

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

**ЭНЕРГИЯ МОЛОДЫХ –  
СТРОИТЕЛЬНОМУ КОМПЛЕКСУ**

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

**23–26 мая 2022 г.**

Братск  
Издательство Братского государственного университета  
2022

«Энергия молодых – строительному комплексу»: сборник материалов XVI научно-технических конференций студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых. – Братск : БрГУ, 2022. – 100 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 Иркутска 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 СМиТ;
- 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.

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПАРКИНГОВ**

Взрывной рост автомобилизации в стране приводят к известным трудностям с размещением и надёжным хранением личного автотранспорта, что стимулирует проектирование и строительство паркингов, особенно в крупных городах с ограниченностью свободных площадей в жилой застройке.

Согласно [1] для стандартного жилья необходимо 1,2 машино-места (м/м) на квартиру. Например, для муниципального жилья планируется 1 машино-место, а в домах высокой комфортности (свыше 50 м<sup>2</sup>/чел.) – не менее 2 машино-мест на квартиру. При проектировании новых зданий необходимо учитывать эти нормы, но здания времен советской застройки не могут похвастаться необходимым количеством мест для стоянки автотранспорта. Также, организовать открытые места для парковки, непосредственно возле здания, далеко не всегда представляется возможным – из-за ограниченности придомовой территории (особенно – в историческом центре крупных городов), что делает актуальной тематику проектирования паркингов.

Обобщая опыт строительства, можно выделить следующие типы паркингов:

- наземные и подземные,
- одноуровневые и многоуровневые;
- временные, постоянные или сезонные.

Стоимость подземных стоянок примерно в 2 – 2,5 раза превышает стоимость наземных гаражей, их применение обычно оправдано там, где стоимость земли намного превышает среднегородскую цену или имеются определенные запреты на наземное строительство, т.е. в центральной части крупных городов и в зоне исторической застройки

В зависимости от перемещения автомобилей между этажами паркинги подразделяются: [2]

- на рамповые (немеханизированные) с высотой не более 5 этажей с самоходным движением автомобилей между этажами по рампам;
- механизированные, оборудованные подъемниками для вертикального перемещения автомобилей;
- автоматизированные, обеспечивающие установку и выдачу автомобилей без запуска двигателя, с использованием подъемников и механизмов различных систем.

По количеству мест хранения различают гаражи малой вместимости – до 50 м/м; средней вместимости от 50 до 300 м/м и большой вместимости – более 300 м/м.

В СП 113.13330.2016 Стоянки автомобилей сформулированы основные требования по организации машино-мест. Определять габариты машино-места необходимо согласно табл. 1 [3].

Таблица 1 - Размеры машино-мест на стоянках автомобилей

Класс (тип) автомобиля	Габариты, мм, не более			Минимальный радиус, мм
	Длина $L$	Ширина $B$	Высота $H$	
Малый	3700	1600	1700	5500
Средний	4300	1700	1800	6000
Большой	5160	1995	1970	6200
Микроавтобусы	5500	2380	2300	6900
Мототранспорт	2700	1000	1500	2700

Расстояния при постановке автомобилей на хранение в помещениях, принимаются с учетом минимально допустимых зазоров безопасности, не менее, м [3]:

0,8 - между продольной стороной автомобиля и стеной,

0,8 - между продольными сторонами автомобилей, установленными параллельно стене,

0,5 - между продольной стороной автомобиля и колонной или пилострой стены,

0,05 - между мотоциклами;

- между передней стороной автомобиля и стеной или воротами при расстановке автомобилей:

0,7 - прямоугольной,

0,7 - косоугольной;

- между задней стороной автомобиля и стеной или воротами при расстановке автомобилей:

0,7 - прямоугольной,

0,7 - косоугольной,

0,6 - между автомобилями, стоящими друг за другом;

- при боксовом хранении:

$B+1600$  мм - ширина,

$L+1400$  мм - длина.

Типы (классы) размещаемых автомобилей определяют в задании на проектирование.

Минимальный наружный габаритный радиус разворота - минимальный радиус разворота автомобиля (или минимальный диаметр разворота) определяют по колею внешнего переднего колеса автомобиля. Данное значение меньше значения минимального радиуса разворота по кузову (по переднему бамперу).

Габариты машино-места для инвалидов, пользующихся креслами-колясками, следует принимать (с учетом минимально допустимых зазоров безопасности) 6,0х3,6 м. [3]

Рампы для заезда автомобилей на этажи паркинга разнообразны по устройству, количеству в одном гараже, взаиморасположению и организации движения.

Рампы подразделяют по:

- очертанию в плане (прямолинейные и криволинейные);
- расположению относительно здания (наружные и внутренние);
- количеству полос движения (однопутные и двухпутные);
- взаимному расположению (параллельные и перекрестные);
- высоте подъема (полные ramпы и полурампы);
- организации движения и пространственному построению (одноходовые и двухходовые);

Ширина проезжей части ramпы зависит от габаритной ширины автомобиля и от очертания горизонтальной проекции его пути на ramпе.

Ширина определяется с учетом необходимых зон безопасности. Ширина криволинейной ramпы определяется радиусом наружной кривой поворота, габаритной шириной автомобиля, размерами зон безопасности.

С обеих сторон проезжей части ramпы необходимо предусматривать колесоотбойные устройства (барьеры) высотой 0,1 м и шириной 0,2 м. Для двухпутной ramпы предусматривается также средний барьер шириной 0,3 м, который разделяет проезжие части.

На ramпах с пешеходным движением вместо одного из колесоотбойных барьеров должен предусматриваться тротуар шириной 0,8 м. Тротуар на криволинейных ramпах должен располагаться с внутренней стороны ramпы.

Расстояние от верха проезжей части ramпы до выступающих конструктивных элементов перекрытия (покрытия) или до низа оборудования должно быть равным высоте наиболее высокого автомобиля плюс 0,2 м, но не менее 2 м.

Тип и число ramп должны приниматься при числе автомобилей [3]:

- а) до 100 - одна однопутная ramпа с применением соответствующей сигнализации;
- б) до 1000 - одна двухпутная ramпа или две однопутные ramпы;
- в) свыше 1000 - две двухпутные ramпы.

Уклоны ramпы выражаются в градусах, процентах или в величине отношения высоты подъема к длине горизонтальной проекции наклонной поверхности.

Продольный уклон прямолинейных ramп по оси полосы движения в закрытых неотапливаемых и открытых стоянках должен быть не более 18%, криволинейных ramп – не более 13%, продольный уклон открытых (не защищенных от атмосферных осадков) ramп - не более 10% [3].

При подогреве или других инженерных решениях, устраняющих обледенение проезжей части рампы, уклон открытых рамп должен быть, как для закрытых рамп;

- поперечный уклон рамп должен быть не более 6%;
- на рампах с пешеходным движением должен быть предусмотрен тротуар шириной не менее 0,8 м с бордюром высотой не менее 0,1 м;
- минимальная ширина проезжей части рамп: прямолинейной и криволинейной - 3,5 м, минимальная ширина въездной и выездной полос - 3,2 м, а на криволинейном участке - 4,2 м;
- минимальный внешний радиус криволинейных участков - 7,4 м.

Выбор конструктивного решения рамп зависит от ряда факторов:

- размещения в городской застройке;
- формы и размеров отведенного для строительства участка;
- типа гаража-стоянки;
- архитектурного и объемно-планировочного решения;
- расчетной себестоимости машино-места;
- организации строительства.

Особенно эффективно применение конструкций из монолитного железобетона в случаях, если

- расположение и размеры участка строительства исключают подвозку, складирование и монтаж сборных элементов;
- здание имеет сложную форму плана;
- использованы криволинейные рампы.

Применяют два основных способа расстановки автомобилей внутри паркинга – тупиковый и прямоточный. При тупиковом парковке автомобиля на место производится задним ходом, а выезд с места – передним ходом или наоборот.

По прямоточной схеме установка на место и выезд с места автомобиля производится только передним ходом – и в этом ее преимущество перед тупиковой, т. к. она исключает применение заднего хода.

Возможна однорядная, двурядная и многорядная расстановка автомобилей. При тупиковой расстановке допускается не более двух, а при прямоточной не более восьми рядов. Однорядная расстановка обеспечивает независимый выезд с места для всех автомобилей, но тогда необходимо увеличить площади проездов. [2]

Установка автомобилей к оси внутреннего или наружного проезда возможна в виде прямоугольного или косоугольного размещения.

При прямоугольной расстановке продольная ось автомобиля и ось проезда образуют угол  $90^{\circ}$ , а при косоугольной расстановке обычно от  $30^{\circ}$  до  $60^{\circ}$  (рис. 1).

Более экономичной является расстановка автомобилей перпендикулярно проезжей части.

Пожарная безопасность является одним из важных условий и нормируется СП 113.133300-2016 [3].

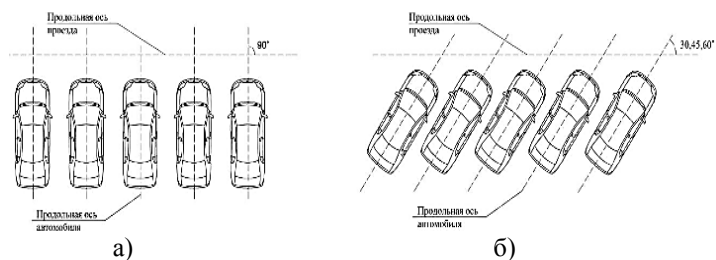


Рис. 1. Расстановка автомобилей  
 а – прямоугольная; б – косоугольная

Индивидуальные стоянки с закрепленными машино-местами следует оборудовать установками автоматического пожаротушения при размещении на этаже 100 и более машино-мест. С каждого этажа паркинга следует предусматривать не менее двух выходов.

В качестве эвакуационного пути допускается считать проход по пандусам на полуэтаж к лестничным клеткам.

Все встроенные и встроенно-пристроенные помещения, не относящиеся к автостоянке (в т. ч. автомагазины и др.), должны отделяться от автостоянки противопожарными стенами 1-го типа и перекрытиями с пределом огнестойкости не менее 2,5 ч.

Исходя из всего вышеизложенного хотелось бы отметить то, что наиболее простой вариант организации парковочных мест – конечно организация стоянки на придомовой территории, но зачастую требуемое количество мест обеспечить не удастся. Дополнительной проблемой является незащищенность личного транспорта от факторов внешней среды и угона. Наземный паркинг позволяет создать достаточное количество машино-мест и обеспечить защиту автотранспорта, но всё-таки подземный паркинг – наиболее современное решение, главным недостатком которого является высокая цена машино-места. Несмотря на это подземный паркинг – более распространенное решение, особенно, в плотной городской застройке.

### Литература

- 1 СП 42.13330.2016. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89. –М: Минрегион России, 2016. -109 с.
- 2 Рябкова, Е.Б. Проектирование многоэтажных гаражей и автостоянок: учебное пособие. – Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2014. - 89 с.
- 3 СП 113.13330.2016. Свод правил. Стоянки автомобилей. Актуализированная редакция СНиП 21-02-99. - М.: Минстрой России, 2016. – 33 с.

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ МЕДИЦИНСКОГО ГАЗОСНАБЖЕНИЯ В УЧРЕЖДЕНИЯХ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ**

Медицинское газоснабжение в учреждениях здравоохранения является важнейшей составляющей систем жизнеобеспечения человека.

К медицинским учреждениям относятся лечебно-профилактические учреждения и учреждения здравоохранения особого типа (центры медицинской профилактики, контрольно-аналитическая лаборатория, военно-врачебная комиссия, бактериологическая лаборатория по диагностике туберкулеза).

Особенностью большинства медицинских учреждений является наличие систем медицинских газов, а именно: медицинский кислород (далее - кислород); закись азота; сжатый воздух с давлением 0,4 МПа; сжатый воздух с давлением 0,8 МПа; углекислый газ; вакуум; азот; аргон; удаление наркотического газа из помещений, в которых используется закись азота [1].

В статье рассматриваются проблемы обеспечения надёжности и безопасности системы подачи кислорода. Выбор этой системы связан с событиями последних лет – пандемией COVID-19, а также авариями этой системы, приведшей к человеческим жертвам.

При новом строительстве медицинских учреждений должны выполняться современные требования по надёжности и безопасности, такие как [2]:

- структурное резервирование принципиальной схемы – системы должны работать непрерывно и без сбоев;
- разделение сети на участки – для уменьшения ущерба при отключении потребителей от газовой сети в аварийных ситуациях;
- повышение надёжности и качества элементов, из которых состоит система – использование только специализированного оборудования, предназначенного для каждого газа в отдельности;
- повышение качества строительно-монтажных работ и повышение требований к контролю качества строительства;
- размещение системы медицинского газоснабжения в строгом соответствии с требованиями действующих нормативных документов;
- маркировка и цветовое кодирование систем медицинского газоснабжения в соответствии с ГОСТ 31517–2012 (ISO 5359:2000);
- применение автоматических регуляторов и устройств контроля в системах медицинского газоснабжения;



– обеспечение системами мониторинга и сигнализации для предотвращения аварийных ситуаций.

Системы мониторинга и сигнализации должны быть подключены как к нормальному, так и к аварийному источнику питания.

В табл. 1 представлены категории и характеристики сигналов мониторинга и сигнализации [3].

Таблица 1 – Категории сигнализации и характеристики сигналов

Категория	Реакция оператора	Цвет индикации	Визуальный сигнал	Звуковой сигнал
Аварийная клиническая сигнализация	Немедленная реакция для ликвидации опасной ситуации	Красный	Постоянный	Есть
Аварийная рабочая сигнализация	Немедленная реакция для ликвидации опасной ситуации	Красный	Прерывистый	Есть
Рабочая сигнализация	Быстрая реакция на опасную ситуацию	Желтый	Прерывистый	Есть
Информационный сигнал	Осведомленность о нормальном состоянии	Зеленый	Постоянный	Нет

В случае невозможности строительства новой системы чаще всего применяют кислородные генераторы (концентраторы) [4]. Кислородные генераторы различной производительности позволяют получать кислород из окружающего воздуха, используя процесс адсорбции. Чистота получаемого кислорода — до 95%, с системой доочистки до 99%.

К монтажу медицинских систем предъявляются такие требования [5]:

– монтаж газопроводов внутренней разводки выполняется из медных труб по ГОСТ 16038-80, с помощью высокотемпературной пайки по ГОСТ 192489-73. Перед пайкой стыки газопроводов должны быть зачищены, обезжирены и промыты.

– после монтажа все газопроводы подвергаются пневматическим испытаниям на прочность и герметичность. Перед испытанием газопроводы продувают воздухом или азотом, не содержащим масла или примесей жира.

– все газопроводы должны быть заземлены в соответствии с «Правилами защиты от статического электричества в производствах химической промышленности».

– в местах пересечения с ограждающими конструкциями газопроводы прокладывают в гильзах из водогазопроводных труб по ГОСТ 3262, без стыковых соединений. Пространство между трубой и гильзой заполняют негорючим герметиком.

После монтажа систем проводятся испытания, целью которых является обеспечение соблюдения всех необходимых требований к безопасности и производительности [3]. Процедура тестирования и ввода в эксплуатацию требуется как для новых систем, так и для существующих.

Программа испытаний разделена на три этапа:

1. Испытания и проверка газопровода на герметичность, производительность и защиту системы от загрязнения твердыми частицами с использованием инертного газа;

2. Заполнение системы инертным газом для идентифицирования и проверки качества газа перед началом использования;

3. Ввод в эксплуатацию всей газопроводной системы.

Перед испытаниями необходимо провести осмотр маркировки и опор трубопроводов.

После осмотра системы проводятся следующие испытания и процедуры:

- испытание на утечку и механическую целостность;
- испытание местных запорных вентилей на утечку и закрытие и проверка корректности размещения и корректной идентификации;
- испытание на перекрестное подключение;
- испытание на засорение и расход;
- испытание клапанов сброса давления;
- испытание всех источников подачи;
- испытание систем мониторинга и сигнализации;
- заполнение инертным газом;
- испытание на идентичность газа.

Для обеспечения безопасной эксплуатации оборудования и устройств газовой системы в медицинских учреждениях обязательно должно проводиться техническое обслуживание в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

На должность ответственного за исправное состояние и безопасную эксплуатацию систем медицинского газоснабжения назначается лицо, прошедшее профессиональное обучение в учебном центре по специализированной программе и аккредитованное в территориальном управлении Ростехнадзора с получением удостоверения на право самостоятельной работы. Раз в пять лет, специалист, обслуживающий системы медгазов, проходит переаттестацию путем прохождения спец курсов для повышения квалификации в объеме не менее 72 часов.

В обязанности работника входит:

1. Круглосуточный контроль за работой систем газоснабжения с ведением записей в журнале приема-сдачи дежурств.
2. Учет показаний контрольно-измерительных приборов с записью в журнале учета.
3. Проведение осмотра оборудования и устройств с целью контроля утечек газа.
4. Проведение текущего ремонта и технического обслуживания оборудования в соответствии с графиком.
5. Проведение сливо-наливных работ, запуск систем, переключение или перевод систем в резерв.

В соответствии с Федеральным законом «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ [1], система централизованного газоснабжения кислородом подлежит регистрации в Ростехнадзоре, в связи с тем, что данная система имеет признаки опасности опасного производственного объекта (далее – ОПО), (за исключением кислородной подушки и кислородного баллона). За нарушение требований промышленной безопасности или условий лицензий на осуществление видов деятельности в области промышленной безопасности опасных производственных объектов предусмотрена административная ответственность в соответствии со статьей 9.1 КоАП РФ.

Отлаженная система мониторинга и сигнализации, правильное и оперативное управление системами подачи медицинских газов, а также соблюдение правил охраны труда обслуживающим персоналом позволяет обеспечить высокую надежность систем медицинского газоснабжения и безопасности жизни пациентов.

### **Литература**

1. ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ – 31 с.
2. СП 158.13330.2014 «Здания и помещения медицинских организаций. Правила проектирования». – М.: Минстрой России, 2014 – 137 с.
3. ГОСТ Р ИСО 7396-1-2011 «Системы трубопроводные медицинских газов. Часть 1. Системы трубопроводные для сжатых медицинских газов и вакуума». – М.: Стандартинформ, 2014 – 147 с.
4. ГОСТ Р 50662-94. Концентраторы кислорода для использования в медицине. Требования безопасности. – М.: Издательство стандартов, 1995 – 15 с.
5. ВСН 10-83/Минхимпром. «Инструкция по проектированию трубопроводов газообразного кислорода». – Черкассы: НИИТЭХИМ, 1984 – 78 с.

## **ЗИМНЕЕ БЕТОНИРОВАНИЕ, ОСНОВНЫЕ ОШИБКИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ**

Такие факторы окружающей среды как жаркая погода и мороз влияют на свойства бетона и строительные операции по смешиванию, транспортировке, и укладке материала. Для России строительный сезон очень короткий, он начинается с приходом весны, когда температура воздуха составляет не ниже +5 °С, и оканчивается осенью, с приходом мороза.

Твердение бетона — это химический процесс, и, как и во многих химических реакциях, скорость зависит от температуры. Чем ниже температура, тем медленнее протекает процесс затвердевания или схватывания бетона. Для того, чтобы корректировать состав смесей, и компенсировать это другими способами нужно понимать как эти факторы влияют на укладку и отверждение бетона. В данной статье будут указаны основные моменты бетонирования в холодную погоду.

Если среднесуточная температура воздуха окружающей среды составляет ниже +5 °С более трех дней подряд, это можно отнести к бетонированию в холодную погоду.

К распространенным ошибкам при работе с бетоном можно отнести такие как:

### 1. Позволить бетону замерзнуть.

Температура бетона должна оставаться в пределах 10°С до тех пор, пока не будет достигнута ожидаемая прочность. Если бетон замерзнет до достижения начальной прочности, он не достигнет своей предполагаемой прочности. Наружный бетон должен пропускать воздух и обладать минимальной требуемой прочностью перед циклами замораживания и оттаивания.

### 2. Укладка бетона на мерзлый грунт.

Иногда совершают ошибку, укладывая бетон на холодный или мерзлый грунт. Мерзлый грунт может осесть при оттаивании, что приведет к растрескиванию бетона. Кроме того, свежий бетон, ближайший к земле, будет отвердевать медленнее, чем поверхность, что означает, что верхняя часть вашей плиты затвердеет, в то время как нижняя останется мягкой, что приведет к дефектам поверхности, таким как растрескивание или образование корки.

### 3. Отправка бетона при несоответствующей температуре.

Необходимость правильного планирования в холодную погоду трудно переоценить. Бетон должен прибыть на стройплощадку вовремя, и, с точки зрения производства, вода и заполнители должны быть нагреты

для поддержания надлежащей температуры. Один из лучших способов сделать это - смешать горячую воду, согреть песок и даже смешать песок в более холодных местах.

#### 4. Отсутствие постоянного контроля температуры.

Механические и кадровые ресурсы должны находиться на месте для постоянного контроля температуры. Измерьте температуру всех материалов, рассчитайте выходную температуру бетона, отрегулируйте температуру воды и внесите другие коррективы. Сегодня доступны датчики температуры, которые можно легко установить в бетон по мере его укладки. Эти датчики могут передавать данные по беспроводной сети, чтобы вы могли отслеживать и предвидеть любые потенциальные проблемы или изменения в установленное время.

#### 5. Неправильная отделка и размещение.

Слишком быстрое прекращение нагрева и накопления после окончания периода отверждения приведет к быстрому охлаждению внешних поверхностей и создаст перепад температур внутри помещения. Существуют рекомендуемые сроки, на которые можно сослаться через ассоциацию портландцемента. Если эти пределы будут превышены, существует очень высокая вероятность того, что конструкция треснет из-за перепада температур.

Для качественного зимнего бетонирования рекомендуется изучить состав смесей и внести коррективы по мере наступления осеннего сезона, чтобы помочь с бетонированием в холодную погоду.

Поскольку в процессе гидратации выделяется некоторое количество тепла, обычный бетон обладает незначительной внутренней устойчивостью к замерзанию воды после укладки. Но когда температура поверхности бетона опускается ниже точки замерзания, вода вблизи поверхности затвердевает, увеличиваясь в объеме и вызывая высокое давление, за этим последует образование накипи или отслоение, и последствия могут быть очень серьезными, вплоть до полного разрушения конструкции.

Из всех факторов, влияющих на морозостойкость бетона, проницаемость играет, безусловно, наиболее важную роль. Непроницаемый бетон имеет лишь небольшое количество свободной влаги в своих порах, и, таким образом, разрушительное действие замерзающей и расширяющейся воды в значительной степени устраняется. Существует три основных метода снижения проницаемости и, следовательно, повышения морозостойкости бетона, а именно:

1. Использование воздухововлекающих добавок. Они предотвращают образование непрерывных капиллярных каналов, заменяя их мельчайшими, дискретными (не связанными между собой) воздушными пустотами.

2. Снижение отношения воды к цементу, что, в свою очередь, снижает скорость кровотока (и способность к кровотоку) бетона.

Наличие относительно больших и непрерывных капилляров обычно тесно связано с кровоточением бетона.

3. Использование пуццоланов, таких как летучая зола, для замены части цемента (обычно от пятнадцати до двадцати процентов) приводит к небольшому увеличению количества гидравлически активного материала. Пуццоланы вступают в реакцию с растворимыми продуктами реакции цемент-вода и образуют нерастворимые в воде и, следовательно, непроницаемые для воды вещества. При правильном использовании пуццоланов проницаемость бетона может быть снижена более чем в десять раз. Однако, поскольку пуццолановая реакция очень чувствительна к температуре, использование летучей золы может снизить скорость увеличения прочности (снизить раннюю прочность) при бетонировании в холодной воде.

Вода имеет максимальную плотность примерно при 4°C, т.е. при этой температуре она имеет минимальный объем для данной массы. Поэтому разрушение затвердевшей бетонной конструкции из-за увеличения объема замерзающей воды (или льда) возможно только при очень низких температурах. Следовательно, при температурах выше 5 °C долговременная долговечность и прочность бетона не пострадают (предел прочности бетона, отвержденного во влажном состоянии при хранении в холодильнике, как правило, превосходит бетон, отвержденный обычным способом).

Однако скорость увеличения прочности бетона при низких температурах относительно низкая, и это может отрицательно сказаться на темпах строительства (задержка в демонтаже опалубки, нарушение "критического пути" и т.д.). Чтобы преодолеть эту проблему, можно использовать несколько методов получения более высокой ранней прочности.

Методы достижения более быстрого схватывания и высокой начальной прочности бетона варьируются в зависимости от конкретных областей применения, а именно: местных климатических условий в разных регионах, наличия определенного сырья (например, цемента и типов добавок и т.д.), а также расположения оборудования и оборудования.

Эти методы включают в себя:

1. Использование ускоряющих добавок.
2. Введение горячей воды на заводе по производству бетонных смесей.
3. Покрытие или нагрев участков формы перед заливкой.

Это особенно относится к включению добавок, ускоряющих схватывание, таких как хлорид кальция, неправильное использование которых может оказать неблагоприятное воздействие как на пластмассу, так и на затвердевший бетон. Как правило, будет выгодно оставлять опалубку на месте дольше указанного минимального периода. Опалубка будет способствовать, а не замедлять отверждение в холодную погоду, и пока она остается на месте, это напоминание о том, что ни одна секция новой пли-

ты не должна загружаться слишком рано или слишком резко. Бетонные смеси с некоторым поглощением воздуха, с минимальным практическим содержанием воды и достаточным количеством цемента сводят к минимуму проблемы при работе в холодную погоду.

В данной статье мы рассмотрели основные ошибки при зимнем бетонировании, изучили превентивные методы их устранения, но одним из самых главных факторов в зимнем бетонировании является контроль за работниками, потому что очень многие недооценивают значимость таких факторов как обогрев, к сожалению не уделяют этому особого внимания, зачастую стремясь побыстрее закончить строительство объекта, в спешке снимают обогрев раньше минимально необходимого срока, что впоследствии всегда может обернуться огромными растратами для производителя работ.

