СЕКЦИЯ 16

«ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ»

СОДЕРЖАНИЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТИЧЕСКОЙ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СВАИ МЕТОДОМ ИСПЫТАНИЙ СТАТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКОЙ Жаданов В.И., д-р техн. наук, профессор, Нестеренко М.А., Аксенов М.Н..... 2508

АНАЛИЗ И ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА В СТЕСНЁННЫХ ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ Алейников В.С., Гарипов В.С., канд. техн. наук, доцент 2513

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ Жаданов В.И., д-р техн. наук, профессор, Украинченко Д.А., канд. техн. наук, доцент, Апракин А.Н. 2520

РАЦИОНАЛЬНЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО РЕБРИСТОГО ПЕРЕКРЫТИЯ С ПЛИТАМИ БАЛОЧНОГО ТИПА Аркаев М.А., канд. техн. наук, доцент, Ковегенов И.Р. 2524

СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ В РАЗВИТИИ АРХИТЕКТУРНО-ПРОСТРАНСТВЕННОГО РЕШЕНИЯ ДОСУГОВЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ КЛУБНОГО ТИПА Аюкасова Л.К. 2528

ВЫПОЛНЕНИЕ БЕТОННЫХ РАБОТ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ ГОДА Балаболин А.А., Кузнецова Е.В., канд. техн. наук, доцент 2534

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ СТЕН, ВОЗВОДИМЫХ МЕТОДОМ 3D ПЕЧАТИ Баранов А.В., Руднев И.В., канд. техн. наук 2541

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ СМЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА Бероева Е.А., канд. пед. наук 2546

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ В КАЧЕСТВЕ НЕСЪЕМНОЙ ОПАЛУБКИ СТАЛЬНОГО ПРОФИЛИРОВАННОГО НАСТИЛА Богданов П.А., Кузнецова Е.В., канд. техн. наук, доцент..... 2551

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ, ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ Бойко Е.А., Гаврилов А.А. канд. техн. наук, доцент . 2560

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРАКТИЧНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СОЕДИНЕНИЯ АРМАТУРНЫХ СТЕРЖНЕЙ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ С ПОМОЩЬЮ РЕЗЬБОВЫХ И ОПРЕСОВАННЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ Василец Н.В., Касимов Р.Г., канд. техн. наук, доцент 2567

К ВОПРОСУ О ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ РЕФОРМИРОВАНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ Васильева М.А., канд. техн. наук, доцент, Ипатова Д.В. 2575

АЛЮМОСИЛИКАТНЫЕ ОГНЕУПОРНЫЕ КОМПОЗИЦИИ НА ФОСФАТНОМ СВЯЗУЮЩЕМ Власова Е.М. 2579

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ ЭЛЕКТРОТЕРМООБРАБОТКИ БЕТОНА Вождаев Д.С., Касимов Р.Г., канд. техн. наук..... 2582

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГИБКИХ СВЯЗЕЙ ИЗ СТЕКЛОПЛАСТИКА В КОНСТРУКЦИИ ТРЕХСЛОЙНОЙ СТЕНОВОЙ ПАНЕЛИ Волкова С.Р., Зайцева К.Н. 2589

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОГРЕВА БЕТОННОЙ СМЕСИ Рыщанов Б.С, Гарипов В.С., канд. техн. наук, доцент 2593

СМАРТ-ОКНА С РЕГУЛИРУЕМЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ ПРОПУСКАНИЯ СВЕТА И СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ Гирин В.А. 2602

ВЛИЯНИЕ ДЕФЕКТОВ ПРОИЗВОДСТВА АРМАТУРНЫХ РАБОТ НА КАЧЕСТВО МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ Грязнов А.С., Гаврилов А.А., канд. техн. наук 2606

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ТИПА СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ФАСАДНЫХ КОНСТРУКЦИЙ Гуменюк Ю.Ю., Кузнецова Е.В., канд. техн. наук, доцент .. 2610

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КРОВЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА Гурьева В.А., д-р техн. наук, доцент, Гнедова К.В., Ильина М.В., начальник управления по капитальному ремонту многоквартирных домов и расселению аварийного жилищного фонда..... 2614

РЕСТАВРАЦИЯ КИРПИЧНОЙ КЛАДКИ НА ОБЪЕКТАХ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ Гурьева В.А., д-р техн. наук, доцент, Одинцов А.Р. 2620

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СОСТАВА СУХОЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ СМЕСИ Сериков С.В., Дергунов С.А., канд. техн. наук, доцент, Орехов С.А., канд. техн. наук, доцент, Федосеенко Г.В. 2625

МЕТОДИКА ТРАНСФОРМАЦИИ СМЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В БЮДЖЕТИРОВАНИЕ Зайцева К.Н. 2628

РЕШЕТОЧНЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ ФИЛЬТР ДЛЯ СМАРТ-ОКНА С ОПТИМИЗИРОВАННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ Закируллин Р.С., д-р техн. наук, доцент 2636

О ПРИМЕНЕНИИ ЭЛЕКТРОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ПРОФИЛЮ «ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ» Изаак С.А..... 2642

О РАСЧЁТЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЧАСОВОЙ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ИЗ ОБЩЕДОСТУПНЫХ ИСТОЧНИКОВ Изаак С.А. 2650

ОБ ОДНОЙ ПРИМЕЧАТЕЛЬНОЙ ЗАДАЧЕ РАСЧЁТА РАСХОДА ВОДЫ И ТЕПЛОВОЙ МОЩНОСТИ В СИСТЕМЕ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ Изаак С.А. 2655

АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННОГО И ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА С ДОБАВЛЕНИЕМ ОТХОДОВ Гурьева В.А., д-р. техн. наук, доцент, Ильина А.А. 2661

АРХИТЕКТУРА РЕГИОНАЛЬНОГО ТУРИЗМА В МИРОВОЙ ПРАКТИКЕ Саттаров Д.Н., Капралова Е.А. 2666

О ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕПЛАНИРОВКИ КВАРТИР В ТИПОВЫХ ДЕВЯТИЭТАЖНЫХ КРУПНОПАНЕЛЬНЫХ ДОМАХ 121 СЕРИИ Касимов Р.Г., канд. техн. наук, доцент 2674

АРХИТЕКТУРА РЕАЛЬНОГО УЧИЛИЩА ГОРОДА ОРЕНБУРГА Климова Ю.В. 2680

УСИЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ Кочуков А.П., Руднев И.В., канд. техн. наук 2684

ВЫСОКОПРОНИЦАЕМЫЕ ЦЕМЕНТНЫЕ БЕТОНЫ НА МЕСТНЫХ МАТЕРИАЛАХ Кравцов А.И., канд. техн. наук, доцент, Маршинская О.А. ... 2689

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ СТАЛЬНЫХ ПЛОСКИХ СТЕРЖНЕЙ, ВКЛЕЕННЫХ В МАССИВ ДРЕВЕСИНЫ, НА ВЕЛИЧИНУ РАЗРУШАЮЩЕЙ НАГРУЗКИ СОЕДИНЕНИЙ МЕТОДАМИ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА Лисицкий И.И., Жаданов В.И., д-р техн. наук, профессор 2692

ПРИМЕНЕНИЕ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ – РЕШЕНИЕ ВОПРОСОВ БЕЗОПАСНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА ТЕРРИТОРИЯХ С ВЫСОКИМ УРОВНЕМ ГРУНТОВЫХ ВОД Лихненко Е.В., канд. техн. наук, доцент, Адигамова З.С., канд. геогр. наук, доцент 2702

СОЕДИНЕНИЯ ТОНКОЛИСТОВЫХ ОБШИВОК С ДЕРЕВЯННЫМ КАРКАСОМ Жаданов В.И., д-р техн. наук, профессор, Ловецкая Ю.А. 2710

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ КАК КОНСТРУКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ Гурьева В.А., д-р техн. наук, доцент, Лысенкин В.В. 2716

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ Макаева А.А., канд. техн. наук, доцент, Кравцов А.И., канд. техн. наук, доцент, Бурцева Ю.С. 2723

ВЫБОР СПОСОБА БЕТОНИРОВАНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД Мозгунов В.С., Гаврилов А.А., канд. техн. наук 2727

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ДАННЫХ О ПОЛОЖЕНИИ ЭЛЕМЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ Мохнаткин Р.В., Кулешов И.В. . 2732

МИГРАЦИОННЫЙ ЦЕНТР КАК СТИМУЛЯЦИЯ ПРЕОДОЛЕНИЯ РИСКА СОЦИАЛЬНЫХ СИТУАЦИЙ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ Мубаракшина М.М.. 2739

ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ГРУНТОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ Муртазина Л.А. 2747

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ КРУПНОРАЗМЕРНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ Жаданов В.И., д-р техн. наук, профессор, Нестеренко М.А. 2753

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ НА СТАЛЬНОМ КАРКАСЕ Никулина О.В., канд. техн. наук, доцент, Воробьева М.А. 2758

ВЫБОР ЭФФЕКТИВНОГО КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ НЕСУЩЕЙ БОЛЬШЕПРОЛЕТНОЙ КОНСТРУКЦИИ ПОКРЫТИЯ ЗДАНИЯ ЦЕНТРА ВОЛЕЙБОЛА В ОРЕНБУРГЕ Никулина О.В., канд. техн. наук, доцент, Данилова Н.С. 2762

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ШАГА СТРОПИЛЬНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ФЕРМ ТРЕУГОЛЬНОГО ОЧЕРТАНИЯ НА РАСХОД СТАЛИ Никулина О.В., канд. техн. наук, доцент, Максютова Е.А. 2770

ВЛИЯНИЕ СТАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ СТАЛЬНОГО КАРКАСА ОДНОЭТАЖНОГО МНОГОПРОЛЕТНОГО ЗДАНИЯ НА РАБОТУ ЕГО ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ В СЛОЖНЫХ ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЯХ Никулина О.В., канд. техн. наук, доцент, Шаферстов И.А. 2775

ОПТИМИЗАЦИЯ ФИЛЬТРАЦИИ ПРЯМОГО СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ СМАРТ-ОКНА Оденбах И.А., канд. пед. наук 2780

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ И ИНСОЛЯЦИИ В ПОМЕЩЕНИИ С ПОМОЩЬЮ РЕШЕТОЧНОГО СМАРТ-ОКНА Пикалова Е.В. 2784

АНАЛИЗ ВИДОВ НАВЕСНОГО ВЕНТИЛИРУЕМОГО ФАСАДА Поварова А.А., Зайцева К.Н. 2790

АНАЛИЗ ТРУДОЕМКОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ КРУПНОПАНЕЛЬНОГО ДОМОСТРОЕНИЯ Полихов М.А., Кулешов И.В., . 2799

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ И МЕТОДОВ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ Рахимова О.Н., канд. пед. наук 2807

О ПРОБЛЕМАХ ПРЕПОДАВАНИЯ ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В КОНТЕКСТЕ РЕФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ Семагина Ю.В., канд. техн. наук, доцент, Ванчинова М.А., канд. пед. наук, доцент 2810

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ШТУКАТУРНЫХ РАБОТ ПРИ ОТДЕЛКЕ ПОМЕЩЕНИЙ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ Тимофеева Е.А., Зайцева К.Н. 2815

РАСШИРЕНИЕ НОМЕНКЛАТУРЫ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ Турчанинов В.И., канд. техн. наук, доцент, Семенов Н.Н.2820

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ВЫБОРА КОНСТРУКЦИИ ПОКРЫТИЯ ВОДНОСПОРТИВНЫХ КОМПЛЕКСОВ Украинченко Д.А., канд. техн. наук, Корнеев А.В., Абдрахимова А.Р. 2826

АВТОМАТИЗАЦИЯ И BIM-ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ Чирков Ю.А., д-р техн. наук, доцент, Усманов А.Г., Гурьева В.А., д-р техн. наук, доцент 2834

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РОССИЙСКОГО РЫНКА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ Федосеенко Г.В., Дергунов С.А., канд. техн.наук, доцент, Сатюков А.Б., канд. техн. наук, доцент, Спирина А.Ю. 2840

СТРУКТУРА ЗАСТРОЙКИ В РАЗРЕЗЕ МАТЕРИАЛОВ СТЕН Спирина А.Ю., Сатюков А.Б., канд. техн. наук, доцент, Дергунов С.А., канд. техн. наук, доцент, Федосеенко Г.В. 2844

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ КРУПНОФОРМАТНЫХ ТРОТУАРНЫХ ПЛИТ Шевцова Т.И., канд. пед. наук, доцент, Таймасов В.Р. 2853

ОСОБЕННОСТИ УСИЛЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ, ВОЗВЕДЕННЫХ НА ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТАХ Украинченко Д.А., канд. техн. наук, Ягофаров Р.Р. 2857

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТИЧЕСКОЙ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СВАИ МЕТОДОМ ИСПЫТАНИЙ СТАТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКОЙ

Жаданов В.И., д-р техн. наук, профессор,
Нестеренко М.А., Аксенов М.Н.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В настоящее время при устройстве фундаментов широко используются набивные сваи в связи со значительным развитием парка машин и механизмов для их изготовления.

Несущая способность свайного фундамента по грунту при проектировании определяется с использованием аналитического метода по формулам СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты» [1]. При расчете используются осредненные табличные значения величин расчетного сопротивления слоя грунта основания по боковой поверхности сваи, которые являются приблизительными. Полученная аналитическим методом несущая способность сваи, как правило, оказывается меньше, чем при определении с помощью полевых испытаний. В отечественной практике разница в ряде случаев может достигать 40%, то есть прочность свай по грунту используется только на 60%. Это обусловливается повышенной осторожностью при проектировании, некачественными инженерно-геологическими изысканиями, некорректным применением методик расчета, которые, в свою очередь, не лишены недостатков. В итоге при расчете используется множество коэффициентов, занижающих расчетную несущую способность свайного фундамента по грунту [2].

Такая осторожность является излишней, так как многолетний строительный опыт и анализ результатов обследования фундаментов различных типов позволяют сделать вывод о том, что фундаменты на забивных сваях надежнее фундаментов мелкого заложения.

Одним из наиболее эффективных методов определения несущей способности свай по грунту является метод статических испытаний. Испытания проводятся в строгом соответствии с требованиями ГОСТ 5686-2020 «Грунты. Методы полевых испытаний сваями» [3], а также других нормативно-технических документов, действующих в области строительства, в частности инженерно-геологических изысканий [4].

В состав установки для испытания статическими вдавливающими нагрузками входит:

- устройство для нагружения сваи (домкраты);
- опорная конструкция для восприятия реактивных нагрузок;
- противовес (фундаментные блоки);
- устройство для измерения перемещений сваи в процессе испытания (реперная система с измерительными приборами).

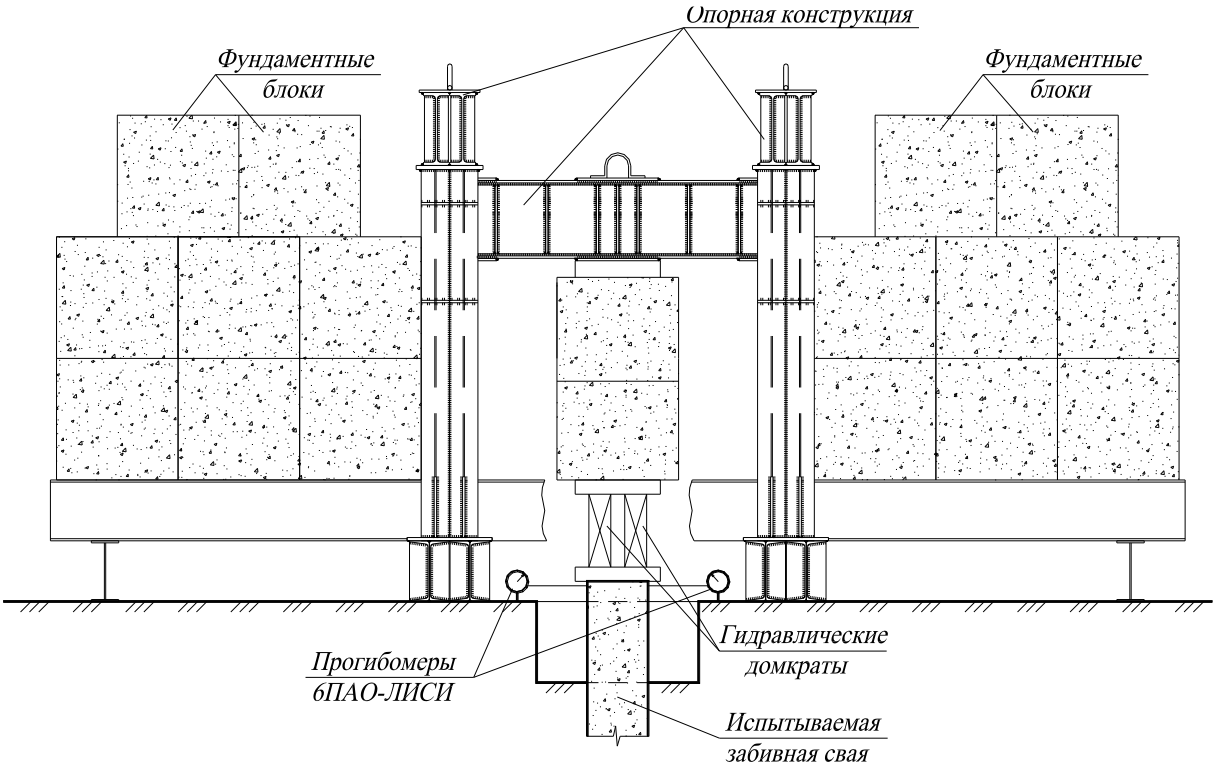


Рисунок 1 – Схема установки для испытания свай статическими нагрузкой

Все конструкции установки, применяемой для испытаний, рассчитаны на нагрузку, превышающую на 20 % наибольшую нагрузку, предусмотренную программой испытаний. Устройство для нагружения свай обеспечивает соосную и центральную передачу нагрузок на сваю, возможность передачи нагрузок ступенями, постоянство давления на каждой ступени нагружения. Расстояния от оси испытываемой натурной сваи до ближайшей опоры грузовой платформы, а также до опор реперной установки составляют не менее 5 наибольших размеров поперечного сечения сваи, и не менее 2 м (в диапазоне от 2,0 м до 2,2 м). Наибольший прогиб инвентарной конструкции, служащей упором для домкрата, не превышает 0,004 ее расчетного пролёта.

