеняскэ, г. 1989. 290 с.
4. *Белаш Т.А., Зенченко Д.В.* Сейсмостойкие конструкции крупнопанельных зданий//Academia. Архитектура и строительство, СПб.: Рос-

сийская академия архитектуры и строительных наук, г. 2019, №3 С. 130-137

5. Рекомендации по проектированию крупнопанельных зданий для сейсмических районов М.: ЦНИИЭП жилища, 1985 г.

6. *Махвиладзе Л.С.* Сейсмостойкое крупнопанельное домостроение М.: Стройиздат, г. 1987, 221 с.

7. *Аикинадзе Г.Н., Соколова М.Е.* Железобетонные стены сейсмостойких зданий. Исследования и основы проектирования М.: Стройиздат, 1988. 504 с.

8. *Мартынов Н. В.* Активная сейсмозащита: варианты развития и критический анализ практических возможностей. Симферополь, 2013 г. 267 с.

9. *Левинсков К.Е., Фёдорова Н.В.* Особенности застройки сейсмоопасных зон Крымского полуострова//Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи М.: - 2021. С. 33-38.

*Студент магистратуры 1 года обучения 21 группы ТОСП Очгэрэл 3.
Научный руководитель – проф., д-р. техн. наук, проф. А. А. Лангидус,
преподаватель кафедры ТОСП А. И. Абрамова*

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ЗДАНИЙ ПОСЛЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

На сегодняшний день в связи с природными процессами, обусловленными геофизическими факторами, воздействиями природных и производственных факторов все больше районов подвергается воздействиям чрезвычайных ситуации (ЧС). Цель работы: Выбор рациональных технологий для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Задачи: выбор технологии строительства для восстановления зданий на разрушенных территориях. Основная проблема в результате ЧС организовать инфраструктуру для пострадавшего населения [1,2]. Это необходимо выполнить в ускоренные сроки, здания должны удовлетворять комфортабельным условия жизнедеятельности людей [3]. 6 февраля 2023 года мощное землетрясение и последовавшие за ним эхо-толчки привели к гибели людей и значительному ущербу в нескольких провинциях Турции, а также на территории соседней Сирии. В общей сложности в Турции обрушилось 6217 зданий. Проведенный анализ некоторых технологий возведения зданий различного назначения в районах ликвидаций последствий ЧС показали:

Таблица 1. Описание технологии для строительных конструкции зданий различного назначения [4,5].

№	Виды	Технология	Преимущества	Недостатки
1	Для быстровозводимых зданий	Технология строительства Massiv–Holz–Mauer (МНМ). Панели изготавливают из сушеных обрезных досок хвойных пород толщиной 24 мм. На нелицевой области доски по всей ее поверхности сделаны пазы для лучшей теплоизоляции и воздухопроницаемости.	Технология хорошие экологические и энергетические показатели. Massiv–Holz–Mauer (МНМ) на 17 % лучше удерживают тепло по сравнению с кирпичным домом.	Сравнительно высокая стоимость, сложная логистика, для монтажа панелей необходимо привлечение специалистов.
2	Для железобетонных зданий	Технология с применением крупноразмерных железобетонных элементов позволяет основную часть работ по возведению зданий и сооружений перенести со строительной площадки на завод с высокоорганизованным технологическим процессом производства.	Сокращение продолжительности строительства, высокое качество изделий при наименьшей их стоимости и затратах труда. Уменьшает расход лесоматериалов и стали.	Большой вес, затраты на фундаменты, доставку, тяжелую строительную технику при монтаже.

3	Для металлостроительных конструкций	Технология лёгких металлических конструкций (ЛМК)- Здания, сооружения с большими пролётами, в которых ограждения выполнены с использованием тонколистового профилированного металла и облегчённого синтетического утеплителя, например сэндвич-панели.	Снижение в 3...4 раза расход металла, на 20...50 % сокращение продолжительности строительства, в 1,5...2 раза уменьшается трудоёмкость и на 8...10 % снижается стоимость строительства.	Низкий предел огнестойкости. Легкие металлоконструкции производят из черного металла, нуждается в коррозионной защите. Металл не горит, но восприимчив к плавлению.
4	Для деревянных зданий	Технология строительства из CLT панелей. CLT-панели – многослойный материал, состоящий из деревянных ламелей, сложенных в ряды. Изделия склеиваются между собой и спрессовываются. Ряды располагаются крест-накрест относительно друг друга.	Внутри помещений устанавливается здоровый микроклимат, высокой пожаростойкостью. Строение является экологичным. В процессе строительства остается минимальное количество отходов.	Сложная эксплуатация домов (поэтому многие застройщики отдают предпочтение традиционным материалам).
5	Для каменных и аркокаменных	Технология каменной кладки. Каменная кладка обладает сравнительно высокой прочностью при сжатии и значительно меньшей – при растяжении. Поэтому каменная кладка применяется в случаях, когда в конструкциях она подвержена осевому сжатию.	Высокие строительные и физические характеристики, прочны и долговечны. При необходимости сноса каменные здания легко разбираются и утилизируются.	Большая относительная масса конструкций, малая производительность труда, высокие материальные затраты, невозможность механизировать процесс кладки.
6	Для пластмассовых зданий	Технология пенопласты позволяет за одну операцию получать пенополиуретановые изделия со сплошной поверхностной коркой и микропористой сердцевиной.	Привлекательный внешний вид, прозрачность и возможность получения разнообразного цвета. Высокая прочность при низкой плотности.	Высокая пожарная опасность. Токсичные продукты, выделяемые при горении пластмасс в воздухе.
7	Кирпичная кладка	Технология кирпичной кладки- Кирпич достаточно хорошо работает на сжатие и плохо на изгиб, поэтому при возведении конструкции из кирпича необходимо обеспечить его работу только на сжатие.	Прочность, Долговечность, Огнестойкость, Хорошая теплоизоляция	Высокая стоимость монтажа из-за трудоёмкости. Большой вес, затраты на фундаменты и доставку. Большое количество отходов.

В результате были выбраны технология Massiv–Holz–Mauer (МНМ) и применения сборных железобетонных конструкции изделия поскольку

ку они больше подходят для быстрого применения строительных конструкции и материалов зданий при восстановлении работ после чрезвычайных ситуации, которые произошли в Турции и в Сирии. При выборе технологий их возведения приоритет остается за решениями, предусматривающими применение малозатратных (по времени и по ресурсам) технологий строительства и сдачу в эксплуатацию объектов, отвечающих требованиям энергосбережения. Дальнейшие исследования будут посвящены разработке методики по выбору технологических решений при восстановлении зданий после чрезвычайных ситуации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ширшиков Б. Ф.* Особенности разработки организационно-технологических решений при выполнении строительно-восстановительных работ в чрезвычайных условиях / Б. Ф. Ширшиков, В. В. Акулич. – Москва, 2015.
2. *Абрамова А. И.* Организация строительства быстровозводимых зданий после чрезвычайных ситуаций/ Москва, 2021.
3. *Shatrova A.* The choice of organizational and technological solutions based on the modeling option / A. Shatrova // IOP conference series: Materials science and engineering. International science and technology conference «FarEastCon2019». – 2020. –P. 052035. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43267983>.
4. *Михневич И. В.* Конструкторское решение и технология быстровозводимого сооружения для применения в зонах чрезвычайных ситуаций / И. В. Михневич, А. В. Рыбаков, С. Д. Николенко // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2019. – № 1 (40).
5. *A. Lapidus, Y. Ndayiragije.* Sip-technology as solution in low-rise multifamily residential buildings / E3S Web of Conferences: 22nd International Scientific Conference on Construction the Formation of Living Environment, FORM 2019. – 2019. – P. 06032. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41637221>.

ВЫБОР СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА БЕТОННЫХ РАБОТ

Одной из важных задач современного строительства является комплексная механизация производственных процессов.

Комплексная механизация представляет собой метод механизированного выполнения технологически связанных строительных процессов, осуществляемая с помощью комплекта взаимосвязанных машин [1].

Выбор необходимого комплекта машин при возведении зданий и сооружений зависит от принятого метода работ основных технологических операций и технико-экономических параметров машин, а также от возможного сочетания основных и вспомогательных машин [2].

Производство бетонных работ является одним из наиболее важных аспектов строительной отрасли. Эффективность выполнения данного технологического процесса напрямую влияет на качество и сроки строительства объектов. Использование передовых средств механизации необходимо для обеспечения эффективного и безопасного выполнения бетонных работ. Выбор соответствующих машин и оборудования может помочь снизить трудозатраты и обеспечить требуемое качество.

Целью написания данной статьи является формирование представления об эффективном выборе средств механизации производства бетонных работ.

В состав каждого комплекта машин входят основная машина и вспомогательные. Основная машина, выполняющая ведущий процесс, регламентирует поток работы и таким образом определяет продолжительность выполнения комплексного процесса. Так, комплект машин для бетонирования состоит из основной машины – бетононасосная установка или бункер и вспомогательных машин, к которым относятся транспортные средства доставки бетонной смеси, механизмы для распределения и уплотнения бетонной смеси [2].

Бункеры (бадьи) применяются в строительстве для приема, временного хранения, транспортирования, а также подачи бетонной смеси к месту бетонирования при возведении зданий и сооружений с применением грузоподъемных кранов.

Бункеры (бадьи) для бетона изготавливаются различных размеров, емкости, грузоподъемности, в виде конуса и прямоугольной формы (рис. 1).

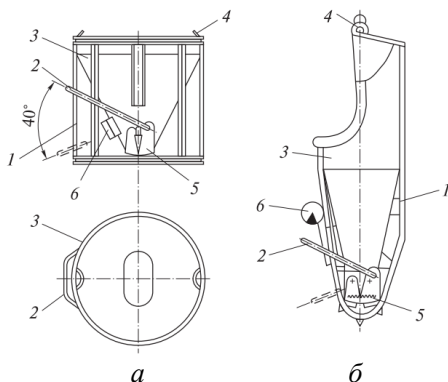


Рис. 1. Бункеры (бадья) для бетонной смеси:

а – неповоротный бункер; *б* – поворотный бункер; 1 – каркас; 2 – рычаг; 3 – корпус; 4 – монтажные петли; 5 – затвор; 6 – вибратор

При выборе переносного бункера (бадья) учитываются следующие факторы: возможность приемки бетонной смеси из автобетоновозов, автобетоносмесителей, стационарных и передвижных бетоносмесительных устройств; непрерывная порционная выгрузка бетонной смеси до полного опорожнения бадьи; транспортирование с помощью грузоподъемных кранов; герметичность.

Подача бетонной смеси сочетанием «кран – бадья» наиболее универсальна. Главным преимуществом использования бадьи являются доступность, простота эксплуатации, относительно низкие эксплуатационные и капитальные затраты. Очень важно, что эта система обеспечивает возможность работы с использованием всего диапазона консистенций бетонной смеси – от жестких до литых. Недостатком использования бадьи является относительно низкая производительность работ, особенно с ростом высоты объектов и увеличением дальности подачи бетона.

Такой вариант подачи бетона целесообразен к применению: при относительно небольших объемах работ, когда использование более производительных приемов подачи бетона экономически невыгодно; удаленности и рассредоточенности мест бетонирования в пределах строительной площадки; значительных перерывах (остановках) в ведении бетонных работ [3].

Бетононасосные установки применяются для приема свежеприготовленной бетонной смеси из автобетоносмесителей или специальных загрузочных устройств и подачи ее к месту укладки при возведении монолитных сооружений [4].

В зависимости от типа перемещения различают следующие виды бетононасосных установок: стационарные и самоходные (автобетононасосы).

Требования к использованию и условия эксплуатации у обоих агрегатов одинаковые, с одной лишь разницей – передвижной укомплектован бетонораспределительной стрелой, а стационарный нет.

Цена эксплуатации стационарного оборудования гораздо ниже самоходного, и есть возможность установки агрегата в труднодоступных местах, куда передвижной автобетононасос установить невозможно.

При выборе бетононасосных установок, следует руководствоваться характеристиками конкретной машины, применяя их к решению поставленной задачи. Основные параметры при подборе машины: способ подачи бетонной смеси; максимальная высота подачи бетонной смеси; максимальное расстояние подачи бетона по горизонтали; ограничение по высоте, конфигурациям, размерам стройплощадки [5].

Бетононасосная установка обладает рядом преимуществ такими, как обеспечение непрерывного процесса укладки; возможность подачи смеси на высоту, перемещение большого объема смеси в максимально короткий срок и т.д.

Выбор средств механизации производства бетонных работ и эффективности их использования во многом зависит от объекта строительства, его объемов, трудоемкости выполнения технологических процессов, интенсивности бетонирования. Правильно подобранные машины позволяют оптимизировать процесс возведения монолитных конструкций, способствуют своевременному окончанию выполнения работ, а также рациональному использованию финансовых ресурсов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Л.Г. Дикман* Организация строительного производства. / Учебник для строительных вузов. / М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. – 608с.
2. *П.П. Олейник* Теория, методы и формы организации строительного производства. Часть 1. Москва.: Издательство МИСИ – МГСУ, 2019. – 340 с.
3. *В.С. Уханов* Машины и оборудование для бетонных работ. Оренбург: ОГУ, 2016. – 63с.
4. *С.Г. Османов, А.Ю. Манойленко, В.В. Литовка* Выбор вариантов механизации бетонных работ в монолитно-каркасном строительстве. // Инженерный вестник Дона. – 2019. – №1.
5. *П.В. Стрижнев* Выбор средств механизации монолитных зданий по техническим параметрам. // Молодой ученый. – 2020. - №19 (309). – С. 72-78.

3D-ПЕЧАТЬ ЗДАНИЙ НА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКЕ

Актуальность внедрения технологии 3D-печати строительных конструкций, зданий и сооружений заключается в создании и использовании инновационных инструментов, которые позволяют сократить сроки строительства, количество отходов при строительстве, затраты на рабочую силу, что позволяет создать более устойчивую и экологически безопасную строительную систему.

3D-печать – это процесс аддитивного производства, при котором для создания объектов используются различные материалы. С помощью программного обеспечения 3D-модели генерируются, проецируются в цифровой файл, который используется в качестве основы для управления печатью. После этого выбираются материалы, которые будут использоваться при печати, а затем выполняется сама печать [1-2].

В настоящее время существует 3 типа строительных 3D-принтеров:

1. 3D-принтер порталного типа, состоящий из валов и печатающей головки. Он используется для печати строительных конструкций как на строительной площадке, так и на заводской территории.
2. Дельта-принтер, используемый для печати более сложных фигур.
3. Роботизированный 3D-принтер, который чаще всего используется на строительных площадках, поскольку он может печатать конструкции различной конфигурации [3].

Во мире было разработано несколько проектов, в рамках которых были построены здания, мосты и другие сооружения, исследования которых подтверждает устойчивость к различным условиям эксплуатации, благодаря особому вниманию к структурному расчету и анализу при строительстве таких объектов. Проекты, реализованные на строительных площадках, демонстрируют, что технология может работать в разных климатических условиях [4-5].

Строительство с использованием 3D-принтеров может быть реализовано двумя способами:

1. Печать в заводских условиях отдельных компонентов, из которых будет состоять строящееся здание или сооружение, а затем на строительной площадке выполняются монтажные работы.
2. Использование 3D-принтера для печати здания на строительной площадке. Этот процесс начинается с установки 3D-принтера, а также определения места, где будет находиться сухая смесь, с последующей системой её смешивания и перекачки. В этом про-

цессе вода добавляется и перекачивается через шланг, соединяющийся с принтером, который с помощью сопел осуществляет контролируруемую 3D-печать.

Процесс печати начинается со стадии проектирования, результатом которой является цифровой файл, сообщающий машине, куда двигаться, как быстро и сколько материала выпустить. Строительство начинается с фундамента конструкции, хотя 3D-печать также может начинаться на фундаменте, выполненном по традиционной технологии.

Слой за слоем возводятся стены здания, оставляя соответствующие пространства для дверей и окон, которые вместе с электрической и сантехнической системами размещаются отдельно. Каждому слою требуется от пяти до десяти минут, прежде чем поверх него будет добавлен еще один слой. Это время отверждения слоя, пока он не станет достаточно прочным, чтобы выдержать вес для добавления еще одного слоя. Ожидается, что пройдет около двух недель, прежде чем будет добавлена какая-либо нагрузка, например, потолочная система. Бетон достигает максимальной прочности через 28 дней [6-7].

Не смотря на множество преимуществ, 3D-печать имеет свои ограничения. Одним из них является цена 3D-принтеров, необходимое оборудование по-прежнему остается очень дорогим как для его приобретения, так и для эксплуатации, и крупные компании не делают на них значительных ставок. С другой стороны, существует тот факт, что такие работы, как прокладка электропроводки, сантехника или арматуры в строящемся здании необходимо выполнять по традиционным технологиям.

Традиционные работы регулируются нормативными документами, поэтому одним из самых больших недостатков являются отсутствие строительных норм и сертификатов для 3D-печати.

Можно сделать вывод о том, что 3D-печать трансформирует широкий спектр секторов экономики, это, безусловно, интересная концепция, однако важно критически относиться к развитию таких новых технологий. Для автоматизированного строительства требуется строгая и полная цифровая информация о строительстве, что делает 3D-печать более точной и эффективной. 3D-печать надежна, ее можно использовать в строительном секторе, и вполне вероятно, что эта технология получит широкое распространение в ближайшие годы. Это предполагает поиск квалифицированных рабочих для работы в строительстве с использованием 3D-печати из-за более специализированного набора навыков, необходимых для этой технологии, что в долгосрочной перспективе повлечет за собой реструктуризацию профессиональной системы строительства. Также возникает возможность повторного использования отходов или местных материалов, что позволяет повысить устойчивость в районе строительства и лучше использовать террито-

рию, в которой ведется строительство, что можно интерпретировать как новые возможности для местной промышленности.

Сейчас встает вопрос о том, где 3D-печать можно наиболее эффективно использовать на стройках. Использование строительных 3D-принтеров в качестве сборного инструмента кажется хорошим началом того, что некоторые люди называют будущей четвертой промышленной революцией, что, в свою очередь, может означать возвращение большинства отраслей промышленности развивающихся стран в группу развитых стран.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Sanjayan J.G., Nazari A., Nematollahi B.* 3D Concrete Printing Technology // Construction and Building Applications. 2019. 425 p.
2. *Ерофеева Н. В., Закиров М. Ф.* Перспективы применения 3D-печати при строительстве зданий и сооружений // Механизация и авто-матизация строительства. 2019. С. 77-83.
3. *Глаголев Е. С., Лесовик В.С., Бычкова А.А.* 3D-печать зданий и строительных компонентов как будущее устойчивого развития строительства // Аллея науки. 2019. №1(28). С. 520-522.
4. *Н.И. Ватин, Л.И. Чумадова, И.С. Гончаров, В.В. Зыкова, А.Н. Карпеня, А.А. Ким, Е.А. Финашенков.* 3D-печать в строительстве // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2017. № 1(52). С. 27-46.
5. *Губанов А. В., Кутугин В.А, Новикова Е. А.* Применение грунтобетона в 3D печати // Аддитивные технологии. 2023. №1. С. 8-13.
6. Патент RU2683447C1 Российская Федерация, МПК E04C5/07, C04B7/52. Способ возведения монолитного здания, сооружения мето-дом 3D печати и устройство для его осуществления / Джантимиров Х. А., Звездов А. И., Джантимиров П. Х. 2019. 11 с.
7. *Крушельницкая Е. А., Огнев Н. В.* Материалы для строительных 3D-принтеров и варианты конструктивного решения зданий // Материалы международного студенческого строительного форума - 2018 (к 165-летию со дня рождения В.Г. Шухова). 2018. С. 255-259.

СПОСОБЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ 3D-ПЕЧАТИ В МНОГОЭТАЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В наше время все стремительнее развиваются аддитивные технологии, которым находится применение во всех отраслях деятельности человека. Строительной сферы 3D-печать коснулась напрямую. На данный момент технология широко применяется в малоэтажном строительстве жилых и общественных зданий. Стоит отметить, что 3D-печать в разы снижает определенные затраты на строительство [5]. В многоэтажном строительстве технология внедряется частично и не так активно, как в малоэтажном. Целью нашей статьи является рассмотрение возможных способов увеличения эффективности и функциональности аддитивных технологий в многоэтажном строительстве. Для достижения цели, сначала разберемся что на данный момент уже изучено в этой области.

Существуют несколько наиболее распространенных технологий 3D печати, а именно Concrete Printing (экструзия) и D-Shape. Concrete Printing – моделирование методом послойного наплавления (FDM/FFF), или экструзии. Процесс подразумевает создание слоев за счет экструзии быстро застывающего материала в виде микрокапель или тонких струй. D-Shape технология представляет собой напыление сыпучего компонента, далее в который впрыскивается неорганическое связующее [3]. Одним из преимуществ данного метода является то, что процесс печати не прерывается на приготовление строительной массы.

Существующие технологии аддитивного строительства прекрасно справляются с задачей строительства малоэтажных зданий и сооружений. Однако технологии все еще не адаптированы для многоэтажного строительства. Связано это с рядом причин. Первостепенными на наш взгляд являются две причины: трудоемкость автоматизации процесса армирования и невозможность создавать монолитный каркас высотного здания.

Рассмотрим первую проблему более детально. В настоящий момент 3D-печать зданий не предусматривает армирование конструкций, так как прочности используемых материалов достаточно для воспринимаемой элементами конструкции нагрузки. Однако, с увеличением этажности, мы приходим к тому, что прочности материала становится недостаточно. В таком случае есть два решения, которые приходят на ум. Первое – повышать прочность материала, а второе – создавать арматурный каркас, который будет воспринимать на себя часть нагрузок. С практи-

ческой точки зрения, на данный момент проще разработать технологию, которая будет позволять армировать возводимое на 3D-принтере здание.

Основной нашей идеей для решения данной проблемы является создание принтера, который будет параллельно создавать арматурный каркас и послойно возводить стену каким-либо уже существующим методом. При таком исполнении конструкция будет способна воспринимать большие нагрузки и арматурный каркас, как и в традиционном железобетоне, будет работать на растяжение. Одно большое сопло заменяем на два механизма, которые работают независимо друг от друга (рис. 1). Один механизм выполняет печать арматурного каркаса, а другой печатает бетонную составляющую конструкции.

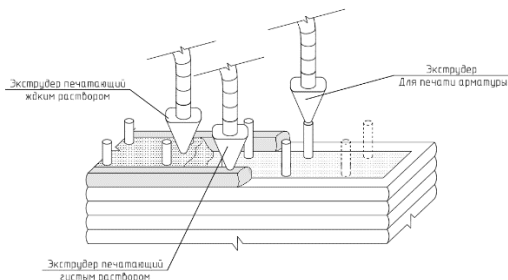


Рис. 1

Механизм для печати бетонной смесью имеет два сопла. Одно для густого раствора, другое для более текучего. Таким образом удастся минимизировать процесс порообразования. Печать металлический конструкций с помощью аддитивных технологий в настоящее время достаточно изучена. Подробно о них рассказано в учебнике Технологии и материалы 3D-печати [1]

Еще одна немаловажная проблема использования 3D-принтера в многоэтажном строительстве – невозможность создавать монолитный каркас высотного здания. В наше время строительные 3D-принтеры не могут заливать горизонтальные конструкции. Именно поэтому невозможно возвести монолитный каркас. Можно попробовать отталкиваться от того, как это препятствие преодолели 3D-принтеры, печатающие пластмассами. При печати горизонтальных конструкций принтер сначала создает поддерживающие элементы, на которые в дальнейшем печатаются основные детали. Звучит реалистично, но на практике смесь для возведения здания не обладает достаточной пластичностью для того, чтобы держаться в воздухе даже на подпорках.

Пока научное сообщество всего мира пытается решить данную проблему путем изменения состава смеси, мы предлагаем воспользоваться более традиционными методами. Осуществлять возведение перекрытия можно с помощью щитовой опалубки перекрытий. Таким образом перекрытие будет выполняться как вертикальные конструкции. Плюсы такого способа возведения здания в том, что вертикальные и горизонтальные конструкции можно будет заливать монолитно. Кроме того, даже

при такой технологии стоимость строительства значительно снижается. Отсутствуют затраты на изготовление, транспортировку и монтаж опалубки вертикальных конструкций; снижаются затраты труда; ускоряется общий темп возведения здания [2]. Изготовление опалубки составляет от 35 до 60 % от общей стоимости бетонных конструкций. [4]

Заключение

Развитие технологии 3D-печати зданий не только ускорит темп строительства, но и исключит негативное влияние на организм человека при строительстве в агрессивных условиях. И кроме того, переход к полной автоматизации процессов позволит исключить «человеческий фактор». Благодаря нашим разработкам, за счет автоматизации процессов, значительно сокращаются трудозатраты. Благодаря тому, что часть этапов возведения при 3D-печати опускается, сроки строительства сокращаются.

При более детальном изучении рассмотренных способов многоэтажного строительства и их успешном применении на практике станет возможным применять 3D-печать при возведении многоэтажных зданий, сделав такое строительство более массовым и доступным.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Шкуро А.Е., Кривоногов П.С.* Технологии и материалы 3D-печати: Учебное пособие. Екб, 2017. 67-80 с.
2. *Абрамян С.Г., Илиев А.Б.* Современные строительные аддитивные технологии. Часть 1. // Инженерный вестник Дона, 2018, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4755
3. *Канесса Э., Фонда К., Зеннаро М.* Доступная 3D-печать для науки, образования и устойчивого развития. М.: МЦТФ, 2013. 125 с.
4. *Ватин Н.И., Чумадова Л.И., Гончаров И.С., Зыкова В.В., Карпеня А.Н., Ким А.А., Финашенков Е.А.* 3D-печать в строительстве//Строительство уникальных зданий и сооружений. ISSN 2304-6295. 1 (52). 2017. 29 с.
5. *Шестакова Е.Б.* 3D-ПЕЧАТЬ: АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: Учебное пособие М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022, 49 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДИСПЕРСНОГО АРМИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ 3D-ПЕЧАТИ ЗДАНИЙ

Дисперсное армирование играет важную роль при 3D-печати зданий, так как качественно улучшает механические характеристики бетонов, а также позволяет сократить рабочее сечение конструкции и, в ряде случаев, отказаться от использования стержневой арматуры или уменьшить ее расход [1]. Однако для того, чтобы получить желаемые свойства строительных конструкций необходимо знать, в какой пропорции и как правильно вводить фибру в бетонную смесь.

Целью данного исследования является определение технологии дисперсного армирования.

Бетонная смесь комбинируется либо с различными видами фибр (так называемое дисперсное армирование), либо со стальной арматурой.

Фиброволокно – это материал, применяемый в качестве армирующего компонента для улучшения свойств бетона. Фибра добавляется в сухие строительные смеси, меняя структуру вяжущих веществ на микроуровне, обеспечивая прочность и жесткость конструкции, поэтому в ряде случаев можно обойтись без стальной арматуры, что значительно снижает затраты на армирование.

В свою очередь фибра бывает стеклянная, полипропиленовая, базальтовая и стальная.

Базальтовая фибра – отрезки определенной длины базальтового волокна, предназначенные для дисперсного армирования смесей на основе вяжущих [1]. Базальтовая фибра получается из пород вулканического происхождения – базальта [2]. Основной особенностью технологии данного армирования является замачивание фибры в воде перед добавлением в строительную смесь. Такой способ называется мокрым.

Стеклянная фибра – тонкие волокна из стойкого к щелочам стекла, фрагментированные на небольшие отрезки. Стеклянная фибра устойчива ко всем агрессивным средам, кроме щелочной. Поэтому для армирования используются стеклянную фибру на основе циркония, а не волокна из алюборосиликатного стекла [3]. Попав в бетон, фибра распадается на мельчайшие частицы, практически незаметные глазом. Бетон, имеющий в составе стеклянную фибру, гораздо быстрее схватывается и застывает.

Стеклянная фибра добавляется в строительную смесь перед заливкой воды, равномерно распределяя ее в растворе. Данный способ называется сухим [2].

Полипропилен – термопластичный полимер, данный материал имеет значительно высокий модуль упругости, устойчивость к агрессивным средам и не высокую стоимость.