**П.Н. Бутуханов**

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

*ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск*

## **ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ ПУТЕМ ВВЕДЕНИЯ МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК**

Для приготовления строительных растворов во многих случаях применяют химические добавки различного назначения.

Классификация добавок по механизму действия [1,2] подразделяет;

- добавки, изменяющие растворимость вяжущих материалов, но не вступающие с ними в химические реакции;
- добавки, вступающие во взаимодействие с вяжущими материалами и образующие комплексные соединения;
- добавки - готовые центры кристаллизации; поверхностно-активные вещества, которые адсорбируются на поверхности раздела фаз.

Поверхностно-активные добавки, в свою очередь, по функциональному действию подразделяются на воздухововлекающие, пластифицирующие, гидрофобно-пластифицирующие, интенсифицирующие помол вяжущего вещества и регулирующие скорость схватывания и твердения. Также, добавки в зависимости от механизма физико-химического и технологического воздействия на материалы на основе вяжущих веществ подразделяют на гидрофилизирующий и гидрофобизирующий типы.

Классификация модифицирующих добавок регламентирована ГОСТ 24211 [3]. Рекомендации по использованию добавок в смесях и растворах указаны в ГОСТ 28013 [4].

Наиболее перспективным и эффективным, является применение добавок полифункционального действия, которые способствуют повыше-

нию качества смеси и раствора, начиная от стадии изготовления и заканчивая эксплуатацией готовых конструкций. Внедрение в производство подобных добавок не носит массового характера в связи с их относительно высокой стоимостью.

В связи с этим актуальной темой является разработка состава раствора с применением добавки из отходов местных производств.

Как показывает отечественный и зарубежный опыт многие из добавок полифункционального действия представляют собой комплексы, состоящие из органического ПАВ и тонкодисперсного минерального компонента. Применительно к строительным растворам в качестве органического ПАВ целесообразнее рассматривать воздухововлекающие добавки. Применение воздухововлекающих добавок в смесях сопровождается пластифицирующим действием и снижением водоотделения и расслоения, а также способствует повышению однородности, структурной связности, нерасслаиваемости и удобоукладываемости, водонепроницаемости и морозостойкости смеси [5,6]. Тонкодисперсный наполнитель сокращает водоотделение, снижает капиллярную пористость, увеличивает адгезию, плотность и прочность строительных растворов.

На кафедре СМиТ Братского государственного университета многие годы ведутся работы, направленные на применение отходов производства в качестве добавок для цементных композиционных материалов [6].

Анализ требований к строительным растворам и сырьевой рынок отходов местной промышленности позволяет прогнозировать высокую эффективность полифункциональной добавки на основе микрокремнезема и клея таллового пекового.

### Литература

1. Фараж, А.Ж. Общая характеристика и классификация химических добавок для бетона / А.Ж. Фараж // Вестник Науки и Творчества. – 2016. - № 5. – С. 216-225.
2. Лесовик, В.С., Шахова, Л.Д., Кучеров, Д.Е., Аксютин, Ю.С. Классификация активных минеральных добавок для композиционных вяжущих с учетом генезиса / В.С. Лесовик, Л.Д. Шахова, Д.Е. Кучеров, Ю.С. Аксютин // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. – 2012. - № 4. – С. 102-107.
3. ГОСТ 24211-2008 Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2006. – 47 с.
4. ГОСТ 28013-98 Растворы строительные. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2006. – 47 с.
5. Ратинов, В.Б. Добавки в бетон: учебное пособие / Ратинов В.Б., Розенберг Г.И. – М.: Стройиздат, 1989. – 188 с.
6. Карнаухова, Ю.П. Цементные системы, модифицированные продуктами сульфатно-целлюлозного производства : учеб. пособие / Карнаухова Ю.П. – Иркутск, 1992. – 105 с.



## **ТРЕБОВАНИЯ К СТРОИТЕЛЬНЫМ РАСТВОРАМ И МЕТОДЫ ИХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

Строительные растворы были и остаются, крупнотоннажным и востребованным строительным материалом. Их применяют для каменной кладки и монтажа строительных конструкций при возведении зданий и сооружений, крепления облицовочных изделий, штукатурки и при других строительных работах [1].

Строительные растворы классифицируют:

- по основному назначению на кладочные (в том числе и для монтажных работ), облицовочные и штукатурные;
- по применяемому вяжущему на простые (на вяжущем одного вида) и сложные (на смешанных вяжущих);
- по средней плотности на тяжелые и легкие.

Как к любому строительному материалу, к строительным растворам предъявляются определенные требования. При предъявлении требований у строительных растворов выделяют два состояния – растворная смесь (до затвердевания) и затвердевший раствор.

Основными свойствами, предъявляемыми к растворным смесям, являются:

- подвижность;
- водоудерживающая способность;
- расслаиваемость;
- живучесть;
- температура применения;
- средняя плотность.

Основными свойствами, предъявляемыми к затвердевшим растворам, являются:

- прочность на сжатие;
- морозостойкость;
- средняя плотность.

Кроме основных свойств, при необходимости для строительных растворов могут быть установлены дополнительные показатели качества.

Дополнительные показатели разделяют на шесть групп:

- показатели назначения;
- показатели надежности;
- показатели экономного использования сырья, материалов, топлива, энергии и трудовых ресурсов;
- эргономические показатели;

- эстетические показатели;
- стабильность показателей качества.

В каждую из этих групп входят от двух до двадцати шести конкретных показателей.

Таким образом, несмотря на относительно небольшое количество основных свойств строительных растворов, их общее количество оказывается достаточно обширным. Дополнительные показатели качества назначаются для строительных растворов в зависимости от условий их применения, изготовления, наличия ресурсов, условий окружающей среды.

Как показывает опыт [2], зачастую, обеспечить предъявляемые к строительным растворам дополнительные требования оказывается сложнее, чем основные. Многие свойства невозможно обеспечить без применения различных добавок, в отдельных случаях комплексного действия.

В связи с выше сказанным, актуальным остается вопрос разработки составов и технологии изготовления строительных растворов с применением химических добавок и попутных продуктов местной промышленности.

### **Литература**

1. ГОСТ 28013-98 Растворы строительные. Общие технические условия. М.: Стандартиформ, 2018.

2. Зиновьева А.А., Кудяков А.И., Дворянинова Н.В. Кладочные растворы повышенной высоло- морозостойкости с добавками микрокремнезема и омыленного талового пека: монография. – Братск: Изд-во БрГУ, 2011. – 159 с.

**С.Н. Ганкевич**

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

*ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск*

## **РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ИЗДЕЛИЯ ИЗ СМОЛЫ ЭПОКСИДНОЙ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ МАЛОГО БИЗНЕСА**

В настоящее время, на территории Иркутской области и по стране в целом, актуальна экономия ресурсов природного характера, ресурсосбережения, энергосбережения. Особенно, важным фактором является, изготовление экологически чистых изделий для использования населением в повседневной жизни и пригодных для строительства готовых изделий, из природных ресурсов: песок, глина, цемент, дерево, мох, цветы сухоцветы, листья деревьев и различных растений, речные и морские ракушки, разноцветные камни, морская соль.

Целью исследования является изучение возможности использования вторичного сырья (отходов). Для предприятий среднего и малого бизнеса, индивидуальным предпринимателям и самозанятым предлагается развить бизнес-идею по производству отделочных и композиционных материалов и изделий из отходов производства и потребления для оформления интерьеров.

В качестве отходов могут рассматриваться продукты растительного происхождения: различного рода крупы, кофейные зёрна, искусственно созданные человеком пластик, стекло, стружка древесного происхождения, щепки, сучки, шишки, макулатура. Это может явиться дополнением в декорации картин, для изготовления предметов интерьера, мебели, посуды, украшений. Но данные ресурсы как самостоятельный предмет существовать не могут, они требуют использования связующего и дизайнерского оформления, чтобы можно было реализовать на потребительском рынке.

Использовать данные ресурсы можно для изготовления экологически чистых строительных изделий в 10% - 30% - 50% -70% соотношении с дополнительным продуктом - эпоксидной смолой, пластификатором и отвердителем. Смола эпоксидная ДЭГ-1 выпускается по ТУ 2225-027-00203306-97, представляет собой продукт конденсации эпихлоргидрина с этиленгликолем, содержит не менее 26% эпоксидных групп. Характеристики эпоксидной смолы представлены в табл. 1.

Таблица 1 - Технические характеристики ДЭГ-1

Наименование показателей	Норма по ТУ 2225-390-04872688-98
Внешний вид	Маслянистая низковязкая жидкость от светло-жёлтого до коричневого цвета
Массовая доля эпоксидных групп, %, не менее	25,0
Массовая доля ионов хлора, %, не более	0,05
Массовая доля омыляемого хлора, %, не более	1,4
Массовая доля летучих веществ, %, не более	1,5
Динамическая вязкость при 25 С, Па·с, не более	0,07
Цена за кг. с НДС: Мелкая фасовка и крупная – тара пластик, Бочка металлическая	от 1кг=300,00 руб. от 190 кг – 2100 руб./кг

Отвердитель для эпоксидных смол марки Л-19 содержит низкомолекулярные полиаминыды (олиго - амиды), которые являются нетоксичными отвердителями и пластификаторами эпоксидных смол и соединений и обеспечивают пластификацию на молекулярном уровне. Олигоамиды представляют собой однородные, прозрачные, вязкие жидкости от

желтого до темно-коричневого цвета, хорошо растворимы в алифатических спиртах, бензоле, хлороформе, но не растворимы в воде.

Отвердители Л-19 получают путём поликонденсации полимеризованных эфиров жирных кислот льняного (Л) или талового (ТО) масел и фракций полиэтиленполиаминов. Основные показатели Л-19 приведены в табл. 2.

Таблица 2 - Физико-химические показатели отвердителя Л-19

Наименование показателя	Норма для марки Л-19
Внешний вид	Однородная прозрачная вязкая жидкость от желтого до темно-коричневого цвета
Аминное число, в пределах: мг НСI/г вещества	120-160
мг КОН/г вещества	185-246
Условная вязкость при 20°C, с, в пределах	30-100
Динамическая вязкость при 20°C, Пас, в пределах	10-35
Стехиометрический коэффициент ( $K_c$ )	3,86
Масса отвердителя (по $K_c$ ) для 100 г эпоксидной смолы ЭД-20 (21% эпоксидных групп)	81,1

Эпоксидные смолы нашли широкое применение:

- в качестве активных разбавителей и пластификаторов заливочных, пропиточных, клеевых и герметизирующих составов;
- в качестве связующих для стеклопластиков, клеев, компаундов;
- в электротехнической промышленности, авиа- и судостроении и т.д.;
- для отделки тканей (придание эффектов несминаемости и безусадочности).

Изделия из эпоксидной смолы представлены на рис. 1.

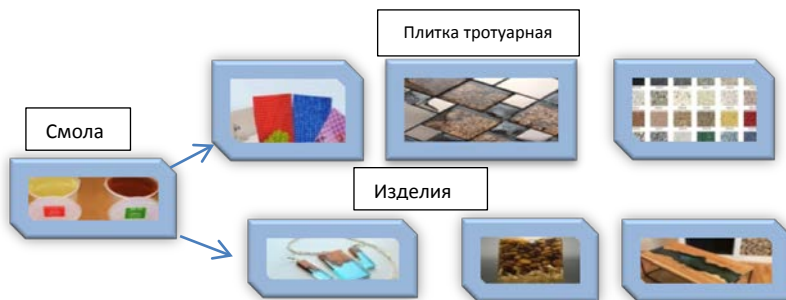


Рисунок 1 – Изделия из эпоксидной смолы

Кроме строительных материалов, мебели, можно производить светодиодные светильники и лампы, шкатулки, вазы, сувениры и т.д.

В качестве преимуществ изделий на основе эпоксидных смол можно отметить прочность, влагоустойчивость, большой срок эксплуатации с сохранением первоначального вида изделия. Несмотря на высокую стоимость изделия можно презентовать как элитную и эксклюзивную авторскую работу на заказ, реализуя самостоятельно или через салоны.

В целом организация производств по выпуску продукции массового потребления на основе отходов производства является актуальным как для экономики страны, так и выгодным для населения благодаря организации новых рабочих мест и расширения ассортимента товаров и услуг.

### **Литература**

1. Эпоксидная смола – необычная идея для бизнеса // [Электронный ресурс]. <https://dengodel.com/interesting/epoksidnaya-smola.html> (дата обращения: 21.05.2022).

**А.М. Голубев**  
**Научный руководитель к.т.н., доцент Н.А. Свергунова**

*ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск*

### **ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ТОРГОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ**

Услуги торговли являются неотъемлемой частью жизнедеятельности современного общества. Удовлетворение многочисленных потребностей населения и создания комфортных условий жизни предопределяет важность задачи в развитии градостроительной системы и путей интенсификации использования территории.

В вопросах нормального конкурентного развития области торговли необходимо рассматривать научно обоснованную политику по формированию, размещению и развитию торговых объектов в документах территориального планирования с учетом нормативов минимальной обеспеченности населения торговыми площадями. Регулирование развития системы торгового обслуживания с одной стороны, невозможно только нормативным регулированием, необходимо учитывать и интересы населения и лиц, занимающихся деятельностью в сфере торговли. Особенно это актуально для крупных и больших городов, имеющих сложную территориальную организацию, высокую плотность и неравномерность распределения населения. Поэтому важно исследовать наиболее значительные факторы, которые влияют на размещение центров торгового обслуживания.

Одним из важных факторов, определяющих жизненные условия в населенных пунктах, является организация сетей обслуживающих торговых учреждений. Территориальная структура торговли города является одним из основных индикаторов современных пространственных трансформационных процессов его организации и функционирования.

В пятидесятые годы прошлого века наиболее широкое распространение в градостроительной практике получила концепция «ступенчатого» обслуживания на основе четкого разделения повседневных, периодических и эпизодических потребностей населения и нормирования предельных радиусов доступности соответствующих учреждений от мест жительства.

Согласно данной концепции, вместимость объектов обслуживания определяется перемножением численности жителей в пределах контуров планировочных элементов соответствующие нормы. Такая трактовка функционального назначения большинства учреждений и предприятий оказалась несостоятельной и не соответствующей реальному процессу их функционирования. Часть людей, проживающих на территориях различных планировочных элементов, перераспределяется в дневное время на городской территории, уезжая в различные районы на работу и по другим надобностям. Обязательный при ступенчатой системе принцип расположения магазина в границах микрорайона (в идеальной схеме — в его центре) только на первый взгляд кажется удобным, а фактически ведет к нерациональной затрате времени на специальное посещение магазина, да еще не располагающего достаточно широким ассортиментом товаров.

Учитывая недостатки ступенчатой системы в России, ее дополнила функциональная система. Функциональная система предусматривает равномерное размещение магазинов на территории города и разделение городской территории на районы жилой застройки с радиусом действия магазина в пределах пешеходной доступности. Она строится на взаимодействии двух групп предприятий: «стандартного» обслуживания и городского «избирательного» обслуживания — в соответствии с функциями, которые они выполняют в процессе обслуживания населения. Формирование ассортимента обуславливается частотой покупок отдельных товаров. Магазины, расположенные в районах жилой застройки, призваны полностью обеспечивать ежедневные потребности населения, предоставляя необходимый набор товаров повседневного спроса. Разнообразные потребности населения в товарах, а также услугах предоставляют магазины общегородской сети. Данная система получила также название «коммуникативная», с ее делением на повседневное, приближенное к жилью, с попутным размещением в пределах пешеходной доступности, и общегородское, приближенное к центрам и коммуникациям, не дифференцированное по селитебным единицам города.

В настоящее время наблюдается тенденция заполнения магистральных улиц города объектами обслуживания, преимущественно торговыми. Что говорит о все возрастающей роли попутного обслуживания. Это объясняется тем, что общественная жизнь города по своему содержанию намного шире и многообразнее тех процессов, которые протекают в различных комплексах общественного обслуживания. В условиях повышенной социальной активности потребитель сам начинает осваивать пространства зон концентрации общественных функций и прилегающую к ним городскую территорию, ощущая необходимость новых форм организации общественной среды, полноценного быта и досуга.

Данный опыт свидетельствует о том, что размещение предприятий современной торговой сети определяется не местом, где покупатель живет, а тем, куда ему проще поехать за покупками, где ему удобнее приобрести товар. Потребитель, особенно с ростом благосостояния, предпочитает проделать дальний путь до крупного магазина, где он может получить широкий ассортимент товаров, чем пользоваться услугами хотя и приближенного к жилью, но мелкого магазина, где создать широкий ассортимент товаров невозможно. И такое утверждение, может быть справедливо для крупнейших городов, с системой сформировавшихся центров торгово-бытового обслуживания.

Таким образом, можно предположить, что функциональная система, рассмотренная ранее, в новых городах находится в стадии становления и, следовательно, должна получить развитие в соответствии с конкретной градостроительной ситуацией и реальными потребностями населения, что определяет цель настоящего исследования.

**Е.В. Доброходова**

**Научный руководитель: доцент кафедры СКиТС З.И. Гура**

*ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск*

## **УЧЕТ В СЕЧЕНИЯХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ МАТЕРИАЛОВ С РАЗНЫМИ ВЕЛИЧИНАМИ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ**

В ходе выпускной квалификационной работы разрабатывается проект спортивного зала учебно-воспитательного комплекса в г. Усть-Илимске.

Актуальность разрабатываемой темы подтверждается ключевыми аспектами Национального проекта «Образование» в разрезе основных направлений его реализации, которые планируется достигнуть к концу 2024 года. Национальный проект включает работу по направлениям, обеспечивающим совершенствование образовательной инфраструктуры. Повсеместно, в том числе в малых городах, строятся новые образователь-

ные организации с современными условиями для занятий физической культурой и спортом, региональные центры выявления, поддержки и развития способностей и талантов у детей и молодежи.

Учебно-воспитательный комплекс (рис. 1) рассчитан на 352 учащихся, его площадь, включающая четыре функциональных блока, составляет 3847,4 м<sup>2</sup>, в том числе площадь спортивного зала составляет 883,74 м<sup>2</sup>.

Основные строительные материалы для проектирования спортивного зала – древесина ангарской сосны и Сибирская хвойная фанера производства ОАО Филиал группы «Илим» в г. Братске.

Цель ВКР – разработать несущие и ограждающие конструкции покрытия здания с решением вопросов обеспечения надёжности несущей системы проектируемого сооружения.



Рис. 1. Фасад учебно-воспитательного комплекса

Древесина традиционно является одним из основных строительных материалов, чему способствует ее широкое распространение, легкость добычи и переработки, а также высокие показатели прочности при малом объемном весе. Древесина обладает малой теплопроводностью, что важно для строительства в районах крайнего севера. Положительные качества дают возможность использовать такой актуальный в отечественной и зарубежной строительной практике материал, как клееная древесина, наряду с другими современными технологиями.

Для ограждения покрытия проектируются трехслойные плиты размером 1200х6000 мм. Нижняя обшивки из четырех гнотоклееных фанерных профилей трапецидального сечения, верхняя обшивка толщиной 10 мм из плоских фанерных листов и средний слой из заливочного пенопласта. Средний слой наряду с теплоизоляционными функциями выполняет конструктивные – воспринимает сдвигающие усилия при изгибе плиты, обеспечивает устойчивость верхней сжатой обшивки (рис. 2). Отдельные гнотоклееные конструкции шириной на волну профиля формируются в настил с помощью фанерных накладок, устанавливаемых на водостойких синтетических клеях (рис. 3). По плитам предусмотрена кровля из профилированных листов толщиной 8 мм.



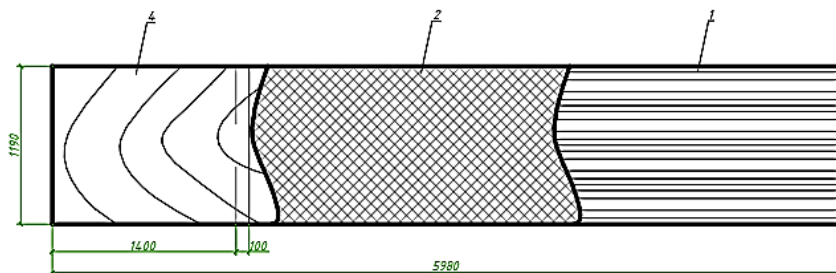


Рис. 2. Клефанерная трехслойная плита покрытия:

1 – нижняя обшивка (ГПФ), 2 – средний слой ФРП-1, 3 – верхняя фанерная обшивка

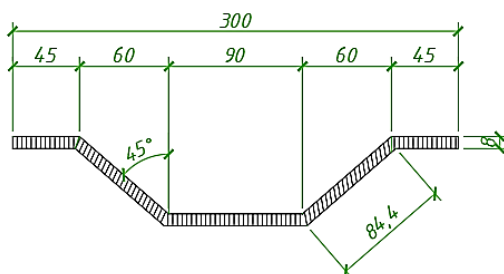


Рис. 3. Гнутоклееный фанерный профиль

В качестве несущей конструкции покрытия зала выбрана клефанерная балка пролетом 27 м как наиболее эффективная по весовым и экологическим показателям, возможности изготовления в местных промышленных условиях.

Клефанерные балки являются комбинированными из досок и фанеры конструкциями, позволяющими при минимальном расходе фанеры экономично использовать пиломатериал.

Клефанерные конструкции наиболее полно передают механические свойства материалов. Древесина поясов работает в наиболее напряженных участках верхних и нижних зон, при этом нижний растянутый пояс изготавливаются из древесины хвойных пород 1 сорта [1]. Тонкомерная фанера, соединяясь с поясами на клею, увеличивает сечение по высоте и обеспечивает совместную работу сечения как цельного элемента [2]. Волокна рубашек фанеры, с учетом анизотропии механических свойств, располагаются в продольном направлении, стык листов «на ус». Это позволяет использовать максимальную прочность фанеры. Для придания устойчивости фанерным стенкам через 1/8-1/10 пролета балки устанавливаются де-

ревянные ребра жесткости. Ширина опорных ребер равна высоте поясов, промежуточных ребер – 1/2 высоты пояса балки (рис. 4).

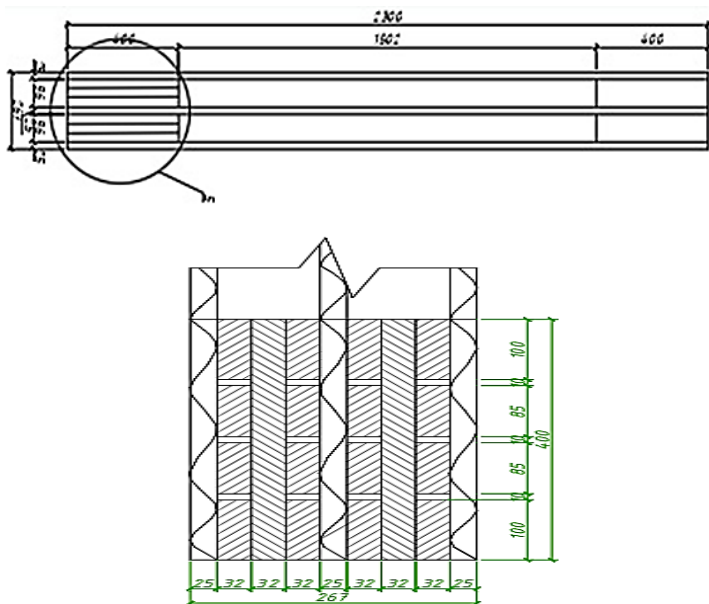


Рис. 4. Клефанерная балка и ребро жёсткости

Пояса балок выполняются из вертикально поставленных досок толщиной не более 33 мм после острожки, для стенок используется водостойкая фанера ФСФ толщиной 25 мм (рис. 5).

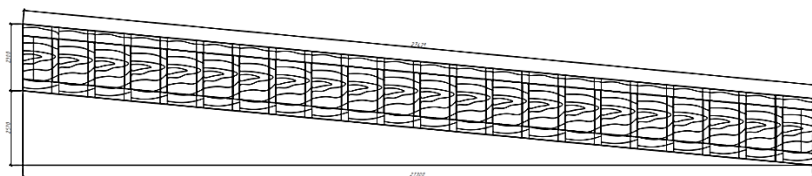


Рис. 5. Клефанерная балка БКФ-1

В конструкциях балки и плиты применяются различные строительные материалы, работающие под нагрузкой совместно, так как соединены клеевым способом, то есть жестко.

Расчет балок и плит покрытия произведен по предельным состояниям первой и второй групп [1]: по несущей способности на действие расчетных нагрузок; по деформациям на действие нормативных нагрузок по методу приведенного сечения.

Геометрические характеристики приведенного сечения определяются по формулам [1], при этом для расчета фанеры вводится коэффициент приведения равный соотношению модулей упругости древесины к фанере; для расчета деревянных элементов - соотношению модулей упругости фанеры к древесине.

В ходе проектирования выполнены полные конструктивные расчеты, проверены следующие параметры с учетом совместной работы древесины и фанеры, фанеры и среднего слоя (пенопласта):

- ✓ Прочность нижнего растянутого пояса (обшивки);
- ✓ Прочность и устойчивость верхнего пояса (обшивки);
- ✓ Прочность и устойчивость фанерной стенки;
- ✓ Прочность на скалывание ребер каркаса плиты и балки;
- ✓ Прочность на срез фанерных стенок;
- ✓ Прочность на скалывание клеевых швов;
- ✓ Прочность стенки балки в опасном сечении на действие главных растягивающих напряжений;
- ✓ Устойчивость плоской формы деформирования балки;
- ✓ Жесткость балки с учетом деформации сдвига;
- ✓ Жесткость плиты.

Результаты статических и конструктивных расчетов назначенных размеров и сечений, анизотропных и упругих свойств их материалов дали высокие показатели несущей способности и жесткости, а, следовательно, надежной и безопасной эксплуатации.

### Литература

1 СП 64.13330.2017 Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80. Центральный научно-исследовательский институт строительных конструкций им. В.А. Кучеренко – институт ОАО «НИЦ «Строительство» - М.: 2017. -92с.