Нагружение испытываемой сваи производят равномерно, ступенями, значение которых устанавливается программой испытаний, но принимается не более 1/10 заданной в программе наибольшей нагрузки на сваю. Испытание свай производится при условной стабилизации на ступени нагружения, равной 0,1 мм за 1 час, если под нижним концом залегают песчаные или пылевато-глинистые грунты с консистенцией от твердой до тугопластичной, а также за 2 часа, если грунты пылевато-глинистые от мягкопластичной до текучей консистенции.

Приведем результаты реальных испытаний забивных железобетонных свай непосредственно на строительной площадке с применением вышеуказанной установки и описанной методики.



Рисунок 2 – Процесс испытания сваи

Таблица 1 – Результаты испытаний свай статической нагрузкой

№ п/п	Порядковый номер сваи	Общая длина сваи, м	Нагрузка, тс	Деформация, мм
1	1	4,0	72 80	14,79 29,68
2	2	7,0	80	18,87
3	3	5,0	16 24	2,26 > 40,00
4	4	7,0	80	11,96
5	5	5,0	80	13,92
6	6	5,0	80	11,62
7	7	5,0	80	13,24
8	8	5,0	80	12,94
9	9	4,0	24 32	5,35 > 40,00

В процессе проведения испытаний нагружение свай статической вдавливающей нагрузкой осуществлялось до 80 тс, при этом значении вертикальных перемещений свай находились в интервале от 11,62 мм до значений более 40,00 мм.

Результаты испытаний показали, что несущая способность свай 2, 4, 5, 6, 7 и 8 по результатам полевых испытаний статической вдавливающей нагрузкой составляет не менее 80 тс, а расчетная нагрузка – не менее 67 тс. Несущая способность сваи 1 составила 72 тс, расчетная нагрузка – 60 тс. Несущая способность свай 3 и 9 составляют 16 тс и 24 тс соответственно, при этом расчетные нагрузки имеют значения 13,3 тс и 20,0 тс.

Все полученные с помощью полевых испытаний значения несущей способности свай превышают теоретические на 10-30%.

Приведем пример расчёта теоретической несущей способности сваи №1 в соответствии с [1]. Несущая способность сваи, работающую на сжимающую нагрузку, определяют по формуле:

$$F_d = \gamma_c \cdot (\gamma_{cR} \cdot R \cdot A + U \cdot \sum \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot h_i) = 59 \text{ тс} \quad (1)$$

где γ_c - коэффициент условия работы сваи;

R - расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи;

A - площадь поперечного сечения сваи;

U - периметр поперечного сечения ствола сваи;

γ_{cR}, γ_{cf} - коэффициенты условия работы грунта, зависящие от способа погружения сваи в грунт;

f_i – расчетное сопротивление i-го слоя грунта основания по боковой поверхности сваи;

h_i – толщина i-го слоя грунта.

Расчетная нагрузка для одной сваи определяют по формуле:

Расчетная нагрузка, передаваемая на сваю определяется по формуле 7.2 п. 7.1.11 СП 24.13330.2021.

$$N \leq \frac{F_d}{\gamma_n \gamma_{c.g.}} = 42 \text{ тс}, \quad (2)$$

где N - расчетная нагрузка, передаваемая на сваю (продольное усилие, возникающее в ней от расчетных нагрузок, действующих на фундамент при наиболее невыгодном их сочетании);

γ_n - коэффициент надежности по ответственности сооружения.

$\gamma_{c.g.}$ - коэффициент надежности по грунту.

В результате расчета несущая способность сваи равна 59 тс, а расчетная нагрузка 42 тс, что на 18% и 30% соответственно меньше показателей, полученных методом испытаний статической нагрузкой.

Вывод. Факторы, от которых зависит несущая способность свай, имеют сложный характер взаимодействия и предопределяют комплексную работу сваи в грунте, не поддающуюся математическому описанию. Существующие

аналитические методы определения несущей способности свай имеют существенные расхождения в результатах. Из-за большого многообразия грунтовых условий действующие нормы не могут предложить единую методику с высокой степенью точности приближения к данным, получаемым при натурных испытаниях.

Отсутствие достоверных методов расчета несущей способности свай предопределяет необходимость применения строительных (полевых) способов, которые являются более дорогостоящими, если сравнивать с теоретическими. При отсутствии материалов полевых испытаний на предпроектных этапах проектировщику приходится прибегать к множеству коэффициентов, искусственно занижая несущую способность, что существенно увеличивает сметную стоимость свайных фундаментов. Такая ситуация обуславливает острую необходимость дальнейших научно-экспериментальных исследований в этой области.

Список литературы

1. СП 24.13330.2021 СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты. Официальное издание. М.: ФГБУ "РСТ", 2022.

2. Кургузов К.В., Фоменко И.К., Сироткина О.Н. Оценка несущей способности свай. Методы расчета и проблематика // Известия ТПУ. Инжиниринг георесурсов. 2019. Т. 330. № 10. С. 7–25

3. ГОСТ 5686-2020 Грунты. Методы полевых испытаний сваями (с Поправками, с Изменением N 1). Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2020.

4. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть I. Общие правила производства работ. Официальное издание М.: ПНИИИС Госстроя России, 1997 год.

АНАЛИЗ И ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА В СТЕСНЁННЫХ ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ

Алейников В.С.,
Гарипов В.С., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

По данным Федеральной службы государственной статистики, жилой фонд Российской Федерации (РФ) составляет 3,09 млрд. $м^2$. Из них на «хрущевки», официальный срок эксплуатации которых заканчивается в 2020 году (некоторых уже окончен), приходятся 246 млн. $м^2$ [1,2].

Широкий спектр проблем строительства в условиях плотной городской застройки [3-5], кроме всех прочих факторов, обуславливается рядом требований и может быть успешно решен путем развития модульного строительства на территории РФ.

В настоящее время проблема проектирования, реконструкции, строительства и эксплуатации модульных жилых зданий чрезвычайно актуальна. Данными вопросами активно занимаются проектные и научные учреждения всего мира. Одна из основных задач исследования - внедрение современных технологий строительства в стесненных условиях строительной площадки. Так же не стоит забывать о влиянии организационно-технологических решений на рядом расположенные жилые комплексы, культурные и муниципальные учреждения.

На данный момент, в Градостроительном кодексе РФ отсутствует, как таковое, определение - «модульное строительство», но существует схожее понятие - «мобильное здание». Мобильное здание или сооружение - это здание или сооружение комплектной заводской поставки, конструкция которого обеспечивает возможность его передислокации [11].

Классификация модульных конструкций приведена на рисунке 1[6].

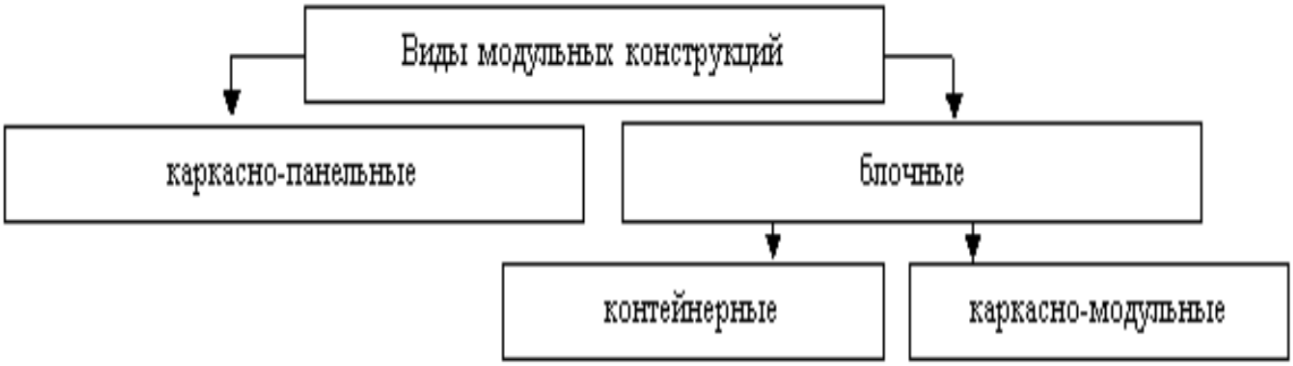


Рисунок 1 - Виды модульных конструкций[6].

Модульные системы - сборные конструкции, преимущественно изготовленные из стальных каркасов или лёгких стальных тонкостенных профилей, сборного железобетона, древесины и различных комбинаций [11].

Основные преимущества модульного строительства заключаются в небольших сроках подготовительных работ, а также уменьшении стоимости монтажа конструкций. Сроки проведения работ (на примере 12-ти этажного жилого многоквартирного дома) приведены, в виде графика, на рисунке2.

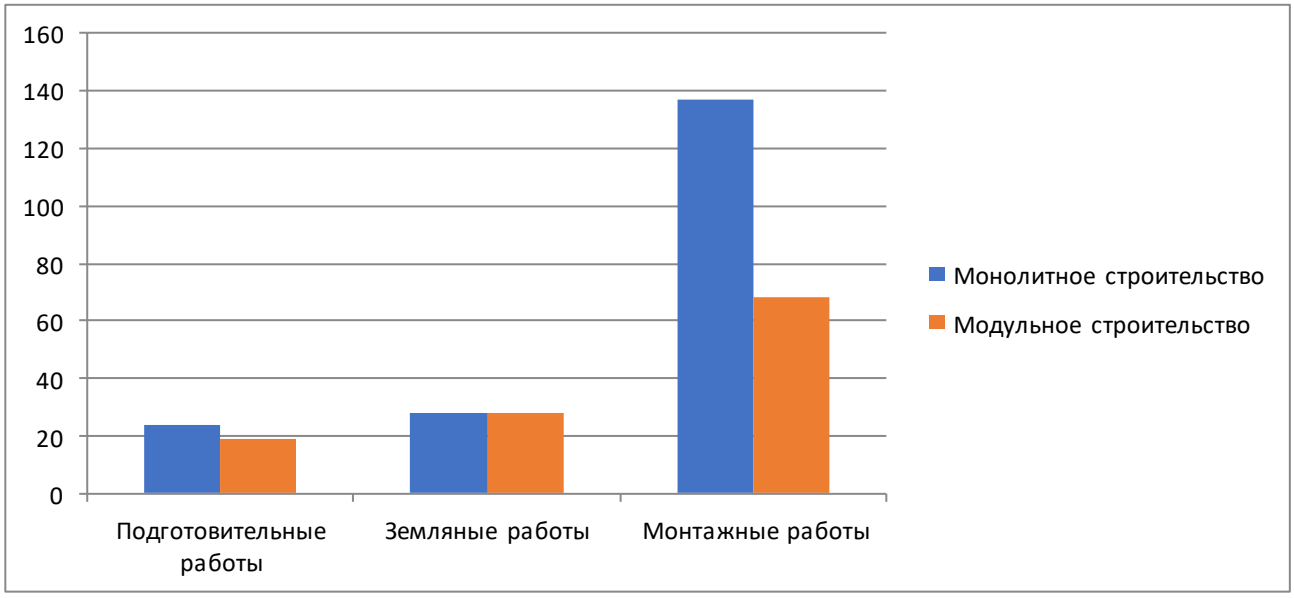


Рисунок 2 – Сравнительная диаграмма сроков возведения зданий.

Преимуществами более широкого внедрения модульного строительства являются:

- минимизация шумового воздействия и выбросов в атмосферу при возведении в стесненных условиях плотной городской застройки;
- снижение негативного экологического воздействия на окружающую среду при строительстве;

-повышение качества строительства;

- уменьшение затрат.

Методы организации монтажных работ различают по нескольким основным признакам: последовательность, направление, способ подачи конструкции, а также этапы монтажных работ. Выбор способов перемещения, перестановки конструкций и материалов зависит во многом от условий стеснённости строительной площадки. Разработка строительного генерального плана с наличием существующей инфраструктуры города (дороги, тротуары, здания, инженерные сооружения, зеленые насаждения, парки и т.п.) усложняется различными условиями стеснённости строительной площадки.

Методы организации монтажных работ можно разделить по нескольким основным признакам: последовательность монтажа; способ подачи конструкции и материалов в рабочую зону монтажного крана; очередность выполнения монтажных работ; степень совмещения и смежности строительных монтажных работ. Выбор способа перемещения конструкций и материалов зависит от размеров строительной площадки и условий стеснённости строящегося объекта.

При производстве подготовительных и основных строительных работ в стесненных условиях, воздействие на окружающую среду обуславливается:

– выбросами в атмосферу продуктов сгорания топлива;

– выбросы в атмосферу при проведении строительных процессов;

– выбросы в атмосферу при перемещении автомобильного транспорта по территории строительной площадки;

– комплексные шумовые воздействия;

– комплексные вибрационные воздействия;

– воздействие на почвенный покров;

– воздействие на геологическую среду и подземные воды.

Загрязнение атмосферы при строительстве проявляется при:

– производстве земляных работ;

– работах строительно-дорожной техники;

– окрасочных работах;

– проведении изоляционных работ;

– перемещении сыпучих материалов.

При выполнении данных работ происходит выделение различных загрязняющих веществ[4]:

– оксид железа;

– марганец и его соединения;

– хром;

– диоксид азота;

– оксид азота;
– сажа;
– диоксид серы;
– дигидросульфид;
– оксид углерода;
– газообразные фториды;
– плохо растворимые фториды;
– ксилол;
– формальдегид;
– керосин;
– уайт-спирит;
– неорганическая пыль.

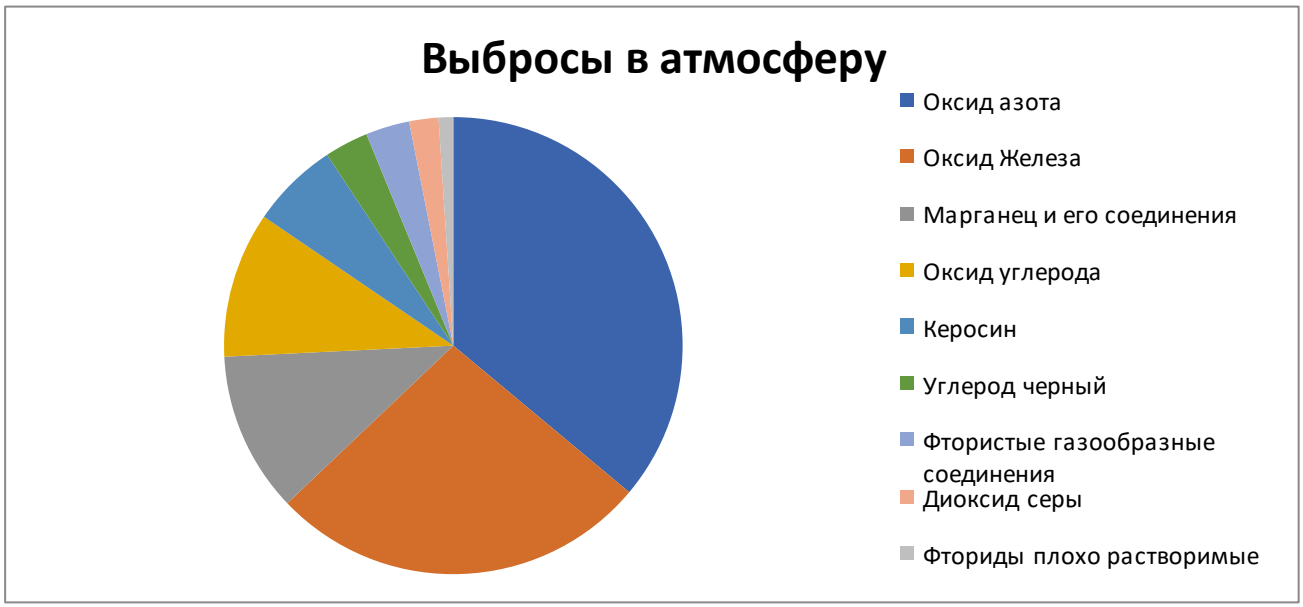


Рисунок 3 – Круговая диаграмма показателей выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при застройке.

Особо опасное среди всех является пылевое загрязнение. В условиях стеснённого строительства общий объём выброса мелкодисперсной пыли достигает 50-70% от всего количества выбросов [3, 4, 8,9].

Основными источниками физического (шумового) воздействия на ближайшие здания являются технологические процессы строительных работ, работа дизельных генераторов и передвижение транспортных средств. Данные источники являются существенным фактором шумового воздействия. Шум на строительной площадке зависит от характера выполняемых строительных работ, а также расстояния до жилой застройки. Затухание звука от стройплощадки составляет около 4 дБА при удвоении расстояния.

При проведении строительных работ значения шума не должно превышать нормативных показателей как на стройке, так и в зданиях, расположенных непосредственно на строительной площадке. Нормируемые параметры должны соответствовать параметрам [12-14].

Таблица 1 – Шумовое воздействие от различных видов строительных работ[12-14].

Вид строительных работ	Эквивалентные уровни звука, дБА на расстоянии от стройплощадки, м	
	15	30
Погрузочные	67	63
Земляные и подготовительные	71	66
Земляные	73	69
Асфальтоукладочные	76	72
Асфальтофрезерные	81	75

Основными источниками вибрационного воздействия являются:

– автомобильный транспорт;

– строительно-дорожная техника;

– крупное строительное оборудование.

Динамически нагрузки приводят к распространению вибраций в грунте, которые воздействуют на близлежащие здания. Зона воздействия вибрационных нагрузок может варьироваться до 90-150 метров. При строительстве в стеснённых условиях уровень вибрации зданий, расположенных рядом с строительной площадкой, может превышать нормативные значения в 5-10 раз.

При проведении работ вибрация от техники должна быть на уровне, не превышающем воздействие на здоровье и комфорт человека. В связи с этим необходимо учитывать требования, предъявляемые нормативно-техническими документами [15-17].

На период строительства механическое воздействие на почвенный покров осуществляется во время следующих работ: уплотнение и разрыхление грунта, выкорчевывание деревьев, вырубка существующих зеленых насаждений, устройство временных автодорог. Химическое воздействие на почву осуществляется при транспортировке и хранении строительных материалов, газопылевых выбросах, а также использовании масел и смазки для обслуживания автотранспорта.

Негативное воздействие при строительстве зданий и сооружений:

– прокладка трубопровода и кабелей, нарушение естественного дренажа и поверхностного стока;

– деградация и уплотненные почв в местах складирования строительных материалов;

– химическое загрязнение почвы.

