

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ЭНЕРГИЯ МОЛОДЫХ – СТРОИТЕЛЬНОМУ КОМПЛЕКСУ

**Сборник материалов
XVII Межрегиональной научно-технической конференции
студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых**

23–26 мая 2023 г.

Братск
Издательство Братского государственного университета
2023

«Энергия молодых – строительному комплексу»: сборник материалов XVII Межрегиональной научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых. – Братск : БрГУ, 2023. – 108 с.

В сборнике опубликованы материалы, отражающие результаты научно-исследовательской работы студентов, магистрантов и аспирантов, обучающихся по направлению «Строительство». Особое внимание в материалах сборника уделено решению вопросов опережающего развития северных регионов страны.

В конференциях приняли участие представители вузов Красноярска, Томска, Новосибирска и Братска.

Оргкомитет конференции выражает благодарность всем докладчикам и их научным руководителям за активность, энергию и научное творчество.

Организационный комитет:

- Зиновьев А.А.** – канд. техн. наук, научный руководитель, доцент базовой кафедры строительного материаловедения и технологий;
- Дудина И.В.** – канд. техн. наук, доцент, заведующая кафедрой СКиТС;
- Белых С.А.** – канд. техн. наук, доцент, заведующая базовой кафедрой СМиГ;
- Сыготина М.В.** – канд. техн. наук, доцент, декан факультета экономики и строительства;
- Шляхтина Т.Ф.** – канд. техн. наук, доцент, учёный секретарь конференции;
- Коплик Н.В.** – технический секретарь конференции.

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ БЕТОНЫ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

Современные материалы позволяют возводить различные конструкции даже в особо экстремальных условиях. Более высокая прочность современных бетонов, позволяет снизить материалоемкость, а, следовательно, повысить эффективность строительства и позволить возвести различные новые архитектурные формы, тонкостенные панели и оболочки, трубы, резервуары, разные защитные элементы, в эксплуатации которых важна повышенная трещиностойкость и износостойкость, и высокая прочность.

Так же важно заметить, что сырье используемое для изготовления бетонов добывается повсеместно, следовательно, бетонные конструкции имеют меньшую стоимость, чем равнопрочные стальные, а так они же более долговечны. Поэтому бетон остаётся основным конструкционным материалом и на будущее.

Для улучшения физических и прочностных свойств бетона используют различные добавки и модификаторы. Модифицирующие добавки для бетона – это химические продукты неорганического или органического происхождения, включаемые в состав смесей с целью повышения их физико-химических характеристик и придания конечных положительных свойств бетону, необходимых для получения строительных конструкций с высокими эксплуатационными характеристиками и в наиболее приемлемые сроки.

Они позволяют повысить морозостойкость и жаростойкость бетонов, прочность (высокопрочные и ультравысокопрочные бетоны [1]), снизить вязкость цементно-водной суспензии, что позволяет улучшить технологические свойства бетона. С помощью добавок можно регулировать скорость процессов гидратации цементов и твердения бетонов, позволяет снизить образование трещин в бетонах, при воздействии температур. Так же добавки позволяют изменять структуру сформированного цементного камня, для увеличения прочности и стойкости [2].

Такие модифицированные бетоны удовлетворяют современным высоким требованиям по прочности, трещиностойкости, морозостойкости и жаростойкости. Переход на новые виды современных бетонов обусловлен высокими достижениями в области пластифицирования бетонных и растворных смесей и появлением наиболее активных пуццолановых добавок – микрокремнеземов, дегидратированных каолинов и высокодисперсных зол.

Добавка модификаторов техногенного происхождения позволяет решить такие задачи как, увеличение прочности, морозостойкости, жаростойкости, коррозионностойкости бетона, а также утилизации отходов, что положительно сказывается на экологии, так как обыкновенно такие материалы складирова-

ются на производствах в отвал. К таким добавкам относится микрокремнезём – кремнеземная пыль, побочный продукт металлургического производства при выплавке ферросилиция и его сплавов, образующихся в результате восстановления углерода кварца высокой частоты в электропечах. Оптимальное сочетание этих добавок–модификаторов, а при необходимости совмещение с ними в небольших количествах других органических и минеральных материалов позволяет управлять реологическими свойствами бетонных смесей и модифицировать структуру цементного камня на микроуровне, придать бетону свойства, обеспечивающие высокую эксплуатационную надежность конструкций. Так появился термин «High Performance Concrete», под которым подразумеваются бетоны высокой (55-80 МПа) и сверхвысокой (более 80 МПа) прочности, низкой проницаемости, повышенной коррозионной стойкости и долговечности, полученные из пластичных смесей.

Модификаторы разделяют на три основных вида: регулирующие характеристики смесей, изменяющие и повышающие свойства бетона и химические легирующие компоненты для придания бетонам специальных свойств.

Введение непосредственно в раствор химических реагентов – это эффективный метод прямого воздействия на физико-механические характеристики бетона. Они позволяют уменьшить расход вяжущих, повысить технологические качества смеси, позволяют регулировать скорость твердения и тепловыделения бетонного раствора, сократить время тепловлажностной обработки, позволяют твердеть бетону без дополнительного прогрева в условиях низких температур, повысить морозостойкость изделий в 2-3 раза, повысить сопротивление конструкций к различным температурным и химическим воздействиям.

Так же на структуру и свойства бетона можно влиять введением различным заполнителей. Заполнитель – природный или искусственный материал определенного зернового состава. Заполнитель, введенный в цементное тесто, создает в бетоне «жесткий скелет», который воспринимает усадочные напряжения и уменьшает усадку бетона примерно в 10 раз по сравнению с цементным камнем.

В специальных бетонах (жаростойкий, морозостойкий, химически стойкий и др.) роль заполнителя основополагающая, так как именно он определяет специальные свойства этих бетонов. Температурная деформация расширения бетона в основном зависит от вида заполнителя и влажности бетона.

При нагреве происходит расширение заполнителя и цементного камня, которое при более высоких температурах нивелируется температурной усадкой, вызванной удалением адсорбционно связанной воды из геля. При температуре от 200°C происходит незначительная усадка некоторых заполнителей из-за высыхания. Наличие в структуре высококачественного бетона различных заполнителей по-разному сказывается на его свойствах при воздействии высоких температур. Известно, например, что добавление в тяжелый бетон полимерных волокон приводит к увеличению проницаемости бетона при воздействии температуры. Это в течение некоторого времени предотвращает растрескивание бетона, а, следовательно, и его взрывообразное разрушение, и

способствует сохранению несущей способности выполненных из него конструкций.

По происхождению заполнители подразделяют на три группы: природные, из отходов промышленности и искусственные. По крупности зерен подразделяют на крупный и мелкий, а по характеру формы зерен – дробленый и окатанный.

При воздействии на бетон высокой температуры, в его структуре возникают необратимые изменения, происходит более глубокое проникновение воды в микротрещины структуры цементного камня с увеличением его истинной поверхности, а, следовательно, происходит уменьшение поверхностной энергии кристаллов цементного камня, что облегчает раскрытие микротрещин в бетоне и повышает трещинообразование готовой конструкции.

Кроме того, нарушение структуры бетона объясняется тем, что коэффициент температурного расширения воды во много раз превосходит коэффициент температурного расширения цементного камня и заполнителя. Это приводит к усилению расклинивающего действия водных пленок, обволакивающих цементный камень и заполнитель, и, следовательно, к разрушению структуры и к усилению расклинивающего действия воды в устьях микротрещин и других дефектов.

Помимо снижения прочности на сжатие при воздействии высоких температур происходит изменение модуля упругости ввиду увеличения пористости и снижения модуля упругости составляющих бетон материалов, а также появления в структуре нагретого бетона микро- и макродефектов. Кроме того, на модуль упругости бетона при нагреве влияет увеличение крупности заполнителя и водоцементное отношение.

При изменении В/Ц от 0,5 до 0,7 модуль упругости уменьшился на 20 % при температуре 150°C и на 30 % при 300°C [4]. При нагреве до 100°C модуль упругости тяжелого бетона уменьшается примерно на 30 %, при 200°C на 20-30 %, при 300°C на 60 %, при 400°C на 40-70 % ввиду увеличения упругих деформаций [4]. Уменьшение модуля упругости при нагреве происходит из-за повышения деформативности бетона и увеличения его упругих деформаций, а также снижение призмочной прочности бетона при этих температурах.

Деформации бетона, нагреваемого под воздействием нагрузки или при ее отсутствии – различны. Так, например, резкому увеличению деформаций нагреваемого под нагрузкой бетона способствует образование продольных трещин, характерных для начала разрушения при центральном сжатии. Большая деформативность бетона создает условия для значительно перераспределения напряжений по высоте сжатой зоны. В случае если бетон нагревается под нагрузкой, его деформации больше, чем при нагреве в ненагруженном состоянии и последующем нагружении.

Так же необходимо отметить, что на прочностные характеристики бетона и его возможное трещинообразование, могут так же влиять другие факторы, кроме температуры, например, такие как, водоцементное отношение, возраст бетона и добавки пластификаторов.

Различные заполнители так же по разному сказываются на свойствах бетона, так, например, добавление полимерных волокон в качестве заполнителя, приводит к увеличению проницаемости бетона при воздействии температуры. Это позволяет предотвратить растрескивание бетона и его взрывообразное разрушение, поэтому способствует сохранению несущей способности выполненных из такого бетона конструкций.

Подытожив вышеизложенное, можно сделать вывод, что добавление различных модификаторов и заполнителей позволяет уменьшать негативные воздействия и получать более прочные и температуростойкие конструкции.

Литература

1. Леонович, С.Н. Прогноз долговечности железобетона / С.Н. Леонович, А.Я. Лихачевский, А.А. Корбух // Проблемы развития нефтегазового комплекса страны: Тез. докл. Всесоюзной конференции. – М.: МАГПИ СССР, 1991. – 123 с.
2. Кожобеков Т.А., Пирадов К.А. Проектирование легких бетонов заданной трещиностойкости // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2000, № 6. – С.24-25
3. Леонович, С.Н. Влияние водоредуцирующего действия суперпластификатора С-3 на структуру и физико-механические характеристики центрифугированного бетона / С.Н. Леонович, Л.Н. Зикеев, В.Г. Батраков // Бетон и железобетон – пути развития: Сб. науч. трудов II Всероссийской (Международной) конференции / Т.4. – 2005. – С. 701-709.
4. Леонович, С.Н. Экспериментально-теоретические исследования термовлагодостойкости бетона в терминах коэффициентов интенсивности напряжений при нормальном отрыве и поперечном сдвиге / С.Н. Леонович, О.А.М. Аль-Факих, С.Н. Ковшар, Н.Л. Полейко // Совершенствование железобетонных конструкций, оценка их состояния и усиление. Сборник материалов Республиканской научно-технической конференции. – Минск, 2001. – С.114-117.

Т.А. Базоян

Научный руководитель к.п.н. В.М. Камчаткина

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск

АНАЛИЗ МАЛОЭТАЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ И КАНАДЕ

Малоэтажные жилые строения, которые находятся в черте городов, представлены, как правило, старой деревянной застройкой, которая медленно разрушается. Её альтернативой является многоэтажное и многоквартирное строительство. Однако спрос на малоэтажное строительство частных малоэтажных домов в России за 2020 г. вырос в 1,4 раза.

По мнению строительных экспертов, этому росту способствовала вынужденная самоизоляция из-за COVID-19, в связи с этим преимущества частной застройки для многих жителей России стали очевидны. Благодаря опросу граждан России выяснилось, что часть их них считают загородные дома наиболее предпочтительными для отдыха в период отпусков.

К малоэтажным домам относят обычно постройки не более трех этажей, которые состоят максимум из десяти блоков, а также малоэтажные многоквартирные дома не более четырех этажей.

К сожалению, западные санкции в отношении нашей страны нанесли определенный ущерб строительной отрасли и оказали негативное воздействие на темпы малоэтажной застройки в Восточной Сибири, среди серьезных последствий санкций следует назвать следующие:

- рост цен на логистику, импортное сырье, стройматериалы, такие как некоторые отделочные и сантехнические материалы и изделия;
- рост финансовых затрат застройщиков и, следовательно, удорожание окончательной стоимости строительства;
- уход с рынка недвижимости мелких застройщиков;
- удорожание этапа отделки домов с использованием импортных материалов;
- нестабильная ситуация с поставками оборудования;
- часть высококвалифицированных специалистов была мобилизована в ходе спецоперации.

Объемно-модульные технологии строительства используют комплект модулей с готовой наружной и внутренней отделкой, со всеми инженерными коммуникациями, полностью готовыми к монтажу и эксплуатации (рис. 1) [1].



Рис. 1. Дом, собранный из модулей

Значительными возможностями обладает также малоэтажные строения из различных сэндвич-панелей (рис. 2) [1].

Особенно активно в 2021-2022 гг. начало развиваться строительство домов-конструкторов, позволяющих быстро и дешево возводить постройки из заранее подготовленных в заводских условиях деталей [2].

По мнению строительных экспертов, в связи с выделением земель под малоэтажную постройку в Восточной Сибири появилась масса проблем, огра-

ничающих возможности эффективного решения этого вопроса в ближайшем будущем [2]. К сожалению, в России имеются недостатки в нормативно-правовой системе.



Рис. 2. Дом, собранный из сэндвич-панелей

Можно назвать следующие проблемы городского строительства:

- отсутствие необходимой инженерной инфраструктуры, в том числе транспортной;
- отсутствие или малое количество необходимых инженерных коммуникаций, дорог, больниц, детских садов, школ;
- высокая стоимость квадратного метра жилья.

В соответствии с современными статистическими данными по Восточной Сибири можно сделать вывод о том, что строительство малоэтажного жилья активно развивается. Лидером по малоэтажному строительству в 2020 г. стала Иркутская область, где доля малоэтажной застройки составила 50%.

Строительство малоэтажных домов в Восточной Сибири наращивает объемы. В городах и поселках строятся комплексы от экономичных до премиум-класса. Обычно их стоимость составляет от 50 до 150 тыс. руб. за м².

При этом возрастает необходимость совершенствования современного строительного законодательства и усиления контроля над качеством проводимых работ. Первая половина 2022 г., как отмечают строительные эксперты, характеризовалась повышением стоимости и снижением роста малоэтажного домостроения в Восточной Сибири, что связано, в первую очередь, с зарубежными санкциями и, соответственно, нарушением сроков строительства, а также импортной составляющей [3].

С середины 2022 г. в связи со стабилизацией ценовой политики в строительной отрасли и снижением стоимости на основные виды стройматериалов малоэтажное строительство активизировалось, но делать выводы об успехах малоэтажного домостроения пока рано, так как кризисные явления в этой отрасли еще очевидны.

Рассмотрим страну с климатом, близким к Восточной Сибири – Канаду. Объем строительства новых домов в Канаде по информации Канадской ипотечной жилищной корпорации (СМНС) отражает количество новых проектов жилищного строительства, начавшихся в отчетном месяце. Этот индикатор характеризует активность на рынке жилья и в смежных областях: банковском деле (за счет ипотечных кредитов), строительном секторе и т.д.

Индикатор рассчитывается Канадской ипотечной и жилищной корпорацией. В ее базу данных входят более 14 000 объектов жилищного строительства.

Объем строительства нового жилья редко интерпретируется в абсолютном выражении, т.к. строительство сильно зависит от погодных условий, географического положения региона и от времени года. Поэтому, как правило, аналитики оценивают изменение показателя за несколько месяцев. Во время интерпретации показателя экономисты обращают внимание на следующие опорные точки:

- рост спроса на новые дома говорит о росте благосостояния населения;
- увеличение строительства новых домов ведет к росту занятости в строительной отрасли;
- увеличение спроса на новые дома может привести к росту потребностей в других продуктах, которые потребуются покупателям жилья: новая мебель, техника и т.д. Это может подстегнуть потребительскую активность и «подогреть» индексы цен;
- рост показателя может впоследствии привести к росту рынка недвижимости.

С учетом всего вышеперечисленного, рост объема строительства новых домов может оказать положительное воздействие на котировки канадского доллара.

Далее проанализируем особенности рынка индивидуального малоэтажного домостроения и технологий строительства Канады.

Население Канады «стареет», в результате уменьшается доля граждан детородного возраста, показатель рождаемости населения снижается, соответственно, темп естественного прироста становится низким, что в свою очередь уменьшает спрос на дополнительный жилой фонд в долгосрочной перспективе. Рост доходов населения Канады продолжается устойчивыми темпами из-за наличия рынка труда с высоким спросом на рабочую силу и нехватки работоспособного населения [4].

Более 65% канадцев живут в собственных домах. Темпы ввода многоквартирных домов в Канаде на 5% ниже, чем темпы ввода домов на одну семью. 15% домов заводской готовности, производимых в Канаде, экспортируется в США.

Меньшая доля малоэтажного жилого фонда (до 79%) объясняется историческими причинами:

- концентрацией большой доли населения в урбанистических центрах;
- плотность населения Канады составляет всего 3,14 чел. на 1 км² [4].

Основной технологией малоэтажного домостроения в Канаде является дерево-каркасная.

Тенденции домостроения Канады стремятся к увеличению домов на одну семью, ежегодно опережая темпы строительства многоквартирных домов на 5% [5].

Рост доходов населения Канады (4% в год) и низкие процентные ставки по ипотеке (6,3–7,25%) обеспечивают достаточный фундамент рынку недвижимости страны. Рост жилищного строительства стимулируется:

- стабильным притоком мигрантов в Канаду;
- снижением себестоимости строительства за счет новых домостроительных технологий;
- ипотечным кредитованием покупки жилья с кредитной ставкой 6,5–7%.

Подводя итоги, хочется отметить, что, обзор зарубежной и отечественной практик свидетельствует о том, что малоэтажное строительство сегодня является важным инструментом обеспечения населения более доступным в ценовом аспекте жильем, в том числе жильем эконом-класса. Малоэтажная застройка, исторически развивавшаяся за границами больших городов, в пригородной зоне, заметно усовершенствовалась с применением новых технологий и материалов. В последние годы малоэтажные жилые комплексы можно обнаружить в городах-миллионниках и мегаполисах. Чтобы строительство данного типа зданий отвечало высоким потребительским качествам необходимо достичь их соответствия современным требованиям энергоэффективности, экологичности и экономичности.

Внедряются альтернативные экологически чистые строительные материалы, бурно развиваются аддитивные технологии и практика их применения в малоэтажном строительстве. Детальное изучение современных технологий малоэтажного строительства позволяет привлечь внимание к данному типу строений и популяризировать их развитие на территории России.

Литература

1. Малоэтажное строит. в России [Электронный ресурс]: О проекте. – Электрон. текстовые дан. – 2019. – Режим доступа: www.lowbuild.ru/lb_concept/lb_concept.htm.
2. Новости строительства [Электронный ресурс]: Долгосрочная Стратегия массового строит. жилья для всех категорий граждан в РФ. – Электрон. текстовые дан. – 2021. – Режим доступа: ianc.ru/index.php?dpt=articals&newsid=98.
3. Мирошниченко, Д. А. Малоэтажное строительство, его роль и перспективы развития / Д. А. Мирошниченко, Н. С. Воловник. – Текст : непосредственный // Наука, технологии, инновации в мире глобальных трансформаций : материалы IX Международной научно-практической конференции. В 2 ч., Ростов-на-Дону, 21 апреля 2021 года. – Ростов-на-Дону: Южный университет (ИУБиП), ООО «Издательство ВВМ», 2021. – С. 23-30.
4. Лукашенко Л. Э. Объемно-модульные системы в современном домостроении // Актуальные научные исследования в современном мире. 2019. № 11-1 (55). С. 140-144.
5. Пахомова, М. А. Малоэтажное строительство в России и за рубежом: обзор практик / М. А. Пахомова, А. Б. Храпцов. – DOI 10.31660/2782-232X-2022-3-20-31. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2022. – № 3 (101). – С. 20–31.

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА «БАШНЯ ФЕДЕРАЦИИ»

Актуальность исследования связана с изучением практического внедрения инноваций на уникальных объектах, с большими инвестиционными затратами.

Цель исследования: выявление инновационных решений при строительстве, предопределивших конкурентоспособность и преимущества проектных решений.

Комплекс «Федерация» считается неповторимым, а также единственным в Российской Федерации и Европе по многим характеристикам. Но главный признак, по которому соревнуются между собой все очень высокие здания мира – это их высота.

Изначально проект подразумевал возведение 400-метрового шпиля, обещавшего стать самым высоким элементом комплекса. В нем должно было располагаться 2 панорамных сверхскоростных лифта и обзорная площадка. До 2012 г. строительство велось полным ходом, в результате чего шпиль был готов наполовину. Но в 2014 г. от идеи его строительства было решено отказаться. На демонтаж шпиля у застройщика ушло 3 года. Создание монолитного каркаса здания башни «Восток» было окончено 9 декабря 2014 г. К концу 2015 г. подошли к концу инженерные работы, и было выполнено остекление фасадов. Но здание ввелось в эксплуатацию только 15 ноября 2017 г.

«Башня Федерация» – это два небоскреба на едином стилобате. В башне «Запад» 62 этажа и 242 метра, в «Востоке» – 97 этажей и 374 метра. Внутри – пентхаусы и скай-лофты (так называются апартаменты в главной башне страны), скай-офисы, рестораны, велнесс-клуб и еще великое множество компаний и услуг, которые делают повседневную жизнь обитателей «Башни Федерация» комфортней.

Отличным примером современного строительства по монолитной технологии является комплекс зданий «Москва-Сити», расположенный в столице. Выполнить такой грандиозный проект без инновационных приемов было бы невозможно. Чтобы достичь такой высоты, потребовалось использовать ряд новых решений, в том числе и технологию предварительного напряжения бетона.

Данная технология позволяет увеличить шаг опорных колонн в 2 раза и более, уменьшить толщину межэтажных перекрытий на 20%. Снижение расхода бетона достигает 25%.

Её суть заключается в том, что стальная арматура с высокой прочностью растягивается с помощью домкратов гидравлической и винтовой конструк-

ции. После этого заливается бетон. Когда он схватывается, натяжение ослабляется. Арматура пытается вернуться к исходной длине, и оказывает сжимающее усилие на материал. При эксплуатации полученного изделия эти сжимающие нагрузки позволяют снизить растягивающие деформации, которые являются распространенной причиной разрушения бетонных конструкций.

Высокопрочные тяжелые бетоны характеризуются прочностью на сжатие, составляющей 80–120 МПа, в комплексе «Федерация» и в Московском международном деловом центре (ММДЦ) «Москва-Сити».

Колонны и стены ядра жёсткости, согласно проекту, выполняются из бетона класса В80–В90, перекрытия – из бетонов класса В40, узел сопряжения колонн и стен с перекрытиями – из бетонов В80–В90, общий объем конструкций из высокопрочных бетонов классов В80–В90 превысил 32 000 м³. Подача насосами смеси на высоту до 350 м требовала оптимизации их консистенции, что и было сделано: подобраны составы бетонных смесей с маркой подвижности П5 (осадка конуса составляет 22–24 см) [1].

Основные инновационные решения при возведении объекта:

1. Фантастически массивный фундамент основания, на заливку которого потребовалось 14000 м³ бетона. Это обстоятельство было отмечено даже в книге рекордов Гиннеса;

2. Устойчивость комплексу зданий «Башни Федерация» придает массивная бетонная конструкция из основания с практически 1,5-метровыми стенками и 25-ти бетонных колонн по периметру, проходящих по всей высоте башен Восток и Запад;

3. Для усиления эксплуатационных свойств башен-небоскребов, через каждые 25-30 уровней устроены так называемые аутригерные этажи с усиленными элементами конструкции из высококачественной стали, что придает еще дополнительную устойчивость строениям;

4. Уникально и остекление фасадов «Башни Федерация», которое спроектировали намеренно для башен «Восток» и «Запад» специалисты из Германии и Китая. Так, стеклянная плоскость отражает вредную солнечную радиацию, а также содействует поддержанию в помещениях оптимальной температуры, стоит заметить, что плотность стекла довели до уровня теплопроводности стенок, выложенных из кирпича. Такого нет еще ни в одном небоскребе мира;

5. В башнях Запад и Восток в Москва-Сити всего расположено 67 лифтовых шахт. Они устроены на основе уникальной системы twin – это когда в некоей шахте задействованы сходу 2-е лифтовые кабины, что в 1,7 раза увеличивает общий лифтовой поток перевозок.

Заслуживает внимания и тайная система обслуживания фасадных плоскостей (такая же устроена на мировом рекордсмене дубайском небоскребе Бурж Халифа). Можно неприметно и оперативно проводить работы на фасаде комплекса «Башня Федерации» в Москва-Сити [2].

Литература

1. Технологические особенности возведения высотных зданий / А.А. Афанасьев, Е.А. Король, П.Б. Каган, С.В. Комиссаров, А.В. Зуева // Вестник МГСУ. 2011. № 6. С. 369–373.
2. Москва сити. Текст электронный. [Электронный ресурс]. URL: <https://ilm.ru/kommercheskaya-nedvizhimost/moskva-siti-realnost-i-perspektivy>.

М.В. Белых
Научный руководитель зав. базовой кафедры СМиТ,
к.т.н., доцент С.А. Белых

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА ТОННЕЛЯ ПОД ЛА-МАНШЕМ

Актуальность исследования связана с изучением практического внедрения инноваций на уникальных объектах, с большими инвестиционными затратами.

Цель исследования: выявление инновационных решений при строительстве, предопределивших конкурентоспособность и преимущества проектных решений.

Тоннель под проливом Ла-Маншем или Евротоннель – железнодорожный двухпутный тоннель, соединяющий континентальную Европу с Великобританией. Является третьим по протяжённости железнодорожным тоннелем в мире. Но главный признак, который отличает данный тоннель от других – это протяжённость именно под водой.

Евротоннель представляет собой сложное инженерное сооружение, включающее два путевых тоннеля круглого очертания и внутренним диаметром 7,6 метра, находящихся на расстоянии 30 м друг от друга, и расположенный между ними служебный тоннель диаметром 4,8 м. [1]

Строительство тоннеля длиной 50 км на глубине 50 м под водой было сложной задачей. Она стала испытанием воображения и навыков лучших умов британской и французской строительной индустрии. Работы по строительству туннеля под Ла-Маншем начались в 1987 году, и большая часть работ по прокладке туннеля была завершена к 1991 году.

Механизмы и передовые технологии, использованные при прокладке туннеля под Ла-Маншем:

- Строительство конечных станций в обоих концах туннеля под Ла-Маншем само по себе было гигантским строительным проектом.
- Для строительства двух основных тоннелей и одного служебного тоннеля длиной 50 км между терминалами было использовано 11 массивных тоннелепроходческих машин (ТПМ) на 12 отдельных рабочих забоях туннеля.

– Из них было использовано шесть ТБМ с открытым способом проходки. В качестве материала обделки при строительстве тоннеля с помощью ТБМ использовались чугунные и бетонные сегменты-тюбинги.

– Новый австрийский метод проходки (NATM) был использован для строительства тоннелей, порталов, шахт и насосных станций.

– Проходческие комбайны использовались как инструмент для проходки больших камер.

– При строительстве тоннеля использовались ручные землеройные инструменты, чугунная сегментная обделка поперечных проходов, каналы для разгрузки поршней, насосные станции и вспомогательные сооружения.

– Два основных тоннеля и один служебный тоннель вели в две огромные подводные камеры длиной 160 м, высотой 11 м и шириной 18 м. Строительство этих перекрестных камер стало испытанием нервов и навыков лучших инженеров мира.

Для прокладки тоннеля на участке длиной всего 1 км потребовалось использовать четыре различных метода проходки. Это лишь отражение тех трудностей, с которыми пришлось столкнуться инженерам во время строительства. При строительстве тоннеля под Ла-Маншем были использованы следующие подземные технологии:

– Новый австрийский метод прокладки тоннеля: Этот метод использовался для строительства камер переходов.

– Тоннелепроходческие машины: Для строительства тоннеля под Ла-Маншем было использовано в общей сложности 11 ТБМ.

– Метод строительства «разрезать и перекрыть»: Этот метод был использован для выемки грунта и строительства тоннеля из железобетонных коробов для прокладки маршрута через геологически сложный холм замка.

– Метод строительства сверху вниз: Этот метод использовался в условиях ограниченного пространства. Он использовался для строительства туннеля и крыши терминала в конце туннеля под Ла-Маншем.

Кроме того, на расстоянии 27 км и 45 км по всей длине тоннеля были построены две большие подземные перекрестные камеры. Эти камеры позволяют поездам легко переключаться между путями, проходящими в туннелях, например, во время ремонтных работ, проводимых на определенном участке туннеля.

Между основными туннелями через каждые 250 м проложены каналы диаметром 2 м. Эти каналы действуют как каналы сброса давления воздуха для рассеивания давления воздуха перед поездом, тем самым уменьшая аэродинамическое сопротивление движущегося поезда. [2]

В итоге объект, получивший название Евротоннель, представляет собой три туннелей, два из которых железнодорожные, обеспечивающие сообщение Англия – Франция и обратно, и один технический. Путь обеспечивает возможность пересечь пролив всего за три часа. Каждый день по Евротоннелю курсирует до 350 электропоездов, развивающие скорость до 160 километров в час.

За двадцать лет работы Евротоннеля в нём произошло семь крупных инцидентов, из-за которых нормальная работа тоннеля нарушалась на срок от нескольких часов до нескольких месяцев. Большинство инцидентов было связано с пожарами, однако, благодаря профессиональным действиям спасателей, жертв удавалось избежать.

Евротоннель имеет значимость в первую очередь для общества стран-участниц строительства данного сооружения. Речь идёт о всё тех же пресловутых транспортных пробках. Их стало значительно меньше. Что касается экономической выгоды, и наличия потенциала развития, то эти два фактора оказывают значительное положительное влияние, в первую очередь, на ближайшие регионы.

Рост объемов и масштабов подземного строительства в крупных городах, развивающихся как культурно-исторические и торгово-промышленные центры, наблюдается сегодня во всем мире. Он связан со всевозрастающей концентрацией населения в этих городах и непрерывным ростом численности автомобильного парка, которые порождают практически все наиболее острые современные городские проблемы – территориальные, транспортные, экологические, энергетические.

Таким образом, проведенный анализ показал, что исследуемый проект является масштабным и инновационным, так как технологии и материалы, используемые при реализации проекта по строительству тоннеля уникальны в своей разработке и применении.

Литература

1. Тоннель под проливом Ла-Манш – Евротоннель. Текст электронный. [Электронный ресурс]. URL: <https://rus.team/articles/tonnel-pod-prolivom-la-mansh-evrotunnel>.

2. Тоннель под Ла-Маншем: Строительство самого длинного в мире подводного тоннеля. Текст электронный. [Электронный ресурс]. URL: <https://centrselstroy.ru/tonnel-pod-la-manshem-stroitelstvo-samogo-dlinnogo-v-mire-podvodnogo-tonnelya>.