2 Гура З.И. Балки из древесины и водостойкой фанеры. Проектирование: учеб. пособие. – 2-е изд., и доп. – «Братск»: изд-во БрГУ, 2015. – 120 с.

## МЕТОД УСИЛЕНИЯ КИРПИЧНОЙ КЛАДКИ КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ НА ПРИМЕРЕ Г. ИРКУТСКА

Большое количество домов в городе Иркутске выполнено из кирпича. Кирпич в качестве строительного материала обладает такими качествами, как: прочность, долговечность, морозостойкость, шумоизоляция, экологичность, огнеупорность и другие.

Вопрос повышения долговечности конструкций является актуальным, так как возможны разрушения кирпичной кладки за счет неравномерности осадки грунтов, перегрузки конструкций, высоких перепадов температур, ошибок при проектировании, несоблюдения норм при эксплуатации и т.д. На рис. 1 представлены примеры трещин, образующихся в кладке.

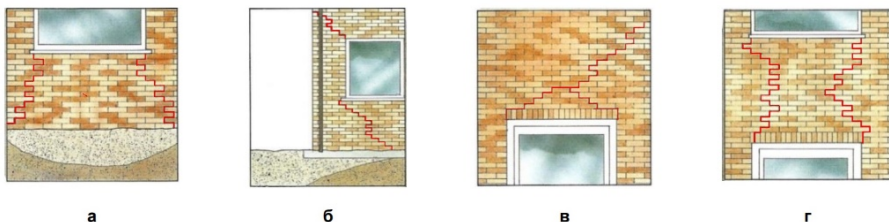


Рис. 1. Примеры трещин в кирпичной кладке

а, б – от неравномерности оседания грунта; в – трещины в зоне перемычки; г – трещины от перегрузки простенка

В строительстве существуют традиционные методы усиления кирпичной кладки [1]:

- стальной обоймой;
- инъекцией раствором под давлением;
- с применением сердечников;
- набетонкой.

Альтернативным методом является усиление кирпичной кладки внешним армированием композитными материалами (КМ).

Композиционные материалы (композиты) – многокомпонентные материалы, состоящие из полимерной, металлической, углеродной, керамической или другой основы (полимерной матрицы), армированной напол-

нителями из волокон, нитевидных кристаллов, тонкодисперсных частиц и др. [2].

В современном строительстве для усиления кирпичной кладки применяют ламели, ленты, холсты, сетки, состоящие из армирующих (угле-, стекло- или базальтовых волокон) и связующих компонентов. Такие материалы имеют малый собственный вес, высокие прочностные характеристики, коррозионную стойкость. Пример композитного материала для усиления кирпичной кладки представлен на рис.2.



Рис. 2. Композитная лента из углеволокна

Технология усиления конструкций внешним армированием композитами состоит в наклейке материала с нанесением клевого состава на основе эпоксидной смолы на подготовленную пропиткой и грунтовкой поверхность. Внешнее армирование КМ бывает дискретным и сплошным, схемы представлены на рис. 3. Дискретным считается то армирование, когда композитные ленты, полосы, бандажи покрывают лишь отдельные участки конструкции по периметру. Сплошным армирование считается при полном оклеивании композитной тканью кирпичной кладки.

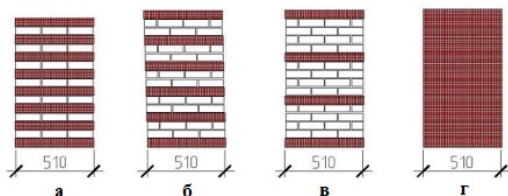


Рис. 3. Схемы внешнего армирования кирпичной кладки  
а, б, в – дискретное, г – сплошное

Расчет центрально-сжатых конструкций, усиленных внешним армированием из композитов, необходимо производить в соответствии с [1]:

$$N = m_g \varphi R_{rf} A, \quad (1)$$

где  $N$  – расчетная продольная сила;

$m_g$  – коэффициент, учитывающий влияние длительной нагрузки;

$\varphi$  – коэффициент продольного изгиба;

$A$  – площадь сечения элемента;

$R_{rf}$  – расчетное значение сопротивления сжатию кладки, усиленной внешним армированием из полимерных композитов и определяемое по формуле:

$$R_{rf} = R + \rho \mu R_f / 100 \leq 2R, \quad (2)$$

где  $R$  – расчетное значение сопротивления сжатию кладки;

$\rho$  – коэффициент, принимаемый при пустотности кирпича (камня) до 20 % включительно — 2, при пустотности от 20 % до 30 % включительно — 1,5, при пустотности выше 30 % — 1;

$\mu$  – коэффициент поверхностного армирования полимерным композитом кладки усиливаемой стены, определяемый по формуле:

$$\mu = \frac{S_{bd}}{S_w} 100, \quad (3)$$

где  $S_{bd}$  – площадь поперечного сечения полосы (бандажей) из полимерного композита толщиной  $\delta_{bd}$  и высотой  $h_{bd}$ , определяемая по формуле:

$$S_{bd} = 2\delta_{bd} h_{bd}, \quad (4)$$

где  $S_w$  – площадь участка длинной стороны  $h_w$  столба, приходящаяся на одну полосу из полимерного композита высотой  $h_{bd}$ , определяется по формуле:

$$S_w = h_w (h_{bd} + b), \quad (5)$$

где  $R_f$  – расчетный предел прочности при растяжении полимерного композита, определяемый по формуле:

$$R_f = \frac{R_{f,n}}{\gamma_f}, \quad (6)$$

где  $\gamma_f$  – коэффициент надежности по композитному материалу, принимаемый при расчете по предельным состояниям второй группы.

Выбор метода усиления при реконструкции зданий и сооружений должен основываться на технико-экономическом сравнении. Примеры

цен композитных материалов для усиления конструкций в Иркутске [3] показаны на рис. 5.

Немаловажно иметь ввиду то, что выбор рационального решения при реконструкции кирпичных зданий и сооружений носит сложный характер и является непростой технической задачей. В любом рассматриваемом случае необходимы высокий уровень квалификации и компетентность ответственных лиц.

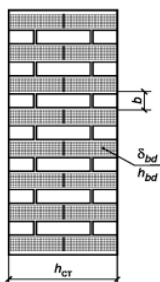


Рис. 4. Схема усиления кирпичного столба композитными лентами





	
<p><b>Углеродная лента</b> Углеродный холст CarbonWrap Таре 530/300</p> <p>Однонаправленная углеродная лента для усиления строительных конструкций плотностью 530 гр/м<sup>2</sup> и шириной 300 мм</p> <p>В наличии: <b>есть</b> </p> <p><b>168 280 руб.</b> Ед. измерения: рулон 50 пог. м.</p> <p><b>Купить</b></p>	<p><b>Эпоксидная смола</b> Эпоксидный клей для холста ("мокрый" способ) CarbonWrap Resin 530+</p> <p>Двухкомпонентный эпоксидный состав для пропитки углеродных холстов CarbonWrap повышенной плотности (от 300 гр/м<sup>2</sup>). Обладает</p> <p>В наличии: <b>есть</b> </p> <p><b>112 680 руб.</b> Ед. измерения: комплект 19,5 кг.</p> <p><b>Купить</b></p>

Рис. 5. Цены на композитные материалы и клей для «мокрого» способа

Сравнивая традиционные методы усиления и применение композитных материалов, второй вариант будет дороже. Но учитывая такие факторы как: преимущества КМ, сокращение временных и трудовых затрат, сохранение архитектурной выразительности, возможность вести процесс без прекращения эксплуатации зданий и сооружений, увеличение срока службы конструкций при небольшом расходе материалов; можно сделать выводы, что переплата будет незначительной, так как будут учитываться все эти данные показатели в совокупности.

## Литература

1. СП 427.1325800.2018. Каменные и армокаменные конструкции. Методы усиления. - М.: Стандартинформ, 2019. - 64 с.
2. Шитова И.Ю. Современные композиционные строительные материалы: учеб. пособие / И.Ю. Шитова, Е.Н. Самошина, С.Н. Кислицына, С.А. Болтышев. – Пенза: ПГУАС, 2015. – 136 с.
3. ООО «МПКМ»: сайт. – URL: <https://mpkm.org/> (дата обращения: 19.05.2022).

**Я.Г. Иньшина**

**Научный руководитель к.т.н., доцент А.М. Курицына**

*ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск*

## **АНАЛИЗ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ**

В любой отрасли инновацией можно считать внедренное или внедряемое новшество, обеспечивающее повышение эффективности процессов и улучшение качества продукции, в следствие чего возможно получение необходимой социальной или экономической выгоды.

Выделяют основные виды инноваций представлены в табл. 1 [1].

Таблица 1 – Основные виды инноваций

Основные виды	На что ориентированы
Технологические инновации	Формирование и освоение в производстве новой технологии, модернизацию чего-либо, реконструкцию зданий и т.д.
Производственные инновации	Развитие и увеличение производственных мощностей, изменение производственной деятельности
Экономические инновации	Изменение бюджетирования производственной деятельности
Торговые инновации	Изменение торговой деятельности с целью извлечения предпринимательской деятельности
Социальные инновации	Улучшение условий труда, общественного обеспечения коллектива
Инновации в области управления	Улучшение организационной структуры

Основными целями инновационной деятельности являются:

- снижение материальных затрат;
- улучшение качества продукции;
- замена продукции, снятой с производства;



- обеспечение современных стандартов;
- снижение загрязнения окружающей среды.

Инновации в строительстве это не только нововведения в технологиях, но и реконструкция и модернизация имеющихся. Следует отметить, что при проведении реконструкционных работ развиваются и улучшаются архитектурно-планировочные и инженерные решения зданий и сооружений, увеличиваются их долговечность и надежность, комфортность, экономическая эффективность и др.

В процессе переустройства промышленных зданий используются различные конструктивные мероприятия, среди которых: увеличение высоты здания наращиванием колонн или надстройкой дополнительного этажа; увеличение пролетов здания путем удаления промежуточных колонн; усиление колонн, подкрановых балок, стропильных конструкций с целью увеличения грузоподъемности кранового оборудования; усиление междуэтажных перекрытий под новое, более тяжелое технологическое оборудование; удаление внутренних кирпичных стен с переустройством конструкции покрытий и перекрытий [2].

Перед началом реконструкционных работ необходимо разработать специальное задание, включающее в себя такого рода информацию, как цели, основные требования и условия дальнейшей эксплуатации объекта. После анализа документации специалисты осуществляют осмотр объекта с целью обнаружения аварийных узлов, а затем улучшения их в течение срока строительства.

Реконструкция бывает:

- комплексная – направлена на одновременное выполнение таких задач, как повышение устойчивости и надежности здания, улучшение благоустройства, увеличение полезной площади;
- частичная – сводится к внутренней перепланировке без изменения перекрытий и частичной замены положения стен.

К основным работам по реконструкции промышленных зданий относятся:

1. Уплотнение грунтов и усиление фундаментов. При реконструкции необходимо уделять особое внимание фундаменту, так как он является основой любого здания и сооружения, принимающего на себя все нагрузки. Данная работа включает в себя уплотнение грунтов синтетическими смолами, цементом; увеличение площади фундамента, его углубление, перенос нагрузки на нижележащие слои грунтов.

2. Реконструкция надземной части. Несущая способность конструкций может уменьшаться из-за образования трещин, эрозии, и это будет влиять на безопасность производства. При реконструкции промышленных объектов специалисты рекомендуют каркасные системы, так как их можно быстро восстановить в случае каких-либо природных или техно-

генных катастроф, актуальных для сейсмоактивных и прибрежных территорий.

3. Улучшение фасада здания. Зачастую за счет применения некачественных строительных материалов или ошибок технологии выполнения работ облик здания становится непригодным, вследствие чего возникает необходимость в реконструкции. Установка фасадных систем является инновационным способом улучшения облицовки фасада. На сегодняшний день в России для реконструкции фасадов промышленных зданий большое предпочтение отдают ярким краскам, что способствует им адаптироваться к городской среде, пример показан на рис.1. На сегодняшний день активно применяют вентилируемые фасады, которые позволяют вернуть эстетический облик зданию, а также повысить его энергоэффективность, минимизируя потребление ресурсов.



Рис. 1. Фасад трубозлектросварочного цеха Челябинского трубопрокатного завода

Таким образом, реконструкция промышленных зданий относится к особому виду строительных работ, и она занимает центральное направление в области капитального строительства. Инновационные технологии, применяемые в реконструкционных работах, увеличивают надежность и долговечность несущих конструкций, повышают их энергоэффективность, улучшают внешний облик зданий.

### Литература

1. Страхова А.С. Инновационные технологии в строительстве как ресурс экономического развития и фактор модернизации экономики строительства / А.С. Страхова, В.А. Унежева // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 6.
2. Гучкин И.С. Эксплуатация и реконструкция сооружений: учеб. пособие / И.С. Гучкин, Н.Н. Ласьков. – Пенза: ПГУАС, 2016. – 196 с.
3. Серков Б.П. Реконструкция промышленных зданий: учеб. пособие / Б.П. Серков. – М.: МИИТ, 2002. – 80 с.
4. Золотозубов Д.Г. Реконструкция зданий и сооружений [Электронный ресурс] / Д.Г. Золотозубов, М.А. Безгоднов – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014.

## **ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ФИБРОБЕТОНА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

К основным недостаткам обычного железобетона относятся:

- пониженная трещиностойкость вследствие низкой прочности на растяжение, которая на порядок ниже прочности на сжатие;
- большой вес. Все железобетонные конструкции отличаются высокой массой, которая повышает требования к фундаменту и расходы на его строительство;
- удорожание производства работ в зимнее время при применении монолитного железобетона;
- большой объём ручных работ при монолитном строительстве;
- возможность растрескивания поверхностей вследствие усадочных деформаций.

Ряд отмеченных недостатков железобетона могут быть устранены за счёт дисперсного армирования различными волокнами.

В начале XX века русский инженер Некрасов В.П. провел исследования по применению дисперсного армирования. В качестве фибровой арматуры он использовал отрезки проволоки малых диаметров. Результаты исследований Некрасов подробно изложил в своих работах. Тогда же был получен и первый в мире патент на конструкцию из фибробетона.

Фибробетон - это разновидность мелкозернистого бетона с добавлением фибры (рис. 1).



Рисунок 1 – Дисперсно-армированный бетон

Фибра - мелкодисперсный равномерно распределенный армирующий компонент в объеме бетона. В качестве фибры используются стеклянные, синтетические или стальные волокна длиной от 5 до 150 мм и

диаметром примерно от 0,2 мм до 1,0 мм. Волокна имеют одинаковую длину и толщину, что позволяет распределяться по бетону равномерно. По способам производства и происхождению фибру подразделяют на шесть главных категорий, в соответствии с ГОСТом 14613-83 «Фибра. Технические условия». Наиболее часто применяемые типы фибры:

- стальная фибра – может быть анкерной или волновой, волокна представляют собой волновые либо прямые куски проволоки с загнутыми окончаниями, изготавливаются формованием из расплава механическим методом;

- стекловолоконная фибра – в качестве наполнителя используются нити из неорганического стекла, которые получают путем вытягивания расплавленной стеклянной массы на специальных установках. Материал пластичный, но боится щелочной среды;

- базальтовая фибра – минеральное неорганическое волокно искусственного происхождения, которое получают из плавящего в печах минералов вулканического происхождения. Базальтовые волокна обладают стойкостью к механическому воздействию, устойчивостью к кислотам и щелочи, а также высоким температурам;

- углеродная фибра – рубленые куски нитей, которые получают из углерода посредством термической обработки при высоких температурах. Гарантирует прекрасные показатели устойчивости к механической нагрузке и к химической агрессивной среде;

- полипропиленовая фибра – синтетические волокна небольшого сечения 0.02-0.038 миллиметра, которые делают из пропиленовой пленки способом нарезания и скручивания. Такие волокна обладают хорошим сопротивлением к ударным нагрузкам и химическим воздействиям, но не очень высокую стойкость к механическим нагрузкам сжатия и растяжения.

Сравнительные характеристики волокон приведены в таблице 1.

Фибробетон выгодно отличается от традиционного бетона, имея несколько раз более высокие по сравнению с ним прочность на растяжение и срез, ударную и усталостную прочность, трещиностойкость и вязкость разрушения, морозостойкость, водонепроницаемость, сопротивление кавитации, жаропрочность и жаростойкость. По показателю работы разрушения фибробетон может в 15–20 раз превосходить бетон. Это обеспечивает его высокую технико-экономическую эффективность при применении в строительных конструкциях. Отечественный и зарубежный опыт применения фибробетона в строительных конструкциях достаточно подробно освещён в работах автора[1].

Экспериментальные и теоретические исследования физико-механических свойств фибробетонов и опыт их применения позволили выявить эффективную номенклатуру изделий, конструкций и сооружений из них.

Таблица 1 – Сравнительные характеристики различных фибр

Показатель	Базальтовая фибра	Полипропиленовая фибра	Стекловолоконная фибра	Стальная (металлическая) фибра
Материал	Базальтовое волокно	Полипропилен	Стекловолокно	Проволока из углеродистой стали
Прочность на растяжение, МПа	3500	150 - 600	1500 - 3500	600 - 1500
Диаметр волокна	13 - 17 мкм	10 - 25 мкм	13 - 15 мкм	0,5 - 1,2 мм
Длина волокна	3,2 - 15,7 мм	6 - 18 мм	4,5 - 18 мм	30 - 50 мм
Модуль упругости ГПа	Не менее 75	35	75	190
Коэффициент удлинения, %	3,2	20 - 150	4,5	3 - 4
Температура плавления С°	1450	160	860	1550
Стойкость к щелочам и коррозии	Высокая	Высокая	Только у щелочестойкого волокна	Низкая
Плотность, г/см³	2,60	0,91	2,60	7,80

В настоящее время в отечественной практике в опытном порядке внедрены такие сталефибробетонные конструкции, как сваи, дорожные, тротуарные и аэродромные плиты, ребристые и складчатые плиты покрытий, кольца круглых смотровых колодцев, трубы, лотки, плиты пола и несъёмной опалубки, ограждения лоджий и балконов, банковские хранилища.

Важной проблемой в строительстве является забивка свай до проектной отметки. Применение сталефибробетона в сваях снижает трудоёмкость и стоимость изготовления свай, существенно повышает их ударостойкость, что позволяет бездефектно погружать сваи в грунт до проектных отметок без разрушения голов свай.

НИИЖБ разработаны, испытаны и применены складчатые панели покрытий безрулонной кровли для жилых и сельскохозяйственных зданий, складских помещений, навесов для пассажирских платформ, стоянок автотранспорта и других целей.

С применением тонкостенных складчатых панелей могут быть возведены различные помещения для складирования и укрытия техники. Эффективным примером является разработанная ЛенЗНИИЭП при участии НИИЖБ конструкция здания универсального назначения с пролетом 12 м длиной 36 м. Конструкция здания состоит из трехшарнирных рам, собираемых из однотипных тонкостенных сталефибробетонных складчатых панелей. В жестких узлах рамы панели соединяются сваркой закладных деталей.

Представляет интерес применение сталефибробетона в трубах и кольцах водопроводных и канализационных сетей. Применение сталефибробетонных колец смотровых колодцев позволяет резко снизить тру-

дозатраты и материалоемкость конструкций, улучшить их качество и почти полностью устранить производственный брак.

За последние годы очень эффективным оказалось строительство индустриальных полов из сталефибробетона. При этом снижаются материало- и трудоемкость строительства, объемы земляных работ, стоимость строительства, и при этом повышается качество, эксплуатационная надежность и увеличивается межремонтный ресурс конструкций пола. В мире уже построены миллионы квадратных метров фибробетонных индустриальных полов и несколько тысяч квадратных метров – в России. Достаточно сказать, что сейчас в Германии более 25% всех промышленных полов выполняется из сталефибробетона.

В последнее время ООО «Инжсервис-МТ» удалось наладить производство и применить на объектах Московского строительства элементы несъемной опалубки, карнизные блоки эстакад, лотки водоотводов, плиты перекрытий каналов, элементы мостов и путепроводов, фиксаторы защитного слоя бетона и др.

В последнее время в зарубежной строительной практике всё более расширяется применение фибробетонов с фибровым армированием синтетическими волокнами, в т.ч. высокопрочными и высокомодульными, коррозионностойкими во многих средах.

С целью повышения эффективности строительства следует разработать наиболее оптимальные по сочетанию свойств фибробетонные композиты для строительных изделий, конструкций и сооружений различного назначения.

### **Литература**

1. Рябинович Ф. Н. Композиты на основе дисперсно армированных бетонов. Вопросы теории и проектирования, технология, конструкции: Монография / Ф.Н. Рябинович. – Москва: Издательство АСВ. - 2004. - С 560.

**Н.А. Каминский, К.С. Бондаренко**  
**Научный руководитель к.т.н., доцент А.А. Зиновьев**

*ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск*

## **МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОРОЗОСТОЙКОСТИ БЕТОНОВ**

Процесс образования бетона - химическая реакция связывающая все составляющие бетонной смеси в один монолитный массив за счёт твердения цемента затворенного водой, данная реакция сопровождается образованием кристаллогидратов и называется процессом гидратации. В процессе гидратации жидкий или пластичный цементный клей превращается в цементный камень. Первая стадия этого процесса называется схватыванием, вторая - упрочнением, или твердением, обычно в процессе гидратации

в реакцию вступает не вся вода, остатки жидкости испаряются и образуют капиллярные поры.

Капиллярные поры – основной дефект структуры цементного камня и бетона. Они снижают прочность бетона, являются основной причиной разрушения его морозом, через них в бетоны попадают различные жидкости, в том числе агрессивные, в то же время поры являются основным параметром, при регулировании которого можно получать бетоны с требуемыми свойствами, путём изменения водоцементного отношения.

На рисунке 1 представлено схематичное изображение капиллярных пор, демонстрирующие процесс промерзания бетона.



Рис. 1. Процесс промерзания бетона за счёт капиллярных пор

На рисунке 1 помимо капилляра, изображены контракционные поры, данные поры еще называют «резервными», данные поры немного уменьшают давление воды на капилляры, в них попадает избыточная жидкость и в процессе замерзания контракционные поры выдерживают расширение воды при этом не разрушаясь, это происходит из за того что они заполняются водой не полностью, в отличии от капиллярных, в которые вода проникает под давлением заполняя весь капилляр.

Для того чтобы избежать разрушения конструкций, состав бетона на предприятиях тщательно подбирается инженерами, а конечные составы проверяются строительной лабораторией расположенной непосредственно на предприятии, или же готовые образцы отправляются в независимую лабораторию для определения полных физико-механических характеристик. Способы определения прочности и морозостойкости различны, далее мы будем говорить конкретно о методах определения морозостойкости.

Морозостойкость это способность материала выдерживать многократное замораживание и оттаивание прибывая в насыщенном водой состоянии, без внешних признаков разрушения (трещин, сколов, шелушения ребер образцов), снижения прочности, изменения массы. Основные причины разрушения материалов при воздействии низких температур - расширение воды при замерзании внутри материала. При попадании материала в воду или же воды на поверхность, вода проникает и заполняет поры

изнутри, после чего, в процессе заморозки, вода начинает увеличиваться в размерах, лёд занимает почти на 10 процентов больший объем, нежели вода и разрывает материал изнутри, что в конечном итоге приводит к разрушению материала. Морозостойкость зависит от структуры материала: чем выше объём пор, в которые проникает вода, тем ниже морозостойкость. Морозостойкость обозначается буквой F с индексом. Индекс, в данном случае, это количество циклов, которое выдерживает образец без снижения основных характеристик по сравнению с контрольным образцом эквивалентного возраста.

Существуют несколько методов для определения морозостойкости:

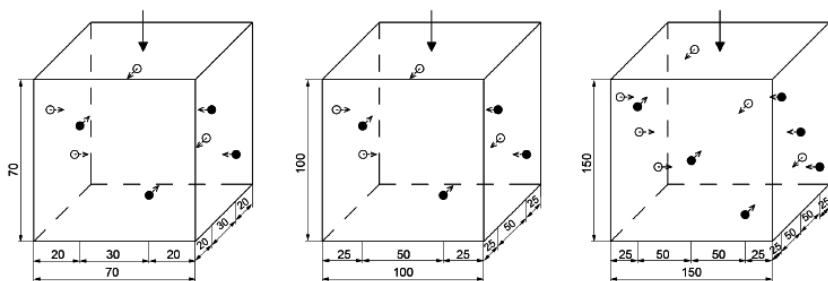
1. Метод многократного замораживания и оттаивания, данных методов 3 и используются они для определения морозостойкости у всех видов бетонов, кроме дорожных, бетонов для аэродромных покрытий и конструкций, эксплуатирующихся в условиях воздействия минерализованной воды, третьим ускоренным методом многократного замораживания и оттаивания, не испытываются так же легкие бетоны имеющих марку по средней плотности менее D1500.

Испытание по первому методу проводятся следующим образом: партия образцов насыщается водой, затем лишняя влага убирается при помощи влажной ткани и образцы перемещают в морозильную камеру, после замораживания, образцы размораживаются в ванне с водой при температуре  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ , испытания проводят до тех пор пока на поверхности материала не будут выявлены дефекты. Второй метод определения морозостойкости практически полностью копирует первый, за исключением того что образцы замораживают и оттаивают в 5%-ном растворе хлорида натрия. Третий, так же называемый, ускоренный метод, отличается от первого и второго метода тем что заморозка образцов происходит не при  $-18^\circ\text{C}$  а при  $-50^\circ\text{C}$ , процесс насыщения водой и оттаивания происходит в 5%-ном растворе хлорида натрия так же как и во втором методе.

2. Ультразвуковой метод определения морозостойкости

При определении морозостойкости бетона ультразвуковым методом применяют приборы, предназначенные для измерения времени распространения ультразвука в бетоне, или специальные стенды, оснащенные дополнительным оборудованием. Акустический контакт между контролируемым образцом и ультразвуковыми преобразователями осуществляться при помощи концентраторов ультразвуковых преобразователей без применения контактной среды или же щелевым способом с помощью контактной среды при при толщине слоя контактной среды не более 5 мм, используя специальные стенды. В качестве контактной среды применяют питьевую воду по ГОСТ 2874 температурой  $(18 \pm 2)^\circ\text{C}$  или 5%-ный раствор хлорида натрия. На рисунке 1 показана схема расположения точек ввода ультразвуковых колебаний в зависимости от размеров испытываемого образца.