По итогам рассмотрения проблем строительства в стеснённых городских условиях можно сделать следующие выводы:

– использование модульного строительства значительно ускоряет сроки возведения зданий, а также позволяет сократить количество строительного мусора и негативного воздействия на рядом расположенные здания;

– строительные работы должны проводиться с контролируемыми нормами уровня шума, запыления и загрязнения окружающей атмосферы;

– при демонтаже и строительных работах необходимо осуществлять мероприятия по вывозу и утилизации отходов, охране окружающей среды.

Список литературы

1. Россия в цифрах. 2018: Крат.стат.сб. /Росстат-М., 2018 – 522 с.

2. Зуева А. В. Быстровозводимые здания и модульное строительство // Молодой ученый. - 2016. - №3. - С. 100-103. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: https://moluch.ru/archive/107/25643/(дата обращения: 04.06.2019).

3. Поляков, В.Г., Чебанова С.А., Ступницкий В.С. Повышение экологической безопасности при строительстве зданий в стесненных городских условиях // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. - 2018. - № 51 (70). - С. 205-211.

4. Азаров В. Н., Чебанова С. А., Азаров А. В., Поляков В. Г. Влияние организационно-технологических решений строительства в стесненных городских условиях на окружающую среду. // Инженерный вестник Дона. 2018. № 1.[Электронный ресурс]: – Режим доступа:https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-organizatsionno-tehnologicheskih-resheniy-stroitelstva-v-stesnennyh-gorodskih-usloviyah-na-okruzhayuschuyu-sredu.

5. Чебанова С.А. Бурлаченко О.В Поляков В.Г. Организационно-технологические решения строительства в стесненных городских условиях. // Инженерный вестник Дона. 2018. № 1. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsionno-tehnologicheskie-resheniya-stroitelstva-v-stesnennyh-gorodskih-usloviyah.

6. Асаул А. Н., Казаков Ю. Н., Быков В. Л., Князев И. П., Ерофеев. Теория и практика использования быстровозводимых зданий - Санкт-Петербург, «Гуманистика», 2004 - 472 с.

7. Чебанова С. А., Поляков В. Г., Ступницкий В. С. Особенности организации строительной площадки в стесненных условиях городской застройки со сложными грунтами // Научные исследования высшей школы в области строительства и архитектуры: сб. ст. Междунар. практ. конф. (5 фев. 2018 г., г. Новосибирск). - Уфа, 2018. - С. 135-137.

8. Чебанова С. А., Николаева Ю. С. О необходимости восстановления нарушенных при строительстве территорий // Научные исследования высшей школы в области строительства и архитектуры: сб. ст. Междунар. практ. конф. (5 фев. 2018 г., г. Новосибирск). - Уфа, 2018. - С. 138-140.

9. Чебанова С. А., Карлов М. А. О государственной экологической экспертизе в строительстве // Научные исследования высшей школы в области строительства и архитектуры: сб. ст. Междунар. практ. конф. (5 фев. 2018 г., г. Новосибирск). - Уфа, 2018. - С. 132-134.

10. Горячев, О. М. Организационно-технологическая подготовка строительства многоэтажных зданий в стесненных условиях: автореф. дис. ... канд. техн. наук. - Москва, 2004 - 22 с.

11. ГОСТ 25957–83 Здания и сооружения мобильные (инвентарные). Москва : Госстрой СССР, 1983. – 9 с.

12. СНиП 23-03-2003 «Защита от шума». ДЕАН - Москва, 2004. - **525** с.

13. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы». Москва : Минстрой, 1986. – 21 с.

14. МГСН 2.04-97 «Проектирование защиты от транспортного шума и вибрации жилых и общественных зданий». Москва : Минстрой, 1997. – 22 с.

15. ГОСТ ИСО 8041-2006 «Воздействие вибрации на человека». Москва : Минстрой, 2006. – 80 с.

16. ГОСТ Р 52892-2007 «Вибрация и удар. Вибрация зданий. Измерение вибрации и оценка ее воздействия на конструкцию». Москва : Минстрой, 2008. – 16 с.

17. СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».Москва : Минстрой, 1996. – 20 с.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Жаданов В.И., д-р техн. наук, профессор,
Украинченко Д.А., канд. техн. наук, доцент, Апракин А.Н.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Для повышения эффективности работы транспортных средств, скорости доставки грузов, комфортной перевозки пассажиров, безопасности движения, а также для снижения себестоимости перевозок необходимо повышение транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог и магистралей. Все дороги должны быть паспортизированы и иметь документацию по обеспечению эксплуатационной надежности для непрерывности их работоспособности.

В настоящее время распространённой проблемой является отсутствие проектной и исполнительной документации на большинство асфальтобетонных дорог и автомагистралей, что сильно затрудняет проведение работ по обследованию и оценки их технического состояния.

Автор принимал непосредственное участие в обследовании автомобильных дорог без предоставленной документации, написании технического отчета и паспортизации дорог. Целью являлось первичное и инструментальное обследование и оценка технического состояния дорог, а также разработка технических решений и рекомендуемых мероприятий для продления срока безопасной эксплуатации объекта.

Основными задачами обследования автомобильных дорог являлось:

- установление маршрута на дорожной сети, который не удовлетворяет требованиям повышенной интенсивности движения;
- выявление ослабленных участков земляного полотна и дорожного покрытия, требующих первоочередного ремонта;
- выявление участков с плохим водоотводом и неудовлетворительной работой водопропускных сооружений;
- выявление участков с нарушением плостностности покрытия и низким сцепным качеством дорожного покрытия;
- выявление опасных участков на дороге и участков заторов;
- установление соответствия дороги требованиям психофизиологии водителя;
- составить ведомость дефектов и повреждений верхнего слоя дорожного покрытия;
- составить перечень рекомендация по ремонту проезжей части автодороги и устранению дефектов на дорожном покрытии.

В целях данного обследования применялись следующие геодезические приборы и инструменты, позволяющие определять характеристики дорожного покрытия с высокой точностью:



Рисунок 1 – Определение геометрических параметров и транспортно-эксплуатационных показателей объекта.

Объект представляет собой дорожную конструкцию - инженерное сооружение, включающее земляное полотно в насыпи и дорожную одежду. Земляное полотно устроено из насыпного грунта, в пределах которого вся поверхность земляного полотна расположена выше уровня земли (подстилающего грунта). Откосы насыпи земляного полотна укреплены засевом трав. Тип верхнего слоя покрытия проезжей части – усовершенствованный капитальный (асфальтобетон). Проезжая часть имеет две полосы движения. Обочины, укрепленные гравийно-песчаной смесью, расположены по правой и левой стороне проезжей части. Краевая полоса (полоса обочины, предназначенная для защиты от разрушения кромки проезжей части и допускающая регулярные заезды на нее транспортных средств) устроена по принципу проезжей части.

Исследуемый объект имеет протяженность 3455 м. Средняя ширина каждой полосы движения 2,9 м. Средняя ширина асфальтобетонного покрытия 5,7 м. Общая площадь асфальтобетонного покрытия 19693,5 м^2. Поперечный профиль двускатный, имеет тип открытой системы поверхностного водоотвода. Величина поперечных уклонов дорожной одежды изменяется в диапазоне от 18‰ до 20‰. Отвод поверхностных вод с проезжей части дороги осуществляется при помощи продольных и поперечных уклонов. Автомобильная дорога имеет три водопропускных сооружения в виде

железобетонных труб (одна труба – одноочковая и две трубы – двух очковые). Автомобильная дорога имеет 15 съездов.

Так же экспертная группа установила, что автомобильная дорога общего пользования, предназначенная для движения с установленными скоростями, нагрузками и габаритами автомобилей и иных наземных транспортных средств, осуществляющая перевозки пассажиров и грузов, согласно СП 34.13330.2021 «СНиП 2.05.02-84* Автомобильные дороги», относится к IV категории.

Автомобильная дорога имеет три водопропускных сооружения в виде железобетонных труб (одна труба – одноочковая и две трубы – двух очковые). Состояние водопропускных труб – не эксплуатационное. Отсутствуют входной и выходной оголовки, отверстия тела трубы заилилось и утратило режим протекания воды в трубах. Насыпь в области водопропускных труб размыта. Входная часть отверстия трубы заблокирована остатками валежника, принесённого талыми водами. Со времени проектирования и ввода объекта в эксплуатацию (1965 г.) произошло изменения в нормативных требованиях. Автомобильная дорога уже не способна обеспечить пропуск количества автомобилей $N_{сут}$ = 896 авт/сут с учетом того, что современная дорога должна обеспечивать удобство движения автомобилей на всем пути следования независимо от погодных условий и времени года.

При оценке технического состояния проезжей части объекта экспертами были использованы категории, регламентированные ГОСТ 33220-2015 «Дороги автомобильные общего пользования. Требования к эксплуатационному состоянию».

В ходе проведения обследования установлено, что автомобильная дорога общего пользования, предназначенная для движения с установленными скоростями, нагрузками и габаритами автомобилей и иных наземных транспортных средств, осуществляющая перевозки пассажиров и грузов с среднегодовой суточной (по результатам расчетов) интенсивностью движения Nсут = 896 авт/сут , согласно СП 34.13330.2021 «СНиП 2.05.02-84* Автомобильные дороги», относится к IV категории.

Для достижения поставленных задач и упрощения расчётов объемов работ было принято решение построения упрощённых линейных графиков дорог по результатам их обмерки в программном комплексе Autodesk AutoCAD. Данные графики отражали геометрические параметры дорожной полосы (длину, ширину), количество съездов, примыкающих дорог, автостоянок, парковок, а также существующих инженерных сетей, таких как ливневые колодцы, эстакады и т.п. Основном особенностью являлось нанесение дефектов дорог, которые позволили наглядно оценить качество полотна.

На основании полученных результатов установлена категория технического состояния объекта в целом – эксплуатационное.

Собственнику автомобильной дороги были даны рекомендации по ремонту проезжей части автодороги и устранению дефектов на асфальтобетонном покрытии.

Вывод: Такой подход позволил упростить как определение объемов ремонтных работ, так и получить визуализацию повреждений дороги. Построение линейных графиков автомобильных дорог позволяют провести их паспортизацию; разработать схемы расстановки знаков и нанесения разметки проезжей части, а так же полного инженерного оборудования дороги; установить виды ремонтных работ и работ по содержанию работы в разные периоды года; установить возможность проезда тяжелых автопоездов или негабаритных грузов; разработать проект капитального ремонта или реконструкции дороги либо отдельных ее элементов; провести установления соответствия элементов дороги требованиям современных нормативных документов.

Список литературы

1. СП 34.13330.2021. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85* (утв. Приказом Минстроя Российской Федерации от 09.02.2021 г. № 53/пр).

2. Методические рекомендации по восстановлению асфальтобетонных покрытий и оснований автомобильных дорог способами холодной регенерации. Министерство транспорта Российской федерации. Государственная служба дорожного хозяйства. Утверждено распоряжением Росавтодора № ОС-568-р от 27.06.2002 г. (Дата актуализации: 01.02.2020).

3. Сулейманов, Г. В. Маврин, В. Г. Маврин., Исследования движения транспортных потоков и оценка качества атмосферного воздуха на основании инструментальных методов на автомагистралях города. // Автотранспортное предприятие, 2014. - № 1. - С. 46-50. - Библиогр.: с. 50 (11 назв.).

4 Попов, А. С. Оценка качества и экспертиза автомобильных дорог современными методами Оренбург, 2017. - 93 с.

5. Назаров, А. А.., Особенности проведения строительно-технической экспертизы объектов транспортной инфраструктуры. Оренбург, 2020. - 72 с.

РАЦИОНАЛЬНЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО РЕБРИСТОГО ПЕРЕКРЫТИЯ С ПЛИТАМИ БАЛОЧНОГО ТИПА

Аркаев М.А., канд. техн. наук, доцент, Ковегенов И.Р.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Монолитные перекрытия широко применяются при возведении объектов различного функционального назначения, поэтому вопрос их рационального конструирования безусловно всегда является актуальным.

По конструктивному исполнению можно выделить следующие наиболее распространенные типы монолитных перекрытий [1]:

- балочные (с плитами балочного типа или плитами, опертыми по контуру);
- безбалочные (с капителями или без капителей).

В рамках настоящей статьи рассматривают балочные или как их еще называют ребристые перекрытия с плитами балочного типа. Основными элементами монолитных ребристых перекрытий являются плита, главные и второстепенные балки, соединенные монолитно в единую несущую систему (Рисунок 1). Плита в монолитном перекрытии, как правило, размещается в верхней части балок, благодаря чему второстепенные и главные балки работают как тавровые.

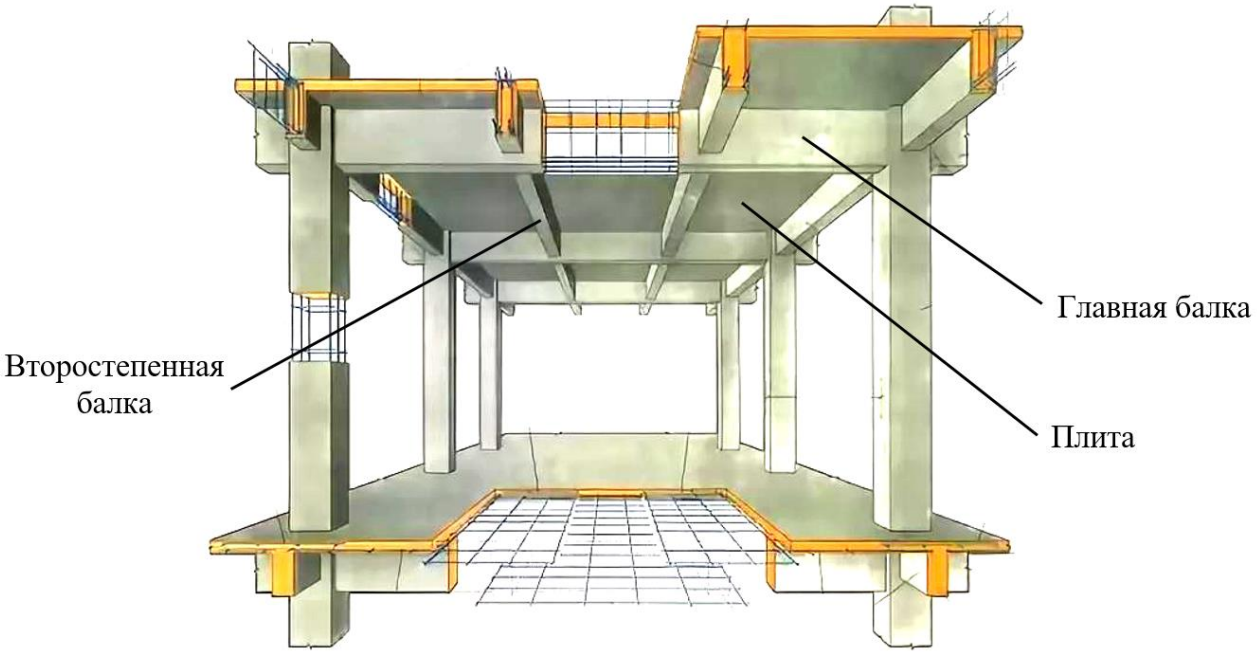


Рисунок 1 – Ребристое перекрытие с плитами балочного типа.

При конструировании плиты балочного типа шаг второстепенных балок (Ls) принимают таким образом, чтобы соблюдалось условие $L_{sb}/L_s \geq 2$ (рисунок 2) [2]. Если это условие не выполнится, то плита будет не балочного типа, а опертой по контуру.

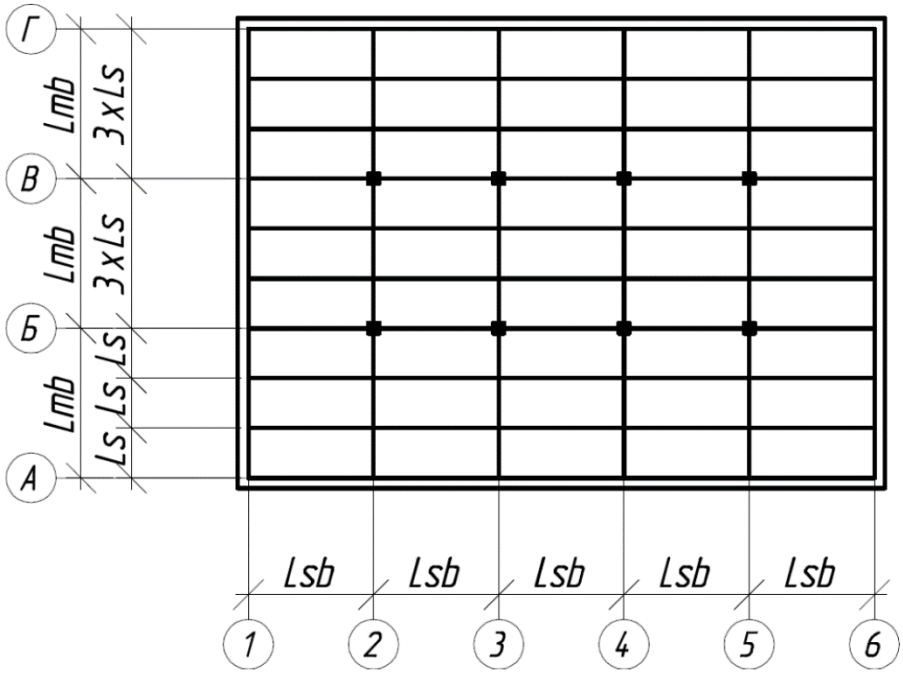


Рисунок 2 – Схема ребристого перекрытия с плитами балочного типа

Расположение главных и второстепенных балок в плане зависит от многих факторов (формы и размеров помещений, размещения оборудования, требований к пространственной жесткости здания, проветриваемости, освещенности и др), при одним из основных показателей, характеризующим экономичность перекрытий, является расход материалов. Об объеме материала можно судить по приведенной толщине перекрытия, принимая под ней толщину слоя всего материала, необходимого для изготовления всех конструкций (плиты, главных и второстепенных балок) и распределенного равномерно по всей площади перекрытия.