Н.В. Большешапова
Научный руководитель к.т.н., доцент Т.Ф. Шляхтина

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ОБЩЕСТВЕННЫЙ ЦЕНТР В г. ОМСКЕ

Основной молодёжной политики в стране являются расширение возможностей для эффективной самореализации молодёжи и повышения её потенциала в целях достижения устойчивого социально-экономического развития, глобальной конкурентоспособности, национальной безопасности страны, а также упрочнения её лидерских позиций на мировой арене. Поэтому строительство центров досуга являются важнейшей составляющей социальной политики и экономики страны.

Строительство многофункционального центра запроектировано в г. Омске на территории полуострова с категорией земель – «Земли поселений для рекреационных целей». Кадастровый номер: 55:36:070107:3350. Рельеф площадки естественный с уклоном в северо-восточном направлении.

Молодежный клуб рассчитан на 700 посетителей. Гости могут выбрать, согласно своим интересам посещение танцзала, ресторана, анимационного блока, зала боулинга или оздоровительного блока. В танцзале и ресторане есть сцены, где могут выступать артисты, для которых предусмотрены артистические. В танцзале клуба можно проводить дискотеки, концерты, собрания, выставки, презентации. Желающие поддерживать спортивную форму могут посетить тренажерный зал и сауну. Четвертый этаж полностью отдан под гостиницу, в которой есть номера «люкс» и одноместные номера.

Вокруг многофункционального центра предполагается благоустройство прилегающего парка с фонтанами, дорожками и скамейками. Для удобства посетителей во дворе клуба расположена автомобильная стоянка, рассчитанная на 30 машин.

Здание клуба проектируется переменной этажности от 2-х до 4-х. Размеры центра в осях 47,4х29,2м. Так как перепад рельефа в пределах территории клуба составляет около 3 метров, в здание клуба можно попасть с улицы и на второй и на первый этаж.

Здание центра кирпичное. Несущие стены располагаются как в продольном, так и в поперечном направлении. Танцзал в плане имеет форму круга диаметром 17,8 метров, над которым предусмотрено монолитное покрытие. Междуетажные перекрытия и покрытия в многоэтажной части здания запроектированы сборными из железобетонных пустотных плит серии 1.141. Стены здания сложены из силикатного кирпича М100, применена слоистая кладка с внутренним слоем утеплителя из теплоизоляционного материала Roswool «Кавити Баттс» плотностью 45 кг/м³. Толщина стен 1-3 этажа – 770 мм, 4-го этажа 640мм. Внутренние стены приняты толщиной 380 мм и перегородки толщиной 120 мм, из силикатного кирпича М100 на цементно-песчаном растворе.

Наружные стены облицованы фасадными листами с декоративной поверхностью из натуральной каменной крошки. Цоколь облицован фасадной плиткой, имитирующей поверхность дикого камня. В процессе эксплуатации она набирает прочность, защищает сооружение от атмосферных воздействий, огня, грибковых образований и т.д.

Кровля здания запроектирована как плоская инверсионная с внутренним водостоком с основанием из пустотной плиты толщиной 220 мм. Основной слой гидроизоляции в виде ПВХ мембраны уложен по плите, что обеспечивает его сохранность. Следующим слоем уложен пенополистирольный утеплитель и геотекстиль, далее сухая цементно-песчаная смесь и тротуарная плитка.

В основных помещениях общественного центра потолки подвесные гипсокартонные, окрашены краской, стены и перегородки отделаны декоративной штукатуркой, плинтусы из керамогранита.

Для строительства здания используется стреловой кран Liebherr LTM 1500-8.1 TF 50 с вылетом стрелы 47,3 м и грузоподъемностью 121 т, движущийся по периметру здания. Кран выбран исходя из максимальной массы монтируемых конструкций и необходимой высоты подъема грузов. Здание разделено на два объема. Первый объем имеет каркасную схему со столбчатыми фундаментами и колоннами высотой 10,8 м, покрытие монолитное балочное. Второй объем имеет ленточный фундамент из сборных ФБС-блоков со сборными пустотными панелями перекрытия подвала. Несущие стены предусмотрены кирпичными с перекрытиями из пустотных плит. Кирпичная кладка выполняется с использованием крана на вспомогательных работах (подача кирпича, монтаж перемычек и т.п.).

В проекте ведется расчет несущих конструкций по двум группам предельных состояний для многопустотной плиты размерами 7,2x1,5 м и монолитного балочного покрытия танцзала диаметром 17,8 м.

Возведение монолитного балочного покрытия начинается с монтажа универсальной крупнощитовой опалубки фирмы PERI, состоящей из щитов, крепёжных и поддерживающих элементов. Следующим шагом устанавливают арматуру на фиксаторы с определенным шагом по расчету, а также связывают, где это необходимо. Далее с помощью автобетононасоса ТЗА СБ-170-1 на базе КамАЗ-53213 подают бетонную смесь и уплотняют виброрейкой. Распалубка происходит после того, как бетон наберет от проектной прочности не менее 80 %.

С учётом перспектив зелёного строительства на крыше молодёжного центра предусмотрена инверсионная эксплуатируемая кровля с газоном и кафе. До начала устройства кровли должны быть выполнены и приняты: все строительно-монтажные работы, включая замоноличивание швов между сборными железобетонными плитами. Установка и закрепление к несущим плитам водосточных воронок, компенсаторов деформационных швов, патрубков (или стаканов) для пропуска инженерного оборудования, анкерных болтов также выполняется до начала кровельных работ. Технологический процесс устройства кровли состоит из следующих операций:

- подготовка поверхности основания, включая устройство выравняющей цементно-песчаной стяжки;
- устройство ПВХ мембраны с раскаткой полотнищ и их сваркой;
- укладка пенополистирольного утеплителя;
- раскатка геотекстиля;
- укладка тротуарной плитки по сухой цементно-песчаной смеси.

Площадки складирования в соответствии со стройгенпланом устраиваются по расчёту, также на стройплощадке устраиваются 4 пожарных гидранта. Освещение строительной площадки осуществляется прожекторами типа ПЗС-45.

Для обеспечения беспрепятственного доступа маломобильных групп населения к объекту капитального строительства в проекте предусмотрены пандус, уличная тактильная плитка, таблички со шрифтом Брайля, звонок, лифт, а также специальные парковочные места.

При поточном методе строительства продолжительность возведения здания с учетом праздничных и выходных дней составила 150 дней при восьмичасовом графике работ в две смены.

Общий процесс строительства подразделяется на этапы:

1. Работы нулевого цикла.

В процессе этого этапа строится часть здания, которая будет находиться под землей или вровень с ней – это фундамент и подвальные помещения.

2. Строительно-монтажные работы.

Выполняется основная часть строительных работ и возводится основной строительный объём здания. В это понятие входит возведение стен, их наружная отделка, крыша, вставка окон и наружных дверей, а также проведение внутренних инженерных коммуникаций.

3. Специальные работы – завершаются все необходимые работы и устанавливаются предусмотренное проектом инженерное оборудование и сети, затем выполняются отделочные работы.

Строительство многофункционального центра в г. Омске позволит решить проблему разностороннего досуга молодёжи и будет украшением нового района города.

Ю.А. Волкова

Научный руководитель к.т.н., доцент А.А. Зиновьев

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск

ВЫБОР ПОМОЛЬНЫХ МЕЛЬНИЦ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМПОЗИЦИОННОГО ВЯЖУЩЕГО

Помольное оборудование – это устройство для помола различных материалов. В производстве вяжущих строительных материалов, таких как цемент, известь и гипс, а также в производстве тонкой керамики и стекла широко применяют тонкий помол. Это один из важнейших и дорогостоящих технологических процессов в производстве строительных материалов. Мельницы отличаются разнообразием конструкций и принципом действия в зависимости от назначения и физико-механических свойств размалываемого материала.

Мельницы могут применяться как для однородных материалов, так и для материалов с добавками, как, например, цементный клинкер с гипсом. Крупность измельчаемого материала, используемого в цементной промышленности, обычно не превышает 25 мм для известняка и мергеля, 30 мм для мягких известняков и гипса и 10–15 мм для цементного клинкера.

Рассмотрим и сравним основные виды помольных мельниц, применяемых в строительстве (рис. 1).

В строительной сфере наиболее используемыми являются барабанные шаровые и стержневые мельницы. Они позволяют обеспечить однородный помол с высокой тонкостью. Данные виды помольных мельниц работают за

счет истирания, раздавливания и частично за счет ударов мелющих тел (металлических шаров или стержней). Мелющие тела загружаются вместе с измельчаемым материалом внутрь барабана. Размол исходного материала в мельнице происходит за счет вращения барабана, перемещения материала, движения шаров.



Рис. 1. Виды помольных мельниц

Размольные тела в корпусе устройства за счет вращения и центробежной силы поднимаются, а потом падают вниз. Далее происходит взаимное движение сырья с размольными телами. Процесс происходит циклично и долговременно (рис. 2).

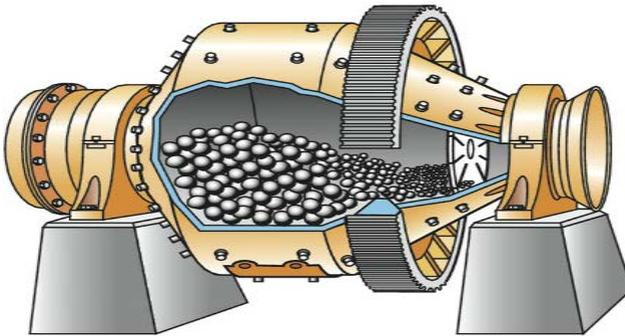


Рис. 2. Устройство шаровой помольной мельницы

Шаровые мельницы считаются универсальными, простыми в использовании, надежными. При периодическом добавлении шаров для компенсации их износа, заданная тонкость помола в таких мельницах сохраняется на протяжении длительного периода времени. Несмотря на достоинства, имеется и множество недостатков. Во-первых, их КПД невысок и составляет около 15%. Значительная часть энергии тратится на износ шаров и корпуса мельницы, а также на трение и нагрев материала. Во-вторых, при неполной загрузке расход электроэнергии на работу такой же, как и при полной загрузке, что делает шаровые мельницы энергозатратными. В-третьих, они громоздкие, тяжелые и шумные, что делает их неподходящими для небольших производств.

Стержневые мельницы, в отличие от шаровых, имеют больший диаметр разгрузочной цапфы, что облегчает загрузку стержней и перефутеровку мельниц. Они характеризуются малым износом мелющих тел (стержней) и футеровок, так как в отличие от шаровых мельниц зона контакта стержней между собой и с поверхностью футеровки значительно больше, чем при шаровом измельчении. Данные преимущества делают стержневые мельницы эффективнее шаровых.

Для достижения тонкого помола в шаровых мельницах продолжительность процесса иногда могла достигать десятков и даже сотен часов. Низкая энергонапряженность вращающихся мельниц вызвала необходимость создания машин, в которых движение мелющих тел осуществляется с ускорениями, значительно превышающими ускорение сил тяжести. Из машин такого рода наибольшее признание получили вибрационные мельницы.

Вибрационная мельница состоит из камеры, заполненной измельчаемым материалом и специальными мелющими телами различной формы (шары, стержни, валки и т.п.). Среда в камере может быть как газовая, так и жидкая. Содержимое камеры приходит в движение путем динамического вибрационного сотрясения. В результате таких вибраций происходит движение твердых частиц, приводящее к их высокому механическому напряжению и, как следствие, разрушению. Таким образом, сверхтонкое измельчение материалов происходит благодаря частым, но сравнительно слабым ударам по его зернам (рис. 3).

Отличительной особенностью вибромельниц является интенсивный тонкий помол, невозможный на традиционных мельницах. Вибромельницы просты в использовании и имеют низкую стоимость. Недостатком работы данного вида мельниц является быстрый износ мелющих тел и тяжелые условия работы. Также при вибрационном измельчении значительная часть энергии преобразуется в тепло, из-за чего температура внутри значительно повышается. Из-за этого данные мельницы непригодны для измельчения материалов с низкими температурами измельчения и плавления.

Планетарные мельницы были разработаны и созданы в нашей стране относительно недавно. Они развивают высокие ускорения и гарантируют эффективное измельчение самых разнообразных материалов в масштабе производства. Принцип действия планетарных мельниц основывается на 3 или 4 вращающихся вокруг центральной и одновременно своей оси барабанов. В барабаны загружают измельчаемый материал и мелющие тела (обычно шарики). Частицы измельчаемого материала претерпевают множество соударений с мелющими телами и стенками барабана. Эти вращения напоминают движение планет солнечной системы и весьма эффективны для измельчения любого необходимого материала.

Планетарная мельница в сравнении с обычной имеет неоспоримые преимущества. Она обладает высокой эффективностью измельчения, маленькими габаритами, способностью измельчать без мелющих тел и способностью получить микро и наночастицы в больших количествах в непрерывном режиме. Силы, действующие на измельчаемый материал в планетарных мельницах, не

менее чем в десятки раз превышают силу воздействия на материал в традиционном измельчительном оборудовании. Благодаря этому, процесс измельчения в планетарных мельницах происходит значительно быстрее и эффективнее. Например, в производстве тонкого порошка карбида вольфрама рядовым событием является измельчение порошка в шаровой мельнице в течение 130 часов, тогда как в планетарной мельнице такой порошок субмикронного размера получают через 15-30 минут.

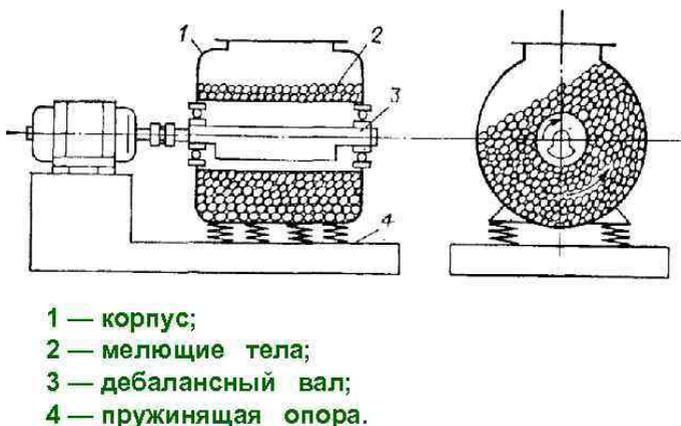


Рис. 3. Устройство вибрационной мельницы

Стоит также отметить, что планетарные мельницы имеют меньшие габариты, чем шаровые мельницы, и не требуют массивного дорогостоящего фундамента. Высокая производительность при малых габаритных размерах позволяет снизить расходы на комплекты футеровок и мелющих тел, что делает их эксплуатационные расходы в несколько раз меньше, чем для обычного измельчительного оборудования. Преимуществом данного вида мельниц является и то, что конструкция позволяет удалять до 100% остатков измельченных материалов, обеспечивая высокую маневренность при смене материалов (рис. 4). Недостатки у планетарных мельниц выделяются следующие: процесс производства периодичен, основное направление применения – малотоннажное производство, продукт подвержен сильному нагреву, так как при процессе производства происходит достаточно большое выделение теплоты.

Турбовихревые мельницы предназначены для сухого измельчения мягких, среднетвёрдых, твёрдых, пластичных и хрупких материалов. С помощью такой мельницы можно достигать высокой конечной степени измельчения материалов от 1 мкм до 50 нм.

Попадая в рабочую камеру мельницы, частицы сырья измельчаются за счет воздействия на них рабочего органа мельницы и вращения в вихре, созданным этим рабочим органом. Скорость движения частиц в рабочей камере достигает 180 м/с. Конструктивно корпус мельницы представляет собой высо-

коэффициентный сепаратор, в котором порошок по мере достижения необходимой тонины, за счет разряжения, создаваемого высоконапорным вентилятором, переходит в циклон. Циклон оборудован шлюзовым затвором, осуществляющим выгрузку готового продукта в мешки. Самые мелкие частицы, собираются в фильтре. Фильтр также оборудован шлюзовым затвором для выгрузки тонкой фракции. Тонкость помола регулируется за счет частоты оборотов вентилятора.

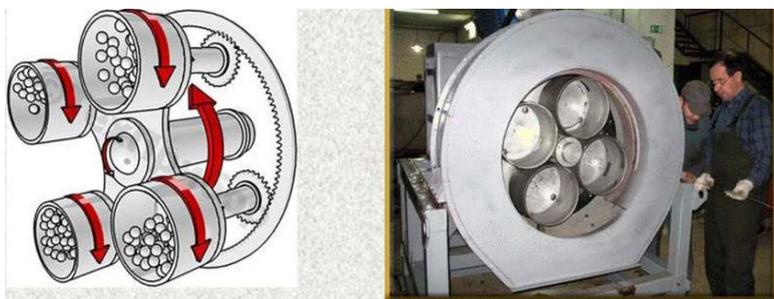


Рис. 4. Устройство планетарной мельницы

Основным недостатком всех предлагаемых на рынке мельниц, измельчающих материал на высоких скоростях, является низкая износостойкость. Зачастую, замена быстро изнашиваемых расходных деталей либо дорогостоящая, либо требующая частых замен, вплоть до ежедневных. В случае турбовихревой мельницы предполагаются недорогие и технически простые сменные детали. Вихреобразователь меняется за считанные минуты, от износа он защищен победитовыми пластинами. Бронь мельниц, также имеет победитовую защиту и легко меняется одним человеком за очень короткое время. Стойкость вихреобразователя и брони зависит от абразивности материала, но имеет ресурс не менее 150 т. Равномерное распределение объема воздуха, создаваемого высокоскоростным вращением оборудования, способствует качественному помолу материала. Турбовихревые мельницы отличаются малыми габаритами, высокой производительностью и высокой эффективностью использования энергии, являясь наиболее подходящим типом мельниц для небольшого производства.

Проведем сравнительный анализ наиболее распространенных помольных комплексов (табл. 1).

Все три модели российского производства. При приблизительно одинаковой производительности, вихревая мельница РВМ-400 имеет наименьшие габариты и массу и наибольшую тонину помола. Несмотря на то, что она немного уступает в цене вибромельнице ВМ-800, из представленных вариантов РВМ-400 лучше всего подходит для небольшого производства.

Таблица 1

Сравнительный анализ предлагаемого помольного оборудования

Помольные комплексы	Вихревая мельница РВМ-400	Мельница шаровая МШЦ 900х1800 мм	Вибромельница ВМ-800
Производитель	Россия	Россия	Россия
Цена, млн. руб	1,2	2,1	1,05
Установленная мощность, кВт	25-50	18,5	32-40
Производительность, т/ч	1-3	0,7-2	1,5-3,5
Тонина помола, мм	0,03-0,1	0,1-0,8	0,07-0,2
Габаритные размеры, мм	1900х1100х1400	5400х1300х1600	3300 х 1300х2150
Масса комплекса, кг	1500	5200	4600

Литература

1. Производство композиционных материалов с применением отходов производств/ А.А. Шевляков, В.И. Панферов, С.А. Шевляков, А.П. Маркин//Лесной Вестник. – 2021.-№5.- С. 79-84.
2. Пинаев, Е.В. Опыт экономически развитых стран в использовании промышленных твёрдых отходов / Е.В. Пинаев. – Москва: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2020. – 25 с.
3. Роторно-вихревая мельница РВМ-400: сайт. – URL: <https://drobilka.ru/products/4239-rotorno-vikhrevaia-melnitsa-rvm-400>. – Текст: электронный.
4. Мельница шаровая МШЦ 900х1800 мм: сайт. – URL: https://www.himspectrest.ru/goods/213641057-sharovyue_melnitsy_mshts_900kh1800_mm. – Текст: электронный.
5. Вибромельница ВМ-800: сайт. – URL: <https://drobilka.ru/products/26-diskovaia-melnitsa-vm-800>. – Текст: электронный.

Н.И. Гайдук

Научный руководитель к.т.н., доцент Т.Ф. Шляхтина

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск

РЕМОНТНАЯ МАСТЕРСКАЯ РОССЕЛЬХОЗА В г. ТЮМЕНИ

Машины и агрегаты в процессе эксплуатации периодически нуждаются в обслуживании и восстановлении эксплуатационных свойств путем ремонта. Ремонт продлевает срок использования и поддерживает парк машин на необходимом уровне. В этой связи значение ремонтной мастерской определяется необходимостью сокращения потерь от преждевременного выхода из строя и изнашивания, уменьшения доли затрат на ремонт и эксплуатацию оборудования.

Ремонтная мастерская запроектирована на участке по адресу Тюменская область, г. Тюмень, ул. Еловая, 7. Категория земель участка – земли поселений (земли населенных пунктов) под нежилые здания (гаражи, столярный цех, диспетчерская, слесарный цех). Участок застройки имеет рельеф без перепадов. Климатические особенности участка – континентальный климат.

К ремонтной мастерской предусмотрен удобный подъезд для сотрудников и клиентов, а также оборудованы две автостоянки на 23 машино-места. Центральная ремонтная мастерская для хозяйств с парком 75 тракторов предназначена для проведения диагностики, технического обслуживания и текущего ремонта, тракторов, комбайнов, автомобилей, сельскохозяйственных машин и оборудования животноводческих ферм. Ремонтный цех оборудован участками для диагностики и технического обслуживания, в том числе ремонтно-монтажным, кузнечно-сварочным, слесарно-механическим, а так же участками для обкатки и регулировки двигателей, проверки регулировки автотракторного электрооборудования, топливной аппаратуры и гидросистем.

Диагностика и техническое обслуживание машин выполняются в изолированном помещении на универсальном посту. Основные работы по текущему ремонту, связанные с разборочно-сборочными операциями выполняются на 6 универсальных постах ремонтно-монтажного участка. Текущий ремонт предусматривается проводить агрегатным методом.

Центральная ремонтная мастерская рассчитана для хозяйств с ремонтно-обслуживающей базой типа “В”- вся техника эксплуатируется на центральной усадьбе хозяйств. Производственная деятельность мастерской предусматривается в кооперации с ремонтными предприятиями Госагропрома и гаражом ремонтно-обслуживающей базы.

Проектируемая мастерская имеет прямоугольную форму с размерами в плане 24,5 х 60 м. Здание бескаркасное с несущими кирпичными стенами, пролётом 18 м и высотой 9,4 м. Для покрытия здания используются железобетонные балки, опирающиеся на кирпичные стены с пилястрами шагом 6 м, и ребристыми плитами покрытия размером 6х3 м и толщиной 250 мм. К мастерской пристроен административно-бытовой корпус размерами 6х60 м и высотой 5,7 м. Общий строительный объём мастерской составляет 12204 м³.

Проектом в здании предусмотрены монолитные ленточные фундаменты под несущие стены. Наружные продольные стены – несущие, выполняются из облицовочного и отделочного, утолщенного кирпича марки КП-У100/25 по ГОСТ 530-95 на цементно-песчаном растворе М 100. Конструкция стен предусмотрена слоистая с наружным и внутренним слоями из кирпича толщиной 250 и 120 мм, а также утеплителя из пенополистерола толщиной 140 мм между ними. Внутренние стены – выполняются из пустотелого, утолщенного керамического кирпича марки КП-У100/15 по ГОСТ 530-95, на растворе М 100. Перегородки выполнены из кирпича КП-У75/15 по ГОСТ 530-95, на растворе М 50.

Пространственная жесткость и устойчивость здания обеспечивается устройством продольных несущих стен с пилястрами и связью их с балками покрытия.

Более подробно рассмотрены вопросы технологии возведения здания, а именно возведения кирпичных стен и монтажа покрытия здания с последующим устройством кровли. Кирпичная кладка стен выполняется по кольцевой схеме бригадой каменщиков поярусно. Для связи наружной и внутренней частей стен предусмотрена перевязка по ширине кладки. Укладка пенополистирольного утеплителя позволяет не только повысить энергоэффективность ограждающих конструкций, но за счёт долговечности утеплителя обеспечить долговременный характер минимального энергопотребления здания. Для строительных работ используется автомобильный стреловой кран Grove GМK5220 грузоподъёмностью 62 тонны, при вылете стрелы 36,3. Кран подобран исходя из массы самой тяжёлой балки покрытия и необходимости её монтажа на расчётную высоту. Для монтажа балок покрытия используются траверсы, обеспечивающие меньшую высоту подъёма крюка крана по сравнению со стропами. Плиты покрытия монтируются с помощью четырехветьевого стропа, с последующим замоноличиванием швов. В первую очередь монтируются связные плиты и пристенные, за ними рядовые. Связные устанавливаются на балки, приваривая закладные детали плит к закладным деталям балок. Доступ к местам монтажа обеспечивается с передвижных подмостей. Антикоррозионную защиту сварных швов и отдельных участков деталей выполняют в процессе монтажа конструкций после сварочных работ. После проверки правильности установки конструкций, приемки сварных швов и антикоррозионной защиты производится тщательное замоноличивание стыков плит бетонной смесью на мелком заполнителе.

Пирог кровли – конструкция, состоящая из нескольких слоев, предназначенных для защиты здания от воды и других внешних воздействий. Один из основных слоев – ребристая плита, которая обеспечивает жесткость и прочность всей конструкции. На плиту с применением газовой горелки монтируется пароизоляционный слой Биполь ЭПП в 1 слой. Плиты теплоизоляционные устанавливаются на пароизоляционный слой для сохранения и уменьшения теплотерь в атмосферу. Теплоизоляционные плиты LOGICPIR Ф/Ф на основе вспененного полиуретана являются одними из наиболее распространенных материалов для теплоизоляции кровли. Следующим слоем монтируются теплоизоляционные плиты LOGICPIR CXM/CXM SLOPE для устройства уклона на кровле и изменения направления стока воды. Затем производится крепление теплоизоляционных плит LOGICPIR Ф/Ф на телескопический крепеж ТехноНИКОЛЬ. Финишным слоем укладывается полимерная ПВХ мембрана LOGICROOF V-RP. Перед укладкой мембраны производится ветровой расчет, для определения воздействия наибольшей ветровой нагрузки. После результатов расчета устанавливаются ряды креплений для увеличения количества усиленных ветровых полос мембраны в нагруженных зонах. Ставится крепеж через мембрану, а точки крепления перекрываются бандажной полосой из нового материала для избежания в будущем отрыва мембраны. Спаyku швов мембраны производят с помощью специального сварочного автомата Varimat. ПВХ мембрана имеет значительную устойчивость к ультрафиолетовому излучению, химическим веществам и механическим

повреждениям, что обеспечивает надежную защиту кровли на протяжении многих лет и использование её в самых разных условиях эксплуатации.

В соответствии с разработанным стройгенпланом на участке предусмотрена площадка для отдыха клиентов и персонала. Также на участке располагаются два склада с запчастями и расходными материалами, производственный и административно бытовой корпус, гараж на 75 единиц сельскохозяйственной техники, площадка для складирования промышленного мусора. Для приема и преобразования, распределения электрической энергии по всему участку установлена трансформаторная подстанция.

Разработанный проект ремонтной мастерской позволит повысить надёжность обслуживания сельскохозяйственных машин, обеспечит увеличение межремонтного периода и в целом повысит эффективность механизации сельскохозяйственных работ.

У.В. Гомзякова

Научный руководитель к.т.н., доцент С.А. Белых

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА ПАЛЬМОВЫХ ОСТРОВОВ (ОАЭ)

Пальмовые острова в Дубае являются одним из самых амбициозных и технически сложных инженерных достижений в мире. Построенный для привлечения туристов со всего мира, искусственный архипелаг успешно справляется с проектной задачей и обрабатывает инвестиции, вложенные на его строительство.

Пальмовые острова – это три искусственных острова на побережье Дубая в Объединенных Арабских Эмиратах в эмирате Дубай. Они по внешнему виду представляют собой финиковые пальмы, особо почитаемые в исламе. В состав архипелага входят три крупных острова: Палм-Джумейра, Палм-Джабель-Али и Палм-Дейра.

Самый большой из искусственных островов – остров Пальма Дейра, чуть более скромные размеры имеют Пальмы Джебель-Али и Джумейра. Пальмы можно назвать полуостровами, поскольку они соединены с линией берега своими «стволами». Венцом каждого острова является полумесяц – символ исламской религии. Острова защищены от воды барьерными рифами, на которых высечены цитаты из поэм шейха Дубая.

На островах Палм всегда можно найти развлечения на свой вкус. Можно заняться дайвингом, яхтингом или виндсерфингом, отправиться на подводный мост и в аквапарк Aquaventure. Обязательно стоит воспользоваться монорельсовой дорогой, чтобы с небольшой высоты осмотреть остров Пальма Джумейра.

Цель работы: выявление инновационных решений при реализации уникальных проектов и обоснование причин для инвестирования.

План шейха Дубая Мохаммеда бин Рашида аль-Мактума состоял в том, чтобы превратить современный город в самый роскошный туристический центр, который когда-либо видел мир.

Характеристика архипелага искусственных островов «Пальмовые острова» представлена в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика архипелага искусственных островов

Показатель	Характеристика
Общая площадь	60,35 км ²
Акватория	Персидский залив
Страна	ОАЭ
Регион	Дубай

Строительство Джебель-Али началось осенью 2002 года, ожидалось, что процесс будет завершен в 2007 году, но из-за финансового кризиса создание острова все еще продолжается. Предполагалось, что Дира будет самым большим из трех Пальмовых островов. Строительство началось в ноябре 2004 года и должно было быть завершено в 2011 году.

По итогу, первоначальный проект постепенно сокращался, пока он не был полностью приостановлен в 2008 году. В 2013 году девелоперы объявили об изменении планов, на острове должны быть построены тысячи магазинов, отель и амфитеатр – однако остров не будет иметь форму пальмы, а будет состоять из четырех маленьких островов. Также было объявлено о строительстве крупнейшего в мире ночного торгового центра.

Таким образом, из трех запланированных островов были созданы только два, только на одном, из которых кипит жизнь.

Стоит отметить, что Пальмовые острова – лишь часть амбициозного проекта шейха – рядом также построен архипелаг «Мир», который должен напоминать карту мира с высоты птичьего полета.

Пальмовые острова состоят только из песка, добытого со дна Персидского залива, и камней (они были завезены из Австралии) и скал. Песок был распылен, а затем ему придана заданная форма с использованием технологии вибропрессования. Также было необходимо сформировать каменные волноломы, задачей которых является защита островов от воздействия морской воды. Но им по-прежнему угрожают ураганы, землетрясения и неизбежная эрозия.

Сохранение идеальной формы – тоже серьезная проблема. Чтобы острова по-прежнему напоминали пальмы, необходимо постоянно пополнять песок, упорно смываемый водой. Поэтому поддержание островов в первоначальном состоянии требует огромных финансовых затрат.

Изначально предполагалось создать 7 континентов в виде отдельных островов, однако Шейх быстро осознал, что никто не купит такие большие

«куски». Вместо этого он решил разделить «Мир» на множество мелких кусочков, чтобы любой инвестор смог купить свой собственный остров.

В организации любого строительства возникают проблемы, которые затрудняют стройку. Компания, которой доверили строить архипелаг, столкнулась с проблемой нехватки морского песка, так как для строительства подходил только определённый песок. Песок из пустыни легко вымывался и плохо влиял на морскую флору и фауну. Поэтому пришлось быстро углубляться в Персидский залив и доставать с его дна природный строительный материал. Каждый раз, когда драги уходят вглубь моря, на транспортировку затрачивается больше топлива, что за собой влечет дополнительные капиталовложения. Чтобы создать остров потребовалось 9 драг, 17 судов, 9 кранов, 320 млн м³ песка и 32 млн т камня.