- - точки ввода на видимых гранях образца;
- - точки ввода на невидимых гранях образца;
- - направление прозвучивания;
- ↓ - направление укладки бетонной смеси

Рис. 2. Схема расположения точек ввода ультразвуковых колебаний

Направление прозвучивания образцов должно быть перпендикулярно направлению укладки бетонной смеси. При использовании концентраторов ультразвуковых преобразователей образцы помещают на лабораторный стол и определяют в каждом канале прозвучивания время распространения ультразвука при сквозном прозвучивании. Для обеспечения соосности концентраторов ультразвуковых преобразователей следует использовать предварительную разметку образцов или шаблоны из листового органического стекла толщиной 3-5 мм по ГОСТ 17622. Соосность концентраторов должна быть обеспечена с погрешностью не более  $\pm 2$  мм.

При использовании специальных стенов образцы помещают в испытательную ванну, наполненную водой или 5%-ным раствором хлорида натрия (в зависимости от метода испытания), и определяют время распространения ультразвука в них поочередно по всем каналам прозвучивания.

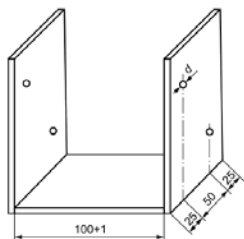


Рис. 3. Шаблон для обеспечения соосности концентраторов ультразвуковых преобразователей для образцов размерами 100x100x100 мм

Образцы подвергают попеременному замораживанию и оттаиванию по первому базовому, второму базовому или третьему ускоренному методам по ГОСТ 10060. Через определенное число циклов в зависимости от

метода испытания и марки по морозостойкости в образцах проводят ультразвуковые измерения и для каждого образца определяют суммарное время распространения ультразвука, время распространения ультразвука измеряют после оттаивания образцов, при этом ориентация образца относительно линии канала прозвучивания должна оставаться постоянной на протяжении всего испытания. По результатам ультразвуковых измерений каждого образца при числе циклов замораживания и оттаивания строят график, на графике определяют координаты точки перелома.

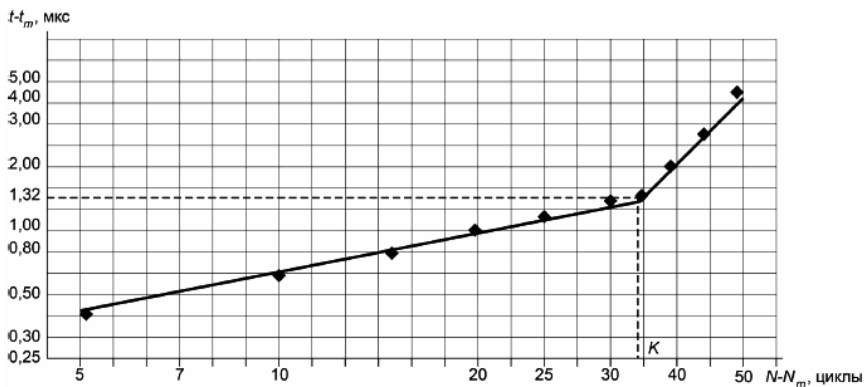


Рис. 4. График ультразвуковых измерений образца

Ультразвуковые измерения в образцах проводят с интервалом пять циклов замораживания и оттаивания по четырем каналам прозвучивания.

3. Дилатометрический метод ускоренного определения морозостойкости.

Насыщенный образец бетона помещают в измерительную камеру дилатометра, во вторую камеру помещают стандартный образец, камеры заполняют керосином и герметизируют. Дилатометр с образцами устанавливают в морозильную камеру и выдерживают 30 мин, затем начинают замораживание со скоростью 0,3 °С/мин до достижения температуры минус (18±2) °С. На графиках фиксируют кривую разности значений объемных деформаций бетонного и стандартного образцов во время замораживания (рисунок 4). Определяют значение максимального относительного увеличения разности объемных деформаций бетонных и стандартного образцов, далее вычисляют среднеарифметическое значение максимального относительного увеличения разности объемных деформаций бетонных и стандартного образцов при замораживании для серии из трех образцов

В соответствии с ГОСТ 10060.3-95 определяют марку бетона по морозостойкости.

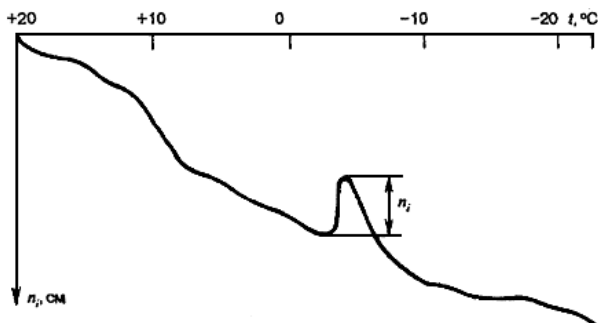


Рис. 5. График зависимости разности объемных деформаций бетонного и стандартного образцов от температуры замораживания

Проанализировав 3 различных метода определения морозостойкости бетонов, можно сделать вывод о том что базовым методом определения морозостойкости является метод попеременного замораживания и оттаивания, ультразвуковой метод служит лишь для более точного наблюдения за ходом испытания, так как не всегда разрушения образца заметны визуально, отдельно хотелось бы отметить dilatометрический метод определения морозостойкости, данный метод не похож на другие, его особенность заключается в том что в dilatометрических измерениях величина "аномальных" деформаций является информативным показателем состояния бетона при замораживании и его способности сопротивляться деструктивным повреждениям при попеременном многократном замораживании и оттаивании. Таким образом, при dilatометрических измерениях доступными для производственных условий средствами обеспечивается не только оперативная информация, но и устанавливается объективное фактическое состояние бетона.

**К.Ю. Князь**

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

*ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск*

## **ПОЛУЧЕНИЕ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ С ПЕНОПОЛИСТИРОЛЬНЫМИ ГРАНУЛАМИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТЕПЛОЭФЕКТИВНОСТИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ**

Современные требования к энергосбережению являются приоритетными при строительстве жилых зданий. Одно из основных направлений при этом - повышение теплоизоляционных характеристик ограждающих конструкций [1]. Для обеспечения данных характеристик существенное значение имеют материалы, из которых возводят данные конструкции.

Это обуславливает актуальность исследований по получению новых теплосберегающих материалов. Особое внимание при этом следует уделить сухим строительным смесям, т.к. они просты в производстве, не требуют применения специального оборудования для приготовления строительных растворов на месте работ [2, 3]. На кафедре СМиТ имеется опыт по получению сухих строительных смесей [4]. В связи с этим целью настоящей работы является получение сухих строительных смесей с пенополистирольными гранулами для повышения теплоэффективности ограждающих конструкций.

В качестве вяжущего для приготовления сухой строительной смеси использован портландцемент производства АО «Ангарскцемент» марки ПЦ-400. В качестве мелкого заполнителя - кварцевый песок фракции до 5 мм по ГОСТ 8736. В качестве тонкодисперсного наполнителя - зола-унос ТЭЦ 6, г. Братска. В качестве воздухововлекающей добавки - омыленный талловый пек - комплексный полимерный реагент на основе сложных эфиров жирных, смоляных и полимеризованных кислот. А также для повышения теплосберегающих свойств использован гранулированный дробленый пенополистирол.

Для проведения экспериментов использованы методики регламентированные ГОСТ. Результаты, полученные в ходе поисковых экспериментов, оптимизированы с использованием методов математического моделирования. Составлен математический план варьирования трех факторов на трех уровнях. В качестве факторов рассмотрены: количество пенополистирольных гранул ( $x_1$ ), количество золы-унос ( $x_2$ ), содержание воздухововлекающей добавки ( $x_3$ ).

В качестве откликов были определены: плотность строительного раствора ( $y_1$ ), прочность на сжатие в возрасте 3 суток ( $y_2$ ), прочность на сжатие в возрасте 7 суток ( $y_3$ ), прочность на сжатие в возрасте 28 суток ( $y_4$ ), теплопроводность ( $y_5$ ).

С помощью программы «Model\_NR» были получены коэффициенты уравнений, описывающие результаты исследований.

В результате обработки экспериментальных данных получены уравнения регрессии свойств строительного теплоизоляционного раствора для кодированных значений переменных. Проведена оценка, позволившая установить адекватность полученных моделей.

Полученные уравнения проиллюстрированы рисунками 1-6.

Анализируя графики, можно сделать вывод, что наименьшая плотность строительного раствора отмечается при увеличении количества гранул пенополистирола с максимальным количеством омыленного таллового пека и золы-унос. Введение золы-унос без омыленного таллового пека не приводит к уменьшению плотности, а уплотняет структуру.

Анализируя зависимость (рис. 3), можно сделать вывод, что прочность раствора уменьшается при введении максимального количества

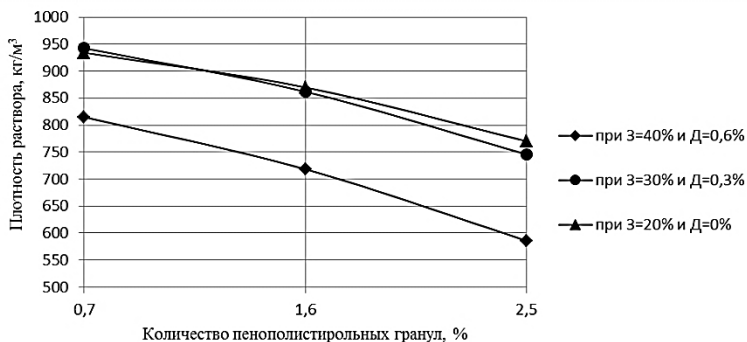


Рис. 1. Зависимость плотности строительного теплоизоляционного раствора от содержания пенополистирольных гранул

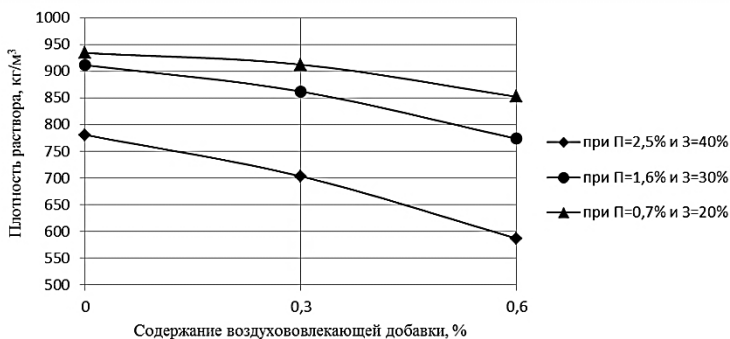


Рис. 2. Зависимость плотности штукатурного раствора от количества воздухововлекающей добавки

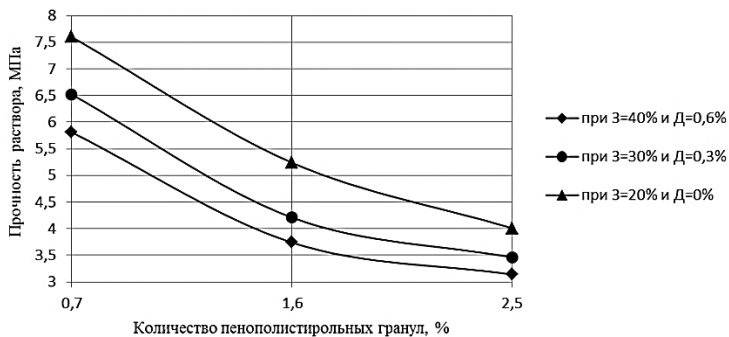


Рис. 3. Зависимость прочности раствора в возрасте 28 суток от содержания пенополистирольных гранул

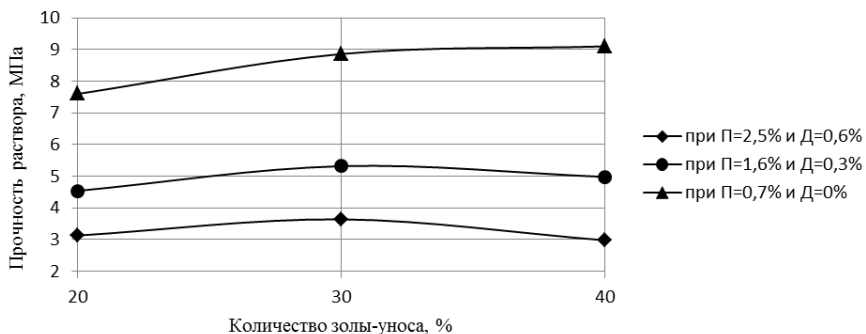


Рис. 4. Зависимость прочности раствора от количества золы-уноса

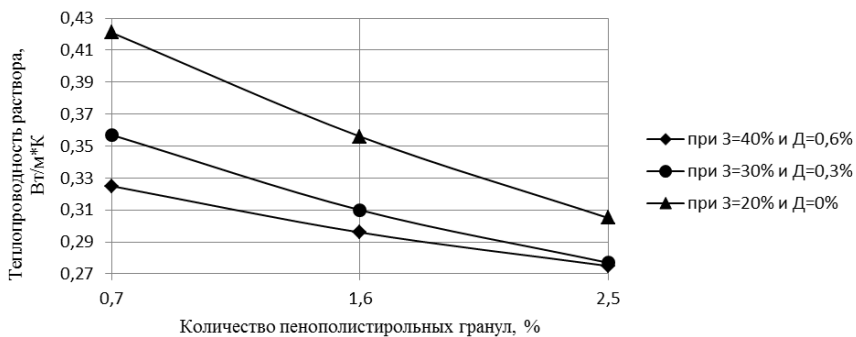


Рис. 5. Зависимость теплопроводности раствора от содержания пенополистирольных гранул

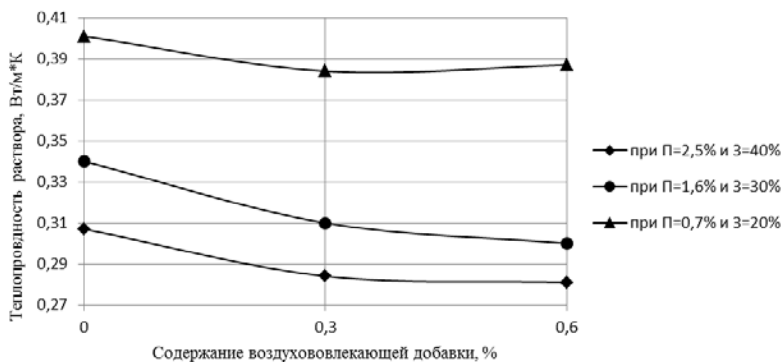


Рис. 6. Зависимость теплопроводности раствора от количества воздухововлекающей добавки

гранул пенополистирола, но при этом, если в состав добавить тонкодисперсный наполнитель и добавку, происходит сохранение требуемой прочности (рис. 4).

Анализируя графики (рис. 5, 6), можно сделать вывод, что уменьшение теплопроводности достигается за счет введения максимального количества гранул пенополистирола и омыленного таллового пека. Зола-унос не влияет на коэффициент теплопроводности.

Таким образом, проведенные исследования показали возможность получения сухих строительных смесей для повышения теплосберегающих качеств ограждающих конструкций вновь возводимых зданий, а также эксплуатируемых зданий при необходимости приведения их в соответствие нормативным требованиям.

### **Литература**

1. Газаров, А.Р. Теплая штукатурка для отделки фасада / А.Р. Газаров // Наука, образование и культура. – 2019. - № 3. – С. 19-20
2. Ильинская, Г.Г., Сопин, Д.М., Богусевич, В.А., Лесовик, Г.А., Черкесов, М.Ф. Сухие отделочные строительные смеси на основе композиционных вяжущих для устройства теплоизоляционных систем / Г.Г. Ильинская, Д.М. Сопин, В.А. Богусевич, Г.А. Лесовик, М.Ф. Черкесов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. – 2015. - № 6. – С. 139-143.
3. Несветаев, Г.В., Козлов, А.В., Филонов, И.А., Осипов, В.В. Оценка эффективности добавок для сухих строительных смесей с нормируемыми показателями прочности сцепления с основанием / Г.В. Несветаев, А.В. Козлов, И.А. Филонов, В.В. Осипов // Инженерный вестник Дона. – 2022. - № 4. – С. 76-84
4. Белых, С.А., Кудяков, А.И., Чикичев, А.А. Сухая строительная смесь с повышенной адгезионной прочностью для отделки кирпичных поверхностей во влажных помещениях / С.А. Белых, А.И. Кудяков, А.А. Чикичев // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2017. - № 6. – С. 42-53.

**А.А. Козлова**

**Научный руководитель к.т.н., доцент Н.А. Свергунова**

*ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск*

### **МЕРОПРИЯТИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ ЗОН ОТДЫХА В УСЛОВИЯХ СТРУКТУРЫ ГОРОДА БРАТСКА**

Проведенные исследования по анализу зон отдыха в структуре г. Братска позволили выработать ряд рекомендаций для развития рекреации города.

1. Организация площадок для экстремальных видов спорта.

Экстремальный спорт - общий термин для видов спорта, характеризующихся высоким уровнем риска и физического напряжения. экстре-

мальные виды спорта являются индивидуальными видами спорта и подразумевают как соревновательную, так и не соревновательную активность. Экстремальные виды спорта (далее - ЭВС) при их большом разнообразии можно классифицировать по среде занятий и по виду (типу) используемого оборудования, снаряжения (доска, велосипед и т.п.), технике выполнения тех или иных упражнений:

- горный экстрим: альпинизм, горные лыжи, ледолазание, скалолазание, сноуборд (сноубординг, ээндбординг), треккинг, хелискиинг и др.;
- водный экстрим: аквабайк, виндсерфинг, водный туризм, дайвинг, каякинг, рафтингсер, фингкайтсерфинг, фридайвинг и др.;
- экстрим в воздухе: автожир, BASE jumping (бейсджампинг), кайтинг, парапланеризм, парашютный спорт, ROPE jumping и др.;
- экстрим на земле: авто/мото, стритлагинг, велоспорт, велотриал, диггерство, конный туризм, оленьи и собачьи упряжки, спелеология, экологический туризм, этнографический туризм и др.;
- городской экстрим: BMX, вейкбординг, горный велосипед, маунтинбайк, паркур, скейтбординг, экстремальное катание на роликах (aggressive inline skating) и др.;
- другой экстрим: военный туризм, корпоративный отдых, круизы, мультитуря, охота, рыбалка, силовой экстрим, экспедиции и др.

Размещение физкультурно-спортивного сооружения для ЭВС следует производить с учетом:

- специфических требований, предъявляемых отдельными видами спорта, зависящими от природных условий, к характеристикам ландшафта, градостроительных условий, складывающихся на территории города, сельского поселения;
- развития существующей сети физкультурно-спортивных сооружений;
- площади участков, отводимых для размещения спортсооружений;
- объединения (по возможности) специализированных сооружений в многофункциональные физкультурно-спортивные комплексы.

Габариты и разметку открытых плоскостных сооружений и площадок, предназначенных для проведения тренировок и соревнований, параметры зон безопасности, установленные правилами проведения соответствующих видов соревнований, следует принимать как обязательные технологические требования.

В данный момент в городе Братске существует несколько площадок для таких видов спорта: скейт-парк на проспекте Ленина; скейт-парк в парке Металлургов; скейт-парк в Северном Артеке, построенный компанией Илим; велотрасса для BMX в Энергетике.

Сооружения для скейтбординга по улице Приморской были демонтированы. Сейчас проходят голосование по программе комфортная город-



ская среда, куда включено строительство скейт-парка в Энергетике по ул. Солнечная. Планируемый состав работ по благоустройству территории входит: ремонт существующего бетонного покрытия площадки с устройством верхнего слоя из песчаного асфальтобетона или бетона; установка фигур скейт-парка; установка урн и скамеек; устройство освещения по периметру благоустраиваемой территории; снос прилегающих зданий и сооружений; ремонт ограждения площадки; установка недостающих участков ограждения.

Реализация данного проекта послужила бы толчком к организации не только зон отдыха и досуга молодежи, но и развитию экстремальных видов спорта в Падунском районе города Братска.

## 2 Благоустройство городских парков и скверов.

Благоустройство парка и города в целом – это деятельность по реализации комплекса мероприятий по обеспечению и повышению комфортности городской среды. Согласно документу, благоустройство предполагает инженерную подготовку и непосредственно выполнение работ: по озеленению территории; укладке покрытий и организации освещения; размещению малых архитектурных форм (МАФ) и монументальных объектов.

Цель благоустройства – улучшить экологическое, эстетическое, функциональное и санитарно-гигиеническое состояние территории. Для этого в городе и его отдельных частях используют разные элементы обустройства.

На данный момент в Братске существует 11 парков и скверов, 8 из которых имеют название и отражены в данной работе, 3 же из них имеет только месторасположение на карте. Это парк между улицами Наймушина, Солнечная и Погодавева в Энергетике, парк между улицами Тайшетская, Кежемская, Видимская и Коршуновская в Заярске, парк возле дома № 18а на проспекте Ленина.

На основе проведенного анализа было выявлено, что в большей части парков и скверов установлены только лавочки и урны, а в некоторых нет и их. С учетом этого для благоустройства парков и скверов можно дать следующие рекомендации: обустроить площадки для отдыха; установить детские игровые комплексы; установить спортивные площадки; обустроить искусственные водоемы; обустроить функциональные элементы (пешеходные аллеи и дорожки); создание системы озеленения; установка декоративного и функционального освещения.

## 3. Организация велодорожек.

Здоровый образ жизни, увлечение велосипедным спортом и борьба за чистоту городской среды приводят к необходимости строительства велосипедных дорожек. Поскольку они выполняют не только рекреационные задачи, но и транспортные, при проектировании следует учитывать инфраструктуру города, его основные потоки.

На дорожках различного назначения может быть организован разный скоростной режим, что подразумевает определенные требования к ширине дорожки, ровности покрытия, прямоте направлений. По назначению они делятся на: внутриквартальные; местные; общегородские.

Велосипедные дорожки могут устраиваться на проезжей части (справа по ходу движения); рядом с проезжей частью (отдельно); на части тротуара;

в лесопарковых и парковых зонах; пешеходных зонах и набережных.

Обязательным условием при проектировании является отделение велосипедистов от других участников движения, поскольку они могут представлять угрозу пешеходам (особенно детям), а с другой стороны, автомобильный транспорт представляет угрозу им самим.

В 2022 году в Братске должна появиться велопешеходная дорожка, которая должна соединить Центральный район с Северным Артеком. Также существует велотропа «Сосновый Бор», которая расположена в северной части города на западном берегу реки Ангара между следующими объектами: на востоке и юго-востоке от аэропорта «Братск», на севере и северо-востоке от жилого района Сосновый Бор Братска, на западе от острова Тэнга. Тропа наезжена и направление движения по ней очевидно, на всех перекрестках деревьями перекрыты неверные направления движения, также на тропе нанесена и периодически обновляется разметка цветной лентой.

Исходя из этого, можно дать следующие рекомендации: создать подобные велопешеходные зоны во всех районах города в лесопарковых зонах и обустроить существующую велотропу всеми необходимыми элементами безопасности; регулярно поддерживать чистоту, регулярно убирать нависающие ветки, убирать поваленные деревья с тропы; контроль и оценка должны осуществляться независимым органом систематически и с участием велообщественности.

**А.А. Котельников**

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

*ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск*

**РАСЧЕТ СТОИМОСТИ РАБОТ НА ПРОВЕДЕНИЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ,  
ОЦЕНКУ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И РАЗРАБОТКУ РАБОЧЕЙ  
ДОКУМЕНТАЦИИ НА УСИЛЕНИЕ СТЕНОВОГО ОГРАЖДЕНИЯ  
ВАРОЧНОГО ЦЕХА ПРОИЗВОДСТВА ЛИСТВЕННОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ  
В г. БРАТСКЕ**

Варочный цех ПЛЦ представляет собой многоэтажное многопролетное здание, которое размещено в/о 81–95/А–Г с размерами в плане 42,75х84,0 м с наибольшей высотой 74,58 м (пролет в/о Б/3–В/2). Пролеты

в/о А–Б; Б–Б/1; Б/1–Б/3 и В/2–Г высотой 9,5 м; 27,75 м и 44,95 м соответственно.

Перекрытия размещены на отм. +9,500; +19,100; +34,700; +38,400; +44,700, +52,400 и +58,400.

Высокий пролет оборудован мостовым электрическим краном Q=30/5т легкого режима с отметкой головки рельса +70,400. Пролет крана составляет 10 м. В этом же пролете размещены варочные котлы высотой 53 м и 64 м, опирающиеся на собственные фундаменты, нагрузка от котлов не передается на каркас здания.

На площадках на отм. +9,500 и +19,100 размещено тяжелое оборудование, сосредоточенные нагрузки от которых достигают 80 тс.

В пролете В/2–Г расположены бункеры для щепы, засыпка которых производится с транспортера, находящегося на площадке на отм. +34,700.

Здание варочного цеха введено в эксплуатацию в 1970 году

Основу конструктивной схемы варочного цеха составляет многоуровневая, многопролетная стальная рама с максимальной отметкой до низа балки покрытия +73,800. Стальной каркас решен в виде стоечно–балочной системы.

Колонны каркаса – стальные сварные двутаврового сечения.

Фахверк – стальные стойки и балки сварные и из прокатных профилей.

Стеновое ограждение – керамзитобетонные панели толщиной 240 мм и 350 мм длиной 12 м и 6 м; балка–панель – стальная сварная составного двутаврового сечения, утепленная минераловатными матами и облицована под керамзитобетон.

Сетка колонн принята 6х6 м, за исключением пролета Б/3–В/2, где сетка колонн принята 12х6 м.