Приведенную толщину перекрытия можно определить по формуле:

$$h_{red} = h_{f,red} + h_{pb,red} + h_{mb,red} + h_{c,red}$$

где $h_{f,red}$ – приведенная толщина плиты, см;

$h_{pb,red}$ – приведенная толщина второстепенных балок, см;

$h_{mb,red}$ – приведенная толщина главных балок, см;

$h_{c,red}$ – приведенная толщина колонн, см.

$$h_{f,red} = \ell_{pl} \cdot \sqrt{\ell_{pl} + p_n}$$

$$h_{pb,red} = 0{,}01 \cdot (0{,}45\ell_{pb} + p_n)\frac{\ell_{pb}^3}{\ell_{pl}} \cdot \frac{n_f \pm 1}{n_f}$$

$$h_{mb,red} = 0{,}024\ell_{mb} \cdot (0{,}4\frac{\ell_{mb}^2}{\ell_{pb}} + p_n) \cdot \frac{n_{pb} \pm 1}{n_{pb}}$$

$$h_{c,red} = 0{,}01 n_{fl} \cdot H_{fl} \cdot (1{,}7\ell_{pl} + p_n) \cdot \frac{(n_{mb} \pm 1) \cdot (n_{pb} \pm 1)}{n_{mb} \cdot n_{pb}}$$

В вышеприведенных формулах ℓ_{pl}, ℓ_{pb}, ℓ_{mb} - пролеты соответственно плиты, второстепенной и главной балок, м; p_n – нормативное значение временной нагрузки на перекрытие, кПа; n_f, n_{pb}, n_{mb} - количество пролетов соответственно плиты, второстепенной и главной балок; H_{fl} - высота этажа, м; n_{fl} - количество вышележащих этажей, имеющих колонны.

Знак «+» в формулах следует принимать для перекрытий, имеющих по контуру окаймляющие балки, знак «-» - для перекрытий, опирающихся по контуру на несущие стены (в зданиях с неполным каркасом). Следовательно, по указанным выше формулам можно определить наиболее экономичный (по расходу материалов) вариант перекрытия, меняя шаг колонн, направление главных балок (вдоль или поперек здания), шаг второстепенных балок и т. д. Необходимо отметить, что зачастую наименьшая приведенная толщина перекрытия достигается при расположении главных балок по большему пролету, а второстепенных – по меньшему.

Габаритные размеры поперечного сечения главных (h_{mb}, b_{mb}) и второстепенных балок (h_{pb}, b_{pb}) назначают в соответствии с рекомендациями:

$$h_{pb} = (1/12 \ldots 1/20) \cdot \ell_{pb}; \qquad b_{pb} = (0{,}3 \ldots 0{,}4) \cdot h_{pb}$$

$$h_{mb} = (1/8 \ldots 1/15) \cdot \ell_{mb}; \qquad b_{mb} = (0{,}3 \ldots 0{,}4) \cdot h_{mb}$$

Толщину плиты (h_f) принимают в зависимости от шага второстепенных балок и значения нагрузки на перекрытия, рекомендуемое минимальное значение:

$$h_f = \frac{1}{45} \cdot L_s$$

Толщину монолитной плиты (h_f) назначают по возможности наименьшей, как правило, в интервале от 50 до 100 м, ввиду того, что на плиту требуется до 60% от общего расхода материала на все перекрытие [1].

В большинстве случаев при проектировании монолитного ребристого перекрытия с плитами балочного типа можно ограничиться расчетом по 1 группе предельных состояний (по несущей способности), так как при соблюдении вышеуказанных рекомендаций по определению размеров поперечных сечений жесткость элементов, как правило, достаточна. Однако при необходимости возможно уменьшение размеров сечений от рекомендуемых, что позволит уменьшить расход материалов и нагрузку на другие конструктивные элементы

здания, при этом необходимо выполнять расчет как по 1 группе предельных состояний, так и по 2 группе предельных состояний (расчет по деформациям, образованию и раскрытию трещин) в соответствии с [4].

При производстве 1 м3 монолитного железобетона стоимость и трудоемкость распределяются в соответствии с Таблицей 1 [3].

Таблица 1 – Стоимость и трудоемкость монолитного железобетона.

№ п/п	Наименование материала/работы	Стоимость, %	Трудоемкость, %
1	Опалубка	18	41
2	Бетон	41	9
3	Арматура	24	19
4	Транспорт бетона	5	6
5	Укладка бетона и уход за ним	12	25

Безусловно, данные, приведенные в таблице 1 являются усредненными и будут разниться в зависимости от конкретного типа конструкции и рыночной конъюнктуры, однако эти данные однозначно показывают, что стоимость бетона составляет большую часть общей стоимости монолитного железобетона.

Таким образом, одним из важнейших этапов рационального конструирования монолитного железобетонного перекрытия является определение габаритных размеров поперечного сечения элементов.

Стоит обратить внимание, что в структуре трудоемкости монолитного железобетона большую часть занимает опалубка. Это необходимо учитывать при назначении размеров элементов, принимать их следует из требований унификации и возможности максимального применения инвентарной щитовой опалубки. Так же следует помнить о том, что совершенствование конструкции опалубки увеличивает оборачиваемость, что позволяет существенно сократить затраты на опалубочные работы.

В настоящей статье рассмотрена одна из множества граней вопроса рационального конструирования строительных конструкций. К сожалению, в настоящее время этот важнейший вопрос зачастую остается на обочине внимания проектировщиков и конструкторов, а ведь именно он оказывает значительное влияние экономическую составляющую и результативность возведения строительного объекта.

Список литературы

1. Кумпяк О.Г. и др. Железобетонные и каменные конструкции. – М.: Издательство АСВ. – 2016. – 672 с.

2. Букланов В.В. Расчет и конструирование плиты монолитного ребристого перекрытия с балочными плитами. – Оренбург : ОГУ, 2012. - 50 с.

3. Байков В.Н., Дроздов П.Ф., Трифонов И.А. и др. Железобетонные конструкции. – М: Стройиздат, 1981. – 767 с.

4. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции.

СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ В РАЗВИТИИ АРХИТЕКТУРНО-ПРОСТРАНСТВЕННОГО РЕШЕНИЯ ДОСУГОВЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ КЛУБНОГО ТИПА

Аюкасова Л.К.
Федеральное государственное бюджетное образовательно учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Важной составной частью развития любого общества, помимо экономико-производственной, является организация деятельности разных слоев населения вне работы и учебы. Досуговые учреждения с момента зарождения культуры общения и социализации цивилизационного периода развития, ставили перед собой задачу становления, воспитания, формирования мировоззрения самой активной социальной группы – молодежи для наиболее полного и многогранного проявления ее творческой активности.

Досуг всегда был очень важной составной частью человеческой жизни. Формы проведения досуга были разнообразными и изменялись в соответствии с историческими предпосылками развития общества, его социальной структурой, политическими, идеологическими и экономическими тенденциями, культурными традициями. Понимание объективных причин влияния совокупности факторов на формы проведения досуга в разное время поможет сформировать принципы архитектурного решения клубных зданий на современном этапе развития.

Зародившись еще в период античности, многие общественные сооружения включали в себя многообразие функций досуговой деятельности, без четкой их направленности. К таким объектам относились гимнасии, римские термы, греческая агора.

Прототипы клубных учреждений формировались в обычной жизни различных слоев населения. Часть этих функций - пиры, танцы, музыкальные и театральные представления, общение для знати, и застолья, танцы для простолюдинов, вошли в программы первых клубов как отдельных объектов.

Английские клубы XVIII века объединяли очень узкий круг аристократии. Формы проведения досуга отражались в объемно-планировочном решении клубных зданий. Строились по принципу дворцовой архитектуры и включали пространства для совместного употребления пищи, комнат для развлечений, помещений обслуживающего персонала.

Популярность клубов характерна и для российского общества XVIII – XIX веков. Возникнув по прототипам английских клубов, приобретали свои особенности – добавились дополнительные функции (проведение балов, концертов, других мероприятий). В объемно-планировочном решении появляется доминирующее универсальное пространство, отличающееся по своим размерам. По этому принципу строились дворянские собрания, являясь местом проведения досуга для высших слоев общества.

К XIX веку в России возникают купеческие клубы, устраиваемые по аналогу с дворянскими собраниями и обслуживающие другую социальную группу общества. Параллельно возникают народные дома для пролетариев, в программе которых помимо коммерческо–развлекательных функций были включены культурно-просветительские. В планировочной структуре подобных учреждений зрительный зал для массовых мероприятий становится важной и обязательной составной частью [1].

В послереволюционное время прототип народного дома сохраняется для первых рабочих клубов и достигает предельной типизации в советское время как общественное здание культурно-досугового назначения. Клубы через свою деятельность призваны транслировать новую идеологию в массы, формируя человека новой формации, рассматривались как политическая платформа, место для агитации и пропаганды. Такой подход приводит к расширению функционала досуговых объектов, к формированию пространства гигантского по своим масштабам.

Наиболее наглядно переход от камерных досуговых клубов к крупным дворцам культуры городского значения демонстрирует проект клуба нового социального типа архитектора И. И. Леонидова.

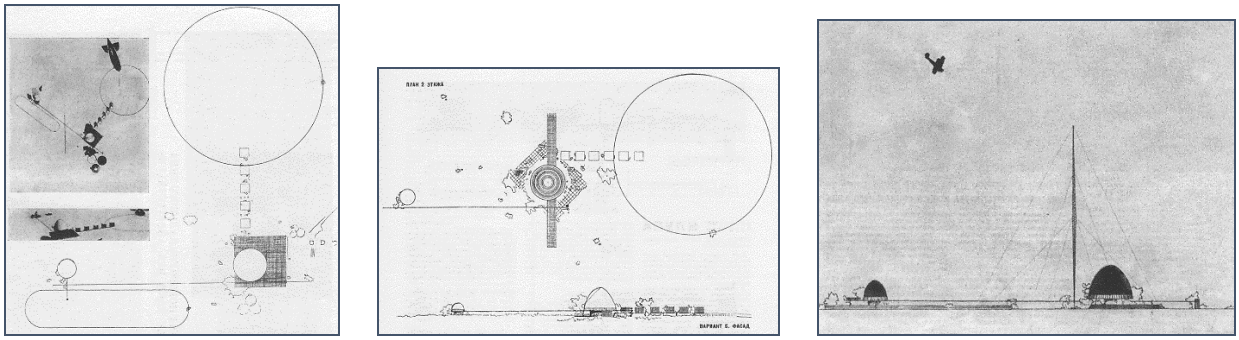


Рисунок 1 – Клуб нового социального типа, арх. И.И. Леонидов, 1929 г.

В объемно- планировочное решение клуба нового социального типа вместимостью 2,5 тыс. человек включались следующие функции:

1. Зал площадью 700 кв. м. для лекций, кино, демонстраций, собраний.
2. Зимний сад научного типа (ботанический) площадью в 2500 кв. м.

В нем размещены отделы: а) краеведение, б) зоология.

3. Библиотека с читальным залом площадью 200 кв. м.
4. Лаборатории по 100 кв. м.: физическая (электротехника, механика и т. д), химическая, кино-фото, производственная, астрономии, географии, краеведения, зоологии, ботаники, изобретательства, радио.
5. Кружковые помещения: политико-просветительные, общественно-политические, туризма, спорта, нового быта и т. д.
6. Выставки, радио, кино-газеты.
7. Спортивный зал с подсобными помещениями, площадью 400 кв. м.
8. Площадки для спортивных игр: теннис, баскетбол, крокет, шахматы, шашки и т. д.

9. Бассейн

10. Детский павильон с площадками и бассейном.

11. Парк.

12. Демонстрационное поле (открытое) для больших демонстраций: планерное состязание, воздухоплавание, авиация, автоспорт, газовые демонстрации, военные игры, туризм и т. д.

Клуб нового социального типа позволял вмещать крупномасштабные мероприятия такие как спортивные и военные игры, планерные и авиа воздушные состязания, общественно-политические кампании, производственные соревнования, собрания, выставки, краеведческую и музейную работу, демонстрацию лабораторной деятельности, выпуск кино-газеты [2].

Понимание форм проведения досуга на современном этапе складывается из совокупности факторов, среди которых важную роль играют социально-политические, идеологические, экономические, социально-культурный контекст конкретного места, образ жизни, формируемый принадлежностью к разным социальным группам, личностные приоритеты. Такой подход позволяет сформировать более четкое понимание архитектуры клуба как важного досугового объекта прошлого, настоящего и будущего.

Повышение роли клубной деятельности в развитии социокультурной сферы российского общества, формирования и развития гражданской культуры, превращает клубы в площадки социокультурных инноваций [3].

Интерес к проблеме организации клубной деятельности следует из программ, формируемых на разных уровнях административного управления и прогнозирования, особенно к организации досуга молодежной группы. В текущем году в рамках работы форума «Мое Оренбуржье» на обсуждение был вынесен вопрос на страт-сессии «Что такое клуб как сущность?».

Что сегодня интересует молодежь, как они предпочитают проводить свободное время, какой должна бать среда досугового учреждения – на эти вопросы попытались ответить самые заинтересованные лица – студенческая группа 20 Арх(б)ОП кафедры архитектуры, архитектурно-строительного факультете ОГУ.

В результате дебатов, обсуждения, полемики были выявлены основные профили клубной деятельности, отражающие характер интересов студенческой молодежи: спортивные, творческие, познавательные, развлекательные. Данные профили определяют основное направление деятельности клуба, при этом оставляя возможность формирования более разнообразного досуга.

При формировании программы досугового клуба были сформированы общие требования:

- вовлечение в клубную жизнь широких слоев населения (городские праздники, перфомансы, презентации, выставки, фестивали);
- формирование функций, обеспечивающих экономическую независимость объекта (кафе, бары, магазины, музыкальные и театрализованные выступления);
- полифункциональность основного пространства.

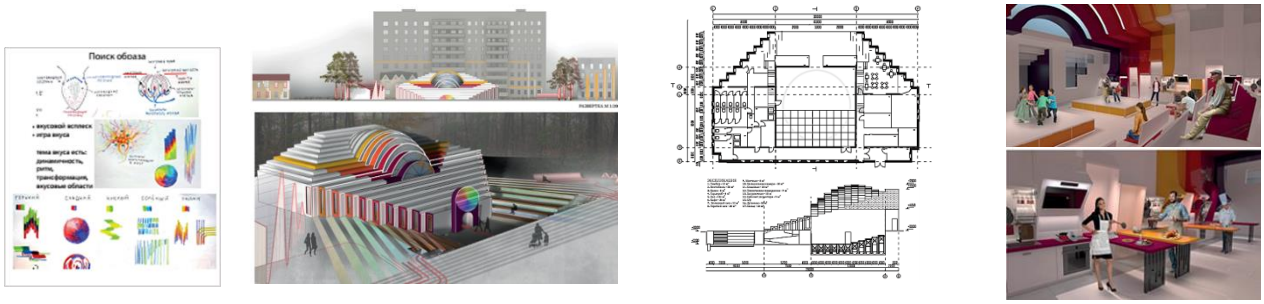


Рисунок 2 – Кулинарный клуб «Территория вкуса», объемно-пространственное и интерьерное решение, автор студентка группы 20Арх(б)ОП Новикова Софья

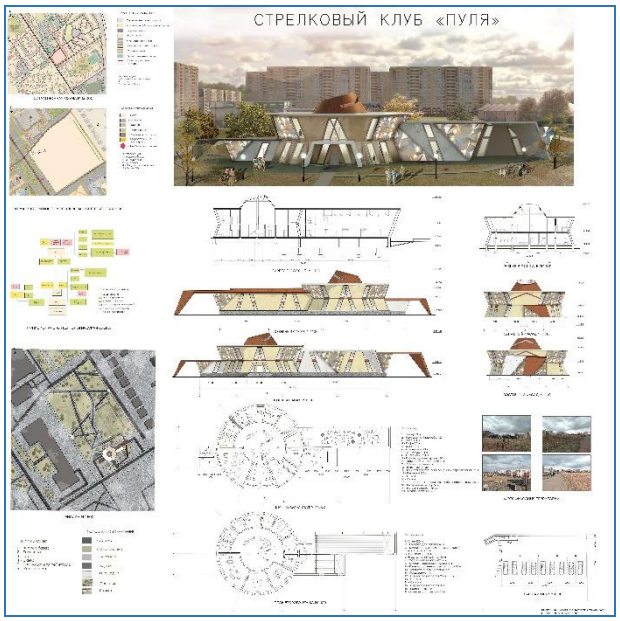


Рисунок 3 – Стрелковый клуб «Пуля», объемно-пространственное решение, автор -студентка группы 20Арх(б)ОП Халина Анастасия

В представленных проектах по-разному определены актуальность тематической направленности клуба, контингент посетителей, круг их интересов, программа клубной жизни, формы проведения досуга (рисунок 1, 2).

В проекте кулинарного клуба, по мнению автора, данное направление интересов актуально для многих слоев населения, их должно объединять желание напитаться идеями, узнать что-то новое и интересное, весело провести время с друзьями, получить первые кулинарные навыки, побывать на кулинарных шоу с участием знаменитых шеф-поваров. С целью привлечь городское население к клубной жизни, предусмотрено открытое пространство-амфитеатр, где предполагается проводить мастер-классы по кулинарному искусству, выставки-продажи, презентации изделий пищевой промышленности и т.д. Многоцелевое пространство основного помещения клуба, трансформируясь, способно адаптироваться под разнообразны события: концерты, батлы, кулинарные шоу, кулинарные поединки, мастер-классы, игры, проведение праздников с угощениями, танцы (рисунок 3).



Рисунок 4 – Кулинарный клуб «Территория вкуса». Варианты трансформации пространства универсального зала.

Проект стрелкового клуба решен в совершенно другом векторе. Его работа направлена на интересы контингента не ограниченного возрастными параметрами, это и подростковая группа, и взрослое население, желающее научиться или усовершенствовать свое мастерство в стрельбе из пневматического оружия, и специальные подразделения в чьи обязанности входит умение владеть стрелковым оружием. В программу клуба включены элементы патриотического воспитания молодежи.

Проектирование и строительство досуговых учреждений клубного типа является необходимым элементом городской среды.

Это объекты, где максимум внимания обращено на культурный отдых, развитие, просвещение, здоровый образ жизни населения.

Многообразие форм клубной жизни – необходимый фактор обеспечения коммуникации, социального взаимодействия, развития творческих способностей, обеспечивающий наиболее полный охват интересов, запросов, ожиданий различных социальных групп.

Работая над проектами клубов различного профиля, студенты архитектурно-строительного факультета выразили свое мнение, свой взгляд на проблему - «Что такое клуб как сущность?».

Список литературы

1. Свечкарь Е.С., Моргун Н.А., Эволюция функционально-планировочной структуры досуговых учреждений клубного типа. // Вестник ТГАСУ. 2022. № 3. С. 34-47.