Полипропилен можно применять с различной строительной смесью. Вводить фибру можно как в начальной стадии замешивания, так и в самом конце. В первом случае время перемешивания составит около 15 минут, а во втором случае, после основного размешивания требуется некоторое время (5-10 минут) раствору отстояться, после чего окончательно смешать в течение 5 минут.

Важно, при замешивании вручную, сначала смешать все компоненты в сухом виде вместе с полимером, и только потом добавлять воду, чтобы препятствовать образованию комков фибры.

Стальная фибра – данное волокно изготавливается из стальной низкоуглеродистой и высокоуглеродистой проволоки.

Производится следующими способами:

- резка тонкой проволоки или стального листа;
- вытяжка (экструдирование) стального расплава;
- фрезерование специальных слябов.

Основной целью при введении стальной фибры в бетонную смесь является снижение трудоемкости изготовления железобетонных конструкций, упрощение армирования элементов сложной конфигурации, также восприятие усадочных деформаций бетона [4].

Стальная фибра добавляется в строительную смесь перед заливкой воды, равномерно распределяя ее в растворе тщательным замешиванием.

Для улучшения физико-механических характеристик и создания высокоэффективных фибробетонов нового поколения при их производстве необходимо использовать суперпластифицирующие добавки на основе поликарбоксилата. Опыты показывают, что введение добавок приводит к снижению водопотребности бетонной смеси и к повышению прочности фибробетона [5].

Технология дисперсного армирования при 3D-печати зданий и отдельных строительных конструкций заключается в следующем наборе последовательных действий:

1. Смешивание мелкого заполнителя, цемента и фиброволокна в сухом состоянии до получения однородной смеси (сухой способ), при этом дозировка фиброволокна зависит от вида фибры и типа возводимой конструкций, в среднем она составляет от 3 до 5 кг на м³ растворной смеси;
2. Замачивание фибры (если используется мокрый способ).
3. Затворение сухой смеси необходимым количеством воды и перемешивание до образования однородной массы.

4. Подача растворной смеси в 3D-принтер и её экструзия через сопло принтера.

Дисперсное армирование, являясь альтернативой традиционному армированию для повышения трещиностойкости конструкций, изготавливаемых с применением 3D-принтера, на данный момент требует более детального изучения в плане технологии его применения.

Необходимость экструзии строительного раствора через небольшое сопло 3D-принтера влияет на размер частиц в составе раствора, в том числе размер и дозировку фибры. Поэтому технические характеристики фиброволокна, такие как тип, размер и дозировка, должны рассматриваться не только с конструктивной точки зрения по влиянию на прочностные характеристики конструкций, но и с технологической точки зрения, по способности строительной смеси с добавлением фибры проходить через экструдер и применяться для строительной 3D-печати, что является предметом дальнейших исследований.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Н.И. Ватин, Л.И. Чумадова, И.С. Гончаров, В.В. Зыкова, А.Н. Карпеня, А.А. Ким, Е.А. Финашенков.* 3D-печать в строительстве // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2017. № 1(52). С. 27-46.
2. *Харун М., Коротеев Д.Д., Дхар П., Ждеро С., Елроба Ш.М.* Физико-механические свойства базальто-волокнутого высокопрочного бетона // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2018. 14(5). С. 396-403
3. Рабинович Ф.Н., Зуева В.Н., Макеева Л.В. Стойкость базальтовых волокон в среде гидратирующих цементов// Стекло и керамика. 2001. №12. С.12-14.
4. *Масалов А.В., Бартенева Е.А.* Трещиностойкость как фактор прочности фибробетона // Строительство. Градостроительство и архитектура. 2022. №3(57). С. 1-2.
5. *Markovich A.S., Koroteev D.D., Abu Mahadi M.I., Miloserdova D.A.* Analysis of the theory of calculation of fiber-reinforced concrete with non-steel fibers // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. vol. 675. 012013.

ОСОБЕННОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ ВЫСОТНЫХ СООРУЖЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВОЗДУШНОЙ ГРУЗОПОДЪЁМНОЙ ТЕХНИКИ

В настоящее время в России востребовано возведение высотных сооружений различного функционального назначения в малоосвоенных, незаселённых, либо труднодоступных местах государственной территории в ускоренные сроки. В отечественном и зарубежном опыте существуют технологии, позволяющие удовлетворить данную потребность. Высотными называются сооружения, высота которых многократно превосходит размер их поперечного сечения. По конструктивно-компоновочной схеме все высотные сооружения принято разделять на два основных вида – башни и мачты. При возведении высотных сооружений наиболее распространёнными являются три метода: монтаж наращиванием, подращиванием или поворотом [1].

Воздушная техника может применяться при методе наращивания, предусматривающем поярусную установку снизу вверх блоков сооружения в проектное положение или при методе поворота вокруг неподвижных шарниров собранного сооружения из горизонтального положения в проектное (рис. 1) [2]. В обоих методах монтаж производится вертолётами, которые целесообразно применять при возведении в особо стеснённых условиях или труднодоступных районах [3].

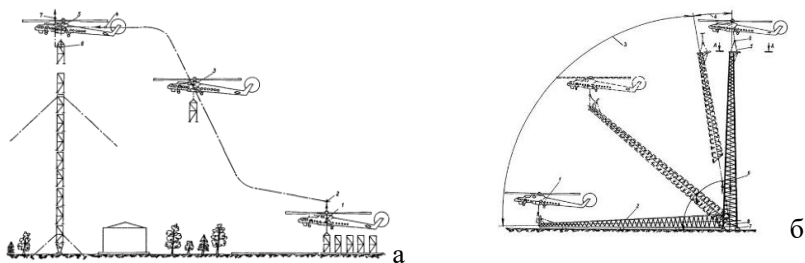


Рис. 1. Вертолётный монтаж высотных сооружений:

а) схема монтажа методом наращивания,

б) схема монтажа методом поворота

Согласно отечественным инструкциям в качестве грузоподъёмных механизмов при монтаже высотных сооружений допускаются к применению вертолёты Ми-6, Ми-8, Ми-10К, Ми-26, Ка-32. Применение вертолётов требует тщательного учёта атмосферных показателей. Так, монтажные работы могут производиться при скорости ветра не более

10 м/с, при наращивании 10% грузоподъёмности летательного аппарата резервируется для возможных изменений атмосферных условий. При поворотном методе, напротив, масса сооружения может превосходить грузоподъёмность вертолёт в 2-3 раза. До начала монтажа требуется проведение подготовительных работ по организации монтажно-вертолётной площадки (МВП). Первой стадией монтажа является строповка конструкций; она осуществляется с помощью внешних подвесок, входящих в комплект оборудования вертолёт. Длина внешних подвесок определяется исходя из следующих факторов: колебания в полёте, масса конструкции и требуемый обзор зоны монтажа, при этом расстояние от вертолёт до конструкции не должно быть не менее 6 м. Все виды монтажных соединений выполняются с повышенным уровнем ответственности: используются коуши, предохранительные скобы, переходные траверсы (звенья) и т.п.

Вторая стадия представляет собой перемещение (подъём или поворот) конструкции до уровня монтажного горизонта. После поднятия блока на 3 м производится контрольное висение. Затем в случае метода поворота сооружение поднимается до нейтрального положения с дальнейшим торможением по мере приближения к проектному положению. Во время второго контрольного висения осуществляется временное закрепление башмаков нижнего яруса сооружения с фундаментом. В случае метода наращивания контрольных висений три, а не два. Второе промежуточное висение на удалении 20-30 м от объекта требуется для изменения траектории движения: после транспортировки блока от МВП происходят подъём и выход на монтажную вертикаль. Следующей операцией является снижение и установка конструкции в проектное положение. Третье контрольное висение требуется для оценки положения установленного блока, нижняя подвеска при этом ослабляется.

Третья стадия – это расстроповка конструкции и последующий отлёт вертолёт из области монтажа. При наращивании для точного наведения монтируемого блока в ходе установки на стык применяются «ловители» - направляющие и фиксирующие приспособления. Обилие таких приспособлений (внутренние замкнутые и канатные, наружные консольные) вызвано разными конструктивными решениями высотных сооружений с особыми требованиями по монтажу. Сама расстроповка может производиться как дистанционно отключением электрозамка, так и вручную бортоператором или монтажниками.

Применение воздушной грузоподъёмной техники предъявляет особые требования как к безопасности, так и к подготовке участников процесса возведения. Представитель экипажа вертолёт должен проводить инструктаж бригады монтажников, из числа лётного состава назначается корректировщик полёта на земле. Участие самих монтажников в момент установки конструкции в проектное положение допустимо лишь в

особых случаях: при отсутствии системы ориентации груза у вертолѐта и наличии просторных площадок для размещения работников на достаточном удалении от блока [4]. Использование вертолетов нужно подтверждать технико-экономическим расчетом эффективности в сравнении со другими возможных вариантами монтажа. Данный способ имеет преимущества: возможность с большой скоростью возводить высотные сооружения с совмещением процессов монтажа и транспортировки, экономия времени из-за отсутствия необходимости сооружения монтажного крана [3]. Однако воздушная техника выгодна лишь при больших объѐмах работ, поскольку свыше половины стоимости аренды вертолѐтов уходит на перелѐты [5]. Также отечественные нормы по данной технологии требуют актуализации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. МГСУ [Электронный ресурс]: ТВЗ Лекции 7,8 / Лекция 8.1 Возведение высотных сооружений. Основные положения / Лекция 8.2 Высотные сооружения. Монтаж башен. URL: <https://studfile.net/mgsu/145/folder:7795/#> (Дата обращения: 18.02.2023).
2. НУВХП [Электронный ресурс]: Монтаж высотных сооружений: мачт, башен, труб / Общие положения. URL: <https://studfile.net/preview/5198321/#2> (Дата обращения: 20.02.2023).
3. The Infrastructure Health and Safety Association (IHSA) [Электронный ресурс]: «Construction Health and Safety Manual: Helicopter Lifting» / 26. Helicopter Lifting // Ontario, Canada. URL: https://www.ihsa.ca/rtf/health_safety_manual/pdfs/tools_and_techniques/Helicopter_Lifting.pdf (Дата обращения: 21.02.2023).
4. eCFR / Title 29 «Labor» / Subtitle B «Occupational Safety and Health Administration, Department of Labor» / Part 1926 «Safety and Health Regulations for Construction» / Subpart N «Helicopters, Hoists, Elevators, and Conveyors / § 1926.551 «Helicopters» // Federal Register, National Archives and Recording Administration, United States of America, 2022
5. Фатуллаев Р.С., Бидов Т.Х., Хубаев А.О., Кузьмина Т.К. Анализ трудоѐмкости ремонтных работ в разных странах // Строительное производство, 2022, №4, С. 86-90.

ОСОБЕННОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ УНИКАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ФУТБОЛЬНОГО СТАДИОНА «ВОЛГОГРАД АРЕНА»

Архитектурные решения всегда нацелены на создание более комфортного и безопасного пространства для жизнедеятельности человека, что становится возможным в случае применения инновационных разработок в сфере строительства. Большое количество естественного света и открытые, защищенные от внешней среды пространства – то, в чем нуждаются люди 21 века и к чему должна стремиться современная архитектура. При проектировании большепролетных зданий, например стадионов, возникает комплекс сложных архитектурных и инженерных задач. Чтобы обеспечить комфортное пребывание человека в зале, а также соблюсти требования акустики и изоляции его от примыкающих помещений, определяющее значение приобретает конструкция его покрытия. При строительстве современных большепролетных зданий применяют различные варианты покрытия: мембранные покрытия, покрытия по тросовым фермам, висячие оболочки и т.д. Одним из уникальных решений является применение вантовых конструкций, о которых мы подробнее расскажем на примере стадиона «Волгоград Арена». Вантовые конструкции представляют собой геометрически неизменяемые висячие конструкции. Основными несущими элементами являются гибкие растянутые прямолинейные ванты, которые закрепляются на пилонах или крепятся к конструкции замкнутого контура округлой (кольцо, эллипс) либо прямоугольной формы. Ванты делают предварительно напряжёнными, поэтому при соответствующем подборе геометрической системы установки, ванты под действием эксплуатационных нагрузок могут воспринимать сжимающие усилия без появления деформации сжатия. В результате чего вантовая система работает как жёсткая ферма.

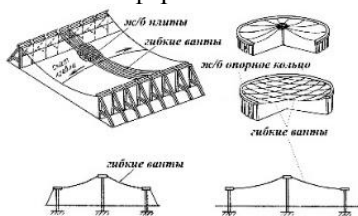


Рис. 1. Вантовые конструкции

Висячие системы имеют как преимущества, так и недостатки. К основным преимуществам вантовых конструкций можно отнести способность перекрыть пролеты более 300 м и минимальный вес [1]. Масса несущих элементов на метр квадратный при увеличении пролета не изменяется. В процессе монтажа данный вид конструкций менее подвержен перегрузкам и осадкам опор. Все это позволяет минимизировать затраты при строительстве и эксплуатации объекта. Основным недостатком таких конструктивных систем является их деформатив-

ность (отсутствие пространственной жесткости). Эта проблема решается стабилизацией висячих конструкций. Также к недостаткам можно отнести необходимость отслеживания силы натяжения тросов. Стадион «Волгоград Арена» является самым большим по площади покрытия стадионом в России, рассчитанным на 45000 человек и имеющим уникальную конструкцию вантовой кровли. Проект спорткомплекса разработал проектный институт «Арена» (руководитель – Дмитрий Буш). Главными требованиями к проекту стали следующие пункты: стадион должен был гармонично вписываться в городскую архитектуру, а его облик отражать героическое прошлое города. Благодаря использованию металлических конструкций, стадион удалось выполнить в форме, напоминающей высший орден СССР «Победа» [2]. Конструкция вантовой кровли представляет собой подобие велосипедного колеса, имеющего два контура: внешний и внутренний, между которыми натянуты радиальные тросы – ванты. Они изготовлены из высокопрочной стали. Процесс установки занял несколько месяцев. Сначала вся конструкция была смонтирована в чаше арены, после чего ее медленно подняли и установили. Для создания кровли были использованы два вида материала: полимерный материал ЭТФЭ (в козырьке над кромкой поля) и девятислойная ПВХ-мембрана (в основной части кровли). Интересно, что изначально, козырек над полем должен был быть выполнен из поликарбоната, но учитывая неутешительный опыт эксплуатации и ряд его особенностей, было принято решение заменить этот материал на более подходящий – однослойная ЭТФЭ-мембрана. Этот материал имеет более высокую прочность, а также одну интересную особенность. Этилен-тетрафторэтилен не впитывает влагу, не притягивает пыль, а дождевые капли стекают с его поверхности, следовательно мембраны из такого материала способны самоочищаться.

Для реализации строительства такой уникальной конструкции были разработаны специальные технические условия и особый план производства работ, основанный на поэтапном возведении и начинающийся с устройства фасада. За счет отсутствия барьеров и значительных размеров свободного пространства при строительстве стадиона «Волгоград Арена» применен способ монтажа конструкций кровли внутри спортивного объекта. Монтаж вантовой кровли производился в два этапа.

Первым этапом специалисты провели сборку временных конструкций на нулевой отметке, разложили вант и собрали необходимые элементы. Вторым этапом был произведен подъем. В первую очередь верхний ярус был поднят на 27 метров. После чего строители установили консоли и прикрепили к ним нижний ярус вант. Впоследствии за счет натяжения нижнего яруса металлическая конструкция поднялась на проектную высоту.

После закрепления вантовой конструкции в проектном положении специалисты смонтировали кровельное покрытие из мембран. Стоит отметить, что сроки были сжаты и была необходимость уже начать засеивать футбольное поле, поэтому впервые в истории строительства подконструкции для ЭТФЭ были смонтированы с помощью вертолета. Общая площадь покрытия над трибунами и фойе стадиона составила 74 тысячи квадратных метров.

Интересный факт: вантовая кровля весит 2,5 тысячи тонн (вес кровли стадиона «Динамо» составляет – 3, 88 тысяч тонн, стадиона «Лужники» - 10 тысяч тонн). Применение вантовых конструкций для устройства кровель спортивных объектов значительно снижает общий вес объекта, как следствие происходит снижение нагрузки на фундаменты. Произвольный план сооружения с вантовыми конструкциями дает возможность инженеру и архитектору показать весь свой потенциал и создать поистине оригинальное сооружение.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Котлярова Е. В., Козаченко Т. О.* Пространственные конструкции в современной архитектуре: вантовые покрытия // В сборнике: Закономерности развития технических и технологических наук. Сборник статей Международной научно-практической конференции. 2017. С. 45-47.
2. *Буш, Д.* Стадион для проведения игр Чемпионата мира по футболу – 2018 в Волгограде // Проект Байкал. – 2017. – №51. – С. 66 -67
3. *Бидов Т.Х., Аветисян Р.Т.* Формирование производственно-технологических модулей // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2019. № 12. С. 496-498.
4. *Кашапова А. А.* Поверхности вантовых покрытий // В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры. 2019. С. 775-777.
5. *Болгов В.А., Горохов А. Ю., Юргайтис А.Ю.* Опыт монтажа вантовых покрытий спортивных объектов // В сборнике: Современные методы организации и управления строительством. Сборник статей молодых ученых, аспирантов, молодых специалистов, студентов. 2020. С. 88-91.

*Студентка 3 курса 3 группы ИПГС Чихунова В.К.,
Научный руководитель – доц., канд. тех. наук Т.Х. Бидов*

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ УНИКАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВАНТЫ.

Современная архитектура нацелена на то, чтобы создать более комфортное и безопасное пространство для обитания человека и максимально расширить его. Инженерно-технические возможности вантовых конструкций, открывают большие перспективы в решении сложных функционально-технологических вопросов, возникающих при проектировании крупных общественных и промышленных зданий. Висячими называют конструкции, в которых главные несущие элементы состоят из гибких канатов, тросов, круглых стержней или оболочек, работающих на растяжение. Висячие конструкции из канатов и гибких стержней называются вантовыми. А их несущие элементы - вантами. Для вантовых конструкций характерна низкая металлоемкость, возможность полного использования несущей способности вант, работающих только на растяжение, что обеспечивает малый вес несущих конструкций и монтаж без подмостей, что уменьшает трудоемкость.[1]

В большепролетных сооружениях проектировщик всегда стремится создать единое пространство, избегая устройство промежуточных опор, которые значительно уменьшают гибкость.[2] Вантовые конструкции позволяют решить эту проблему за счет грамотного распределения нагрузки. Таким образом, внутреннее пространство, лишено каких-либо ограничивающих его организацию элементов и является максимально свободным для любой перепланировки в соответствии с потребностями производства или общественной жизни.

Ванты расположены снаружи на открытом воздухе, поэтому они требуют эффективной защиты от возможной коррозии. В качестве защитных средств применяют цинкование, окраску, покрытие пластмасс.

Сложность возведения вантовых конструкций связана с необходимостью в трудоемких расчетах. Также к недостаткам относятся повышенная деформативность покрытий зданий, образованных вантовыми конструкциями, которая вызвана способностью вант изменять свою начальную геометрическую форму в зависимости от внешней нагрузки.[3] Для обеспечения жесткости приходится применять дополнительные конструктивные мероприятия: увеличение собственного веса покрытий и действующих на покрытия постоянных нагрузок (вентиляционных фонарей, подвесных потолков и т.п.); временный пригруз покрытий с последующим омоноличиванием швов между блоками настила, что превращает покрытие в жесткую оболочку; предварительное натяжение несущих тросов при помощи стабилизирующих тросов.[4]

Первый из указанных способов связан с увеличением расходов материалов на кровельные плиты и тросы, что противоречит основной идее висячих покрытий, состоящей в стремлении к легкости. Однако, ввиду простоты данного способа, он до сих пор широко используется. Временный пригруз применяют при сборных железобетонных и армоцементных кровлях. После укладки плит кровли производится временная загрузка покрытия кирпичом или балластом. При этом просветы между плитами кровли увеличиваются вследствие удлинения тросов. Эти просветы заполняют бетоном. После отвердения бетона пригруз убирают. Разгруженные тросы укорачиваются, передавая обжатие бетону. Впоследствии покрытие работает как висячая преднапряженная оболочка, в которой тросы выполняют функцию высокопрочной арматуры.

Строительство зданий и сооружений с вантовыми покрытиями достаточно традиционна за исключением технологии работ, связанных с возведением вантовой системы. Эти технологические процессы характеризуются специфическими строительно-монтажными работами, поручаемые, чаще всего, специализированным монтажным подразделениям. Специфика эта связана не только со специальной технологией, но и средствами механизации, которые привлекаются для обеспечения выполняемых строительно-монтажных процессов.

Последовательность выполнения работ при перекрытии пролета вантовыми канатами: вантовый канат, намотанный на барабан, подают краном к месту установки, один конец каната закрепляют анкером в опорном контуре. канат раскатывают, оснащают контрольными грузами, поднимают в проектное положение, натягивают электролебедкой и закрепляют в опорном контуре с противоположной стороны; после установки всех продольных канатов производят геодезическую проверку положения точек вантовой сети; устанавливают поперечные ванты, закрепляют их пересечения с рабочими вантами; укладывают плиты покрытия в направлении от нижней к верхней; производят натяжение загруженной вантовой сети, бетонирование стыков и контурных участков.[5]

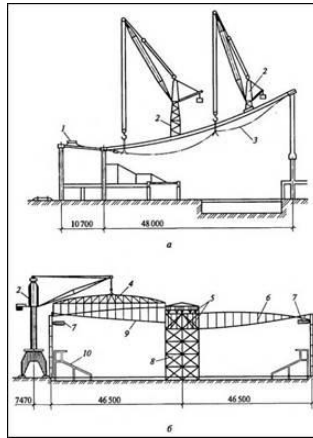


Рис.1 Технологические схемы перекрытия больших пролетов висячими конструкциями

Сегодня вантовые конструкции признают инновационными конструктивными решениями, с помощью которых можно создавать впечатляющие геометрические формы и вместе с тем эффективно перекрывать большие пролеты сооружений. Кроме того, в помощь проектировщикам создано несколько компьютерных программ, облегчающих проектирование вантовых структур, такие как RFEM 6, Dlubal RWIND 2, Form Finding for RFEM 6 и т. д.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Голосов В.Н., Ермолов В.В., Лебедева Н.В. и др.* Инженерные конструкции: Уч. для вузов по спец. «Архитектура». – М.: «Высшая школа», 1991. – 408 с.
2. *Кривошапко С.Н.* Висячие тросовые конструкции и покрытия сооружений// Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2015. – № 7 (34). – С. 51-70.
3. *Федулов В.К., Суладзе М.Д., Артемова Л.Ю.* Вантовые покрытия: Учебное пособие. – М.: МАДИ, 2014. – 48 с.
4. *Торкатюк, В.И.* Монтаж конструкций большепролетных зданий / В.И. Торкатюк. – М.: Стройиздат, 1985.
5. *Кирсанов, Н.М.* Висячие и вантовые конструкции / Н.М. Кирсанов. – М.: Стройиздат, 1981.

*Студент 3 курса 18 группы ИПГС Фомин Г.Д.
Студентка 3 курса 3 группы ИПГС Щербакова П.И.
Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, Т.Х. Бидов*

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА КАМЕННЫХ РАБОТ ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Зимнее время не лучший период для строительных работ. Но бывают ситуации, когда консервация строительной площадки может привести к значительному экономическому ущербу. Для нашей страны эта проблема особенно актуальна. Зимой выполнить каменную кладку труднее всего, однако это возможно.

Процесс кладки зимой должен подчиняться определенным правилам, благодаря которым строительные работы можно вести в полном объеме даже при температуре до -50°C . Эти правила включают в себя как организацию, так и технологию производства каменных работ.

При выполнении каменных работ при отрицательных температурах главной и наиболее трудной задачей является обеспечение необходимой прочности здания. При минусовой температуре воздуха вода, содержащаяся в кладочных растворах, замерзает, тем самым прекращая необходимый процесс гидратации цемента. При замерзании вода расширяется на 10%, в результате чего увеличивается объем раствора. В связи с чем возникают значительные внутренние усилия в кладочных растворах, из-за которых разрушается структура раствора, и он теряет прочность, набранную до замерзания. Существует несколько способов, при которых обеспечивается необходимая прочность кладки.[1]

Каменная кладка способом замораживания.

Данный способ является наиболее распространенным, экономичным и нетрудоемким. Кладку способом замораживания выполняют на открытом воздухе из обычных растворов без каких-либо добавок, имеющих положительную температуру укладки, а впоследствии замерзающих. Сущность этого способа заключается в том, что раствор, замерзший после его укладки в швы, набирает основную прочность весной после оттаивания. Важно учитывать, что такая кладка имеет повышенную деформативность в момент оттаивания. В связи с этим, при использовании данного способа, не рекомендуется возведение зданий этажностью более четырех и высотой более 15 метров. При выполнении кладки способом замораживания на растворах без противоморозных добавок рекомендуется применение однорядной системы перевязки швов.

Марки растворов назначаются исходя из прогноза погоды на момент производства работ, а также на последующие периоды. Состав растворов подбирается из условия обеспечения необходимой прочности и

устойчивости конструкции как в период оттаивания, так и в период эксплуатации сооружения [5]

Кладка на растворах с противоморозными химическими добавками. Данный способ экономичен, прост и широко применяется при возведении многоэтажных зданий, однако не подходит для условий крайнего севера, так как растворы с добавлением противоморозных добавок могут твердеть при отрицательных температурах до -20°C и впоследствии набирать марочную прочность. Процентное соотношение количества добавок и массы цемента определяется лабораторией в зависимости от температуры воздуха. Марки растворов с применением противоморозных добавок должны быть не менее М50. В отличие от способа замораживания, кладка на растворах с противоморозными добавками в составе может осуществляться с любой системой перевязки. Применяемые добавки: хлористый кальций, технический нитрит натрия, поташ, формиаты натрия и кальция.[2]

Кладка с электроподогревом.

Данный способ очень трудоемкий и энергоемкий, поэтому его рекомендуется применять только для возведения небольших участков стен. Во время выполнения кладки, в готовый раствор горизонтально укладываются электроды, по которым в дальнейшем пропускается электричество. При нагреве, электроды будут нагревать швы, что исключит замерзание воды в растворе и позволит ему набирать прочность. Важно полностью заполнять швы, чтобы электрообогрев проходил эффективно.[4]

Кладка в тепляках (рис.1)

Данный метод очень эффективен, однако трудоемок. Его суть заключается в том, что вокруг возводимого элемента устанавливается деревянный каркас, который обтягивается полиэтиленовой пленкой. Также внутри этой конструкции помещается какой-

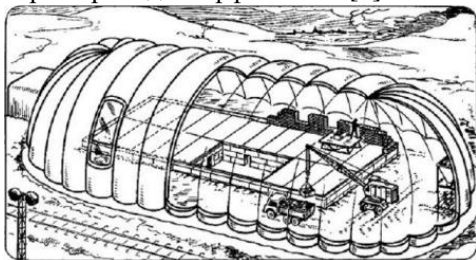


Рис.1 Кладка в тепляках

либо источник тепла (печь, генератор, электронагреватель и т.п.). Чтобы возводимая кладка соответствовала всем необходимым нормам, необходимо топить этот тепляк на протяжении нескольких дней, и только затем приступать к работам. Этот способ применим для возведения отдельных малых элементов, так как возвести подобный каркас над всем домом, сооружением или хотя бы стеной практически невозможно.