Стоимость работ по обследованию, оценке технического состояния, разработке рабочей документации на ремонт, восстановление или усиление строительных конструкций зданий и сооружений определяется по формуле[1]:

$$C = \sum C_i \quad (1)$$

где C - полная стоимость работ в руб.; C<sub>i</sub> - стоимость отдельного вида работ в руб.

$$C_i = V/100 \times P_i \times V \times K_y \times K_v \times K_d \times K_n \times K_3 \times K_c \times K_b \times K_{cm} \times K_{инд} \times K_{p.k.} \quad (1)$$

где V - строительный объем обследуемого здания (сооружения) или его части в м<sup>3</sup> [1, п. 2.2].

100 - коэффициент перехода к табличным ценам.

P<sub>i</sub> - цена отдельного вида работ в руб.

- обследование [1, табл. 8 и 9];
- оценка технического состояния [1, табл. 11 и 12];

- разработка рабочей документации на ремонт, восстановление или усиление строительных конструкций [1, табл. 14 и 15].

При этом, категория сложности объемно-планировочного и конструктивного решений зданий и сооружения и категория сложности работ принимаются по таблицам соответственно 1, 7, 10 и 13.

$V$  - процентное соотношение конструкций, вошедших в объем работ [1, табл. 2].

$K_v$  - коэффициент, учитывающий факторы, усложняющие тот или иной вид работы [1, табл. 3].

$K_v = 1 +$  величина дробной части применяемых коэффициентов по табл. 3.

Например:  $K_v = 1 + 0,25[K_2] + 0,2[K_3] + 0,15[K_3] + 0,2[K_8] + 0,2[K_{2,2}] = 2,0$ .

$K_v$  - коэффициент на малые строительные объемы (табл. 4).

$K_d$  - коэффициент, учитывающий отсутствие необходимой технической документации (табл. 5).

$K_d = 1 +$  величина дробной части применяемых коэффициентов по табл. 5, но не более 2.

Например:  $K_d = 1 + 0,2[\text{п. 2}] + 0,2[\text{п. 3}] + 0,1[\text{п. 5}] + 0,1[\text{п. 6}] + 0,1[\text{п. 7}] = 1,7$

$K_n$  - коэффициент перехода от цен для работ по промзданиям к ценам работ по сооружениям [1, п. 2.8].

$K_3$  - коэффициент, учитывающий превышение нормативного срока эксплуатации [1, п. 2.9].

$K_c$  - коэффициент, учитывающий переход от зданий и сооружений с металлическими конструкциями к зданиям и сооружениям со смешанными конструкциями [1, табл. 6].

$K_b$  - коэфф., учитывающий работу по обследованию сооружений при подъеме на высоту или спуске на глубину [1, п. 2.11].

$K_{см}$  - коэффициент, применяемый при наличии и учете в работе сейсмических воздействий [1, п.п. 4.3 и 5.3].

$K_{инд.}$  - ежеквартальный инфляционный индекс Росстроя на момент определения стоимости работ [1, п.п. 1.3].

$K_{р.к.}$  - районный коэффициент [1, п. 4]

Согласно исходным данным

1. Тип здания: Б

2. Категория сложности зданий: 3

3. Категория сложности работ: II

4. Строительный объём,  $V=146154\text{м}^3$

5.  $P_i$  – цена отдельного вида работ:

- обследование,  $P_{об}=197,1$  руб.

- оценка технического состояния,  $P_{отс}=198,2$  руб.

- разработка рабочей документации на ремонт, усиление

$P_{разр}=177,4$  руб.

6. Процентное соотношение конструкций, вошедших в объём работ,  $V=0,13$

7. Учет факторов, усложняющих работы  $K_y$ :

• При обследовании без прекращения производственного процесса,  $K_2=1,25$ ;

• Наличие вибродинамических воздействий на конструкции  $K_3=1,2$ ;

• Выполнение работ в неотапливаемых зданиях,  $K_4=1,2$ ;

• То же, средней степени агрессивного воздействия окружающей среды,  $K_8=1,2$ ;

• Конструкции, усиленные по ранее разработанным проектам,  $K_{10}=1,2$ ;

• Здание оборудовано кранами режима работ 7К,  $K_{11}=1,2$ ;

• Наличие заклепок или высокопрочных болтов в конструкциях, узлах, соединениях,  $K_{12}=1,2$ ;

• Затруднен доступ к строительным конструкциям вследствие насыщенности помещений оборудованием или коммуникациями (занимают более 50% площади пола),  $K_{13}=1,25$ ;

• В аварийном состоянии находятся отдельные элементы строительных конструкций зданий, сооружений и грузоподъемных кранов,  $K_{14}=1,4$ ;

• Выполнение работ в затемнённых помещениях,  $K_{15}=1,2$ ;

• Инструментально-приборное обследование строительных конструкций зданий,  $K_{20}=1,35$

• Шумовые воздействия, превышающие нормативные величины,  $K_{21}=1,15$

8. Коэффициент на строительные объёмы,  $K_v=1$

9. Коэффициент, учитывающий отсутствие необходимой тех. докум:

• Заключение ранее проведенных экспертиз, материалы и документация по выполненным обследованиям, ремонтам и усилениям  $K_d=1,1$

10. Коэффициент, учитывающий превышение нормативного срока эксплуатации,  $K_9=1$

11. Понижающий коэффициент при наличии бетонных, железобетонных и каменных конструкций,  $K_c=0,9$

12. Выполнение расчетов с учетом сейсмичности 6 баллов,  $K_{см}=1$

13. Районный коэффициент,  $K_{р.к.}=1,4$

14. Ежеквартальный инфляционный индекс Росстроя,  $K_{инд.}=4,91$

Формулы для расчета:

Полная стоимость работ  $C=C_{об}+C_{отс}+C_{разр}$ , где

Стоимость обмерных работ:

$C_{об}=V/100 \cdot P_{об} \cdot V \cdot K_y \cdot K_v \cdot K_d \cdot K_9 \cdot K_c \cdot K_{см} \cdot K_{р.к.} \cdot K_{инд.}=(146145/100) \cdot 197,1 \cdot 0,13 \cdot (1+0,25+0,2+0,2+0,2+0,35) \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 4,91=968373$ руб.

Стоимость оценки технического состояния:

$$C_{\text{отс}} = V/100 * P_{\text{отс}} * V * K_y * K_v * K_d * K_э * K_c * K_{\text{см}} * K_{\text{р.к.}} * K_{\text{инд}}$$

$$= (146145/100) * 198,2 * 0,13 * (1+0,2+0,2+0,2+0,2+0,2+0,4) * 1 * 1,1 * 1 * 0,9 * 1 * 1,4 * 4,91 = 615017 \text{руб}$$

Стоимость разработки рабочей документации:

$$C_{\text{разр}} = V/100 * P_{\text{разр}} * V * K_y * K_v * K_d * K_э * K_c * K_{\text{см}} * K_{\text{р.к.}} * K_{\text{инд}} = (146145/100) * 177,4 * 0,13 * (1+0,15+0,2+0,2+0,4+0,2+0,2+0,2+0,4) * 1 * 1,1 * 1 * 0,9 * 1 * 1,4 * 4,91 = 550474 \text{руб.}$$

Полная стоимость:

$$C = 968372 + 615012 + 550474 = 2133863 \text{руб.}$$

Согласно полученным расчётам, полная стоимость на проведение обследования, оценку технического состояния и разработку рабочей документации на усиление строительных конструкций здания 2133863 руб.

Из них, это:

- обмерные работы – 45%;
- оценка технического состояния – 29%;
- разработки рабочей документации – 26%.

### Литература

1. Справочник базовых цен на проектные работы по обследованию, оценке технического состояния, усилению, испытанию строительных конструкций зданий, сооружений, грузоподъемных кранов (подъемников) и экспертизе промышленной безопасности опасных производственных объектов / Г.М. Новиков, А.Н. Биленкин, В.А. Гришин, В.Н. Зензинов, В.И. Казицин. – 3-е изд., перераб. и доп. – Новокузнецк – 2015. – 43 с.

**Е.А. Кофман**

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

*ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск*

## ИННОВАЦИОННАЯ СОВРЕМЕННАЯ СИСТЕМА УТЕПЛЕНИЯ ФАСАДОВ LOBATERM

UrbanGroup постоянно отслеживает инновационные решения, появляющиеся на рынке, и ведет политику разнообразия как планировочных, так и фасадных решений [1]. Облицовочный кирпич, СФБ-панели, декоративная штукатурка - это лишь часть разнообразия используемого в строительстве облицовочного материала. Одним из современных вариантов вентилируемых фасадов является новейшей инновационной технологии утепления фасадов Lobaterm, разработанной по немецкой технологии [2].

Это техническое решение, совмещающее энергоэффективность, надежность, долговечность и привлекательный внешний вид [1]. Именно инновационность данной фасадной системы позволяет использовать в качестве финишного покрытия клинкерную плитку или декоративную

штукатурку [3]. Данная технология подразумевает использование высокоэффективного утеплителя, состоящего из минераловатных плит и наружный отделочный слой из клинкерной плитки или декоративной штукатурки. Современная фасадная система Lobaterm не уступает по своим характеристикам системе с кирпичом [2].

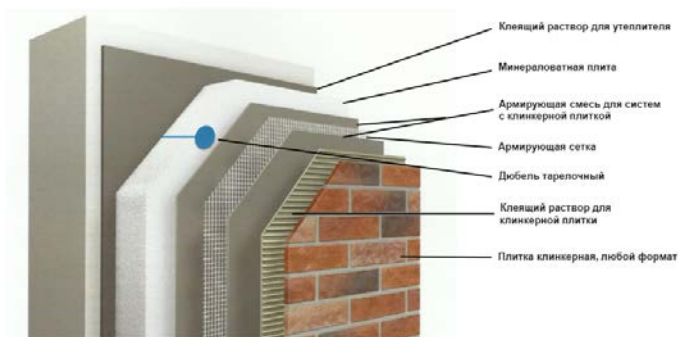


Рис. 1. Система утепления фасадов с финишным покрытием из клинкерной плитки

Преимущество фасадной системы с использованием клинкерной плитки обеспечивается за счет совмещения в одной системе двух компонентов – высоко эффективного утеплителя, гарантирующего высокий уровень тепло защиты здания, и наружного отделочного слоя из клинкерной плитки, которая по своим эксплуатационным характеристикам не уступает облицовочному кирпичу. [2] Клинкерная плитка обладает более высокими прочностными характеристиками, низким водопоглощением и повышенной морозостойкостью.

Преимущества клинкерной плитки [2]:

- Высокий срок эксплуатации. Плитка изготавливается из специального вида глины - сланцевой. В процессе изготовления она обжигается до полного запекания (при температуре около 1200°C), что придаёт данным кирпичам различные оттенки. Важные для строительного материала свойства – высокая морозостойкость и возможность использования практически в любых погодных условиях;
- Низкий коэффициент теплопроводности;
- Особенности технологии изготовления приводят к отсутствию высолов на поверхности, что при длительной эксплуатации позволяет зданию сохранять красивый и презентабельный внешний вид долгое время;

- Клинкерная плитка относится к классу негорючих строительных материалов;
- При покраске плитки используются только натуральные красящие добавки, поэтому плитка является полностью безопасной для использования.

Lobaterm – система утепления фасадов с финишным покрытием из декоративной минеральной штукатурки используется наряду с финишным слоем из клинкерного кирпича.

В качестве теплоизоляционного слоя используются минераловатные плиты. По данным теплотехнического расчета, конструкция стены с использованием эффективного утеплителя (жесткие минераловатные плиты, толщиной не менее 50 мм.) [1] и финишным покрытием из штукатурки ничем не уступает конструкции стены с использованием облицовочного кирпича или клинкерной плитки:

- При меньшей толщине стены эффективность ограждающей конструкции с использованием минеральной ваты будет выше, чем с использованием лицевого кирпича;
- Теплопроводность стены с использованием минеральной ваты и штукатурки значительно ниже, чем с использованием отделки из кирпича;
- Минеральная вата полностью пожаробезопасна (НГ) и экологична;
- Обладает хорошими звукоизолирующими свойствами;
- Для того, чтобы обеспечить долговечность фасада с финишным слоем из декоративной штукатурки, используется многослойная система с применением материалов quick-mix.

Слой утеплителя закрепляется на наружных стенах здания специальным клеевым составом RKS. Обычно используется утеплитель из минеральной ваты[3]. Армирующий слой наносится для обеспечения адгезии защитно - декоративного слоя к поверхности утеплителя, для чего применяется армирующий состав RAS и сетка из стекловолокна. Поверх сетки утеплитель дополнительно армируется дюбелями [2].

Таким образом, современная фасадная система Lobaterm не уступает по своим характеристикам системе с кирпичной отделкой.

А также существует ряд преимуществ использования такой теплоизоляционной системы:

- долговечность;
- вес конструкции стен значительно ниже, чем при использовании лицевого кирпича;
- высокий уровень теплозащиты, сокращение затрат на отопление помещения;
- высокий уровень звукоизоляции здания.



## Литература

1. Ватин Н. И., Горшков А. С., Немова Д. В. Энергоэффективность ограждающих конструкций при капитальном ремонте // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2013. № 3(8). С. 1-11.
2. Фролов И. Д., Чупайда А. М. Термодинамические проблемы в конструкциях навесных вентилируемых фасадов // Молодой ученый. 2019. № 14 (252). Часть 1. С. 24-26.
3. Фасадные технологии // [Электронный ресурс] <http://best-fasad.ru> (дата обращения 21.05.2022).

**С.Е. Кулешова**

**Научный руководитель к.т.н., доцент А.М. Курицына**

*ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск*

## СТРОИТЕЛЬСТВО РЕСПУБЛИКАНСКОГО ДЕТСКОГО ОНКОЛОГИЧЕСКОГО ЦЕНТРА В г. УФЕ

По данным ВОЗ, в России ежегодно регистрируется около 600 тыс. случаев онкозаболеваний, более 10 тыс. из них – у детей. В части первичной заболеваемости наиболее высокий уровень отмечен в 10 регионах, среди них – республика Башкортостан. Строительство нового детского онкологического центра обусловлено недостаточной конструктивной и технологической оснащённостью уже существующих профильных зданий. Появление такого центра увеличит коечный фонд региона в 3 раза, повысит качество и доступность новых видов онкологической помощи, улучшит ситуацию по снижению процента заболеваний в регионе и близлежащих территориях, увеличит объёмы своевременной диагностики и оказываемой на ранних стадиях заболеваний медицинской помощи.

Проектом предусмотрено строительство здания детского онкологического центра со стационаром на 72 койки (включая 2 резервные), отделением реанимации и интенсивной терапии на 7 коек, включая изолятор, с блоком трансплантации костного мозга на 6 коек, операционным блоком на 1 операционную и 2-мя послеоперационными палатами на 2 койки, дневным стационаром на 10 коек. Также организовано 4 кабинета амбулаторного приема, пропускная способность которых – 40 пациентов в смену (продолжительность смены – 8 часов).

Объём проектируемого корпуса имеет Г-образную форму в плане и визуально разделён на 2 блока (рис.1). Первый состоит из 5-6, второй – 7-8 этажей. Поворот улицы формирует абрис корпуса. Акцент в здании сделан на угол сопряжения блоков, образуя контраст форм. Его дополняют вертикальные акценты витражных групп на фасадах, расположенных в функционально обоснованных зонах. Отделка фасадов онкологического

корпуса в соответствии с [1] предусматривается по системе НФС «навесной вентилируемый фасад» с использованием минераловатного утеплителя с последующей облицовкой фиброцементными панелями. Крыльца, пандусы и ступени облицованы противоскользящими гранитными плитами. Все материалы, применяемые для отделки фасадов, по группе горючести относятся к группе К0.



Рис. 1. Фасад здания в осях 1-16

На первом этаже помимо вестибюльных групп размещены: блок помещений приема в атриумной части, помещения пищеблока с обеденными залами, служба забора гемопоэтических стволовых клеток в западной части основного блока и раздевалки для персонала. На втором этаже находится дневной стационар, административные помещения и иммунологическое отделение на 10 коек. На третьем и четвертом этажах располагаются гематологическое и онкологическое отделения на 31 койку каждое. На пятом этаже размещены операционный блок, в отделение реанимации и интенсивной терапии на 7 коек с блоком трансплантации костного мозга на 6 коек. На шестом этаже находится кафедральный блок и технические помещения. На седьмом этаже расположена клиничко-диагностическая лаборатория. На восьмом этаже размещены технические помещения.

В здании предусмотрены три лифтовые группы, для посетителей и персонала. Габариты всех лифтов соответствуют габаритам лифтов для транспортировки МГН. Для эвакуации МГН и перевозки пожарных подразделений предусмотрено три лифта с организацией поэтажных пожаробезопасных зон.

98 машиномест будут размещены в проектируемом отдельном здании парковки на территории квартала, а 6 машиномест для МГН у входа на территорию стационара.

Площадка для строительства объекта обеспечена необходимыми сетями для наружного пожаротушения. Для подъезда пожарной техники разработаны конструктивные решения и мероприятия генерального плана для успешного тушения возможного пожара в проектируемом здании. Эвакуация с верхних этажей осуществляется по четырем незадымляемым лестничным клеткам с естественным освещением, имеющим непосредственный выход наружу.

В период инженерно-геологических изысканий из специфических видов грунтов выявили техногенные насыпные грунты, залегающие с поверхности. Насыпные грунты представлены асфальтобетоном, песчано-гравийной смесью, суглинком полутвердым с включением гравия до 15%. Отсыпка насыпных грунтов выполнена при строительном освоении участка более 10 лет назад, планомерно, с уплотнением, в виду этого можно говорить об отсутствии в настоящее время процессов уплотнения и консолидации.

Здание каркасно-монолитное со стенами, частично с заполнением из кирпича, с плоской многоуровневой кровлей (рис. 2). В качестве фундаментов использована монолитная железобетонная плита высотой 900 мм по свайному полю. Устойчивость и пространственная неизменяемость надземной части здания обеспечивается жесткими узлами вертикальных несущих конструкций простенков и колонн здания с перекрытиями, с фундаментами и диафрагмами (лестничные и лифтовые конструкции). Пространственная жесткость подземной части здания обеспечивается армированием и установкой анкерочных стержней – выполнением выпусков из плитной части фундамента в стены и колонны. Высота каждого из этажей равна 3,9 м.

В проекте рассчитывается монолитная безбалочная плита перекрытия первого этажа толщиной 200 мм из тяжелого бетона класса В25. Основное верхнее и нижнее армирование плиты производится арматурными стержнями класса А400 диаметром 14 мм, а дополнительное верхнее армирование – стержнями класса А400 диаметром 20 мм.

Также рассчитываются 2 центральные колонны – 8-этажная размерами 300х600 мм и 2-этажная размерами 400х400 мм со скрытыми капителями каждая. Армирование колонн производится каркасами из арматуры класса А400 диаметрами 25 мм – продольная и 8 мм – поперечная. Капители 8-этажной колонны армируются стержнями диаметром 36 мм, а 2-этажной – стержнями диаметром 25 мм.

Все расчеты производятся по 1 и 2 группам предельных состояний с использованием программного комплекса «SCAD».

На строительство онкологического центра составлена сметная документация в соответствии с [2] с использованием программного комплекса «ГРАНД Смета», метод определения сметной стоимости – базисно-индексный. Сметная стоимость строительства составила 2,7 млрд. руб. на 3 квартал 2022 г.

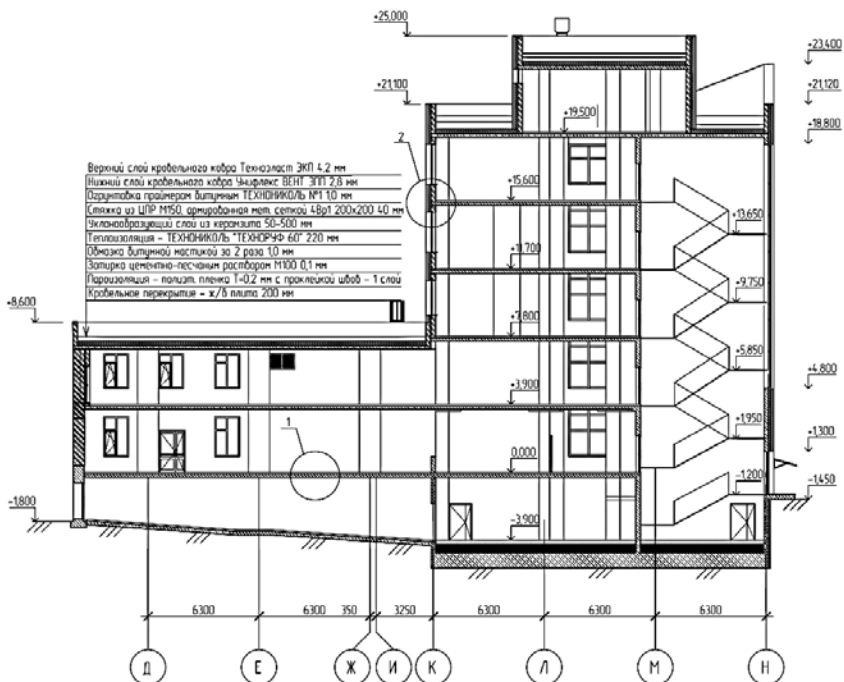


Рис. 2. Разрез здания

Строительно-монтажные работы на объекте осуществляются в соответствии с [3] подрядным способом с привлечением в качестве генподрядчика организации, имеющей в своем распоряжении достаточно развитую производственную базу и квалифицированный кадровый состав, с привлечением необходимых субподрядных организаций.

В состав подготовительного периода строительства входят:

- сдача-приемка геодезической разбивочной основы для строительства и прокладки инженерных сетей, дорог;
- устройство временных инвентарных ограждений;
- освоение строительной площадки (расчистка, планировка территории, организация временных стоков поверхностных вод, вынос инженерных сетей, предусмотренных проектом);
- прокладка временных инженерных сетей, размещение мойки колес на выезде с строительной площадки;
- устройство площадок складирования из дорожных плит;
- устройство временных дорог из щебня;
- размещение мобильных вагончиков бытового и административного назначения, контейнеров для сбора бытового мусора, складов;

– обеспечение строительной площадки противопожарным инвентарем, освещением и средствами связи.

Работы основного периода выполняются в следующей технологической последовательности:

– земляные работы, устройство фундаментной плиты, возведение стен, колонн, перекрытий ниже отм. 0,000;

– возведение надземной части здания (монолитный железобетонный каркас, заполнение наружных стен, возведение внутренних стен и перегородок);

– фасадные, кровельные, отделочные работы, прокладка инженерных сетей;

– пусконаладочные работы, работы по благоустройству территории;

Потребность в кадрах, ресурсах, строительных машинах и механизмах определена в целом по строительству на основании физических объемов работ и эксплуатационной производительности машин.

Планируется выполнить весь объем подготовительных, строительного-монтажных, пуско-наладочных работ и работ по благоустройству в срок за 20 месяцев.

Открытие республиканского детского онкологического центра станет завершающим этапом создания единой диагностической и лечебной базы по профилю онкозаболеваний в г. Уфе.

### **Литература**

1. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. - М.: Минстрой России, 2012. - 110 с.

2. МДС 81-35-2004 Методика определения стоимости строительной продукции на территории РФ. – Взамен СП 81-01-94, МДС 81-1.99, МДС 81-28.2001, МДС 81-29.2001, МДС 81-27.2001, МДС 81-30.2002; введ. 05.03.2004. –М.: Госстрой России, 2004.

3. СП 48.13330.2011 Организация строительства. Утвержден Приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 27 декабря 2010 г. № 781 и введен в действие с 20 мая 2011 г.

**Н.А. Ливанцова**

**Научный руководитель к.т.н., доцент С.В. Либеровская**

*ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск*

## **ПОЛУЧЕНИЕ ПОРИЗОВАННЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

Основной целью стратегии государственной политики в области стройиндустрии является снижение энергозатрат на отопление зданий и повышение эксплуатационной надежности ограждающих конструкции,

что предопределяет необходимость создания современных строительных материалов. Вышесказанное особенно актуально для суровых климатических условий Сибири и Дальнего Востока.

Минимизация энергозатрат при изготовлении обжиговых материалов может быть достигнута вовлечением в производство техногенного сырья. К таким сырьевым источникам можно отнести микрокремнезем – крупнотоннажный отход кремниевого и ферросплавного производства [1].

Дополнительное порообразование вследствие выгорания органической составляющей способствует улучшению теплотехнических характеристик обожженных изделий. Энергосбережение достигается за счет снижения, в ряде случаев, конечной температуры обжига вследствие благоприятного сочетания оксидов в исходных смесях и катализирующего действия газов - восстановителей, выделяющихся при дегидратации и термической деструкции компонентов сырьевой смеси.

Для получения изделий с меньшей средней плотностью и повышенной пористостью в шихту вводят органические выгорающие добавки. Наиболее часто используют древесные опилки, угольную мелочь и угольный порошок, торфяную пыль и др.

На кафедре строительного материаловедения БрГУ ведутся работы по получению поризованных керамических изделий на основе Анзебинского суглинка и микрокремнезема.

При этом основным сырьем для производства стеновой керамики в г. Братске являются суглинки Анзебинского месторождения. Анзебинское месторождение находится в Братском районе (1 км к СВ от ж.-д. ст. Анзеба).