Каждую зиму с севера приходят бури с сильным ветром. Исследователи должны учитывать самый страшный сценарий, бурю, которая бывает раз в 100 лет.

Для защиты рукотворного чуда в Дубай инженеры возвели в Персидском заливе искусственный риф (длинный ступенчатый волнорез из коралловых рифов).

Искусственному архипелагу «Мир» угрожает опасность застаивания. При таком скоплении островов, вода в протоках движется очень медленно. Чтобы вода не застаивалась и была кристально чистая, команда проектировщиков находит умное решение: протоки между островами нужно углубить и сделать еще один зазор в волнорезе

На примере данного проекта можно с уверенностью сделать вывод, что искусственные острова это не сказка – это реальность. И реальность, которая будет не просто красоваться своими амбициозными решениями в архитектуре или в других областях применимых в строительстве, а будет приносить огромные прибыли экономике страны

Литература

1 Пальмовые острова в Дубае. Жемчужина ОАЭ. Электронный ресурс. Режим доступа: https://traveltimes.ru/пальмовые-острова-в-дубае-жемчужина-/#1Росему_bylo_nacato_stroitelstvo_Palmovyh_ostrovov (дата обращения: 01.05.2023).

2 Википедия. Пальмовые острова. Электронный ресурс. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Пальмовые_острова (дата обращения: 01.05.2023).

3 Документальный фильм. Дубай город в пустыне – ФИЛЬМ 1 (HD), Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=JSFujBJ1tcg>. Мегасооружения: Островное чудо света (дата обращения: 01.05.2023).

4 Официальный сайт компании The First Group/ Проекты/ ДУБАЙ И WORLD EXPO 2020, URL: <https://www.thefirstgroup.com/ru/world-expo-2020> (дата обращения: 01.05.2023).

5 Официальный сайт компании застройщика/ The World, URL: <http://www.nakheel.com/en/communities/the-world> (дата обращения: 01.05.2023).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДА ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И МАГАНСКОЙ ГЛИНЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА

Производство керамических материалов – одна из самых материалоемких отраслей народного хозяйства, поэтому рациональное использование топлива, сырья и других материальных ресурсов становится решающим фактором ее успешного развития в условиях проводимой экономической реформы. В связи с этим применение в керамических материалах отходов сырья приобретает особую актуальность.

Однако широкое применение техногенных отходов сдерживается определённой нестабильностью и неоднородностью многих побочных продуктов промышленности, что, в свою очередь, может привести к снижению качества строительной продукции.

Основными видами перспективных техногенных отходов в России являются золы и шлаки ТЭЦ, цветной и черной металлургии, отходы угледобычи горно-обогатительных комбинатов, деревообрабатывающих предприятий, переработки горючих сланцев, а также шламы предприятий стекольной и фармацевтической промышленности, химической подготовки воды на предприятиях энергетики.

Для предприятий города Красноярска и его пригорода актуален вопрос утилизации промышленных отходов, таких как Красноярские ТЭЦ – золы, РУСАЛ – шлаки, деревообрабатывающих предприятий – опилки, щепы, стружка. Но для каждой конкретной местности и групп компаний необходимо проводить комплексные исследования, которые можно разделить на следующие этапы:

- предварительный анализ – социально-экономическое обоснование необходимости проработки вопроса переработки вторичного сырья;
- изучение сырьевой базы и логистического обеспечения локальных заказчиков и потребителей;
- проведение серии испытаний;
- обработка экспериментальных данных, их обобщение;
- разработка технологии и её внедрение в производство.

В рамках изучения вопроса расширения сырьевой базы предприятий вблизи г. Красноярска были проведены исследования [1] материала нового месторождения глины (Берёзовский р-он, близ села Маганск).

Испытания проведены в соответствии с ГОСТ 9169-75 («Сырье глинистое для керамического кирпича»).

По результатам испытаний определён компонентный состав исследуемого сырья (табл. 1) и гранулометрический состав (табл. 2).

Таблица 1

Химический состав исследуемого глиняного сырья

Компонентный состав, %								
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	S	ппп
57,52	11,82	4,93	8,26	3,12	1,29	1,97	0,35	10,84

Таблица 2

Гранулометрический состав

Размер фракций, % мас.		
Песчаные частицы (1–0,05) мм	Пылеватые частицы (0,05–0,005) мм	Глинистые частицы (менее 0,005) мм
51	27	22
45	47,509	7,491

По химическому составу в соответствии с диаграммой Августиника рассмотренное месторождение относится к глинам пригодным для производства керамического кирпича, а также для изготовления черепицы.

Гранулометрический состав глины, представленный в табл. 2, показал, что в соответствии с количеством основных частиц данное сырье можно отнести к глинисто-пылеватым суглинкам и опесчаненной глине, т.е. супеси.

В процессе производства керамических изделий, для обеспечения необходимых формовочных, сушильных и других технологических свойств в состав керамической массы, вводятся различные добавки. В зависимости от природных особенностей глины все добавки по своим назначениям подразделяются [2]:

- на отошающие добавки, которые улучшают сушильные свойства глин, уменьшают воздушную усадку и ликвидируют структурные дефекты при формовании. К их числу относятся: песок, бой керамических изделий, дегидратированная глина, шлаки, отходы формовочных смесей и др.;

- отошающие и выгорающие добавки. Они улучшают спекание черепка и одновременно уменьшают усадку керамической массы. Это древесные опилки, лигнин, торф, шелуха, зола ТЭЦ, отходы углеобогатительных фабрик;

- выгорающие добавки, которые увеличивают прочность и морозостойкость глин и уменьшают расход технологического топлива (антрацит, кокс, уголь и др.);

- добавки, которые обогащают и пластифицируют, – высокопластичные глины, сульфидно-спиртовая барда;

- упрочняюще-флюсующие добавки – пиритные огарки, отходы обогащения марганцевых руд, производства стекол и др.

В Красноярске преимущественно строительство жилого фонда осуществляется с увеличением этажности, а основным стеновым материалом является кирпич. Поэтому для снижения массы керамического кирпича, и, соответственно, нагрузки на нижние этажи здания необходимо предусмотреть введение выгорающей добавки.

В данных исследованиях в качестве такой добавки использовался наиболее распространенный отход, характерный для наших условий, а именно отходы деревообрабатывающей промышленности – опилки. Предпочтения следует отдавать опилкам продольной резки. Так как опилки длинноволокнистые, то они, предположительно, армируют глиняную массу, улучшают теплофизические свойства и повышают ее сопротивление разрыву, а вместе с тем и трещиностойкость во время сушки. Опилки улучшают формовочные свойства глиняной массы, но снижают прочность изделий, повышают водопоглощение. Вводить их лучше вместе с минеральными отощающими добавками, при этом размер опилок должен составлять не более 7 мм.

В исследованиях вводим опилки в количестве 5–7 % по объему. Результаты испытаний физико-механических свойств исследуемых составов представлены в табл. 3.

Таблица 3
Физико-механические свойства образцов на основе исследуемого глиняного сырья

№ образца	Опилки, % по V	Пластичность	Усадка, %			Формов. влажн., %	ρ , кг/м ³	$R_{сж}$, кг/см ²	W, %
			возд.	огн.	общ.				
1	-	7,6	8,6	0	8	25	1949,6	183	16,0
2	-	7,6	8,6	0	8	25	1918,2	189	15,0
3	-	7,6	8,6	0	8	25	1918,2	185	15,0
4	5	-	6	0	6	26	1850	147	17,5
5	5	-	6	0	6	26	1870	157	16,9
6	5	-	6	0	6	26	1812	139	17,8
7	7	-	6	0	6	26	1752	127	18,0
8	7	-	6	0	6	26	1710	115	18,4
9	7	-	6	0	6	26	1695	141	18,2

Анализ полученных результатов показал, что введение опилок в глину снижает прочность на сжатие на 20–30 %, а водопоглощение увеличивает на 9–12 % в зависимости от их количества. Дополнительная пористость, полученная в результате введения выгорающей добавки, приведет к улучшению теплофизических свойств. Используя в качестве выгорающей добавки опилки, можно получить керамический кирпич марки М100, М150, в зависимости от количества введенной добавки.

Литература

1. Основы технологии строительной керамики и искусственных пористых заполнителей : учеб. пособие / Н. Г. Васильевская, И. Г. Енджиевская, Г. П. Баранова, С. В. Дружинкин. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2016. 200 с.
2. Технология строительной керамики : учеб.-метод. пособие / сост. И. В. Пищ. – Минск: БГТУ, 2015. – 136 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФИЗКУЛЬТУРНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Проектирование физкультурно-оздоровительного комплекса с плавательным бассейном планируется в г. Братске на пересечение улиц Крупской и Metallургов. Строительство комплекса обусловлено строительством нового жилого комплекса «Первый» по улице Metallургов. Физкультурно-оздоровительный комплекс с плавательным бассейном является новым строительством и станет архитектурной доминантой в районе строительства. Благоустройство территории вокруг нового микрорайона создаст новое место притяжения для молодёжи в городе.

Архитектурные решения продиктованы функциональным назначением здания. Здание в плане сложной формы размером 36 м x 45,5 м, одноэтажное с подвальным этажом и техническим подпольем. Высота этажей: подвала – 2,94 м; технического подполья – переменная от 1,15 м до 1,75 м; 1-го этажа – 3,9 м; в помещении чаши бассейна – 6,02 м, в зале «сухого» плавания – 7,4 м. Высота здания до верха строительных конструкций покрытия (парапета) – 9,2 м.

Здание в плане состоит из двух прямоугольников, которые сдвинуты относительно друг друга. Объемно-пространственная композиция представляет собой пересечение двух разновысотных объемов одно- и двухэтажных частей. Акцент сделан на объемах за счет двухсветного пространства (зал сухого плавания и зал бассейна).

Объемно-планировочные решения разработаны в соответствии с требованиями технологического задания, СП 31-113-2004 «Бассейны для плавания», СанПиН 2.1.2.1188-03, СП 59.13330.2012. Функциональное назначение здания принято из условий нормальной эксплуатации по функциональному назначению отдельных его частей с учетом требований к выполнению технологических процессов, размещению необходимого оборудования, противопожарных, санитарных норм и эргономики, доступности для маломобильных групп населения, а также на основании конструктивной схемы здания и ответственного земельного участка.

В структуре физкультурно-оздоровительного комплекса выделены следующие основные функциональные группы помещений:

- зоны входных помещений: вестибюль, гардероб, кафетерий, зоны отдыха для занимающихся;
- группа помещений плавательного бассейна, включающая в себя: вспомогательные помещения санитарно-гигиенического назначения, комнату дежурного тренера и медсестры, кабинет для проведения анализа воды, а также двухсветное помещение для размещения ванны бассейна. Помещение бассейна с размерами 30,0 x 21,0 м.;

- зал сухого плавания включает в себя помещение для хранения спортивного инвентаря;
- тренерские, административно-хозяйственные и бытовые помещения;
- технические и эксплуатационные службы (электрощитовая, венкамера, тепловой пункт, помещения водоподготовки).

В проекте предусмотрен фундамент в виде монолитной железобетонной плиты толщиной 500 мм из бетона класса В25, марок W6, F150 по подготовке толщиной 100 мм из бетона класса В7,5. Полы в зале выполнены из керамической плитки.

Стены подвального этажа – монолитные железобетонные из бетона класса В25 толщиной 250 мм с утеплителем из пенополистирольных плит по ГОСТ 15588-2014 толщиной 100 мм ($\lambda=0,03$ Вт/м^{°C}) с защитной стенкой из асбестоцементных листов по ГОСТ 18124-95 толщиной 10-12 мм.

Чаша бассейна – монолитная железобетонная из бетона класса В25, марок W6, F150: днище (фундамент) – толщиной 300 мм; стены – толщиной 250 мм.

Наружные стены комплекса – многослойные, двух типов.

- 1 тип (основной) – внутренний слой толщиной 380 мм из керамического кирпича; наружный слой – вентилируемая фасадная система с утеплителем из минераловатных плит толщиной 150 мм ($\lambda=0,038$ Вт/м^{°C}) с облицовкой алюминиевыми композитными панелями;

- 2 тип – внутренний слой толщиной 200 мм из монолитного железобетона; наружный слой – вентилируемая фасадная система с утеплителем из минераловатных плит толщиной 150 мм ($\lambda=0,038$ Вт/м^{°C}) с облицовкой алюминиевыми композитными панелями.

Внутренние стены – из кирпича полнотелого керамического обыкновенного по ГОСТ 530-2012 толщиной 380 мм

Колонны – монолитные железобетонные сечением 400х400 мм из бетона класса В25. Шаг колонн: в поперечном направлении – 6,0 м; в продольном – 5,25, 6,0 и 9,5 м.

Балки покрытия в проекте предусмотрены монолитные железобетонные сечением 400х700 (h) мм (с учетом толщины плит перекрытия и покрытия) из бетона В25 пролетом 2,5-6,5 м.

Перегородки выполнены из кирпича полнотелого керамического обыкновенного по ГОСТ 530-2012 толщиной 120 мм; из ГКЛ по металлическому каркасу толщиной 100 мм.

Перекрытие – монолитная железобетонная плита толщиной 200мм из бетона класса В25.

Фермы над чашей бассейна выполнены стальными, пролетом 21 м с параллельными поясами высотой 1800 мм, из замкнутых квадратных профилей по ГОСТ 30245-2003, верхний пояс – сечением 120х5 мм; нижний пояс – сечением 100х5 мм; раскосы – 80х4 мм. Шаг ферм – 3,0 м.

Покрытие – двух типов: 1 тип (над бассейном) – профилированные металлические листы по металлическим фермам; 2 тип – монолитная железобетонная плита толщиной 200 мм из бетона класса В25.

Кровля – совмещенная малоуклонная из полимерной мембраны по утеплителю из минераловатных плит «Техноруп» толщиной 60 мм и 150 мм с организованным внутренним водостоком.

В проекте выполнен расчет несущей конструкции ванны плавательного бассейна.

Исходные данные. Размеры ванны 25,1x16,1 м. Глубина бассейна изменяется от стены А до стены Б – от 1800 мм до 1200 мм соответственно. Днище бассейна толщиной 300 мм представляет собой монолитную плиту с плитами ограждения, опертymi по контуру из бетона класса В25 и арматуры класса А500С.

Расчет плиты днища бассейна начинается со сбора нагрузок на 1 м² плиты.

Таблица 2.1

Сбор нагрузок на 1 м² плиты

Наименование нагрузки	Нормативная нагрузка, кН/м ²	Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетная нагрузка, кН/м ²
Равномерно распределенная от воды $\delta = 18000 \text{ мм}, \gamma = 10 \text{ кН/м}^3$	18	1,2	21,6
Керамическая плитка $\delta = 10 \text{ мм}, \gamma = 18 \text{ кН/м}^3$	0,18	1,3	0,23
Стяжка цемента-песчаная $\delta = 50 \text{ мм}, \gamma = 18 \text{ кН/м}^3$	0,9	1,3	1,17
Гидроизоляция	-	-	-
Собственный вес плиты $\delta = 300 \text{ мм}, \gamma = 25 \text{ кН/м}^3$	7,5	1,1	8,25
Итого	26,58	-	31,25

С учетом коэффициента надежности по назначению здания расчетная нагрузка q на 1 м² плиты равна:

$$q = 31,25 \cdot 1 \cdot 0,95 = 29,69 \text{ кН/м.}$$

Определение усилий. Плита чаши бассейна представляет собой монолитную плиту с плитами стен, опертymi по контуру. Плита днища имеет размеры в плане 6,425x8,175 м.

Бетон тяжелый класса В25 (естественного твердения). С учетом коэффициента условий работы $\gamma_{b1}=0,9$: расчетное сопротивление бетона сжатию для предельных состояний второй группы составляет $R_{b,ser} = 18,5 \text{ МПа}$, $R_b = 14,5 \cdot 0,9 = 13,05 \text{ МПа}$, расчетное сопротивление бетона растяжению для предельных состояний второй группы $R_{bt,ser} = 1,6 \text{ МПа}$, расчетное сопротивление растяжению $R_{bt} = 1,05 \cdot 0,9 = 0,945 \text{ МПа}$, модуль упругости бетона $E_b = 30000 \text{ МПа}$. Для армирования плиты принята сетка из стали А500С с характеристиками: $R_s = 435 \text{ МПа}$, $R_{sw} = 300 \text{ МПа}$, $E_s = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$.

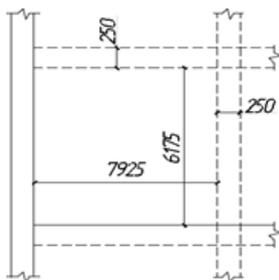


Рис. 1. Расчетная схема плиты

Так как $\frac{l_1}{l_2} = \frac{8,175}{6,425} = 1,27 < 1,5$, то плита работает на изгиб в двух направлениях.

В общем случае каждая панель плиты перекрытия испытывает действие шести изгибающих моментов: двух пролетных (положительных) M_1 и M_2 и четырех опорных (отрицательных) $M_I, M_I', M_{II}, M_{II}''$. Используем классические рекомендации перераспределения усилий, заключающиеся в уменьшении максимальных опорных моментов до 30% и соответственно пропорциональном увеличении пролетных моментов. Расчет прочности нормальных сечений плиты. Плита дна бассейна армируется сетками с рабочей арматурой в двух направлениях. В пролете сетки укладываются понизу; на опорах – поверху.

Подбор сечений арматуры выполняется из условия прочности нормальных сечений плиты. Расчет производим на 1 м ширины плиты: $h = 300$ мм; $a = 30$ мм; $h_0 = 270$ мм; $b = 1000$ мм.

Величины моментов плит, окаймленных по контуру балками, допускается уменьшать на 20% за счет благоприятного влияния распора.

В целях унификации арматурных изделий и обеспечения надежности конструкций плиты дна бассейна принимаем рабочую арматуру $\varnothing 12$ A500C ($A_{S1} = 113,1 \text{ мм}^2$; $A_S = 565 \text{ мм}^2$), конструктивную арматуру принимаем $\varnothing 6$ A240.

Расчет стенки ванны бассейна. Стены ванны бассейна рассчитывают на гидростатическое давление воды. Расчет стен осуществляется в зависимости от соотношения размеров в плане и по высоте. При расчете стены как консольной балки выделяют полосу шириной 1 м.

В целях унификации арматурных изделий и обеспечения надежности конструкций стены бассейна принимаем рабочую арматуру $\varnothing 12$ A500C ($A_{S1} = 113,1 \text{ мм}^2$; $A_S = 565 \text{ мм}^2$).

Горизонтальную арматуру в стенах бассейна при условии $l_1/l_2 > 2$ устанавливаем конструктивно без расчета.

Армирование стен ванны бассейна осуществляем сетками по наружным и внутренним граням.

Кроме того, в ВКР рассмотрены вопросы технологии и организации строительства, экологии и безопасности жизнедеятельности.

Строительство физкультурно-оздоровительного комплекса в г. Братске позволит расширить сферу услуг и создаст новый центр притяжения населения в г. Братске.

И.А. Дыхавка

Научный руководитель к.т.н., доцент С.А. Белых

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЭЙФЕЛЕВОЙ БАШНИ

Эйфелева башня – самая узнаваемая архитектурная достопримечательность Парижа, имеющая мировую известность как символ Франции, названная в честь своего конструктора Густава Эйфеля и являющаяся местом паломничества туристов. Ежегодно башню посещают более 5 миллионов посетителей. Это сделало башню самым посещаемым монументом в мире.

Эйфелева башня строилась к Всемирной парижской выставке, открывшейся 31 марта 1889 года. К 1909-му её предполагалось разобрать на металлолом, чтобы она не портила вид Парижа. Однако от этой несправедливости башню спасло бурное развитие радиовещания.

Идея башни была позаимствована Эйфелем у инженеров, работавших на принадлежавшем ему заводе металлоконструкций в Леваллуа-Перре. Всего лишь 300 рабочих возводили стальную конструкцию чуть больше двух лет. Общий вес сооружения вместе с фундаментом и установленным на башне лифтовым оборудованием составляет 10100 т, металлическая конструкция весит 7300 т.

Башня имеет три этажа.

На первой платформе расположены залы ресторана и смотровая площадка.

На второй – ресторан и смотровая площадка, а также резервуары с машинным маслом для работы подъемного механизма лифта. Позже гидравлический подъемник был заменен электрическим.

На самом верху находились астрономическая и физическая лаборатории. А также рабочий кабинет Эйфеля, который инженер устроил для того, чтобы доказать сомневающимся устойчивость своего сооружения.

Даже в самую сильную бурю, возможную в данных широтах, её верхушка отклоняется всего лишь на 12 см. Инженеру удалось достичь столь отменной характеристики за счет искривления несущих колонн, которые имеют вогнутую форму.

Подъем на башню изначально осуществлялся при помощи системы лифтов. В восточной и западных опорах были установлены два лифта. В конце 1980-х они начали приводиться в движение электромоторами.

Уникальность этого лифта для времени его создания состоит в том, что он перемещался не вертикально, а по траектории, повторяющей изгиб ребер первого яруса башни. Для его функционирования были проложены рельсы.

В течение всех строительных работ не было ни одного смертельного случая, что являлось значительным достижением для того времени.

При экскавации для фундаментов из-за близости реки Эйфель прибегнул к методу, которым он ввел строительство мостов. В каждом из 16 кессонов фундамента находилось рабочее пространство, в которое накачивался под давлением воздух. Вследствие этого туда не могла проникать вода и рабочие могли осуществлять экскавацию без того, чтобы им мешала просачивающаяся вода.

Работы по изготовлению фундамента и металлических конструкций, по монтажу самой башни и устанавливаемого на ней оборудования были параллельны, насколько это было возможно. К тому же столь короткий срок, в который уложились строители, был бы невозможен без заблаговременно выверенных чертежей и легко читаемой технической документации.

Двенадцать тысяч металлических элементов конструкции были соединены при помощи 2,5 млн заклепок. Вес сборных элементов не превышал трех тонн, что облегчало их монтаж. Для их подъема на первых порах использовались обычные краны. При достижении определенной высоты они были заменены на специально сконструированные подвижные краны, которые перемещались по лифтовым рельсам при помощи гидравлических двигателей.

Наиболее сложным оказался монтаж платформы первого уровня. Четыре наклонные опоры и массивные балки платформы удерживала деревянная арматура. Для того, чтобы обеспечить опорам нужный угол, их укладывали на наполненные песком металлические цилиндры. При постепенном опорожнении цилиндров угол изменялся. Дополнительные гидравлические подъемники в фундаментах опор давали возможность заключительной регулировки положения наклонных опор, что позволяло точно подогнать их к железной арматуре первой платформы.

Для строительства башни было использовано 9441 т пудлингового железа высшего качества: более 18 тыс. металлических частей. Сварка деталей осуществлялась ацетилено-кислородным пламенем также как и сварка малоуглеродистой стали. Каждые 7 лет Эйфелеву башню красят специальной медной краской для защиты от коррозии.

Для строительства башни использовался уральский металл, так как в те годы наш отечественный металл был очень популярным в Европе.

По прошествии 20 лет ни о каком демонтаже уже не шло и речи, что было предопределено как экономически, так и технически. Перед продлением договора об аренде башни на 70 лет Эйфель представил муниципалитету Парижа многостраничный труд, в котором обосновал неоспоримую пользу, которую способен принести его детище в различных областях науки и техники. При этом одним из главных её уникальных достоинств явилось то, что на ней начали размещать радиопередающие антенны, а впоследствии к ним прибавились и телевизионные. За счет них башня подросла на несколько метров.

Эйфелеву башню встретили с восторгом не только парижане. За время работы выставки её посетили 2 млн. человек.

Коммерческая эксплуатация башни оказалась настолько выгодным предприятием, что в период с апреля по январь следующего года продажа входных билетов покрыла две трети строительных расходов. Потом пошла чистая прибыль.

Интерес к инженерно-архитектурному шедевру Эйфеля не угас и по сегодняшний день: башня – самый посещаемый исторический памятник Европы.

Эйфелева башня является уникальным архитектурным сооружением, символом индустриальной эпохи. На момент возведения Эйфелева башня бросила вызов всем традиционным правилам архитектуры, произвела настоящий переворот в инженерном деле и строительной технологии. Сохраняя статус самого высокого здания мира в течение нескольких десятилетий, Эйфелева башня стимулировала строительный бум башен-небоскребов в XX веке.

Литература

1 Тучков В. Парижское чудо света: как Гюстав Эйфель построил свою башню//Журнал русского географического сообщества. – 2022. – 10 с.

2 Париж. ArtNote. Эйфелева башня. – Москва: СИНТЕГ, 2016. – 192 с.

3 Эйфелева_башня: Сайт. – URL.: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения 22.04.2023) Текст электронный.

4 Немиров А. Эйфелева башня. Гюстав Эйфель и Томас Эдисон на всемирной выставке в Париже, 2022. – 240 с.

И.В. Зайчук

Научный руководитель к.т.н., доцент О.Е. Волкова

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО АДМИНИСТРАТИВНО-СКЛАДСКОГО КОМПЛЕКСА В г. КРАСНОЯРСКЕ

Архитектура гражданских зданий претерпела в последние годы существенные изменения. В проектировании гражданских зданий широко используется системный подход, охватывающий градостроительные, архитектурно-художественные и функционально-планировочные, технические и экономические аспекты проектных решений. В основе архитектурно-планировочного решения лежат функциональное назначение зданий, их техническое оснащение и экономическое объемно-планировочное решение.

Сокращение затрат в архитектуре и строительстве осуществляется рациональными объемно-планировочными решениями зданий, правильным выбором строительных и отделочных материалов, облегчением конструкции, усовершенствованием методов строительства. Главным экономическим резервом

в градостроительстве является повышение эффективности использования земли.

В дипломном проекте на тему «Многофункциональный административно-складской комплекс в г. Красноярске» представлен торгово-выставочный автосалон, состоящий из трех блоков. Его строительство является своевременным и экономически целесообразным.

Технические решения, принятые в проекте, соответствуют требованиям экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных и других норм, действующих на территории Российской Федерации, и обеспечивают безопасную для жизни людей эксплуатацию при соблюдении предусмотренных мероприятий.

Проектируемый многофункциональный административно-торговый и складской комплекс предназначен для продажи, обслуживания и ремонта легковых автомобилей среднего и малого классов различных марок и производителей (импортеров).

Объект представляет собой комплекс, включающий в себя следующие помещения:

- автосалон;
- автосервис;
- офисные помещения;
- административно-технические помещения.

Многофункциональный административно-торговый и складской комплекс имеют неправильную форму в плане. Здание запроектировано одно-двух этажным, с размерами в плане в осях «1-29» и «А-И» (193.8x56.0) м, в осях «30-35»-«К-Т» (40.0x56.0)м. Второй этаж запроектирован в осях «1-29»-«А-Г» (193.8x24,0)м, в осях «30-35»-«К-Т» (40.0x56.0)м. Общая площадь здания 16534,2 м².

Первый этаж располагается на отм. 0.000 м и включает в себя входные зоны, с торгово-выставочными залами, цеха специализированного технического обслуживания, механического ремонта и предпродажной подготовки с зоной приемки и выдачи автомобилей, моечные посты, склады запчастей, а так же подсобные и технические помещения.

Высота 1-го этажа в чистоте:

- от пола до подвесного потолка составляет 4,4 м – в двухэтажной части здания;
- от пола до низа ферм 4,88 м – в одноэтажной части здания.

Второй этаж располагается на отм. 5.500 и включает в себя офисные помещения, административно-бытовые помещения (включающие в себя блок административно-бытовых помещений, охраны на весь комплекс, фельдшерский пункт с подсобными помещениями, гардеробы сотрудников с бытовыми помещениями), технические и вспомогательные помещения (венткамера, компрессорная, котельная), предприятия общепита (столовая, комната приема пищи для сотрудников и кафе для посетителей с подсобными и бытовыми помещениями).

Высота второго этажа в чистоте (от пола до подвесного потолка) 3,6 м.

Конструктивная схема здания – рамно-связевая. Жесткость и устойчивость здания обеспечивается за счет жесткого сопряжения вертикальных несущих конструкций (стен, колонн, лестничных узлов) с фундаментами, совместной работой вертикальных конструкций с горизонтальными связями (ж/б балки, и жесткие диски перекрытий).

Колонны в проекте предусмотрены сборные железобетонные, сечением 400х400мм и 500х500мм, из тяжелого бетона класса В50. Колонны устанавливаются в железобетонные монолитные стаканы на стальные пластины для выравнивания. Зазор между колонной и стаканом заполняется безусадочным бетоном В50 только после проверки правильности монтажа и при надежной фиксации колонны в проектном положении.

Стены – сборные железобетонные толщиной 200мм из тяжелого бетона класса В25. Стены устанавливаются на монолитные конструкции фундаментов. Углубления в стенах заполняются цементным раствором только после контроля правильности установки стен. Ригели – сборные прямоугольного и таврового сечения, имеют высоту от 600 до 800мм. В уровне перекрытия ригели опираются на консоли колонн и крепятся с помощью анкерных болтов. В уровне покрытия ригели опираются на колонны и крепятся так же анкерными болтами. Бетон класса по прочности В55. Ригели устанавливаются на колонны или их консоли, непосредственно на неопреновую прокладку толщиной 10мм. Отверстия для болтов не должны быть заполнены бетоном. Болты затягиваются перед установкой пустотных панелей.

Перекрытия – пустотные плиты со сборными ж/б предварительнонапряженными балками из тяжелого бетона класса В50. Покрытия – пустотные плиты по балкам. В осях Г-И пролеты перекрыты 16-метровыми скатными балками типа Н1.

Плиты перекрытий и покрытий устанавливаются на стены или на полки ригелей и непосредственно на неопреновые прокладки толщиной 10 мм. Расположение плит должно строго соответствовать проекту. Между рядами плит укладываются анкера, проходящие через сквозные отверстия в ригеле. Замоноличивание зазоров между плитами и ригелями должно выполняться только после контроля правильности установки плит и раскладки арматуры в соединениях. Заполнение производится бетоном В30 на мелком щебне. Контрольное отверстие в ригелях крайних рядов должно заполняться только после замоноличивания зазоров между плитами и ригелями. Для этой цели рекомендуется использовать раствор SIKA 314 или VETONIT 600.

Лестничные марши и площадки предусмотрены сборные ж/б из бетона класса В25.

Конструктивные и технические решения подземной части здания. Фундаменты проектируются отдельно стоящими монолитными столбчатыми (стаканного типа).

Под стены лестничной клетки и диафрагмы жесткости – монолитные железобетонные плиты толщиной 200мм. Бетон класса В25 марка по морозостойкости F50 и марка по водопроницаемости W6.

Цоколь предусмотрен в виде железобетонных фундаментных балок толщиной 300мм, высотой 600мм и 750мм из бетона марки В25 марка по морозостойкости F50 и марка по водопроницаемости W6. Железобетонные фундаментные балки опираются на монолитные консоли столбчатого монолитного фундамента и выполняются по цементно-песчаной подготовки из раствора М150.