2. Леонидов И. И. Проект клуба нового социального типа // Современная архитектура. 1929. № 3. С. 105—111. Портал о дизайне и архитектуре. Архив Союза архитекторов: Режим доступа: http://tehne.com/event/arhivsyachina/arhiv-sa-proekt-kluba-novogo-socialnogo-tipa-1929 (дата обращения: 17.12.2022).

3. Шошина С. И. Клубные учреждения в современной России. Трансформация социокультурных функций 24.00.01 – Теория и история культуры автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата культурологии // Электронная библиотека диссертаций. Режим доступа: https://www.dissercat.com/content/klubnye-uchrezhdeniya-v-sovremennoi-rossii-transformatsiya-sotsiokulturnykh-funktsii/read (дата обращения: 07.12.2022).

ВЫПОЛНЕНИЕ БЕТОННЫХ РАБОТ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ ГОДА

Балаболин А.А., Кузнецова Е.В., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Бетонная смесь является идеальным строительным материалом для возведения монолитных стен и несущих каркасов любых типов зданий и сооружений.

Свежеприготовленная смесь, благодаря пластичной и подвижной структуре способна заполнять пустоты и принимать любую форму, повторяя контуры установленной опалубки, что позволяет создавать несущие элементы строительных конструкций практически любой сложности.

Монолитный бетон может застывать без доступа воздуха, а некоторые марки строительных смесей могут достигать своей прочности даже при полном погружении в воду, однако в использовании этого материала есть одно существенное ограничение.

Нормальное отвердевание жидкой бетонной смеси может происходить при температуре окружающего воздуха не ниже +5 °С, а при отрицательных температурах в массе раствора происходят структурные изменения, которые приводят к потере прочности всей конструкции, что существенно затрудняет его использование в зимнее время[1].

Для того чтобы разобраться с вопросом, как бетонировать зимой в условиях отрицательных температур, в этой статье будут рассмотрены главные причины нарушения эксплуатационных свойств жидкого бетона, а также описаны различные методы борьбы с подобными явлениями.

Одним из наиболее распространенных методов противодействия низким температурам является использование противоморозных реагентов, которые добавляются в строительную смесь в процессе приготовления в соответствии с инструкцией по применению.

Главной отличительной особенностью такого способа является достаточно низкая стоимость, а также удобство применения, что позволяет выполнять бетонирование своими руками без использования специального оборудования.

Все противоморозные добавки по принципу действия условно можно разделить на три группы.

1. Добавки, которые увеличивают пластичность и незначительно ускоряют реакцию гидратации, благодаря чему способствуют равномерному распределению смеси и ускоряют схватывание цемента. Они применяются главным образом при низких положительных температурах.

2. Вещества, которые существенно ускоряют процесс гидратации, а кроме того обладают сильным антифризным действием, тем самым значительно уменьшая время схватывания цемента и не допуская замерзания воды. Такие

добавки могут использоваться без ограничений в условиях значительных отрицательных температур.

3. К третьей группе относятся модификаторы, которые обладают слабо выраженным антифризным действием, но очень сильно ускоряют процесс гидратации. Они могут применяться при низких отрицательных температурах для работы на открытых площадках.

При низких температурах замедляется процесс гидратации цемента, что является причиной увеличения сроков набора твердости бетоном. Полный набор прочности бетона при применении противоморозной добавки наступает через 90 суток при расчетной температуре отвердения бетона 0ºС, согласно рекомендациям по применению противоморозных добавок в бетон[2].

Таблица 1. Рост прочности бетонов с противоморозной добавкой

Расчетная температура отвердевания бетона по ºС	Прочность бетона % от проектной. При отвердевании на морозе за период времени, суток			
	7	14	28	90
0	35	50	75	100
-5	25	35	60	90
-10	15	25	45	70
-15	5	15	35	50
-25	20	30	50	60

При минусовых температурах ниже -15ºС до -25ºС наряду с противоморозными добавками применяются ускорители твердения бетонной смеси. Этот комплекс вводимых добавок позволяет экзотермической реакции цемента, добавок и воды разделить большее количество тепла, существенно ускорить гидратацию цемента, что улучшает набор первоначальной прочности бетона при отрицательных температурах[3].

К такому методу чаще всего прибегают при изготовлении массивных бетонных конструкций, например при заливке ленточного фундамента, в условиях низких положительных или незначительных отрицательных температур.

Его суть заключается в том, что гидратация является экзотермической реакцией, то есть цемент при взаимодействии с водой выделяет некоторое количество тепла, которого при соблюдении определенных условий может быть достаточно для того, чтобы раствор успел набрать необходимую прочность до полного промерзания.

Для того чтобы выполнить эти условия прибегают к следующим действиям.

1. Прежде всего, чтобы уменьшить теплоотдачу нужно выполнить теплоизоляцию опалубки, а также подготовить накрывающий материал для последующей теплоизоляции залитого раствора.

2. Изготовление рабочего раствора необходимо выполнять непосредственно на месте проведения работ, использую для его приготовления подогретую воду.

3. Если есть такая возможность, ковш бетономешалки можно подогревать в процессе работы при помощи газовой горелки.

4. Для увеличения времени остывания раствора, металлические элементы арматурной обвязки также нужно подогреть до плюсовой температуры.

5. Разогретую бетонную смесь за один прием залить в опалубку, равномерно распределить по всему объему, не допуская образования пустот и воздушных пузырей, после чего накрыть теплоизоляционным материалом и оставить до полного отвердевания[4].

Более прогрессивной, по сравнению с предыдущим способом является заливка строительной смеси в утепленную опалубку с электроподогревом. Такой способ позволяет выполнять строительные работы независимо от времени года и климатических условий и не требует применения специальных противоморозных добавок.

Применение некоторых видов противоморозных добавок для бетона может вызывать коррозию металлических элементов арматурной обвязки, поэтому для борьбы с вредным влиянием низких температур часто используют искусственное прогревание бетонного раствора, который уже уложен в опалубку.

Для этих целей, в зависимости от конкретных условий используются различные источники тепла.

1. Электрический подогрев при помощи электродов, которые погружаются в толщу раствора, происходит за счет электропроводности воды и растворенных в ней минеральных солей. Два электрода погружаются в раствор на определенную глубину в разных частях опалубки, и при подведении к ним электрического тока он проходит сквозь толщу раствора, вызывая нагревание воды.

2. Подогрев горячим паром выполняют при помощи парогенераторной установки, которая подает разогретый пар внутрь специального теплоизолированного кожуха, устанавливаемого непосредственно вокруг опалубки.

3. Иногда используется укладка греющего кабеля, однако следует понимать, что это крайняя мера, потому что извлечь его оттуда уже не получится, и он останется там навсегда.

4. Для прогревания больших площадей над местом заливки опалубки возводится специальный шатер из брезентовой или тентовой ткани. Внутри шатра устанавливаются дизельные или электрические тепловые пушки, или как вариант, инфракрасные излучатели. Они нагревают бетонную поверхность раствора и воздух внутри шатра, а в толщу смеси тепло передается за счет теплопроводности бетона.

Последний способ удобно использовать для заливки монолитной плиты под фундамент жилого дома при индивидуальном строительстве[5].

В таблице 2 представлены наиболее подходящие марки бетона для различных объектов индивидуального жилищного строительства, пригодные для использования в зимний период.

Таблица 2. Выбор марки бетона

Тип этажного дома	Рекомендуемая марка бетона, на менее чем:	
	Слабопучинистый грунт	Пучинстый грунт
Щитовой, каркасный дом	М-200	М-250
Брусовой, бревенчатый дом	М-250	М-300
Газобетонный, пенобетонный, керамзитобетонный дом	М-300	М-350
Кирпичный, монолитный дом	М-350	М-400

Вся арматура заготавливается в виде сеток размером на всю высоту тоннеля для стен и на всю ширину для днища и перекрытия. Ширина сеток 3000 мм. Сетки монтируются в нахлестку на 100 мм. Стержневая арматура Ф-1 монтируется отдельными стержнями.

Арматурные сетки устанавливаются краном, стержневая арматура вручную. В первую очередь устанавливаются сетки днища, затем сетки стенок, при бетонировании тоннеля устанавливаются сетки перекрытия и стержневая арматура.

Соединяются арматурные элементы в единую конструкцию сваркой, а в исключительных случаях - вязкой. При монтаже арматуры элементы необходимо установить в проектное положение, а также обеспечить защитный слой бетона заданной толщины, который предохраняет арматуру от коррозии. Для этого в конструкциях арматурных элементов предусмотрены специальные упоры - бетонные, пластмассовые или металлические фиксаторы, которые привязывают или надевают на арматурные стержни[6].

Смонтированную арматуру принимают с оформлением акта, оценивая при этом качество выполненных работ. Кроме контроля проектных размеров установленных сеток проверяют наличие и место расположения фиксаторов, а также прочность сборки арматурной конструкции, которая должна обеспечить неизменяемость формы при бетонировании.

Одновременно с арматурными работами начинают монтаж опалубки. Разборно-переставная опалубка состоит из отдельных щитов и поддерживающих их частей: рёбер, схваток, стяжек.

Технологический процесс устройства опалубки состоит в следующем. Щиты опалубки устанавливают краном и закрепляют в проектном положении. Монтаж опалубки начинают с установки уголков и угловых щитов. Щиты крепят между собой при помощи болтовых соединений, скобами. Опалубку устанавливают краном. На высоте опалубочные щиты поддерживают стойки с раскосами и связями, образуя леса.

Внутренняя опалубка объемно-переставная, внешняя - крупнощитовая.

После бетонирования и достижения бетоном распалубочной прочности поддерживающие устройства и щиты снимают и переставляют на новую позицию.

Бетонная смесь доставляется на строительную площадку автобетоносмесителями. Укладка предварительно разогретой бетонной смеси производится краном при помощи бадьи.

Виброуплотнение смеси ведут внутренними вибраторами.

При бетонировании в зимних условиях необходимо создать и поддерживать температурно-влажностные условия, при которых бетон твердеет до приобретения им критической, или заданной прочности в минимальные сроки с наименьшими трудовыми затратами. Для этого необходимо использовать метод предварительного разогрева.

Выдерживание бетонной смеси проводить в течение 98 часов (4 суток) в соответствии с требованиями выдерживания. Требуемая прочность 70 %.

После бетонирования и достижения бетоном распалубочной прочности производится распалубка конструкции - поддерживающие устройства и щиты снимают и переставляют на новую позицию.

Контроль температур бетонной смеси осуществлять каждые 2 часа в первые сутки, один раз в смену в последующие трое суток и не реже 1 раза в сутки в остальное время выдерживания. Контроль температуры выполняет один человек.

Все работы проводить в строгом соответствии с графиком производства работ.

Бетон класса от В15 до В30 на фундаментах и вертикальных конструкциях (колонны, стены) при среднесуточной температуре -10С°, -15С° и температуре прогрева +40С° для достижения 80-90% проектной прочности прогревается 1-2 суток (в зависимости от качества утепления опалубки, укрытия, ветра). Плиты перекрытия – от 2 до 4 суток.

Если температура прогрева ниже, то время увеличивается в «степени»: для колонн и фундаментов при +40 С° потребуется 2 суток, +30 С° – 4 суток, +20 С° – 8 суток, +10 С° – 16 суток. Температура прогрева ниже +10С° нецелесообразна.

Бетонирование в зимний период ответственных несущих конструкций из бетона класса ниже В15 не рекомендуется. Проведение бетонных работ непрофессиональными строителями при температуре ниже -20С°– тоже[6].

Зимой (-10С°, -15С°) рекомендуемое время перевозки бетонной смеси для сохранения нормативной температуры укладки (+5С°) – не более 1 часа. Приемка одного автобетоносмесителя – до 30 минут. Укладка бетонной смеси до подключения электропрогрева – не более 30 минут. Итого, с момента замеса бетона на заводе до укладки и подключения электропрогрева должно пройти не более 2 часов (при условии использования противоморозной добавки, рассчитанной на температуру -25С°). Если время увеличить до 2,5 -3 часов, то бетонная смесь утратит подвижность, при большей задержке конструкция потеряет качество, ее проектные характеристики снизятся[7].

Для выпуска на заводе бетонной смеси с температурой не менее +20С°требуется следующее оборудование:

- расходные бункеры, где щебень, гравий и песок (инертные материалы) обрабатываются горячим воздухом или паром. Так материал согревается, в нем растапливаются снег и лед;
- навесы на складе для защиты от замерзания инертных материалов в зимний период;
- оборудование подогрева воды для бетонной смеси.

Помните, чрезмерного ухода за бетоном не бывает, особенно зимой.

Работы с тепловыми пушками, тепловентиляторами должны проводить только сотрудники с допуском и необходимой квалификацией.

Нельзя оставлять прогревочное оборудование без присмотра, должны быть назначены дежурные на контроль прогрева в ночное время. И необходимо позаботиться о пожарной безопасности – обеспечить стройплощадку средствами пожаротушения

В заключении хотелось бы сделать вывод, что даже несмотря на вредное влияние отрицательных температур, существует масса способов, которые помогут разрешить проблему заливки бетонного раствора в холодное время года.

Развитие технологий зимнего бетонирования является залогом повышения эффективности и надежности бетонных работ в зимние периоды года. Одно из основных условий зимнего бетонирования —это мягкий режим прогрева, под которым подразумевают медленный подъем температуры (не более 10–15°С/час), препятствующий негативным изменениям в структуре бетона, в зависимости от модуля поверхности конструкции. Однако одним прогревом бетона за счет различных устройств или утеплителей не всегда можно достичь требуемых результатов, особенно с учетом роста тарифов на электроэнергию.

Оптимальным решением в данном случае будет использование противоморозных добавок и электропрогрев. Их применение способствует понижению температуры замерзания воды в бетонной смеси, что обеспечивает проведение бетонных работ и твердение бетона даже при отрицательных температурах, и достижение критической прочности в более короткие сроки.

Рассмотренные методы зимнего бетонирования позволяют уменьшить сроки возведения объектов в климатических условиях средней полосы России, Дальнего Востока и Оренбуржья. Бетонирование в зимнее время не рекомендуется для объектов с повышенной ответственностью, требованиями к бетонным конструкциям вследствие сложности и трудным прогнозированием твердения бетона в условиях низких температур

Список литературы

1. Головнев С. Г. Зимнее бетонирование: этапы становления и развития // Вестник Волгогр. гос. архит.- строит. ун-та. 2013. № 31(50). С. 529-534
2. Золотухин С.Н., Горюшкин А.Н. Бетонирование при отрицательных температурах // Научный вестник ВГАСУ. Серия: Высокие технологии. Экология. 2012. №1. С.81-85
3. Куракова О.А., Галаев М.У. Применение новых технологий зимнего бетонирования в современном строительстве // Экономика и предпринимательство. 2012. №6 (95). С. 1073-1075
4. Крылов Б.А. Монолитное строительство, его состояние и перспективы совершенствования // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2012. № 4 (159). С. 35-38.
5. Зиневич Л.В. Применение численного моделирования при проектировании технологии обогрева и выдерживания бетона монолитных конструкций // Инженерно-строительный журнал. 2011. №2 (20). С. 24-28.
6. Корытов Ю.А. Зимнее бетонирование с применением нагревательных проводов // Механизация строительства. 2010. № 3 (789). С. 14-20.
7. Куц Е.В., Кадокова С.Ю., Андреенко А.А. Оптимизационное моделирование энергосберегающего проекта // Инженерный вестник Дона, 2021, №12. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n12y2021/7358/.

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ СТЕН, ВОЗВОДИМЫХ МЕТОДОМ 3D ПЕЧАТИ

Баранов А.В., Руднев И.В., канд. техн. наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В настоящее время в России и в мире всё более широко применяется строительная 3D-печать, что обусловлено её достоинствами – экономией сырья, уменьшением сроков строительства, разнообразием архитектурных решений. На кафедре строительных конструкций ОГУ ведутся исследования конструктивных решений зданий и сооружений, возводимых с применением строительных 3-D принтеров. В частности, в статьях [1,2,3] были рассмотрены некоторые варианты конструктивных решений стен печатаемых зданий. В том числе, подробно рассмотрены вопросы энергоэффективности стен с учетом возможных мостиков холода. Другой не менее важной задачей при разработке конструктивных решений является обеспечение несущей способности и геометрической неизменяемости строительных конструкций.

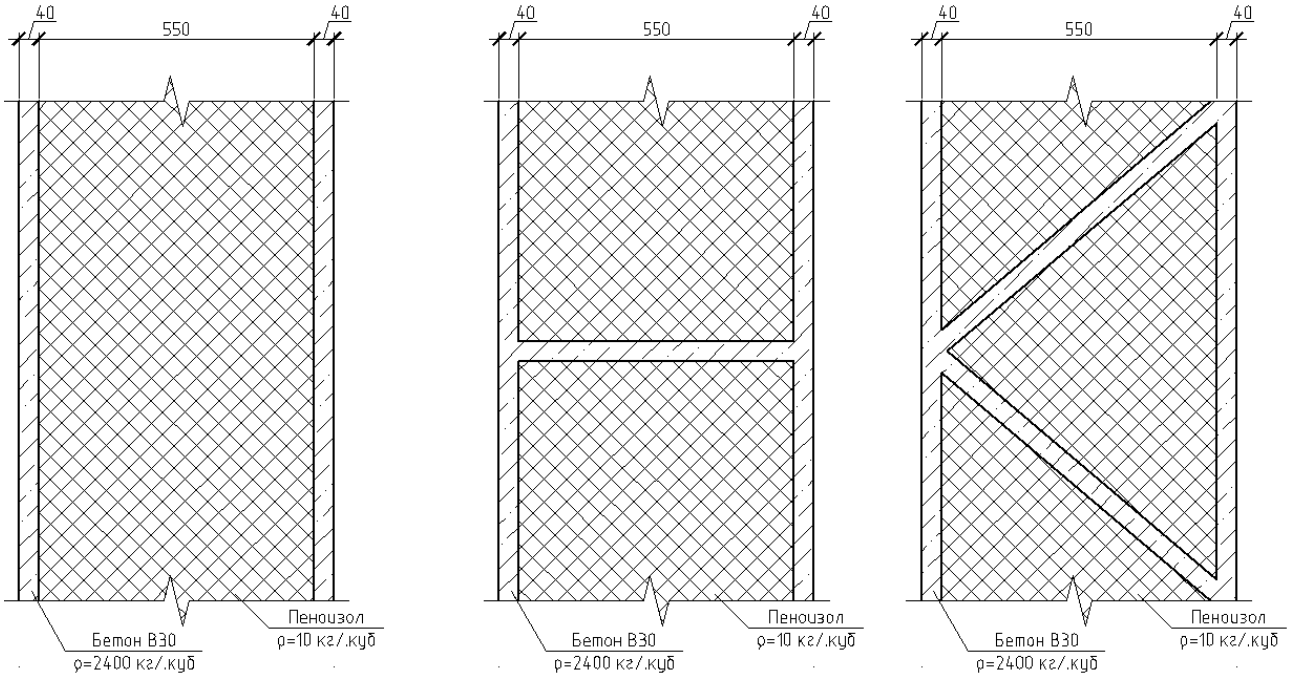


Рисунок 1 – Варианты конструктивных решений однокамерной стены с заполнителем из пеноизола: а – без ребер жесткости; б – с перпендикулярными ребрами; в – с диагональными ребрами.