Глинистое сырье Анзебинского месторождения представлено преимущественно рыхлыми осадочными породами полиминерального состава. Естественная влажность глинистого сырья находится в пределах 13,2...23,3 %. Химический состав глинистой породы Анзебинского месторождения, определенный приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав (мас.%) Анзебинского суглинка

Химические элементы									
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	ППП
Данные ООО «Керамика»									
52,06	13,81	5,80	5,61	5,83	4,65	0,41	0,17	-	11,3
Данные ВНИИСТРОМа									
54,3	12,44	3,84	5,84	5,44	4,19	0,47	0,17	-	10,1
Данные КрасГАСА									
58,30	11,90	5,35	4,25	5,75	1,87	0,38	0,07	0,2	11,38

Еще один компонент шихты – микрокремнезем, является отходом алюминиевого производства, который накапливается в системе газоочистки печей для выплавки продукции. Данный отход представляет собой конденсаты паров кремния (монооксида кремния), преимущественно состоит из глобул со средним диаметром 0,1...0,2 мкм (в сто раз меньше размера частиц цемента), является аморфным и характеризуется высоким содержанием аморфного SiO<sub>2</sub> около 70,63%. Данные химического состава микрокремнезёма приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав (мас.%) микрокремнезема

Год	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	MgO	Влага	ППП
2010	75,14	1,78	1,43	0,62	0,94	1,33	1,77	0,23	9,82
2011	70,63	1,76	1,09	0,54	1,15	3,25	2,44	0,37	11,39
2017	82,57	0,77	0,97	0,51	0,54	2,36	1,51	0,65	1,41

В химическом составе отхода производства ферросплавов имеется MgO – 1,77-2,44%, при достаточно высоких показателях ППП от 9,12-11,39%. Содержание в химическом составе (R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + R<sub>2</sub>O) флюсующих составляющих в достаточном количестве, способствует более раннему накоплению расплава и интенсивному спеканию кремнеземистых масс при обжиге.

В качестве выгорающей добавки при изготовлении стенового кирпича возможно использовать древесные опилки, которые вводятся в шихту на этапе смешения основных компонентов [2]. Являясь длинноволокнистыми, опилки армируют глинистые частицы и повышают сопротивление разрыву керамической массы и трещиностойкость в сушке. В обжиге они выгорают, оставляя в керамике относительно крупные поры, увеличивающие водопоглощение кирпича, теплоизоляционные свойства, но снижающие морозостойкость.

В настоящее время ведутся работы по оптимизации рецептуры шихт и их соотношение с помощью метода математического планирования эксперимента, позволяющая выявить их рациональное сочетание.

В России выпуск поризованной керамики освоили всего лишь несколько кирпичных заводов:

1. ЗАО «НПО Керамика» (г. Санкт-Петербург), ЗАО «Победа» (г. Санкт-Петербург) выпускает кирпич и камень поризованный. Совокупная производственная мощность — 450 млн шт. условного кирпича в год. Продукция заводов поставляется в Центральный, Южный, Северо-Западный и Уральский федеральные округа, а также в Казахстан, Финляндию и Германию под торговой маркой «ЛСР».

2. Голицынский кирпичный завод (г. Москва). Крупнейшее современное предприятие мощностью более 120 млн.шт. условного кирпича в год.

3. Норский керамический завод (г.Ярославль). Ежегодно выпускается более 100 млн. штук условного кирпича.

Более интенсивное производство пористо-пустотелой керамики в России ограничивается двумя основными факторами:

- большинство предприятий керамической промышленности нуждаются в техническом перевооружении или полной реконструкции;
- керамическое сырье часто не отвечает высоким требованиям, предъявляемым к сырьевым материалам для производства пористо-пустотелых керамических изделий.

### **Литература**

2. Лохова Н.А., Макарова И.А., Патраманская С.В. Обжиговые материалы на основе микрокремнезема. - Братск: БрГТУ, 2002. – 163 с., ил.

3. И.А. Макарова, Ю.А.Тимофеев, С.И. Дерунов, Н.А. Волкова, А.А. Приловский «Ресурсосберегающая технология изготовления глинокремнеземистого кирпича пониженной средней плотности» Современное состояние и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы VI Международной научнопрактической конференции / Под ред. Ф.К. Абдразакова. – Саратов: 2017. – 344 с.

**А.С. Максимович**

**Научный руководитель доцент кафедры СКнТС З.И. Гура**

*ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск*

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТНОГО РЕШЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПОКРЫТИЯ ЗАЛА АКВАПАРКА ДЕТСКОГО ЦЕНТРА В г. ТЮМЕНИ**

На сегодня рынок развлечений вошел в интенсивную фазу развития и начал быстро консолидироваться. Более половины населения крупных городов пользуется услугами современной индустрии развлечений. Одним из самых популярных мест проведения досуга являются торгово-развлекательные, спортивные и рекреационные центры, кинотеатры и парки.

В рамках выпускной квалификационной работы изучаются вопросы применения, расчета и конструирования большепролетных несущих и ограждающих строительных элементов с использованием синтетических полимеров. Такое решение представляется обоснованным для разработки покрытия водной зоны Центра, где располагается аквапарк.

Площадка, выбранная под строительство, находится рядом с горнолыжным комплексом «Воронинские горки», образуя центр молодежного и семейного отдыха. Детский центр – рекреационно-оздоровительный и



общественно-развлекательный комплекс сооружений, сочетающий в себе устройства для водного отдыха, включая плавательные и игровые бассейны с водными аттракционами, кафе, торговыми помещениями и игровым комплексом для детей. Важно, что детский центр — это не только аттракционы, но и отдых, здоровье, то есть социально значимый объект (рисунок 1).

Концепция организации пространства, архитектура бассейнов и устройство водных аттракционов базируется на назначении центра с учетом эксплуатационных требований [1, 2].

Чтобы детский центр работал и жил как живой организм, чтобы все в нем было гармонично, синхронно, отлажено и радовало глаз, необходимо выполнение многих условий. Главное – это надежность конструкций, привлекательность и безопасность аттракционов, правильный учет и распределение потоков людей (вход, выход и сам отдых), поддержание надлежащего качества воды, которое должно быть безопасно в санитарно-эпидемиологическом отношении и приемлемо для самых маленьких и чувствительных людей.

Как показывает многовековой опыт и современные исследования, для большепролетных зданий целесообразно применение арочных конструкций. Они эстетичны по форме и по затрату материала значительно выгоднее, чем балочные и рамные системы [3, 4].



Рисунок 1 – Главный фасад Детского центра

В качестве основного строительного материала для конструкций покрытия водной зоны в проекте используются пластмассы, обладающие затухающей ползучестью, - стеклопластики. Область применения данного материала огромна благодаря его уникальным свойствам. В нем заключены достоинства и других более традиционных материалов, таких как древесина и металл. Стеклопластик влаго- и теплостоек, обладает высокой прочностью, коррозионной стойкостью и долговечностью. Материалы на основе синтетических полимеров отвечают самым высоким требованиям, их применение в строительной отрасли считается перспективным [4].

При выборе конструктивных решений Детского центра учитывалось, в том числе, принятое объемно-планировочное решение и природно-

климатическая характеристика места строительства. Исходя из этого, для проектирования несущих и ограждающих конструкций покрытия со значительной величиной пролёта водной части Центра выбраны:

1) Трёхслойная ограждающая светопроницаемая плита покрытия из стеклопластика размером 1200x3800 мм (рисунок 2).

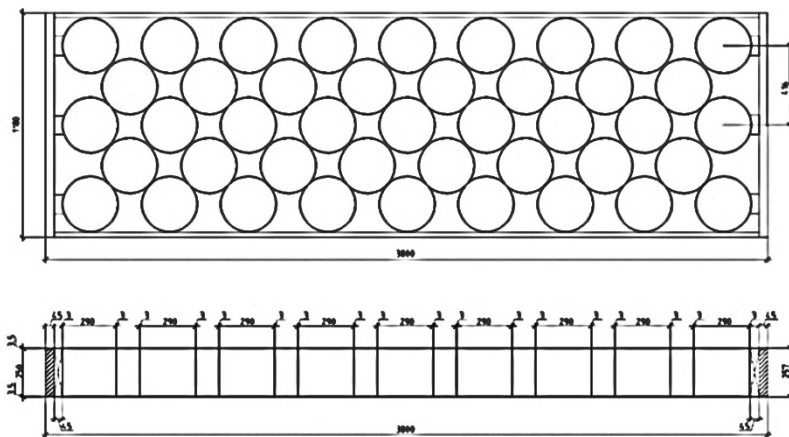


Рисунок 2 – Эскиз плиты покрытия

Плиты состоят из несущего каркаса, обшивок и среднего слоя. Для получения необходимого сопротивления теплопереаеche поперечное сечение конструируется коробчатого вида. Обшивки из стеклопластика СВАМ (1:1) в виде плоских листов толщиной 3,5 мм. Обрамление из антисептированных сосновых брусков 45x250 мм и 25x250 мм. В качестве среднего слоя используются кольцевые отрезки труб из стеклопластика СВАМ (1:1) с внутренним диаметром 290 мм и толщиной стенки – 3 мм.

Расстановка колец производится с учётом местного изгиба обшивки от действия основной и монтажной нагрузки и её местной устойчивости от действия сжимающих напряжений. Кольца воспринимают касательные напряжения и совместно с обшивкой обеспечивают прочность и жёсткость плиты. Замкнутые воздушные объёмы, создаваемые кольцами, обеспечивают высокую теплоизоляцию. Соединение обшивок с обрамлением и кольцами - на полиэфирном клее ПН-1. По контуру панель оклеивается алюминиевой фольгой толщиной 50–100 микрон. Общая толщина панели – 257 мм.

Плиты укладываются по прогонам, установленным с шагом 3,8 м ля передачи нагрузки в узлах арки, это формирует в стержнях только продольные осевые усилия, что эффективно ля стержневых элементов. Для удобства опирания и крепления плит прогоны приняты из широкополочного стеклопластикового двутавра.

2) Сквозная разновысокая двухшарнирная арка пролетом 42 м из стеклопластика (рисунок 3).

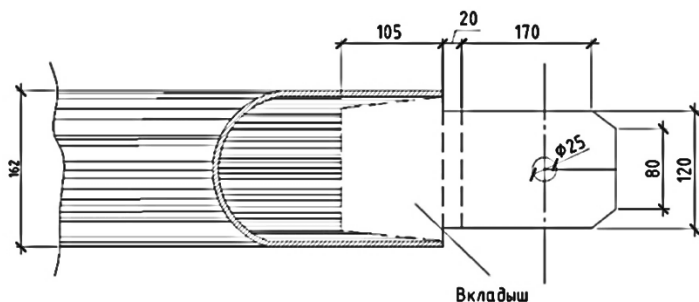


Рисунок 3 – Деталь крепления вкладыша в оголовке

Для изготовления арки приняты трубы из однонаправленного стеклопластика СВАМ на основе эпоксидной смолы и листовой стеклопластик. Трубчатые элементы обладают повышенной жесткостью по сравнению с равноценными по площади сплошными сечениями и одинаковым моментом инерции в любом направлении.

Диаметр труб верхнего и нижнего поясов арки составляет 150 мм, стержней решетки – 100мм. Учитывая большой пролёт арки и возникающие, в связи с этим, значительные усилия, в качестве материала для соединений узлах используется листовая стеклотекстолит КАСТ-В – для фасонки, прессматериал АГ-4С – для болтов.

Наиболее сложным при проектировании сквозных конструкций из труб является решение узлов. В работе рассмотрен вариант сопряжения с применением фасонки и соединительных планок на болтах. Для этого в торцевые части труб вклеиваются вкладыши, спрессованные из листов стеклотекстолита КАСТ-В (рисунок 3).

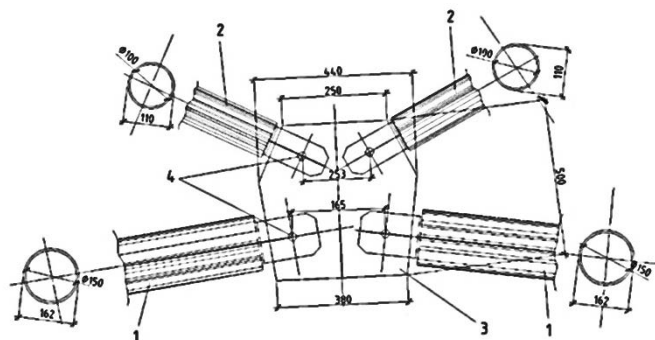


Рисунок 4 – Нижний узел

1 – Стержень нижнего пояса; 2 – Раскосы; 3 – Фасонка; 4 – Болт

Для крепления к узловым фасонкам вкладыши имеют выступающие концы с отверстиями под болты. При конструировании узла соблюдено условие центрирования осей примыкающих стержней.

Рассмотренный вариант конструкции прост в изготовлении и достаточно надежен в эксплуатации.

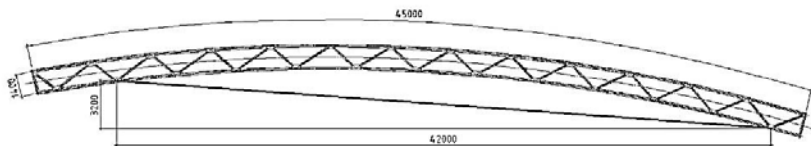


Рисунок 5 – Эскиз арки

Практика создания таких зданий раскрывает большую градостроительную и социальную значимость объекта массовых посещений, возможность включения в городскую застройку новых архитектурных акцентов при одновременно высокой рентабельности функционирования всего детского центра.

### Литература

1 СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*. Центральный научно-исследовательский институт строительных конструкций им. В.А. Кучеренко – институт ОАО «НИЦ «Строй-тельство», при участии РА и Государственной геофизической обсерватории (ГГО) им. А.И. Воейкова-М.: 2016.-96 с.

2 СП 131.13330.2020 Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*. Строительная климатология. – М.: Минрегион, 2020.-154 с.

3 Гура, З. И. Конструкции из дерева и пластмасс. Проектирование и технико-экономическая оценка несущих и ограждающих конструкций покрытия: методические рекомендации / З.И. Гура. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2007.- 30с.

4 Малбиев С.А., Горшков В.К., Разговоров П.Б. Полимеры в строительстве: Учеб. пособие для вузов [текст]. – М.: Высш. шк., 2008. – 456 с.: ил.

**В.М. Никитенко**

**Научный руководитель к.т.н., ст. преподаватель М.Д. Сорока**

*ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск*

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДЕТСКОЙ ПОЛИКЛИНИКИ В с. ЗАСЕЧНОМ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Детская поликлиника предназначена для оказания первичной медико-санитарной помощи детскому населению, которая включает мероприятия по профилактике, диагностике, медицинской реабилитации, формиро-

ванию здорового образа жизни в соответствии с утвержденным приказом Министерства Здравоохранения Российской Федерации от 7 марта 2018г. №92н «Об утверждении положения об организации оказания первичной медико-санитарной помощи детям».

Работа поликлиники организовывается по сменному графику, обеспечивающему оказание медицинской помощи в течение рабочего дня, а также предусматривает оказание медицинской помощи в неотложной форме в выходные и праздничные дни.

В структуре поликлиники предусмотрены:

- информационно-аналитическое отделение
- профилактическое отделение
- консультативно-диагностическое отделение
- дневной стационар на 15 мест
- служебно-бытовые и административные помещения поликлиники.

Проект разработан для детской поликлиники на 500 посещений в смену с дневным стационаром на 15 мест, расположенной в с. Засечном Пензенского района Пензенской области.

Здание расположено в пределах выделенного участка, имеет сложную П-образную форму с размерами в осях 47,6 x 46,75м. и переменную этажность. Высота этажа от пола до пола - 3.6м, что обусловлено функциональным зонированием и взаимосвязью медицинских отделений. На создание общей композиционной схемы здания и выбор объемно-планировочного решения повлияли:

- а) перечень отделений с наборами соответствующих помещений;
- б) технологические взаимосвязи внутренних процессов поликлиники;
- в) уровень и характер санитарно-гигиенических требований;
- г) генеральный план земельного участка.

Здание детской поликлиники запроектировано с учетом создания доступной среды, как для мобильной, так и маломобильных групп населения с возможностью беспрепятственного пользования всеми видами предоставляемых услуг.

Вертикальными коммуникациями служат 4 лестницы и 2 лифта грузоподъемностью 1275кг, предназначенные для перевозки пожарных подразделений и маломобильных групп населения. Для сообщения первого и подвального этажей предусмотрены отдельные лестницы.

В зоне центральной входной группы предусмотрены зоны для размещения детских колясок общей площадью 31,3 м<sup>2</sup>. Площадь колясочной установлена с учетом 6 м<sup>2</sup> на 100 посещений в смену. Расположение площадок колясочной не препятствует свободному выходу через пути эвакуации.

Технико-экономические показатели Генерального плана отражены в табл. 1.

Таблица 1 – Техничко-экономические показатели Генерального плана

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Количество
1	Площадь участка	м <sup>2</sup>	9738.00
2	Площадь застройки, в том числе:	м <sup>2</sup>	1818.70
	крыльца, пандусы, прямки	м <sup>2</sup>	308.00
	въездная рампа	м <sup>2</sup>	48.00
3	Площадь покрытий, в том числе:	м <sup>2</sup>	4921.60
	-площадь проездов	м <sup>2</sup>	3020.30
	-площадь тротуаров (плиточное покрытие)	м <sup>2</sup>	1249.00
	-площадь отмостки (асфальтобетон)	м <sup>2</sup>	140.00
	-площадь пешеходной зоны (брусчатка)	м <sup>2</sup>	512.30
4	Площадь зеленых насаждений	м <sup>2</sup>	4040.70

К проектируемому зданию предусмотрены два подъезда: основной (для посетителей и сотрудников) и хозяйственный (для вывоза отходов). По границе участка выполнено металлическое ограждение высотой 1.60м с воротами и калитками для доступа на участок.

Проезд вокруг здания круговой, шириной 4,5 м. Ширина тротуаров по участку детской поликлиники с дневным стационаром на 500 посещений – от 1 до 2 м.

Наружное пожаротушение поликлиники выполнено от двух проектируемых пожарных гидрантов (ПГ).

Подъезды (проезды) для пожарных машин к зданию выполнены со всех его фасадов. При этом ширина указанных подъездов составляет не менее 3,5 м по п. 8.6 [2]. Подъезды для пожарной техники размещены на расстоянии не менее 5 м и не более 8 м по п. 8.8 [2] от наружных стен здания. Дорожное покрытие пожарных проездов рассчитано на нагрузку от пожарных автомобилей любой модификации по п. 8.9 [2].

Несущая система здания представляет собой пространственно-связевой каркас, который состоит из объединенных в единое целое:

- фундамента;
- колонн, перекрытий, покрытия;
- ядер жесткости (в виде стен лестничных клеток и лифтовых шахт);
- диафрагм жесткости.

Пространственная жесткость и геометрическая неизменяемость каркаса обеспечивается жесткими узловыми соединениями колонн, стен с фундаментом, плитами перекрытий.

Наружные стены - несущие, опирающие в пределах этажа на перекрытия, не передающие нагрузку на фундамент, приняты из кирпича ГОСТ 379-2015 толщиной 250 мм на цементно-песчаном растворе марки М100.

Перегородки толщиной 120 мм и вентиляционные каналы выполнены из полнотелого керамического кирпича 250х120х65 по ГОСТ 530-2012 на растворе М100 с армированием строительной сеткой через 5 рядов кладки по высоте.

Плиты перекрытия над подвалом приняты монолитные балочного типа, толщиной плит 120 мм и размерами балок 300х400 мм.

Плиты перекрытий приняты монолитные железобетонные, толщиной 200 мм.

Кровля предусмотрена из двух слоев битумно-полимерного материала «Унифлекс ЭКП» с утеплением экструдированным пенополистиролом «ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF 300» толщиной 200 мм.

Для отделки фасадов (рис. 1) использована система фасадная теплоизоляционная композиционная с наружным штукатурным слоем. Вентилируемый фасад состоит из теплоизоляционного слоя (плиты из минеральной ваты, закрепляемые на стенах клеем и дюбелями), армированного стеклотканью базового штукатурного слоя и защитно-декоративного покрытия.



Рис. 1 – Фасад здания в осях 1-16

В проекте рассчитывается монолитная безбалочная плита перекрытия первого этажа больницы толщиной 200 мм из тяжелого бетона класса В25. Основное верхнее и нижнее армирование плиты производится арматурными стержнями в виде сеток класса А400 диаметром 14 мм и 16 мм.

Рассчитывается балочное перекрытие над подвалом с размерами балки 300х400 мм и толщиной плиты 120 мм. Армирование в крайних пролетах балок производится каркасами из продольной рабочей арматуры класса А400 4 стержнями диаметрами 14 мм и конструктивной диаметром 12 мм, и поперечной класса А240 8 мм. В средних пролетах балок армирование производится каркасами из продольной рабочей арматуры класса

A400 2 стержнями диаметрами 12 мм и конструктивной диаметром 12 мм, и поперечной класса A240 8 мм.

Плиты балочного перекрытия армируются аналогично безбалочному арматурными стержнями в виде сеток класса A400 диаметром 10 мм.

Также рассчитывается средняя колонна типового этажа с размерами 400х400 мм со скрытыми капителями. Армирование колонн производится каркасами из арматуры класса A400 продольными стержнями диаметрами 16 мм и поперечной A240 8 мм. Капители колонны армируются из арматуры класса A400 стержнями диаметром 12 мм.

Все расчеты производятся по 1 и 2 группам предельных состояний с использованием программного комплекса «SCAD».

На строительство онкологического центра составлена сметная документация в соответствии с [3] с использованием программного комплекса «ГРАНД Смета», метод определения сметной стоимости – базисно-индексный. Сметная стоимость строительства составила 365,4 млн. руб. на 2 квартал 2022 г.

Работы по монтажу строительных конструкций ведутся на основании [4] по вертикальной восходящей организационной схеме развития специализированных потоков монтажа строительных конструкций.

Обоснование принятой организационно-технологической схемы обусловлено конструктивными решениями проектируемого объекта.

В проекте принят поточный метод возведения здания.

В пределах этажа работы выполнять в следующей последовательности:

- монтаж опалубки;
- монтаж арматурных каркасов;
- подача бетонной смеси в опалубку;
- демонтаж опалубки (демонтаж опалубки производить после набора бетоном прочности не менее 70% от проектной)

Планируется выполнить весь объем подготовительных, строительномонтажных, пуско-наладочных работ и работ по благоустройству за 13 месяцев.

### **Литература**

1. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. - М.: Минстрой России, 2012. - 110 с.

2. Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 N 123-ФЗ (последняя редакция).

3. МДС 81-35-2004 Методика определения стоимости строительной продукции на территории РФ. – Взамен СП 81-01-94, МДС 81-1.99, МДС 81-28.2001, МДС 81-29.2001, МДС 81-27.2001, МДС 81-30.2002; введ. 05.03.2004. –М.: Госстрой России, 2004.

4. СП 48.13330.2011 Организация строительства. Утвержден Приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 27 декабря 2010 г. № 781 и введен в действие с 20 мая 2011 г.



**М.А. Онучина, Д.И. Куфтерина**  
**Научный руководитель к.т.н., доцент И.В. Дудина**

*ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск*

## **МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПРИГОДНОСТИ НЕСУЩИХ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ НА СТАДИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ**

Несущие стеновые панели, как правило, применяются при строительстве бескаркасных зданий, к которым в первую очередь относятся жилые дома. Последние годы недостаточного внимания уделяется существующему жилищному фонду – пропущены сроки капитальных ремонтов, не выполняются плановые ремонты.

Для разработки систем приемочного контроля конструкций заводского изготовления необходимы следующие исходные данные:

- критерии эксплуатационной пригодности;
- уровни надежности по каждому предельному состоянию;
- физическая модель расчета;
- разработка на базе модели алгоритма расчета на вероятностной основе.

При оценке эксплуатационной пригодности железобетонных конструкций на стадии изготовления учитываются статистические характеристики основных расчетных параметров. На заводе ЖБИ с целью проверки критериев эксплуатационной пригодности стеновых панелей проводят периодически испытания натуральных конструкций на контрольную нагрузку согласно ГОСТ 8829-94, которые в сложившейся рыночной экономике не рентабельны. В связи с этим на комбинате «Братскжелезобетон» и на кафедре строительных конструкций ФГБОУ ВО «БрГУ» был предложен ежесменный способ автоматизированной оценки надежности железобетонных конструкций с помощью ЭВМ, который обобщает ежесменные результаты технического контроля, заменяя испытания нагружением расчетом на вероятностной основе. Оценка надежности осуществляется по разработанным программам, реализующим вероятностные алгоритмы для стеновых панелей. Получаемая ежесменно интегральная оценка эксплуатационной пригодности должна являться основанием для приемки и паспортизации изделий. Для внедрения такого способа оценки эксплуатационной пригодности стеновых панелей на стадии изготовления необходимо выбрать оптимальную расчетную модель по оценке напряженно-деформированного состояния (НДС) исследуемых конструкций и эффективный вероятностный метод на базе которого разрабатывается программа и выполняется оценка начальной надежности стеновых панелей.

Наиболее актуальной эта задача является для контроля качества конструкций со сложным напряженным состоянием, которые испытывают косо-внецентренное сжатие и косо-изгиб. Примером конструкций, испытывающих сложное напряженное состояние, в частности косо-изгиб, являются несущие стеновые панели, работающие на совместное действие вертикальных и горизонтальных нагрузок [1, 2, 3]. Использование вычислительной техники позволяет организовать файлы по каждому контролируемому расчетному параметру, к числу которых относятся физико-механические свойства сварных соединений и рабочей арматуры, ее положение и уровень предварительного напряжения, прочность бетона после тепловой обработки, геометрические характеристики сечения. Основным критерием проверки эксплуатационной пригодности несущих железобетонных конструкций служит условие:

$$N \geq [N_i],$$

где  $N$  – фактический показатель надежности;  $[N_i]$  – нормативное значение показателя надежности, принимаемое в соответствии с рассматриваемым предельным состоянием.

Важным вопросом является назначение величин  $[N_i]$ , определяющих материалоемкость исследуемых конструкций. На основании расчетных прочностных характеристик материалов, приведенных в нормах проектирования железобетонных конструкций, определены уровни надежности по каждому предельному состоянию, которое можно принять за требуемые [1,4]:

- по прочности  $[N_1] = 0,9986$ ;
- по жесткости  $[N_2] = 0,90$ ;
- по трещиностойкости  $[N_3] = 0,90$ .

Вся сменная продукция маркируется в соответствии с фактической надежностью [1-4]. Приемка конструкций осуществляется после оценки начальной безотказности и проверки положения закладных деталей, плоскостности, диагональности, ширины трещин несилового происхождения, категории бетонной поверхности.