Относительная отметка обреза фундамента – 0,400м. Столбчатый фундамент выполнен по бетонной подготовке толщиной 100мм из бетона класса В7,5 на песчано-щебеночной подготовке – 100мм. Материалы фундамента – тяжелый бетон класса по прочности В25, марка по морозостойкости F50 и марка по водопроницаемости W6.

Все поверхности фундаментов, соприкасающиеся с грунтом, покрываются холодной битумной мастикой в 2 слоя по праймеру.

Обратную засыпку пазух фундамента предусмотрено выполнить непучинистым грунтом (песком средней крупности) с послойным уплотнением слоями не более 20 см до объёмного веса $\rho=1,65 : 1,7 \text{ т/м}^3$

Ограждающие конструкции. Наружные стены главного и боковых фасадов выполнены из газосиликатных блоков (200x588x188h, по ГОСТ 21520-89) на цементно-песчаном растворе марки М100, система вентилируемого фасада (минераловатная плита толщиной 150 мм, облицовка- композитные панели).

Наружные стены заднего фасада – из трехслойных навесных панелей типа «сэндвич» толщиной 150 мм с минераловатным утеплителем заводского изготовления.

Конструкция покрытия по сборным железобетонным балкам – кровля плоская с уклоном 3%, с внутренним водостоком и покрытием Техноэласт ЭКП (толщиной 4мм) в соответствии с ТУ 5774-003-00287852-99.

Витражное остекление – однокамерный стеклопакет 6*-16-4К4 на алюминиевом каркасе белого цвета по шкале RAL9010. В уровне перекрытия используется закаленное стекло, покрытое с одной стороны непрозрачной краской (стемалит). Открывание створок – поворотное.

Основные виды работ, выполняемые автотехцентрами многофункционального комплекса:

1) определение технического состояния автомобилей, контроль, анализ и исследование состояния отдельных агрегатов и систем производится на специальном диагностическом оборудовании, установленном в помещении диагностики.

2) сервисное обслуживание

На участках сервисного обслуживания производится ремонт и все виды комплексного и ремонтного обслуживания автомобилей (все виды ТО и ТР). Для обеспечения доступа к агрегатам, узлам и деталям, расположенным снизу подвижного состава, в процессе выполнения работ ТО и ТР, рабочие посты, оборудованы электромеханическими 2-х стоечными подъемниками, и комплектами необходимого оборудования для ремонта автомобилей. Для проведения работ по сход-развалу, участок сервисного обслуживания оснащен 4-х стоечными подъемниками.

Так же на участке сервисного обслуживания запроектированы рабочие места для производства работ по шиномонтажу. Работы по шиномонтажу включают в себя монтаж – демонтаж колес и шин легковых автомобилей, ремонт шин и дисков колес автомобиля и балансировку колес. Рабочие места оборудованы стендами для шиномонтажа и балансировки колес и другим необходимым оборудованием.

На участке ремонта агрегатов предусмотрены стенды для разборки и сборки двигателей, разборки, сборки и регулировки сцепления.

Внутренние проезды на посты напольные при установке подвижного состава под углом 90° к оси проезда запроектированы шириной от 6,7 до 10,5 м и предусматривают постановку на посты без дополнительного маневра, в соответствии с ОНТП 01-91.

3). на участке мойки производится механическая мойка автомобилей и очистка салонов. Участок оборудован мойками высокого давления. Участки мойки расположены со стороны главного фасада (корпус 1 в осях «25-27» по оси «А» – 3 поста, корпус 2 в осях «1-4» по оси «А» – 4 поста), со стороны заднего фасада (корпус 3 в осях «15-16» по оси «И» – один пост на 2 машины) непосредственно перед зоной приемки и предназначен для мойки машин перед проведением необходимых работ по обслуживанию автомобилей. Так же в корпусе 1 проектируется мойка автомобилей, расположенная со стороны заднего фасада в осях «24/1-25» по оси «А-И», предназначенная для коммерческой мойки автомобилей.

На участке мойки автомобилей предусмотрена система оборотного водоснабжения с очисткой воды с помощью установки комплексной очистки сточных вод типа МД-М8. Степень очистки воды – 99%, производительностью 0,7-2 м³/час. Смена воды производится один раз в неделю с помощью автоцистерн. Уборка помещений – сухая.

В проекте применена моечная система фирмы «Мойдодыр». Мойку автомобилей предусматривают с помощью шланговых очистителей высокого давления. Водоснабжение моек осуществляется через установку оборотного водоснабжения «Мойдодыр 8М», исключающую сброс грязной воды в канализацию. В качестве моющего оборудования применяется шланговая установка высокого давления «Karher».

Загрязнения в виде взвешенных веществ (ВВ) поступают в иловый колодец, нефтепродукты (НП) в емкость установки «Мойдодыр-1М». Утилизация загрязнений проводится ЗАО «Мойдодыр» или ГП «Промотходы».

4). В производственной зоне предусмотрены помещения для проведения экспресс-ремонта, не требующего диагностики и спецоборудования (замена ламп, фонарей, предохранителей и т.д.), расположенные в осях «1-1/1» «Б-В» (корпус II) и расположенные в осях «34-35», «Р-Т» (корпус I).

На всех производственных участках, в зависимости от технологического процесса предусмотрена местная и/или общеобменная вентиляция. На въездных воротах предусмотрены тепловые завесы. Все производственные помещения оборудованы системой автоматического пожаротушения, вспомога-

тельные помещения оборудованы системой автоматической пожарной сигнализации.

При реализации проекта многофункционального административно-складского комплекса в г. Красноярске повысится качество обслуживания водителей и автомобилей, что будет способствовать снижению аварийности на дорогах.

П.В. Кабин

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск

3D-ПРИНТЕРЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

На сегодняшний день строительные технологии непрерывно развиваются. В основном преобразования направлены на сокращение сроков строительства, увеличение периода эксплуатации конструкций, экономию трудовых затрат и рабочей силы, а также извлечение большей экономической выгоды. Новой в сфере строительства является технология 3D-печати. С её помощью появилась возможность не только создания различных архитектурных конструкций, но и возведения целых зданий и сооружений. 3D-печать относится к аддитивному производству, иными словами, технология подразумевает создание объектов путем нанесения последовательных слоев материала [1]. Модели, изготовленные таким образом, могут применяться на любом производственном этапе – как для изготовления опытных образцов (быстрое прототипирование), так и в качестве готовых изделий (быстрое производство).

Существуют три основных метода 3D-печати, используемых при строительстве (рис. 1).

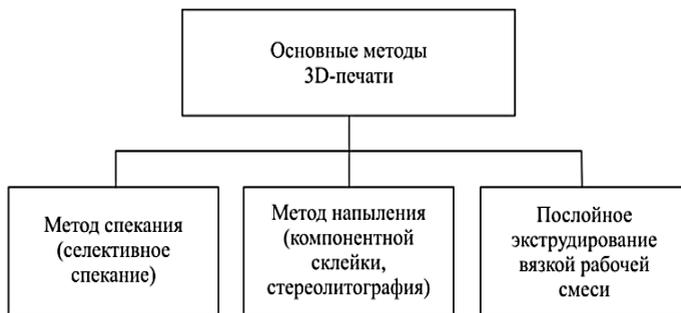


Рис. 1. Основные методы 3D-печати, используемые в строительстве

Метод спекания (селективного спекания) заключается в следующем: 3D-принтер расплавляет рабочую смесь (обыкновенный песок) с помощью сконцентрированного лазера или солнечного луча. На данный момент известно о существовании только одного образца такого устройства. Его изобрел

инженер Маркус Кайзер. Установка включает в себя солнечный резак, оборудованный кулачковым механизмом, при помощи которого задаются траектории резания материала, горизонтальные и круговые разрезы (рис. 2) [2].

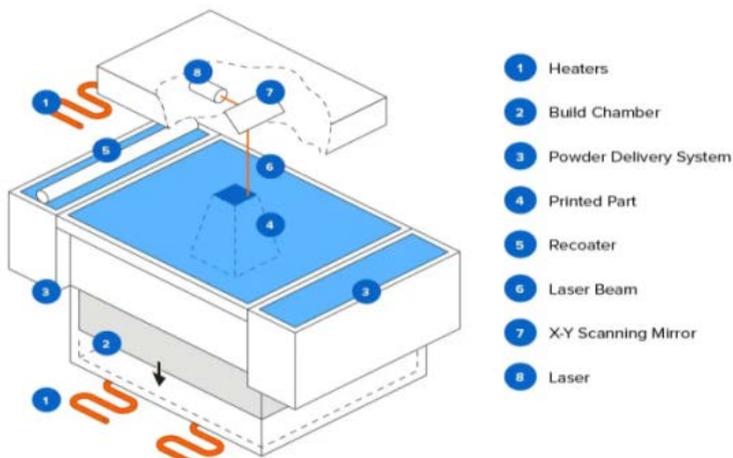


Рис. 2. Схематическое изображение метода селективного лазерного спекания

Технология процесса метода селективного спекания состоит из 3-х этапов:

1 этап. Печать модели. Порошок наносят на рабочую поверхность тонким слоем, где он нагревается до заданной температуры. Затем лазерный луч нагревает материал до состояния плавления или немного меньше, после чего порошок начинает затвердевать. Недействующие частицы выполняют функцию поддержек модели. По завершении цикла рабочая платформа опускается в камеру на глубину слоя – 0,05-0,2 мм и процесс повторяется до полной готовности изделия.

2 этап. Напечатанные модели должны некоторое время оставаться в камере для остывания. В противном случае, возможна потеря некоторых механических характеристик, и даже изменение формы изделия.

3 этап. Завершающий процесс – постобработка. Объекты очищают от остатка порошка, затем подвергают струйной или галтовочной обработке. Порошок подходит для переработки и дальнейшего использования.

Второй метод 3D-печати зданий и сооружений – лазерная стереолитография [3]. Для ее реализации используется лазерная установка с ванной, оборудованной специальным столом. Эту ванну заполняют жидкой фотополимеризующейся под воздействием лазерного луча композицией. Спекание материала выполняется послойно, путем перемещения лазерного луча по намеченной траектории. При завершении обработки первого слоя стол ванны опускается на шаг, и выполняется формирование следующего слоя. На сегодняшний день известны рабочие образцы группы Каталонского института

передовой архитектуры (IAAC), полученные методом компонентной склейки, под названием Stone Spray Robot (рис. 3). Методы селективного спекания и напыления являются экологически безвредными, поскольку их реализация подразумевает использование солнечной энергии, а рабочей смесью является песок.



Рис. 3. Рабочие образцы, полученные способом компонентной склейки

Третий метод – метод послойного экструдирования является основным способом 3D-печати большинства строительных принтеров. Его суть заключается в том, что рабочее сопло, или экструдер 3D-машины выдавливает быстротвердеющую бетонную смесь, в которую включены различные добавки, улучшающие характеристики будущей конструкции. Каждый очередной слой выдавливается 3D-принтером поверх предыдущего, благодаря чему формируется определенная конструкция (рис. 4). Впервые о подобной технологии в строительстве было упомянуто в работах профессора Бехроха Хошневиса из Южно-Калифорнийского университета в августе 2012 г. [4].



Рис. 4. Изготовление сооружения методом послойного экструдирования

В настоящее время известно о существовании двух видов конструкций 3D-принтеров – в виде мостового крана и в виде стрелы-манипулятора. Строительный 3D-принтер имеет сопло, или экструдер, и выдавливает из него рабочую смесь. Поверхность, на которой создается объемное изделие, называется рабочей зоной и имеет размеры, задаваемые величиной хода сопла, причем опалубки не требуется. Основными составляющими 3D-машины являются

рама, на которой смонтировано устройство, перемещающееся линейно в плане по направляющим, установленным вдоль здания, а также устройства для передвижения сопла и поднятия конструкции принтера.

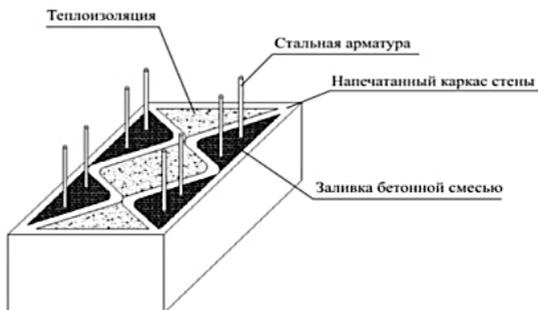


Рис. 5. Конструкция стены, выполненная с помощью 3D-принтера

Немаловажную роль в технологии строительной 3D-печати играет состав рабочей смеси. Ее основой является быстротвердеющий бетон, который может включать в свой состав различные добавки для повышения тех или иных характеристик несущих элементов конструкции (стен), а также может комбинироваться либо с различными видами фибр, либо со стальной арматурой (рис. 5).



Рис. 5. Материалы, используемые при послойном экструдировании

Бетонная смесь представляет собой высокопрочный бетон класса В50, необходимый для создания «органической структуры стен», прочность которого достигает $650\text{--}700 \text{ кгс/см}^2$. В первые сутки конструкция на основе бетонной смеси обретает до 25% проектной прочности, но такие высокие темпы

набора прочности не оказывают негативного влияния на конечные свойства бетона. Схватывание смеси происходит в течение 3–120 мин, при этом достаточно хорошо сохраняется форма, что необходимо при 3D-печати. Для бетонной смеси характерны малая усадка (0,6 мм/м в возрасте 28 сут) и минимальное водоцементное отношение.

Один из возможных вариантов стенового ограждения, напечатанный на 3D-принтере представлен на рис. 6.

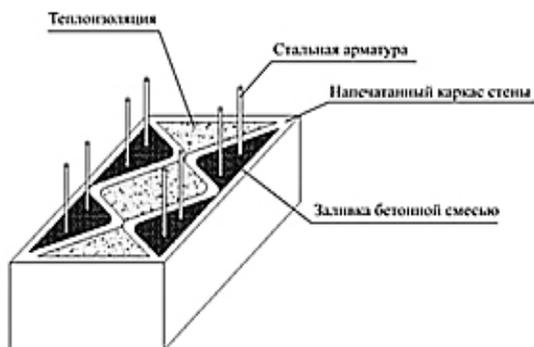


Рис. 6. Конструкция стены, выполненная с помощью 3D-принтера

Новая технология 3D-строительства требует технологической доработки, но на сегодняшний день можно отметить несомненные преимущества:

- Возможность воплощения в реальность любых проектов с нестандартным дизайном (включая обустройство внутреннего пространства, ремонт и монтаж коммуникаций) при относительно небольших затратах;
- легкая отделка напечатанных конструкций панелями и другими стройматериалами, множество вариантов оформления интерьера декором любой сложности;
- быстрый, максимально точный процесс 3D-печати – позволяет за короткие сроки изготавливать идеально ровные, прочные несущие и опорные конструкции, фундамент и стены с учетом характеристик местности, полностью соблюдать метраж помещения согласно проекту;
- значительное снижение количества отходов и мусора – все элементы изготавливаются под конкретный проект строго в требуемом объеме, после производства неиспользованные компоненты можно переработать в новый фрагмент;
- минимум рисков для людей и окружающей среды.

К минусам 3D-строительства относятся:

- несовершенная законодательная база для массового внедрения 3D-технологий в строительство;
- сравнительно высокая стоимость техники (эта слабая сторона компенсируется высокой скоростью работы и быстрой окупаемостью);

- сокращение рынка строительных услуг – компании по аренде строительной техники, производители традиционных стройматериалов, рабочие-строители остаются без работы;
- необходимость повышения квалификации и освоения новых методов, навыков проектировщиками и другими работниками, задействованными в 3D-строительстве;
- сложная транспортировка и хранение 3D-печатной техники;
- технология устройства перекрытий является наиболее узким местом в технологии 3D-печати.

Выход на рынок новых технологий открывает перед строителями новые горизонты, но требует для массового их применения технологической доработки.

Литература

1. Лунева Д.А., Кожевникова Е.О., Калошина С.В. Применение 3D-печати в строительстве и перспективы ее развития // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2017. – Т. 8, № 1. – С. 90–101. DOI: 10.15593/2224-9826/2017.1.08.
2. Обзорная статья по 3D-строительным технологиям [Электронный ресурс]. – URL: <http://geektimes.ru/post/224299> (дата обращения: 14.12.2016).
3. Малышева В.Л., Красимилова С.С. Лазерная стереолитография – новый подход к строительству сооружений // Журнал магистров. – 2013. – № 2. – С. 202–208.
4. Рудяк К.А., Чернышев Ю.О. Возведение зданий методом послойного экструдирования // Современные концепции развития науки: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Казань, 2016. – С. 147–151.

А.В. Калинин
Научный руководитель к.т.н., доцент Т.Ф. Шляхтина

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск

СПОРТИВНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР В г. ТУЛУНЕ

Строительство спортивного комплекса способствует активному развитию территорий, улучшению инфраструктуры городов, привлечению большого количества молодежи к здоровому образу жизни, созданию необходимой среды для существования человека жизненной среды.

Участок строительства расположен в городе Тулун. Участок под застройку имеет размеры 7017 м². Рельеф площадки ровный, колебания относительных отметок незначительны. Территория расположена вне зоны подтопления паводковыми водами. Подъездные пути – местный проезд с выездом на ул. Угольщикова. На площадке отсутствуют поверхностные воды. Грунтовые воды встречены на глубине 2 м от поверхности земли. По отношению к бетонам на любых марках воды не агрессивны.

Для разделения транспортного и пешеходного движения вдоль проездов запроектированы тротуары шириной 2 м из асфальтобетона. Пешеходные тротуары устроены с бортовым камнем и разницей отметок с проезжей частью.

Продольный уклон пути движения, по которому возможен проезд инвалидов на креслах-колясках, не превышает 5%. Поперечный уклон пути движения принят в пределах 1-2%.

На территории земельного участка размещена стоянка на 29 парковочных мест, на которых предусматривается специальная разметка, в том числе для маломобильных групп населения.

По данным инженерно – технических изысканий площадка представлена гравелистыми грунтами с песчаным заполнителем. Глубина промерзания грунтов в районе строительства составляет 3 м.

К господствующим ветрам здание расположено под углом 45° для уменьшения ветровой нагрузки. Разрыв с существующими зданиями в соответствии с противопожарными и санитарными нормами принят 20 м Здание расположено таким образом, чтобы центральные входы находятся со стороны основного проезда для удобства сообщения.

Принятая в проекте схема благоустройства и озеленения участка обеспечивает благоприятные условия. Площадка, расположенная перед центральным входом в здание имеет асфальтобетонное покрытие и элементы благоустройства.

На территории также предусмотрены элементы озеленения: посев трав, кустарники, деревья, со стороны главной улицы – цветники, во дворе – пергола для вьющихся растений и цветов.

Здание спортивного комплекса одноэтажное с подвалом, разновысокое, с выступающим объемом спортивного зала. Спортивный комплекс предназначен для учебно-тренировочных занятий по спортивным играм (бадминтон, баскетбол, волейбол), имеется зал индивидуальной силовой подготовки и помещения для стрелкового спорта (тир). Единовременная максимальная пропускная способность спортивного комплекса – 84 человека в смену.

Расположение помещений обеспечивает движение занимающихся в следующей последовательности: вестибюль с гардеробом верхней одежды, раздевалки (мужские и женские с душевыми и санузлами) и спортзалом.

На отметке +0,000 размещены следующие помещения: администрация; сан. узел для персонала; мед. кабинет; тамбур; раздевалки мужские и женские; душевые мужские и женские; комната инструктора; гардероб; бытовые помещения; тренажерный зал и кладовая спортивного и хозяйственного инвентаря.

В подвальной части здания расположены помещения: гардероб; коридор; уборная; комната для ожидания; комната инструкторского и тренерского состава; учебный класс; администрация; комната для чистки оружия; склад оружия; склад боеприпасов; оружейная мастерская; кладовая; хозяйственное помещение; стрелковый павильон и кладовая.

Фундамент здания предусмотрен ленточный сборный с полами по грунту. В подвальной части здания стены выполнены из сборных бетонных блоков. Такой фундамент нужно устраивать на подстилающем слое из гравия толщиной около 50 см. Мостик холода лучше ликвидировать по периметру с помощью эффективного утеплителя.

Несущая часть наружных стен здания запроектирована из красного кирпича М-100 толщиной 400мм, Кирпичные перегородки толщиной ½ кирпича. Для придания жесткости перегородкам через каждые 5–6 рядов кладки закладывают два прутка арматурной проволоки толщиной 3–4 мм.

Перекрытия в проекте предусмотрены из сборных железобетонных плит с круглыми пустотами ПК–60–15–8Т, укладываемых на монолитный железобетонный ригель и кирпичные стены с запуском не менее 120мм.

При проектировании здания производился расчет двускатной решетчатой балки по двум группам предельных состояний конструкций, включая расчет на трещиностойкость. В результате расчета определены размеры сечения балки 1БДР18 (при длине 18 м, высота 1640 мм и сечение 200мм). В качестве рабочей арматуры получены площадь сечения продольной арматуры (Ø18 А-600). Также рассчитывалась плита перекрытия с круглыми пустотами ПК60.12-8А400 по 2м группам предельных состояний с определением расчетных сечений и рабочей арматуры.

Кровля состоит из двух слоев гидроизоляции из биполь ТКП (4 мм) и слоя биполь ТПП (3 мм). В основании кровли уложены ребристые плиты покрытия с пароизоляцией из рубероида РПП-300, далее предусмотрены минераловатные плиты толщиной 400 мм и цементно-песчаная стяжка из раствора М100 толщиной 25 мм с грунтовойкой из битумного праймера.

В спортивном центре окна и двери предусмотрены пластиковые, а входные группы – алюминиевые.

Покрытие полов: в раздевальных, тренерских, медпункте, бытовом помещении предполагается выполнить из линолеума повышенной прочности и огнестойкости; В вестибюле, коридорах, гардеробе будет уложена высококачественная керамогранитная плитка; В спортивном зале – половая рейка; В санузлах, душевых, технических помещениях – керамическая плитка. В зале силовой подготовки – синтетическое покрытие.

Отделка стен: вестибюля, коридоров, лестничных клеток, холлов, тамбуров, универсального спортивного зала предусмотрена в виде водоэмульсионной покраски. В раздевальных, медпункте, тренажерном зале, бытовых помещениях на стенах также будет выполнена покраска водоэмульсионными красками. В административных помещениях предусмотрена поклейка обоев, а в санузлах и душевых укладка керамической плитки.

Отделка потолков: Вестибюля, коридоров, холлов, административных помещений – подвесные потолки из акустических минераловатных плит; медпункта, раздевальных, гардероба, тренажерного зала, методического кабинета, тренерских, бытового помещения – подшивные потолки из ГКЛ;

Отделка фасада выполнена по технологии вентилируемых фасадов. В состав вентилируемой фасадной системы входят утеплитель “ISOVER”, тол-

щиной установленной в соответствии с теплотехническим расчётом, и облицовочные композитные плиты из алюминия “Краспан-Колор”.

В здании проектируемая система теплоснабжения – закрытая с центральными качественным регулированием. Схема теплоснабжения – двухтрубная, тупиковая.

Основное расположение вентиляционного оборудования предусмотрено в техническом помещении и под потолком. Частично воздухообмен помещений осуществляется путем эксфильтрации через наружные ограждения и остекление. Во избежание перетекания холодного воздуха в теплые помещения над входом в здание, предусмотрена установка воздушно-тепловой завесы.

Горячее водоснабжение предусматривается от пластинчатых теплообменников, входящих в состав проектируемого индивидуального теплового пункта. Система горячего водоснабжения запроектирована тупиковая с нижней разводкой и циркуляцией горячей воды по магистралям. Для создания циркуляции предусмотрена установка циркуляционных насосов. Горячая вода по подающим магистральным трубопроводам и по стоякам поступает к потребителям. По магистральному трубопроводу циркуляции вода возвращается по теплообменники. В нижних точках систем трубопроводов предусмотрены спускные устройства. В душевых выполнена закольцовка распределительного трубопровода.

Для отвода бытовых сточных вод от санитарно-технических приборов здания физкультурно-спортивного комплекса запроектирована самотечная внутридворовая с врезкой в колодцы внутриквартальной канализации.

В качестве источников света приняты светильники с люминесцентными и диодными лампами. Типы выбранных светильников, количество ламп, их мощность соответствуют назначению помещений, характеру среды, нормам освещенности и требованиям. Управление освещением осуществляется групповыми автоматическими выключателями на щитке и местными выключателями.

Строительство в г. Тулуне спортивного центра позволит не только оздоровить население, пострадавшего при наводнении 2019 г., но и восстановить инфраструктуру пострадавшего города.

О.С. Каренч

Научный руководитель к.т.н., доцент И.В. Дудина

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КУПОЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ ПО РАЗНЫМ МЕТОДАМ

Купольные конструкции являются одной из наиболее выгоднейших конструктивных форм, в которых материал работает главным образом на сжатие (или растяжение в опорном кольце), а область влияния изгибающих моментов не велика.

Расчет купола как тонкостенной пространственной конструкции представляет собой достаточно сложную и трудоемкую задачу. В данной исследовательской работе был выполнен анализ напряженно-деформированного состояния (НДС) железобетонного сферического купола диаметром 42 м (рис. 1) по разным методам расчета.

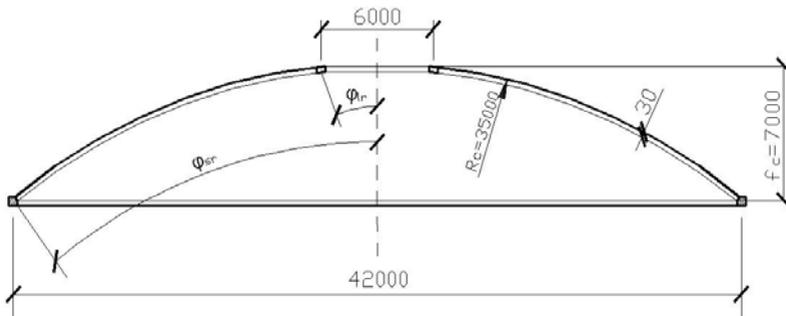


Рис. 1. Конструктивная схема сферического купола

Купол сборно-монолитной конструкции. Оболочка купола собирается из трапециевидных криволинейных панелей с продольными (меридиональными) ребрами. Толщина плит 30 мм. Сборные панели опираются на монолитные кольца купола (опорное и фонарное). Опорное кольцо купола выполняется предварительно напряженным из тяжелого бетона класса В30.

В практике проектирования к методу статического расчета пространственных конструкций предъявляют следующие требования:

- универсальность расчетного аппарата, т.е. возможность учета геометрических и конструктивных особенностей, фактических граничных условий, включая податливость контура, наличие ребер, отверстий и др.;
- сходимость метода, соответствие результатов расчета действительной работе конструкции;
- возможности использования современных программно-вычислительных комплексов.

Купольные покрытия могут быть рассчитаны с применением следующих методик:

- расчет по безмоментной теории с учетом краевого эффекта;
- метод предельного равновесия;
- метод конечных элементов (МКЭ).

С точки зрения работы куполов наиболее оптимальным для них является безмоментное напряженное состояние. Метод расчета куполов по безмоментной теории основан на том, что оболочка работает как тонкая мембрана и находится под воздействием только нормальных сил, возникающих внутри ее поверхности. На практике это положение можно принять в отношении всего купола кроме участков, прилегающих к опорному кольцу. Отсюда задача статического расчета сводится к нахождению меридиональных и кольцевых уси-

лий в основной части оболочки и определения усилий краевого эффекта в приопорной зоне (рис. 2).

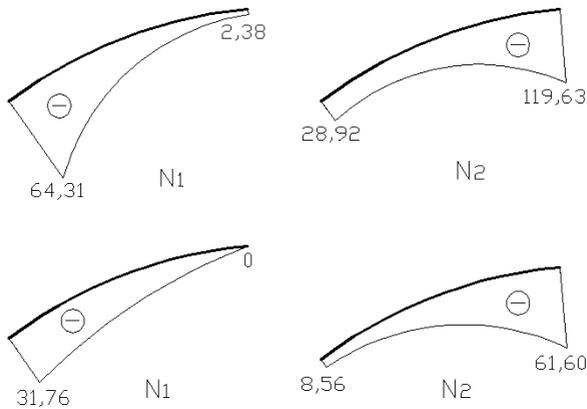


Рис. 2. Эпюры меридиональных N_1 и кольцевых N_2 усилий в куполе в кН/м по безмоментной теории:

a – от постоянной нагрузки; *б* – от симметричной снеговой нагрузки

Но при расчете оболочек аналитическими методами возникают значительные трудности, обусловленные кривизной оболочки. Анализ развития численных методов расчета показал. Что расчет оболочек практически может быть решен только с применением эффективных вычислительных алгоритмов на основе метода конечных элементов (МКЭ), реализуемого на ЭВМ. На основе численного моделирования проводится сравнительный анализ полученных напряженных состояний и делается вывод о пространственной работе конструкции.

Наиболее распространенной программой по расчету конструкций методом конечных элементов в настоящее время является SCAD. Вычислительный комплекс SCAD – это универсальная расчетная система прочностного анализа конструкций, которая ориентирована на расширение задач проектирования зданий и сооружений достаточно сложной структуры, где значительная трудность заключается в определении напряженно-деформированного состояния конструкции.

ПК SCAD реализует численный метод дискретизации сплошной среды методом конечных элементов. Метод конечных элементов использует расчетную модель, допускающую применение методов, аналогичных классическим методам строительной механики стержневых систем, прежде всего метода перемещений. Преимущества последнего в отношении реализации на ЭВМ заключаются в стандартности при выборе основной системы, однотипности всех вычислительных операций при формировании матрицы канонических уравнений, возможности полной автоматизации расчетов.

Основными этапами решения задач по МКЭ являются:

- расчленение исследуемой системы на конечные элементы и назначение узловых точек, в которых определяются узловые перемещения;
- построение матриц жесткости;
- формирование системы канонических уравнений, отражающих условия равновесия в узлах расчетной системы;
- решение системы уравнений и вычисление значений узловых перемещений;
- определение компонентов напряженно-деформированного состояния исследуемой системы по найденным значениям узловых перемещений.

Таким образом, расчет купола производится с использованием МКЭ в постановке метода перемещений. Для расчета выбрана следующая аппроксимация пространственной системы (Рис. 3): оболочка купола разделена на конечные пластинчатые элементы естественной кривизны с контурными элементами (опорные кольца, меридиональные и кольцевые ребра) в виде стержней. Стержень представляет собой прямолинейный одномерный элемент. Всего узлов получилось 600, конечных элементов 540. Далее описываются геометрические характеристики купола: диаметр внешнего кольца, диаметр внутреннего кольца, стрела подъема, частота аппроксимации модели купола конечными элементами в меридиональном и кольцевом направлении.

После ввода всех элементов следует перейти к следующему этапу формирования расчетной схемы купола – назначение связей в опорных узлах и назначение жесткостных характеристик всем конечным элементам купола.

Назначение нагрузок задается после того, как основные характеристики расчетной схемы введены. Расчет производится на симметричные нагрузки (собственный вес, снеговая нагрузка). Значения действующих нагрузок взяты с учётом их перераспределения на стержневые и пластинчатые элементы, и с учетом приложения нагрузки (узловая, сосредоточенная, распределенная).