Для определения несущей способности стенового ограждения при различных конструктивных решениях стен в данной работе применён программный комплекс АРМ Civil Engineering 12 XE. Эта российская компьютерная программа используется для проведения инженерного анализа и расчета конструкций и инженерных систем методом конечных элементов.

В качестве исходных данных расчета приняты следующие параметры: толщины внутреннего и наружного экструзивного слоя бетона – 40 мм по одной из наиболее распространенных ширине сопла 3D принтера. Толщина рёбер жёсткости также принята 40 мм, материал – бетон В30 с добавками из фибры. Стены моделировались четырехугольными пластинчатыми конечными элементами, с пятью степенями свободы (модель разбита на пластинки 100х50 мм), три поступательных перемещения и два изгибающих поворота вокруг осей X и Y. Исходя из шага ребер жесткости созданная модель участка стены имеет длину 1 м и высоту 2550 мм.

На рисунке 2 в узле А показаны направления осей локальной системы координат пластинчатого конечного элемента, для свободного (без связей) узла Б – возможные перемещения узла вдоль осей X, Y, Z и его повороты вокруг осей X, Y. Для того, чтобы матрица жесткости пластинчатого конечного элемента не вырождалась, в его узлы добавляется фиктивная жесткость, а именно поворот вокруг оси Z.

В модельном эксперименте также рассматривались три варианта конструктивных решений стен. К верхней грани внутренней стены и ребер жесткости прикладывалась равномерно распределенная нагрузка от конструкций перекрытия в виде железобетонной панели толщиной 100 мм и полезной нагрузки, приведенная к общей длине верхней грани. Влиянием утеплителя на повышение несущей способности стены пренебрегли, что увеличивает запас прочности стены в целом. На рисунках №2÷4 приведены созданные геометрические модели и результаты расчета конструкций стен.

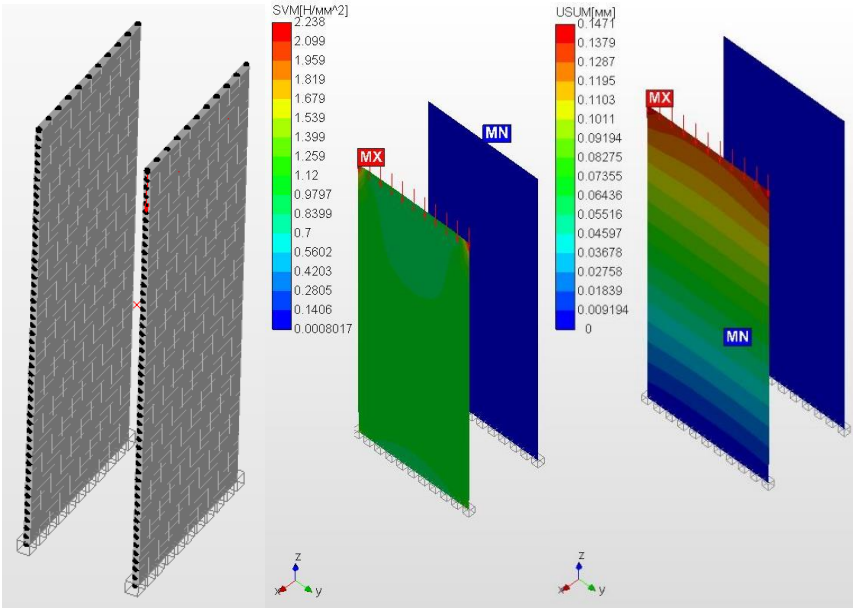


Рисунок 2 – Трёхмерная модель стены без ребер, карты распределения напряжений и перемещений, построенные в ПК “ АРМ Civil Engineering”

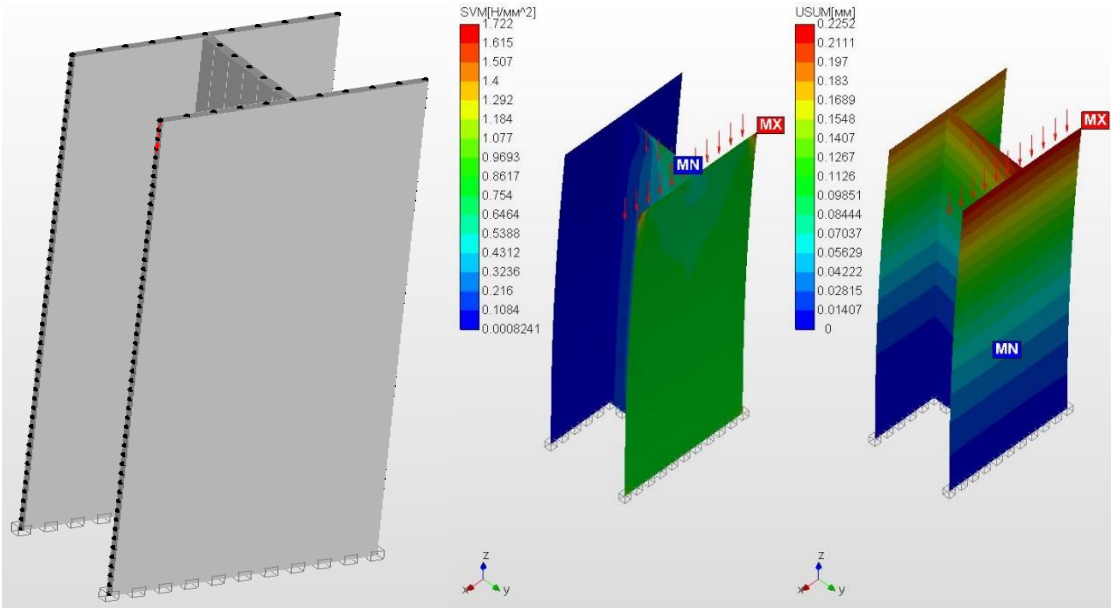


Рисунок 4 – Трёхмерная модель стены с перпендикулярными ребрами, карты распределения напряжений и перемещений, построенные в ПК “ АРМ Civil Engineering”

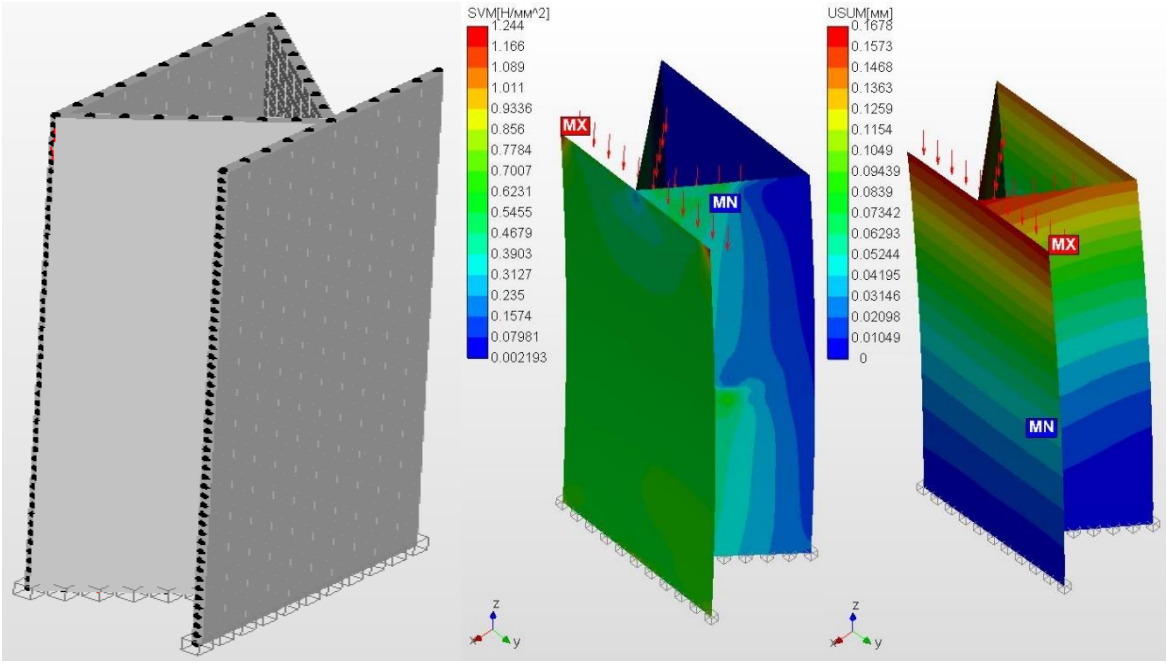


Рисунок 5 – Трёхмерная модель стены с диагональными ребрами, карты распределения напряжений и перемещений, построенные в ПК “ АРМ Civil Engineering”

По результатам расчета при толщине стены в 40 мм из фибробетона класса В30 обеспечивается восприятие нагрузок от конструкций перекрытия, включая полезную нагрузку, равномерно-распределённых по ее верхней грани и верхним граням ребер жесткости, что позволяет проектировать стены зданий, при обеспечении устойчивости несущего слоя стены.

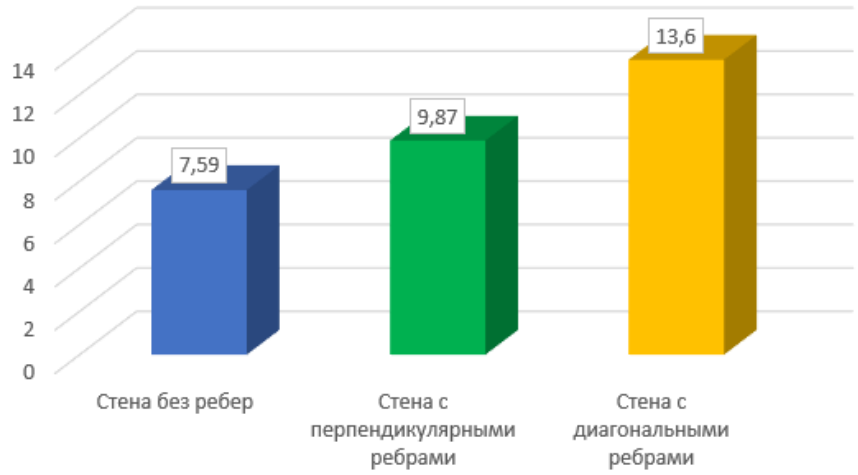


Рисунок 5 – Сравнение коэффициента запаса при восприятии центрально сжимающих нагрузок для разных конструктивных схем

Результаты расчетов ограждающих конструкций жилых зданий в условиях Оренбургской области, возведенных с применением 3D принтеров, позволяют отметить, что выбор конструктивного решения стен и определение их геометрических параметров, в том числе, наличие ребер жесткости, угол наклона ребер к оси стены, следует определять по специально разработанной методике, работа над совершенствованием которой осуществляется на кафедре строительных конструкций ОГУ в рамках выполнения магистерских программ.

Список литературы

1. Руднев, И. В. К выбору конструктивных решений стен, возводимых методом 3D печати / И. В. Руднев, А. В. Баранов, А. В. Корнеев // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : Сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции, Оренбург, 26–27 января 2022 года. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2022. – С. 2713-2717. – EDN OMOOVM.

2. И. В. Руднев, В. И. Жаданов, М. М. Соболев. Аддитивные технологии в строительстве. Проблемы и перспективы [Электронный ресурс] // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф., 1-3 февр. 2017 г., Оренбург / М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. дан. - Оренбург : ОГУ, 2017. - . - С. 932-935.

3. Руднев И. В., Соболев М. М., Молчанов И. В. Особенности конструктивных решений стен зданий, возводимых с применением аддитивных

технологий [Электронный ресурс] // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф., 31 янв.-2 февр. 2018 г. / М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. дан. - Оренбург : ОГУ,2018. - . - С. 360-363.

4. А.С. Иноземцев, Е.В. Королев, Зыонг Тхань Куй. Анализ существующих техноло¬гических решений 3D-печати в строительстве// Вестник МГСУ. 2018. №7. С. 863-876.

5. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85. – Введ. 06.04.2017. - М.: Минрегион России. – 2017. – 136 с

6. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения СНиП 52-01-2003. – Введ. 20.06.2019. - М.: Минстрой России. – 2018. – 118с.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ СМЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Бероева Е.А., канд. пед. наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Система сметного ценообразования позволяет определить размер финансовых затрат при строительстве объекта, а также стоимость строительной продукции. На сегодняшний день объемы строительства гражданских и промышленных строительных объектов растут. При строительном производстве невозможно обойтись без смет, так как именно в смете показано сколько финансовых затрат будет потрачено на возведение того или иного объекта. На современном этапе существует несколько программных комплексов, которые позволяют составлять сметы в кратчайшие сроки, для удовлетворения стремительно растущего строительного производства.

Также следует упомянуть, что строительная отрасль – это быстроразвивающаяся и стремительно меняющаяся область, в которой каждый день появляются новые методики, новые материалы и новые технологии работ. В связи с этим в сметных нормативах также происходят постоянные изменения: появляются новые нормы, новые расценки, добавляются ресурсы и виды работ. Приказом Минстроя России № 557/пр от 7 июля 2022 года [1] внесены существенные изменения в Методику определения сметной стоимости строительства на территории Российской Федерации, утверждённую приказом Минстроя России № 421/пр от 4 августа 2020 года [2]. Также Минстрой России приказом № 1168/пр от 29 декабря 2022 года утвердил План утверждения (актуализации) сметных нормативов на 2023 год [3]. В 2023 году планируется разработка и обновление более 3 тысяч сметных нормативов, 13 методик нормативных затрат и 8 методик определения сметной стоимости [4].

К актуальным проблемам системы сметного ценообразования в строительстве можно отнести:

- изменения в Методике определения сметной стоимости строительства, утверждённой приказом Минстроя России № 421/пр, которые внесены приказом Минстроя России № 557/пр такие как: расчёт стоимости перевозки грузов, расчёт оплаты труда механизаторов при ресурсном расчёте сметы, новые выходные формы сметной документации и т.д.;
- новые нормативы накладных расходов и сметной прибыли, утверждённые приказами Минстроя России № 636/пр, № 317/пр и № 611/пр;
- новые возможности при составлении сметной документации: смета контракта, электронное актирование по смете контракта, конъюнктурный анализ, составление смет на реставрацию с применением сборников ССН-84;
- новый формат представления локальных сметных расчётов для

проведения государственной экспертизы в соответствии с приказом Минстроя России № 783/пр, с учётом изменений Методики согласно приказу Минстроя России № 557/пр.

Программное обеспечение предназначено для автоматизации работ по составлению и экспертизе сметной документации, учету выполненных объемов работ и расчету потребности в материалах и механизмах для выполнения строительно-монтажных работ. Пользователями программных продуктов являются строительные организации, а также экспертные и контрольно-финансовые органы, федеральные, региональные и муниципальные заказчики и инвесторы, проектные организации и т.д.

На строительном рынке присутствуют следующие программные продукты, такие как ГРАНД - Смета, Багира, ГОССТРОЙСМЕТА, ГЕКТОР:Сметчик-строитель и другие. На строительном рынке города Оренбурга и Оренбургской области широко применяется программный комплекс «ГРАНД-Смета». Рассмотрим преимущества, выявим особенности данного автоматизированного комплекса.

С этим удобным функциональным инструментом успешно работают более 150 тысяч сметчиков во всех регионах России [5]. Программный комплекс содержит полный набор нормативных баз, поддерживает все необходимые функциональные возможности для сметчиков, обладает простым, интуитивно понятным пользовательским интерфейсом. Также в состав программного комплекса включена информационно-справочная система «ГРАНД-СтройИнфо», представляющая собой электронную библиотеку сметчика с большим объемом полезной методической и нормативно-справочной, федеральной и региональной информацией.

К преимуществам программного комплекса «ГРАНД-Смета» относят:

- автоматическое формирование отчета о расходе основных материалов (форма М-29);

- автоматическое создание на основе локальных, объектных расчетов, составленных в программе сводного сметного расчета стоимости строительства. С автоматическим распределением затрат по главам и синхронизацией данных при их изменении. Расчет показателя единичной стоимости;

- автоматическое формирование ведомости объемов работ по смете на основе данных локальной сметы; создание ресурсной ведомости на основе данных локальной сметы; формирование сводной ресурсной ведомости, отчета о расходе материалов; автоматический расчет итоговой стоимости по разделам и по смете;

- введение в расчет любых налогов, пошлин, договорных и тендерных коэффициентов, в том числе и коэффициентов, характерных для специфики деятельности;

- использование для расчета ГЭСН, ФЕР, ТЕР, любого региона, а так же ОЕР и ИСН с возможностью привязки к ним индексов по видам работ, статьям затрат и каталогов средних текущих сметных цен, разработанных региональными центрами ценообразованию в строительстве;

- автоматическое подключение дополнительных сметно-нормативных баз, сборников индексов пересчета, каталогов, ценников;

- удобная настройка дополнительных начислений, автоматическая привязка к единичным расценкам нормативов накладных расходов и сметной прибыли и поправочных коэффициентов к ним, индексов пересчета в текущий уровень цен, автоматическая загрузка базисных и текущих цен. Возможность приема-передачи смет в закрытом формате ПК «ГРАНД-СМЕТА» или открытом формате XML, а также в формате АРПС 1.10 для обмена данными с другими сметными программами;

- создание пользовательских шаблонов смет и использование их при создании новых расчетов;

- групповые операции с документом; применение параметров сметы в режиме on-line; экспорт документов в формат Excel, OpenOffice; просмотр смет сохраненных в формате xml в браузере без использования программы; импорт данных из внешних программ через буфер обмена Windows;

- автоматическое начисление норм НР и СП по расценкам и видам работ.