Для всех типов исследуемых стеновых панелей имеются экспериментальные данные, полученные при натуральных испытаниях на комбинате «Братскжелезобетон». Адекватность модели связана с возможностью ее практического использования, поэтому выходные параметры модели должны согласоваться с экспериментальными данными. Проверка адекватности разработанных моделей в настоящей работе осуществлялась сопоставлением результатов натурных испытаний конструкций с учетом их изменчивости и границ доверительного интервала, построенного для каждого параметра на основе вероятностного алгоритма [1,2,5]. Испытание конструкций нагружением выполнялось с целью комплексной проверки обеспечения их эксплуатационной пригодности на стадии изготов-

ления. В результате испытаний определялись фактические значения разрушающих нагрузок при испытании изделий по прочности (первая группа предельных состояний) и фактические значения прогибов и ширины раскрытия трещин при контрольной нагрузке по жесткости и трещиностойкости (вторая группа предельных состояний).

Для определения начальной надежности были использованы результаты вероятностного расчета по разработанным программам на основе разных расчетных моделей. Сопоставление показателей начальной надежности по разным расчетным моделям представлено в таблице 1.

Исходя из анализа показателей надежности установлено, что по обоим методикам показатели надежности конструкции дают близкие результаты, которые удовлетворительно согласуются с экспериментальными данными.

Испытываемые панели изготавливают из бетона класса В5, В7.5, армируют при этом арматурой класса А400, диаметр 6...10 мм. Сопоставление расчетных и экспериментальных данных по оценке эксплуатационных пригодностей стеновых панелей по прочности, жесткости и трещиностойкости приведены в таблице. Из анализа расчетных и экспериментальных данных видно, что расчет, выполненный по методике СНиП, дает достаточно удовлетворительную сходимость с фактическими результатами испытаний при оценке прочности стеновых панелей на совместное действие вертикальных и горизонтальных нагрузок. Контролируемая ширина раскрытия трещин, полученная при испытаниях конструкций, так же близка к расчетным значениям (рис. 1).

Таблица 1- Показатели надежности стеновых панелей

Марка панели	Модель СНиП			Нелинейно-деформационная модель		
	По прочности	По жесткости	По трещиностойкости	По прочности	По жесткости	По трещиностойкости
ПС600.12.30	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9906
ПС600.12.25	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9909	0,9999
ПС60.18.25-6л-44Ф	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9905
ПС60.12.30-3л-31Ф	0,9999	0,9999	0,9999	0,9998	0,9998	0,9999
ПС60.12.25-5л-31Ф	0,9999	0,9997	0,9999	0,9998	0,9998	0,9999

При оценке эксплуатационной пригодности несущих стеновых панелей также выделяют основные существенные факторы:

- физический износ несущих стеновых панелей характеризует потерю эксплуатационных качеств во времени, в то время как повреждения и

дефекты характеризуют ухудшение свойств объекта под действием внешних воздействий.

- моральный износ наступает независимо от физического материального износа и представляет собой снижение и утрату эксплуатационных качеств зданий, вызываемую изменением нормативных требований к их планировке, благоустройству, комфортности. Таким образом, моральный износ оказывает влияние на эксплуатационную пригодность и, как следствие, на долговечность несущих ограждающих конструкций.



Рисунок 1 – Факторы, влияющие на эксплуатационную пригодность стеновых панелей

### Литература

1. Коваленко Г.В., Чевская Е.А., Жердева С.А. Результаты исследования напряженно-деформированного состояния стеновых панелей по разным расчетным моделям // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2009. №2. С.91-96.
2. Коваленко Г.В., Дудина И.В., Жердева С.А. Автоматизированный контроль качества конструкций заводского изготовления на основе интегральной оценки их надежности // Информационные системы контроля и управления в промышленности и транспорте: сб науч.тр. Иркутск, 2010. Вып. 17.216 с.
3. Дудина И.В., Жердева С.А., Самодурова Е.Г. Совершенствование методов расчета строительных конструкций стеновых панелей по результатам натурных испытаний. Строительство: материалы, конструкции, технологии: Материалы IV межрегион. научно-техн. конф.-Братск; ГОУВПО «БрГУ», 2005. - С.8-12.
4. Дудина И.В., Тамрязан А.Г. Обеспечение качества сборных железобетонных конструкций на стадии изготовления // Жилищное строительство. 2001. №3. С.8-10.
5. Коваленко Г.В., Корда Я.В. Применение вероятностных методов в строительном проектировании // Труды Братского государственного университета. Сер. Естественные и инженерные науки. 2012. Т.1.С.230.

## **ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ИХ МАТЕРИАЛОЁМКОСТИ**

Разработка новых и совершенствование существующих типов несущих конструкций - это сложный многогранный процесс, в течение которого перед исследователем и инженером - проектировщиком неоднократно возникает как проблемы анализа напряженно - деформированного состояния (НДС) конструкций, так и проблемы выбора оптимальных, т.е. наилучших проектных решений с учетом многих, зачастую противоречивых факторов. Качественное решение всего разнообразия этих проблем возможно только в том случае, если исполнитель обладает не только опытом проектировщика, но и достаточно эффективными инструментами для анализа и синтеза конструкций. В связи с этим целью данной статьи является ознакомление с подобными инструментами, иллюстрация способов их применения и возможностей на примерах решения различных задач оптимизации железобетонных конструкции как в упругой постановке, так и в неупругой.

Решение проблемы оптимизации конструкций требует разработки разнообразных вопросов, к основным из которых относятся:

- формулирование критерия оптимальности конструкции;
- формулирование полного комплекса ограничения на параметры конструкции и ее состояние;
- учет действительных объемов затрат;
- учет действительных условий работы конструкции;
- выбор наиболее подходящей расчетной схемы и наиболее эффективных методов и алгоритмов решения поставленной задачи оптимизации конструкции.

Все расчета строительных конструкций могут выполняться на детерминированной и вероятностной основе. Детерминированный расчет железобетонных конструкций, рассматривая все расчетные параметры равнозначными, не учитывает возможное повышение несущей способности за счет снижения технологической изменчивости отдельных показателей и роста их среднего значения. Такой учет возможен при вероятностном подходе, при этом требуется разработка вероятностного алгоритма по СНиП [1], наличие программ для ЭВМ, реализующих данные алгоритмы и нормативные уровни надежности [1, 2].

Вероятностная постановка задачи состоит в определении показателей надежности конструкций и сопоставлении их с нормативными уровнями надежности. Под показателем надежности в данной работе понима-

ется вероятность безотказной работы конструкции при кратковременном нагруженные, которая устанавливается на стадии изготовления конструкции или начальный момент эксплуатации. Различные условия и режим эксплуатации конструкций при этом не учитывается.

Запишем в общем виде функцию предельного состояния:

$$Z = Z(X), \quad (1)$$

где  $X = (X_1, \dots, X_m)$  - вектор независимых случайных аргументов размерности  $m$ . Условие надежности конструкций для первой группы предельных состояний можно представить в виде:

$$Z_1 = Z_1(X_1, \dots, X_{n1}) \geq Z_{01}, \quad (2)$$

для второй группы предельных состояний в виде:

$$Z_2 = Z_2(X_1, \dots, X_{n2}) \leq Z_{02}, \quad (3)$$

где  $Z_{01}, Z_{02}$  - некоторые детерминированные, значения (задаваемые в соответствии с нормативно - технической документацией), несущей способности (для I группы предельных состояний), деформаций, ширины раскрытия трещин (для II группы предельных состояний);  $X_i$  - случайные независимые переменные, определяющие функции предельного состояния  $Z_1$  и  $Z_2$ .

Тогда функция распределения для  $Z(X)$  может быть подсчитана как

$$P(Z < Z_0) = \int_{Z < Z_0} f(x) dx, \quad (4)$$

где  $f(x)$  - совместная плотность распределения случайного вектора  $X$ ;  $Z < Z_0$  - область интегрирования.

Функционал (4) определяет вероятность безотказной работы конструкции по второй группе предельных состояний. Вероятность безотказной работы конструкции по первой группе предельных состояний определяется функционалом:

$$P = 1 - P(Z < Z_0) = \int_{Z > Z_0} f(x) dx, \quad (5)$$

Учитывая математический аппарат теории надежности и то обстоятельство, что изменчивость физико-механических характеристик материалов, геометрических параметров конструкций, уровня преднапряженных арматуры подчиняется закону нормального распределения, показатели надежности для преднапряженных пустотных плит приводятся к виду:

а) по прочности нормальных сечений при обжатии бетона:

$$H_0 = 0,5 + 0,5\Phi\left(\frac{R_{bp} - \sigma_{bp}}{\sqrt{S_{R_{bp}}^2 + S_{\sigma_{bp}}^2}}\right) \geq [H_0], \quad (6)$$

б) по прочности нормальных сечений

$$H_1 = 0,5 + 0,5\Phi\left(\frac{M_u - M_0}{S_{M_u}}\right) \geq [H_1], \quad (7)$$

в) по жесткости плит

$$H_2 = 0,5 + 0,5\Phi\left(\frac{f_0 - f}{S_f}\right) \geq [H_2], \quad (8)$$

г) по трещиностойкости плит

$$H_3 = 0,5 + 0,5\Phi\left(\frac{a_0 - a}{S_a}\right) \geq [H_3], \quad (9)$$

В этих формулах:

$$\Phi_{(x)} = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt - \text{функция Лапласа}, \quad (10)$$

$R_{bp}$  - передаточная прочность бетона;

$\sigma_{bp}$  - напряжения в бетоне от усилия предварительного напряжения;

$M_u$  - предельный момент внутренних усилий;

$f, a$  – прогиб и ширина раскрытия трещин, определяемые по расчётной модели;

$M_0$  - момент внешних сил от расчетной нагрузки;

$f_0, a_0$  - соответственно контрольный (при испытаниях) значения прогиба и ширины раскрытия трещин;

$S_{R_{bp}}, S_{\sigma_{bp}}, S_{M_u}, S_f, S_a$  – среднеквадратические отклонения соответственно величин  $R_{bp}, \sigma_{bp}, M_u, f, a$ , которые определяются вероятностным расчетом с учетом изменчивости основных технологических параметров.

Для непреднапряженных конструкций показатель надежности  $H_0$  не требуется.

Назначение нормативных уровней надежности для разных критериев эксплуатационной пригодности многопустотных панелей перекрытий является важным вопросом, поскольку от этого зависит материалоемкость конструкций. Выполненные исследования [1,2] показали, что для многопустотных панелей перекрытий они могут быть приняты следующими:

$$[H_0] = 0,95; [H_1] = 0,9986; [H_2] = 0,90; [H_3] = 0,90$$

Методы разработки вероятностных алгоритмов на основании принятой расчетной модели приводятся в методических указаниях [2].

Основой для решения оптимизационных задач является существенное превышение показателей надежности конструкций, полученных с помощью зависимостей (6...10), над нормативными уровнями надежности.

### Литература

1. Самарин Ю.А., Коваленко Г.В. Конструкции облегченных панелей перекрытия для малоэтажного строительства // Научные труды общества железобетонщиков Сибири и Урала. - Вып.4. Новосибирск : СГАПС. - 1996. - 139 с.
2. Люблинский В.А., Дудина И.В. "Оптимизация многопустотных панелей перекрытия" / Методич. указания – Братск: ГОУ ВПО "БрГУ", 2005. – 40 с.

## ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Шум имеет негативное воздействие на организм человека. Постоянное воздействие шума может привести к различному роду заболеваний нервной, сердечно-сосудистой систем. Исследования, проводимые в Англии на предмет необходимости изоляции от шума, своими результатами шокировали многих ученых. Выяснилось, что более трех тысяч людей погибает в Англии в течение года только в связи с тем, что у них оказалась низкая звукоизоляция помещений. Тяжелые проблемы со здоровьем из-за воздействия шумов получают гораздо больше людей. Так что, звукоизоляция помещений - это не праздная прихоть, а острая жизненная необходимость. Проблема звукоизоляции жилых, производственных и офисных помещений с каждым годом становится всё более актуальной, что связано, прежде всего, с ростом числа источников шума, особенно в крупных городах.

Начало широкого заводского производства звукоизоляционных материалов в нашей стране связано с развитием производства теплоизоляционных материалов и относится к 50-м годам XX столетия. Особенно бурное развитие производств и применение акустических материалов получили в последнее время. При этом особое внимание уделялось и уделяется созданию наиболее эффективных материалов, сочетающих в себе акустические и декоративные свойства. Создание новых видов звукоизоляционных материалов, отличающихся более высокими функциональными и эксплуатационными свойствами, является и по сей день весьма важной задачей.

Рынок современных материалов для звукоизоляции насчитывает более 50 производителей, среди которых есть как отечественные компании, так и зарубежные. Специалисты делят их на несколько групп, отличающихся техническими характеристиками и областью применения.

*Минеральная вата.* Одним из наиболее распространенных на сегодняшний день материалов является минеральная вата. Она отлично поглощает звуки – при чем, как ударного, так и воздушного происхождения. Эти характеристики позволяют ей оставаться самым востребованным материалом для данных целей. Для работ применяются специальные плиты или маты, изготовленные на основе акустической минеральной ваты.

Такие изделия отличаются высокими показателями звукоизоляции, которые достигаются благодаря особому расположению волокон. Структура создает открытые полости воздуха, которые отлично гасят колебания звука. Благодаря этому минеральная вата отличается отличной способностью звукоизоляции, отличаясь при этом низкой динамической жестко-



стью. Очень важным показателем эффективности шумоизоляции является коэффициент звукопоглощения, который зависит от того, приклеена ли вата к поверхности или отделена от нее воздушным пространством, есть ли сверху облицовочные материалы. Кроме того коэффициент звукопоглощения зависит от толщины материала. Как правило, он находится в пределах от 0,75 до 1. Среди преимуществ минеральной ваты выделяют высокие теплоизоляционные характеристики. Минеральная вата занимает одно из лидирующих позиций среди утеплителей по данному показателю.

Водонепроницаемость. Вата хорошо пропускает пар и плохо впитывает воду. Благодаря данному свойству стены помещения будут оставаться всегда сухими, если укладка производилась правильно, добавлены пароизоляция и гидроизоляция.

*Пенополистирол* – второй по доступности и популярности звукоизоляционный материал. Однако он способен поглощать исключительно звуки ударного происхождения, при чем, чтобы он получил оптимальные свойства шумоизоляции, его необходимо незначительно придавить, чтобы была сжата структура. Но, несмотря на это, материал чрезвычайно распространен. В связи с такими специфическими параметрами, пенополистирол используется, в основном, для обеспечения изоляции перекрытий – полов и потолков. Если укладывать на пол, то его возможно отлично сжать посредством заливки бетонной стяжки толщиной 3-6 см. Плюсы применения пенополистирола - паронепроницаемость. По этому показателю пенополистирол сравнивают с такой породой дерева как дуб.

*Мембраны.* Что касается вязкоэластичных мембран, то они также представляются очень удобным материалом для звукоизоляции. Они используются, как правило, для увеличения защиты каркасных стен от посторонних звуков. Они представляют собой высокоплотные синтетические звукоизоляционные материалы, изготовленные из полимеров, без применения битумных смол и каучука. Отличаются высокими показателями эластичности, гибкости, прочности, долговечности и огнестойкости. Используются также в качестве вибродемпфирующих средних слоев для увеличения звукоизоляции каркасных стен и предотвращения появления резонансных воздействий.

*Полиуретан.* Для звукоизоляции отдельных частей квартиры – ванной, туалета, кухни, гостиной и других также часто используется полиуретан. Как правило, вспененные полимеры применяются в студийных помещениях, как самый простой способ обеспечения звукоизоляции стен, потолков и перегородок между соседними квартирами или помещениями.

*Панели.* В последнее время большую популярность на рынке звукоизоляционных материалов начали приобретать сэндвич-панели. Они могут быть совершенно разными по длине и составу, применяются, как правило, для звукоизоляции однослойных перегородок. Сегодня все чаще для

создания дополнительной защиты однослойных перегородок (например, кирпичных стен) от звуковых волн начали использовать системы звукоизоляции готового типа. Это сэндвич-панели разной толщины, которые состоят из комбинации материалов различной плотности и структурных характеристик. К преимуществам их использования можно отнести отсутствие необходимости монтажа металлического каркаса – они крепятся прямо к стенам. Также возможно применение триплексных панелей в виде прочных многослойных целлюлозных каркасов с минеральными наполнителями, в которых используются специально подобранные минералогические составы. Они монтируются к стенам при помощи дюбелей (возможно и к обрешетке), а также укладываются на пол, заменяя плавающие системы полов и цементные стяжки. Каждый из слоев каркаса обладает своими показателями многократного отражения и рассеивания звуковых волн, что позволяет достигать снижения воздушных шумов до 37 дБ при толщине материала 10 мм.

*Пробка.* Натуральные пробковые материалы очень давно применяются для создания качественной звукоизоляции помещений, однако, благодаря развитию современных технологий, звукопоглощающие качества покрытий из пробки постоянно улучшаются. И, если ранее использовалась техническая пробка с размером зерен 5-8 мм, то сегодня она изготавливается с лучшими показателями звукоизоляции, которые обеспечены меньшими размерами – 1-3 мм, зато воздушные пустоты тут в 3 раза больше. Техническую пробку создают из отходов древесной коры, которую обрабатывают паром и сильно прессуют. Связующие компоненты добавляют редко, при производстве применяют натуральный клей. Принцип создания изделий из пробки называется агломерация, после которой получают темные заготовки из ствольной коры, а более светлый получается из коры веток. Эффект шумоизоляции достигается за счет ячеистой структуры, которая также препятствует проникновению газов или влаги.

*Эковата.* Целлюлозные утеплители на основе эковаты также отлично используются в качестве звукоизоляционного материала – при этом они могут применяться для разных типов шумов и разных помещений. Материал получают в процессе переработки вторичного сырья – макулатуры. Он состоит на 80% из вторичной целлюлозы, 15% - антисептиков, и 5% -антипирена. Применяется не только для утепления, но и подавления воздушного шума.

На сегодняшний день рынок строительных материалов предлагает множество эффективных решений проблемы звукоизоляции. Существующие материалы и технологии позволяют обеспечить уровень звукоизоляции, соответствующий и даже превышающий показатели, указанные в строительных нормах и правилах. Проблема шума всегда будет актуальна, поэтому всегда будет стоять вопрос упрощения, удешевления технологии производства звукоизоляционных материалов.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА НА СТИЛОБАТЕ В г. ОМСКЕ

Площадка под строительство жилого комплекса (ЖК) располагается в центральном округе г. Омска по ул. Береговая. На рассматриваемой территории имеется водоохранная зона реки Омь (рис. 1). В эту зону входит прибрежная защитная полоса реки шириной 40 м, а также береговая полоса водных объектов общего пользования – 20 м [1].

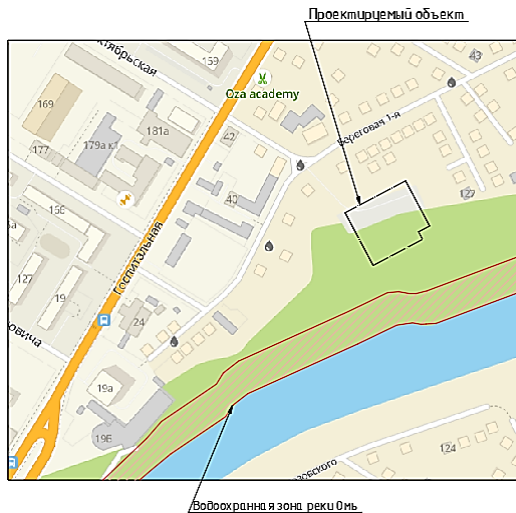


Рис. 1. Ситуационный план участка

Тип рельефа местности – равнинный. Территория проектируемого объекта относительно плоская, но на отдельных участках нарушается понижением плоских западин, озерными котловинами.

В результате геологических изысканий на местности выделено 4 инженерно-геологических элемента (ИГЭ):

- а) **ИГЭ-1** – Суглинок серо-коричневый, легкий, тугопластичной консистенции. Мощность слоя 1,4-2,2 м;
- б) **ИГЭ-2** – Суглинок коричневый, легкий, мягкопластичной консистенции. Мощность слоя 1,0-1,8 м;
- в) **ИГЭ-3** – Песок средней крупности коричневый, водонасыщенный, с вкл. до 10% щебня, с прослоями суглинка тугопластичный, средней плотности. Мощность слоя 2,0 - 2,2 м;

г) ИГЭ-4 – Супесь серая, пластичной консистенции, доломитизированная, с включениями щебня доломита, с прослоями доломита. Мощность слоя 4,3-4,5 м.

Жилой комплекс является композиционной доминантой, которая дополняет общую картину существующей застройки.

В ЖК запроектирован жилой дом повышенной этажности, включающий в себя помещения административного назначения на первом этаже, индивидуальное жилье на верхних этажах дома и пентхаус с собственной террасой.

Подъезд пожарных автомобилей к жилому комплексу осуществляется с двух продольных сторон. Ширина проездов для пожарной техники составляет 4,2 м. На территории, расположенной между проездом для пожарных автомобилей и зданием не размещено никаких ограждений.

Стилобат служит основанием для жилого здания. Его функция – это разграничение общественной и жилой части жилого комплекса. За счет такого разделения жильцы защищены от возможного шума, а посторонние люди, которые пользуются коммерческой инфраструктурой ЖК, не попадают в жилую часть.

Основные функции, выполняемые стилобатом в проекте:

- обеспечивает дополнительную защиту от грунтовых вод;
- нейтрализует иллюзию осевшего в грунт здания, т.к. широкая площадь основания стилобата этот эффект сглаживает;
- компенсирует сложности рельефа;
- увеличивает внутренний объем полезного пространства.

На первом этаже стилобата размещаются коммерческие помещения. Магазины имеют складские зоны, к которым предусмотрен подъезд для автотранспорта.

Автостоянка для хранения индивидуальных транспортных средств, проживающих в жилом комплексе, размещена внутри стилобатной части с расположением въездов с уровня земли. Посты ТО, мойки не включены в ЖК. Автостоянка предусмотрена без естественного освещения.

Количество мест для инвалидов выделено не менее 10% от общего числа [2]. Габариты машино-места для инвалидов, пользующихся креслами-колясками, составляют 6,0х3,6 м, что дает возможность создать безопасную зону сбоку и сзади машины. Выделяемые места обозначаются специальными знаками на поверхности покрытия и продублированы знаком на вертикальной поверхности стены (рис.2).

Ширина внутреннего проезда в помещениях хранения автомобилей определена с учетом рекомендуемого приближения движущегося автомобиля к конструкциям здания и составляет 7,8 м.

Вдоль стен, к которым автомобили устанавливаются торцевой и продольной сторонами, предусмотрены колесоотбойные устройства высотой не менее 0,1 м и шириной 0,15 м.



Рис. 2. Знак парковочного места для инвалидов размером 700x700 мм

На втором этаже наряду с помещениями хранения автомобилей в комплекс стилобата включены обязательные группы помещений:

- а) технические помещения для инженерного оборудования:
  - вентиляционные камеры;
  - насосная станция пожаротушения;
  - узел ввода водопровода;
  - автоматическая насосная станция для откачки воды при тушении пожара, удаление грунтовых вод и других протечек;
  - помещение энергоснабжения;
  - тепловой пункт
- б) помещение для дежурного персонала и административные помещения;
- в) помещение хранения пожарного инвентаря, помещение уборочно-инвентаря.

Вход на автостоянку с других функциональных зон комплекса осуществляется с помощью лифтов, а далее через тамбур-шлюзы.

Согласно п 5.1.26 [3] не допускается предусматривать общие лифтовые шахты стилобата и жилого дома. Но при необходимости допускается проектировать общие лестничные клетки и шахты лифтов, если они имеют режим «Перевозка пожарных подразделений» по ГОСТ Р 52382.

В связи с этим, в крыше кабины лифта оборудован люк размеров 0,4x0,5 м. Люк отпирается (закрывается) ключом, предназначенным для перевода лифта в режим «Перевозка пожарных подразделений», см. п. 5.3.1 [4].

Третий этаж стилобата оборудован боксами для постоянного хранения автомобилей, а также места для временного хранения.

В стилобате предусмотрена противодымная вентиляция. Т.к. венткамеры расположены на каждом этаже, то забор продуктов горения осуществляется через отверстия вытяжного канала из верхней части объема горящего помещения и посредством вытяжного вентилятора обеспечивает выброс через шахту. Продукты горения попадают в шахту через противопожарный клапан с автоматически- и дистанционно- управляемым приводом.

Стилобат устраивается с эксплуатируемой кровлей. Композиционное решение генерального плана продиктовано существующим рельефом и жилой застройкой центрального района. Озеленение предусмотрено газонами, декоративными деревьями и кустарниками. Для озеленения применяется вид кустарников, чьи ветки неколючие и не обильно плодоносящие.

Кровля стилобата рассчитана на нагрузку от пожарных автомобилей не менее 16 тонн на ось. Конструкция дорожной одежды проездов рассчитана также на нагрузку от пожарных автомобилей.

В стилобате запроектированы выходы наружу на каждом этаже не реже, чем через 100 м. В технических подпольях эти выходы обособлены от выходов из здания и ведут непосредственно наружу.

На территории дворового пространства ЖК расположены:

1) Детские игровые площадки (ДИП). От окон жилого комплекса удалены более чем на 12 м. Территория площадок покрывается бесшовным резиновым покрытием из синтетического каучука EPDM [5]. Это снижает травматичность детей, приобретает легкость ухода за детской площадкой, а также приносит такие достоинства, как антискользящий эффект, износостойкость, экологичность;

2) Площадка отдыха для взрослых (ПО), которая оборудована открытыми беседками и прямыми скамейками со спинкой и подлокотниками для максимального удобства. ПО находится вблизи с детскими площадками и песочницами, чтобы родители, отдыхая, могли присматривать за детьми;

3) Спортивная площадка (СП). Размеры площадки определялись из расчета на 1 жителя. Нормативами [5] предусмотрено, что на каждого жителя должно приходиться не менее  $1 \text{ м}^2$  на спортивной площадке. В проектируемом здании 84 квартиры общей площадью  $451,9 \text{ м}^2$  с ориентировочным количеством жителей – 420 чел. Соответственно общая площадь сортивной площадки должна составлять около  $420 \text{ м}^2$  в связи с этим запроектирована площадка размерами  $15 \times 28 \text{ м}$ . Оборудование спортивных площадок окрашено в яркие цвета и размещено так, чтобы оно контрастировало с окружающим фоном;

4) Площадка для выгула животных. Ограждение площадки высотой 1,5 м, нижний край секции забора располагается максимально низко к земле, что не позволяет собаке убежать или травмироваться. Покрытие – песок, что обеспечивает удобное для регулярной уборки и обновление покрытия. Специальное оборудование: дог-бокс (специальная урна для отходов собак), поилка, дорожка, скамьи с привязью, оборудования для дрессировки.