Для того чтобы данная технология эффективно выполнялась, необходимо соблюдать определенные организационные мероприятия, а именно:

- Контроль за качеством организационно-технической документации
- Контроль за температурным режимом
- Контроль за качеством и количеством добавок
- Квалифицированные каменщики
- Контроль за технологией производства каменных работ

На строительной площадке контроль осуществляет организатор строительства. При отслеживании данных условий можно прогнозировать образование дефектов в каменной кладке.[3]

Таким образом, для обеспечения возможности повышения эксплуатационных качеств зданий и сооружений, необходимой прочности и предотвращения дефектов каменной кладки при отрицательных температурах должен быть комплексный подход: отлаженная работа организатора строительства, службы снабжения, доставки, квалифицированных каменщиков и в целом организации строительной площадки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *M. Hatzinikolas, J. Longworth, J. Warwaruk.* Effects of cold weather construction on the compressive strength of concrete masonry walls.
2. *Семенов С.А., Камейко В.А.* Справочник проектировщика. Каменные и армокаменные конструкции.
3. *Н.И. Ватин, В.М. Галузин* Технология строительных процессов. Каменные работы
4. Каменные работы: кладка при отрицательной температуре. [tsp-tvz.ru/mod/page/view.php?id=399]
5. *И.И. Ищенко.* Технология каменных и монтажных работ. М., Высш. школа, 1980. 326с., ил.

УСИЛЕНИЕ КИРПИЧНЫХ СТЕН ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ

В статье рассмотрены методы усиления кирпичных стен при реконструкции зданий. Актуальность статьи оправдана большими темпами реновации и реконструкции зданий из мелкоштучных элементов. Зачастую процессы реконструкции зданий сопряжены с необходимостью усиления стен в связи с появлением перепланировок и дополнительных надстроек.

Целью работы является исследование методов усиления кирпичных стен при реконструкции зданий. Для достижения поставленной цели необходимо провести анализ с определением наиболее рациональных и часто используемых способов усиления кирпичных стен. В результате будут выявлены наиболее эффективные способы укрепления и усиления стен при реконструкции зданий.

При реконструкции кирпичных зданий стены могут быть усилены различными способами, условно можно разделить на традиционные и инновационные.

К традиционным методам усиления стен относятся:

- установка тяжелей для стен;
- установка распорок и металлических уголков для перекрытий;
- установка швеллеров для оконных и дверных проёмов, а также

иных отверстий в несущих стенах.

К инновационным способам относятся:

- усиление конструкций обоями (в том числе композитными материалами).

У традиционных методов есть определенные недостатки, такие как необходимость длительной консервации объекта, возведение необходимых строительных конструкций и работа большого количества специалистов. Также подвергается изменению геометрия здания, например, швеллер нужно будет прятать в стены, а это может потребовать большого количества штукатурных работ. Усиление же стен обоями и композитными материалами помогает избежать указанных выше трудностей [1,2].

Усиление стен обоями способ надёжный и лишённый недостатков традиционных методов. В практике строительства применяются следующие виды обоев:

- стальные;
- железобетонные;

- армированные растворные;
- обои из углепластиковых холстов (композитных материалов).



Рис.1. Установленные тяжи для стен

Наибольшего внимания требуют железобетонные обоймы и обои из углепластиковых холстов.

Железобетонные обоймы - такие обоймы наиболее эффективна при поверхностном разрушении на большую глубину или при глубоких трещинах, когда возможны уширения кирпичной конструкции [3,4].

Обои из углепластиковых волокон - выполняется в виде внешнего армирования, путём наклейки на стены нескольких слоёв холстов или ламинатов. Этот способ позволяет в широких пределах регулировать усилия в конструкциях, минимально нарушая их целостность и размеры сечения, что очень важно при проведении реконструкции или реставрации.

Усиление стен обоями из углепластиковых волокон является инновационным решением, которое лишено недостатков традиционных методов. Следовательно этот метод можно считать наиболее эффективным [5].

Его основными преимуществами являются:

- малый вес – углепластик не дает никакой нагрузки на усиливаемую конструкцию;
- толщина углеволокна составляет несколько миллиметров – внутренние размеры помещения не меняются;

- прочность на растяжение углепластика в 6 раз выше, чем у железобетонной арматуры.

Основным недостатком углепластика является высокая стоимость самого материала.

Выводы:

Проведённый анализ выявил, что рациональный и часто используемый способ усиления кирпичных стен при реконструкции зданий является усиление здания обоями, в том числе из углепластиковых волокон. Дальнейшие исследования будут посвящены разработке методики по выбору методов усиления кирпичных стен при реконструкции зданий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Леонович С.Н., Черноиван В.Н., Черноиван Н.В.* Технология реконструкции зданий и сооружений. 2023. Сер. Научная мысль

2. *Панькин О.И., Климова Ю.В.* Особенности реконструкции кирпичной кладки стен объектов культурного наследия. Шаг в науку. 2022. № 2. С. 11-15.

3. *Новожилова Н.С.* Исследование напряженного состояния кирпичных стен, усиленных двухсторонним бетонным наращиванием, при местном сжатии. Вестник гражданских инженеров. 2021. № 6 (89). С. 34-41.

4. *Соколов Б.С., Фабричная К.А.* Применение каркасной системы уикс при реконструкции зданий. Вестник гражданских инженеров. 2015. № 6 (53). С. 45-51.

5. *Ершов М. Н., Липидус А.А., Теличенко В.И.* Технологические процессы в строительстве в 10 книгах. Учебник. Т.1-10 2016. 1072 с. ISBN 978-5-4323-0129-1

ПРОБЛЕМЫ ПРОВЕДЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Здания и сооружения подвергаются техническому обследованию на разных этапах строительства и эксплуатации. И в зависимости от условий проведения обследования, доступности и наличия исходной документации (предоставлены ли результаты предыдущего обследования, проект объекта, паспорт объекта и т.д.) обследователи испытывают различные трудности при выполнении своей работы.

Одной из проблем является то, что нет безопасного и полного доступа к конструкциям. Например, при обследовании перекрытий, выполненных в виде кирпичных сводов, над подвалами, чаще всего выявляются такие дефекты, как коррозия металлических балок и трещины. Наличие трещин по нижней поверхности сводов выявить не вызывает никаких трудностей, в отличие от верхней поверхности, которая закрыта пирогом пола. Однако, если вовремя не выявить данный дефект и не учесть его в расчетной схеме, и конструкцию, находящуюся в аварийном состоянии, продолжать эксплуатировать, вероятнее всего, аварии не избежать. Дабы этого не допустить, необходимо производить дополнительные работы, как вскрытия полов, на которые нужно получать отдельные разрешения.

При определении отдельных параметров материалов методами неразрушающего контроля также возникают определенные трудности и проблемы. Основными сложностями проведения полевых работ являются:

1. обеспечение безопасного доступа к контролируемым конструкциям в условиях безостановочного технологического процесса или при предоставлении Заказчиком кратковременного «окна» в технологически возможный период. Разработка и выполнении возможных не учитываемых в договоре вспомогательных зачастую дорогостоящих мероприятий [1,2];

2. возможность подготовки необходимой площади поверхности контролируемых участков конструкции в стесненных или труднодоступных условиях (очистка от слоёв грязи, краски, штукатурных покрытий, разрушенных слоёв, выравнивание поверхности и др.). Ограниченность контрольных участков испытаний;

3. создание для оператора надёжной опоры для обеспечения надежного съёма первичного информации от применяемого метода неразрушающего контроля;

4. использование средств метода неразрушающего контроля, не предназначенных к натурным условиям эксплуатации сооружений;

5. внешнее фоновое воздействие на средства неразрушающего контроля (температурно-влажностные, электромагнитные, вибрационные и др.). Приборы проверяются в лабораторных условиях без учета возможности внешних влияний на результаты измерений;

6. условное допущение идентичности бетона (как в проекте) всех конструкций;

7. частое нарушение нормативных требований контроля физико-механических характеристик бетона, как материала, в бездефектных зонах. Любую информационную аномалию следует рассматривать как дефектный участок конструкции или как операторскую ошибку;

8. необходимость комбинирования максимально возможного комплекса независимых инструментальных методов и средств контроля с учетом индивидуальных особенностей строительства и эксплуатации конструкций и сооружений.

Основными методами неразрушающего прямого контроля являются механический метод отрыва со скалыванием и механический метод скола ребра [3,4]. При проведении испытаний данными методами нарушается защитный слой бетона конструкции, который необходимо в дальнейшем восстанавливать, что влечет за собой поиск подрядчиков, выполняющих данные работы. Также эти методы сложны в проведении испытаний потолочных поверхностей.

Основным методом неразрушающего косвенного контроля является ультразвуковой метод. Для данного метода необходимо использование только приборов с визуализацией принимаемого сигнала, чтобы не пропустить приход продольной волны. Технологические изменения состава бетонной смеси, нестабильность её уплотнения, изменение условий твердения, возраст, влажность бетона, возможное наличие не-проектного штукатурного покрытия также дают погрешность в измерении величины.

Магнитный метод и георадарный метод являются вспомогательными методами для поиска арматуры в конструкциях. Применение данных методов затруднительно в условиях производственных стесненных условий концентраций металлоконструкций или электромагнитных полей.

Для корректной оценки прочности бетона конструкций оптимальным является комбинирование методов, дающих независимую информацию. Необходимо для каждой конкретной задачи, конкретных условий эксплуатации сооружений и условий доступа к контролируемой конструкции (или к её участку) подбирать оптимальный комплекс методов и средств неразрушающего контроля [5].

Получение достоверных результатов обследования объекта является приоритетом, поэтому необходимо уже на этапе планирования прове-

дения обследования понимать, какие исходные данные имеются, эксплуатируется ли объект или он законсервирован. От назначения объекта и места его расположения некоторые работы, в принципе, не представляются возможным к выполнению. Необходимые работы в процессе обследования могут дополняться, что также должно быть обговорено с Заказчиком.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гиря Л.В., Хоренков С.В.* Проблемы консервации и технического обследования объектов капитального строительства в современных условиях // Инженерный вестник Дона. 2013. № 2 (25). С. 81.
2. *Ломтев И.А.* Этапы и проблемы при обследовании жилых зданий и сооружений // Наука и инновации в строительстве. Сборник докладов Международной научно-практической конференции (к 165-летию со дня рождения В.Г. Шухова). 2018. С. 300-305.
3. *Перунов А.С., Дорошин И.Н.* Способ измерения прогибов монолитных перекрытий при ограниченной видимости конструкций // Вестник Евразийской науки, 2020 №6, <https://esj.today/PDF/42SAVN620.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.
4. *С.А. Синенко, И.Н. Дорошин, И.Х. Гергоков.* Обобщение опыта выбора организационно-технологических решений при возведении зданий. Инженерный вестник Дона, 2020 №12, <https://cyberleninka.ru/article/n/obobschenie-opyta-vybora-organizatsionno-tehnologicheskikh-resheniy-pri-vozvedenii-zdaniy/viewer> (доступ свободный).
5. *Ершов М. Н., Лapidус А.А., Теличенко В.И.* Технологические процессы в строительстве в 10 книгах. Учебник. Т.1-10 2016. 1072 с. ISBN 978-5-4323-0129-1

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ТОРКРЕТИРОВАНИЯ БЕТОНА

Метод торкретирования заключается в нанесении торкрет-смеси, которая состоит из песка, цемента, гравийного щебня или каменной крошки и специальных добавок, на обрабатываемую поверхность под давлением с помощью специальных аппаратов [1]. Поверхность конструкции предварительно подготавливают: очищают от остатков краски, штукатурки, при необходимости армируют.

Такой метод применяют при строительстве, реконструкции и усилении опор мостов, тоннелей, подвальных помещений, кирпичной кладки, бассейнов и различных резервуаров [2]. Полученная таким методом конструкция обладает повышенными прочностными свойствами, морозостойкостью, водонепроницаемостью, огнеупорными характеристиками. Рассмотрим две основные разновидности технологии торкретирования: сухое и мокрое [3].

1. Сухое торкретирование (рис. 1). Особенностью сухого торкретирования является то, что бетонная смесь подаётся в торкрет-машину в сухом виде. Далее под давлением сжатого воздуха она поступает в сопло, где смешивается с водой, поступающей туда по отдельному шлангу. В сопле происходит смешивание всех компонентов, цемент вступает в реакцию гидратации, и жидкая уже смесь распыляется на предварительно подготовленную поверхность конструкции. При ударе смеси о стену под давлением происходит отскок части смеси и хорошее уплотнение оставшейся.

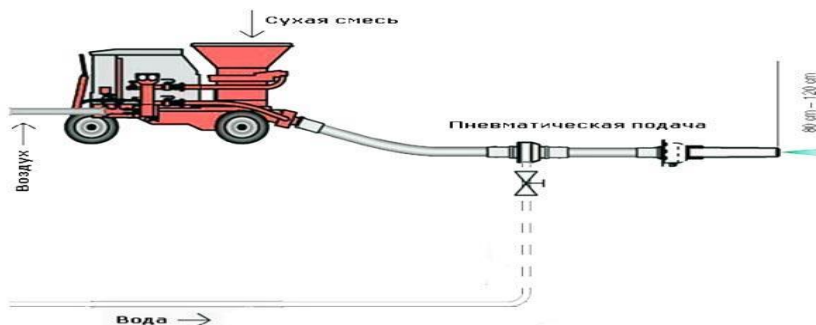


Рис. 1. Схема метода сухого торкретирования.

2. Мокрое торкретирование (рис.2). При методе мокрого торкретирования готовая жидкая бетонная смесь нагнетается насосом к соплу. По отдельному шлангу к соплу подается также сжатый воздух, который добавляет давление подаче раствора. Подача смеси осуществляется разреженным потоком. При этом за счет большого давления на выходе из сопла мы получаем большой отскок смеси, что удорожает данный процесс. Также мокрое нанесение смеси на поверхность может осуществляться сплошным потоком, при котором жидкая смесь перемещается к соплу по специальному рукаву. В этом случае скорость смеси на выходе из сопла меньше, чем при разреженном потоке или сухом способе торкретирования, и соответственно меньше отскок. Такой метод более экономичный.

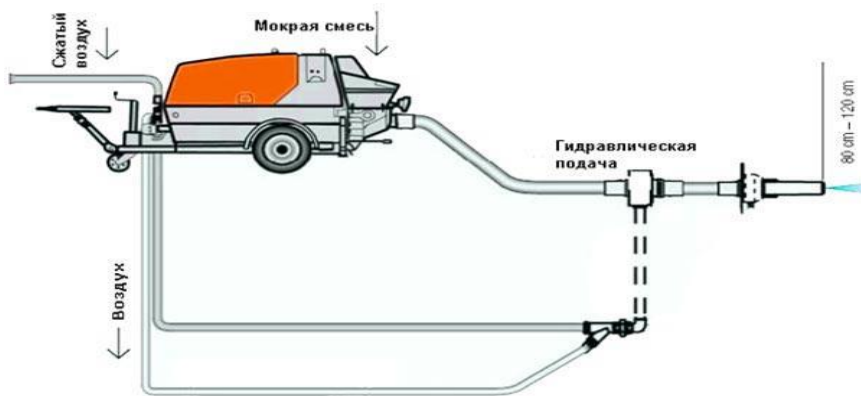


Рис. 2. Схема метода мокрого торкретирования.

Технологические требования к методу торкретирования регулируются СП 349.1325800.2017. Каждый из двух методов обладает своими преимуществами и недостатками, представленными в табл. 1. Выбор метода осуществляется в соответствии с особенностями конструкции, спецификой проведения работ и т. п. [4, 5]. Под каждый метод существуют свои бетонные торкрет- смеси с определенным составом.

Таблица 1. – Сравнительные характеристики торкрет-методов.

Метод	Достоинства	Недостатки

Сухое торкретирование	Доставку сухой смеси на строительную площадку проще осуществлять; высокая производительность; за один раз наносится толстый слой бетона (порядка 50-60 мм).	Требуется высокая квалификация рабочих для правильного подбора пропорции всех компонентов смеси; высокое пылеобразование, отскок; более грубая получаемая поверхность, чем при мокром способе
Мокрое торкретирование	На строительную площадку доставляют уже готовую смесь, следовательно, не надо подбирать пропорции смешиваемых компонентов; меньше требования к квалификации рабочих; меньше пыли, возможность распыления смеси в труднодоступных местах.	Большой расход смеси при разреженной подаче смеси, большой отскок, большие затраты; более тяжелое оборудование, вероятность застывания жидкой смеси в рукаве; меньше толщина слоя за один проход (порядка 30 мм)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Забелина О.Б., Леонов Д.В.* Совершенствование процессов зимнего бетонирования монолитных строительных конструкций // Перспективы науки, 2019, № 11 (122), с.10-14.
2. *Забелина О.Б., Леонов Д.В.* Выбор эффективного метода зимнего бетонирования монолитных строительных конструкций // Перспективы науки, 2020, № 6 (129), с.67-70.
3. *Забелина О.Б., Сунь Цзэюй* Исследование метода торкретирования бетона // Сборник научных статей 6-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых «Молодежь и наука: Шаг к успеху», 2022, том 3, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, с. 155-158.
4. *Забелина О.Б., Кунин Ю.С.* Выбор способа усиления кирпичных вертикальных конструкций после детального технического обследования объекта федерального государственного бюджетного учреждения культуры «Политехнический музей» // Наука и бизнес: пути развития. 2018. №11 (89). С.102-107.
5. *Zabelina OB* Application of non-destructive methods of control within the inspection of concrete structures. E3S Web of Conferences 258, 09007 (2021) UESF-2021

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОТОГРАММЕТРИИ В ОБСЛЕДОВАНИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

В современном мире с каждым годом цифровизация внедряется во все процессы жизни и работы человека, в том числе и в строительство. Техническое совершенствование позволило заменить традиционные методы обследования зданий и сооружений на фотограмметрические. Фотограмметрия — это научная дисциплина, занимающаяся определением размеров, положения, формы и других характеристик объектов по их фотографиям [1].

Метод фотограмметрии используется для выявления деформаций зданий посредством фото- и аэро съемки, и дальнейшего создания 3D-модели здания, на основе полученных снимков. Автоматизированная обработка фотографий позволяет с точностью до 1-2 см выявить дефекты обследуемого здания.



Рис 1. Квадрокоптер DJI Mavic 2 Pro

В данной статье мы рассмотрим использование аэро съемки объекта строительства при обследовании зданий и сооружений. Аэро съемка осуществляется с помощью беспилотных летательных аппаратов мультироторного типа (дронов). Дроны, в зависимости от модели, оснащены несколькими винтами и узлами, которые обеспечивают стабильность аппарата в воздухе и легкость управления. Наиболее распространенным летательным аппаратом является квадрокоптер (он оснащен четырьмя винтами) [2].



Рис. 2. БПЛА мультироторного типа DJI S1000

Все дроны оснащены системой спутниковой навигации и программным обеспечением для передачи отснятого материала на пульт управления. Использование БПЛА особенно востребовано при обследовании зданий с большим количеством этажей и площадью фасада, так как фотоаппараты не позволяют выполнить качественный снимок сильно удаленных точек здания. А съемка с БПЛА дает возможность съемки на любой высоте под прямым углом.

Процесс построения трёхмерной модели здания, при использовании фотограмметрии состоит из 4 этапов:

1. Полная съемка здания с использованием БПЛА
2. Обработка полученных снимков для увеличения качества кадров
3. Фотограмметрическая обработка фотографий в программе с последующим построением модели здания
4. Экспорт полученной модели

При обработке фотографий, для более точного построения модели, на них наносятся маркеры, которые являются опорными точками модели. Важным аспектом при съемке здания является количество полученных фотографий, чем их больше, тем больше информации получит программа и, как следствие, мы получим более детализированную модель [3]. При построении модели программа собирает информацию со снимков и формирует облако связующих точек. На каждом этапе

рендеринга количество этих точек становится больше, добавляется текстура фасада и увеличивается реалистичность модели.

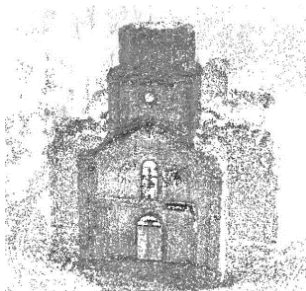


Рис. 3. Облако связующих точек



Рис. 4. 3D-модель

Модель здания можно экспортировать в Revit. Следующим этапом становится создание ортофотоплана и дефектная карта, которая может дополняться с течением времени при мониторинге зданий. На её основании выносится решение о возможности дальнейшей эксплуатации здания и возможности его реставрации [4,5].

Главным недостатком данного метода является то, что он применим к обследованию лишь внешней стороны здания, использование дронов внутри помещений нецелесообразно. Поэтому ограничиться использованием БПЛА, не прибегая к помощи тахеометра и лазерного сканера, нельзя. К тому же для использования фотограмметрии необходим специально обученный сотрудник, а также регистрация БПЛА и получение разрешения на полет.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Строительный контроль зданий и сооружений с применением мультикоптеров и фотограмметрии В.В. Корнев¹, Н.С. Орлова² *, А.В. Улыбин³, С.Д. Федотов
2. *Флоринский И.В.* Иллюстрированное введение в геоморфометрию // Альманах «Пространство и время», 2016, Т. 11, Вып. 1, 20 с.
3. *Гроздов, В. Т.* Техническое обследование строительных конструкций зданий и сооружений / В. Т. Гроздов. — СПб. : ВИТУ-СПб., 1998. — 203 с.
4. Характерные зависимости для расценок на обмерные работы при обследовании зданий и сооружений // «Журнал строительное производство», 2022, №1.
5. *Курбанов О.* Обследование железобетонных конструкций, сборник докладов научно-технической конференции «Дни студенческой науки», МГСУ, 2022 г.

ТЕХНОЛОГИЯ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ

В настоящее время происходит массовая цифровизация и автоматизация строительства. Для упрощения процесса создания исполнительной документации, приемки и сдачу в эксплуатацию объектов, а также обследования и контроля объемов выполненных работ, Заказчик принял решение заказать технологию лазерного сканирования.

Основная цель лазерного сканирования – обеспечение экономии денежных средств за счет сокращения числа исполнителей, повышения качества оказываемой услуги и автоматизации процесса.

Продуктом лазерного сканирования является 3D-модель, рабочие чертежи, ведомость объемов работ.

Основной инвестиционный замысел лазерного сканирования состоит из:

1. Сокращения сроков сдачи объекта;
2. Исключения погрешности ручного измерения;
3. Создания 3D-модели для дальнейшего её использования;
4. Экономии бюджета Заказчика за счет создания качественных ведомостей объемов работ. [1]

Рассмотрим SWOT-анализ лазерного сканирования в виде таблицы.

Таблица 1. SWOT-анализ

Сильные стороны (Strengths)	Слабые стороны (Weakness)
Низкая цена; Современные технические характеристики; Гарантия; Сроки выполнения ТЗ; Хорошее качество продукции; Высококвалифицированные кадры.	Конкуренты в лице фирм, занимающихся обследованием сооружений; Отсутствие новых видов продукции; Дорогостоящее зарубежное оборудование; Недостаточный уровень маркетинга.
Угрозы (Threats)	Возможности (Opportunities)
Трудности в программном обеспечении из-за политических причин; Сокращение спроса; Брак оборудования.	Внедрение новых технологий; Поток новых клиентов.

Основные задачи лазерного сканирования являются:

1. произвести оценку предстоящего проекта, составить график финансирования проекта;
2. обеспечить финансирование проекта;
3. организовать команду по управлению проектом;
4. обеспечить корректную работу оборудования;
5. выполнить исполнительную съемку инженерных сетей на объекте при помощи лазерного сканирования;
6. создать 3D-модель объекта на основе проведенного лазерного сканирования объекта;
7. составить ведомость объемов работ;
8. подготовить и оформить исполнительную документацию.[2]

Результатами лазерного сканирования могут быть: качественная исполнительная документация с готовой 3D-моделью, корректная ведомость объемов работ; сдача объекта в эксплуатацию; сокращение сроков подготовки исполнительной документации.[3]

Потенциальные потребителями технологий лазерного сканирования могут быть: крупные и мелкие строительные компании (торговые центры, офисные центры, стадионы, сложные фасады, складские комплексы, жилые дома, объекты культурного наследия); заводы; дорожно-строительные компании; государство.[4]

Пока услуги лазерного сканирования в России не так популярны, как хотелось бы, но востребованность их будет расти, потому что у этой технологии очень большие перспективы, она ведь является одной из составляющих BIM.

О постепенно растущем интересе к лазерному сканированию свидетельствуют опросы заказчиков. 30% из них готовы уже сейчас или хотели бы в ближайшем будущем его задействовать.

Осложняется процесс внедрения технологий лазерного сканирования несколькими факторами:

– Первый – это новизна технологии, незнание этой технологии заказчиком и, как следствие, некорректное техническое задание.

– Второй – отсутствие достаточного количества регламентирующей и методической нормативной документации по применению сканирования для разных задач и объектов.

– Третьей – техническая и аппаратная ограниченность многих заказчиков. Даже у крупных компаний количество компьютеров, которые могут обработать массив облака точек весом хотя бы 250 Гб, можно по пальцам пересчитать. Скорее всего, в будущем облака точек станут аппаратно обрабатываться на удаленных серверах, а вся работа перейдет в онлайн-режим. Осталось дождаться внедрения сетей 5G и покрытия устойчивым сигналом территории большей, чем Москва и Санкт-Петербург. [3]

Таким образом, технологии лазерного сканирования только начинают появляться на отечественном рынке. Уже есть заинтересованные заказчики, которые готовы использовать эту технологию в своих проектах. Высокая точность, технологичность, быстрота и минимизация человеческого фактора помогают все больше проявлять интерес. Сейчас рынок лазерного сканирования в мире растет, по некоторым оценкам он может превысить 10 млрд. долларов к 2025 году. [5]



Рис. 1. Диаграмма объема рынка лазерного сканирования

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Середович В.А., Комиссаров А.В., Комиссаров Д.В., Широкова Т.А.* Наземное лазерное сканирование; Изд. СГГА, Новосибирск: 2009. – 261 с.
2. *Лучкина В.В.* Оптимизация проекта энергоэффективного строительства и анализ рынка энергоэффективных технологий при проектировании зданий // Системные технологии. – 2018. №3(28). 2018. С. 5-13
3. *Кудрявцев А. Б.* Современные технологии 3D сканирования. Изд. Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), Пенза: 2019. – 228 с.
4. *Шеметов П.В., Петухова С.В.* Теория организации: Учебное пособие. – 2-е издание, испр., - М.: Омега-Л, 2007 - 282 с.
5. *Лафта Д. К.* Теория организации. – М.: ТК Велби, Изд. "Прспект", 2006. – 416 с.

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Тема перемещения зданий и сооружений путем их транспортировки целиком на новое местоположение интересна не только простым обывателям, она вызывает священный трепет в душе каждого инженера несмотря на то, что это достаточно изученная технология в современном градостроительстве. Впервые полностью здание было перенесено в середине XV века в Болонье. В России же первый перенос был осуществлен в XIX веке, а широкое применение получил в 30-х годах XX века при реконструкции Москвы под руководством выдающегося инженера Э.М. Генделя [1].

Одним из самых примечательных в отечественной истории перемещений является перенос Саввинского подворья весом 23 тыс. т вглубь Тверской улицы в Москве в 1939 году. Мебель и стены при этом не убирались, коммуникации не отключались, но самое интересное, что и жильцы не выселялись, дом перенесли вместе с ними. На подготовку и перенос здания ушло всего лишь 4 месяца [6]. За таким переносом зданий и перемещений стоит целый ряд инженерных задач, главными из которых являются аккуратное отделение здания от фундамента, его поднятие и перенос при огромном весе и возможной хрупкости.

Любое перемещение требует предварительного тщательного и всестороннего анализа. Начинается он с исследования конструкции здания и его фундамента и устранения в них любых, даже малейших повреждений. Далее геодезисты должны провести анализ грунта в районе нахождения здания, на его запланированном местонахождении, а также по всей траектории движения здания с целью определения несущей способности грунтов. Разрабатывают маршрут движения здания и готовят площадку к производству работ: перекладывают сети, прокладывают временные дороги, ограждения, проводят временные электро-, водо- и теплоснабжение и т.д. [4]. Перед срезом сооружения оголяется фундамент. Отделение здания от фундамента осуществляется по линии среза (Рис. 1а), которая в каждом конкретном случае определяется с учетом конструкции. Обычно она располагается между перекрытием подвальной части и основанием фундамента таким образом, чтобы обеспечить возможность устройства обвязочного пояса, расположения опорных балок и путей для передвижки сооружения. Отделяют здание от фундамента дисковыми алмазными и гибкими цепными пилами, а также другими средствами механизации. Чтобы осадка здания происходила равномерно по всей плоскости, разрезка осуществляется по захваткам длиной 4-6 м.