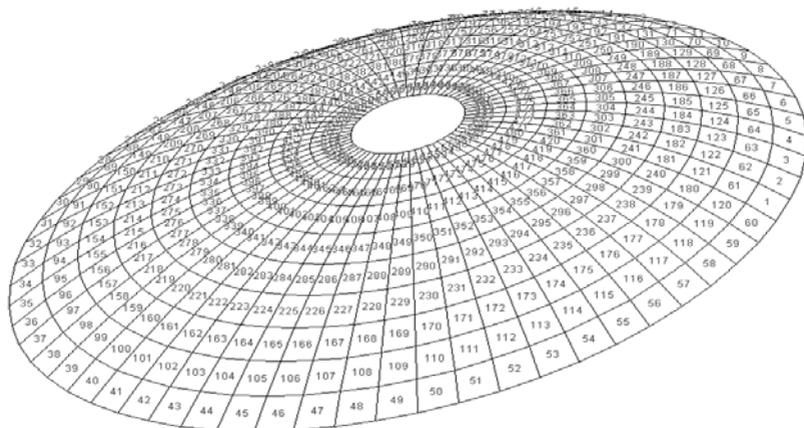


Рис. 3. Расчетная схема купола в ПК SCAD

Выполнение расчета возможно только при условии, когда исходные данные текущего проекта содержат обязательный минимум информации, т.е. геометрию расчетной схемы, описание жесткостных характеристик всех элементов и, по крайней мере, одно нагружение.

После того, как расчет выполнен необходимо перейти в режим графического анализа результатов. Функции этого режима позволяют отобразить на экране деформированное состояние конструкции, эпюры усилий в стержневых элементах, поля напряжений для пластинчатых и объемных элементов. На основании выполненных исследований был проведен численный анализ результатов расчета по безмоментной теории и МКЭ с использованием программного комплекса SCAD. Данный анализ показал, что усилия, полученные по МКЭ за счет перераспределения усилий в среднем ниже на 15-20% по сравнению с расчетными усилиями. Характер распределения усилий одинаковый.

Подытоживая вышеизложенный материал, можно сказать, что автоматизированный расчет с использованием программного комплекса SCAD на основе МКЭ является более точным и достоверным, чем по безмоментной теории. Кроме того, технические возможности программного комплекса SCAD позволяют иметь полную картину НДС, включая поля напряжений, деформированную схему и т.д. Если при «ручном» расчете схема конструкции выбирается по принципу идеализации, то существующие вычислительные комплексы позволяют максимально сблизить расчетную схему с реальной конструкцией. Поскольку программные комплексы снижают трудоемкость проектирования, для конструкторов открываются новые возможности моделирования схем нагружения куполов и, как следствие, появляются возможности для использования пространственных конструкций в более сложных эксплуатационных условиях.

Литература

1. Виноградов, Г.Г. Расчет строительных пространственных конструкций / Г.Г. Виноградов. – Л.: Стройиздат, Ленингр. Отделение, 1990. – 264с.
2. Дыховичный, Ю.А. Современные пространственные конструкции (железобетон, металл, дерево, пластмассы): Справочник / Ю.А. Дыховичный, Э.З. Жуковский, В.В. Ермлов и др., Под ред. Ю.А. Дыховичного, Э.З. Жуковского. – М.: Высш.шк., 1991. – 543 с.
3. Карпиловский, В.С. Вычислительный комплекс SCAD / В.С. Карпиловский, Э.З. Криксунов, А.А. Маляренко, А.В. Перельмутер. – М.: Издательство АСВ, 2008. – 592 с.

ИЗУЧЕНИЕ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА НЕОРГАНИЧЕСКИХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

В данной статье рассматриваются источники и сырьё для производства неорганических теплоизоляционных материалов. Целью данной статьи является изучение видов и расположение сырья для производства неорганических теплоизоляционных материалов в северных районах Иркутской области.

К неорганическим теплоизоляционным материалам относят изделия из минеральных ват различного состава, асбеста, вспученного перлита и вермикулита, а также ячеистые бетоны. Ряд готовых теплоизоляционных материалов представляют собой композитные изделия из нескольких видов неорганического сырья. Также существуют неорганические теплоизоляционные материалы с органическими связующими добавками. По объёму такие добавки не превышают 2% в готовых изделиях.

Сырьем для теплоизоляционных материалов на основе минеральной ваты выступают различные горные породы, минеральные отходы промышленного производства. Химический состав горных пород, применяемых в производстве минеральной ваты, приведен в табл. 1 [1].

Таблица 1

Химический состав горных пород применяемых в производстве минеральной ваты

Наименование пород	Содержание химических компонентов, % по массе							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₂	проч.	SiO ₂ +Al ₂ O ₃
Изверженные								
Гранит	74,3	12,5	3,7	0,95	1,5	-	-	86,8
Диабаз	52,7	15,6	10,8	6,2	3,3	-	-	68,3
Порфириды	51,9	28,3	7,4	7,4	2,4	-	-	80,2
Базальт	51,4	12,9	0,17	10,1	5,2	5,25	-	64,3
Габбро	48,6	19,2	7,9	12,9	9,3	-	-	67,8
Метаморфические								
Сланцы	50,5	14,1	-	11,3	4	-	-	64,6
Осадочные								
Диатомит	65,4	16	5	3,15	4,4	-	-	81,4
Алевролит	51,9	21,8	9,8	2	3,7	0,85	-	73,7
Глинистый песчанник	50,8	8,6	4,7	13,7	5,7	-	-	59,6
Известняк	10	0,23	0,6	53,8	0,81	-	-	10,23
Доломит	5,5	3,5	1,23	28,7	17,6	-	-	9

Использование извлеченного из недр минерального сырья влечет за собой экономические и экологические трудности и потери. Для получения большего народно-хозяйственного экономического и экологического эффекта

имеет смысл использовать в качестве сырьевых материалов отходы промышленного производства – металлургические шлаки, бой стекла, бой красного кирпича, отходы производства ферросплавов и т.п. Так, при использовании в качестве сырья шлаков черной и цветной металлургии экономия только на энергетических ресурсах составляет до 20%. Химический состав шлаков для производства минеральной ваты приведен в табл. 2 [1].

Таблица 2

Химический состав шлаков применяемых в производстве минеральной ваты

Содержание химических компонентов, % по массе							
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₂	проч.	SiO ₂ +Al ₂ O ₃
Кусковые шлаки							
35,9	23,4	1,4	38	0,7	-	0,3	59,3
41,3	10,9	1,3	42	2,3	-	1	52,2
37,5	10,2	0,8	42,3	4,7	1,3	-	47,7
38,3	12,6	0,91	28,1	14,4	-	2,4	50,9
Огненно-жидкие шлаки							
43,3	6,7	20,4	15	9,7	-	-	49,7

Одним из основных критериев, определяющих качество минеральной ваты, является содержание в сырье SiO₂ и Al₂O₃. По приведенным в табл. 1 и табл. 2 данным можно отметить, что шлаки по суммарному содержанию оксида кремния и оксида алюминия в среднем уступают извлеченным горным породам лишь на 18%.

На данный момент в Иркутской области не имеется предприятий черной металлургии [2]. Источником металлургического шлака могут стать предприятия соседних регионов. Ситуация с отходами энергетического угля в регионе обратная. На данный момент в области действует 15 крупных ТЭС. Их совокупная генерация составляет 23,5% от общей генерации электроэнергии области [3]. В г. Братске действует завод ферросплавов – источник микрокремнезема. К тому же, везде, где человек ведет хозяйственную деятельность, существует большое количество отходов, в т.ч. и бой стекла, который является сырьем для производства минеральной ваты и пеностекла.

Для производства теплоизоляционных материалов на основе асбеста используется одноименный минерал. Ближайшие к Иркутской области месторождения расположены в Тыве (Актыврацкое и Кускунугское месторождения) [4]. К асбестовым теплоизоляционным изделиям относятся шнуры, картон, асбестоцементные плиты.

Теплоизоляционные материалы из вспученного перлита и вспученного вермикулита получают путем термической обработки вулканических стекол и вермикулита соответственно. Мухорталинское месторождение перлита расположено в Республике Бурятия [5]. Месторождения вермикулита имеются на территории области – близ г. Слюдянки [6]. Данные материалы по своей структуре являются сыпучими и зернистыми. Они могут быть использованы, как в насыпном виде, так и в составе композитной теплоизоляции.

При анализе источников сырья для производства неорганических теплоизоляционных материалов выявили, что все сырьевые материалы необходимые для производства перечисленных видов теплоизоляционных материалов имеются, либо непосредственно на территории Иркутской области, либо в ближайших соседних регионах. Также, при планировании производства неорганических теплоизоляционных материалов, с целью улучшения экологической ситуации в РФ и получению экономической выгоды при производстве имеет смысл рассмотреть источником сырья отходы промышленных предприятий региона.

Литература

1. Бобров Ю.Л., Овчаренко Е.Г., Шойхет Б.М., Петухова Е.Ю. Теплоизоляционные материалы и конструкции: Учебное пособие [текст]. – М.: ИНФРА-М., 2003. – 268 с.: ил.
2. Metallургический комплекс Иркутской области [электронный ресурс]. Режим доступа http://irkipedia.ru/content/metallurgicheskiy_kompleks_irkutskoy_oblasti, свободный. – (Дата обращения 20.03.2023).
3. Схема и программа развития электроэнергетики Иркутской области на 2020-2024 годы. [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/documents?periodType=day&date=27.01.2020>, свободный. – (Дата обращения 2.12.2022).
4. Месторождения асбеста Республика Тыва. [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://7suppliers.com/mestorozhdenie/asbest-hrizotilovyyu/respublika-tyva/>, свободный. – (Дата обращения 20.05.2023).
5. Мухорталинское перлит-цеолитовое месторождение. [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.geokniga.org/books/4698>, свободный. – (Дата обращения 20.05.2023).
6. Путешествие в страну мраморных гор. [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://maxknow.ru/images/upload/articles62/540.htm>, свободный. – (Дата обращения 20.05.2023).

В.А. Козлачков

Научный руководитель к.т.н., доцент С.А. Белых

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск

ОБОСНОВАНИЕ ИНВЕСТИЦИЙ В ПРОЕКТ ВИАДУКА МИЙО

Целью данной статьи является рассмотрение причин строительства, примененные технические решения и анализ экономического эффекта для инвестора от эксплуатации виадука.

Виадук Мийо – вантовый мост через долину реки Тарн вблизи города Мийо в Южной Франции. Этот виадук – последнее звено трассы А75, обеспечивающей высокоскоростное движение из Парижа к городу Безье. Мост был открыт 14 декабря 2004 года. Снимок виадука представлен на рис. 1.

Авторами проекта моста были французский инженер Мишель Вирложе и английский архитектор Норман Фостер.



Рис. 1. Виадук Мийо

Виадук Мийо был возведен по двум причинам. Первой причиной стало желание Французской Республики завершить проект трассы А-75 длиной 340 км из Парижа на юг страны и в Испанию. Строительство трассы началось в 1975 году и было завершено только в 2004 году с вводом в эксплуатацию виадука.

Второй причиной стало желание разгрузить трассу А-9, на которой в летний сезон образовывались многочасовые пробки.

Осуществлением проекта занималась группа компаний «Eiffage» третья во Франции по объему капитала. Строительство осуществлялось по договору концессии.

Основные условия договора концессии:

- концессионер обязуется «финансировать, проектировать, строить, эксплуатировать и обслуживать объекты концессии за свой счет на свой страх и риск»;

- государство передает концессионеру землю и сооружения, необходимые для концессии и находящиеся в его владении на дату подписания договора. Другая земля, необходимая для концессии, приобретается непосредственно концессионером под его ответственность и за его счет;

- по окончании концессии государство «немедленно и бесплатно» вступает во владение возвращенным имуществом;

- помимо финансирования самих работ, их содержания, а также расходов на вывески, метрологию и маяки, концессионер обязуется финансировать застройки, выполненные за пределами полосы отчуждения сооружения с целью его надлежащей интеграции в окружающий ландшафт и в пределах суммы, равной 3 049 000 евро. Расходы, связанные с деятельностью органа, ответственного за надзор за выполнением работ в пределах суммы, равной 1 000 494 евро; проекты туристической эксплуатации Виадука – в пределах максимальной суммы 3 000 000 евро;

- в соответствии с действующими правилами и на условиях, определенных спецификациями, приложенными к договору, концессионер имеет право взимать плату за проезд;

- соглашение заканчивается 31 декабря 2078 года после публикации указа об утверждении концессии. Однако государство может выкупить концессию с 1 января 2045 года. Этот выкуп затем влечет за собой выплату компенсации концессионеру, методы расчета которой определены в концессии;

- лицензиар может также прекратить действие концессии, когда «кумулятивный фактический оборот (значение на ноябрь 2000 г.), дисконтированный на конец 2000 г. по ставке 8%, будет равен или превышает триста семьдесят пять миллионов евро». Затем концессия прекращается без выплаты компенсации;

- выполнение работы должно соответствовать заранее определенному техническому и архитектурному проекту. Кроме того, виадук должен быть спроектирован и построен с расчетным сроком службы 120 лет. То есть в течение всего этого периода виадук «должен использоваться по назначению при условии ожидаемого содержания и обслуживания, но без необходимости капитального ремонта». Концессионер обязуется сдать объект в эксплуатацию не позднее тридцати девяти месяцев со дня опубликования указа в Официальном вестнике [1].

Конструкция виадука. Железобетонная конструкция виадука имеет семь опор. Площадь основания каждой из опор превышает 200 м^2 , площадь поверхности соприкосновения с полотном моста составляет 30 м^2 . Фундамент опор спроектирован таким образом, что они могут выдерживать существенные землетрясения и температурные деформации стального дорожного полотна. Высота самой высокой опоры виадука составляет 245 метров над уровнем земли, что делает это сооружение самым высоким автомобильным мостом в мире. Расстояние от нижней точки ущелья до макушки несущих пилонов составляет 343 метра. Помимо рекордов высоты, виадук Мийо также является единственным вантовым мостом с одним рядом тросов в своем классе.

При строительстве ограждений и опор было использовано $85\,000 \text{ м}^3$ бетонной смеси. Масса стального дорожного полотна виадука составляет 36 000 т. Мост оборудован 18-ю видеокамерами, станцией мониторинга и контроля, 12-ю аварийными телефонами, расположенными через каждые 500 метров. Для виадука Мийо было разработано асфальтобетонное покрытие на основе минеральных смол, что позволило повысить его износостойкость.

Сам проект моста был чрезвычайно сложен. Некоторые технологические операции осуществлялись впервые. К примеру, после возведения опор виадука стальное дорожное полотно длиной 2450 м необходимо было надвинуть на мостовые опоры. Для предотвращения изгиба стального дорожного полотна между основными опорами возводились временные, а также было использовано инновационное решение – клиновидные гидравлические домкраты с тефлоновым покрытием. Эти устройства обеспечивали продвижение полотна со скоростью 600 мм в минуту. Для контроля соответствия положения конструкций проектным значениям применялась спутниковая система позиционирования [2].

Также в процессе строительства, как и в любом другом проекте, возникали и менее сложные задачи. Инженеры компании «Eiffage» находили решения для проблем любой сложности, что и позволило сдать проект в срок.

Виадук Мийо – составная часть трассы А-75. Проезд по трассе является бесплатным (за исключением самого виадука). По сравнению с другими трассами Франции А-7, А-10, А-20 со схожими направлениями, у А-75 имеются серьезные преимущества:

- в среднем она короче каждой трассы на 70 км;
- стоимость проезда по виадуку (для легкового автомобиля) дешевле, чем проезд по платным трассам более чем на 20 евро [3].

Схема расположения вышеперечисленных трасс представлена на рис. 2.

Стоимость строительства виадука Мийо равна 400 млн евро. Договор концессии с правительством Франции предполагает покрытие этих расходов и получение прибыли от эксплуатации виадука в размере 375 млн евро.

К середине декабря 2022 года срок эксплуатации сооружения составил 18 лет. По данным официального сайта виадука Мийо, за 18 лет эксплуатации, что составляет 23% от времени договора концессии, транспортный поток составил около 84 млн автомобилей (около 12 тыс. автомобилей в день). По самым скромным подсчетам, выручка от эксплуатации сооружения превысила 500 млн евро. Предпосылок для снижения транспортного потока по трассе А-75 не наблюдается. На 1 февраля 2023 года установлены новые тарифы за проезд. Тарифы представлены в табл. 1 [3].

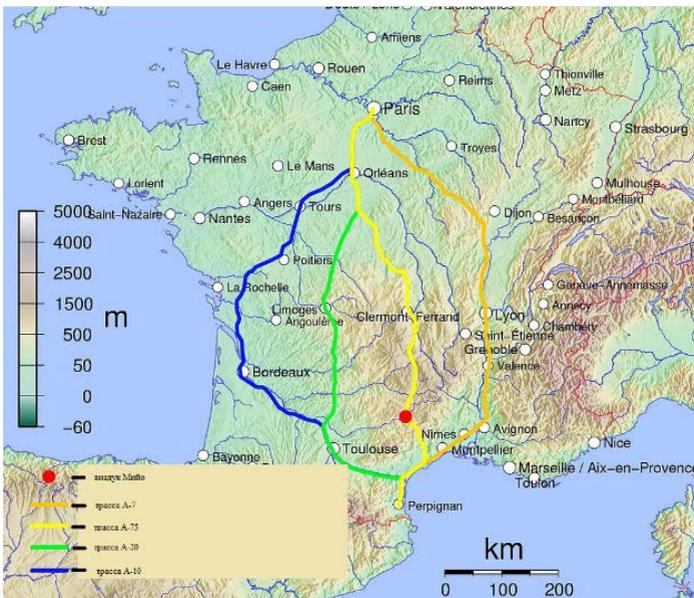


Рис. 2. Схема трасс Франции

Тарифы на проезд по виадуку Мийо

Класс транспортного средства (ТС)	Стоимость проезда в зимнее время, евро	Стоимость проезда в летнее время, евро
ТС массой до 3,5 т	10,1	12,5
ТС с прицепом общей массой до 3,5 т	15,1	18,6
Двухосное ТС массой свыше 3,5 т	33,8	
Трехосное ТС массой свыше 3,5 т	42,9	
Мотоциклы	6,00	

Даже если «Eiffage» не удастся получить прибыль, прописанную в договоре, участие компании в этом проекте принесло ей еще большую известность и продемонстрировала способность ее сотрудников к осуществлению инженерных проектов и умение решать сложнейшие технические задачи в кратчайшие сроки, что в дальнейшем привело к увеличению числа заказчиков для компании.

Литература

1. Статья о финансировании виадука Мийо. [электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.marchespublics.net/actualite/outil.php?id=239>, свободный. – (Дата обращения 18.05.2023).
2. Трасса А-75. [электронный ресурс]. – Режим доступа www.a75.com/viaducengl.html, свободный. – (Дата обращения 18.05.2023).
3. Официальный сайт виадука Мийо. [электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.leviaducdemillau.com/fr>, свободный. – (Дата обращения 18.05.2023).

Р.П. Крылов

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДЕРЕВЯННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В последние годы на рынке появляются новые материалы и технологии, которые трансформируют традиционное для России строительство из древесины в индустриальный вариант быстровозводимого строительства.

Новинкой на рынке современных конструкций являются СИП-панели. Из СИП-панелей чаще всего строят индивидуальные жилые дома, загородные отели, административные здания или малоэтажные многоквартирные дома. СИП-панели могут быть несущими элементами при строительстве и одновременно изоляцией. СИП-панели отлично подходят при строительстве надстроек, мансард, крыш и перекрытий.

СИП-панели могут применяться, как при возведении перегородок, так и в качестве несущих стен. Их высокая жесткость и устойчивость к поперечным нагрузкам позволяют также использовать панели в качестве напольных и чердачных перекрытий.

Например, школы и административные здания в штате Аляска США, где в зимний период бывают экстремально низкие температуры, часто возводятся из СИП-панелей (рис. 1).

СИП-панель является универсальной строительной конструкцией, которая используется в создании каркасных зданий. В сущности, изделие представляет собой изоляционную панель, в состав которой входит утеплитель, обшитый с двух сторон OSB-плитами (рис. 2). Соединение слоев производится на полиуретановый клей по технологии прессования. В состав OSB(ОСП – ориентированной стружечной плиты) входят несколько слоев стружки. Для изготовления ОСП-плит используется стружка длиной 75-125 мм, шириной 5-25 мм при толщине до 0,65 мм, соединяемая с помощью смол с различными добавками. По своим свойствам материал превосходит стандартные ДСП-плиты из-за параметров стружки. В роли утеплителя выступает пенополистирол, который обладает низкой плотностью и теплопроводностью.



Рис. 1. Школа в штате Аляска из СИП-панелей

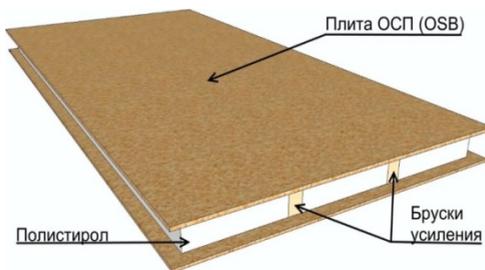


Рис. 2. Конструкция СИП-панели

СИП-панели первоначально были разработаны для канадской технологии малоэтажного строительства. Габариты плит: длина 6,25-1,5 м, высота 3,5 м при толщине до 0,22 м.

К основным достоинствам СИП-панелей относят:

- высокую прочность. В соответствии с исследованиями, конструкция может выдерживать нагрузку от 2 до 10 т (в поперечном и продольном направлении);

- низкую теплоотдачу, огнестойчивость, экономичность, экологичность;

- высокую звукоизоляцию. Пенополистирол является хорошим препятствием для поступления внутрь дома шума;

- низкую нагрузку на основание. По сравнению с массой кирпича, вес комплекта панелей меньше в 3–4 раза. Поэтому строения из СИП-панелей не требуют дорогого и усиленного фундамента. Подойдет ленточное мелкозаглубленное основание;

- высокую скорость монтажа конструкций;

- для монтажа зданий могут быть использованы легкие краны, поскольку квадратный метр СИП-плиты с пенополистиролом весит около 20 кг.

Еще одно преимущество СИП-панелей – это более низкая цена по сравнению с каменными домами и домами из клееного бруса. Как правило, стоимость домов из СИП-панелей без чистовой финишной отделки на 20–30% дешевле, чем у аналогичного по габариту дома в других технологиях (газобетон, керамический кирпич и камень, клееный брус).

Среди достоинств СИП-панелей эксперты называют также теплоэффективность. Панели хорошо сохраняют тепло, а летом, наоборот, дольше сохраняют прохладу. Возможность возводить здание вне зависимости от сезона, т.е круглогодично. Отсутствие нерабочих сезонов – коттеджи из СИП-панелей можно строить в течение всего года (рис. 3).



Рис. 3. Возведение здания из СИП-панелей

Одной из особенностей домов из таких панелей является возможность их декорирования практически любым отделочным материалом, так как стены не требуют выравнивания. В качестве внешней отделки домов можно использо-

вать разнообразные виды отделки, включая евровагонку (вагонку), виниловый сайдинг, имитацию бруса, облицовочный кирпич, блок-хаус, декоративную фасадную штукатурку, клинкерную плитку и любой из вариантов вентилируемых фасадов.

К основным недостаткам СИП-панелей можно отнести:

- пагубное воздействие на окружающую среду из-за использования клеящих составов и пластика в утеплителе;
- горючесть – несмотря на антипиренные пропитки дом из этого строительного материала полностью обезопасить от огня не получится;
- необходимость грамотного устройства вентиляции из-за возможности накопления в воздухе небезопасных веществ.

Ещё одним из вариантов деревянного строительства является использование CLT-панелей.

CLT-панель представляет собой склеенные под высоким давлением в несколько слоев деревянные доски, расположенные перпендикулярно относительно друг друга. Для склеивания используется полиуретановый клей, не содержащий вредные для здоровья формальдегиды и растворители (рис.4). Сама панель состоит из строганной сухой древесины хвойных и лиственных пород с поперечно склеенными слоями. Количество слоев может быть от трех до семи. Стандартная толщина панелей составляет 0,05 – 0,4 м, длина может достигать 24 м, а ширина – до 3 м.

В отличие от большинства других деревянных материалов, CLT-панели производятся на автоматизированных станках. Связано это с тем, что производство обеспечивает герметичность склеенных панелей и их высокое качество обработки.

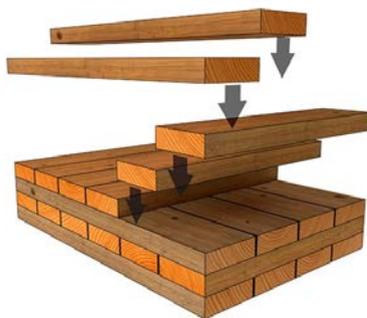


Рис. 4. Конструкция CLT-панелей

Первые CLT-панели были разработаны австралийскими учеными еще в середине 90-х годов. Технология стремительно набирала популярность, и уже через 10 лет по ней были построены сотни домов в Европе, Австралии, Канаде и США. В настоящее время известно множество многоэтажных домов, построенных из перекрестно склеенных плит. А если комбинировать их с бетоном, появляется возможность возводить здания высотой более 10 этажей.

Два таких небоскреба (рис.5) уже функционируют: в Канаде «Brock Commons» (18 этажей высотой 53 метра) и Норвегии «Treet Bergen» (14 этажей высотой 51 метр).



Рис. 5. Небоскрёбы из CLT- панелей в Канаде и Норвегии

К основным достоинствам CLT-панелей относят:

- высокую скорость, как строительства, так и отделки здания, ведь плиты изготавливаются в заводских условиях и не требуют впоследствии оштукатуривания;
- небольшой вес, поэтому для зданий, построенных с использованием многослойных плит из древесины, достаточно легкого фундамента;
- отсутствие усадки и свойственных древесине деформаций;
- внешнюю отделку можно выполнить всеми возможными материалами, в том числе, возможен монтаж навесного фасада;
- высокую устойчивость к открытому огню (скорость горения – 0,8 мм в минуту);
- хорошие несущие способности – появляется возможность строительства домов высотой до 10 этажей без дополнительного использования других материалов;
- устойчивость к боковым нагрузкам лучше, чем у бетонных зданий, что позволяет домам, построенным по этой технологии, переживать сейсмические толчки с силой 7-8 баллов практически без повреждений.

Среди недостатков CLT-панелей стоит отметить:

- CLT-панели прочнее массива дерева, хуже поддаются горению, но они так же подвержены гниению при постоянном контакте с влагой, а их внешний слой – растрескиванию под действием солнечных лучей. Это требует системной обработки поверхности различными защитными составами либо устройство навесного фасада;
- необходимость дополнительного наружного утепления стен. В холодном климате для обеспечения достаточной теплоёмкости здания стены из CLT-панелей должны быть дополнительно утеплены.

Производство CLT-панелей в России освоено на заводе «Сокол» в Вологодской области, где построен 4-этажный дом, который явился полигоном для отработки новой технологии (рис. 6).



Рис. 6. Монтаж здания из CLT-панелей

Таким образом, СИП и CLT-панели являются передовыми технологиями, стремительно набирающими популярность благодаря переносу изготовления строительных конструкций в заводские условия и повышению качества производства конструкций из древесины. С помощью различных добавок и технологий изготовления появилась возможность свести недостатки деревянных конструкций к минимуму.

А.В. Кузнецова

*ФГБОУ ВО «Томский государственный
архитектурно-строительный университет», г. Томск*

ИННОВАЦИИ И ИНЖИНИРИНГ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Развитие строительной отрасли определяется достижениями науки. Современные строительные материалы обладают наилучшими характеристиками и не похожи на природные аналоги, имея малый вес, технологичность применения, эффективное энергосбережение, а также безопасность и экологичность. Наиболее важными характеристиками конструкционных материалов являются: прочность и долговечность, определяя область применения и технологии строительства. Одной из главных целей использования современных материалов является снижение затрат на строительство зданий и сооружений.

Производство современных строительных материалов в России ограничивается необходимостью:

- модернизации предприятий-производителей строительных материалов в условиях нехватки собственных финансовых ресурсов и высокой стоимости заемных средств;

- подготовки и переподготовки специалистов строительной отрасли, занимающихся как производством строительных материалов, так и использованием современных строительных материалов.

Одним из инструментов решения вышеперечисленных проблем может стать специализированный государственный портал, целью которого является оказание информационной поддержки и сопровождения модернизации строительной отрасли в России. Через этот портал можно было бы предоставить:

- информацию о целях государственной политики в области строительства;

- информационную поддержку производителей и потребителей строительных материалов и технологий с помощью облачных технологий;

- возможность взаимодействия производителей строительных материалов со своими деловыми партнерами и органами государственной власти;

- обучение с использованием технологий дистанционного обучения и электронного обучения различных категорий специалистов строительной отрасли;

- использование специализированных информационных сервисов потребителями и специалистами;

- нормативные и педагогические разработки для формирования сегмента непрерывного профессионального образования.

Газобетон считается превосходным материалом во многих отношениях. Но одна из главных проблем заключается в том, что он довольно интенсивно впитывает влагу, поэтому при использовании газобетона в ограждающих конструкциях необходима хорошая паро и гидроизоляция. Одним из вариантов отделки возможно оштукатуривание поверхности, но это ограничивает выбор типа облицовки.

Блочный пенополистирол и пеностекло, как теплоизоляционные материалы производятся в основном из местного сырья, имеющегося в достаточном объёме и в Сибири. В основе технологии производства пеностекла лежит низкотемпературное вспенивание при температуре до 850°C. Пеноцеолит и пеностекло – очень чистые, экологичные и теплые материалы с коэффициентом теплопроводности 0,06 – 0,09 Вт/(м°C). Эти материалы практически не впитывают воду, что обуславливает отличную морозостойкость и поэтому идеально подходят для использования в суровых климатических условиях. Срок службы пеностекла составляет около 100 лет, что в два раза превышает срок службы обычных теплоизоляционных материалов. Сейчас эти материалы изготавливаются из туганских песков. В будущем, по прогнозам ученых, ожидается производство пеностекла из более доступного сырья.