По актуальным вопросам ценообразования и программного продукта в декабре 2022 года состоялся вебинар «Определение сметной стоимости строительства с использованием программы «ГРАНД-Смета», версия 2022.3», который размещен на официальном канале разработчика программы «ГРАНД-Смета» на YouTube [6].

В Оренбургской области официальным партнером разработчика программы «ГРАНД-Смета» является ООО «Гранд-Оренбург». Программный комплекс «Гранд-Смета» включен в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных (запись в реестре №11163 от 21.07.2021 произведена на основании приказа Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 21.07.2021 №750) [7].

ООО «Гранд-Оренбург» осуществляет следующие виды деятельности:

- осуществление розничной и оптовой торговли программным обеспечением: программа для ЭВМ «ГРАНД-Смета» и базы данных в формате программы для ЭВМ «ГРАНД-Смета»;

- адаптация программного обеспечения: внесение изменений, осуществляемых исключительно в целях функционирования программ для ЭВМ «ГРАНД-Смета» и баз данных в формате программы для ЭВМ «ГРАНД-Смета» на конкретных технических средствах пользователя или под управлением конкретных программ Пользователя;

- оказание услуг по установке и настройке программы для ЭВМ «ГРАНД-Смета» и баз данных в формате программы для ЭВМ «ГРАНД-Смета»;

- консультативная деятельность по вопросам использования и настройки программы для ЭВМ «ГРАНД-Смета» и баз данных в формате программы для ЭВМ «ГРАНД-Смета».

Рассмотрим более подробно, что нового в версиях программы «ГРАНД-Смета» введено в 2022 году:

1. В программе «ГРАНД-Смета» версии 2022 добавлена возможность составления нового типа документов – сметы контракта.

Согласно Методике [2] «Смета контракта является основанием для формирования первичных учетных документов», в том числе «используемых для расчетов между заказчиком и подрядчиком за выполненные работы, а также при проверке выполненных работ контролирующими органами». Соответственно, в программе «ГРАНД-Смета» одним из этапов работы со сметой контракта является учёт выполненных работ, а также формирование соответствующих выходных документов. При этом информацию о выполнении работ по смете контракта также можно сохранять в электронном виде, в том или ином формате.

2. В программе «ГРАНД-Смета» версии 2022 добавлен вариант расчёта сметной стоимости базисно-индексным методом согласно Методике, с учётом изменений по приказу Минстроя России № 557/пр от 7 июля 2022 года [1, 2].

3. В программе «ГРАНД-Смета» версии 2022 реализована возможность составить конъюнктурный анализ – документ, в рамках которого сметная стоимость материальных ресурсов определяется по наиболее экономичному из нескольких вариантов, на основании информации от производителей или поставщиков соответствующих материальных ресурсов. Составление конъюнктурного анализа осуществляется в соответствии с положениями пунктов 13 - 24 и пунктов 90 - 92 Методики [1, 2]. Рекомендуемая форма конъюнктурного анализа приведена в Приложении № 1 к данной Методике. Для составления конъюнктурного анализа в программе «ГРАНД-Смета» версии 2022 добавлен новый тип документов. Результаты конъюнктурного анализа можно копировать в локальную смету. Также предусмотрена возможность вывести конъюнктурный анализ на печать.

Таким образом, составление сметной документации – это трудоемкий процесс, требующий работы с большим количеством данных. Программные комплексы позволяют максимально автоматизировать производство сметных расчетов на разные виды работ. По нашему мнению, программа ГРАНД-Смета имеет ряд преимуществ, необходимых для составления сметной документации на разных этапах строительного производства для различных участников инвестиционно - строительного комплекса.

Список литературы

1. Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 07.07.2022 № 557/пр «О внесении изменений в Методику определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Российской Федерации, утвержденную приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 4 августа 2020 г. № 421/пр» (Зарегистрирован 31.08.2022 № 69860) [Электронный ресурс]: http://publication.pravo.gov.ru/Document/ View/0001202208310019

2. Приказ Минстроя России от 04.08.2020 N 421/пр "Об утверждении Методики определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Российской Федерации" (Зарегистрировано в Минюсте России 23.09.2020 N 59986) [Электронный ресурс] : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_362957/

3. Приказ Минстроя России от 29 декабря 2022 г. № 1168/пр «Об утверждении Плана утверждения (актуализации) сметных нормативов на 2023 год» (опубликовано: 29 декабря 2022) [Электронный ресурс]: https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/275613/

4. Федеральная государственная информационная система ценообразования в строительстве [Электронный ресурс] : офиц. сайт. URL: https://fgiscs.minstroyrf.ru/

5. Бойчин, Р. Е. Применение программных комплексов для составления сметной документации строительного производства / Р. Е. Бойчин, Н. А. Садовский. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2014. — № 6 (65). — С. 77-80. — URL: https://moluch.ru/archive/65/10725/ (дата обращения: 03.01.2023).

6. «Определение сметной стоимости строительства с использованием программы «ГРАНД-Смета», версия 2022.3» Запись вебинара размещена по ссылке: https://youtu.be/xTJmTVOrfBI

7. ООО «Гранд-Оренбург» - официальный партнер разработчика программы «ГРАНД-Смета» в Оренбургской области [Электронный ресурс] : офиц. сайт. URL: https://orenburg.grandsmeta.ru/

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ В КАЧЕСТВЕ НЕСЪЕМНОЙ ОПАЛУБКИ СТАЛЬНОГО ПРОФИЛИРОВАННОГО НАСТИЛА

Богданов П.А., Кузнецова Е.В., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Сталежелезобетонные конструкции широко применяются в области гражданского и промышленного строительства во всем мире, однако они не получили должного распространения в России. Поэтому, для качественного анализа эффективности применения таких конструкций в области многоэтажного гражданского строительства, следует сравнить их с распространенными в России конструкциями.

Одна из основных задач всей строительной области в целом – это соблюдение показателей эффективности конструкций. При проектировании здания должно быть достигнуто сокращения определенного ряда показателей – материалоемкости, стоимости, трудоемкости и сроков строительства здания. Один из способов достижения этого в строительстве – это использование композитного материала, состоящего из стали и железобетона, которые совместно воспринимают нагрузки как в растянутой, так и в сжатой зонах.

В России, со временем, будет расширяться база нормативной документации в области сталежелезобетонных конструкций вследствие высоких показателей эффективности конструкций из этого материала. Все вышеперечисленное создает предпосылки для их дальнейшего изучения.

Теоретическая значимость работы заключается в привлечении внимания к описанной в работе конструкции перекрытия и возможности применения представленных данных при проектировании зданий в целях снижения затрат и повышения несущей способности конструкций при строительстве вследствие рационального использования строительных материалов.

Наиболее широкое распространение как в России, так и за рубежом сталежелезобетонные конструкции получили при строительстве мостов и эстакад. Однако в экономически развитых странах сталежелезобетонные конструкции активно применяются при строительстве не только промышленных, но и гражданских зданий – не только административных зданий, но и жилых домов. В России сталежелезобетонные конструкции не новая область, но они не получили широкого распространения при строительстве гражданских зданий.

В первую очередь это связано с тем, что работа сталежелезобетонной конструкции достаточно сложная и требует учета многих факторов, из которых вытекает главный недостаток этого вида конструкций – сложность и трудоемкость расчета. Однако, в современных реалиях, вопрос экономии ресурсов и использования их максимально рационально является основным при

возведении зданий. Именно поэтому необходимо проводить сравнения, изучать и освещать преимущества конструкций из сталежелезобетона.

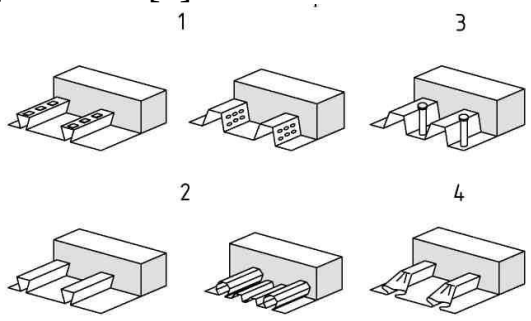
Говоря о гражданском строительстве, следует выделить определенный тип конструкций – сталежелезобетонные плиты с использованием стального профилированного настила в качестве несъемной опалубки. Применение данного типа конструкций началось в 1940-1950 – х годах, когда лист несъёмной опалубки начали объединять с железобетонной плитой специальными связями с целью обеспечения их совместной работы. Для обеспечения совместной работы стали и железобетона в таких плитах необходимы связи, так как силы сцепления – естественной, между двумя разными материалами недостаточно для их совместной работы как единого нераздельного элемента.

Существует несколько видов связей, которые в сталежелезобетонном перекрытии могут использоваться как совместно, так и по отдельности [1]:

- механическая связь сдвига, обеспечиваемая наличием выштамповок в профиле;
- фрикционная связь сдвига при использовании профилей с гофрами закрытого типа;
- концевая анкеровка, обеспечиваемая приваркой стержневых анкеров или другими типами локальных соединений стального листа с бетоном, только в сочетании с механической или фрикционной связями;
- концевая анкеровка, обеспечиваемая деформацией гофров на концах профилированного листа, только в сочетании с фрикционной связью.

Также, в добавок к приведенной классификации связей, имеет место различие в видах сдвигового соединения – с полным или частичным объединением.

Плита в пролете имеет сдвиговое соединение с полным объединением, если увеличение несущей способности сдвигового соединения, работающего на продольный сдвиг, не приводит к увеличению расчетной несущей способности элемента по изгибающему моменту. В противном случае имеет место сдвиговое соединение с частичным объединением [2].



1 — механическая связь; 2 — фрикционная связь; 3 — концевая анкеровка, обеспечиваемая приваркой к опорной конструкции стад-болтов; 4 — концевая анкеровка, обеспечиваемая деформацией гофров

Рисунок 1 – Связи сдвига в сталежелезобетонных плитах [2,3]

Соединение металла и железобетона в единую конструкцию – важнейший этап производства сталежелезобетонной плиты перекрытия, от которого в дальнейшем будет зависеть способность конструкции воспринимать нагрузку.

Во всем остальном, с технологией производства сталежелезобетонных плит не возникает вопросов, все процессы являются привычными. Стальной профилированный настил укладывается на главные и второстепенные балки - на металлический каркас. Количество и параметры балок высчитываются для перекрываемых пролетов индивидуально, однако, их шаг для устройства сталежелезобетонного перекрытия должен составлять от 1,5 до 3 м. При этом, на каждый лист должно приходиться по три точки опоры, как правило, в центре и по краям. Профилированный настил укладывают поперек длинной стороны пролета, широкими гофрами вниз, по длине на прогонах – внахлест, минимум на одну волну, по ширине – встык. Между собой волны фиксируют заклепками или саморезами с шагом не более 500 мм. Чтобы профиль и прогоны работали как одна система, настил крепят стержневыми анкерами, которые приваривают к балкам. Как правило, применяют однослойное армирование сеткой с диаметром проволоки от 3 мм с шагом 200х200 мм, толщина защитного слоя над сеткой должна составлять не менее 15 мм. Для усиления армирования могут также использовать нижнее, верхнее и поперечное армирование [4].

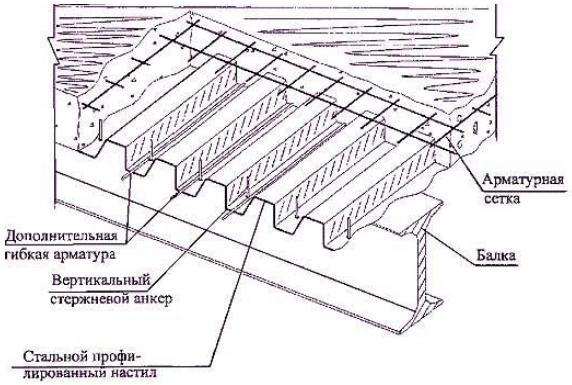


Рисунок 2 – Общий вид устройства сталежелезобетонного перекрытия по балкам [5]

Что касается материалов, из которых изготавливаются сталежелезобетонные плиты перекрытия, то это [6,11,13]:

- тяжелый или легкий бетон - тяжелый бетон должен иметь класс прочности на сжатие (на обычных или мелкозернистых заполнителях) – не ниже В15, для легких бетонов на пористых заполнителях – не ниже В12,5;

- стальной профилированный настил изготавливается из рулонной стали для холодного профилирования [7,8] с пределом текучести 230-360 Н/мм^2, временным сопротивлением – от 300 до 460 Н/мм^2, относительным удлинением – от 16 до 22%;

- арматура изготавливается из стержней периодического профиля класса А-III и проволоки класса Вр;

- стальные балки, на которые опирается монолитная плита, изготавливают из прокатных или составных профилей.

Изучив технологию производства сталежелезобетонных плит и материалы, из которых они изготавливаются, можно отметить преимущества и недостатки сталежелезобетонных плит, а также выявить проблемы, связанные внедрением этих конструкций в сферу гражданского строительства.

Одним из главных достоинств сталежелезобетонных плит перекрытия с использованием в качестве несъемной опалубки стального профилированного настила как комбинированной конструкции можно назвать повышение жесткости – как вертикальной, так и горизонтальной, а также повышение прочности. Учитывая это, можно судить о уменьшении размеров поперечного сечения плиты, соответственно будут уменьшаться и расходы строительных материалов.

Таблица 1 – Снижение расхода строительных материалов [1,9,11].

Снижение расхода строительных материалов	Экономия, %	Снижение приведенных затрат, %
Сталь	30 – 50	25 – 30
Бетон	до 30	40 – 50

Также можно проанализировать технико – экономические показатели сталежелезобетонной плиты с использованием в качестве несъемной опалубки стального профилированного настила по сравнению с традиционной монолитной железобетонной плитой. В качестве расчетной модели специалистами ООО «Курсор – Холдинг» в 2011 году был принят размер плит перекрытия 1,2х6,0 м. Арматура, применяемая в ж/б перекрытии – стержневая горячекатаная, тип СПН в сталежелезобетонном перекрытии - СКН50Z-600.

По результатам расчетов и последующего сравнения специалисты пришли к следующим результатам: сталежелезобетонные перекрытия с использованием профилированных стальных настилов специальной формы зарекомендовали себя как конструкции с высокими технико-экономическими показателями. При использовании данных конструкций стоимость плиты перекрытия, в сравнении с монолитной плитой из горячекатаной арматуры, сокращается примерно в 1,25 раза, а трудоемкость изготовления и монтажа – почти в 3,5 раза. При этом обеспечиваются требуемые параметры огнестойкости и надежности конструкции. Совместная работа элементов конструкции позволяет снижать ее материалоемкость, в том числе - металлоемкость каркаса зданий [10].

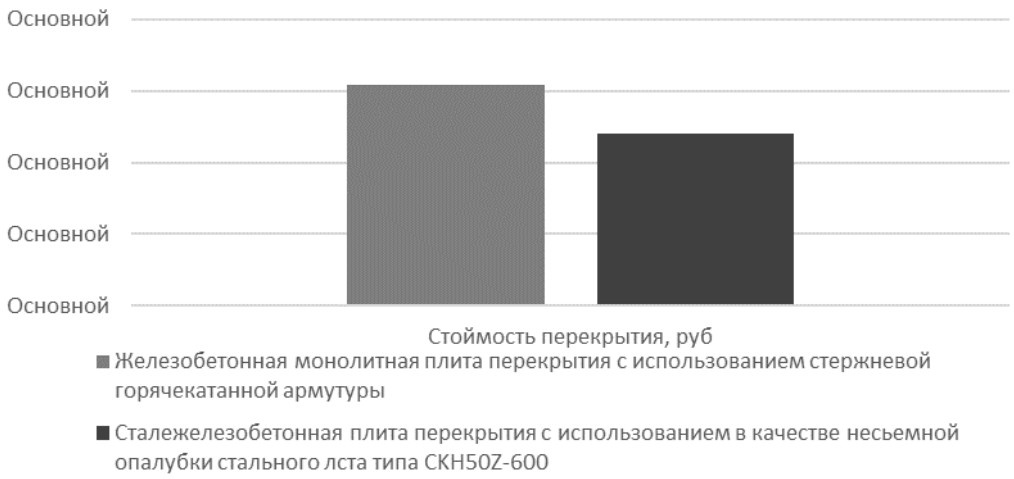


Рисунок 3 – Сравнение стоимости перекрытий по ТО ООО «Курсор – Холдинг» [10]

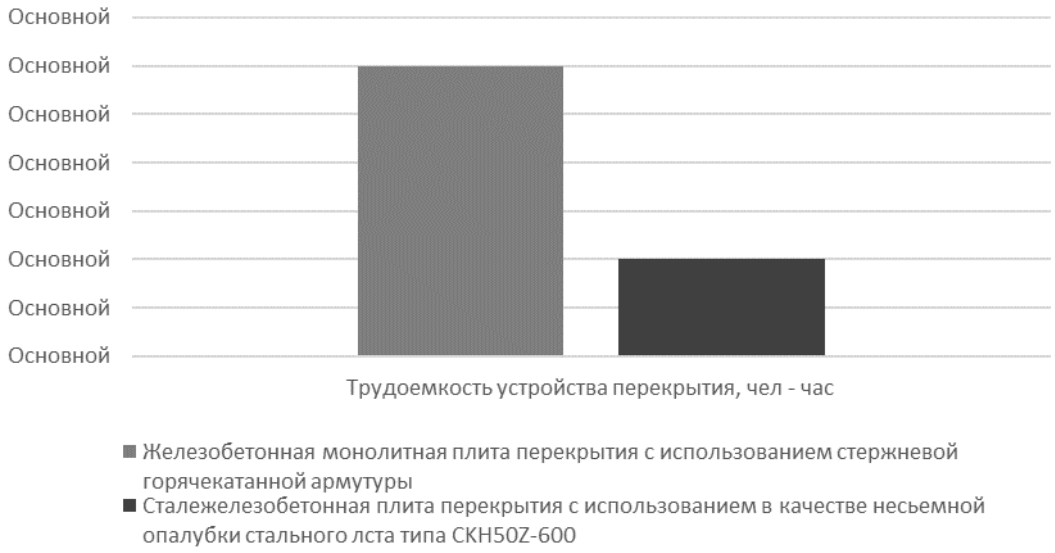


Рисунок 4 – Сравнение трудоемкости устройства перекрытия по ТО ООО «Курсор – Холдинг» [10]

Сталежелезобетонные плиты демонстрируют свою эффективность не только на стадии строительства, что ведет к экономии денежных средств, но и на стадии эксплуатации, доказывая свою надежность и удобство обслуживания. Кроме того, расположение стали по контуру конструкции как оболочки, то есть использование ее и в качестве несущей арматуры, и в качестве несъемной опалубки, способствует удешевлению работ, повышению производительности труда при строительстве и уменьшению продолжительности строительства по сравнению с применением железобетонных конструкций [15].