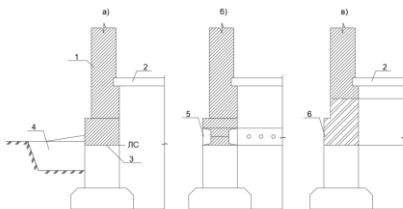


Рис. 1. Положение:
 - линии среза (а),
 - обвязочных балок (б),
 - монолитных ж/б поясов (в)

1 - наружная стена здания; 2 - подвальное перекрытие; 3 - линия среза пропила; 4 - приямок по периметру наружных стен; 5 - обвязочный пояс из швеллеров или двутавров; 6 - монолитный обвязочный пояс

Нижняя зона стен и других конструктивных элементов укрепляется системой взаимообъединяемых стальных балок или железобетонным поясом (Рис. 1 б, в). Стальные обвязочные балки служат основанием для установки ходовых балок [2]. Пути перемещения здания устраиваются в подвальной части после установки обвязочного пояса. После демонтажа внутренних перегородок и стен осуществляется устройство основания в виде щебеночной подсыпки и бетонной подготовки. На подготовку устанавливаются по всей трассе перемещения рельсовые пути со шпалами с соблюдением единого горизонта, обеспечивающего равномерное распределение нагрузки от здания. После устройства путей осуществляется установка ходовых балок и катучих опор. Ходовые балки выполняются в виде двутавров расчетного сечения и располагаются параллельно рельсовым путям. Их объединяют с элементами обвязочных балок, что обеспечивает их геометрическую неизменяемость в процессе передвижки здания. Для посадки здания на ходовые балки используется система гидравлических домкратов усилием от 200 до 500 т с оснащением центрального управления, обеспечивающего одинаковую скорость подъема и опускания домкратов, что поддерживает здание в идеально ровном состоянии. Неравномерность подъема или опускания отдельных частей здания неизбежно приведет к появлению трещин или разрушению конструктивных элементов. Процесс передвижки зданий осуществляется подтягиванием или с помощью системы гидравлических домкратов. При подтягивании используют систему полиспастов и электролебедок, количество положений которых определяет траектория перемещения сооружения. Для обеспечения устойчивого положения лебедки и полиспасты крепятся к якорям, каждый из которых рассчитывается на максимальную нагрузку, возникающую в первый момент сдвижки здания, и определенный запас которой составляет не менее 2-кратной величины максимальной нагрузки [2]. При перемещении зданий с помощью системы гидравлических домкратов используются такие же технические решения по устройству обвязочного пояса, ходовых балок и путей, как и при подтягивании. Домкратная система создает мощное передвигаемое усилие. Но из-за достаточно малого хо-

да штоков домкратов приходится часто переустанавливать упоры. Достоинством домкратной системы является возможность обеспечения их синхронной работы, что позволяет контролировать усилия и равномерность хода. В 2020 году в Москве девелоперская компания «ПИК» за Савеловским вокзалом для строительства жилого комплекса передвинула на 100 м водонапорную башню весом 1600 т, а также модельную мастерскую и сборочный корпус 1898–1899 годов строительства. Огромную башню отделили от фундамента, заложили окна и двери укрепили металлическими поясами, распорками и стальными затяжками и поставили на металлическую платформу-раму. Для того, чтобы было во что упирать домкраты, под башню подвели стальную раму. На стройке разместили огромные металлические балки-«рельсы». Прежде, чем поставить здания на новые места, ими словно поиграли в «пятнашки» – сначала сдвигали на промежуточную точку башню, потом фасады сборочного корпуса, потом снова башню, повернув под прямым углом, двигали дальше на другой край стройплощадки, потом аккуратно перемещали модельную мастерскую.

Башню двигали целиком, а проект перемещения модельной мастерской и торцевых фасадов сборочного корпуса включал их «технологическую резку» на части, т.е. они были разделены на несколько элементов, усилены металлическими фермами, затяжками и обвязочными поясами, а на новом месте здания вновь собраны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 22.12.2004.
2. *А.А. Афанасьев, Е.П. Матвеев.* Реконструкция жилых зданий. Часть II. Технологии реконструкции жилых зданий и застройки, Москва, 2008.
3. *Гендель Э. М.* Передвижка, подъём и выпрямление сооружений. — М.: Стройиздат, 1975.
4. *Макаров О.* Дом оторвался от корней: Как переносят здания. Популярная механика (2010).
5. *Монфред Ю.Б.* Дом переехал. - Смоленск, 1998. - 340 с.
6. Как переместить капитальное здание на новое место: технологии и хитрости инженеров-строителей: [сайт]. URL: <https://novate.ru/>.
1.(URL: <https://ru.wikipedia.org/>).

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ, ПОДЛЕЖАЩИХ СНОСУ

Выбор конструктивного решения играет огромную роль в обеспечении надёжности, безопасности и долговечности жилого здания. Конструктивное решение представляет из себя совокупность взаимосвязанных горизонтальных и вертикальных конструкций, совместная работа которых обеспечивает необходимую пространственную жёсткость, устойчивость и прочность сооружения [1].

Конструктивная система – взаимосвязанная совокупность вертикальных и горизонтальных несущих конструкций, обеспечивающих прочность, устойчивость и жёсткость здания.

Таблица 1. – Конструктивные системы.

КОНСТРУКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ		
ОСНОВНЫЕ	СТЕНОВАЯ	
	КАРКАСНАЯ	
	ОБЪЁМНО-БЛОЧНАЯ	
	СТВОЛЬНАЯ	
	ОБОЛОЧКОВАЯ	
КОМБИНИРОВАННЫЕ	КАРКАСНЫЕ	КАРКАСНО-СТЕНОВАЯ
		КАРКАСНО-БЛОЧНАЯ
		КАРКАСНО-СТВОЛЬНАЯ
		КАРКАСНО-ОБОЛОЧКОВАЯ
	БЕСКАРКАСНЫЕ	БЛОЧНО-СТЕНОВАЯ
		СТВОЛЬНО-СТЕНОВАЯ
		СТВОЛЬНО-ОБОЛОЧКОВАЯ

Целью анализа конструктивных решений жилых зданий, подлежащих сносу, является выявление дефектов и повреждений несущих конструкций. При анализе оценивается техническое состояние жилого здания в соответствии с нормами (СНиП, ТСН, ГОСТ, ТУ, и др.). Обследование строительных конструкций состоит из нескольких этапов:

- 1) Подготовка к проведению обследования
- 2) Предварительное (визуальное) обследование
- 3) Детальное (инструментальное) обследование

Подготовительные работы состоят из анализа и ознакомления с объёмно-планировочным и конструктивным решением объекта, проектно-технической документацией и составлении работ на основе ТЗ (технического задания), полученного от заказчика [2]. Следующим этапом является визуальное обследование конструкций здания, в котором выявляются повреждения и дефекты по внешним признакам с помощью замеров. По результатам визуального обследования проводится детальный анализ несущих конструкций здания. С помощью различных методов и инструментов определяют параметры дефектов и повреждений, измеряют параметры эксплуатационной среды, рассчитывают прочностные характеристики материалов несущих конструкций, определяют расчётную схему здания, учитывая состояние его конструктивных узлов. По результатам проведённых работ рассчитывают несущую способность, проводят обработку и анализ результатов расчётов и составляют итоговую документацию с выводом результатов обследования. Если состояние здания является аварийным, то проводятся противоаварийные мероприятия в целях устранения последствий обрушения [3,4].

Аварийное состояние здания характеризуется повреждениями и деформациями, указывающими на его недостаточную несущую способность и свидетельствующими об опасности обрушения. В случае подтверждения аварийного состояния запрещают эксплуатацию объекта, организуют мероприятия по расселению жильцов жилого здания, проводят демонтаж инженерных коммуникаций и сетей и дальнейшую разборку объекта. Для безопасного проведения демонтажа необходимо выявить аварийные участки и разработать схемы страховочных устройств под несущими конструкциями. Для организации работ следует составить паспорта отходов и определить их объёмы [5].

Демонтаж здания проводится сверху вниз по этажам, то есть в порядке, обратному монтажу конструкций. При демонтаже следует сохранять прочность и устойчивость остающихся несущих конструкций здания и примыкающих к ним конструктивных элементов, также необходимо предотвращать падение конструкций при освобождении креплений.

Последовательность демонтажа несущих и ограждающих конструкций жилых и общественных панельных зданий из сборного железобетона:

- 1) демонтаж наружных конструкций и коммуникаций (лестницы, площадки, вентиляционные трубы и т.д.);
- 2) демонтаж окон, витражей и дверей по периметру здания;
- 3) разборка кровельного покрытия;
- 4) разборка ограждения кровли;
- 5) демонтаж парапетных стеновых панелей;

- 6) поэтажное временное закрепление разбираемых элементов наружных и внутренних стен с помощью специальной технологической оснастки;
- 7) демонтаж панелей покрытия;
- 8) поэтажная разборка полов;
- 9) демонтаж панелей перегородок;
- 10) поэтажная разборка сантехнических кабин и лифтовых шахт;
- 11) поэтажный демонтаж внутренних и наружных стеновых панелей;
- 12) поэтажный демонтаж элементов лестниц и балконов;
- 13) поэтажный демонтаж панелей перекрытия;
- 14) демонтаж плит перекрытия над подвалом;
- 15) демонтаж стен подвала и разборка фундаментов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *В. Т. Гроздов*. Признаки аварийного состояния несущих конструкций зданий и сооружений. Санкт-Петербург: Издательский Дом КН+, 2000. – 43 с.
2. *Д. Г. Золотозубов, М. А. Безгодов*. Реконструкция зданий и сооружений. Издательство Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2014. – 159 с.
3. *Е.А. Белякова, М.С. Акимова*. Возведение жилых и промышленных зданий. Пенза, 2013. – 222 с.
4. *Ю.К. Осипов, О.В. Матехина, А.П. Семин*. Архитектурно-строительные конструкции и детали жилых зданий. Новосибирск: Издательство сибирского отделения российской академии наук, 2014 – 405 с.
5. *Д. С. Воробьев*. Техническая оценка зданий и сооружений. Волгоград: ВолгГАСУ, 2015. – 52 с.

ВЫСОТНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО С ПРИМЕНЕНИЕМ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В данной статье рассматривается возможность использования деревянных конструкций в современном строительстве.

Неблагоприятная экологическая ситуация в развитых странах заставила переосмыслить подход к использованию и созданию строительных материалов. Возможность использования деревянных конструкций в строительстве держится на двух принципах. Во-первых, это достижение требуемых конструкционных характеристик деревянных конструкций. А именно характеристики по прочности, долговечности и пожарной безопасности, которые будут соответствовать необходимым нормативным значениям. Во-вторых, особенности нормативного регулирования, которые могли бы позволить использовать древесину в качестве основного строительного материала и закрепили бы эту возможность законодательно. [2]

Использование несущих и ограждающих конструкций из древесины для высотного строительства стало возможным с появлением современных конструктивных элементов: CLT-панелей (Cross Laminated Timber), CLT-панели по-другому также называются как X-Lam, и LVL-бруса (Laminated Veneer Lumber). В основе данной технологии лежит послойное склеивание ламелей или шпона древесины друг с другом и их скрепление с помощью большого давления пресса. Таким образом, возникает возможность получить не только полноценные стеновые панели, панели перекрытий и различного рода другие панели, но и фермы, балки и брусья, которые полностью выполнены из древесины. LVL-брус - конструкционная балка из шпона, являющаяся композитным материалом, не подвержена деформации, устойчива к химической агрессии. [1]

Критической точкой CLT-строительства является система соединения панелей между собой.

Инновационное решение этой задачи — узел X-RAD, состоящий из системы точечного механического соединения, закрепленного на углах панелей. Сами соединители X-RAD состоят из внешней металлической оболочки, внутреннего деревянного сердечника и шести полнорезьбовых саморезов. Шесть саморезов установлены под двумя углами наклона, обеспечивающими распределение усилий в элементах CLT так, чтобы не вызвать хрупкого разрушения. На строительных площадках CLT с использованием X-RAD коннекторов крепятся к специальным стальным пластинам, закрепленным на фундаментах или других опорах. Для

соединения коннекторов со стальными пластинами используются стандартные стальные болты. [3]

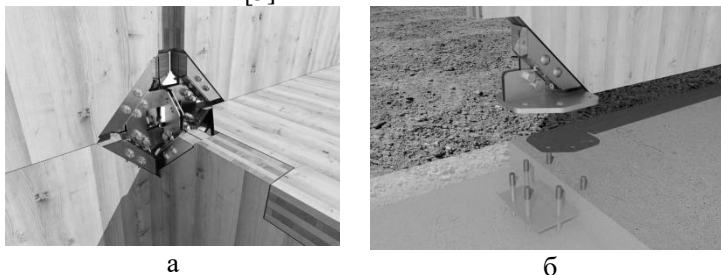


Рис.1 Устройство X-RAD узлов
а) X-RAD соединение 4 CLT-панелей,
б) X-RAD соединение CLT-панели и фундамента

Развивающееся направление в строительстве — создание гибридных конструкций (Holz-Hybridbauweise) — конструкций из древесины в сочетании с другими материалами, прежде всего с бетоном.

Проект австрийской компании Woschitz Group предусматривает гибридное строительство 25 этажного здания высотой 84 метра. Его конструкция в сочетании дерева и бетона очень простая. Оно состоит из бетонного каркаса и деревянных конструкций. Все элементы возводятся параллельно, главное, чтобы бетонный каркас опережал сопутствующие конструкции на 5 этажей. Структурные элементы состоят из 4 основных частей — гибридные потолочные перекрытия (сборные панели CLT и бетонные балки, деревянные колоны, гибридные стеновые панели (CLT панели с термоизоляцией и с бетонными плитами сверхвысокого качества).

Скорость строительства составляла один этаж в день. Стеновые панели с колоннами собираются до монтажа. После подъема сборного элемента в нужное место он крепится с помощью временных ребер жесткости. После сборки стеновых панелей и колонн одного этажа монтируются перекрытия. Соединение каждой колонны с потолком осуществляется стальным брусом. На каждом этаже монтируются гибридные плиты перекрытия. А промежутки между элементами заполняются строительным раствором, обеспечивающим устойчивость.

Для успешного строительства подобных зданий очень важно предусмотреть логистику, то есть одновременную поставку определенного количества всех конструктивных элементов.

На текущий момент в России довольно быстро и дешево возводить монолитный железобетонный каркас. Однако затем этот каркас долго заполняют газобетонными блоками, дополнительно утепляют, облицо-

ывают кирпичом. Получается дорого и не быстро. Стеновые панели с применение CLT-технологий могут оказаться наиболее экономичным решением не только по расходу материалов и затратам труда, но и по срокам строительства, а значит, по стоимости капитала. При этом качество строительства значительно повысится за счет заводского изготовления элементов.

Таким образом, высотные здания с применением деревянных конструкций совместно с железобетоном [5] являются перспективными для строительства многоквартирных домов в нашей стране.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Мавлюбердина А.Р., Хоцянян Д.Н.* Технологические особенности возведения многоэтажных жилых зданий из CLT-панелей, Известия КГАСУ, 2018, №1(43) с. 219-225.
2. Перспективы развития многоэтажного деревянного домостроения в России // <https://scienceforum.ru>: Студенческий научный форум. 2018 URL: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018006156> (дата обращения: 10.10.2018).
3. *Кузнецов И.Л., Коклюгина Л.А.* Проблема выбора оптимального конструктивного решения: мат. международной научно-технической конференции. Волгоград, 1998. С. 59–61.
4. *Имайкин Д.Г., Ибрагимов Р.А.* Исследование факторов, влияющих на срок службы тентовых строительных материалов // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18. № 14. С. 120–123.
5. СП 452.1325800.2019 Здания жилые многоквартирные с применением деревянных конструкций.

ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА БЫСТРОВОВОЗВОДИМЫХ МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

Строительство быстровозводимых зданий является одним из современных технологических решений, позволяющее сократить продолжительность строительства, снизить трудозатраты, предусмотреть различную планировку здания в плане, а также обеспечить жильем большое количество людей, пострадавших вследствие чрезвычайных ситуаций. Целью работы является анализ особенностей строительства быстровозводимых зданий. Для достижения данной цели необходимо узнать типы быстровозводимых зданий и выявить их преимущества и недостатки, на примере зданий из СИП панелей. В результате данной статьи будут выявлена наиболее рациональная технология строительства быстровозводимых зданий [1].

По данным Росстата на 2020 год число проживающих в частных домах составило 24%, что на 2% больше, чем в 2018 году. К сожалению, в России недостаточно распространено строительство быстровозводимых зданий, и они составляют лишь 10% рынка загородного жилья. В других же странах этот процент может достигать 75–90% (США, Швеция, Канада). В случае потери жилья вследствие чрезвычайной ситуации (при пожаре, землетрясении, наводнении и т. д.) спрос на быстровозводимые здания особенно возрастает [2].

Кратко рассмотрим типы быстровозводимых зданий.

1. Каркасные - производятся на заводе, поставляются на стройплощадку со всей необходимой документацией, на основании которой осуществляется сборка. Среди преимуществ каркасного домостроения – дешевизна и высокая скорость монтажных работ, отсутствие усадки на фундамент, срок эксплуатации 50–120 лет, устойчивость к землетрясениям.

2. Модульные - строятся из готовых фабричных блоков-модулей. На возведение такого здания уходит 1,5–2 недели. Модули собираются на основе металлических каркасов, используется утеплитель из минеральной ваты, и обшивается все гипсовыми плитами. Конструкция получается настолько легкая, что может быть установлена на любую твердую поверхность без необходимости закладывать дорогостоящий фундамент.

3. Здания, построенные по методу несъемной опалубки. Устанавливаются листы СМЛ, армируются и заливаются бетоном. После застывания бетона и набора им прочности, опалубку из СМЛ листов не убирают. Здания, построенные данным методом, получают теплыми. Сроки строительства 6–12 недель.

4. Здания из сэндвич-панелей монтируются из изготовленных панелей. Сборка производится с помощью саморезов и болтов, что позволяет быстро собирать и разбирать конструкцию. Использование сэндвич-панелей сокращает сроки строительства в среднем в 10 раз. По тепловым характеристикам сэндвич превосходит кирпич и бетон в 8 раз, а по прочности на сжатие и излом превосходит дерево в 4 раза.

5. СИП панели – основой служит ОСП-плита. Эти плиты создаются на основе длинных и узких щепок, уложенных многослойно и утрамбованных. Между панелей кладется пенополистирол, который отличается низкой теплопроводностью при легком весе. Он служит утеплителем для СИП панелей.

Технология строительства домов из СИП панелей складывается из следующих этапов [3]:

- По основанию наносится гидроизоляция и производится установка досок (служат для основания пола). После этого распределяют панели и проверяют, стыкуются ли они между собой и с креплениями.
- После этого, с помощью саморезов соединяют между собой СИП-панели, при этом стыки заполняются монтажной пеной.
- Далее собирают несущие элементы. Первая панель закрепляется на одном из углов строения, после чего на соединительный паз следующей панели наносится монтажная пена и под прямым углом соединяются две панели. Аналогичным путем осуществляют установку остальных элементов будущего здания. Там, где по завершении процедуры монтажа планируется расположить оконные и дверные проемы, конструкция укрепляется с помощью бруса.
- Последним этапом производят монтаж кровли. Для этого необходимо провести укладку панелей на коньковый брус и мауэрлат, после чего закрепить кровельными винтами.

К основным преимуществам подобных панелей можно отнести [4,5]:

1. Высокие показатели пожаростойкости. Благодаря обработки антипиреном материал способен удерживать огонь на протяжении целого часа.
2. Материал является экологически безопасным и во время горения не выделяет никаких вредоносных веществ.
3. Высокие показатели прочности, высокий срок эксплуатации (более 50 лет), СИП панели весят до 60 кг, что позволяет сэкономить на фундаменте.

Недостатки СИП панелей:

1. Панели могут повредить грызуны, поэтому нельзя затягивать с облицовкой зданий.
2. Герметичность строительства. Если своевременно не позаботиться о вентиляции, влажность в помещении значительно повысится, что приведет к образованию грибка и плесени.

3. В процессе эксплуатации плиты постепенно усыхают, что приводит к уменьшению их размера. Из-за этого между плитами могут образоваться щели.

Проанализировав все преимущества и недостатки, можно отметить, что технология строительства из СИП-панелей отлично подойдет, в том случае, когда необходимо возвести здание в кратчайшие сроки, даже в отдаленных регионах страны, так как малый вес конструкций упрощает транспортные и накладные расходы. Дальнейшие исследования будут посвящены разработке методики по выбору конструктивно-технологических решений в условиях региональных особенностей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Погодин Д.А., Абрамова А.И.* Исследование организационно-технологических факторов организации массового жилищного строительства быстровозводимых зданий / Погодин Д.А., Абрамова А.И. // Строительное производство. 2022. № 3. С. 73-76.

2. *Погодин Д.А., Абрамова А.И.* Разработка методики по повышению результативности организации массового жилищного строительства быстровозводимых зданий / Погодин Д.А., Абрамова А.И. // Строительное производство. 2022. № 4. С. 44-48.

3. *Михневич И.В., Рыбаков А.В., Николенко С.Д.* Конструкторское решение и технология быстровозводимого сооружения для применения в зонах чрезвычайных ситуаций. / Михневич И.В., Рыбаков А.В., Николенко С.Д. // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2019. № 1 (40). С. 66-75.

4. *Lapidus A., Ndayiragije Y.* Sip-technology as solution in low-rise multi-family residential buildings. / Lapidus A., Ndayiragije Y. // В сборнике: E3S Web of Conferences. 22nd International Scientific Conference on Construction the Formation of Living Environment, FORM 2019. 2019. С. 06032.

5. *Загорская А.В., Лapidус А.А.* Применение методов экспертной оценки в научном исследовании. Необходимое количество экспертов. / Загорская А.В., Лapidус А.А. // Строительное производство. 2020. № 3. С. 21-34.

КОНСТРУКТИВНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ УСТРОЙСТВЕ НАВЕСНЫХ ВЕНТИЛИРУЕМЫХ ФАСАДОВ С УЧЁТОМ ВЛИЯЮЩИХ ФАКТОРОВ

В современных условиях, все большую и большую актуальность приобретает вопрос энергетической эффективности. Данная проблема значительна, при ее решении становится возможным получение места нашим обществом в ряду экономически развитых стран, а также возможность приемлемо повысить уровень жизни людей. Рациональное использование энергоресурсов является первостепенной задачей во всем современном мире, вне зависимости от уровня развития страны [1].

Одним из наиболее эффективных решений в рассматриваемой сфере, являются системы наружного утепления с помощью навесных фасадов с воздушным вентилируемым зазором. Принцип работы данного зазора заключается в переносе конденсата из утеплителя в свободное пространство с пониженным давлением и выводом его в атмосферу без каких-либо негативных последствий для конструкции в целом. С целью наиболее быстрого движения воздуха в вентиляционном зазоре предусмотрено расширение снизу-вверх, для достаточного уровня циркуляции воздуха на верхних и нижних границах конструкции устанавливаются вентиляционные отверстия с защитными решетками, которые необходимы для предотвращения попадания посторонних предметов в саму конструкцию. С точки зрения технологической последовательности, процесс устройства навесных вентилируемых фасадных систем выглядит следующим образом:

1. Подготовительные работы внешних стен;
2. Монтаж крепежной системы (кронштейны и несущие профили);
3. Монтаж утеплителя;
4. Монтаж влаго-ветрозащитной мембраны;
5. Монтаж облицовочного материала.

Первый этап устройства вентилируемого фасада – подготовительный – индивидуален при каждом виде ограждающей конструкций. Достаточно часто при невозможности реставрации материалами подобными первоначально использованным в проекте или же, при конкретных желаниях заказчика, используется вентилируемый фасад. Внешние конструкции стен демонтируются, удаляется штукатурный слой. В случае применения вентилируемого фасада в строительстве новых объектов, подобные процессы не применяются, на выравненные стены мон-

тируется крепежная система, которая, совместно работая со слоями утеплителя, в свою очередь, минимизирует все недостатки несущих и ограждающих конструкций стен. Иными словами, подсистемы кроме восприятия нагрузок помогают также нивелировать терморасширения и перепады стен [2]. Выбор вида несущей подсистемы зависит от веса облицовочных материалов [3]:

1. Горизонтальная – из крепежных кронштейнов и Г-образных профилей.

Преимущества: установка лёгких облицовочных материалов

Недостатки: профили работают на изгиб и кручение.

2. Вертикальная – из крепежных кронштейнов и Г-образных проф.

Преимущества: принимает нагрузки на сжатие и растяжение. Не сопротивляется основному (вертикальному) воздушному потоку.

Недостатки: из-за ветровой нагрузки, не подходит для установки на многоэтажных зданиях.

3. Вертикально-горизонтальная (смешанная) –

Преимущества: установка тяжёлых облицовочных материалов (натуральный камень). Возможность использования на многоэтажных зданиях. Наиболее часто встречается на объектах современного строительства.

Кроме того, выбор материала элементов подсистемы зависит от температурных изменений, веса облицовки и финансовых требований:

1. Оцинкованная сталь – преимущества: оптимальное отношение несущей способности и цены. Минимальное расширение металла при перепаде температур. Недостатки: сильно подвержены коррозии, необходима обработка красящими составами.

2. Нержавеющая сталь – преимущества: долговечный и пожаробезопасный материал. Возможность установки на многоэтажных зданиях. Недостатки: высокая стоимость – от 2 500 руб/м².

3. Алюминий – преимущества: менее подвержен коррозии. Низкая стоимость. Маленький вес. Недостатки: относительно низкая температура плавления.

Утеплитель подразделяется на три основные группы: ватные (минеральная вата и каменная вата); листовые (ЭППС, полистирольный пенопласт и пенополиуретан); пенные материалы [4]. При проектировании вентилируемого фасада необходимо учитывать требования пожарной безопасности и выбирать исключительно негорючие материалы утеплителя. Влажно-ветрозащитная мембрана располагается поверх утеплителя и защищает его от потока воздуха и атмосферной влаги в вентзазоре. Главные влияющие факторы выбора мембраны – регион строительства и ветровой район. Разбирая учет влияющих факторов, при устройстве навесных вентилируемых фасадов, стоит отметить не только конструктивные и технологические требования, к ним предъявляемые,

но и сферу эстетических соображений. Прежде всего, речь идет об архитектурном облике проектируемого здания, так как вентилируемый фасад в зависимости от облицовочного материала может не только защитить от атмосферных воздействий, но и придавать неповторимый вид. Существует множество разновидностей облицовки: керамогранит, металлические кассеты, клинкерная плитка, натуральный камень, бетонная облицовка, кирпич, искусственный камень, алюминиевые кассеты. Исходя из всего вышесказанного, вентилируемый фасад, на данный момент является не только наиболее выгодным с точки зрения энергоэффективности, но и максимально разнообразным с точки зрения архитектуры. Проектируя новые районы, жилые комплексы, административные здания, промышленные предприятия – везде необходимо рассмотреть возможность использования подобного решения ограждающих конструкций. Ярким примером применения вентилируемого фасада в современных проектах является ЖК «ЗИЛАРТ», четыре корпуса которого облицевали клинкерным кирпичом, стеклоцементом и фибробетоном, обладающем свойствами самоочистки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Малетина Н. С., Петушков В. С., Тырин Г. С., Аполлонов И. А. Энергоэффективность зданий в России. Методы повышения энергоэффективности зданий // Актуальные вопросы современной науки и образования. Сборник статей XIII Международной научно-практической конференции. Пенза, 2021. 39-41 с.
2. Ицук Ю.П., Погодина П.В., Гречишкина А.П. Особенности проектирования вентилируемых фасадных систем // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». 2020 г. 45-51 с.
3. D. Bikas, K. Tsikaloudaki, K.J. Kontoleon, C. Giarma, S. Tsoka, D. Tsirigoti. Ventilated Facades: Requirements and Specifications Across Europe. Procedia Environmental Sciences. 2017. Vol. 38. 148-154 p.
4. Ольшевский, В.Я., Донцова, А.Е. Энергоэффективность навесных вентилируемых фасадов // Alfabuild. 2019. № 3(10). 48-58 с.
5. Адамович Е. Облицовка вентилируемого фасада: множество вариантов // Будмайстер. 2002. №3 (23/24). 32-33 с.