Современные композитные материалы – это материалы, созданные в основном искусственным путем, состоящие из нескольких компонентов, оста-

ющихся отдельными на макроскопическом уровне в конечной структуре с хорошо наблюдаемой границей между ними. Механические свойства композитного материала определяются соотношением свойств армирующего вещества и матрицы. Эффективная работа достигается при правильном выборе исходных компонентов. Комбинируя материалы с различными свойствами, вы можете получить другой материал с синергетическим эффектом, когда композит имеет свойства лучшие, нежели у составляющих материалов. Однако, комбинируя несколько элементов вместе, можно получить композиты или сплавы, более легкие по весу, чем их предшественники. Использование композитных материалов позволяет строителям и архитекторам снизить вес конструктивных элементов и сооружения в целом, сохраняя при этом или даже увеличивая его механические характеристики. Современное строительство требует использования технически и экономически эффективных материалов с высокими эксплуатационными и техническими характеристиками. Композиты все чаще входят в эту область и имеют перспективы для максимально широкого применения. Композиты обладают рядом преимуществ:

Во-первых, композитные материалы обладают такой же прочностью, как и металлы. А изделия из стекловолокна в целом уникальны в конструкции, поскольку обладают высокой прочностью на сжатие, сдвиг, скручивание, а также прочностью на разрыв;

Во-вторых, композиты (учитывая их приличную прочность) намного легче по сравнению с металлами, что значительно увеличивает область их применения;

В-третьих, композиты очень хорошо переносят воздействие агрессивных сред. Солнечные лучи и осадки не оказывают негативного воздействия на конструкции из композитных материалов. Например, балки из стекловолокна могут использоваться как для внутренних, так и для наружных работ;

В-четвертых, композиты не теряют своих свойств в реакциях с наиболее активными химическими реагентами;

В-пятых, важным преимуществом композитов является наличие в них стекловолокна, эпоксидных или полиэфирных смол, которые не позволяют пламени распространяться при пожаре. Еще одним преимуществом является то, что они не дымят и не выделяют опасных веществ.

Одним из примеров композитных конструкций могут служить алюминиевые композитные панели, широко используемые в современном строительстве. Они имеют довольно красивый внешний вид с широкой цветовой гаммой, что важно для отделки фасадов здания. Строительные организации в последнее время предпочитают использовать их при облицовочных работах. Композитные панели – это материал, обладающий уникальными свойствами. Во-первых, панели представляют собой гибкий, но очень прочный материал, который легко выдерживает воздействия внешних факторов. Материал поддается различным видам механической обработки, таким как: гибка, резка, сверление, сварка, фрезерование. А также, их установка позволяет обеспечить звукоизоляцию и виброизоляцию. Во-вторых, алюминий не подвержен коррозии, поэтому материал устойчив к осадкам, не боится и резких перепадов

температуры. Этот композит сочетает в себе многие свойства отдельных элементов, из которых он создан – легкость, долговечность и пластичность алюминия, противопожарные свойства и шумоизоляция полиэтилена высокого давления. Основные преимущества композитных панелей:

- хорошо подавляют шум, доносящийся с улицы;
- обеспечивают высокую виброизоляцию;
- алюминиевые композиты долговечны (срок службы составляет более пятидесяти лет), а также обладают высокой износостойкостью;
- многослойность композитной алюминиевой панели предотвращает ее деформацию при перепадах температур;
- этот материал обладает очень высокой огнестойкостью;
- материал не окисляется, не подвержен коррозии.

Поскольку композитные материалы служат очень долго и имеют более привлекательный внешний вид по сравнению со своими предшественниками, они нашли достаточно широкое применение в мировой строительной отрасли и имеют хорошие перспективы в России.

Литература

1. Батищев А.В., Конищев А.С. Облачные вычисления в сфере науки. 2016. Технологии – современная парадигма образовательной среды // Актуальные проблемы развития вертикальной интеграции системы образования, науки и бизнеса: экономические, правовые и социальные аспекты: Материалы II Международной научно-практической конференции 23-24 октября 2014 г. – Том 1 – Воронеж: ВЦНТИ, 2014. – С. 103-108.
2. Батищев А.В. Условия функционирования системы непрерывного профессионального образования // Научно-информационный и аналитический журнал "Образование и общество" №5 (70) Сентябрь-октябрь 2011 г. С. 24-26.
3. Генералов И.Г., Суслов С.А. Современное состояние материально-технической базы сельскохозяйственного производства в Нижегородской области // Вестник НГИЭИ. 2014. № 3 (34). С. 44-51.
4. Деревякина В.Ю., Ерофеев А.В. Об актуальности разработки методик прогнозирования долговечности теплоизоляционных материалов с позиции потери ими своих теплозащитных качеств // Научный альманах 2015 N 12-2(14)/ сайт. – URL: <http://ucom.ru/doc/na.2015.12.02.073.pdf> .

А.С. Лаврухина

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск

А.И. Дудин

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет», г. Новосибирск

ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ

Современное проектирование основывается на таких понятиях как: надежность, качество, скорость, простота исполнения и доступность материалов. Каждая из этих характеристик взаимосвязана с другими. Рассмотрим

каждое из этих понятий с экономической точки зрения (как именно влияет каждая из них на стоимость объекта).

Надежность. Надежность – свойство основных конструктивных элементов сохранять значения установленных параметров функционирования в определённых пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, технического обслуживания и эксплуатации. Данное понятие определяет границу проектирования, которая является максимумом. Выход за эти рамки не допускается без соответствующего обоснования.

Любое проектирование регламентируется нормативными документами (ГОСТ, СП, ТУ и т.д.), в которых имеются коэффициенты запаса, в основном значения которых >1 . Таких коэффициентов несколько. Также в нормах приводятся значения предельно допустимых расчетных значений, которые, в свою очередь, меньше характеристик материалов по факту. Таким образом, выполняя расчеты прочности и устойчивости, уже закладывается некоторый запас. В нормах указано, что полученные значения не должны превышать оговоренных. В наши дни многие проектировщики считают, что исчерпание несущей способности 99% означает обрушение конструкций, и, чтобы не возлагать на себя риски, увеличивают сечения, количество элементов, используют более прочные и дорогие материалы. С таким подходом увеличение стоимости материалов превышает порой в 2-3 раза теоретически возможную стоимость [1].

В наши дни появилось такое понятие как проектирование «на грани», т.е. расчет ведется по значениям, максимально приближенным к предельно допускаемым.

Вышеуказанный подход при проектировании применяется крайне редко по причине отсутствия необходимого опыта проектирования или нехватки времени для более точного учета всех возможных нагрузок и рассмотрения нескольких вариантов расчетных схем. Но этот фактор уже относится к «скорости проектирования».

Скорость. На сегодняшний день нет проблем в приобретении того или иного программного обеспечения для оптимизации проектирования, и стоимость данных программ не является «заоблачной» (при проектировании объектов средней сложности и выше окупаемость происходит в очень короткие сроки). В настоящий момент практически нет проектных организаций, которые рассчитывают, проектируют и конструируют «вручную» (за редким исключением), что значительно увеличивает скорость выдачи документации. Но, к сожалению, программа выполняет расчет по исходным данным, которые вводит человек, а «сегодня» инженерам, которые не сталкивались (на практике) с ручными расчетами, сложно анализировать результаты полученного и оценивать правильность расчетов. Данная проблема очень актуальна и, с каждым годом, ее значимость возрастает.

Одной из основных проблем данного фактора являются сокращенные сроки строительства, и все чаще приходится сталкиваться с такими сроками проектирования как «вчера». Данная проблема порождает собой ряд других, а именно: качество выдаваемой документации, сложность координирования

всех участников проектирования, множество ошибок при проектировании, что влечет за собой увеличение сроков изготовления и монтажа конструкций. Чаще всего «Заказчик» считает, что «проект» – это бумага, которая дает общую информацию о планируемом объекте, и что стоимость проектирования должна составлять максимум 3% от стоимости строительства. Именно поэтому сроки на разработку документации практически не выделяются, монтаж ведется параллельно проектированию, а все изменения, которые появляются при понимании «полной картины» проектируемого объекта (подключение всех участников проектирования – специалистов разного профиля), выполняются (чаще всего) за счет проектной организации. Также увеличение скорости проектирования косвенно влечет за собой увеличение сроков строительства (многие решения принимаются на заводах-изготовителях или на строительной площадке людьми, имеющими минимальный опыт проектирования, а иногда и без опыта вообще). Увеличение сроков строительства всегда влечет за собой дополнительные финансовые расходы [2].

Современные программные комплексы для проектирования позволяют значительно сокращать временные затраты. При расчетах, выполняемых «вручную», максимальное количество рассматриваемых вариантов ограничивается – двумя-тремя. При автоматизированном проектировании за тот же временной промежуток можно рассмотреть до семи-восьми схем.

Качество. Данный фактор является одним из самых актуальных на сегодняшний день. Некачественная проектная документация всегда влечет за собой доработку другими людьми, которые за свою работу тоже попросят деньги и вся «экономия» на начальной стадии будет как минимум «нулевой», а временные затраты больше. В последнее время (последние 20 лет) не было создано типовой документации (если и была разработана, то ее в открытом доступе не найти). «Сегодня» за основу берутся серии (типовая документация) 50-70 годов, но за это время появилось много изменений в нормах и применять данные материалы становится проблематично.

Данный фактор является интегрирующим для остальных. Все неточности в документации чаще всего характеризуют именно этим показателем. Любой проект должен быть понятен каждому участнику процесса и в то же время не содержать ничего лишнего.

Простота исполнения. Под данным фактором понимается унификация элементов, материалов и узлов. При рациональном проектировании комплект документации не является «громоздким», конструкции просты в изготовлении и монтаже. Данный подход значительно сокращает сроки строительства, а также уменьшает число ошибок в документации [2].

Любое проектное решение должно быть продумано и просчитано. При проектировании необходимо стараться учитывать все возможные варианты. Любой вариант должен быть обоснован экономически.

Доступность материалов. Необходимо учитывать региональный рынок материалов. Каждый проектировщик должен понимать в каком регионе будет строиться объект и откуда будут доставляться те или иные материалы. При работе вкупе с заводами-изготовителями необходим тесный контакт с отде-

лом снабжения этого завода для возможности применения в проекте материалов, имеющихся на складе [1].

Также необходимо отметить объем тех или иных материалов в проекте. При покупке большого объема – цена всегда ниже, да и доставка крупных партий будет дешевле.

Любое строительство объекта в наше время оценивается его целесообразностью, возможностью окупаемости в очень короткие сроки и возможностью минимизировать затраты на строительство здания или сооружения.

В связи с этим была выбрана тема магистерской диссертации, актуальность которой заключается в том, что при рациональном подходе на стадии проектирования к строящемуся объекту имеется возможность эффективного планирования затрат на строительство на начальной стадии и значительного уменьшения капиталовложений.

Целью исследования является разработка и внедрение методики оптимизации затрат, влияющих на себестоимость здания на стадии подготовки проектной документации.

Для выполнения поставленной цели определены следующие задачи исследования:

- актуализировать блок-схему для определения стоимости строительного объекта на стадии проектирования;
- оценить целесообразность и возможность оптимизации затрат на строительство здания или сооружения;
- разработать методику для снижения затрат в строительстве на стадии проектирования на примере строительства производственного здания;
- провести сравнительный анализ полученных данных о стоимости строительства из первоначальной проектной документации;
- определить стоимость строительства одного и того же производственного здания по изначальному проекту и по документации с внесением коррективов.

Предметом исследования является роль проектной документации при оптимизации затрат на стадии проектирования строительного объекта.

Научная новизна данного исследования заключается в разработке методик снижения затрат в строительстве на стадии подготовки проектной документации.

Таким образом, проблемы, возникающие на стадии проектирования, значительно влияют абсолютно на весь процесс строительства, в том числе и на увеличение себестоимости здания или сооружения.

Решением данных проблем может быть – увеличение роли государства в контроле за проектной деятельностью, усовершенствование современных методов уменьшения материалоемкости зданий и сооружений, применение зарубежного опыта проектирования.

Литература

1. Новиков М.А., Беляев А.В., Юдин С.В. Некоторые вопросы создания проектной документации в строительном проектировании // Вестник МГСУ. 2011. № 6. – С. 455-459.
2. Половцев И.Н. Степень детализации проекта в рабочей документации // Вестник гражданских инженеров. 2015. № 4 (51). С. 100-107.

И.К. Маслов

Научный руководитель к.т.н., доцент Т.Ф. Шляхтина

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск

ГАБИОНЫ

Габионы – это конструкции, которые представляют собой определённую форму, ограждённую плетёной сеткой и заполненную внутри каким-либо крупнофракционным материалом, чаще всего натуральным колотым камнем. Основное назначение габионов – укрепление откосов и подпорных стенок.

В настоящее время известны и широко применяется более 20 типов укрепления откосов: травосеяние, одерновка, посадка кустарников, лесопосадки, термозащитные и защитные слои с использованием геотекстиля, сборные железобетонные решетки, пневмонабрызг, монолитные цементногрунтовые покрытия и решетки, гибкие железобетонные плиты, сборные железобетонные гибкие решетки, сборные бетонные и железобетонные плиты, монолитные железобетонные плиты, каменная наброска и другие.

В зависимости от реакции этих укреплений на внешние силовые, погодноклиматические, гидрогеологические и другие воздействия, все конструкции укреплений принято подразделять на следующие три группы:

I группа – биологические типы конструкций укреплений, предназначенные для защиты откосов от эрозии и оползней в районах с благоприятными грунтовыми и климатическими условиями;

II группа – несущие конструкции, предназначенные для компенсации сдвигающих усилий, возникающих в грунте поверхностных слоев откосов, а также силовых и других воздействий паводковых и поверхностных вод;

III группа – защитные и изолирующие конструкции, назначение которых – изолировать поверхностные слои откоса от температурных воздействий, впитывания атмосферных осадков и отвода грунтовые воды.

Габионы можно отнести ко второй группе несущих конструкций для укрепления откосов и подпорных стенок. Область применения габионов:

- откосы земляного полотна, подмостовые конусы, дамбы обвалований и регуляционные сооружения;
- берега водоемов, пересекаемые, вдоль расположенных, спрямляемых и канализуемых русел рек и малых водотоков;
- входные и выходные русла малых водопропускных сооружений;

- кюветы водоотводных каналов, водовыпусков из откосных лотков и рассеивающих трамплинов и другие водоотводные и водогасящие сооружения;
- водоотводные и водопропускные фильтрующие и очистные сооружения;
- оврагозащитные и противоэрозионные сооружения;
- сооружения для усиления и стабилизации эксплуатируемых насыпей земляного полотна;

Коробчатые габионы обычно применяется в случаях, когда необходимо построить подпорные стены на холмистом участке, для укрепления морского или речного дна. Именно такой тип габиона способен отлично противостоять процессам эрозии почвы и вымывания в речках с особенно быстрым и сильным течением. Поскольку любой из типов габионов отлично противостоит размыву, ими можно формировать берега, защищать подземные трубопроводы, устраивать дно каналов и ограждения для различного рода водоотводящих конструкций.

В ландшафтном дизайне можно использовать и коробчатые габионы и габионы-матрацы. Они могут служить в качестве обрамления клумбы, границ бассейна, установки парапетов и придания дополнительной ярусности площадке. Также в последнее время особенно популярно использование габионов неправильных форм или габионов, выполненных в художественном стиле в ландшафтном дизайне.

Сам процесс изготовления габионов не требует больших финансовых вложений, а в совокупности с простым монтажом делает их использование необычайно экономичным решением. При их установке не требуется вызывать особых квалифицированных мастеров, а также применение специальной техники. Но наиболее важным фактором является как раз проницаемость конструкций, что позволяет исключить любые работы, связанные с установкой дополнительных дренажных систем, которые чаще всего являются достаточно затратными. Ещё одним важным фактором, снижающим стоимость и повышающим ценность габионов, является отсутствие необходимости регулярного осмотра и обслуживания, а что же касается ремонта, что он прост и тоже не требует существенных дополнительных финансовых вложений.



Рис. 1. Габионы нестандартных форм

Материалом для изготовления армируемых каркасов габионов служит оцинкованная гибкая проволока диаметром от 2,0 до 4,2 мм для плетения сетки и прутковое железо диаметром от 6 до 8 мм для устройства каркаса. Иногда габионы устраиваются без каркаса в виде проволочного мешка. Соединяются между собой вязальной отоженной проволокой диаметром 3 мм, длиной от 0,30 до 0,35 м на расстоянии 0,15-0,20 м один от другого.

В сетке не допускается наличие не скрученных участков смежных проволочек. Сетки в процессе изготовления свертываются в рулоны. Длина сетки в рулоне должна быть от 25 до 100 м. По согласованию с потребителем допускается изготавливать сетки меньшей длины, а также сетки в картах. Масса одного рулона сетки не должна превышать 1000 кг.

Прочность габиона определяется прочностью проволочной сетки. Срок службы габиона (в неагрессивной среде) из оцинкованной проволоки от 8 до 12 лет, из простой – от 3 до 5 лет.

Габионные каркасы заполняются камнем твердых, преимущественно тяжелых и слабовыветривающихся водостойких пород, размерами не менее ячейки габионной сетки, но не менее 0,04 м (рис.2). Лицевые камни должны быть наиболее крупными и выступать из ячеек. Внутри габиона укладываются мелкие камни. Каменный материал должен обладать высокой плотностью, прочностью, морозостойкостью, в особенности при использовании в ответственных габионных сооружениях, подверженных динамическому воздействию воды. Наиболее предпочтительны магматические горные породы. Плотность материала камня должна быть более 1700 кг/м^3 , а марка по морозостойкости должна быть выше F 50.

Обеспечение водонепроницаемости габионных структур, применяемых в качестве противофильтрационного мероприятия в проектируемых или эксплуатируемых сооружениях, следует производить с помощью укладки под габионы водонепроницаемой полимерной мембраны защищенной с обеих сторон слоями геотекстиля, либо с помощью пропитки габионов горячей песчано-битумной мастикой.

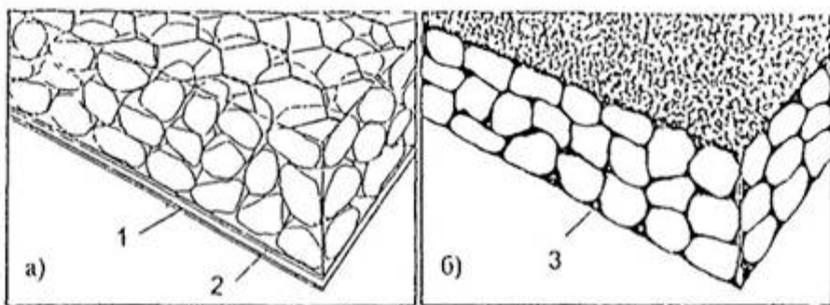


Рис. 2. Противофильтрационные и водонепроницаемые габионы
1 – геотекстиль; 2 – водонепроницаемая мембрана; 3 – битумная мастика

В качестве альтернативы этой мастике может быть использована битумная или синтетическая оболочка, укладываемая под габионом. Она должна быть защищена от возможного повреждения при наложении двойного слоя геотекстиля.

В заключение можно отметить, что габионы предоставляют множество преимуществ при реализации ландшафтных проектов благодаря своей универсальности, долговечности, и экологичности, поскольку не требуют большого количества цемента, как стандартные методы строительства. Габионные конструкции являются важной частью ландшафтного дизайна. Там, где необходимо укрепить берега водоемов или сползающий склон холма, подобные сооружения находят применение и выполняют свои функции даже лучше, чем другие способы упрочнения грунта.

А.Ю. Мисковец
Научный руководитель д.т.н., профессор О.В. Казьмина

*ФГАОУВО «Национальный исследовательский
Томский политехнический университет», г. Томск*

ПРОЦЕССЫ ФОРМИРОВАНИЯ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ПЕНОСТЕКЛОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

В зависимости от вида исходного природного сырья стекло может быть кристаллизующимся и не кристаллизующимся. Высокая дисперсность исходного сырья способствует снижению температуры синтеза стеклообразования и увеличивает скорость твердофазных реакций. Так же дефектность структуры исходного природного сырья позволяет ускорять процессы силикато- и стеклообразования при низких температурах (не более 900 °С).

Для обеспечения нужного состава по диаграмме состояния $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$, шихта должна обязательно иметь три компонента: кремнеземистый, щелочной и модифицирующий. Поэтому в составы шихты кроме исходного природного кремнеземистого сырья добавляют кальцинированную соду и доломит.

Состав кристаллической фазы зависит как от природы исходного кремнеземистого сырья, так и от конечного состава смеси. Для всех составов характерно присутствие остаточных кристаллических соединений, имеющих в исходном кремнеземистом сырье. В составах присутствуют рефлексы кварца, кристаллы тридимита и кристобалита.

Такие кристаллизационные процессы оказывают большое влияние на свойства конечного продукта, и могут проявляться как в отрицательных, так и в положительных эффектах.

Зародышами кристаллизации выступают частицы остаточной кристаллической фазы. Образующиеся частицы кристаллической фазы находятся на уровне микро- и наноразмерных, что позволяет избежать возникновения концентраций напряжений на границе раздела фаз в стекле.

Во избежание интенсивной кристаллизации, которая может происходить при вспенивании кристаллизующегося состава, необходимо быстрое охлаждение пеностеклокристаллических материалов (ПСКМ).

Формирование наноразмерной кристаллической фазы в структуре пеностекла повышает механическую прочность и позволяет использовать продукт в качестве конструкционного материала.

Процессы силикатообразования завершаются при температурах 620 °С, а к 800°С образуется необходимое количество расплава за счет плавления эвтектики при 740°С и растворения аморфного кремнезема и примесей из диатомита или трепела.

При вспенивании происходит формирование в поровом пространстве и в межпоровых перегородках армирующего каркаса и высококремнеземистых стекловидных образований (рис. 1).

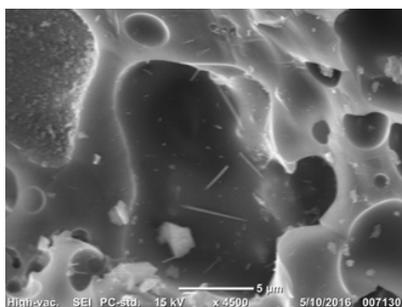


Рис. 1. Микроструктура образца

После вспенивания ПСКМ, при использовании любого исходного кремнеземистого сырья, фазовый состав состоит из стеклофазы и кристаллической фазы. Кристаллическая фаза сложена остатками кварца или же продуктами кристаллизации аморфного кремнезема (кристаллы тридимита, кристобалита).

Эти кристаллы выступают зародышами кристаллизации. И, если в традиционной технологии пеностекла на основе стекольного боя, образование кристаллов нежелательно, так как образующиеся в стенках пор кристаллы значительно понижают общую пластичность стекломассы, а прорывая эти стенки способствуют образованию сообщающихся пор, то в технологии производства ПСКМ на основе природного или техногенного кремнеземистого сырья, образование кристаллов приводит к увеличению прочности конечного материала. Но, однако, слишком высокий рост кристаллов и увеличение их размеров до 10 мкм и более приводит к обратному эффекту, т.е. прочность материала падает. Поэтому необходимо внимательно следить за процессами кристаллизации.

Для изготовления сырьевых гранул использовали два способа введения щелочного компонента и последующей грануляции шихты (рис. 2).

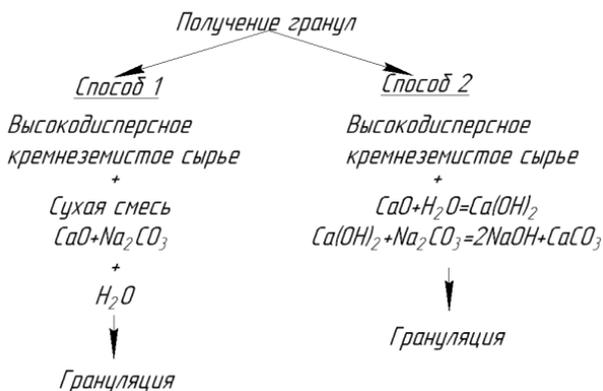


Рис. 2. Технологическая схема приготовления сырцовых гранул

Для исследования влияния способа грануляции шихты был произведен рентгенофазовый анализ на установке ДРОН-3М. Результаты приведены на рис. 3 и 4.

Установлено отличие фазового состава сырцовых гранул в зависимости от способа введения связующего и грануляции шихты. Решающее влияние на процессы вспенивания смеси оказывает способ ее подготовки.

Грануляция смеси сухих компонентов улучшает вспенивание композиции (табл. 1).

Также, установлено значительное отличие фазового состава вспененного продукта. Основной кристаллической фазой в продукте, полученном по способу 1, является кварц, тогда как, в продукте, полученном по способу 2 – кристобалит.

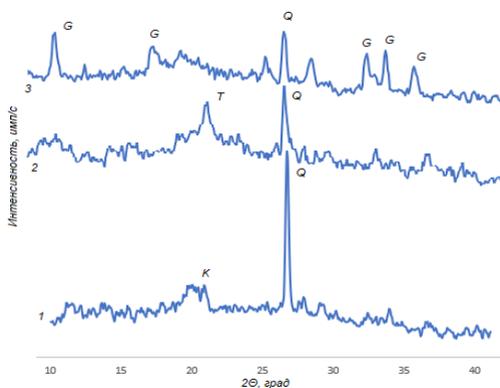


Рис. 3. Данные РФА сырцовых гранул
(1 – состав 1, способ 1; 2 – состав 1, способ 2; 3 – состав 2, способ 2;
К – кристобалит, Q – кварц, Т – тридимит, G – гейлуссит)

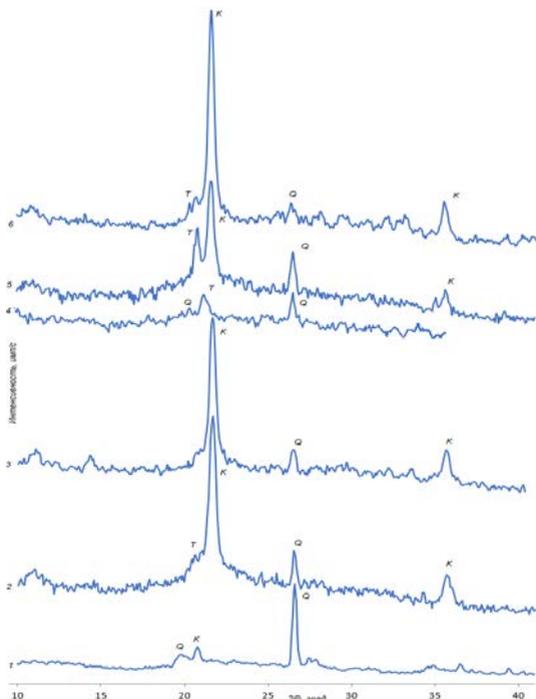


Рис. 4. Данные РФА вспененных гранул
 (1 – состав 1, способ 1 800 °С 6 минут; 2 – состав 1, способ 2 800 °С 6 минут,
 3 – состав 2, способ 2 800 °С 6 минут; 4 – состав 1, способ 1 850 °С 6 минут;
 5 – состав 1, способ 2 850 °С 6 минут, 6 – состав 2, способ 2 850 °С 6 минут
 К – кристобалит, Q – кварц, T – тридимит)

Таблица 1
 Характеристика готовых гранул

Номер состава и способа	Температура, °С	Коэффициент вспенивания	Средняя плотность, кг/м ³
1 состав 1 способ	800	1,90	400
	850	2,10	380
1 состав 2 способ	800	1,70	415
	850	1,95	400
2 состав 2 способ	800	1,30	450
	850	1,45	420

Установлено влияние режима вспенивания на фазовый состав вспененного продукта. При увеличении температуры и времени выдержки, замечены уменьшение интенсивности пика кварца и увеличение интенсивности пика кристобалита.

Литература

1. Казьмина О.В. Пеностеклокристаллические материалы на основе природного и техногенного сырья: монография / О. В. Казьмина, В. И. Верещагин, А. Н. Абияка; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – 246 с.: ил.. – Библиогр.: с. 226-243.

2. Казьмина О.В. Верещагин В.И. Абияка А.Н. Расширение сырьевой базы для производства пенокристаллических материалов // Строительные материалы, 2009, №7, С. 54-56.

М.А. Онучина

Научный руководитель к.т.н., доцент И.В. Дудина

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск

ПРОЕКТИРОВАНИЕ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ МНОГОЭТАЖНОГО КАРКАСНОГО ЗДАНИЯ

Каркасное здание состоит из несущего каркаса и ограждающих конструкций. К несущим относятся те конструкции, которые воспринимают основную нагрузку.

Каркасные здания имеют высокую экономическую эффективность, их основные несущие элементы сделаны из железобетона или металла, поэтому от ограждающих конструкций требуется только соответствие теплотехническим параметрам. Каркасные здания обладают также широким спектром возможностей для реализации различных планировочных решений. Широкий шаг колонн можно разбить перегородками и создать мелкоячеистую структуру из множества отдельных помещений или же оставить просторные залы или холлы, в которых может разместиться галерея или выставка.

При этом для многоэтажного здания гибкость планировки будет особенно актуальной, так на каждом этаже может получиться уникальная адаптация свободного пространства под нужды арендатора или собственника.

К основным элементам каркаса многоэтажного здания относятся:

— колонны, которые воспринимают нагрузку от каркаса здания, оборудования и передают ее на фундамент;

— пилоны; стволы жесткости; диафрагмы; колонны, которые воспринимают нагрузку от каркаса здания, оборудования и передают ее на фундамент;

— пилоны; стволы жесткости; диафрагмы;

— фундаменты, на которые приходится нагрузка от каркаса здания, через фундаменты она передается на грунт;

— подстропильные и стропильные фермы, которые воспринимают нагрузку от покрытия и передают ее на колонны;

— плиты перекрытия, которые разбивают здание на уровни по высоте.



Рис. 1. Монолитное каркасное здание

Подстропильная ферма – это несущая конструкция, которая предназначена для опирания стропильных ферм в средних рядах колонн в многопролетных зданиях.

Состав несущих конструкций в зданиях будет сильно отличаться. В промышленных зданиях используют фермы, а в жилых и общественных зданиях – ригели и балки, которые смогут перекрыть расстояние между колоннами. Многоэтажные здания, которые имеют высоту более 100 метров относятся к уникальным. Любое уникальное здание требует проведения большого количества дополнительных расчетов и обоснований, в ряде случаев отсутствуют нормативы, которые бы четко регламентировали те или иные решения, поэтому разрабатываются специальные технические условия.

Небоскребами называют здания выше 150 метров, а сверхвысокими небоскребами – здания выше 300 метров (такие здания чаще всего выполняют из железобетона).

Главным принципом проектирования многоэтажного здания является выбор в пользу рациональных решений, которые позволят снизить энергопотребление, повысить уровень комфорта и уменьшить воздействие на окружающую среду. Архитектура многоэтажных зданий, их объемно-планировочные и конструктивные решения должны отвечать всем требованиям законодательства, технических регламентов, сводам правил.

Многоэтажные каркасные здания могут использоваться для разных целей, в них могут размещаться производства, жилье, коммерческие помещения. И в качестве материала конструкций могут быть выбраны металл, и железобетон, и дерево.

Рассмотрим порядок проектирования несущих конструкций многоэтажного здания из металла:

- анализ исходных данных;
- сбор нагрузок, постоянных и временных;

- расчет и конструирование балок;
- расчет и конструирование центрально-сжатых колонн;
- расчет ферм покрытия; расчет сжато-изгибаемых элементов.

Любой расчет состоит из составления расчетной схемы, сбора нагрузок, определения усилий, подбора поперечных сечений и проверки подобранных сечений. Конструктивный расчет металлоконструкций ведется по методу предельных состояний. То есть такого состояния конструкции, при котором она перестает удовлетворять предъявляемым к ней требованиям. Выделяют две группы предельных состояний, первая группа рассматривает случаи, при которых конструкция становится полностью непригодной для дальнейшей эксплуатации, во вторую группу входят предельные состояния, при которых конструкция становится непригодной для нормальной эксплуатации по деформациям и перемещениям.