Под объект запроектирован свайно-плитный фундамент, т.к. имеются участки с высоким уровнем залегания грунтовых вод, наличие сезонных подтоплений, высокий уровень морозного пучения. Эти условия требуют применения надежных опорных конструкций – свай. Они переносят нагрузку от веса объекта к плотным грунтовым слоям, расположенным на большой глубине. Мощная плита на свайном фундаменте, являющаяся увеличенным вариантом ростверка, соединяет все сваи в единую опорную систему и поглощает колебания от конструкций дома.

## Литература

1. Водоохранная зона реки Омь (1091 км). Публичная карта водоохранных зон водоемов России по регионам [Электронный ресурс]. URL: <https://vodoohrannayazona.ru/vodoemy/14010200112115300004626-om.php> (дата обращения: 25.05.2022).
2. СП 59.13330.2020. Свод правил. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001. - М.: Минстрой России, 2020. – 69 с.
3. СП 113.13330.2016. Свод правил. Стоянки автомобилей. Актуализированная редакция СНиП 21-02-99. - М.: Минстрой России, 2016. – 33 с.
4. ГОСТ Р 52382-2010. Лифты пассажирские. Лифты для. - М.: Стандартинформ, 2010. – 16 с.
5. СП 82.13330.2016. Свод правил. Благоустройство территорий. Актуализированная редакция СНиП III-10-75. - М.: Минстрой России, 2016. – 28 с.

**К.Е. Торохова**

**Научный руководитель д.э.н., профессор В.В. Пешков**

*Иркутский национальный исследовательский технический университет*

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Современная пора научно-технической революции началась в середине XX века и окончательно была сформирована к 70-м годам XX века. В то время явственно наблюдалось плотное и тесное взаимодействие техники и науки, научные достижения активно внедрялись в различные отрасли производства.

В ходе научно-технической революции на первый план выходили и выходят искусственные элементы, а производством занимались и занимаются машины, а не люди.

Строительство – это одна из крупнейших в мире и в России отраслей промышленности. При этом, производительность труда в строительстве практически не увеличилась с конца 90-х годов, а в некоторых случаях даже снизилась. Именно с целью преодоления такой негативной тенденции, основные лидеры отрасли внедряют новые технологии в строительную индустрию, что позволяет существенно снизить затраты при одновременном повышении эффективности и росте потенциальной прибыли. Одним из таких новшеств в последние годы стало широкое применение строительных дронов – беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Обычно в роли таких аппаратов выступают квадрокоптеры.

Как следует из ГОСТа под беспилотным воздушным судном следует понимать воздушное судно, управляемое в полете пилотом, находящимся

вне борта такого судна, или выполняющее автономный полет по заданному предварительно маршруту. Под квадрокоптером же подразумевается беспилотное воздушное судно с четырьмя несущими винтами, вращающимися попарно в противоположных друг другу направлениях.

Такие летающие роботы могут дистанционно управляться или летать автономно с помощью программно-управляемых планов полета, встроенных в систему, работающих в сочетании с бортовыми датчиками и GPS. За последнее десятилетие произошел всплеск инноваций в области беспилотных воздушных судов и летательных аппаратов.

Именно в последние годы, все больше набирает обороты применение дронов или беспилотных летательных аппаратов в проектировании, строительстве и других смежных к строительству областях. Технический прогресс как в проектировании, так и в навигации легковесных и автономных БПЛА и дронов привел к их более практичной и экономически эффективной работе в областях архитектурного проектирования, управления строительством и мониторинга за строительством объектов.

Непосредственно на стадии строительства объекта целый ряд вопросов может быть решен при использовании беспилотных летательных аппаратов. Использование таких аппаратов позволяет осуществлять процесс проверки объекта на труднодоступных участках, тем самым, не подвергая работника рискам. В случае, к примеру, высотного строительства, с помощью БПЛА возможно исследовать верхние этажи объектов на повреждение фасадных систем или на наличие других непредвиденных деформаций. Также беспилотный летательный аппарат, оборудованный тепловизором, сможет обнаружить утечку тепловой энергии путем проведения обследования ограждающих конструкций здания. Обследование фасадных систем высотных зданий, расположенных около проезжей части, может эффективно проводиться за счет детального осмотра конкретного участка. Тем самым уже нет необходимости использовать автокран, устанавливать леса. Немаловажно, что будет предотвращено нарушение автотранспортного трафика.

Эффективность контроля и охраны за строительной площадкой может быть значительно увеличена за счет использованием БПЛА, интегрированных в систему сигнализации. БПЛА могут закрепляться на предварительно установленных станциях, к примеру, на последних этажах здания. При получении сигнала дрон начинает маневрировать над строительной площадкой, чтобы всё запечатлеть происходящее в режиме реального времени. Камера высокого разрешения на небольшой высоте позволит идентифицировать человеческие лица и транспортные средства. При необходимости БПЛА может автоматически проводить запрограммированные периодические проверки, по окончании которых возвращается на станцию.



В целом, при использовании новых дрон-технологий, инженеринговые и строительные компании получают больше контроля над выполнением проектных решений за счет:

- 1) снижения нагрузки на геодезическое сопровождение и контроль качества строительных работ;
- 2) увеличения производительности труда строительных подразделений;
- 3) снижения рисков, связанных с планированием и качеством работ.

Помимо уже озвученных возможностей применения, дроны успешно выполняют ряд следующих задач, связанных с информационным обеспечением строительных работ:

- 1) обследование и документирование состояния масштабных или труднодоступных объектов (например, газопроводы, опоры мостов, трубы ГЭС, сооружения ГЭС и т.д.);
- 2) проведение измерений в зависимости от установленного оборудования (измерение температуры, расстояния, давления, влажности, скорости ветра, взятие и анализ проб воздуха и др.);
- 3) построение различных картографических материалов конкретной строительной площадки;
- 4) создание высококачественных снимков стройплощадки и объектов строительства;
- 5) трансляция видеосъемки в режиме онлайн
- 6) строительный контроль.

Удивительным остается тот факт, что на территории России БПЛА практически не задействованы в строительстве. По мнению экспертов, есть две основные причины: во-первых – высокая стоимость БПЛА, во-вторых – отсутствие четкой, однозначной и проработанной законодательной базы. Всё это препятствует массовому внедрению в строительную сферу БПЛА. В таблице 1 приведен сравнительный анализ правового регулирования использования БПЛА в различных странах.

Как видно из представленной таблицы, требования в различных странах мира довольно ощутимо разнятся. При этом, требования для применения БПЛА на территории Российской Федерации довольно лояльные. Однако, законодательная база, регулирующая использование дронов, настолько «сырая», что строительным компаниям проще не внедрять в работу БПЛА дабы не нарушить закон.

Таким образом, необходимо разрабатывать нормативную базу для внедрения дронов в строительную сферу с учётом выявленных бесспорных преимуществ беспилотных летательных аппаратов, повышающих эффективность отдельных видов работ и процесс строительства объектов в целом.

Таблица 1 – Сравнительный анализ правового регулирования использования БПЛА в различных странах

Страна	Возможность коммерческих полетов	Обязательная лицензия на полеты	Обязательное страхование коммерческих полетов	Обязательное обучение пилотов для получения лицензии
Россия	-	-	-	+
США	+	+	-	-
Китай	+	+	+	+
Япония	+	-	-	-
Германия	+	+	+	+
Франция	+	+	+	+
Великобритания	+	+	+	+

**А.О. Уланов**

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Куликов О.В.**

*ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск*

### **СВАИ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ ФУНДАМЕНТ НА СЛАБЫХ ГРУНТАХ**

Среди разнообразных грунтов встречаются относительно нестабильные (слабые) грунты, которые проявляются просадками, как на рис. 1.



Рис. 1. Случаи просадки грунта

Просадочные грунты, находясь в напряженном состоянии под действием нагрузки от веса здания или сооружения, при замачивании дают дополнительную деформацию-просадку, вызванную коренным изменением структуры грунта [1].

Поэтому появляется необходимость в передаче давления от сооружения на более плотные грунты, залегающие на некоторой глубине от поверхности. В таких случаях часто устраивают фундаменты из свай-стоек, которые способны воспринимать большие нагрузки по сравнению с фундаментами мелкого заложения.

Свая – это полностью или частично погруженный в грунт стержень, служащий для передачи давления от сооружения на нижележащие слои грунта [2].

Исторически сначала сваи нашли применение в качестве стоек, которые позволяли поднять перекрытия зданий над водой или землей. Немного позднее применение свай позволило возводить массивные сооружения на слабых грунтах и особых условиях. Сваи для возведения фундамента всегда занимали значимое место в инженерно-строительной отрасли.

На рис. 2 представлены основные виды свай классифицируемые по методу погружения.

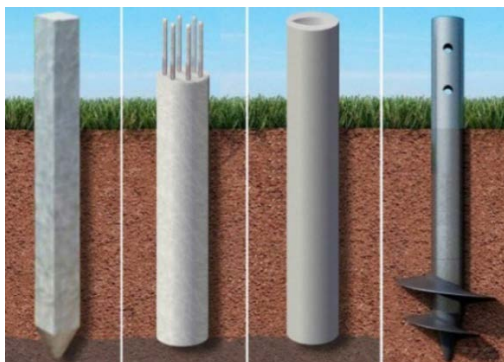


Рис. 2. Виды свай под фундамент по методу погружения в грунт  
Слева направо: забивные, буровые, оболочка, винтовые

Со временем по мере повышения этажности, увеличения масштабов и габаритов зданий и сооружений возрастали нагрузки, передаваемые на грунтовые основания. Использование для строительства площадок с неблагоприятными инженерно-геологическими условиями также способствовало тому, что в различных регионах на свайных фундаментах строилось от 40 до 70% всех зданий и сооружений.

- Забивная свая — данный вид, устанавливается способом забивки разного рода копровыми установками;
- Буровые сваи представляют собой монолитную предварительно выбуренную скважину;
- Набивные сваи предусматривают устройство в слабых грунтах обсадной трубы с последующим заполнением бетоном. В зависимости от

расчёта свая может армироваться, а обсадная труба дополнительно повысить несущую способность свай;

- Винтовой тип свай пригоден для малоэтажного строительства, но не требует больших трудозатрат и средств механизации.

При всем многообразии разработанных конструкций свай (известно более 150 видов свай) наибольшее применение в массовом гражданском и промышленном строительстве нашли забивные сваи.

Изыскания для грунтов под свайные фундаменты в общем случае включают следующий комплекс работ [3]:

- бурение разведочных скважин с отбором образцов и описанием свойств проходимых грунтов;

- лабораторные исследования физико-механических свойств грунтов, уровня и характеристик подземных вод;

- зондирование грунтов - статическое и динамическое;

- прессиометрические испытания грунтов;

- испытания грунтов штампами (статическими нагрузками);

- испытания грунтов эталонными сваями и (или) испытания грунтов натурными сваями;

Достоинства и недостатки свайных фундаментов сведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1 – Достоинства свайных фундаментов

№	Достоинства
1	Возможность устройства на сложных грунтах и горных рельефах
2	Монтаж фундамента можно проводить в любую погоду, круглый год, не исключая зимний период
3	Минимальная осадка
4	Снижение объема земляных работ, так как не нужно копать котлованы или рыть траншеи
5	Уменьшается расход бетона и арматуры за счет уменьшения всего объема фундамента

Таблица 2 – Недостатки свайного фундамента

№	Недостатки
1	Для возведения фундамента требуется специальная техника
2	Свайный фундамент не рекомендуется использовать для строительства домов на горизонтально-подвижных грунтах
3	Сложности при возведении цокольных этажей
4	Невозможность проверки установленных свай на повреждение

Выполненные в различные годы исследования стали важным вкладом в устойчивое развития строительства фундаментов в различных условиях, в том числе, и в таких, как просадочные слабонесущие грунты.

## Литература

1. ГОСТ 25100. 2020. Грунты. Классификация. М.: 2020. – 67 с.
2. Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты – СПб: Изд-во АСВ, 2020. – 416 с.
3. СП 47.13330.2016. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11.02.96. – М.: Стандартинформ, 2017 – 105 с.
4. СП 50-102-2003. Свод правил по проектированию и устройству свайных фундаментов. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. – М.: Стандартинформ, 2003 – 82 с.

**Е.С. Цуканова**

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

*ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск*

## **ОБОСНОВАНИЕ ИНВЕСТИЦИЙ В РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДСТВА СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ**

В условиях технологического обновления строительного комплекса с целью повышения качества, безопасности и конкурентной способности продукции все большее распространение получают сухие строительные смеси (ССС). Конкурентное преимущество сухих смесей на объектах строительства объясняется их универсальностью и специальными свойствами, стабильность которых обеспечена многокомпонентностью состава, высокой точностью дозирования ингредиентов и тщательностью их перемешивания в условиях автоматизированного производства. Такие смеси длительное время сохраняют заданные свойства при правильном хранении. Производство сухих строительных смесей распространено по всей России, но при этом есть зоны, в которых при возведении объектов или реконструкции используют привезённые издалека материалы.

Исследование рынка сухих строительных смесей, сопоставление с рынком производителей и логистика их поставок является актуальной.

Целью настоящего исследования является изучение рынка производителей сухих строительных смесей на территории Российской Федерации.

Задачи исследования:

- 1) Обзор производителей сухих строительных смесей
- 2) Изучение номенклатуры сухих строительных смесей на территории России.

Обзор производителей СССР приведён в табл. 1 [3].

Крупнейшие предприятия по производству сухих строительных смесей в России представлены в табл. 2.

Таблица 1 - Территориальное расположение заводов в РФ

Территориальное расположение	Название
1	2
Самые отдалённые заводы от Иркутской области	
Калининградская область	Эдиль и AeroBlock
Крым	Промбетон Крым
Краснодар	Альфа Микс
Невинномысск	Сен-Гобен Юг
Белгород	Стройматериалы, Мелстром и Полимерстрой
Санкт-Петербург	ЗАО "ПП "КРЕПС
Волгоград	ВОЛМА
Ростовская область	INSULA
Восток России	
Южно-Сахалинске	CBS-Сахалин
Владивостоке	Алюмосиликат, Силбет
Благовещенске	Домикс
Ближайшие заводы к Иркутской области	
Красноярск	Альфа
Томск	Богатырь
Новосибирск	ГЕРКУЛЕС- СИБИРЬ, ТМ Скала
Барнаул	АКВАДЕКОР
Прочие заводы, расположенные в РФ	
Московская область	ВосСмеси, БОЛАРС, Раменские смеси, КНАУФ ГИПС, Sika, Воскресенский завод строительных смесей № 1, ЭРСТЭР, Аквест, Perel, Славунев, Квикмикс, МОНОЛИТ, Фаворит, Победит-Строй, ГЛИМС-Продакшн, ТМ Топаз, ANKERMIX, Perfekta, ТД Седрус, Кварц СК, ЮССА.
Пенза	Vundex
Ульяновская область	ТМ JetBau
Липецк	Пенопласт
Нижний Новгород	Нижегородспецстрой М
Владимирская область	Икопал
Пермь	ПЗСМиК
Ижевск	STARKHAUS
Омск	Вермикулит-Сервис
Ивановская область	Стройдом
Саратов	ДРАЙМИКС
Оренбург	ТД Форштадт
Челябинск	Супермикс, Челябиноблнабсбыт, Кичигинские пески
Рязанская область	Керафлекс, Стандарт
Республика Татарстан	Инновационные Технологии, Реал, Баулюкс, ТэоХим Поволжье
Село Высокая	ООО Кельма

1	2
Кировграде	Кировградский завод промышленных смесей
Берёзовский	Brozex
Екатеринбург	Bergauf
Самара	Полимер
Сызрань	Герметекс

Таблица 2 - Крупнейшие заводы по производству ССС в России

Местоположение	Название	Производство
Московская область, Челябинская область, Ульяновская область, Новосибирская область	Группа компаний Юнис (UNIS)	Уверенно держит второе место в России по объему выпускаемых смесей. Ассортимент UNIS содержит 8 направлений - это клеи, штукатурки, ровнители, шпатлевки, гидроизоляционные смеси и пр.
Нижегородская область, Свердловская область, Московская область, Ставропольский край	Филиал в России Weber-Vetonit французской компании Сен-Гобен - крупнейшего производителя сухих смесей в мире, работающего в 42 странах	Производит в России штукатурки, шпатлевки, плиточные клеи, ровнители для пола, затирки для швов и др.
Московская область, Челябинская область, Ульяновская область, Ставропольский край, Новосибирская область, Ленинградская область	Продукция немецкой фирмы Henkel - под марками Ceresit и Момент стабильно наращивает прибыли на российском рынке	Штукатурки, шпатлевки, плиточные клеи, клеи для обоев, затирки, ровнители, гидроизоляция и др.
Новосибирск	Сухие смеси Геркулес-Сибирь предлагают достаточно обширный ассортимент продукции на российском рынке	Штукатурки, шпатлевки, гидроизоляция, наливные полы
Санкт-Петербург	Крепс. С 2010 года Крепс прирастает каждый год на 30%, быстрее всех в отрасли за исключением гипсовых производителей	Производит клеи, штукатурки, шпаклевки, ровнители для пола, гидроизоляционные составы, индустриальные полы
Тульская область	Ясногорский Завод Строительных Материалов — крупнейшее предприятие строительной индустрии	Универсальные, штукатурные смеси, клеи и др.

Расположение всех заводов представлено на рис. 1 [2].

Сухие строительные смеси являются перспективным и востребованным материалом для строительства объектов гражданского, энергетического и транспортного строительства в регионах Сибири. На территории Восточной Сибири имеются сырьевые ресурсы природного и техногенного происхождения (качественный кварцевый песок, цементы), которые позволяют организовать производство сухих смесей. Также добиться уменьшения себестоимости ССС возможно за счет применения отходов промышленности (например, золы-уноса).

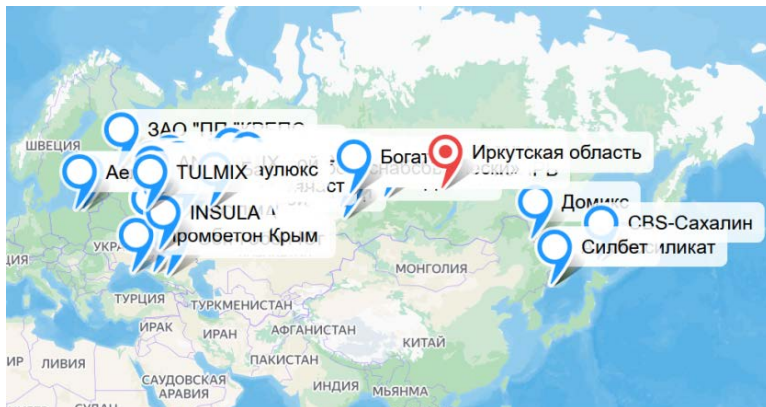


Рис. 1. Расположение заводов по производству ССС в России

Распространённые виды сухих строительных смесей:

- штукатурка;
- кладочная сухая строительная смесь;
- клей для плитки;
- пескобетон;
- стяжка пола;
- шпаклевка;
- прочие сухие строительные смеси.

Применение сухих смесей гарантирует высокое качество строительных работ на удаленных от промышленных центров и населенных пунктов объектах. Производство сухих смесей на региональных заводах обеспечивает потребности данного региона, что уменьшает дальность перевозки до объекта.

Наиболее крупные, специализированные и автоматизированные заводы ССС расположены в европейской части России.

Благодаря автоматизации сухие строительные смеси выведены на качественно более высокий уровень:



- за счет высокой точности дозирования;
- придания им специальных свойств введением в состав многокомпонентных добавок;
- уменьшения потерь при производстве;
- мелкая фасовка сухих смесей позволяет экономить материал в условиях строительного процесса;
- снижается стоимость за счет сокращения транспортных расходов и снижения объемов транспортных перевозок и др. [1].

За Уралом сухие строительные смеси выпускают отдельные предприятия стройиндустрии наряду с другой продукцией.

Существуют сухие строительные смеси небольших объемов потребления или те, которые не выгодно производить на больших неспециализированных производствах, например, теплоизоляционные сухие строительные смеси.

Иркутская область является привлекательной для географического расположения завода по производству сухих строительных смесей по ряду причин, из которых определяющей является наличие качественных сырьевых ресурсов и развитая транспортная инфраструктура на восток и север Сибирского региона.

Высококачественные сухие строительные смеси уместно производить ближе к потребителям, а именно на территории Восточной Сибири (Иркутской области). Отсутствие затрат на доставку готовой продукции из других регионов в разы могут снизить стоимость готового товара, если реализовать производство внутри региона. Отдельные виды сухих строительных смесей, например теплоизоляционные штукатурные смеси, смеси на основе территориальных промышленных отходов высокой степени технологической готовности будут востребованы и конкурентоспособны благодаря правильному соотношению цены и качества.

### **Литература**

1. Патент № 2262495 С1 Российская Федерация, МПК С04В 28/04, С04В 111/20. Сухая строительная смесь: № 2004116903/03 : заявл. 03.06.2004: опубл. 20.10.2005 / В. М. Титов, А. В. Воронин, А. А. Шатов [и др.]; заявитель ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "СОДА" (ОАО "СОДА").
2. Производство сухих строительных смесей. Конструктор карт: сайт.– <https://yandex.ru/maps/?um=constructor%3Ae6c2f57675206dc722e9569f21ff3ade3afb01e1c2c23741caa1f9f2bfca61c4&source=constructorLink> (дата обращения: 10.03.2022).
3. Российские производители строительных смесей: сайт. – <https://fabricators.ru/produkt/stroitelnye-smesi> (дата обращения: 10.03.2022).

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Азёмов А.В.</i> Особенности проектирования паркингов .....	3
<i>Белога К.Б.</i> Обеспечение безопасности при эксплуатации систем медицинского газоснабжения в учреждениях здравоохранения .....	8
<i>Бондаренко К.С., Каминский Н.А.</i> Зимнее бетонирование, основные ошибки и методы их устранения .....	12
<i>Бутуханов П.Н.</i> Требования к строительным растворам и методы их обеспечения .....	15
<i>Бутуханов П.Н.</i> Повышение качественных показателей строительных растворов путем введения модифицирующих добавок .....	17
<i>Ганкевич С.Н.</i> Ресурсосберегающие и экологически чистые изделия из смолы эпоксидной для предприятий малого бизнеса .....	18
<i>Голубев А.М.</i> Территориальное развитие системы торгового обслуживания .....	21
<i>Доброходова Е.В.</i> К вопросу учета в сечениях строительных конструкций совместной работы материалов с разными величинами модуля упругости .....	23
<i>Иньшина Я.Г.</i> Метод усиления кирпичной кладки композитными материалами при капитальном ремонте гражданских зданий на примере г. Иркутска .....	28
<i>Иньшина Я.Г.</i> Анализ инновационных технологий при реконструкции промышленных зданий .....	32
<i>Кабин П.В., Маслов И.К.</i> Опыт применения фибробетона в строительстве .....	35
<i>Каминский Н.А., Бондаренко К.С.</i> Методы определения морозостойкости бетонов .....	38
<i>Князь К.Ю.</i> Получение сухих строительных смесей с пенополистирольными гранулами для повышения теплоэффективности ограждающих конструкций .....	43
<i>Козлова А.А.</i> Мероприятия по улучшению зон отдыха в условиях структуры города Братска .....	47
<i>Котельников А.А.</i> Расчет стоимости работ на проведение обследования, оценку технического состояния и разработку рабочей документации на усиление стенового ограждения варочного цеха производства лиственной целлюлозы в г. Братске .....	50
<i>Кофман Е.А.</i> Инновационная современная система утепления фасадов Lobaterm .....	54
<i>Кулешова С.Е.</i> Строительство республиканского детского онкологического центра в г. Уфе .....	57
<i>Ливанцова Н.А.</i> Получение поризованных керамических изделий .....	61

<i>Максимович А.С.</i> Особенности проектного решения строительных конструкций покрытия зала аквапарка детского центра в г. Тюмени .....	64
<i>Никитенко В.М.</i> Проектирование детской поликлиники в с. за-сечном пензенской области .....	68
<i>Онучина М.А., Куфтерина Д.И.</i> Методы оценки эксплуатаци-онной пригодности несущих стеновых панелей на стадии изготовле-ния.....	73
<i>Раджабов Р.Д.</i> Пути оптимизации железобетонных конструк-ций для снижения их материалоемкости .....	77
<i>Слепченко И.В.</i> Звукоизоляционные материалы в строительстве.....	80
<i>Стремилов В.А.</i> Проектирование жилого комплекса на стило-бате в г. Омске .....	83
<i>Торохова К.Е.</i> Перспективы применения беспилотных лета-тельных аппаратов в строительстве на территории Российской Феде-рации.....	87
<i>Уланов А.О.</i> Сваи как эффективный фундамент на слабых грун-тах .....	90
<i>Цуканова Е.С.</i> Обоснование инвестиций в развитие производ-ства сухих строительных смесей на территории Восточной Сибири.....	93

Научное издание

*Энергия молодых –  
строительному комплексу*

*Материалы XVI Всероссийской  
научно-технической конференции  
студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых*

23–26 мая 2022 г.

Опубликовано в авторской редакции

---

Подписано в печать 23.06.2022  
Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>  
Печать трафаретная.  
Уч.-изд. л. 6,25. Усл. печ. л. 6,25.  
Заказ 55

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

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