*Студентка 3 курса 61 группы института ИПГС Кузнецова Л.А.
Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. В.Е. Базанов*

УСТРОЙСТВО ЭКСПЛУАТИРУЕМОЙ КРОВЛИ

В последнее время наблюдается тенденция устраивать плоскую эксплуатируемую кровлю на домах в черте города. В связи с этим возника-

ет потребность в рассмотрении применяемых методов. Эксплуатируемая кровля пользуется популярностью по ряду таких причин, как: 1) дополнительная зона отдыха под открытым небом (терраса, кинозал, сад и т.п.); 2) повышение надежности (снижается вероятность протечки крыши по сравнению с неэксплуатируемой конструкцией); 3) долговечность (ремонт плоской крыши обычно вызван необходимостью замены гидроизоляции, а под прочным финишным слоем она стареет значительно медленнее); 4) энергоэффективность (теряется меньше тепла, а летом крыша не так нагревается). Выделяют следующие виды плоских эксплуатируемых крыш на железобетонном основании: 1) система с зелеными насаждениями; 2) система под транспортную нагрузку; 3) система с плиткой под пешеходную нагрузку, которая в свою очередь подразделяется на классическую систему и инверсионную систему.

Классическая эксплуатируемая кровля — это кровля, у которой гидроизоляция уложена поверх утеплителя. Расположение остальных слоев кровельного пирога значения не имеет [4]. Этот вид кровли проще и дешевле в монтаже: в кровельном пироге крыши классической конструкции меньше слоев, а в качестве утеплителя можно использовать недорогую минеральную вату. Кроме того, стандартный порядок слоев понятнее строителям, поэтому при монтаже они допускают меньше ошибок. Но из-за перепадов температур гидроизоляционный слой таких кровель стареет быстрее. Устройство эксплуатируемой плоской кровли инверсионного типа, наоборот, предполагает монтаж гидробарьера под утеплитель. У такого решения есть два преимущества. Во-первых, теплоизоляционный слой защищает гидроизоляцию от перепадов температур. Это продлевает срок службы гидроизоляционного слоя. Во-вторых, в такой конструкции кровельного пирога не нужен паробарьер.

Подробно рассмотрим все этапы устройства классического кровельного пирога, который подойдет для устройства эксплуатируемой кровли здания и частного дома:

1) Устройство бетонного основания с высоким значением прочности, класс бетона выбирают с учетом вида эксплуатируемой кровли и расчетной нагрузки на основание.

2) Монтаж слоя из лёгких бетонов, организовывая небольшой уклон кровли в несколько градусов.

3) Осмотр поверхности и устранение образовавшиеся дефектов.

4) В местах соединения бетонного основания и стены монтируют переходные элементы треугольной формы из строительного раствора.

5) Очистка поверхности от загрязнений и высушивание, чтобы влажность основания была менее 15%.

6) Нанесение праймерного слоя.

7) Монтаж пароизоляционного слоя.

8) Монтаж теплоизоляционного слоя.

9) Устройство гидроизоляционного слоя.

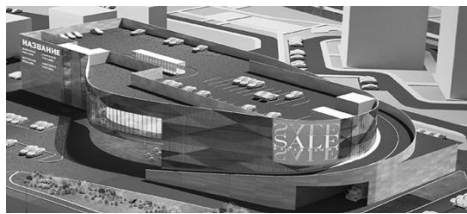
10) Укладка армированной сетки и заливка цементно-песчаным раствором с толщиной не меньше 5 см.

11) Устройство финишного покрытия. Используют прочные материалы, которые имеют высокий показатель истираемости [3].

Система эксплуатируемой крыши с зелеными насаждениями (рис. 1, а) применяется при новом строительстве многофункциональных комплексов и требует минимального вмешательства в течение всего срока службы. Среди плюсов также можно отметить экологичность, дополнительную защиту от шума (до 10 дБ) и перегрева. Битумно-полимерный материал играет роль дополнительной защиты гидроизоляции от прорастания корней растений. Для обеспечения быстрого удаления излишков влаги устраивают дренажный зазор из профилированной мембраны, который укладывают шипами вниз. Благодаря этому получаются «чашечки» для сбора воды и подпитки растений в засушливый период, влага удаляется через разрезы в верхней полости к водоприёмным воронкам [1].



а



б

Рис. 1. Система эксплуатируемой крыши:

а) с зелеными насаждениями, б) под автомобильную нагрузку

Система эксплуатируемой кровли под автомобильную нагрузку (рис. 1, б) применяется на современных многофункциональных комплексах, где крыша является эксплуатируемой зоной, подразумевающей постоянное движение автотранспорта, а также устройство парковочных мест. Такая кровля выдерживает нагрузки от тяжелого транспорта, обеспечивает защиту гидроизоляции от механических повреждений и УФ-излучения, имеет хорошую ремонтпригодность верхних слоёв системы [1]. Система облегченной эксплуатируемой крыши под пешеходную нагрузку с пластиковыми опорами позволяет уложить плитку с нулевым уклоном и облегчить вес кровельной конструкции, также избежать образование луж на поверхности кровли. Стоит отметить и высокую степень защиты гидроизоляции от механических повреждений и УФ-излучения [5]. Система устройства эксплуатируемой крыши под пешеходную нагрузку с дренажной прослойкой. Данная система защищает гидроизоляцию от механических повреждений и ультрафиолетового

излучения, а также обладает высокой стойкостью к пешеходным нагрузкам. Для максимальной надежности и защиты от протечек по вине человеческого фактора и некачественно сплавленных швов гидроизоляцию путем наплавления выполняют в два слоя из битумно-полимерного материала (например, Техноэласт ЭПП) [2]. URL:

Недостатки эксплуатируемой кровли: в несколько раз дороже неэксплуатируемой; необходимость в мощных несущих конструкциях и фундаменте; чем больше слоев в кровельном пироге, тем выше вероятность ошибки и сложнее контроль качества работ. Обобщая полученные результаты, можно отметить, что у каждого вида плоских эксплуатируемых крыш есть свои плюсы и минусы. Такая крыша надежна, долговечна, хорошо сохраняет тепло и не дает чрезмерно нагреваться дому. Но она дорогая, сложная в ремонте и монтаже, а еще тяжелая. Поэтому эксплуатируемую крышу часто нельзя сделать на уже построенных зданиях без укрепления фундамента и несущих конструкций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Жариков В.И.* Конструкции покрытий гражданских зданий (узлы и детали) // Методическое пособие, Нижний Новгород 2013, 33 с.;
2. Компания "ТехноНИКОЛЬ". Зеленые кровли. https://www.tn.ru/library/poleznaja_informacija/zelenye_krovli/;
3. Пособие по озеленению и благоустройству эксплуатируемых крыш жилых и общественных зданий, подземных и полуподземных гаражей, объектов гражданской обороны и других сооружений / под рук. *Машинского В. Л., М.*: Москомархитектура, 2001, 153 с.;
4. СП 17.13330.2017 «Кровли. Актуализированная редакция СНиП II-26-76», 64 с.;
5. Эксплуатируемая плоская кровля: конструкция и обустройство. URL: <http://gid-str.ru/>.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Актуальность данной темы обусловлена мировым кризисом на рынке топливных ресурсов. При этом третья часть запасов топлива уходит на обогрев жилых домов в зимний период. Одной из целей энергосберегающих технологий в строительстве является улучшение тепловых характеристик здания, снижение энергопотребления для их поддержания. Для этого необходимо предотвратить утечку тепла из помещения зимой и изолировать поступление наружного тепла в помещение летом, чтобы температура в помещении была как можно ближе к комфортной температуре. Это позволит снизить энергетическую нагрузку отопительного и охлаждающего оборудования для достижения разумной и комфортной температуры в помещении, и, в конечном итоге, достичь тепло- и энергосбережения [1].

Для повышения энергоэффективности конструкции здания предлагается применять следующие мероприятия [2]:

- высокоэффективную внешнюю теплоизоляцию наружных стен, расчет правильной точки росы в помещении, облицовку фасадов здания с утеплением;

- заделку всех стыков панелей и перекрытий;

- энергосберегающую технологию наружных окон, использующую полые пластиковые окна с двойным остеклением;

- расположение проектной ориентации дома в соответствии с максимальным естественным поступлением солнечного света, в холодных регионах преимущество отдается южной, юго-западной и юго-восточной ориентации окон;

- оборудование входной группы дома тамбурами с дополнительной тепловой завесой для исключения потерь тепла через входные двери;

- использование эффективной технологии внутреннего и внешнего затенения для южных регионов;

- использование дополнительной тепло- и пароизоляции кровли;

- применение теплосберегающих конструкций полов и фундамента.

Тепловые характеристики ограждающей конструкции здания являются важным фактором, который непосредственно влияет на энергопотребление здания. Улучшить характеристики теплоизоляции зданий можно снизив тепловую или холодовую нагрузку здания и снизив потребление энергии. Внимание уделяется ограждающим конструкциям: стене, окнам, крыше, их технологическим особенностям, утеплению [3].

Вторым направлением энергосбережения является применение технологий использования энергии солнца, воды, ветра. Эта технология относится к преобразованию солнечной энергии и геотермальной энергии в тепловую энергию и электрическую энергию с помощью преобразовательных устройств, которые могут эффективно решать связанные с этим проблемы, такие как горячая вода, отопление, кондиционирование воздуха и освещение в зданиях. Полный набор технологий: технология производства солнечной фотоэлектрической энергии; технология сбора солнечной энергии; технология интеграции солнечной энергии и зданий; технология кондиционирования воздуха с наземным тепловым насосом, например: Солнечные водонагреватели преобразуют солнечную энергию в тепловую энергию и нагревают воду от низкой температуры до высокой температуры для удовлетворения потребностей людей в горячей воде в быту и на производстве. Солнечные водонагреватели состоят из цельностеклянного вакуумного коллектора тепла, трубы, резервуары для хранения воды, кронштейны и сопутствующие аксессуары, которые преобразуют солнечную энергию в тепловую. В основном полагаются на стеклянные вакуумные коллекторные трубы. Температура поверхности трубы теплообменника, подверженной воздействию солнечного света, высока, а температура задней солнечной поверхности трубы теплообменника низкая, и вода в трубе вызывает реакцию разности температур. Принцип всплывания горячей воды и погружения холодной воды используется для создания микроциркуляции воды для получения необходимой горячей воды [4].

Также для энергосбережения применяется технология «умный дом», включающая автоматическое регулирование потребления электроэнергии в помещении, использование энергоэффективных ламп, автоматическое регулирование расхода воды, тепла. Для этого применяется установка специальных приборов регулирования, с автоматическим управлением [5].

Также применяется использование экологически чистых и энергосберегающих строительных материалов в качестве стеновых материалов, что позволяет эффективно снизить теплопередачу ограждающей конструкции, тем самым уменьшая мощность основного оборудования и достигая значительного эффекта энергосбережения. Новый стандарт энергосбережения требует использования более эффективных материалов и технологий для стен жилых зданий. К новым типам стеновых материалов, которые обычно используются, относятся кирпичи из летучей золы, автоклавные газобетонные блоки, гипсовые блоки, легкие стеновые панели, легкие композитные теплоизоляционные стеновые панели, автоклавные газобетонные плиты и т.д. В то же время мы также можем повысить теплоизоляцию и теплоизоляционные свойства стены за счет конструктивного состава. Так, например, в кирпичных зданиях приме-

няется технология устройства внешней и внутренней стены и теплосберегающей забутки между ними, выполненной из легких бетонов, пористых заполнителей, с применением утеплителя, устройства дополнительных воздушных полостей. Также применяется дополнительное внешнее утепление таких стен.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Забелина О. Б., Ле Чунг Хиеу* Технологии энергосберегающего строительства в жарком климате // В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры. 2019. С. 1334-1336.
2. *Забелина О.Б., Парахина А.М.* Основные технологии, применяемые в эко-строительстве: преимущества и недостатки // Проектирование и строительство: Сборник научных трудов 3-й Международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Юго-Западный ун-т, Курск. 2019. – С. 168-171.
3. *Забелина О.Б., Кан Цзяминь* Устройство систем водостока, снегозадержания и антиобледенения на крышах // В сборнике: Молодежь и XXI век - 2021. Материалы XI Международной молодежной научной конференции. Курск. 2021. С. 136-139.
4. *Забелина О.Б., Лю Пэн* Облицовка стен керамическими плитками // В сборнике: Молодежь и XXI век - 2021. Материалы XI Международной молодежной научной конференции. 2021. С. 115-118.
5. *Абдураимова Х.Р.* Энергосберегающие технологии в строительстве // Вестник современной науки, 2017, № 2-1 (26), С. 49-54.

СЕКЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ОБЪЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА

*Студенты 3 курса 61 группы ИПГС Антипов Е.Г., Фурсов А.
Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. В.Е. Базанов*

ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В 2020 году вышло постановление Правительства РФ, установившее положение о внедрении технологий информационного моделирования в процесс проектирования зданий и сооружений. В ближайшем времени все проекты, проходящие строительную экспертизу, должны быть представлены в виде цифровой модели [1].

Цифровая информационная модель в данном случае подразумевает комплексную базу данных об объекте капитального строительства. В ней должна содержаться информация, отражающая конструктивные и архитектурные решения, инженерные сети и оборудование. В данной работе мы рассмотрим процесс проектирования здания с использованием ТИМ на примере пилотного проекта ООО “Регион-Проект” [2] в городе Истра Московской области (рис. 1).



Рис. 1. Информационная модель дома №35 г. Истра компании ООО “Регион-Проект”

В первую очередь необходимо оценить сложность создания цифровых моделей. Важно отметить, что существуют специальные программы для ТИМ моделирования, поэтому непосредственный переход специалистов на работу над цифровой моделью крайней трудоемок и длителен. В таких программах как AutoCAD чертежи выполняются линиями и блоками, которые могут иметь определенную марку, которая будет разъяснена в пояснительной записке к рабочей документации. В то время как Revit (программа ТИМ моделирования) предоставляет более широкий спектр возможностей.

Из-за разнообразия свойств объектов и их количества возникает необходимость в дополнительном контроле на каждом этапе проектирования. Любая система в ТИМ - набор элементов, который должен быть жестко связан в определенной последовательности, поэтому важно четко подбирать соединения элементов и их привязку друг к другу.

Кроме того, модели многих устройств и блоки систем необходимо изменять или создавать “с нуля”, в соответствии требованиями инженеров.

Все модели имеют свой уровень проработки или LOD (level of development). Модель ООО “Регион-Проект”, находясь на стадии П (проект), имеет уровень детализации 350, иначе говоря, предоставляет техническую информацию и спецификации, необходимые для прохождения экспертизы [3]. На стадии Р (рабочая документация) модель будет доведена до LOD 400-500, то есть отразит в полной мере весь набор материалов и элементов, необходимых для постройки, и передана застройщику.

Цифровая модель по мере своего создания систематизирует абсолютно всю информацию об объекте капитального строительства, заложенную в нее [4]. Благодаря этому технический заказчик или застройщик могут контролировать процесс проектирования. Во время строительства 3D виды конкретных узлов и секций позволяют быстрее ориентироваться на месте и получить ответ на часть вопросов, для которых обычно необходима консультация непосредственно с проектировщиком.

В процессе эксплуатации цифровая модель также имеет неоспоримые плюсы. Возможность визуализации конкретных помещений с полной информацией о находящихся в них системах поможет грамотно оценить состояние, а также упростит ремонт, увидев какие системы подходят к этому помещению.

Неотъемлемой частью организационно-технологической документации является проект организации строительства (ПОС). ИМ ПОС и (или) ИЦММ должны обеспечивать просмотр из своего содержания следующих двухмерных схем и чертежей:

- 1) Календарный план строительства, включая подготовительный период.
- 2) Строительный генеральный план подготовительного периода строительства и основного периода строительства.
- 3) Другие схемы и чертежи, обосновывающие проектные решения по организации строительства, принятые в текстовой части.

Российские компании начали использовать ТИМ еще в середине 2010-х годов [5]. Сегодня технология близка к тому, чтобы в течение нескольких лет стать общепринятым стандартом отрасли.

Полный эффект от внедрения ТИМ будет достигнут только в случае, если все специалисты организации перейдут на новую технологию. При таком переходе производительность труда сотрудников сначала резко снижается, а затем постепенно возрастает, в итоге достигая более высокого уровня. По экспертным оценкам, период последующего восстановления производительности труда составляет примерно 3-6 месяцев,

при этом рост производительности труда составляет в среднем 30-50% (рис. 2).



Рис. 2. Результаты расчетов изменения уровня производительности труда и объема выполненной работы

Проведенные расчеты показали, что примерно через 15-16 месяцев после перехода на технологию ТИМ проектная организация может выйти на тот же объем выполненной работы и продолжать работать с большей производительностью.

В заключении можно сказать, что на данный момент переход компаний на проектирование с применением технологий информационного моделирования будет сложным, однако впоследствии положительно скажется на качестве проектов капитального строительства в процессе их постройки и эксплуатации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- СП 301.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила организации работ производственно-техническими отделами от 29.08.2017 N 1178/ПР
- Источник иллюстраций: Цифровая модель ООО «Регион-Проект»
- Методические рекомендации по подготовке информационной модели объекта капитального строительства, представляемой на рассмотрение в ФАУ «Главгосэкспертиза России» в связи с проведением государственной экспертизы проектной документации и оценки информационной модели объекта капитального строительства [<https://gge.ru/upload/iblock/302/Методические%20рекомендации.pdf>]
- Постановление Правительства Российской Федерации от 15 сентября 2020 года N 1431
- ТИМ-системы: софт для строительства, который Россия успешно импортозаместила [<https://habr.com/ru/company/onlinepatent/blog/699296/>]

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Тематика, связанная с проектированием капитального ремонта (далее КР) жилых зданий, является достаточно актуальной по причине того, что огромные объемы работ по КР выполняются в Российской Федерации, а четкого формирования того, что нужно делать не существует [1-2].

Работы по капитальному ремонту, согласно [4, статья 166, часть 1] распространяются на следующие элементы здания [2]:

– системы электро-, тепло-, газо-, водоснабжения, водоотведения; лифты; крыши; подвальные помещения; фасады; фундаменты.

Нормативные базы, регулирующие проектирование капитального ремонта:

- ВСН 41-85 (р);
- СП 368.1325800.2017;
- Градостроительный кодекс Российской Федерации;
- Постановление Правительства Российской Федерации №87.

Первый документ носит рекомендательный характер и в практике капитального ремонта. Второй является основным документом, который регламентирует проектирование капитального ремонта жилых зданий высотой до 75 м. Третий документ регламентирует строительные и ремонтно-строительные работы. Последний регламентирует состав разделов проектной документации [3].

На данном этапе исследования, в результате изучения нормативной литературы, было выявлено, что СП 368.1325800.2017 не отражает все требования, которые необходимо учесть с целью проектирования капитального ремонта жилых зданий [1-3].

Например:

- в п. 6.3 Крыши п.п. 6.3.2 Основные чертежи: план кровли, с изображением основных элементов (выходов на кровлю, парапетов), надстроек технических помещений, инженерного оборудования и сооружений, а также **с указанием типов и размеров дефектов** [1] - на плане не указывается типы и размеры дефектов. Не указаны требования по изображению на плане разуклонки, водоотвода с кровли и снегозадержание;

•Раздел 9. МОПБ и раздел 10. ОДИ проектировать, соблюдая требования СП 54.13330 и СП 59.13330 соответственно. - *СП 54.13330 и СП 59.13330 не отражают необходимые требования, необходимые для проектирования капитального ремонта жилых зданий;*

•Приложения – информация о характерных дефектах конструкций и инженерного оборудования [1], которые требуют устранения – *в процессе проектирования в данной информации нет необходимости* [4].

Авторами предложены следующий алгоритм совершенствования процессов проектирования капитального ремонта жилых зданий:

1. Методом графического анализа и построения диаграммы потоков данных Data Flow Diagram на макроуровне определить какие разделы проектной документации необходимо разрабатывать при капитальном ремонте жилых зданий;

2. Ранжировать виды работ капитального ремонта кровли и фасада (Так как по результатам исследования авторов [2] была составлена таблица Классификация и определение типов многоквартирных домов, подлежащих КР (см. табл. 1), в котором видно, что большинство домов имеют оштукатуренный фасад и кровля из рулонных материалов. Именно по данному виду работ будет проводиться дальнейшее исследование);

3. Оценить значимость работ проектирования КР кровли и фасада;

4. Создание методики совершенствования процесса проектирования при КР жилых зданий;

5. Применение данной методики на конкретном объекте жилого назначения;

6. Проведение оценки эффективности проектирования КР до и после ранжирования.

В результате изучения нормативной, научной литературы, результатов практической деятельности и т. д. определяется перечень факторов, которые необходимо ранжировать. Данный метод называется методом априорного ранжирования, Факторы приводятся в анкете экспертного опроса.

Так как все элементы, необходимые для осуществления проектирования капитального ремонта жилых зданий имеют место быть, в рамках ВКР работы поделены на 3 группы значимости.

1-я группа – особо важные работы;

2-я группа – менее важные работы;

3-я группа – вспомогательные работы [3].

На рисунке 1 представлена методика совершенствования проектирования.



Рис.1. Методика совершенствования процесса проектирования капитального ремонта жилых зданий

После внедрения методики на объект жилого назначения с учётом значимых элементов проектирования будет проводиться оценка эффективности проектирования капитального ремонта жилых зданий до и после ранжирования. Данный подход позволит определить наиболее значимые элементы проектирования капитального ремонта жилых зданий [1-3].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 368.1325800.2017. Здания жилые. Правила проектирования капитального ремонта. – Введ. 2018-05-26. – М.: АО «ЦНС», 2018. – 32 с.
2. Лapidус А. А., Экба С. И., Кормухин С. А., Билонда Т. Е. Классификация и определение типов многоквартирных домов, подлежащих капитальному ремонту // СТРОИТЕЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО № 4 (44)'2022. С. 58-64.
3. Лapidус А. А., Билонда Трегубова Е., Комаров В. А. Анализ недостатков нормативно-технической и законодательной базы проектирования капитального ремонта жилых зданий // Известия Тульского государственного университета. Технические науки, 2022. С. 218-224.

ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ (ТИМ), ПОВЫШАЮЩИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УЧАСТНИКОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

Технологии информационного моделирования уже укоренились в строительной сфере на стадиях разработки концепта, проектной и рабочей документации ОКС [1]. Это обосновывается наглядностью 3D-моделирования и меньшими затратами на внесение изменений и правок. Обучение сотрудников и внедрение ТИМ в процесс проектирования приносят положительные результаты в виде более качественно выполненных чертежей и меньших сроков на создание комплектов документации, что подтверждает исследование [2]. Следующий закономерный этап развития ТИМ – внедрение в процесс строительства и эксплуатации объекта.

Возведение какого-либо сооружения представляет собой совокупность множества различных работ, исполнители которых находятся в тесной зависимости. От качества связи участников строительства и достоверности передаваемой информации напрямую зависит успех строительства. Именно поэтому тема дальнейшего развития ТИМ является актуальной.

Цель работы состоит в обосновании эффективности применения ТИМ при возведении и эксплуатации объекта.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- Изучить, какие программные комплексы позволяют организовать совместную работу участников строительства и их возможности;
- Выявить исходя из возможностей программных комплексов, каким образом достигается эффективность ТИМ-модели при возведении и эксплуатации объекта.

Технологии информационного моделирования (ТИМ) — это система, включающая в себя программно-технические средства, документы, результаты, процессы и участников инвестиционно-строительного проекта, обеспечивающих создание, сбор, накопление, обработку, контроль, хранение, представление и распространение информации в виде цифровых информационных моделей и электронных документов.

Совместная работа участников строительства осуществляется в таких программах как Autodesk Vm 360, Microsoft Project, Autodesk Revit, Bentley MicroStation и др. Однако это иностранное ПО, которое больше не доступно для пользователей РФ, за исключением бессрочных лицензий. Тем не менее для реализации ТИМ-технологий активно развивает-

ся отечественное ПО, примерами которого может послужить Pilot-BIM, Renga, Exon, Model Studio и др.

Каждая из программ обладает своими преимуществами и недостатками, на рассмотрение которых требуется много времени. Поэтому обозначим общие характерные функции для программ, обеспечивающие совместную работу участников строительства.

Разработка и развитие модели происходит в среде общих данных, позволяя любому заинтересованному лицу получить актуальную инженерную, финансовую и другую информацию [3]. Конкретному элементу модели можно задать ряд параметров, которые будут отображать информацию о дате возведения конструкции, наличии каких-либо дефектов, а также документов, например, акт о сдаче-приёмке выполненных работ или акт скрытых работ. Также программные комплексы позволяют добавлять комментарии участников, вести переписки по замечаниям и согласовывать документы в онлайн формате с использованием электронных подписей.

Применение ТИМ для участников строительства разнообразно. Для заказчика открываются возможности контроля проектирования и строительства в режиме реального времени, уверенность в высокой точности расчета, получение информационной модели здания по итогам строительства для его обслуживания, реконструкции или демонтажа [4].

Благодаря ТИМ у строителей имеется наглядная схема технических решений, визуализация возведения объекта в увязке с календарным графиком, отсутствие коллизий, облегчённая коммуникация с проектными организациями, дистанционное внесение и согласование корректировок, доступ к актуальной версии рабочей документации, контроль отклонений, повышается качество и наглядность мониторинга за строительством, что повышает эффективность управления [5]. Одновременно с процессом строительства происходит и процесс корректировки модели, соответствующей возводимому сооружению.

В эксплуатации преимущество ТИМ-технологий заключается в удобстве быстрого нахождения необходимой технической документации и информации о конкретном объекте для устранения неполадок.

Все эти преимущества можно кратко представить в виде таблицы.

Таблица 1. Преимущества ТИМ.

№	Факторы, показатели	Эффект
1	Согласование и обмен документацией	Увеличение скорости процесса за счёт возможностей дистанционной работы и электронного подписания
2	Совместная работа с документами	Большое количество людей могут одновременно работать с моделью, облегчается коммуни-

		кацию
3	Внесение документов в модель	Увеличение скорости процесса, экономия физического места хранения, простота в поиске необходимой информации
4	Качество и наглядность мониторинга строительства	Повышает эффективность управления
5	Проверка исполнительной документации ИД и первичной учетной документации актов по форме КС-2	Скорость проверки увеличивается за счёт того, что в модели содержится информация, какие конструкции сданы стройконтролю, по каким работам выданы замечания, по каким работам подписана ИД
6	Добавление атрибутов времени по календарному графику и стоимости работ	Улучшается эффективность календарного планирования в течение строительства, а 5D - модель - увеличивает эффективность планирования финансовых вложений

Таким образом, рассмотрев современные программы, позволяющие организовывать работу участников строительства, и ознакомившись с их функционалом, были выявлены возможности достижения наибольшей эффективности при возведении и эксплуатации объекта. В результате проделанной работы, можно сделать вывод, что ТИМ обеспечивает лучшие результаты, снижение рисков, ускоряет процесс принятия решений, повышает достоверность и доступность информации о проекте.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Plan Radar. BIM-технологии в строительстве 2023. URL: <https://www.planradar.com/ru/bim-tehnologii-v-stroitelstve/#8> (дата обращения 11.02.2023)
2. Муратов В. BIM в России и СНГ 2022: результаты большого опроса. URL: <https://dzen.ru/a/Y6fh5k19f0jV1u3Y> (дата обращения 11.02.2023)
3. Тишина, Е. М. Новые технологии, применяемые в сфере информационного моделирования в строительстве / Е. М. Тишина, И. С. Боченков // . – 2021. – № 73-1. – С. 6-8. – EDN NFWCIY. (дата обращения: 10.02.2023).
4. Султанова, А. Д. Особенности технологии информационного моделирования зданий (BIM-технологии) / А. Д. Султанова // . – 2019. – № 3. – С. 389-391. – EDN VYDLHW.
5. Владимир Талапов. Технология BIM: единая модель и связанные с этим заблуждения. URL: https://stroj.mos.ru/builder_science/tiekhnologhiia-bim-iedinaia-modiel-i-sviazannyye-s-etim-zabluzhdeniia?ysclid=lefjyouidaj434087138&from=cl (дата обращения 12.02.2023)

РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ ФУНКЦИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАКАЗЧИКА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

В современных условиях технические заказчики играют решающую роль в обеспечении успешной реализации строительных проектов. Роль технических заказчиков с годами расширилась и теперь включает в себя широкий спектр функций, которые имеют решающее значение для успеха проекта [1,2,3,4,5,6,7,8,9].