При увеличении прочностных характеристик колонны, увеличивается ее эксплуатационная надежность. Это легко объясняется тем, что рост прочности бетона и арматуры приводит к увеличению несущей способности колонны при тех же эксплуатационных нагрузках. Полученный запас несущей способности колонны и приводит к увеличению ее надежности.

Однако, проектируя элемент одной и той же несущей способности, но применяя различные классы бетона, мы получаем конструкцию с различным уровнем надежности. При неизменной несущей способности конструкции применение бетона большей прочности приводит к снижению коэффициента армирования железобетонного сечения. При этом вклад арматуры в несущую способность элемента уменьшается. Так как арматура имеет меньшую изменчивость прочностных показателей по сравнению с бетоном (коэффициент вариации прочности для арматуры – $V=7\%$, а для бетона – $V=13,5\%$), то уменьшение вклада арматуры в несущую способность приводит к снижению надежности элемента.

Применение для конструкции бетона более низкого класса приводит к увеличению коэффициента армирования сечения и, соответственно, к увеличению надежности данной конструкции.

На основании анализа зависимости эксплуатационной надежности от коэффициентов вариации прочности бетона и арматуры, можно сделать следующие выводы. Увеличение коэффициентов вариации прочностных показателей материалов приводит к большему разбросу прочности бетона и арматуры на кривой нормального распределения, что снижает эксплуатационную надежность конструкции.

Долговечность железобетонных конструкций определяется сроком эксплуатации, при котором эксплуатационная надежность конструкций превышает, либо равна требуемому уровню $N=0.9986$. После достижения данного уровня надежности необходимо проводить реконструкцию и усиление железобетонных конструкций (в нашем случае колонн).

На долговечность конструкций сильно влияет их среда эксплуатации. Агрессивные среды резко снижают прочностные свойства железобетонных конструкций за счет коррозии арматуры и бетона, снижения сцепления арма-

туры с бетоном, что приводит к уменьшению эксплуатационной надежности и, соответственно, долговечности конструкций.

Для более точного прогнозирования эксплуатационной надежности несущих конструкций необходима расчетная модель на основе результатов обследования здания.

Разработкой проектов каркасных зданий занимаются многие архитектурные бюро. Если высота здания не превышает 75 метров, то все требования можно найти в сводах правил. Когда же речь идет об уникальном объекте, то с такой задачей может справиться не каждый проектировщик, уникальные здания требуют нестандартных решений и творческого подхода.

Литература

1. Надежность и долговечность строительных конструкций. Режим доступа: http://lalls.narod.ru/Literatura/Teor_nadegnosti_stroiteln_konstrukcij-LEKCIJ.pdf.

2. МГСН 4.19-05. Многофункциональные высотные здания и комплексы. Том II. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200042296>.

3. Железобетонные конструкции: Спецкурс: Учеб. пособие для вузов / В.Н. Байков; П.Ф. Дроздов; И.А. Трифонов и др. Под ред. В.Н. Байкова. 3-е изд. перераб. М.: Стройиздат, 1981. – 767 с.

4. Чирков В.П. Прикладные методы теории надежности в расчетах строительных конструкций: Учебное пособие для ВУЗов железнодорожного транспорта. – М.: Маршрут, 2006. - 620 с.

А.В. Петрашов

Научный руководитель к.т.н., доцент О.Е. Волкова

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ОПАЛУБОЧНЫХ РАБОТ ПРИ БЕТОНИРОВАНИИ МОНОЛИТНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ

Известно, что для повышения скорости выполнения работ и снижения трудоемкости процесса строительства необходимо использовать современные системы высокотехнологичных опалубок. Применение таких эффективных опалубочных систем с высокой оборачиваемостью для устройства вертикальных элементов зданий и перекрытий сегодня позволяет успешно возводить здания различного функционального назначения с широким набором монолитных конструкций.

Монолитные конструкции делятся на вертикальные (колонны, пилоны, стены) и горизонтальные (перекрытие и покрытие). В данной статье будут рассмотрены современные варианты опалубки при бетонировании перекрытий.

Для строительства монолитных зданий в скоростном режиме применяется технология ранней распалубки монолитных конструкций. Страховочные элементы опалубки для поддержания монолитного железобетонного пере-

крытия до набора бетоном распалубочной прочности являются основной составляющей раннего распалубливания.

Применяя технологию ранней распалубки монолитных конструкций, необходимо соблюдать требования технического кодекса ТКП 45-5.03-20-2006. Конструкции пролетного типа необходимо распалубливать от середины пролета. Раннее распалубливание монолитных перекрытий допускается производить при достижении бетона не менее 50-60% от проектной прочности с одновременным переопиранием монолитной плиты перекрытия страховочными телескопическими стойками, опорными рамами и башнями на плиту перекрытия нижнего этажа [1].

Опалубочная система перекрытия является опорой уложенного бетона, она должна поддерживаться нижерасположенным перекрытием, которое должно обязательно нести передаваемые на него нагрузки самостоятельно или с помощью страховочных элементов опалубки. В случае, когда нижерасположенная монолитная железобетонная плита перекрытия не имеет достаточную несущую способность необходимо производить ее переопирание страховочными элементами опалубочной системы на необходимое количество этажей для обеспечения дополнительных технологических нагрузок.

Установку опалубки для бетонирования конструкций вышерасположенного этажа необходимо начинать только после набора забетонированным перекрытием минимальной прочности 5 МПа. После набора перекрытием распалубочной прочности приступают к бетонированию конструкций вышерасположенного этажа [1,2]. Сравнение и расчет технологических решений производится на примере строительства 20-этажного жилого дома:

1) в первом варианте для бетонирования перекрытия используется традиционная опалубочная система (балочно-стоечная);

2) во втором варианте для бетонирования перекрытия используется современная опалубочная система (столовая опалубка).

Исходные данные:

- Высота этажа: $h=3\text{м}$.

- Толщина перекрытия: $\delta=200\text{мм}$.

- Тип перекрытия: безбалочное монолитное перекрытие.

Для каждого варианта используется технология ускоренного возведения монолитных перекрытий с применением страховочных элементов опалубки.

Вариант 1. Бетонирование перекрытия с применением традиционной балочно-стоечной опалубочной системы.

Балочно-стоечная опалубочная система является традиционной опалубкой перекрытий небольшой толщины при строительстве жилых зданий и гражданских зданий с высотой этажа не более 5,0 м. Эта система универсальная, и может быть использована при возведении горизонтальных конструкций любых конфигураций. Система включает в себя: телескопические стойки; раздвижные треноги, для устойчивости стальных стоек; универсальные вилочные оголовники с «падающей» головкой для опускания телескопической стойки при распалубливании; несущие и распределительные двутавровые деревянные балки Н20; палубу из ламинированной фанеры [3].

Монтаж опалубки начинается с установки съемных «падающих» головок сверху в телескопическую стойку. Установка стоек в проектное положение осуществляется с помощью раздвижных треног, которые придают необходимую пространственную устойчивость. Несущие продольные балки раскладываются внахлест на съемные головки, по которым располагают, поперечные балки. Поверх поперечных балок раскладывают ламинированную фанеру и закрепляют саморезами. Процесс распалубливания перекрытия начинается с опускания вниз «падающих» головок, в результате чего происходит прогиб и отслоение опалубочной системы, что дает возможность, относительно просто, снять листы фанеры и освободить продольные и поперечные балки. Наиболее часто опускание головок используют для извлечения из-под опалубочной системы перекрытия промежуточных стоек, после достижения бетоном достаточной прочности. Несущая способность стоек гораздо больше деревянных балок. Телескопические стойки расставляются с шагом, который определяется расчетом главной балки (максимальные значения поперечной силы $Q=11\text{ кН}$ и изгибающего момента $M=5\text{ кН}$) [4].

Вариант 2. Бетонирование перекрытия с использованием столовой опалубки.

Столовая опалубка перекрытий позволяет ускорить опалубливание перекрытий с большими площадями. Перекрытие здания разбивается на отдельные участки, оптимизируя которые получаем типоразмеры отдельно стоящих столов. Столы изготавливаются на 6-ти и 4-х стойках с площадью $8,19\text{-}19,8\text{ м}^2$ и $6,93\text{-}11,88\text{ м}^2$ соответственно. Столовая опалубка состоит из телескопических стоек, вилочных головок, крепежей для балок, основных и второстепенных деревянных балок Н20. Для перемещения собранного стола используют вилочный захват, несущие скобы и монтажную тележку.

Таблица 1.1

Спецификация элементов традиционной балочно-стоечной опалубочной системы на типовой этаж площадью 756 м^2

№ п/п	Наименование	Ед.изм.	Кол-во
1	Стойка телескопическая 2.1-3.7	шт	409
2	Тренога к стойке	шт	409
3	Унивилка к стойке	шт	409
4	Балка двутавровая деревянная L= 2.1 м	шт	3
5	Балка двутавровая деревянная L= 2.5 м	шт	58
6	Балка двутавровая деревянная L= 3.6 м	шт	610
7	Балка двутавровая деревянная L= 4.5 м	шт	105
8	Фанера ламинированная 18x1220x2440мм	шт	16

Изготовление столов осуществляется на монтажном настиле с упорами основных, второстепенных балок и вилочных головок. Вилочные головки вставляются в подготовленные упоры на настиле, после чего вкладываются

основные балки, задвигаются до упора и фиксируются крепежом. Раскладка второстепенных балок осуществляется при помощи шаблона, а для крепления используют саморезы или уголки. На второстепенных балках намечается расположение ламинированной фанеры, при необходимости производится раскрой фанеры. Подогнанные фанерные листы закрепляются к балкам при помощи саморезов.

Следует отметить, что защитные ограждения, служащие для безопасной работы на высоте, монтируются один раз на монтажном настиле.

Перемещение собранных столов на следующую захватку осуществляется при помощи вилочного захвата или несущих скоб. Наиболее удобным является перемещение с применением вилочного захвата, так как стол можно вытащить из-под железобетонной плиты перекрытия.

Перестановка стола производится в 4 этапа:

- Вилочный захват заводится под плиту перекрытия.
- Складываются телескопические стойки.
- При помощи крана вилочный захват со столом отрывается от плиты перекрытия, извлекается и переносится на следующую захватку (этаж).
- Телескопические стойки выдвигаются, и стол выставляются в проектное положение.

Столы средних пролетов здания перемещаются к зоне обслуживания вилочного захвата при помощи монтажной тележки. При расстановке столов на их стыках между собой образуются зазоры, которые устраняются путем формирования доборных вставок. В зависимости от ширины зазора, при необходимости, используются одна-две дополнительные стойки. Данная технология позволяет производить сборку столов один раз, после чего перемещая уже собранные столы и расставляя их по захватке, с последующей заделкой зазоров, удастся сократить время на опалубивание перекрытия.

Таблица 1.2

Спецификация элементов столовой опалубочной системы перекрытия на типовой этаж площадью 756 м²

№ п/п	Наименование	Ед.изм.	Кол-во
1	Стойка телескопическая 2.1-3.7	шт	409
2	Тренога к стойке	шт	409
3	Унивилка к стойке	шт	409
4	Балка двутавровая деревянная L= 2.1 м	шт	3
5	Балка двутавровая деревянная L= 2.5 м	шт	58
6	Балка двутавровая деревянная L= 3.6 м	шт	610
7	Балка двутавровая деревянная L= 4.5 м	шт	105
8	Фанера ламинированная 18x1220x2440мм	шт	16

Технология скоростного монолитного домостроения имеет ряд особенностей [5]:

- короткие сроки выдерживания. Применяется раннее распалубливание монолитных конструкций, исходя из минимально допустимой конструктивной прочности бетона. Распалубливание горизонтальных конструкций производится через 48 часов с выставлением страховочных стоек;

- большая интенсивность нагружения изготовленных монолитных конструкций;

- большая степень пересечения последующих работ с выдерживанием бетона ранее забетонированных конструкций.

Например, совмещается выдерживание перекрытия с армированием вертикальных конструкций вышележащего этажа (через 4-6 часов после начала бетонных работ, при наборе бетона перекрытия прочности равной 1,5МПа), с опалубочными работами (через 8-12 часов после начала бетонирования).

Способы выдерживания бетона в скоростном монолитном домостроении должны удовлетворять перечисленным особенностям, при этом отвечать требованиям к качеству производимых конструкций. Использование современных способов опалубки позволяет существенно сократить время и трудозатраты, не нарушая государственных стандартов качества производимых конструкций.

Литература

1. Зиневич, Л.В. Некоторые организационно-технологические вопросы выдерживания монолитных конструкций различной массивности с применением ранней распалубки [Текст] / Л.В. Зиневич // Технологии бетонов, 2009, №3, с. 67-68.

2. Никоноров, С.В. Технология раннего нагружения монолитных перекрытий при использовании балочно-стоечной опалубки [Текст] / С.В. Никоноров, О.А. Тарасова // Инженерно-строительный журнал. 2010, с. 17-20.

3. Коклюгина, Л.А. Технология и организация строительства высотных многофункциональных зданий: учеб. метод. Пособие [Текст] / Л.А. Коклюгина [и др.]. – М. : Изд-во Казанск. гос. архи-тект.-строит. ун-та, 2016. – 116 с.

4. ГОСТ Р 52085-2003. Опалубка. Общие технические условия. – Введ. 2003-06-01. – М. : Изд-во Госстрой России, ГУП ЦПП, 2003.

5. Зиневич, Л.В. Скоростное монолитное домостроение: условия достижения высоких темпов строительства и качества бетона получаемых конструкций [Текст] / Л.В. Зиневич, А.В. Галумян // Бетон и железобетон. -2009, №5, с. 23-26.

6. Руководство по монтажу и применению опалубочных систем «Хюнебек». – Германия, 2003. Режим доступа: <https://www.iprosoft.ru/docs/?nd=854910590>.

7. Коренченко, С.С. К вопросу об отдельных проблемах и направлениях развития монолитного домостроения в РФ [Текст] / С.С. Коренченко, Д.А. Комаров, А.А. Руденко // Технические науки. Теория и практика: материалы II международной научно-практической конференции. – 2017, с. 40-45.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ 12-ЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА

Одной из важнейших народнохозяйственных задач для Российской Федерации является обеспечение малоимущих и льготных категорий населения (переселенцы из аварийного жилья, дети-сироты, ветераны ВОВ, военнослужащие и др.) современным комфортабельным жильем. Возможность его массового строительства на средства региональных и местных бюджетов в городах и поселках городского типа предопределяет необходимость минимальной стоимости таких зданий и их соответствия архитектурному образу городов в отношении высотной застройки и сложившегося общественного развития. Чтобы окупить вложения в строительство, а заодно сделать свой объект более привлекательным или даже уникальным на рынке, девелоперы создают разнообразие по планировке помещения для бизнеса. Бывает, что под магазины и офисы отводится не один, а два уровня, хотя так делается все же не очень часто. Такой вариант позволяет размещать на нижних этажах административные, общественные и торговые помещения, а на верхних этажах 1, 2-х и 3-х комнатные малогабаритные квартиры социального жилья.

Индустриальность конструкций сборных железобетонных колонн, монолитных ригелей и многопустотных плит, крупных панелей жилых зданий, большой практический опыт и скорость возведения, делают все остальные методы строительства многоэтажных зданий (из кирпича, мелких искусственных камней и монолитных) по стоимости, трудоемкости и скорости строительства не конкурентоспособными по отношению к разработанному нами решению.

Бескаркасное панельное строительство верхних этажей, установленных на стилобате нижних каркасных это принципиально новый подход к жилищному строительству, которое имеет неоспоримые преимущества.

Таким требованиям в наибольшей степени отвечает разработанное в ВКР новое смешанное конструктивное решение 12-этажного здания.

Все помещения в здании составляют следующие основные функциональные группы:

- а) кабинеты руководства;
- б) рабочие помещения структурных подразделений учреждений и организаций;
- в) помещения для совещания и конференц-зал;
- г) помещения информационно-технического назначения (проектные кабинеты, архивы, кабинеты информационно-вычислительной техники и др.);
- д) входная группа помещений (вестибюль, помещения охраны и др.);
- е) помещения социально-бытового обслуживания;
- ж) помещения технического обслуживания здания;
- з) помещения для инженерного оборудования;

и) помещение общественного питания.

Площадь помещений функциональных групп в осях А-Г и Ж определяется технологическими нормативами, при этом учитывается, что на одного работника в помещениях функциональной группы б должно приходиться не менее 6 м² без учета площади, предназначенной для размещения оргтехнастки.

Состав и площади помещений для средств информационно-вычислительной техники и связи, а также требования к ним определяются специальными техническими заданиями.

12-этажное жилое здание имеет в плане неправильную форму, близкую к прямоугольной. Размеры здания в осях 56,4 × 22,8 м.

Конструктивная схема смешанного типа – схема первых двух этажей – полный, сборно-монолитный железобетонный каркас, остальных – крупнопанельная бескаркасная схема.

Высота трех первых этажей – 3,3 м, последующих – 3 м. За отметку 0,000 принят уровень чистого пола первого этажа.

Планировочная схема жилой части здания двухсекционная.

В здании имеется теплый чердак, высотой 2,1 м, а также подвал, высотой 2,8 м. Кровля плоская, уклон 3 %. Отвод воды в здании внутренний организованный.

Лестничная клетка незадымляемая, что обеспечивается входом через лоджии. Для сообщения между этажами имеются 2 лифта: пассажирский грузоподъемностью 630 кг и грузопассажирский грузоподъемностью 1000 кг.

Здание снабжено мусоропроводом. На первом этаже для мусороудаления имеется камера, в которой ниже зveno ствола мусоропровода перекрывается затвором. Пол камеры расположен близко к уровню земли, чтобы было удобно из нее вывозить контейнер.

На первом этаже размещены помещения для проектно-строительной организации с численностью штата сотрудников 300 человек, а также кафе быстрого обслуживания, рассчитанное на 50 человек. На втором этаже размещены офисные помещения, сдаваемые в аренду.

Выше на каждом этаже здания располагаются 4 двухкомнатных и 4 трехкомнатных квартиры.

Каждая из 4-х двухкомнатных квартир с общими площадями по 54,55 м² имеет в своем составе: общую комнату площадью 19,01 м², спальню площадью 14,09 м², кухню площадью 8,47 м² с однорядовым расположением оборудования. Каждая из 4-х трехкомнатных квартир с общими площадями по 97,47 м² имеет в своем составе: общую комнату площадью 20,30 м², 2 спальни с площадями 20,28 м² и 19,05 м² соответственно, кухню площадью 15,6 м² с однорядовым расположением оборудования.

Конструктивная схема строящегося здания – смешанного типа: первые 2 этажа – полный каркас, со стенами из керамзитобетонных блоков, остальные 10 этажей – бескаркасной схемы, с панельными стенами.

Фундаменты – отдельно-стоящие стаканного типа. Фундамент под лестнично-лифтовым узлом представляет собой железобетонную плиту толщиной

1 м, шириной 7,2 м и длиной 8,5 м. Внутренний каркас состоит из несущих кирпичных столбов 640х640мм высотой на один этаж, железобетонных ригелей прямоугольной формы 680х355мм. Внутренние перегородки выполнены из гипсокартонных листов ГКЛО по ГОСТ 6266-97 на металлическом каркасе по серии 1.031.9-2.00 толщиной 100 и 122мм.

В качестве перекрытий жилой части здания использованы многопустотные железобетонные панели толщиной 150 мм. Перекрытия первых двух этажей – сборно-монолитные, со сборными ж/б плитами перекрытия, толщиной 220 мм, с монолитными ригелями, толщиной также 220 мм. Покрытие выполнено из железобетонных плит толщиной 150 мм. Балконные плиты толщиной 150 мм. Высота ограждения балкона составляет 1,2 м.

В здании предусмотрен теплый чердак. Поверх плит перекрытия чердака наплавляется слой пароизоляции Бикроса, сверху укладывается пенополистирол толщиной 150 мм. Поверх устраивается уклонозадающий слой из керамзитового гравия. Сверху делается выравнивающий слой – цементно-песчаная стяжка толщиной 20 мм. Далее устраивают гидроизоляционный ковер из двух наплаваемых слоев Бикроса.

Наружные стены первых двух этажей выполнены из керамзитобетонных блоков. Предусматривается утепление существующих наружных стен по технологии навесного вентилируемого фасада с утеплителем «IZOVOL» $Y=35\text{кг/м}^3$ и облицовкой керамогранитом. Утеплитель крепить к стене на клею (ГЛИМС КФ (0440/5) ТУ 5745-010-40397319-2003) и дополнительно анкерными дюбелями.

Наружные стены жилой части здания – панели «ламель», имеющие утолщенную часть по периметру, это позволяет замоноличивать стыки более тщательно. Толщина панели по периметру 400 мм, в центре 350 мм. Перегородки межквартирные толщиной 180 мм, межкомнатные – 120 мм.

Оконные и дверные блоки в жилой части здания выполнены из ПВХ-профилей с двойным стеклопакетом, в общественной части двери из МДФ, витражи из металлопластика. Для обеспечения меньших потерь тепла применены окна с двойным остеклением.

Разработка и реализация современных проектов жилых и гражданских зданий позволит не только эффективно решать жилищную проблему в стране, но и повысить привлекательность новых микрорайонов городской застройки.

А.С. Степанов

Научный руководитель к.т.н., доцент А.А. Зиновьев

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОРОЗОСТОЙКОСТИ БЕТОНА

Морозостойкость бетона является важным показателем, так как от этого зависит прочность, долговечность бетонной конструкции, а также возможность безаварийной эксплуатации в агрессивных средах. В данной статье рас-

смотрены методы определения морозостойкости бетона, распространяющиеся на такие виды бетона как: тяжелые, легкие, мелкозернистые, плотные силикатные бетоны, а также бетонные конструкции, которые эксплуатируются в среде минерализованной воды, бетоны дорожные и аэродромные.

Морозостойкостью бетона называют способность материала выдерживать многократное замораживание и оттаивание в насыщенном водой состоянии, без визуальных признаков разрушения таких как: сколы, трещины, шелушение ребер образцов, а также снижение прочности бетонных образцов и изменение массы.

Для проведения испытания, по показателю морозостойкости, требуются бетонные образцы определенной формы: кубы или цилиндры. К кубическим образцам предъявляются определенные требования касаясь размеров ребра, длина которых может быть: 70мм, 100мм, 150мм, 200мм, 250мм, 300мм. Цилиндры тоже должны иметь определенные размеры, диаметр которых может быть: 70мм, 100мм, 150мм, 200мм, 250мм, 300мм, а высота должна быть больше или равна диаметру. За базовый образец при всех видах испытаний следует принимать куб образец размером рабочего сечения 150x150x150мм [1].

В помещении, в котором будут проводиться испытания следует поддерживать температуру (20 ± 5) °С и относительную влажность воздуха не менее 55%. Бетонные образцы должны быть выдержаны в распалубленном виде 24 часа, если они твердели в воде, а если образцы твердели в воздушно-влажных условиях или в условиях тепловой обработки, то время выдержки должно быть равно 4 часам.

Перед испытанием бетонные образцы подвергают визуальному осмотру для выявления дефектов влияющих на результаты испытаний. Образцы, имеющие трещины, раковины диаметром более 10мм и глубиной более 5мм, сколы ребра более 10мм, а также трещины и следы расслоения бетонной смеси, не подлежат испытанию.

Испытания образцов могут проводиться по разным методам.

Первый базовый метод распространяется на все виды бетонов, кроме бетонов дорожных и аэродромных покрытий и бетонов, эксплуатируемых в минерализованной воде. Данный метод включает в себя замораживание бетонных образцов, насыщенных водой на воздухе с последующим оттаиванием в воде.

Насыщенные водой бетонные образцы извлекаются из воды, обтираются влажной тканью и помещают в морозильную камеру на расстоянии не менее 20мм между образцами, после этого включают морозильную камеру и понижают температуру. Началом замораживания считают температуру, достигшую -16°C внутри камеры. Для образцов размером 150x150x150мм требуемое время заморозки не менее 3,5 часов при температуре (-18 ± 2) °С.

После замораживания бетонные образцы ставят оттаивать в воду с температурой 20 ± 2 °С. При оттаивании образцы размещаются на расстоянии не менее 20мм друг от друга, а также от днища, слой воды должен быть выше верхней грани образца не менее чем на 20мм. После проведения испытаний

образцы извлекаются из воды, протираются влажной тканью и испытываются на сжатие.

Второй базовый метод распространяется на бетоны дорожных и аэродромных покрытий и бетоны конструкций эксплуатирующихся в минерализованной воде. Метод включает себя замораживание бетонных образцов, насыщенного раствором хлорида натрия на воздухе и последующим оттаиванием в растворе хлорида натрия.

Основные и контрольные образцы перед испытанием насыщают 5% раствором хлорида натрия. Далее испытание проходит аналогично первому методу.

Отличие данного метода от ускоренного метода заключается в том, что температура, при которой образцы замораживаются равна минус (20±2) °С, а у ускоренного метода равна минус 50°С-55°С, что значительно влияет на время проведения испытаний. Число циклов оттаивания и замораживания принимают по табл. 1.[2]

Ускоренный, третий метод определения морозостойкости бетона отличается тем, что он подходит для всех видов бетона. Данный метод отличается тем, что температура в морозильной камере достигает значений минус 50°С-55°С, что в связке с насыщением водным раствором хлорида натрия позволяет значительно снизить сроки проведения испытаний. Количество циклов указано в табл. 1.

Таблица 1

Соотношения между числом циклов испытаний и маркой бетона по морозостойкости

Методы		Вид бетона	Марки бетона по морозостойкости F_1 или F_2 и число циклов, после которого проводят промежуточное испытание (над чертой) и число циклов, соответствующее марке бетона по морозостойкости (под чертой)												
Базовые	Первый	Все виды бетонов, кроме бетонов дорожных и аэродромных покрытий и бетонов конструкций, эксплуатирующихся в минерализованной воде	F_1 25	F_1 35	F_1 50	F_1 75	F_1 100	F_1 150	F_1 200	F_1 300	F_1 400	F_1 500	F_1 600	F_1 800	F_1 1000
			15* 25	25 35	35 50	50 75	75 100	100 150	150 200	200 300	300 400	400 500	500 600	600 800	800 1000
	Второй	Бетоны дорожных и аэродромных покрытий и бетонов конструкций, эксплуатирующиеся в минерализованной воде	-	-	-	F_2 75	F_2 100	F_2 150	F_2 200	F_2 300	F_2 400	F_2 500	F_2 600	F_2 800	F_2 1000
			-	-	-	50 75	75 100	100 150	150 200	200 300	300 400	400 500	500 600	600 800	800 1000
Ускоренные	Второй	Все виды бетонов, кроме бетонов дорожных и аэродромных покрытий, бетонов конструкций, эксплуатирующихся в минерализованной воде, и легких бетонов со средней плотностью менее D1500	-	-	F_1 50	F_1 75	F_1 100	F_1 150	F_1 200	F_1 300	F_1 400	F_1 500	F_1 600	F_1 800	F_1 1000
			-	-	8	13	20	30	45	75	110	150	200	300	450
	Третий	Все виды бетонов, кроме бетонов дорожных и аэродромных покрытий, бетонов конструкций, эксплуатирующихся в минерализованной воде, и легких бетонов со средней плотностью менее D1500	-	-	-	F_1 75	F_1 100	F_1 150	F_1 200	F_1 300	F_1 400	F_1 500	F_1 600	F_1 800	F_1 1000
			-	-	-	2	3	4	5	8	12	15	19	27	35
		Бетоны дорожных и аэродромных покрытий и бетоны конструкций, эксплуатирующихся в минерализованной воде	-	-	-	-	F_2 100	F_2 150	F_2 200	F_2 300	F_2 400	F_2 500	F_2 600	F_2 800	F_2 1000
			-	-	-	-	5	10	20	37	55	80	105	155	205

Испытание заключается в том, что основные образцы помещают в морозильную камеру в закрытых емкостях, наполненных 5%-ным водным раствором хлорида натрия так что бы расстояние между стенками емкостей, а также между стенками и камерой было не менее 50 мм. Расстояние между образцами и стенками, дном емкости должно быть не менее 10мм. Высота раствора в емкости с образцом должна быть не менее 10 мм от верхней границы образца. После загрузки образцов в камеру температуру понижают в течении 2-3 часов до температуры -10°C . После чего температуру понижают в течении $(2,5\pm 0,5)$ часов до того, как температура водного раствора хлорида натрия достигнет минус 50°C - 55°C и поддерживают в течение $(2,5\pm 0,5)$ ч. Далее температуру повышают до -10° в течении $(1,5\pm 0,5)$ ч. Следом образцы размораживаются в 5% водном растворе хлорида натрия не менее 3,5 часов. При разморозке емкости должны быть окружены водным раствором хлорида натрия не менее 50 мм. Водный раствор хлорида натрия меняется через каждые 20 циклов.

Ускоренный, третий метод определения морозостойкости бетона отличается тем, что он подходит для всех видов бетона. Данный метод отличается тем, что температура в морозильной камере достигает значений минус 50°C - 55°C , что в связке с насыщением водным раствором хлорида натрия позволяет значительно снизить сроки проведения испытаний. Число циклов оттаивания и замораживания принимают по табл. 1 [2].

После заданного количества циклов основные образцы осматривают, после чего счищают жесткой щеткой материал, отделяющийся от образца. Образцы обтирают влажной тканью, взвешивают и испытывают на прочность.

Кроме того, существует dilatометрический метод определения морозостойкости. Данный метод основан на измерении деформаций бетонного образца в процессе замораживания. Данный метод предназначен для ускоренного определения морозостойкости бетона при однократном замораживании в специальном приборе водонасыщенных образцов бетона размером $100\times 100\times 100$ мм и кернов размером $100\times 100\times 70$ мм. Одним из таких приборов является прибор «Бетон-фрост».

Испытание заключается в том, что водонасыщенный образец бетона помещают в камеру «Бетона-фроста» после чего, камеру полностью заполняют керосином и герметично закрывают крышкой. После того как камера «Бетон-фроста» подготовлена ее ставят в морозильную камеру. В блоке управления прибора включается измерение. Прибор начинает измерять объём и температуру бетонного образца, после чего сам рассчитывает объёмные деформации для определения морозостойкости. Испытание считается завершённым при достижении температуры в камере равной минус 16° .

Данный метод обеспечивает оперативный контроль морозостойкости бетонов, что не может не сказываться положительно на производстве бетонов, так как этот метод является самым малозатратным по времени и имеет высокую точность измерений.

Таким образом, мы рассмотрели методы определения морозостойкости бетонов их плюсы и минусы, а также были рассмотрены методы подготовки

бетонных образцов для испытаний. Морозостойкость бетона является практически самым важным показателем бетона, так как от его зависит прочность конструкций и соответственно расчеты при конструировании конструкций. Без определения морозостойкости бетона невозможно прогнозировать стойкость бетона в агрессивных условиях.

Литература

1. ГОСТ 10180-2012. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.
2. ГОСТ 10060-2012. Бетоны. Методы определения морозостойкости.