Цель данной статьи - рационализировать функции технического заказчика в современных условиях, чтобы помочь им более эффективно достигать целей: строительство безопасных зданий.

Технические заказчики (ТЗ) несут ответственность за надзор за инженерными проектами, гарантируя, что они соответствуют необходимым техническим требованиям и завершены в установленные сроки и с учетом бюджета.

В современных условиях роль технических заказчиков расширилась, и теперь от них требуется выполнять широкий спектр функций. Эти функции необходимы для успеха проекта и требуют тщательного рассмотрения и анализа.

Функции технического заказчика (ТЗ):

- Планирование проекта: Технические заказчики несут ответственность за определение объема проекта, определение сроков реализации проекта и определение ресурсов, необходимых для проекта. Они также должны убедиться, что проект соответствует всем нормативным требованиям и стандартам безопасности.

- Бюджетирование: Технические заказчики несут ответственность за управление бюджетом проекта, гарантируя, что проект будет завершен в рамках выделенного бюджета. Это включает в себя мониторинг расходов по проекту, выявление возможностей экономии средств и корректировку бюджета по мере необходимости.

- Закупки: Технические заказчики несут ответственность за закупку необходимых материалов и оборудования для проекта. Они должны гарантировать, что материалы и оборудование соответствуют требуемым стандартам и доставляются вовремя.

- Контроль качества: Технические заказчики несут ответственность за то, чтобы проект соответствовал требуемым стандартам качества. Это включает в себя мониторинг хода выполнения проекта, выявление любых проблем с качеством и принятие корректирующих действий по мере необходимости.

А также другие функции: классические – организация планирования, регулирование, учёт, контроль анализ и мотивация; специфические - материально-техническое снабжение и логистика, управление временем, кадрами, конфликтами и многие другие [5]. (рис. 1)

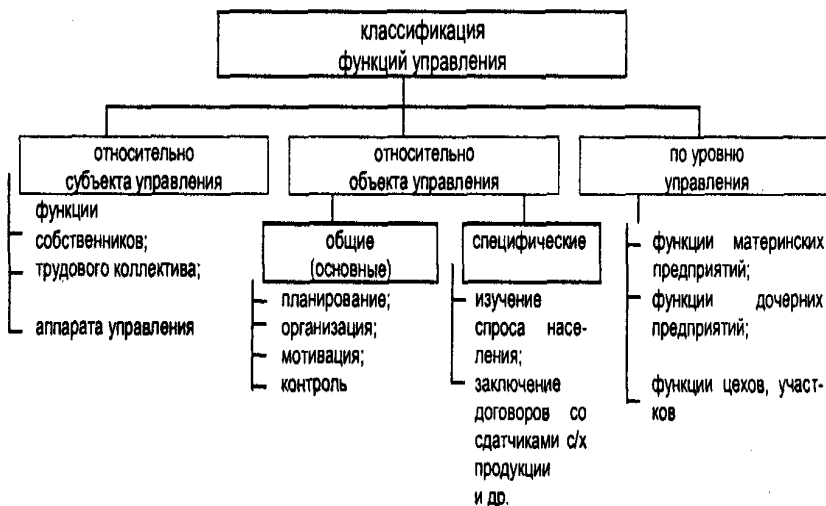


Рис.1. Классификация функций ТЗ.

Рационализация функций технического заказчика: предполагает изменение содержания, исключение или дополнение, замену совершенствование функций.

Чтобы рационализировать функции технического заказчика, важно установить четкое понимание целей и задач проекта. Это требует сотрудничества со всеми заинтересованными сторонами, участниками проекта, включая руководителей проектов, инженеров и подрядчиков и многих других. Следует помочь им рационализировать функции технического заказчика, в том числе,

- Взаимодействие со всеми заинтересованными сторонами, чтобы достичь цель проекта, критические факторы его успеха бюджет, сроки, качество и безопасность.

- Разработка плана проекта, в котором указаны объем проекта, сроки, бюджет и требования к ресурсам. План проекта следует регулярно пересматривать и обновлять, чтобы убедиться, что он остается актуальным.

- Разработка плана коммуникации, который гарантирует, что все заинтересованные стороны будут проинформированы о ходе реализации проекта и любых изменениях, которые могут повлиять на проект и другие.

Технический заказчик играет решающую роль в обеспечении успешной реализации строительных проектов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ (Редакция от 02.07.2021)
2. Федеральный закон "О техническом регулировании" от 27.12.2002 N 184-ФЗ (последняя редакция).
3. Федеральный закон от 29.12.2004 N 191-ФЗ О техническом регулировании (с комментарием) ((с изменениями на 2 июля 2021г.).
4. Приказ от 2 июня 2020 г. N 297/пр. «Об утверждении Методики определения затрат на осуществление функций технического заказчика».
5. *Кузьмина Т. К., Олейник П.П., Синенко С.А.* Деятельность заказчика в рыночных условиях: Справочник. – М.: Издательство АСВ, 2014. – 288 с.
6. *Кузьмина Т.К., Синенко С.А., Славин А. М.* Совмещение функций основных участников инвестиционно-строительной деятельности на современном этапе // Промышленное и гражданское строительство, 2016, № 6. С 71-75.
7. *S A Sinenko and I N Doroshin* Economical Aspects of the Cost Regulation for the Construction of Buildings// International Science and Technology Conference (FarEastCon 2020) IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1079 (2021) 052066. IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/1079/5/052066
8. *Sinenko S.A.* Selection of organizational and technological solutions for construction//В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference "EarthScience". 2020. С. 052043.
9. *Sinenko S. A., Doroshin I. N.* Use of Modern Means and Methods in the Organization and Management in Construction. The International Conference on Materials Research and Innovation (ICMARI) 16-18 December 2019, Bangkok, Thailand. 2020 *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 753 042017 <https://doi.org/10.1088/1757-899X/753/4/042017>

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Структура организации отражает взаимосвязь между уровнями управления и функциональными направлениями и обеспечивает оптимальное достижение намеченных целей организации при общих условиях. Организационная структура управления (ОСУ) является одной из ключевых концепций управления в строительной отрасли и тесно связана с целями, функциями и процессами управления, распределением полномочий между руководителями и их непосредственной работой.

Существует несколько видов организационных структур, которые отличаются друг от друга по степени гибкости и жесткости. В отличие от жестких, гибкие структуры легко изменяются и приспосабливаются к актуальным условиям работы. Это возможно, благодаря отсутствию жесткой регламентации обязанностей и деятельности сотрудников и подразделений. Развитые горизонтальные связи способствуют развитию системы поощрений за проявленную работниками инициативность.

Структура управления представляет собой упорядоченную совокупность элементов, устойчиво связанных друг с другом для обеспечения функционирования и развития всей организации.

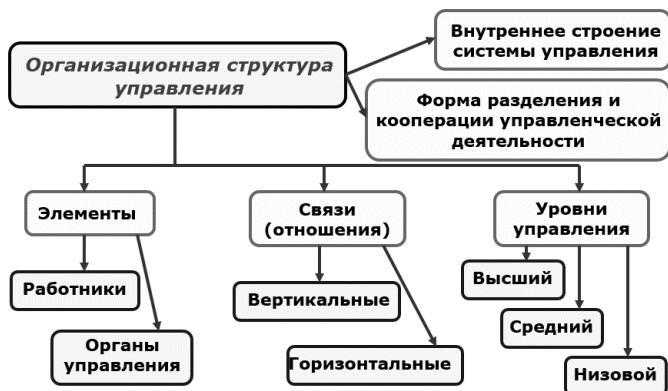


Рис. 1. Организационная структура управления (ОСУ)

В структуре управления есть несколько ключевых понятий, таких как элементы, связи (отношения), уровни и полномочия. Элементами ОСУ могут быть как отдельные работники (руководители, специалисты,

служащие), так и части или органы управленческого аппарата, нанимающие ряд работников для выполнения определенных функциональных функций.

Примерами основных требований, предъявляемых к организационной структуре управления, являются:

1. Структура управления может быть признана оптимальной, в случае если она создает на всех уровнях рациональные взаимосвязи между звеньями и уровнями управления при минимальном количестве уровней управления. Большое количество ступеней контроля приводит к менее эффективному контролю.
2. Между моментом принятия решения и его реализацией в управляемой системе не должно быть необратимых негативных изменений, делающих реализацию решений нецелесообразной. Управленческие решения должны приниматься быстро.
3. Структура устройства управления должна обеспечивать надежность передачи данных, не допускать искажения команд и другой передаваемой информации, обеспечивать бесперебойную связь во всей системе управления.
4. Желаемый управленческий эффект должен быть достигнут при минимальных затратах аппарата управления. Критерием этого может быть отношение затрат ресурсов к полезному результату. Этому требованию удовлетворяет оптимальное разделение управленческого труда.
5. Структура должна иметь возможность развиваться в соответствии с изменениями внешней среды и стратегией совершенствования организации.
6. При различных внешних условиях основные свойства системы управления должны оставаться неизменными.

В строительной сфере мы также рассмотрим существующие проблемы формирования и совершенствования действующих организационных структур управления:

1. Направленность структур управления на достижение краткосрочных результатов в ходе деятельности организации.
2. Структурно-функциональные нарушения, проявляющиеся в разрыве связей между структурными элементами: целями, задачами, экономическими условиями, экономико-техническими предпосылками и функциональной структурой.
3. Организационная структура неэффективно решает возникающую в процессе работы административные задачи.
4. Тенденция увеличения численности административного персонала.

5. Многоуровневая иерархия управления затрудняет поток информации, искажает ее содержание и снижает управляемость.
6. Подбор, организация, обучение кадров происходит неэффективно. Новые кадры недостаточно мотивированы, профессионально и психологически адаптированы.
7. Имеющиеся ресурсы используются неэффективно, что приводит к финансовой несостоятельности и банкротству организаций.

Успешность современных организационных структур все больше зависит от внешних и быстро меняющихся условий их деятельности. К таким условиям относятся глобальная конкуренция, стремительное развитие инновационных технологий и материалов, ужесточение требований к качеству и потенциалу управленческого персонала, а также повышение его полномочий, уровня самостоятельности и ответственности.

Бесспорным фактом является то, что каждая строительное предприятие представляет собой сложную в техническом и экономическом отношении структуру. И успех организации зависит от выбранного способа взаимодействия и сочетания звеньев ее структуры.

Структура управления организацией является связующим элементом, позволяющим всем обособленным подразделениям осуществлять согласованную деятельность, в рамках единого контура задач, поставленных перед организацией. Вполне логично, что каждое предприятие, занимающееся тем или иным видом деятельности, должно иметь определенную организационную структуру, точно соответствующую тем требованиям, которые предъявляются к данному предприятию в ее конкретных условиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Управление персоналом: Учебник для вузов / Под ред. Т.Ю. Базарова, Б.Л. Еремина. М., 1998.
2. Кнорринг В. И. Теория, практика и искусство управления. М., 2001.
3. Климович П.К. Основы менеджмента. Мн., 2003.
4. Управление персоналом организации / А. Брасс, В. Глушко. Мн., 2002.

РИСКИ И ИХ ИДЕНТИФИКАЦИЯ НА ЭТАПЕ ПРИЁМОЧНОГО КОНТРОЛЯ БЕТОННЫХ РАБОТ

Оценка рисков строительства представляет собой комплексный и систематический способ выявления и анализа потенциальных угроз реализации проекта, определение их масштаба, а также влияния на такие ключевые параметры, как сроки и стоимость [1].

Ранее были проведены некоторые исследования рисков в системе строительного контроля, к примеру [3-4]. Методы оценки риска в строительстве, но не одна из них не поднимает важность данной проблемы на уровне бетонных работ, разбирая значимость обсуждаемой темой на приёмочном этапе строительного контроля.

Оценка рисков при выполнении строительного контроля бетонных работ была актуальна раньше, актуальна сейчас и будет актуальна в будущем, потому что невозможно переоценить важность этого процесса, он позволяет обнаружить всевозможный перечень угроз касаемо предполагаемых монолитных работ на приёмочном цикле их выполнения, а также рассмотреть разнообразные убытки в связи с выявленными дефектами на каждой стадии, предложить методы их контроля, решения и предотвращения. Выявление и устранение рисков на этом этапе поможет предотвратить дорогостоящие ошибки, избежать их исправлений и обеспечить соответствие проекта требуемым стандартам качества.

Цели и задачи данной статьи – идентификация и классификация критичности дефектов, рисков, возникающих от них, а также способов их контроля и устранения, представляя всё это в табличной форме, для удобства и простоты понимания сути проблемы.

Исследования, проведённые в статье основаны на методах системного и морфологического анализов [2].

В данной статье поднимается проблема важности оценки рисков бетонных работ на приёмочном этапе строительного контроля, а также установка способа их контроля и причин появления всевозможных дефектов.

Данная статья является первым шагом на пути к управлению рисками. В ней была сформирована теоретическая база описанной проблемы в виде удобной, отчётливой табличной модели, в форме - «идентификация дефектов – оценка рисков – управление рисками» [5], на которую можно было бы опереться на практике всем специалистам, связанным так или иначе с описанной деятельностью. Эффективное управление рисками при приёмочном контроле бетонных работ необходимо для

обеспечения безопасности и надёжности конечной конструкции, а также для оптимизации принятия решений и экономии затрат.

Таблица 1. Идентификация дефектов и их классификация на стадии приёмочного контроля

Виды дефектов	Способ контроля	Причина дефекта	Вид ущерба	Классификация дефекта по степени ущерба
Несоответствие фактических геометрических параметров конструкций рабочим чертежам и отклонениям	Визуально, с помощью монтажной рулетки, дальномера	1. Ошибки монтажников 2. Накладка в документации	Серьёзные проблемы с несущей способностью, необходим перерасчёт с возможным последующим демонтажом конструкции	Критический
Наличие крупных раковин или трещин	Визуально	1. Ошибки монтажников	Проблемы с несущей способностью	Значительный
Наличие масляных пятен	Испытания. Разрушающий контроль.	1. Ошибки монтажников	Проблемы с последующей отделкой	Значительный
Неоднородная структура бетона по всему объёму конструкции	Измерения	1. Ошибки монтажников	Проблемы с несущей способностью	Значительный
Положение закладных деталей и их анкеровка не соответствуют проектным	Визуально, с помощью монтажной рулетки, дальномера	1. Ошибки монтажников	Недостаточно прочное соединение связей	Критический
Не соответствие свойств бетона проектным требованиям	Испытания. Разрушающий контроль.	1. Ошибка поставки бетонной смеси с завода 2. Не проведена проверка документов.	Проблемы с несущей способностью	Критический
Отклонения в	Замеры на	1. Ошибки	Проблемы с	Значительный

толщине защитного слоя превышают нормативные	месте, магнитные методы	монтажников 2. Накладка в документации	несущей способностью	
Стыковые соединения стержней, сеток и каркасов выполняются с нарушением нормативных требований	Замеры на месте, контрольные испытания	1. Ошибки монтажников 2. Накладка в документации	Проблемы с несущей способностью	Критический
Положение рабочих стержней, каркасов и сеток не соответствует проекту, сечение арматуры уменьшено	Замеры на месте, калибры, микрометры	1. Ошибки монтажников 2. Накладка в документации	Проблемы с несущей способностью	Критический

В статье обоснована актуальность применения оценки рисков бетонных работ на все этапах строительного контроля, были получены результаты, оформленные у комфортной, конкретной, отчётливой табличной, форме, которой так же будет удобно пользоваться непосредственно на практике.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ Р 12.0.010-2009 системы управления охраной труда. определение опасностей и оценка рисков.
2. ГОСТ Р ИСО 13824-2013 общие принципы оценки риска систем, включающих строительные конструкции.
3. *Макарова, В. О.* Методические подходы к оценке строительных рисков.
4. *Александрова Е.Б.* Методы оценки риска в строительстве.
5. *Липидус. А.А., Макаров А.Н., Волков Р.В.* Риск-ориентированный строительный контроль технического заказчика

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННО-СКЛАДСКИХ КОМПЛЕКСОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТИМ (ВІМ)

В Градостроительном кодексе РФ понятие ВІМ появилось лишь в 2019 году. А уже с 2022 года вступило в силу Постановление правительства России о формировании и ведении информационной модели объекта капитального строительства по госзаказам [4].

С учетом преимуществ применения данной технологии рассмотрим проектирование и эксплуатацию складских комплексов при помощи ВІМ. Необходимость возникает в крупных сортировочных, распределительных и логистических центрах, класса А+. Универсальность назначения хранения влечет высокие требования оснащения коммуникациями.

Для высокой функциональности подобного объекта, во избежание простоев работы и диссонанса логистических процессов, необходимо обладать грамотно спланированной и надежно построенной системой инженерных коммуникаций, а также возможностью оперативного реагирования на различные сбои.

Итак, проектирование такого рода комплекса требует компактного, бесконфликтного между собой и деятельностью склада, а также удобного для эксплуатации размещения всех систем.

Из ряда необходимых коммуникаций складского комплекса класса А+ можно выделить такие системы, как:

- Водоснабжение и водоотведение;
- Электроснабжение промышленного уровня;
- Кондиционирование и вентиляцию;
- Морозильные установки;
- Структурированную кабельную систему;
- Беспроводную локальную вычислительную сеть повышенной работоспособности;
- Видеонаблюдение долгосрочного хранения и непрерывного мониторинга;
- Контроль и управление доступом;
- Противопожарная безопасность;
- Диспетчеризация;
- Автоматизация приемно-погрузочных работ;
- Автоматизация комплектующих работ.

Учитывая количество и повышенное требование бесперебойности перечисленных систем, следует отметить необходимость концентрации всех коммуникаций в одной трехмерной технологической модели с целью определения допустимости их размещения с учетом отсутствия коллизий и наличия запаса пространства для дальнейшего расширения. Данная версия объединения способствует грамотному распределению трудовых и временных затрат на строительство [3].

Продолжая определение необходимости внедрения BIM-технологии в жизненном цикле складского комплекса, в большей мере учитывается эксплуатационный этап. Данная стадия использования трехмерной модели обусловлена динамичным перемещением оборудования, рабочих мест, зон палетного, стеллажного мезонинного хранения, а также расширением определенных систем, либо их ликвидацией. Кратчайший путь для корректировки и хранения актуальных данных об использовании пространства является именно ведение BIM-модели [1].

Осуществить вышеописанные процессы возможно с помощью таких платформ, как Revit – BIM-решение от компании Autodesk, Project StudioCS, компании CSoft Development, а также отечественных в РФ софтов – Renga, компании АСКОН, и nanoCAD и немногих других (рис. 1.) [5].

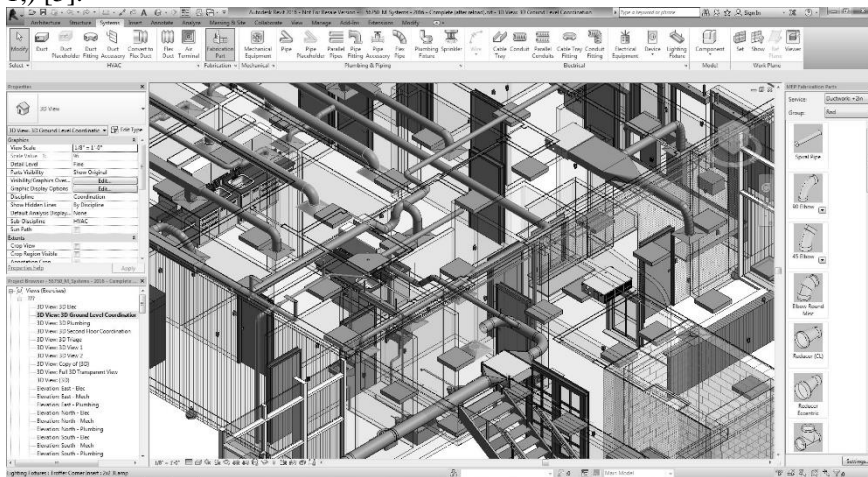


Рис. 1. Пример BIM-проекта системы вентиляции в Revit.

Развитие функционала модулей BIM-платформ для проектирования инженерных систем с расширенными библиотеками материалов и изделий, а также актуальная интеграция с базами данных производителей позволит упростить массовое внедрение данного вида проектирования в рынок строительства и облегчить эксплуатацию.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Холодова Д.С., Шилова Е.В.* BIM в эксплуатации // European Scientific Conference // Сборник статей XIV Международной научно-практической конференции. 2019. С. 32-34.

2. *Пантелеенко Л.Д.* Актуальность применения BIM-технологий в строительстве // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. Материалы конференции. Белгород, 2021. С. 1230-1237.

3. *Кавтаров А.А.* Информационное моделирование BIM в архитектуре и строительстве. Внедрение BIM в России // Миллионщиков-2021. Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием. Грозный, 2021. С. 351-355.

4. *Тимошенко Т.А., Нигорожина Е.С.* Внедрение ТИМ (BIM) в строительстве в России // [Университетская наука](#). 2022. № 1 (13). С. 91-94.

5. *Ожигин Д.А.* Анализ текущей ситуации на российском BIM-рынке в области гражданского строительства [Электронный ресурс]: справочник / Д.А. Ожигин – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/nanosoft/blog/276587/>. – 26.02.2023.

ОСОБЕННОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЪЕКТОВ СОЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ РЕАЛИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ КОНТРАКТОВ.

Реконструкция объектов социального назначения неминуемо порождает массу сложностей и тонкостей. Это связано по большей части с тем, что в России имеется огромное количество зданий и сооружений, построенных еще до 1980-х годов. Соответственно, школы, больницы, учреждения культуры и другие социальные объекты являются носителями целого ряда проблем: начиная с изношенности инженерных коммуникаций и заканчивая относительно низким показателем защиты от холода - эти недостатки характерны для старого жилищного фонда.

Процесс реконструкции социальных объектов – сложная тема, включающая в себя целый ряд этапов. Протекание работ весьма специфично, так как включает широкий диапазон работ и действий: от монтажа и демонтажа единичных элементов до модернизации и сноса части строения.

Порядок действий при осуществлении работ по реконструкции объектов социального назначения [1, 4, 5, 6]:

- 1) Предварительные работы:
 - Техническое диагностирование;
 - Техническое прогнозирование;
 - Техническая генетика.
 - 2) Разработка проекта:
 - Сбор данных для рабочей документации;
 - Разработка проекта организации реконструкционных работ;
 - Составление сметной документации;
 - 3) Доставка оборудования, специализированной техники, сырья и материалов, а также наем работников соответствующей квалификации.
 - 4) Ремонтно-отделочные работы и строительство, в которые включают:
 - Работы по ликвидации непригодных к эксплуатации элементов;
 - Установка усилителей на несущих элементах конструкций;
 - Работы над фасадной частью здания;
- И т.д.

- 5) Усовершенствование и ремонт инженерных коммуникаций и техники.
- 6) Благоустройство участка.

Для реализации крупных проектов по реконструкции объектов общественного назначения госзаказчики заключают контракты с исполнителем [2]. Государственным контрактом в настоящее время обозначается гражданско-правовой договор, целью которого является получение государственным заказчиком необходимых ему услуг, товаров или работ. Заключение выгодного контракта – цель государства и самих поставщиков. Однако необходимо знать, какие трудности в процессе реконструкции объекта могут возникнуть [2, 3].

Одной из проблем системы реализации государственных контрактов является отсутствие обязательного прохождения экспертизы технического обследования зданий и сооружений, т.к. в основном она используется как вспомогательный инструмент для принятия проектных решений. Техническое диагностирование, прогнозирование и генетика объекта проводятся для проявления дефектов строительных конструкций, выяснения причин их появления и нахождения зависимостей между изъянами и эксплуатационными качествами строительной конструкции, а также для предупреждения состояния объекта в определенный момент времени в будущем [7].

Чтобы сэкономить денежные средства некоторые организации не проводят необходимые процедуры по предварительному и детальному обследованию здания, ограничиваясь визуальным анализом конструкций, при этом упуская всякое инструментальное измерение.

Важно учитывать тот факт, что для поставщика является непременным прохождением экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий, что можно отнести к несомненным плюсам системы реализации, поэтому исполнитель государственного контракта нацелен на получение одобрения по документации и составление элементарных типовых технических решений по ее разработке. Однако, без прохождения экспертизы технического обследования самого объекта реконструкции, могут возникнуть накладки в корреляции проекта на бумаге и реального состояния сооружения.

При несостыковках такого рода необходимо предпринимать оперативные меры, что подразумевает под собой увеличение времени работы над реконструкцией и увеличением сметной стоимости работ по проекту. Причем, учитывая обширные объемы работ и уровень сложности при реконструкции зданий социального назначения, трудно рассчитывать на относительно простое разрешение подобного инцидента. Обычно, срок действия контракта устанавливают в рамках достигнутых лимитов бюджетных обязательств, однако при столкновении с неучтен-

ными ранее препятствиями, которые не были приняты в расчет проектировщиками в проектно-сметной документации, срок по сдаче работ увеличивается (по отношению к изначальному сроку, установленному в государственном контракте). В таком случае срок исполнения контракта стороны могут продлить только один раз (новый срок не вправе превышать изначальный). Тогда в обновленный период времени включают экспертизу измененной проектной документации, если были внесены правки. Сроки, сорванные подрядчиком, должны быть возмещены гос. заказчику в виде неустойки [4].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 19.12.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 03.02.2023) // КонсультантПлюс: справочно-правовая система [Офиц. сайт]. URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 15.02.2023).

2. Федеральный закон от 05.04.2013 № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» (в ред. от 05.12.2022) // КонсультантПлюс: справочно-правовая система [Офиц. сайт]. URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 15.02.2023).

3. Приказ Минстроя России от 14.01.2020 N 9/пр (ред. от 14.10.2021) "Об утверждении Типовых условий контрактов на выполнение работ по строительству (реконструкции) объекта капитального строительства и информационной карты типовых условий контракта"

4. Приказ Госкомархитектуры от 23.11.1988 N 312 "Об утверждении ведомственных строительных норм Госкомархитектуры".

5. СП 147.13330.2012 Здания для учреждений социального обслуживания. Правила реконструкции.

6. СП 118.13330.2022. Свод правил. Общественные здания и сооружения.

7. В.Т. Гроздов ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ/ Гроздов В.Т.– Санкт-Петербург, «Центр качества строительства», 1998. – 5 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В РАМКАХ КОМПЛЕКСНОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Дальний Восток России представляет собой около 50 % всей территории государства, однако на данный момент является одной из самых незастроенных частей страны – связано это с неблагоприятными климатическими условиями для проживания и сложностями с инженерно-геологическими изысканиями. Хотя Дальний Восток и является лидером в мире по наличию природных ресурсов, он не является промышленно-развитым регионом, что вызывает собой отсутствие должного количества необходимых строительных материалов, машинного оборудования и рабочих единиц.

Основной задачей при составлении плана материального обеспечения организации является расчёт партий материально-технических изделий для строительных объектов. Сложность ее решения заключается в нестабильном уровне потребления материалов и оборудования на уровне подрядной строительной организации, нормах комплектации, большой трате ресурсов [3]. Для стационарных поставок материально-технической продукции имеется решение по определению оптимальных значений объемов и интервалов поставок, которые позволяют минимум затрат [1] - метод динамического программирования. Его суть состоит в том, чтобы с помощью дифференциального подхода к планированию количества строительных материалов, определения интервалов поставок и календаризации разбить сложную задачу на множество простых, Метод динамического программирования – это способ, позволяющий быстро и просто находить оптимальное решение, когда необходимо выбрать самый выгодный результат [5]. В настоящее время алгоритм разрабатывается чаще всего с помощью языка программирования Python на основе такой математической модели оптимизации, как уравнение Беллмана.