М.С. Татиевская
Научный руководитель к.т.н., доцент Т.А. Лебедева

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск

ВЛИЯНИЕ МОДИФИКАТОРА НА СВОЙСТВА АСФАЛЬТОБЕТОНА

Предотвращение негативного воздействия отходов на окружающую среду и обеспечение стройиндустрии вторичным сырьем является основной задачей для отрасли. Много лет обсуждается возможность применения отходов металлургического производства для создания материалов, которые используются в дорожном строительстве. Особенно это касается регионов, которые находятся вблизи источников дешевого сырья. Как раз одним из таких является Иркутская область.

Целью исследования в данной статье является возможность применения отходов металлургического производства в качестве основных материалов в производстве асфальтобетонов. В качестве такой добавки был выбран микрокремнезем модифицированный спиртами [4].

Известно, что асфальтобетон является искусственным материалом, состоящим из смеси зернистых минеральных наполнителей, объединенных в твердый монолит битумным вяжущим. Взаимодействие битума с поверхностью наполнителя является одним из главных факторов, определяющих свойства асфальтобетона.

Несмотря на то, что битума в асфальтобетоне содержится мало (4–8 %), проблема изменения свойств асфальтобетона, в основном, решается путем модификации битума и регулирования его взаимодействия с минеральным наполнителем.

В задачи дорожной отрасли нашей страны входят существенное повышение качества и долговечности асфальтобетонного покрытия. Для нейтрализации возникновения дефектов в асфальтобетонном покрытии необходимо повысить адгезионную прочность крупного заполнителя с органическим вяжущим асфальтобетона, которая в свою очередь позволяет повысить прочность и долговечность материала.

Асфальтобетон получается в результате уплотнения специально приготовленной смеси, состоящей из щебня или гравия, песка, минерального порошка и битума в рационально подобранных соотношениях. Только после надлежащего уплотнения асфальтобетон приобретает необходимые физико-механические свойства. При объединении минеральных материалов с битумом происходят сложные физико-химические процессы, характер которых зависит от свойств и особенностей составляющих материалов. Взаимодействие вяжущего и минерального материала является важным фактором, определяющим свойства асфальтобетона, но в полной мере не обеспечивает долговечности. Срок службы асфальтобетонных покрытий капитального типа из горячих смесей составляет 5-7 лет, вместо нормативных 10-15.

Химическое взаимодействие между битумом и крупным заполнителем может быть улучшено посредством введения добавок повышающих адгезию. Также эти добавки облегчают распределение связующего вещества по поверхности каменного материала. Результатом является уменьшение количества непокрытых частиц, и улучшение консистенции смеси, что облегчает уплотнение. Это является противоположностью добавления извести, цементного заполнителя и других добавок, применяемых для улучшения гидравлического сопротивления смеси, придающих жесткость связующему веществу и таким образом, затрудняющих укладку смеси [1].

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что вполне обоснованно подходить к вопросу повышения качества асфальтобетона с позиции улучшения адгезионных свойств битумного вяжущего.

В табл. 1 представлены данные оценки адгезии битумных вяжущих методом пассивного сцепления.

Таблица 1

Оценка адгезии

Количество добавки модифицированного кремнезема в битумном вяжущем, %мас.	0	1	2	3	4
Адгезия, в баллах	3	4	4	5	5

При смешивании порошков с битумом средняя плотность в уплотненном состоянии возрастает еще больше. Плотность смеси порошков с битумом несколько ниже истинной плотности, что обусловлено малой плотностью битума, снижающего среднюю плотность смеси в уплотненном состоянии. Остаточная пористость смесей была несколько выше требуемой (5...6 %), так как для определения битумоемкости порошков количество битума в смеси должно быть таким, чтобы водонасыщение образцов было в пределах 5...6 %. Для того, чтобы обеспечить такое водонасыщение материала, пористость должна быть выше.

На основе экспериментальных данных можно сделать вывод, что введение модифицированного микрокремнезема в битумное вяжущее увеличивает степень его сцепления с поверхностью минерального материала. Хороший адгезионный контакт между частицами минерального наполнителя и битум-

ным вяжущим исключает внедрение воды в пограничную область раздела фаз, следовательно, происходит уменьшение водонасыщения, кроме того хорошая адгезия способствует улучшению прочностных свойств асфальтобетонных. А именно с недостаточной водо- и морозостойкостью связано большое количество разрушений асфальтобетонных покрытий, наблюдаемое обычно в весеннее время. Массовые повреждения покрытий во многих регионах страны причиняют колоссальный ущерб дорожному хозяйству.

Путем изучения данных о проведенных испытаниях установлено, что добавлением в битумное вяжущее модифицированного спиртами кремнезема можно заметно улучшить его адгезию к поверхности минерального материала, тем самым улучшить основные эксплуатационные характеристики асфальтобетона на его основе.

Литература

1. Адгезионная добавка к битуму для повышения сцепления с горными породами [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://i.moscow/patents/ru2090580c1_19970920.

2. Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний [Текст]: ГОСТ 12801 – 98. – Введ. 1999-01-01. – М.: ГУП ЦПП, 1999. 54 с.

3. Меренцова, Г.С. Методологические и технологические аспекты повышения надежности и долговечности асфальтобетонных покрытий //Актуальные проблемы повышения надежности и долговечности автомобильных дорог и искусственных сооружений на них: Сб. трудов Всероссийской научно-практической конференции. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2003.

4. Патент №2554360 Российская Федерация, МПК С04В26/26. Сыпучая добавка для асфальтобетонной смеси (варианты) и асфальтобетонная смесь: №2014112959/03: заявл.03.04.2014; опубликовано 27.06.2015/ Бурмистров С.Е., Амбарцумов Д.А.- 4с.: ил. – Текст: непосредственный.

5. Смеси горячие асфальтобетонные и асфальтобетон. Технические условия [Текст]: ГОСТ 58406.2 – 2020. – Введ. 2020-06-01. – М.: Стандартинформ, 2020. 27с.

Е.С. Цуканова

Научный руководитель к.т.н., доцент С.А. Белых

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск

ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ РЫНКА СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ В СИБИРСКОМ РЕГИОНЕ

При обосновании инвестиционных затрат на техническое перевооружение ООО Комбинат «Братскжелезобетон» (КБЖБ), с целью создания производства сухих строительных смесей, актуальной задачей является минимизация и предотвращение возможных рисков.

Одним из возможных рисков является риск «отсутствие потребителя».

При проведении SWOT – анализа было установлено, что сильными сторонами ООО КБЖБ являются наличие качественной сырьевой базы, длительный опыт работы в отрасли, профессионализм персонала и высокая инновационная активность. Благодаря этому предприятие выжило в трудные 90-е годы и уверенно преодолело первые два десятилетия XXI века. Продукция комбината известна от Алтая до Дальнего Востока.

В настоящее время начаты, продолжаются или планируются к внедрению различные проекты по строительству в Сибирском регионе. Их осуществление, безусловно связано с расширением рынка строительной продукции. Номенклатура сухих строительных смесей безгранична. От клеевых, специальных, отделочных до монтажных растворов и тяжелых бетонов.

При реализации нижеперечисленных проектов (см. табл. 1) возникает потребность в хорошо перемешанных и тщательно дозированных многокомпонентных смесях. При строительстве в отдаленных, неосвоенных районах, без промышленной инфраструктуры удобно иметь составы с гарантированным качеством и нужными свойствами. При строительстве транспортных и инженерных сооружений на местах не всегда технически и экономически целесообразно разрабатывать месторождения инертных, особенно если речь идет о прочных, коррозионно-стойких, долговечных материалах и конструкциях [1].

Таблица 1

Проекты строительства в регионе

Название (инициатор)	Описание проекта
Строительство Байкальского тоннеля (Государственная корпорация "Росатом")	<p>Проект был официально запущен в 2019 году на международной выставке "Трансэкспо-2019" в Москве.</p> <p>Ожидается, что тоннель будет иметь длину около 50 км и будет являться частью транспортной магистрали, которая соединит Южную и Северную железнодорожные магистрали. Это позволит существенно сократить время и расходы на перевозку грузов между западными и восточными регионами России.</p> <p>Стоит отметить, что проект Байкальского тоннеля является одним из крупнейших инфраструктурных проектов в России. Тоннель будет соединять Байкальскую и Забайкальскую железные дороги, сократив время переезда через границу Монголии и обеспечив ускоренный транзит грузов и пассажиров в районах Восточной Азии и Европы. Ожидается также, что постройка Байкальского тоннеля стимулирует развитие транспортной инфраструктуры и экономики регионов, через которые пройдет магистраль.</p>
Строительство Алтайской магистрали	<p>Проект по строительству автомобильной трассы, связывающей Россию с Китаем через горный хребет Алтай.</p> <p>Алтайская магистраль планируется построить на территории Республики Алтай и Красноярского края. Магистраль будет иметь длину около 600 километров и проходить через горный хребет Алтай, соединяясь с транспортной сетью Китая.</p> <p>Проект рассматривается как важный элемент развития экономики и</p>

Название (инициатор)	Описание проекта
	<p>инфраструктуры России, укрепления торговых и экономических связей с Китаем, а также развития туризма и спортивных мероприятий. Ожидается, что строительство магистрали будет проводиться в несколько этапов. Реализация проекта предполагает не только строительство дороги, но и создание необходимой инфраструктуры – мостов, тоннелей, сервисных пунктов, отдыхающих зон и прочего. Одним из главных преимуществ проекта является сокращение времени доставки товаров из Китая в Западную Европу, а также улучшение условий транспортировки различных грузов через территорию России. Планируется, что строительство Алтайской магистрали начнется в ближайшие годы.</p>
<p>Строительный проект "Освоение Арктики»</p>	<p>Комплекс работ по созданию и развитию инфраструктуры в регионе Арктики, включающий в себя строительство портов, ледоколов, морских и авиационных путей, горнодобывающих и нефтегазовых комплексов, а также научных и национальных парков.</p> <p>Комплекс работ по созданию и развитию инфраструктуры в регионе Арктики, включающий в себя строительство портов, ледоколов, морских и авиационных путей, горнодобывающих и нефтегазовых комплексов, а также научных и национальных парков.</p> <p>Целью проекта является увеличение экономической активности в регионе, развитие северных территорий и повышение уровня жизни населения. Важным аспектом проекта является сохранение природных ресурсов Арктики и их устойчивое использование.</p> <p>Одним из сложных аспектов строительства в Арктике является экологическая стойкость проектов. Строительство и эксплуатация объектов должны соответствовать всем самым высоким требованиям по охране окружающей среды и сохранению природного наследия.</p> <p>Проект "Освоение Арктики" является одним из ключевых проектов для развития России и укрепления ее позиций в мире.</p>
<p>Строительство железнодорожной магистрали Якутск – Магадан</p>	<p>Проект по строительству железнодорожного пути, связывающего город Якутск и город Магадан на Восточном побережье.</p> <p>Протяженность магистрали составит около 2000 км.</p> <p>Это сложный и амбициозный проект, который будет реализован в рамках программы "Развитие транспортной инфраструктуры России". Железнодорожная магистраль должна стать альтернативой автодороге "Кольма", которая в настоящее время является единственным сообщением между Якутией и Магаданской областью, и которая часто перекрывается из-за погодных условий. Проектом предусматривается создание трех кластеров для разработки природных ресурсов – Горно-Металлургического, Алмазодобывающего и Угольного, а также создание 30 новых населенных пунктов.</p> <p>По последним данным, строительство ЖД магистрали Якутск – Магадан должно начаться в 2023 году и продолжаться около 10-15 лет. Ожидаемая протяженность пути составляет около 3,5 тыс. км. Предполагается, что новая ЖД магистраль Северо-Востока России станет одной из самых сложных и дорогостоящих в мире. Основными пассажиро- и грузопотоками по новой магистрали должны стать туристы и грузы для развития регионов Северо-Востока России и Сибири в целом.</p>

Название (инициатор)	Описание проекта
<p>Строительство многоквартирных домов и социальных объектов в городах Восточной Сибири</p>	<p>Проекты по строительству жилья и социальных объектов в различных городах региона.</p> <p>Комплексные программы развития жилищного и социального сектора в регионе. Они направлены на решение проблемы нехватки жилья и улучшение условий проживания населения, а также на создание новых социальных объектов для удовлетворения существующих и будущих потребностей граждан.</p> <p>Основными целями проектов по строительству жилья и социальных объектов в Восточной Сибири являются: обеспечение населения качественным и доступным жильем; создание новых рабочих мест и повышение экономического потенциала региона; развитие социальной инфраструктуры и повышение уровня жизни населения.</p> <p>В рамках проектов рассматривается строительство многоквартирных домов различного типа и уровня комфортности, включая социальное жилье для малообеспеченных слоев населения. Кроме того, планируется создание новых социальных объектов и благоустройство территорий, включая учреждения здравоохранения, образования, культуры и спорта.</p> <p>Проекты по строительству многоквартирных домов и социальных объектов в городах Восточной Сибири реализуются с участием государственных и частных инвесторов.</p> <p>Они финансируются за счет бюджетных средств, а также инвестиционных и кредитных ресурсов.</p> <p>В реализации проектов принимают участие как местные, так и зарубежные строительные компании и проектировщики.</p> <p>Реализация проектов по строительству многоквартирных домов и социальных объектов в городах Восточной Сибири позволит решить проблемы жилья и повысить уровень жизни населения, а также стимулировать экономическое развитие региона.</p>

Учитывая политическую обстановку, наметившиеся договоренности, можно в перспективе рассчитывать на вторую линию трубопровода в Китай; Монголию.

Для перечисленных выше строек можно прогнозировать номенклатуру сухих строительных смесей, отличную от большинства наименований, выпускаемых существующими производителями. В табл. 2 приведены крупнейшие производители сухих строительных смесей на территории России с указанием преимущественной номенклатуры.

В табл. 2 можно выделить те виды сухих смесей, которые мало производят или не производят вообще, например: сухие бетонные смеси, теплозвукоизоляционные, огнезащитные, коррозионнозащитные, морозостойкие, сухие смеси для строительных принтеров и роботов.

Опыт работы с проблемой ремонта Северо-Муйского тоннеля, имеющийся у ученых кафедры СМиТ БрГУ подтверждает предположение о том, что качественные сырьевые (инертные) материалы, необходимые для производства коррозионно-стойких конструкций есть не во всех регионах [2].

Таблица 2

Номенклатура ССС, выпускаемая крупнейшими
производителями сухих смесей в России

Сухие строительные смеси		Крупные производители					
		Группа компаний (UNIS)	Ясногорский Завод	Henkel – (Ceresit)	Геркулес-Сибирь	Крепс	Weber-Vetonit
Номенклатура	Кладочные	+		+	+		+
	Клеевые	+	+	+	+	+	
	Штукатурные смеси	+	+	+	+	+	+
	Шпаклёвочные	+	+	+	+	+	
	Напольные	+		+	+	+	+
	Сухие бетонные смеси		+		+		
	Монтажные			+	+		
	Ремонтные	+		+	+	+	
	Изоляционные:						
	-Гидроизоляционные	+		+	+	+	
	-Тепло-звукоизоляционные				+	+	
	Защитные:						
	-огнезащитные				+		
	-коррозионнозащитные					+	
	-морозостойкие						
	Для фасадных теплоизоляционных композиционных систем с наружными штукатурными слоями				+	+	
Сухие смеси для строительных принтеров и коботов							

Вывод:

Оценив риск «отсутствие потребителя», при обосновании инвестиционных затрат на техническое перевооружение ООО Комбинат «Братскжелезобетон»(КБЖБ), с целью создания производства сухих строительных смесей, считаю, что можно сделать оптимистичный прогноз и предполагать развитие рынка потребителей на сухие строительные смеси.

Литература

1. Российские производители строительных смесей: сайт. – URL: <https://fabricators.ru/produkt/stroitelnye-smesi> (дата обращения: 15.10.2022). – Текст: электронный.

2. Белых. С.А.Требование к материалам для ремонта уникального строительного объекта – Северо-Муйского тоннеля/Белых. С.А, Зиновьев А.А, Глебов М.П., Люблинский В.А.// Технология бетонов.- 2008.-№8.- С.12-14

ПРОЕКТ ГОСТЕВОГО ДОМА

Туризм – это один из двигателей экономики страны, однако по сравнению с другими странами в России он мало развит, особенно на территории Сибири. Именно поэтому проблема туризма остаётся актуальной по сей день. Недавно в Братском районе нашли новую достопримечательность – «Стоянка древнего человека». Она находится недалеко от деревни Дубынино. «Дубынинские столбы» – это особая территория не только по своей красоте, но и по непередаваемой энергетике. Однако село Дубынино находится далеко от города Братска и в настоящее время там не предусмотрено помещений для отдыха и ночлега туристов. Эту проблему готов решить частный предприниматель Хорошев Андрей.

Он предложил построить гостевой дом в Дубынино на берегу реки Ангары. Для реализации данной идеи было предложено нам – студентам БрГУ – разработать варианты будущего проекта. Гостевой дом должен был отвечать требованиям строительства в водоохраной зоне, вмещать около 40 человек и предусматривать наличие комнат для маломобильных групп населения, а ещё просторную столовую. На данной территории есть участок с бетонным фундаментом (под бывший детский сад). Задача состояла в разработке проекта Гостевого дома на готовом фундаменте. Нами было предложено 3 варианта проектов, которые отличались друг от друга и имели свои плюсы и минусы.

Первый проект отличался расширением пространства, за счёт отсутствия коридоров и наличие в жилых комнатах тамбуров на первом этаже и эркеров – на втором. Отличительная черта этого варианта – разный уровень пола на втором этаже из-за того, что потолок над столовой необходимо было сделать выше для визуального расширения пространства. В первом варианте проекта запроектировано 10 номеров, 5 двухместных, один из которых для маломобильных групп населения и 5 трехместных. Вход на второй этаж предусмотрен как с внутренней части здания, так и с наружной, в том числе запланирован выход на общую террасу на втором этаже.

К достоинствам данного проекта можно отнести увеличение площади комнат, высокий уровень инсоляции. К недостаткам – повышенные трудозаты и большие теплопотери.

Особенностью второго варианта проекта стали высокие потолки на первом этаже и наличие в жилых комнатах первого этажа второго яруса, что сделало комнаты более вместительными, а столовую просторнее. Второй этаж мансардный, расположил в себе 3 двухместных, 2 четырёхместных номера и 1 трехместный. Рядом с номером 8 располагается общая зона с видом на берег реки. По желанию заказчика, вместо этой зоны можно разместить 9 номер, планировка которого не будет отличаться от номера 8.

Инсоляция второго этажа предусмотрена за счёт окон в крышах. Все комнаты связаны одним общим коридором. Всего в гостевом доме могло разместиться от 25 до 30 гостей. Также как и в первом проекте данный объект предполагает одну комнату для маломобильных групп населения, ещё кухню, в которой находится обеденная зона для персонала и просторную общую столовую, которая вмещает всех посетителей.

Плюсы второго варианта проекта: просторный, эстетичный, вместительный, использовано максимум свободного пространства. Минус – не экономичен.

Третий проект представлен в одноэтажном варианте, как наиболее экономичное решение, с точки зрения затрат на возведение. В здании, так же как и в предыдущих проектах, предусмотрена общая столовая, рядом с которой оборудована рабочая зона для приготовления пищи. В оставшейся зоне расположена жилая часть, состоящая из 4 двухместных комнат, одна из которых оборудована под маломобильные группы населения. Данный вариант хоть и наиболее экономичен, но имеет недостаточную функциональность в планировке комнат, а также ограничен в количестве жилых помещений, что не соответствует требованиям заказчика.

Ознакомившись с предложенными вариантами проекта, заказчик и администрация Братского района посоветовались и приняли решения выдать техническое задание на проектирование нескольких гостевых домиков на территории. Соответственно перед нами встала задача разместить в доме общие душевые и санитарные узлы, запроектировать кухню и просторную столовую, а также предусмотреть открытую сцену.

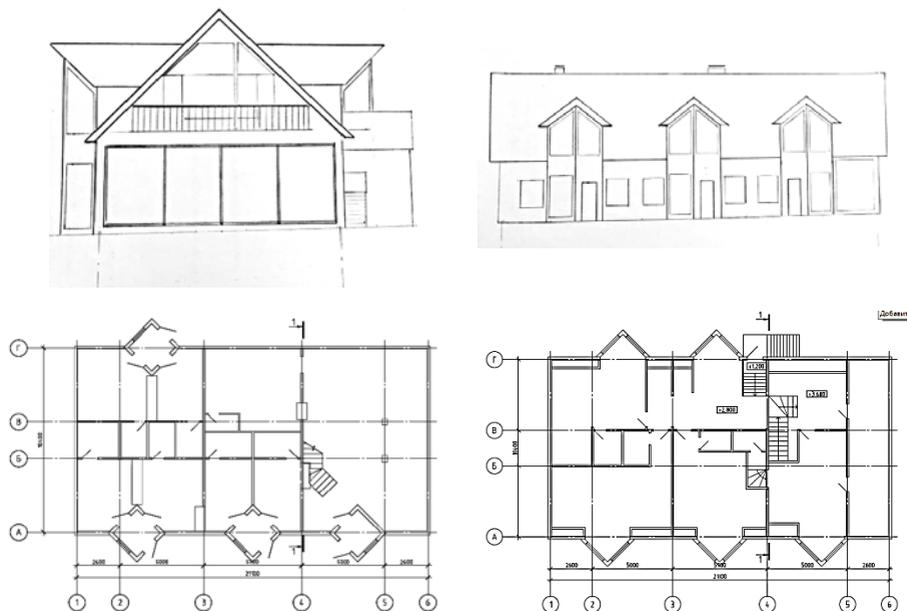


Рис. 1. Первый вариант проекта

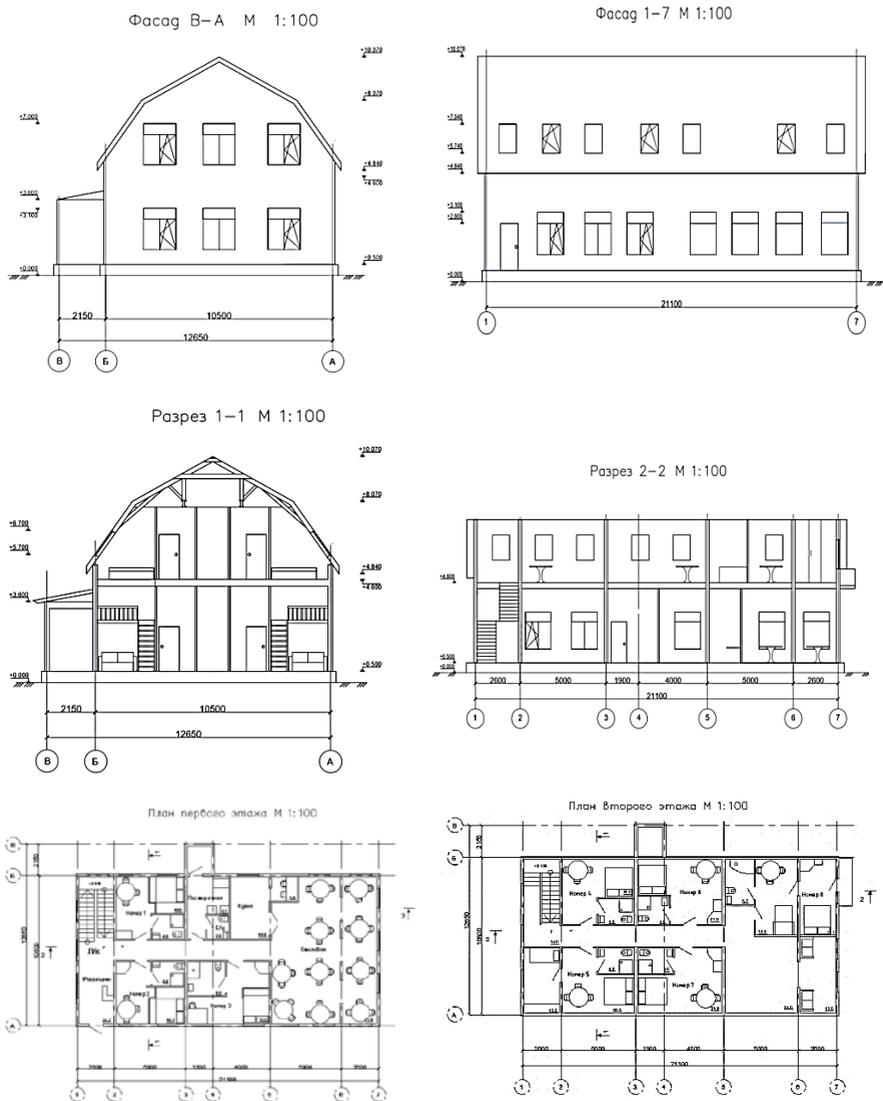


Рис. 2. Второй вариант проекта

В соответствии с поставленными задачами, предложен проект многофункционально здания, включающего в себя столовую, комнату для мало-мобильных групп населения, по 3 женских и мужских душевых, 4 туалета, общую постирочную. В здании предусмотрено два входа, первый – главный, второй – гостевой, предусматривающий выполнение функций хозяйственно-

бытового назначения. Визуально пространство в столовой решено расширить, сделав открытой конструкцию кровли, была подобрана висячая стропильная конструкция, которую усилили деревянной фермой, распределяющей нагрузку. Из столовой предусмотрен выход на открытую сцену. Проект планируют реализовать к лету 2024 года.



Рис. 3. Дизайн номера на 1 этаже



Рис. 4. Дизайн номера на 2 этаже



Рис. 5. Дизайн коридора



Рис. 6. Дизайн санитарного узла в номере 8

К достоинствам данного варианта проекта можно отнести экономичность. К недостаткам – объединение жилой и санитарно-гигиенической зоны, что сильно может уменьшить срок эксплуатации.

При выполнении вариантов проектов, нами приобретен бесценный опыт работы с заказчиком, работы в команде и применения полученных при обучении знаний на практике.

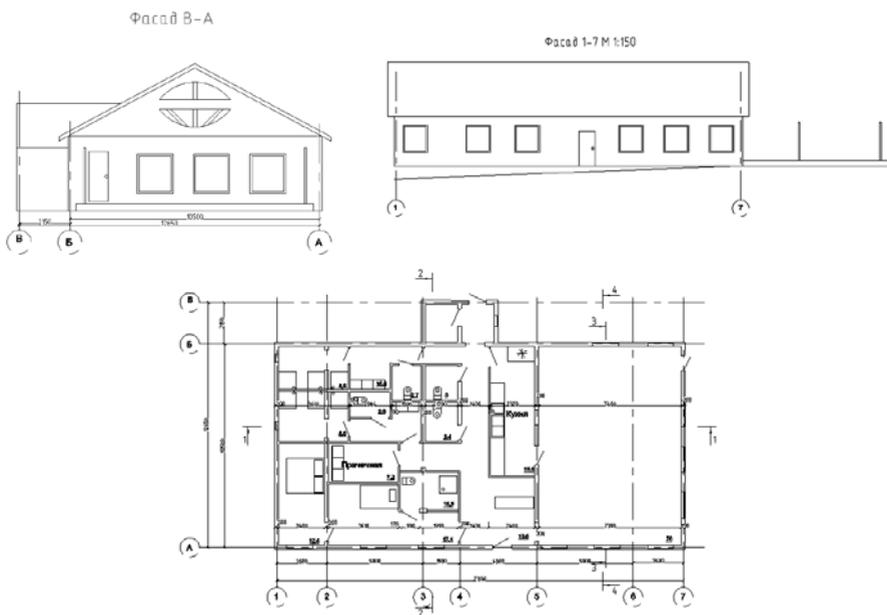


Рис. 7. Итоговый вариант проекта

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Абров А.А.</i> Модифицированные бетоны при воздействии высоких температур	3
<i>Базоян Т.А.</i> Анализ малоэтажного строительства в Восточной Сибири и Канаде	6
<i>Белых Л.В.</i> Инновационные решения, использованные при реализации инвестиционного проекта строительства «Башня Федерации»	11
<i>Белых М.В.</i> Инновационные решения, использованные при реализации инвестиционного проекта строительства тоннеля под Ла-Маншем	13
<i>Большешанова Н.В.</i> Многофункциональный общественный центр в г. Омске	15
<i>Волкова Ю.А.</i> Выбор помольных мельниц для производства композиционного вяжущего	18
<i>Гайдук Н.И.</i> Ремонтная мастерская Россельхоза в г. Тюмени	23
<i>Гомзякова У.В.</i> Инновационные решения, использованные при реализации инвестиционного проекта строительства пальмовых островов (ОАЭ)	26
<i>Горовая Г.К., Некрасов И.С.</i> Использование отхода деревообрабатывающей промышленности и маганской глины в производстве керамического кирпича	29
<i>Дмитриева Е.С.</i> Проектирование физкультурно-оздоровительного комплекса	32
<i>Дыхавка И.А.</i> Инновационные решения, использованные при строительстве Эйфелевой башни	36
<i>Зайчук И.В.</i> Проектирование многофункционального административно-складского комплекса в г. Красноярске	38
<i>Кабин П.В.</i> 3D-принтеры в строительстве	43
<i>Калинин А.В.</i> Спортивно-оздоровительный центр в г. Тулузе	48
<i>Каречич О.С.</i> Особенности расчета железобетонных купольных покрытий по разным методам	51
<i>Козлачков В.А.</i> Изучение сырьевой базы для производства неорганических теплоизоляционных материалов	56
<i>Козлачков В.А.</i> Обоснование инвестиций в проект виадука Мийо	58
<i>Крылов Р.П.</i> Новые технологии в деревянном строительстве	62
<i>Кузнецова А.В.</i> Инновации и инжиниринг в строительстве	67
<i>Лаврухина А.С., Дудин А.И.</i> Проблемы проектирования в строительном комплексе	70
<i>Маслов И.К.</i> Габрионы	74
<i>Мисковец А.Ю.</i> Процессы формирования нанокристаллической структуры при получении пеностеклокристаллических материалов	77
<i>Онучина М.А.</i> Проектирование несущих конструкций многоэтажного каркасного здания	81
<i>Петрашов А.В.</i> Современные технологические решения опалубочных работ при бетонировании монолитных перекрытий	84
<i>Спорыхина А.О.</i> Проектирование 12-этажного жилого дома	89
<i>Степанов А.С.</i> Методы определения морозостойкости бетона	91
<i>Татишевская М.С.</i> Влияние модификатора на свойства асфальтобетона	95
<i>Цуканова Е.С.</i> Перспектива развития рынка сухих строительных смесей в Сибирском регионе	97
<i>Шалыгина А.А., Кузнецова А.Д.</i> Проект гостевого дома	102

Научное издание

Энергия молодых – строительному комплексу

*Материалы XVII Межрегиональной
научно-технической конференции
студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых*

23–26 мая 2023 г.

Опубликовано в авторской редакции

Подписано в печать 18.07.2023
Формат 60×84 ¹/₁₆
Печать трафаретная.
Уч.-изд. л. 6,75. Усл. печ. л. 6,75.
Заказ 45

*Электронная версия издания размещена
в локальной сети ФГБОУ ВО «БрГУ» в разделе «Библиотека»*

Отпечатано в издательстве ФГБОУ ВО «БрГУ»
665709, Братск, ул. Макаренко, 40