Математически принцип оптимальности выражается следующей зависимостью:

$$\min_{u(t)} J = \min_{u(t)} \left[\int_0^t F(y(t), u(t), t) dt + \min_{u(t)} \int_t^T F(y(t), u(t), t) dt \right].$$

Таким образом, в логистически неразвитом Дальнем Востоке необходимо привлекать множество специалистов для комплексной одно-временной работы из различных областей, таких как программирование, экономика, логистика, экология и геология в суровом климате, что влечёт за собой возведение зданий в более быстрые сроки. Всё это

ускоряет становление Дальнего Востока как развитой и комфортной для проживания части России.

Необходимо отметить, что на скорость возведения объектов влияет отсутствие сплошного рельефа на территории городов. Полезные ископаемые добываются на Дальнем Востоке открытым способом, то есть остаются шахты, карьеры, выемки, отвалы пустых пород, которые по правилам требуют рекультивации, т. е. восстановления почвенно-растительного покрова [1]. За этим следует увеличение продолжительности инженерно-изыскательных работ и оценки земельного участка.

За стратегическим планированием стоит разработка стратегий, позволяющая предусмотреть все риски и разработать методы их минимизации при воплощении планов и целей строительной организации [1].

Строительными рисками являются:

1. Несоблюдение технологии строительного процесса при возведении зданий и применение некачественных строительных материалов.

При возникновении данного риска возникает необходимость усиления или перестройки части возведенного объекта строительства и увеличению сроков строительства, особенно для Дальнего Востока. Одной из причин этого является невозможность возведения заводов по изготовлению некоторых материалов, так как из-за суровых экологических условий конструкции в течение долгого хранения теряют свои изначальные необходимые характеристики.

2. Увеличение сроков возведения здания может произойти из-за недостаточного финансирования, при наличии оплошностей в проекте строительного объекта, несвоевременных поставках строительных материалов, оборудования и транспортных средств, что часто распространено для районов Дальнего Востока, а также из-за недостаточного количества или полного отсутствия квалифицированных сотрудников [1].

Природно-климатические риски возникают из-за территориального расположения – возможное резкое изменение температуры, возникновение муссонов, метелей и других погодных условий, затормаживающих строительство [1]. Их возникновение может привести к простоям трудовых ресурсов, нарушению графика работ и т.д.

На основе многолетнего опыта приняты следующие мероприятия по минимизации строительных рисков - осуществление авторского надзора, контроль рабочих подрядчиков. Страхование подрядчиком от ошибок при монтаже, а также превышения нормативно-допустимых отклонений возведённых конструкций, халатности технического персонала, формирование финансового запаса, страхование подрядчиком от дефектов строительного материала, а также от стихийных бедствий [2] минимизирует не только строительные, но ещё и финансовые риски.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Пугачёв И.Н., Егоров П.И.* Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного и дорожно-транспортного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции. Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2016. Вып. 16. С. 242-246, 252-254, 278.
2. *Барабаш М.С.* Компьютерное моделирование процессов жизненного цикла объектов строительства: Монография. К.: Изд-во «Сталь», 2014. 301 с.
3. *Тимичева Е.А.* Обзор технологий моделирования жизненного цикла зданий. Иваново: Изд-во Иванов. гос. политех. ун-та, 2013. С. 95-97.
4. *Яцюк Т.В., Султангузин И.А.* BIM-моделирование для жизненного цикла здания: реалии современности и потребности развития в России. М: СОК №2, 2021. С. 30-39.
5. *Беллман Р.* Динамическое программирование. М.: Изд-во Иностранная литература, 1960. 400 с.

Студент 3 курса 10 группы ИИЭСМ Максимов С.Д.

Научный руководитель – доц. каф ТОСП, канд. техн. наук Болотова А.С.

Особенности управления жизненным циклом объекта строительства при использовании аддитивных технологий

С начала XX века автоматизация производства в строительстве улучшается, но строительная отрасль сегодня сталкивается с такими серьезными проблемами, как низкая производительность труда, высокая статистика аварийных ситуаций на строительных площадках, сложность контроля строительных процессов, недостаток квалифицированных рабочих и большое количество потребления невозобновляемых ресурсов. Могут ли аддитивные технологии являться решением этих проблем? Чтобы это выяснить нужно провести сравнительный анализ жизненных циклов объекта строительства с использованием традиционного метода и аддитивных технологий.

Стадия подготовки строительной площадки. На данном этапе технология подготовки строительной площадки мало чем отличается, учитывая тот факт, что 3D печать возможна исключительно на залитый фундамент. Необходимо оградить участок проведения строительных работ, снести предыдущие здания и сооружения или очистить площадку от растительности, разравнять почву, учесть возможность изменения гидро и геологических условий в процессе дальнейшей эксплуатации. Отличием будет являться установка 3D принтера на строительную площадку в случае применения аддитивных технологий. Но тогда установка временных зданий для работников необязательна.

Строительный сезон и климатические условия возведения. Строительный сезон для 3D «печати» продолжается с весны по осень и имеет температурный режим от +5°C до +25°C. При низкой температуре строительная смесь плохо схватывается, а при высокой образуются трещины. Также процесс строительства исключается при сильном дожде из-за возможности размыва смеси и при высокой скорости ветра, так как конструкция имеет парусность. Безусловно, вокруг установки 3D принтера можно установить специальный шатер для защиты от погодных условий. Что касается традиционного метода строительства, то оно может продолжаться почти при любых погодных условиях.

Фундамент. Фундамент необходим как для одного, так и для второго метода возведения зданий. Отличие может быть только в том, что в случае с 3D печатью здание гораздо легче из-за особенностей конструкции стены, следовательно фундаменту нужно передавать грунту меньшую нагрузку. Значит, что и объем самого фундамента, как и количество затраченного материала должно быть меньше.

Сырье. Основным сырьем для традиционного строительства будет являться песок, щебень, гравий, цемент, пластификаторы, добавки,

природный и искусственный камень, глина и пр. Что касается 3D печати, то в настоящее время в состав смеси могут быть включены цемент, мелкий наполнитель, полимеры, резины, порошковые стали, сплавы металлов и различные композитные материалы.

Процесс возведения здания. В этом пункте можно наблюдать сильные отличия в технологии строительства. После установки строительного 3D принтера начинается процесс послойной экструзии строительной смеси, по заданной трехмерной компьютерной модели. Заранее подготовленная смесь загружается в бункер устройства и оттуда подается к головке принтера. Смесь наносится на поверхность площадки или на предыдущие напечатанные слои. В зависимости от конструктивного решения стены для ее заполнения могут использовать тяжелый или легкий бетон, теплоизоляционные материалы в виде волокнистых минераловатных или вспененных полимерных утеплителей, засыпки из различных материалов [1].

Техника на производстве. Для традиционного строительства необходимо большое количество различной техники: транспортная техника, землеройная, грузоподъемное оборудование, вспомогательное оборудование и пр. Что касается аддитивных технологий, то нам понадобится в процессе строительства лишь 3D принтер и машина для подготовки строительной смеси.

Рабочие на производстве. Для обеспечения качественной «печати» необходим постоянный контроль 2-х рабочих. Первый – смотрит за работой и показателями печатной установки, второй контролирует укладку слоя. Что касается традиционного метода, то тут необходим большой штат персонала: арматурщик, монтажник, стропальщик, столяр, крановщик, слесарь, электрик и др.

Сроки строительства. На возведение дома с применением аддитивных технологий площадью 100 квадратных метров уйдет около 1,5 месяцев, из которых принтер будет работать 30-35 часов в приемлемых погодных условиях. Традиционным методом, дом, с такой же площадью, будет строиться около 4,5 месяцев [2].

Стоимость строительства. Несмотря на дорогостоящее оборудование, обслуживание, ремонт, зарплаты персоналу с необходимой для работы высокой квалификацией, стоимость на строительство с применением 3D печати ниже. Ведь не придется включать в смету затраты на покупку дополнительных строительных материалов, дорогостоящих инструментов и найм огромного количества людей.

Нормативная документация и контроль. «Слабое место» аддитивных технологий, в связи с тем, что данное направление находится на начальном этапе развития. Для контроля качества есть только «ПНСТ 495-2020. Предварительный национальный стандарт РФ. Строительные и типовые процессы. Аддитивные технологии».

Сравнение жизненного цикла традиционного вида строительства и строительства с использованием аддитивных технологий.

Жизненный цикл традиционного строительства включает в себя следующие пункты: Техническое задание, Эскизный проект, Проект, Анализ, Составление рабочей документации, Производство, Процесс строительства, Логистика, Эксплуатация. Данный цикл является отличным примером хорошо отлаженных процессов, которые работают с очень давних пор. Но с внедрением аддитивных технологий его можно сократить. Можно убрать анализ, ведь на стадии составления проекта программа для 3D «печати» будет анализировать и просчитывать проект. Составление рабочей документации так же будет не нужно. Зачем составлять документы, которые являются основанием для проведения строительных и монтажных работ для робота? Пункт «производство» будет включен только в случае, когда погодные условия не будут позволять установить принтер на строительной площадке. В таком случае блоки будут печататься в цеху. «Логистика» так же будет нужна, только тогда, когда установка принтера на строительной площадке невозможна. Сокращение жизненного цикла ведет к уменьшению материальных и временных затрат на строительство в целом.

Сравнительный анализ показал, 3D печать - крайне перспективное направление в строительстве. Оптимизация производства, сокращение сроков строительства, повышенная безопасность на рабочей площадке, сокращение затрат на строительство, неограниченные архитектурные возможности, уменьшение строительных отходов, возможность использования 3D печати в ограниченных условиях – все это аддитивные технологии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Монастырев П.В., Езерский В.А., Иванов И.А., Бальтозар А.Д.* Анализ технологий 3D-печати стен малоэтажных зданий и их классификация, 2019. – С. 70-80.
2. *Ватин Н.И., Чумадова Л.И., Гончаров И.С., Зыкова В.В., Карпеня А.Н., Финашенков Е.А.* 3D-печать в строительстве. Строительство уникальных зданий и сооружений, №1(52). – 2017. – С. 27-46.

АНАЛИЗ СИСТЕМ АКТИВНОГО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

В связи с постоянным ростом цен на энергетические ресурсы, сложностью их добычи и негативным воздействием на экологию, применение новых более эффективных энергосберегающих технологий позволяет комплексно подойти к решению данных проблем.

В настоящее время в строительстве используются различные системы энергосбережения, но, к сожалению, их применение пока не вышло на должный уровень, в связи с недостатком полной и актуальной информации о климатических рисках, и как следствие - отсутствие стимула к внедрению новых технологий, направленных на снижение потребления энергии.

Также много сложностей возникает на этапе проектирования зданий с использованием данных систем. Таких, как: недостаточный уровень компетенций персонала, вследствие недостатка практического опыта в исполнении подобных задач; сложность процессов; низкий уровень цифровизации процессов; отсутствие системного подхода.

В настоящее время наиболее распространены следующие системы активного энергосбережения:

1. рекуперативные приточно-вытяжные системы механической вентиляции;
2. энергоэффективные вентилируемые ограждающие конструкции;
3. энергоэффективные подземные конструкции;
4. теплонасосные системы теплоснабжения;

Для поддержания комфортного микроклимата помещения в приточно-вытяжной вентиляции устанавливают рекуператор воздуха, который осуществляет как приток свежего воздуха, так и отток застоявшегося. Таким образом, рекуператор может решить проблему помещений, не оснащенных вентиляцией. Более того, он способен передавать часть тепла от выводимого воздуха к приточному в холодное время года и наоборот — в теплое. Это значительно снижает затраты на отопление и кондиционирование помещения. Экономически целесообразно применение такой системы только для районов с северным или умеренным климатом, так как необходима большая разница температур в помещении и за его пределами.

Основным принципом действия вентилируемых ограждающих конструкции с рекуперацией тепла является создание определенных условий для теплообмена встречных разнотемпературных потоков воздуха, а также использование специальных отражателей, которые могут быть в

виде покрывающих слоев или автономными [1]. Отражатель повышает температуру около себя из-за собственного нагрева и возвращает тепловое излучение обратно в помещение. Коэффициент полезного действия вентилируемых ограждающих конструкций с рекуперацией тепла зависит от характеристик и расположения отражателя, направления потока теплого воздуха, который может уходить в атмосферу или рекуперироваться в помещении. Эффективность работы системы повышается при совместном действии отражателя и рекуперации тепла в помещении наружным холодным воздухом [2, 3].

Основными параметрами, определяющими характер процесс внутри системы, являются: разница температур наружного воздуха и внутри помещения, типа приемного и выводящего клапана, материала отражателя, расхода воздуха, проходящего через систему. Эти параметры можно адаптировать под конкретное объемно-планировочное и конструктивное решение здания изменением положения отражателей, расхода воздуха с рециркуляцией вентиляционных выбросов [4].

Энергоэффективные фундаменты выполняют функцию несущих конструкций и функцию грунтового теплообменника, для этого в их конструкции располагают замкнутый контур теплообменника для циркуляции теплоносителя. Данный контур объединён с контуром системы отопления здания посредством теплового насоса, обеспечивающего передачу тепловой энергии от одного контура другому. На эффективность работы системы влияют климатические условия, определяющие тепловой режим грунтового основания, и теплофизические характеристики грунтов (теплопроводность, теплоемкость).

К энергоэффективным конструкциям фундаментов можно отнести сваи, диафрагмы, фундаментные плиты, стены подземных этажей, анкера и прочие конструкции, контактирующие с грунтом.

Тепловой насос представляет собой устройство, переносящее тепловую энергию от её источника (с низкой температурой) к потребителю (теплоносителю) с более высокой температурой [5]. Тепловые насосы обладают рядом преимуществ, таких как: реверсивность установки (зимой тепловые насосы обеспечивают тепло, летом дают возможность обеспечить помещению прохладу); срок службы от 25 до 50 лет; возможность использования при отсутствии электричества; безопасность для окружающей среды.

Стоит также отметить недостатки тепловых насосов, а именно: их высокую стоимость и необходимость использования дополнительного источника тепла в регионах с климатической нормой ниже -20°C .

С каждым годом потребность в энергоресурсах растет, но, к сожалению, доступность традиционных источников снижается. Сложность добычи приводит к их дефициту и росту цен. Поэтому задача по их экономии становится приоритетной на общемировом уровне.

Особенно актуальна данная тема в области строительства - сфере создания, модернизации и эксплуатации зданий, как жилых, так и коммерческих. Ввод жилья в России в 2022 году вырос в сравнении с прошлым годом на 44% - до 52,6 млн. кв. м. На строительную отрасль и ЖКХ приходится около 40% выбросов парниковых газов согласно оценке Международного энергетического агентства. И данную статистику мы в силах изменить благодаря использованию качественных, энергосберегающих материалов, современного инженерного оборудования и систем управления.

Энергоэффективность является долгосрочным трендом и стратегическим приоритетом развития компаний, участвующих в обеспечении жизненного цикла объектов строительства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ругалев М.М., Сычкина Е.Н.* Энергоэффективные вентилируемые ограждающие конструкции как система активного энергосбережения // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. – 2018. Т. 1. С. 247-254.
2. *Т.А. Ахмяров, В.С. Беляев, А.В. Спиридонов, И.Л. Шубин* Система активного энергосбережения с рекуперацией тепла // Энергосбережение. 2013. № 4.
3. *Беляев В. С., Лобанов В. А., Ахмяров Т. А.* Децентрализованная приточно-вытяжная система вентиляции с рекуперацией тепла // Жилищное строительство. 2011. № 3.
4. *Т.А. Ахмяров, А.В. Спиридонов, И.Л. Шубин* Энергоэффективные вентилируемые светопрозрачные ограждающие конструкции // Энергосбережение. 2015. № 1
5. *А.В. Захаров, Е.Н. Сычкина, А.Б. Пономарев* Энергоэффективные конструкции в строительстве: учеб. пособие / Пермский национальный исследовательский политехнический университет. Пермь, 2017. 103 с.

ОБСЛЕДОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ПОМОЩЬЮ ВІМ

Железобетонная конструкция - элемент здания или сооружения из бетона и арматуры. За счет сочетания своих свойств эти материалы обеспечивают совместное действие, что повышает физико-механические свойства конструкции из железобетона.

Дефекты в железобетонных конструкциях могут возникнуть из-за ряда причин: перегрузки конструкции (замена несущих элементов здания или сооружения, установка оборудования); наличия внешних воздействий на конструкцию, неучтенных на важнейшем этапе проектирования; ошибок при выполнении расчетов; ненадлежащей эксплуатации конструкций; работ, в процессе которых была нарушена технология строительства; различающихся деформаций оснований; замачивания конструкций; выполнения работ, несогласованных с проектом, и др.

Основной целью обследования конструкции является объективная оценка общего состояния данной конструкции с технической точки зрения, т.е. вывод о ее пригодности для дальнейшей эксплуатации. Данный критерий рассматривается по завершению обследования в заключении экспертизы. При положительном заключении конструкция считается пригодной для дальнейшей эксплуатации. В противном случае появляется необходимость в проведении работ по ремонту либо реконструкции здания или сооружения, а также готовятся меры по усилению данной конструкции.

Обследование конструкции состоит из двух этапов.

Первый этап - освидетельствование здания или сооружения, то есть процесс сбора всей необходимой информации по объекту: историческая справка, геометрия здания, характеристики строительного материала такие как прочность и деформативность, обнаруженные дефекты, проектные отклонения. Вся эта информация получается визуальным осмотром объекта, изучением документации по объекту, измерениями инструментальным способом физико-геометрических параметров конструкций, перерасчетом нагрузок и анализом результатов обследования, приведенном в заключении. Вопрос о необходимости в проведении последующих испытаний решается на основании информации, представленной в заключении: либо обследование переходит во второй этап, либо дается объективная оценка здания на по итогам освидетельствования.

Второй этап - испытания конструкций, дающие возможность собрать второстепенные сведения о реальных граничных условиях, о осо-

бенности деформирования конструкции, о напряжениях в ней. Во втором этапе выполняются следующие действия: измерения, лабораторные испытания, чтобы определить физико-механические характеристики материалов, инженерно-геологические изыскания, определение реальных эксплуатационных нагрузок и сопутствующие расчеты для проверки несущей способности конструкций, выявление причин появления дефектов и рисков разрушения. Т.к. разрушение бетона относительно долгий процесс, начинающийся при сравнительно невысоких нагрузках по отношению к разрушающимся, то для выявления в конструкции стадии разрушения необходимо применять новейшие современные методы. К таким методам можно отнести «измерение с помощью малобазных тензорезисторов деформаций в устье предельной для конструкции трещины», или «метод акустической эмиссии (рис.1), фиксирующей шумы», которые всегда присутствуют при процессе микроскопических разрушений в материале. Эти методы относятся к методам неразрушающего контроля (МНК).

МНК обладают следующим рядом достоинств: довольно высокая скорость контроля; высокая надежность; возможность автоматизации процессов; сравнительно невысокая цена.



Рис. 1. Метод акустической эмиссии.

При обследовании зданий и сооружений свою роль играет графическое изображение объекта обследования, его оформление и демонстрация.

Довольно много времени заказчик должен уделить строительной документации, чтобы в полной мере оценить текущее состояние здания или сооружения, т.к. даже по относительно маленькому объекту хранится очень много документов.

Современные технологии позволяют создавать очень точную 3D-модель здания или сооружения, содержащую в себе информацию о всех дефектах и нарушениях в конструкциях. По данной модели намного проще оценить состояние объекта. К тому же, в случае необходимости проведения обследований в будущем, либо в процессе эксплуатации, ее можно будет применить повторно, уже не затрачивая время на

ее создание. Иначе говоря данная технология применима на всех жизненных циклах здания, что является основным принципом информационного моделирования в строительстве.

При ремонте объекта появится необходимость в составлении ведомости по объемам выполненных работ. Созданная ранее информационная модель послужит хорошим помощником в этом деле, что даст возможность сэкономить время по сравнению с выполнением этой же работы традиционными способами.

ГОСТ 31937-2011 задает временные промежутки по проведению обследования конструкций. После ввода объекта в эксплуатацию на первое обследование дается срок в 2 года. Последующие обследования должны проводиться не реже, чем раз в десятилетие. Что касается уникальных зданий и сооружений, они находятся в непрерывном режиме наблюдения за состоянием их конструкций. Если в результате обследования проглядываются возможные дальнейшие непредвиденные дефекты, то регулярность последующих обследований может участиться.

По итогу технического обследования конструкция может быть признана аварийной, исправной, ограниченно работоспособной и работоспособной, недопустимой для эксплуатации. Аварийная и недопустимая к эксплуатации конструкция являются крайне опасными состояниями объекта, так как могут привести к его разрушению. Для будущей эксплуатации объекта нужно выполнить работы по повышению несущей способности и восстановлению характеристик конструкций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Лужин О.В. и др.* Обследование и испытание сооружений. Учеб. для вузов (1987)
2. *Байков В.Н., Сигалов Э.С.* Железобетонные конструкции. Общий курс. М., 1991. С. 60-65.
3. *Козачёк В.Г. и др.* Обследование и испытание зданий и сооружений Козачёк В.Г. Нечаев Н.В. Нотенко С.Н. Римшин В.И. Ройтман А.Г. Год издания 2004
4. *Дорошин И.Н., Курбанов О.Р.* «Обследование железобетонных конструкций»
5. *Дорошин И.Н.* «Характерные зависимости для расценок на объемные работы при обследовании зданий и сооружений»

ПЕРЕХОД ПРОЕКТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ НА ДИСТАНЦИОННЫЙ ФОРМАТ РАБОТЫ

Согласно данным сервисам по поиску и подбору работы, заработная плата удаленных сотрудников в области проектирования строительства варьируется от 65 до 150 тысяч рублей. Требования – твердые знания нормативной базы строительства, уверенные пользователи программного обеспечения (AutoCAD, Revit, ArchiCAD, MS Office и др), опыт в процессе разработки проектной документации. Больше, чем у 30% вакансий отмечено, что возможен дистанционный формат работы.

Проведя анализ деятельности специалиста в области строительного проектирования, можно сделать вывод о том, что часть функций может быть реализована вне зависимости от месторасположения рабочего места [4]. Всю большую популярность набирают коворкинги и свободные офисы, где есть доступ к сети интернет и возможность работы удаленно. Данный формат, в первую очередь, должен быть согласован с руководством организации и быть регламентирован нормативными документами проектной организации [1].

Рост информационных технологий и повышенный интерес к дистанционной работе, возникший в пост пандемийный период, повлек за собой массовый переход на формат работы вне офиса. На сегодняшний день существует множество исследований дистанционной работы в многих сферах, в том числе в строительстве [2,3]. Мы понимаем, что переход самого строительного производства на дистанционный формат невозможен в связи с задачами строительства – возведения реальных физических объектов.

При этом, территориальное расположение специалистов, занимающихся разработкой проектно-сметной документации по конкретному строительному объекту, может не ограничиваться даже территорией одной страны. Имея в доступе необходимые информационные системы, проектировщик может выполнять свои рабочие задачи как в стенах проектной организации, так и дома. Это открывает возможности для специалистов в развитии навыков и умений для создания для себя и своего работодателя комфортных условий работы.

При наличии положительных аспектах дистанционной деятельности для проектировщиков, на сегодняшний день отсутствует переход проектной организации на полный формат дистанционной работы.

Отсутствие такого опыта может быть связан с:

1. Неготовностью нормативной базы проектирования к дистанционному формату взаимодействия;

2. Неготовностью административного аппарата проектной организации к отсутствию сотрудников на рабочих местах;
3. Не разработанностью эффективных средств мониторинга и контроля деятельности проектировщика;
4. Не согласованностью взаимодействий участников строительного процесса, связанное с разницей в часовых поясах и сложными коммуникационными связями и пр [5].

Строительный процесс имеет внутри себя большое количество участников (рис. 1), где на каждом этапе есть взаимодействие с проектной организацией в том или ином виде. Оперативное решение поставленных задач, быстрое реагирование на изменяющиеся условия среды, обратная связь – чем слаженнее работает команда проектировщиков, тем эффективнее будет реализован проект.

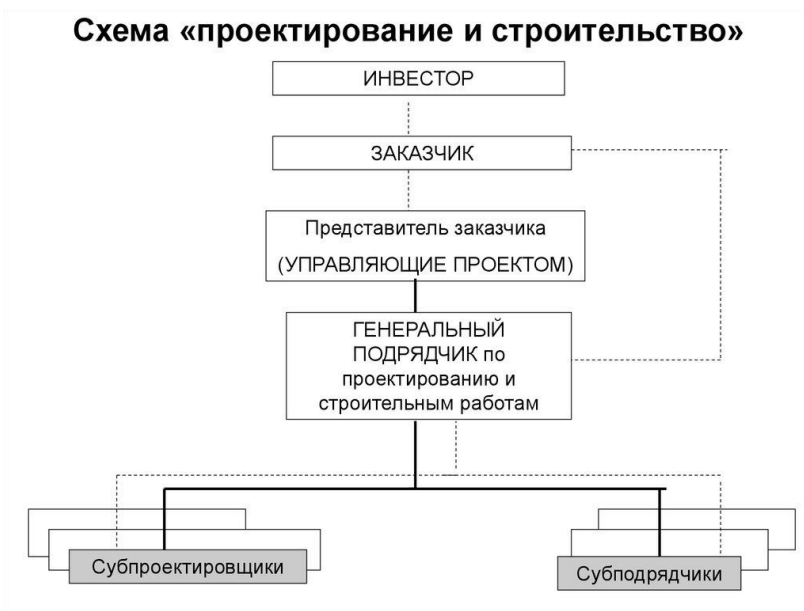


Рис. 1. Связи в проектировании и строительстве

Практический опыт перехода на дистанционный формат работы показывает, что такой формат возможен, особенно в периоды сильного влияния внешних событий, например пандемии COVID-2019 [6]. Проектная организация имеет внутри себя ресурсы и опыт перестройки существующей системы работы, тем не менее, при возвращении благоприятных условий большинство сотрудников вернулись к традиционному формату работы. Такой переход связан, как было указано выше, с неготовностью системы проектирования, большого количества участников строительного процесса и сложной системой их взаимодействия.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что на сегодняшний день сохраняется интерес к дистанционному формату работы в проектировании строительства и данный опыт присутствует на рынке труда. Для более полной перестройки на постоянной основе необходимо более подробно рассчитать экономический эффект и результативность деятельности дистанционных сотрудников.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *A. Slavina*. Concerning the project company division work optimization using the virtual work methods. // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering – 2018. – V. 365 – 062019. DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/365/6/062019>
2. Итоги первого российского исследования рынка дистанционной занятости [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.slideshare.net/bitrixcms1/02-json-1>.
3. *Мартынова, О.В.* Удаленная занятость в России и перспективы ее развития/ О.В. Мартынова // Молодой ученый. – 2016. – №2. – С. 542-545.
4. *Саяпин В.О.* Сетевое общество как матрица современной структуры социальной виртуальности/ В.О. Саяпин // Манускрипт. – 2016. – №1(63). – С. 141-147.
5. *Славина А.Ю.* Удаленная работа в проектировании строительства/ А.Ю. Славина, Д.Б. Терешенко, М.З. Жумаев, Я.А. Чадкина // Наука и бизнес: пути развития. – 2019. – № 2(92). – С. 138-140.
6. *Трегубова В.М.* Компьютерные технологии и дистанционная занятость работников/ В.М. Трегубова // Социально-экономические явления и процессы. – 2013. – №. 2(048). – С. 117-120.

Студент 3 курса 11 группы ИПГС Раскова В.П.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. Д.Д. Коротеев

АНАЛИЗ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ЦИФРОВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ К ЕГО 3D-ПЕЧАТИ

Сегодня информационные технологии позволяют почти каждой отрасли развиваться в новых направлениях, и строительная является одной из них. Использование аддитивных технологий в строительстве имеет множество преимуществ, таких как уменьшение затрат на использование дополнительных инструментов и материалов, снижение ручного труда, повышение скорости производства, увеличение архитектурной свободы при возведении сложных объектов [1] и прочее.

Процесс подготовки цифровой информационной модели для печати включает в себя несколько этапов: созданная 3D-модель конвертируется в stl-формат, после чего она разделяется на слои, которые будут последовательно напечатаны на 3D-принтере. На основе этого разделения пишется G-код, предназначенный для передачи информации на 3D-принтер.



Рис. 1. Пример цепочки процессов для 3D-печати

У описанного выше процесса существуют некоторые проблемы: stl формат хранит только геометрическую информацию об объекте, поэтому данные о материалах, которые были заложены в процессе моделирования с использованием BIM-технологий, теряются. Также послойная печать не адаптирована к различным условиям производства, поэтому необходимо специальное программное обеспечение, которое будет контролировать процесс нарезки с учётом различных параметров бетона. Данную проблему может решить конвертация 3D-модели в amf (Additive manufacturing file format) [2].

При использовании программного обеспечения процесс подготовки и создания модели для 3D-печати можно разделить на 3 этапа:

Первый этап. Очевидно, что любая 3D-печать, вне зависимости от используемого материала, начинается с создания 3D-модели. Саму модель можно создать в системах автоматизированного проектирования. Наиболее прогрессивным вариантом при создании 3D-модели будет использование платформ для информационного моделирования. Суть информационного моделирования зданий (Building Information Modeling – BIM) заключается в том, что помимо геометрических характеристик объекта модель содержит дополнительную информацию об

объекте, которую можно использовать для создания документации и спецификаций.

Благодаря BIM-технологиям одна модель может содержать в себе архитектурные, конструктивные, инженерные и экономические составляющие. BIM-технологии имеют также некоторые недостатки, такие как: сложность в освоении программ, высокая стоимость обучения и программного обеспечения, небольшое число справочной литературы, необходимость полностью пересматривать процесс проектирования при переходе на информационное моделирование [3].

Результатом первого этапа будет готовая 3D-модель здания.

Второй этап. После создания 3D-модели необходимо её конвертировать в «понимаемый» программами «слайсерами» формат. Для этого используются специальные программы-конвертеры или плагины для программ, в которых создавалась модель. Пример плагина для платформы Revit: STL Exporter for Revit. Этот плагин конвертирует собственные форматы Revit в stl [4]. В версии Revit 2022 появилась возможность экспорта в stl с помощью встроенных инструментов, что намного упрощает задачу. Очевидно, что разделяться на слои будет не вся модель, а только те части, которые будут напечатаны на 3D-принтере. Это следует учитывать при подготовке модели к конвертации.

Результатом второго этапа будет конвертированная 3D-модель здания.

Третий этап. Третий этап характеризуется послойным разделением конвертированной модели в специальных программах. Примеры таких программ: Slic3r, Cura 3D, Simplify3D. Важное отличие этих программ в том, что программа Slic3r поддерживает формат amf.

Таблица 1 Форматы, поддерживаемые программами «слайсерами»

Программа	Поддерживаемые форматы
Slic3r	STL, OBJ, AMF
Cura 3D	STL, OBJ, 3MF
Simplify3D	STL, OBJ

Simplify3D является альтернативой Slic3r, она имеет большее количество настраиваемых параметров в расширенных настройках (около 150) [5]. Cura3D, в свою очередь, является упрощённой альтернативой вышеперечисленных форматов. Она обладает простым интерфейсом, но, в свою очередь, меньшим функционалом чем Simplify3D.

Как было указано выше, stl-формат сохраняет только геометрию объекта. Информация о цветах и материалах теряется. Но amf-формат решает эту проблему: он сохраняет информацию о цвете и материале. На практике эту информацию о материале можно применить для регулировки скорости печати и для понимания, какой именно раствор будет использоваться в конкретной части здания. Это необходимо для того,

чтобы перед нанесением последующего слоя предыдущий успел набрать требуемую прочность, и конструкция не потеряла форму. При использовании Cura3D и Simplify3D появляется необходимость возвращаться к информационной модели для того, чтобы свериться с тем, какой материал используется в элементах модели.

После разделения на слои программа создаёт G-код. G-код представляет собой набор команд, которые управляют 3D-принтером. Этот код можно изменить вручную если программа для разделения не обладает соответствующим функционалом.

Таким образом, самым оптимальным вариантом будет конвертация модели в amf формат, чтобы во время работы со «слайсерами» не требовалось переключаться на программу для моделирования для получения информации о материале. Подобное использование аддитивных технологий в связке с информационным моделированием позволяет упростить процесс подготовки и создания информационной модели для её последующей 3D-печати.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *J.G. Sanjayan, B. Nematollahi.* 3D Concrete Building Technology Chapter 1: 3D Concrete Printing for Construction Applications. Swinburne University of Technology, Hawthorn, VIC, Australia. 2019. P. 3-4.
2. Autodesk [Электронный ресурс]: Autodesk University Russia 2018. Режим доступа: <https://knowledge.autodesk.com/ru/search-result/caas/video/youtube/watch-v-dcZQbUwHzeo.html>
3. *Яковлева С. А.* Преимущества и недостатки использования BIM при проектировании // StudArctic forum. 2017. № 3 (7). С. 25.
4. ISICAD – Ваше окно в мир САПР [Электронный ресурс]: Создание архитектурно-строительной 3D-модели здания в Autodesk Revit для экспорта на 3D-принтер. Режим доступа: https://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=20719
5. *B. Jason.* 3D Printing Concrete Structures and Verifying Integrity of their G-Code Instructions: Border Wall a Case Study. University of Southern Mississippi. 2017. 123 p.
6. Техно3D [Электронный ресурс]: Учебник по Cura 3D. Режим доступа: <https://3dpt.ru/blogs/support/cura>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА СТРОИТЕЛЬНОГО ОБЪЕКТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

Широкое распространение, внедрение и совершенствование информационных технологий в строительстве позволяет инженерам-строителям формировать модели реальных строительных площадок или отдельных зданий и сооружений.

Развитие цифровых информационных моделей (BIM-моделей) породило появление цифровых двойников, которые позволяют собирать и корректировать информацию о строительном объекте в динамике всего жизненного цикла здания. На сегодняшний день ведётся дискуссия по поводу точного определения понятия цифрового двойника строительного объекта и его различий с BIM-моделями. В основном, цифровым двойником называют реальный программный аналог строительного объекта, наиболее точно отображающий основные физические свойства строительного объекта, моделирующий внутренние процессы, технические характеристики и поведение объекта в условиях воздействия окружающей среды [1].

Цифровые двойники нашли наибольшее применение именно на стадиях операционного и приёмочного контроля. Крайне низкая возможность использования цифровых моделей при входном контроле обуславливается тем, что прикладное применение таких моделей пока ограничивается проверкой корректности составления исполнительной документации в соответствии с проектной документацией.

На стадии операционного и приёмочного контроля, этапе строительства, проводимого в основном производителем работ, цифровой двойник позволяет решить ряд проблем (в основном административного характера), таких как:

- Автоматизированный контроль времени, контроль качества выполненной работы, постоянный контроль за графиком реализации проекта.
- Определение отклонения фактического строительства от запланированного на ранних стадиях, сводя к минимуму риск невыполнения сроков строительства.
- Автоматизированные отчеты о ходе строительства [2].

Начиная со стадии проектирования, архитекторы и инженеры-проектировщики формируют первоначальную информационную модель со всеми характерными свойствами. Зачастую современные программные комплексы, в которых формируются модели, оснащены всей нормативно-технической базой необходимой для разработки проекта.

Эта технология ограничивает возможность появления ошибок, вызванных человеческим фактором (согласно статистике от 18% до 51% строительных аварий происходит из-за ошибок проектирования [3]), следовательно, повышает качество графической части проекта и снижает нагрузку на первичный контроль проектной документации.

Сформированный первоначальный цифровой двойник несёт в себе всю необходимую информацию вплоть до рабочей документации по отдельным частям объекта. В процессе непосредственного возведения здания, в проект практически любого строительного объекта вносятся правки (в связи с ошибками проектирования) и изменения (в связи с требованием заказчика или иными причинами). Динамичность модели позволяет учитывать и сохранять историю всех внесённых изменений, что позволяет инженерам контроля учитывать влияние этих изменений на дальнейшее возведение здания или сооружения [4].

На стадии строительства формирование цифрового двойника строительного объекта позволяет значительно сократить ресурсно-временные затраты на все виды контроля за строительством. В административном плане введение цифровых двойников позволяет инженерам, осуществляющим контроль, быстро получать доступную информацию обо всех этапах и отдельных частях проекта. Кроме этого, использование 3D-инфографики при построении цифровой модели значительно упрощает визуальное восприятие модели (по сравнению с 2D-графическими материалами).

В связи с осуществлением сразу нескольких контрольных мероприятий в пределах одной стадии жизненного цикла объекта строительства, цифровой двойник позволяет в доступной и быстрой форме передавать графическую информацию об объекте от одного контролирующего органа к другому (например, от службы технического надзора заказчика, службе государственного надзора и наоборот). Помимо этого, передача графической и текстовой информации модели осуществляется и последующим этапам жизненного цикла. После завершения стадии проектирования модель передаётся контролирующим органам стадии строительства и т.д.

Важным качеством цифровой модели является совместимость с широким кругом сторонних программ. Взаимодействие модели и внешних программ может быть использовано практически на всех стадиях контроля. В частности, на стадии проектирования, для экономии времени, непосредственно в пространство цифровой модели есть возможность подключения различных САЕ-программных комплексов для инженерных расчётов [5]. Использование таких программ значительно сокращает временные затраты на производство инженерных расчётов, а также исключает необходимость дополнительного контроля за качеством проводимых расчётов.

На сегодняшний день использование цифровых двойников в строительном контроле сильно ограничено низким уровнем цифровой оснащённости большинства компаний и нехватки квалифицированных кадров для создания качественных цифровых двойников и дальнейшего взаимодействия с ними. Помимо этого, практически отсутствует нормативная документация, регулирующая правовую и техническую основу внедрения цифровых двойников. Отсутствие статистических данных о целесообразности и технико-экономическом преимуществе цифровых моделей по сравнению с более ранними технологиями также усложняет внедрение цифровых двойников.

БИБЛИГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Козлов П.О., Рогачёв Е.С., Шупилев И.Л.* Цифровые двойники в строительстве на фоне развития технологий BIM // Материалы 61-ой студенческой научно-технической конференции инженерно-строительного института ТОГУ, 2021. С. 275–279.
2. *Гришина О.С., Савченко А.В., Маричев А.П., Залата Е.С., Петроченко М.В.* Контроль строительной площадки с помощью информационной модели // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2017. №12 (63). С. 7-19.
3. *Арушонюк Ю.Ю.* Об ошибках проектирования строительных конструкций // Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона». №11. 2021. С. 1–2.
4. *Крюков К.М., Шаповалов А.В.* Использование технологии цифровых двойников в строительстве // Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дюна». №5. 2021. С. 6-7.
5. *Куприянов А.В., Мелкозёров М.Г., Куренкова Т.Н.* Основные понятия и функции CAD/CAM/CAE систем // Научный журнал «Молодость. Общество. Современная наука, технологии и инновации». №18. 2019. С. 256-257.

*Студентка 3 курса 2 группы ИПГС Седова М.О. ,
Студентка 3 курса 2 группы ИПГС Пleshкова Ю.И.
Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. Т.Х. Бидов*

УПРАВЛЕНИЕ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА СРЕДНИХ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ШКОЛ

Актуальность проблемы проведения капитального ремонта СОШ не поддается никаким сомнениям. С 1 января 2022 года была запущена новая масштабная президентская программа капитального ремонта школ "Развитие образования" в соответствии с [Постановлением Правительства РФ от 26 декабря 2017 г. № 1642](#), реализация которой рассчитана с 2022 по 2026 год. По поручению Президента России до конца 2026 года в рамках проекта планируется проведение работ в более чем 7,3 тыс. зданий школ.

В период с 2022 по 2023 год капитальный ремонт был выполнен в 1,5 тыс. образовательных организаций по всей стране – эту статистику обозначил министр просвещения Сергей Кравцов.

В ходе выполнения программы неминуемо возникли проблемы с ее реализацией, такие как:

- несоблюдение запланированных сроков выполнения работ;
- закупка низкокачественного оборудования;
- проблемы с финансированием;
- нехватка сотрудников на объекте;
- проблемы с логистикой. [1]

Результатом работы президентской программы по капитальному ремонту учебных организаций является также МБОУ Луховицкой средней общеобразовательной школы №9, комплексное обследование инженерно-технического состояния которой было проведено в рамках проекта в июне 2022 года на основании муниципального контракта в соответствии с Техническим заданием. На момент проведения обследования здание школы не эксплуатировалось.

Подойти к решению вопроса по капитальному ремонту невозможно без проведения грамотного комплексного обследования здания, необходимого для оценки значений параметров грунтов основания, строительных конструкций, инженерного обеспечения, характеризующих работоспособность объекта обследования и определяющих необходимость его восстановления, усиления или ремонта.[2] В связи с тем, что здания школ, попадающие под программу по капитальному ремонту, зачастую характеризуются длительным сроком эксплуатации и/или качеством материалов конструкций, не соответствующим актуальным нормам, визуально-инструментальное обследование и результаты пове-

рочных расчетов позволяют разработать рекомендации по противоаварийным мероприятиям, устранению выявленных дефектов, повреждений и отклонений фактических контролируемых параметров от нормативных. Неверно проведенные работы могут привести к ошибке в определении категории технического состояния объекта, некорректно составленной проектной документации, что влечет за собой увеличение сроков проведения работ и их значительному удорожанию.

В МБОУ СОШ №9 г. Луховицы комплексное обследование здания было проведено 2 раза в связи с тем, что после демонтажа отделочного слоя были выявлены трещины раскрытием более 3мм в несущих стенах и перегородках, что послужило основанием для проведения повторного обследования объекта.

Согласно обобщенной статистике, наибольший процент дефектов зданий возникает из-за ошибок проектирования (от 20% до 50%) и нарушения технологии изготовления и монтажа (от 17 % до 53%). [3] Выявлено, что основной ошибкой этапа проектирования является недостаточный анализ результатов вычислений, выполненных с помощью программного комплекса.

На основании технического заключения по результатам проведенного обследования и технического задания разрабатывается проектная документация.

Дизайн-проект и проектная документация по капитальному ремонту школ МО должны быть разработаны согласно методическим рекомендациям по капитальному ремонту школ в Московской области (брендбук) и соответствовать единым требованиям к архитектурным и колористическим решениям. [4] Сокращение числа применяемых решений и материалов позволяет сократить сроки выполнения как проектно-сметных, так и строительно-монтажных работ за счет использования унифицированных решений.

Проект организации строительства также является неотъемлемой частью проектной документации, обеспечивает выполнение работ в заданные сроки, поскольку включает в себя требования по выполнению предписаний технических регламентов в строительстве, а также служит основой для распределения капитальных вложений и объемов СМР по этапам и срокам строительства.

Проект производства работ, разрабатываемый на основе ПОС тоже является одним из необходимых документов для ремонтных или строительных работ. В ППР прописывается план работ и все необходимые требования к организации строительства.

ППР разрабатывается с целью оптимизации производственного процесса. В нем выявляется наиболее выгодная технология строительства, благодаря которой объем работ выполняется в наиболее сжатые сроки с максимальным КПД.

Для определения объема денежных средств, необходимых для реализации проектных решений, составляются сметы.

Разработанная проектно – сметная документация подлежит оценке качества принятых решений и их соответствия нормативно – технической документации. В связи с большим объемом работ по капитальному ремонту школ в Минстрое РФ был разработан упрощенный порядок прохождения экспертизы. В рамках государственной программы проверки будет подлежать сметная документация.

В течение всего срока строительно – монтажных работ до сдачи объекта в эксплуатацию ведется технический надзор, который регулирует соблюдение сроков строительных работ, контролирует качество выполняемых работ и используемых материалов, а также сохранение выделенных средств и контроль за их расходованием.

С точки зрения организации производства жизненного цикла крайне важным является построение грамотной взаимосвязи между этапами обследования, проектирования и капитального ремонта здания. Это необходимо для получения качественного результата и соблюдения запланированных сроков. Проведение комплексного обследования объекта является основой и обеспечивает качественный результат последующих работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Капитальный ремонт школ: текущее состояние: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/news/1557438/>. (Дата обращения: 21.02.2023)
2. ГОСТ 31937-2011. «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния».
3. *Р.Г. Касимов* Дефекты и повреждения строительных конструкций, методы и приборы для их количественной и качественной оценки: учебное пособие / Р. Г. Касимов; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2016. – 109 с.
4. *Гарянин Г.А.* Брендбук: методические рекомендации по капитальному ремонту школ в Московской области / Горянин Г.А. – Московская область, 2022. – 56 с.

ОСНОВЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРТИЗЫ И ОБСЛЕДОВАНИЯ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ

Качество жилищного фонда РФ является ведущим вопросом в градостроительной сфере. Несмотря на увеличение темпов строительства нового жилья, в том числе и в связи со своевременным принятием антикризисных мер во время пандемии, проблема ветхого и аварийного жилья все еще не решена. Появление новых жилых объектов не исключает износ более ранних построек (см. рис. 1). По данным официальных источников, на 30 января 2023 года площадь жилых помещений, признанных аварийными, составляет 29,17 млн. кв. м., соответственно количество аварийных домов 114 147 ед. [1].



Рис. 1 Статистика аварийного жилищного фонда в России (Источник: данные статистического сборника «Жилищное хозяйство в России» 2022 года/ [2])

Несмотря на успехи реализации программы (см. рис. 2), темпы фактически реализованных мер по ликвидации аварийного жилья не успевают за темпом становления аварийного жилья. С 2008 г. было расселено только 22, 88 млн. кв. м., что меньше актуальной площади аварийных домов. По оценкам специалистов, аварийный жилой фонд каждый год будет пополняться на 2 млн. кв. м. [3]

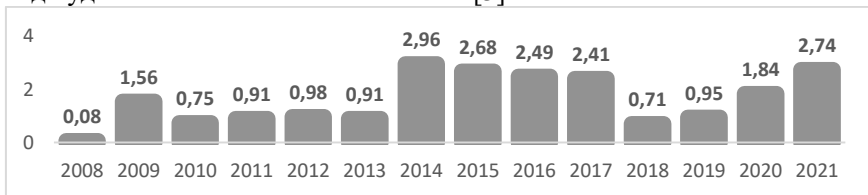


Рис. 2 Фактическое расселение аварийного жилищного фонда, млн. м² (Источник: данные официального сайта Реформа ЖКХ/ [1])

Решение проблемного жилья предполагает строительство нового жилищного фонда, а также обновление устаревшего, т.е. модернизация

цию, реконструкцию и капитальный ремонт жилых зданий, которые нуждаются в восстановлении параметров технического состояния строительных конструкций. Основным направлением в поддержании необходимого для проживания состояния строительных конструкций жилых домов является система региональных программ капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах [4].

В свою очередь, важным этапом в определении объема, срока и направления работ по капитальному ремонту является техническое обследование зданий и сооружений, которое охватывает широкий комплекс вопросов, связанных с определением категории технического состояния сооружения, а также с разработкой проектной документации и планированием капитального ремонта, модернизации, реконструкции зданий или усиления отдельных конструкций. Проведение своевременного технического обследования необходимо для удержания жилищного фонда от преждевременного выбытия и актуализации сведений о состоянии жилищного фонда.

Истечение нормативных сроков эксплуатации зданий, физический и моральный износ, функциональное устаревание зданий являются факторами для увеличения объемов проводимых обследований. В рамках технического обследования не существует единого подхода его проведения, но при этом имеется перечень нормативно-технической документации, на которые эксперты могут опираться для проведения обследования. При этом принцип проведения обследования и экспертизы зданий и сооружений по определению категории технического состояния объекта, несмотря на наличие определенного регламента проведения диагностики строительных конструкций, носит экспертный характер, то есть по большей части основан на личном опыте в данной сфере специалиста. Это означает, что результаты обследования одного и того же объекта, проведенного несколькими независимыми специалистами отдельно друг от друга, могут отличаться, в том числе и в связи с различиями методов исследования и измерительных приборов.

Анализ периодической литературы на тему капитального ремонта за последние 5 лет свидетельствует о том, что тема капитального ремонта практически в равной степени интересна авторам как в строительной сфере, так как напрямую связана с проведением строительных работ, так и в экономической сфере [5]. Интерес со стороны экономистов связан с тем, что улучшение жилищных условий напрямую влияет на качество жизни и является предметом проводимой политики государства. На данные цели выделяются значительные объемы финансирования, в связи с чем при проведении капитального ремонта важно проводить своевременное и достоверное обследование, экспертизу.

Целью исследования является разработка методики проведения обследования и экспертизы при капитальном ремонте. К задачам исследования относятся:

- Анализ научных и практических работ (НИОКР) по теме экспертизы, обследование при капитальном ремонте.
- Приведение теоретических основ экспертизы, обследования при капитальном ремонте, а также составление модели проведения экспертизы и обследования при капитальном ремонте.
- Изучение опыта проведения экспертизы, обследования при капитальном ремонте.
- Определение факторов, влияющих на необходимость проведения экспертизы, обследования при капитальном ремонте.
- Выявление путей повышения эффективности проведения экспертизы и обследования при капитальном ремонте.
- Разработка методики оценки эффективности проведения экспертизы, обследования при капитальном ремонте в современных условиях.
- Адаптация и внедрение разработанной методики проведения экспертизы, обследования при капитальном ремонте на реальном объекте.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аварийный фонд - Текст : электронный // Реформа ЖКХ : официальный сайт. - 2023. - URL: <https://www.reformagkh.ru/> (дата обращения: 27.01.2023).
2. Федеральная служба государственной статистики (Росстат) : официальный сайт. – Москва. – URL: <https://rosstat.gov.ru/statistic> (дата обращения: 27.01.2023).
3. Аварийное жилье в России будет ежегодно прирастать на 2 млн кв. м. / *Наталья Густова*. – Текст электронный // РБК: [сайт]. - 2022. - 16 февр. - URL: <https://realty.rbc.ru/news/620ccc169a7947f10b3c4b66> (дата обращения: 27.01.2023)
4. "Жилищный кодекс Российской Федерации" [Электронный ресурс] : от 29.12.2004 N 188-ФЗ (ред. от 21.11.2022). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
5. eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 17.02.2023). –Режим доступа: для зарегистрир. пользователей – Текст: электронный.

ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ОБЪЕКТОВ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕНИЯ ДОСТУПНОСТИ РЕСУРСОВ

Жизненный цикл проектов капитального строительства — это продолжительность времени от начала реализации проекта до его полного завершения. В условиях ограниченности ресурсов эта задача может быть сложной, но она достижима при наличии правильных стратегий и инструментов.

- Эффективное планирование проекта: Начните с разработки всеобъемлющего плана проекта, в котором указаны масштабы проекта, сроки, бюджет и потребности в ресурсах. Этот план должен быть реалистичным и учитывать ограниченную доступность ресурсов.

Эффективное планирование проекта является важнейшим аспектом успешного управления проектом. Комплексный план проекта должен включать всю необходимую информацию о масштабах проекта, целях, сроках, бюджете и потребностях в ресурсах. Имея четкий и реалистичный план, руководители проектов могут гарантировать, что проект продвигается гладко и остается в рамках бюджета и временных ограничений, даже в условиях ограниченной доступности ресурсов.[2].

В условиях ограничения доступности ресурсов можно использовать один эскизный проект здания с одинаковыми конструктивными решениями. Это позволит удешевить строительство, за счет уменьшения объема расчетов здания, что, в конечном итоге, приведет к удешевлению последующих проектов.

- Определение приоритетов целей проекта:

В условиях ограниченных ресурсов важно расставить приоритеты в целях проекта и сосредоточиться на тех, которые принесут наибольшую пользу. Это требует тщательного анализа и оценки рисков, выгод и последствий проекта.

- Мониторинг и контроль проекта:

Эффективный мониторинг и контроль проекта могут помочь гарантировать, что проект продвигается в соответствии с планом и что любые проблемы или отклонения будут оперативно устранены. Следует проводить регулярные обзоры прогресса и обновления статуса, а при необходимости предпринимать корректирующие действия.

- Оптимизация ресурсов:

Для оптимизации ресурсов необходимо выявлять и устранять потери, неэффективность и дублирование усилий. Этого можно достичь с помощью методов бережливого управления проектами, таких как свое-

временное планирование, отображение потока создания ценности и постоянное совершенствование.

- Вовлечение заинтересованных сторон: следует вовлекать заинтересованные стороны на ранней стадии и часто, чтобы убедиться, что их потребности и ожидания удовлетворены. Это включает в себя регулярное общение с ними и участие их в процессах принятия решений.

- Управление рисками:

Выявление потенциальных рисков и разработка планов действий в чрезвычайных ситуациях для смягчения их воздействия. Это включает в себя наличие плана управления рисками, в котором изложено, как следует реагировать на потенциальные риски и смягчать их влияние на проект.

- Управление человеческими ресурсами

В строительстве управление человеческими ресурсами в первую очередь связано с обеспечением того, чтобы проект располагал достаточными человеческими ресурсами с правильным набором навыков и опытом для успешного завершения проекта. Найм профессиональных рабочих кадров хоть и увеличит расход денежных ресурсов на период возведения строения, однако уменьшит количество ошибок при строительстве, тем самым, минимизирует перерасход материалов. Применение специалистов удешевляет последующее обслуживание здания и, тем самым, удешевляет жизненный цикл сооружения.[3].

- Управление отходами

32% отходов на полигонах образуются в результате строительства и сноса зданий, а 13% продуктов, доставляемых на строительные площадки, отправляются непосредственно на свалку без использования (см. Совет по технологической стратегии).[4].

Эффективное управление отходами становится все более важным в строительных проектах, обеспечивая правильное и эффективное обращение с отходами и, в идеале, их минимизацию, повторное использование или переработку. В идеале до начала строительства должен быть подготовлен план управления отходами на площадке (SWMP), описывающий, как материалы будут эффективно управляться и утилизироваться на законных основаниях во время строительства объекта, а также объясняя, как можно максимально увеличить повторное использование и переработку материалов.

- Аренда строительного оборудования и машин.[4].

В ситуации ограниченных ресурсов уместным решением будет аренда необходимого оборудования. Данное решение существенно экономит расходы на возведение здания, что поможет более верно распределить ресурсы.

Следуя этим рекомендациям, организации могут эффективно управлять жизненным циклом проектов капитального строительства в усло-

виях ограниченной доступности ресурсов. Хочется также отметить, что рациональное использование ресурсов положительно скажется на весь цикл строительства независимо от задач здания или сооружения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Русанова, Т. Г.* Организация технологических процессов при строительстве, эксплуатации и реконструкции строительных объектов, 2017.
2. *Ширишков, Б. Ф.* Организация, планирование и управление строительством: АСВ, 2020.
3. *Лескина Н. А.* Жизненный цикл объектов строительства и управление недвижимостью // МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «СИМВОЛ НАУКИ», №1, 2016, с. 132 – 135.
4. *Review A. Life Cycle Assessment of Buildings. Renewable and Sustainable Energy Re-views*, 2008.
5. *Ченга Ю. М.* Методы планирования и контроля проекта в управлении строительством. Международный журнал управления проектами, 2006.
6. *С.А. Баронин, А.Г. Янков* Контракты жизненного цикла: понятийный анализ, зарубежный опыт и перспективы развития в России // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – №6. С.125-150.
7. *С.А. Баронин, А.Г. Янков* Особенности регулирования стоимости комплексного жилищного строительства в контрактах жизненных циклов недвижимости // Вестник государственного университета управления. – 2013. – №23
8. *С.А Баронин* Оценка стоимости владения жилой недвижимостью в жизненных циклах зданий, как инструмент управления энергоэффективностью/ С.А Баронин [и др.]; под общ. ред. А.В. Белого и С.А. Баронина-Астана:ПРООН,2015.