Несущая способность сталежелезобетонных конструкций с внешним армированием в виде стального листа достигается путем увеличения процента содержания листовой арматуры, а также само расположение такого армирования

(на гранях конструктивных элементов) в случае оптимального применения высокопрочного бетона и небольших размеров поперечного сечения способствует увеличению несущей способности. Говоря о уменьшении сечения, снижения используемых материалов и уменьшении собственного веса конструкций, можно судить и об уменьшении затрат на производство фундаментов [11].

Кроме вышеперечисленных достоинств для конструкций из сталежелезобетона характерны простота сборки, ремонта и усиления конструкции. В настоящее время за рубежом достаточно часто применяются монолитные железобетонные плиты по стальному профилированному настилу (СПН). Применение такого решения в перекрытиях общественных зданий – одно из самых распространенных.

Оно также эффективно в многоэтажных жилых и административных зданиях со стальным каркасом, строящихся в труднодоступных и сейсмических районах, а также в промышленных зданиях.

К недостатку сталежелезобетонных плит можно отнести особенности расчета таких конструкций. Расчет имеет некоторые сложности, вызванные следующими особенностями [4,12,13]:

- сочетанием двух материалов, имеющих различные свойства и индивидуальные особенности работы в конструкции;
- внутренней статической неопределимостью сечений конструкций;
- учетом внешних и внутренних силовых факторов;
- активным применением предварительного напряжения;
- значительным воздействием неупругих деформаций на работу конструкции;
- усложнение расчетов на прочность и жесткость, необходимость учета двухстадийной работы конструкции, трещинообразования, ползучести бетона, сдвига разнородных материалов по поверхности контакта и других специфических факторов.

Исходя из всего вышеперечисленного анализа сталежелезобетонных конструкций, можно выделить определенные проблемы, с которыми связана низкая степень вовлеченности сталежелезобетонных плит перекрытия в отрасль гражданского строительства России.

Несмотря на все очевидные преимущества сталежелезобетона как в процессе эксплуатации, так и на стадии строительно – монтажных работ, два основных недостатка – сложность в организации совместной работы стали и железобетона, и трудоемкий расчет - приводят к закономерному выводу: отсутствие широкой нормативной базы по сталежелезобетонным конструкциям и явный недостаток в квалифицированных кадрах, как среди проектных, так и среди строительно – монтажных организаций являются закономерными причинами ограниченности применения как сталежелезобетонных плит перекрытия, так и в целом конструкций из сталежелезобетона.

Ограниченность применения сталежелезобетонных плит перекрытия в России также связана и с рядом других проблем [14]:

- необоснованная убежденность в перерасходе стали при устройстве сталежелезобетонных плит и малой экономической эффективности;

- необходимость специального оборудования для резки профилированного настила;

- существование всего нескольких типоразмеров рифлёного профлиста;

- подверженность внешней арматуры коррозии и сложность борьбы с ней;

- недостаточная проработанность технологии возведения и методов контроля качества.

Многие проблемы и недостатки, приведенные в исследовании, в использовании сталежелезобетонных плит в России связаны с недостаточной степенью изучения таких конструкций.

Проанализировав перечень дисциплин, изучаемых в высших учебных заведениях по всей России, можно заявить, что ни в одном из них не изучают конструкции из сталежелезобетона.

По сравнению с конструкциями из железобетона и стали, студенты обходят изучение конструкций из сталежелезобетона стороной, и только по завершении университетов, непосредственно на практике, на месте трудоустройства (при необходимости) знакомятся и изучают такие конструкции.

Именно поэтому, внедрение в курс обучения лекций, практических занятий и лабораторных работ по сталежелезобетонным конструкциям является одним из главных предпосылок развития их в строительной отрасли России.

В ходе работы были рассмотрены теоретические аспекты исследуемой темы. Выявлены проблемы и поставлены задачи, направленные на решение центральной проблемы исследования.

По результатам исследованного материала, можно сделать вывод, что применение сталежелезобетонных плит с использованием в качестве несъемной опалубки стального профилированного настила в современных реалиях является актуальным и целесообразным решением.

Совершенствование перекрытий из железобетона является невыгодным с точки зрения снижения материалоемкости, стоимости, трудоемкости и сроков строительства здания.

Железобетон менее эффективен в работе на растяжение, чем сталежелезобетон, имеет более большой вес и размеры поперечного сечения, чем сталежелезобетон, почти половина стали в железобетонных конструкциях используется неэффективно.

Именно поэтому дальнейшее развитие строительной отрасли России должны представлять конструкции их композитных материалов, такие как сталежелезобетонная плита с использованием в качестве несъемной опалубки стального профилированного настила.

Список литературы

1. Виноградова, Н. А. Исследование сталежелезобетонных изгибаемых конструкций (обзор) / Н. А. Виноградова, Г. А. Швец // вестник инженерной школы ДВФУ. – 1 (42). – 2020. – С. 1-14.

2. Стандарт организации: «Плиты перекрытий зданий и сооружений сталежелезобетонные с применением стальных профильных листов» [Электронный ресурс]: – Режим доступа: https://www.proflist.ru/techinfo/STO_57398459-035-2014.pdf – 15.12.2022.

3. Ведяков, И. И. Научно-технический отчет: Разработка стандарта организации «Сталежелезобетонные конструкции. Правила проектирования» / И. И. Ведяков, В. А. Кучеренко // НИЦ Строительство. – 2015. – 102 с.

4. Кибирева Ю. А. Применение конструкций из сталежелезобетона / Ю. А. Кибирева, Н. С. Астафьева // Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. – №3. – 2019. – С. 27-34.

5. Ступчик С. С. Сталежелезобетонные конструкции и их применение / С. С. Ступчик, А. И. Згировский // Белорусский национальный технический университет. – 6 (24). – 2020. – С. 39-43.

6. СП 266.1225800.2016 «Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования» [Электронный ресурс]: – Режим доступа: https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/13674/ - 16.12.2022.

7. ГОСТ 14918-80 «Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий. Технические условия» [Электронный ресурс]: – Режим доступа: https://ohranatruda.ru/ot_biblio/norma/238776/.

8. ГОСТ Р 52246-2016 «Прокат листовой горячеоцинкованный. Технические условия» [Электронный ресурс]: – Режим доступа: https://nd.gostinfo.ru/document/6256460.aspx.

9. Алмазов В. О. Проектирование сталежелезобетонных плит перекрытий по Еврокоду 4 и российским рекомендациям / В. О. Алмазов, С. Н. Арутюнян // Вестник НИУ МГСУ: Проблемы механики в строительстве. – №8. – 2015. – С. 51-65.

10. Елисеев Ю. Н. Сталежелезобетонные плиты перекрытий по профилированному стальному настилу в конструкциях зданий и сооружений / Ю. Н. Елисеев, С. Н. Арутюнян // [Электронный ресурс]: – Режим доступа: ardexpert.ru/article/6293 – 22.12.2022.

11. Постанен С. О. Сталежелезобетонные перекрытия по профилированному стальному настилу / С. О. Постанен, А. Ю. Березкина, В. В. Комиссаров // Молодой ученый. – №26. – 2016. – С. 31-38.

12. Замалиев Ф. С. К расчету сталежелезобетонных перекрытий со стальным профилированным настилом / Ф. С. Замалиев // Известия КГАСУ. –№3 (57). – 2016. – С. 129-134.

13. СТО АРСС 11251 1254.001-018-04 «Руководство по проектированию сталежелезобетонных конструкций». – Ассоциация развития стального строительства. – Москва. – 2018. – 114 с. ISBN 978-5-6040878-7-9

14. Ургалкина Д. А. Применение деформационной модели к расчету железобетонных перекрытий по стальному профилированному листу / Д. А. Ургалкина // Вестник Тольяттинского государственного университета. –. №2. – С. 70-112.

15. Глазунов Ю. В. Технико-экономические исследования и область применения сталежелезобетонных конструкций / Ю. В. Глазунов //. – Коммунальное хозяйство городов. – 2008. – №80. – С. 89-94.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ, ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ

Бойко Е.А., Гаврилов А.А. канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Проблема энергосбережения и повышения энергетической эффективности зданий путем совершенствования конструктивных решений фасадных систем, безусловно, актуальна [1—4]. Из всего многообразия фасадных систем, применяемых в настоящее время, можно выделить фасадные теплоизоляционные композиционные системы с наружными штукатурными слоями (СФТК) и навесные фасадные системы с воздушным зазором (НФС). СФТК (рисунок 1) получили широкое применение в Российской Федерации с середины 90-х годов прошлого столетия в связи с повышением нормативных требований к поэлементному уровню тепловой защиты зданий. Не обладая соответствующей нормативной базой, опытом проектирования и строительства, многие технические решения были заимствованы из зарубежной практики, без адаптации их к специфическим климатическим условиям регионов России, а также без учета характеристик и номенклатуры выпускаемых отечественной промышленностью строительных материалов и изделий. В этой связи уже в первые годы эксплуатации многослойных стен были выявлены серьезные недостатки, которые во многих случаях приводили к аварийному состоянию стенового ограждения. В зарубежной и отечественной практике накоплен значительный опыт проектирования, строительства и эксплуатации НФС (рисунок 2). Однако их технические параметры, как правило, доступны специализированным организациям либо компаниям-разработчикам конкретных систем. Разработка новых и совершенствование существующих НФС происходит в условиях отсутствия результатов обобщающих исследований. Широкому применению НФС препятствует также отсутствие нормативных требований к конструктивным решениям фасадов и используемым в них материалам и изделиям, учитывающим особенности эксплуатации НФС в условиях холодного российского климата.

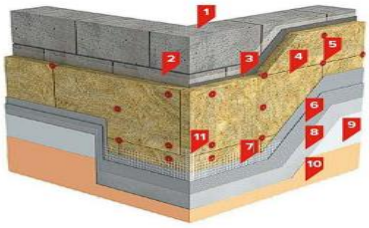


Рисунок 1-Фасадная теплоизоляционная композиционная система (СФТК) [25]

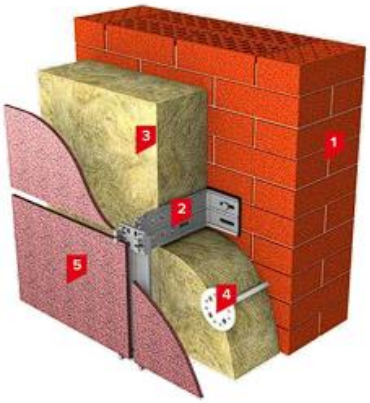


Рисунок 2-Навесная фасадная система (НФС) [25]

Конструкции стеновых ограждений с СФТК и НФС имеют определенное своеобразие. В стенах расположены большие оконные проемы. Снаружи к стене примыкают балконные плиты, непосредственно связанные с междуэтажными перекрытиями. Здания имеют углы. Для крепления теплоизоляционного слоя к основанию стены применяют дюбели со стальным сердечником. Используемые для крепления подконструкции навесного фасада к основанию стены кронштейны создают в толще теплоизоляционного слоя металлические теплопроводные включения. Следовательно, по площади наружной стены практически нет участков, в пределах которых передачу теплоты можно было бы считать проходящей по одномерной схеме. За счет перечисленных конструктивных особенностей потери теплоты по всей площади ограждения оказываются часто большими, чем теплопотери, рассчитанные в предположении одномерности теплового потока [5—9]. Применение НФС предупреждает переувлажнение конструкций за счет устройства вентилируемых воздушных прослоек [10]. В стенах с СФТК возможно образование плоскости максимального увлажнения в толще теплоизоляционного слоя или на стыке с наружным штукатурным слоем [11, 12]. Расположение плоскости максимального увлажнения зависит от конструктивного решения ограждения и параметров окружающей среды. Несмотря на то, что влагозащитные свойства ограждающих конструкций с СФТК, как правило, обеспечены, сближение профилей парциального давления водяного пара и давления насыщенного пара в конструкции указывает на возможность повышения влажности материала теплоизоляционного слоя. НФС считают более долговечными системами [13]. Прогнозируемый срок службы этих систем превышает 50 лет. Аналогичный показатель для СФТК составляет более 25 лет. Однако в настоящее время не существует каких-либо данных, которые могли бы подтвердить или опровергнуть эти показатели, поскольку фактический срок службы рассматриваемых фасадных систем в России не превышает 20–25 лет. Вопросы конструирования элементов НФС подробно рассмотрены в статьях [14—16]. Область применения СФТК и НФС обусловлена не только новым строительством, но и реновацией зданий и сооружений [17—21]. Обзор

литературных источников показал, что комплексная оценка теплотехнических, экономических и эксплуатационных показателей различных типов фасадных систем в настоящее время отсутствует. Этим определяется актуальность данного исследования.

Оценка соответствия стен поэлементным требованиям по тепловой защите зданий выполнена согласно СП 50.13330.2012. Для правильного расчета тепловых потерь через ограждения сложной конструкции используют так называемое приведенное сопротивление теплопередаче ограждения Ro пр. Величина Ro пр характеризует усредненную по площади плотность потока теплоты через фрагмент теплозащитной оболочки здания в стационарных условиях теплопередачи. Наиболее точно величина Ro пр может быть определена по результатам расчета температурного поля [5]. Однако чрезвычайно высокая трудоемкость расчета температурных полей, отсутствие доступных специалистам программ и программно-вычислительных комплексов, необходимых для расчета, трудность интерпретации результатов расчета сдерживают широкое применение этого метода в проектной практике. В СП 50.13330.2012 используют элементный способ расчета приведенного сопротивления теплопередаче ограждения. Расчет основан на представлении фрагмента теплозащитной оболочки здания в виде набора независимых элементов, каждый из которых влияет на тепловые потери через фрагмент. Удельные потери теплоты, обусловленные каждым элементом, находят на основе сравнения потока теплоты через узел, содержащий элемент, и через тот же узел, но без исследуемого элемента.

Приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания в этом случае определяют по формуле:

$$Ro\ пр = 1 \sum aiUi + \sum ljΨj + \sum nkχk\ , \quad (1)$$

где ai — площадь плоского i-го элемента конструкции, приходящаяся на 1 м2 фрагмента теплозащитной оболочки здания; Ui — коэффициент теплопередачи i-го фрагмента теплозащитной оболочки здания; lj — протяженность линейной неоднородности j-го вида, приходящаяся на 1 м2 фрагмента теплозащитной оболочки здания; Ψj — удельные потери теплоты через линейную неоднородность j-го вида; nk – количество точечных неоднородностей k-го вида на 1 м2 фрагмента теплозащитной оболочки здания; χk — удельные потери теплоты через точечную неоднородность k-го вида.

С целью упрощения и упорядочивания работы специалистов, проектирующих тепловой контур здания, разработан СП 230.1325800.2015. Основную часть данного свода правил составляют таблицы с расчетными характеристиками различных узлов конструкций, позволяющие частично или полностью исключить расчеты температурных полей в процессе проектирования или экспертной оценки конструкций. Приведенное сопротивление теплопередаче отдельных ограждающих конструкций должно быть не меньше нормируемых значений, определяемых по формуле Ro норм = $mpRo$ тр, (2) где

mp — коэффициент, учитывающий особенности региона строительства; Ro тр — базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции; следует принимать в зависимости от градусо-суток отопительного периода региона строительства и определять по таблице 3 СП 50.13330.2012. Экономическое сравнение различных фасадных решений выполнено на основании данных, представленных в открытых источниках сети Интернет. Расчет выполнен по укрупненным показателям без учета стоимости доставки материалов на объект. В связи с этим представленные ниже результаты расчета являются оценочными и не претендуют на полноту и повышенную точность. Сравнение прогнозируемых сроков службы рассматриваемых типов фасадных систем также выполнено на основании, представленных в открытых источниках. 3. Результаты и обсуждение 3.1. Результаты теплотехнических расчетов ограждающих конструкций В процессе проектирования тепловой защиты зданий основное внимание уделено разработке энергосберегающих конструктивных решений узлов наружных стен. В составе наружной стены узел примыкания оконных блоков к стене является наиболее распространенным теплозащитным элементом. Толщина рамы в расчете принята равной 70 мм. Оконный блок расположен сразу за слоем теплоизоляции. Нахлест теплоизоляции составляет 20 мм. При наружной теплозащите стен торцы междуэтажных плит перекрытий закрыты слоем теплоизоляции, поэтому они не являются «мостиками холода». Для выбранного типа наружных стен следует учитывать только стыки с балконными плитами, так как в этих местах происходит разрыв теплоизоляционного слоя. Толщина плит перекрытия составляет 180 мм. Для уменьшения потерь теплоты через балконные плиты предусмотрена перфорация. При креплении теплоизоляционных плит к основанию стены расстояние от края стального распорного элемента до тарелки дюбеля принято равным 30 мм. Диаметр металлического распорного элемента — не более 5 мм. Сопряжения наружной стены с перекрытием над техподпольем и чердачным перекрытием имеют небольшую протяженность и эффективную теплоизоляцию, поэтому тепловые потери через указанные участки в расчете не учитывались. Применение указанных конструктивных решений узлов наружной стены приводит к уменьшению удельных тепловых потерь через узел и практически исключает возможность конденсации влаги на внутренней поверхности стены в холодный период года. Удельные геометрические показатели теплозащитных элементов стеновых ограждающих конструкций определены на основании проектных данных. Удельные потери теплоты через линейные и точечные элементы усреднены при различной толщине теплоизоляционного слоя. Влияние кронштейнов в НФС дополнительно учтено на основе данных СП 345.1325800.2017. Результаты расчета удельных тепловых потерь через рассматриваемые варианты конструктивного исполнения наружных стен представлены в таблицах 1—3.

Таблица 1-Результаты расчета удельных тепловых потерь через стеновую конструкцию с СФТК

Элемент конструкции, его удельный геометрический показатель	**Удельные потери теплоты через элемент**			**Удельный поток теплоты обусловленный элементом ВТ/(м²*К)**
	U, Вт/(м²*К)	Ψ, Вт/(м²*К)	χ, Вт/ К	
Плоский элемент (a_1=1м²1м²)	0,199/0,161*			0,199/0,161*
Стык с оконным блоком (l_1=0.651 м$^{-1}$)		0,068		0,0443
Сопряжение с балконной плитой (l_2=0,114 м$^{-1}$)		0,202		0,023
Выпуклый угол (l_3=0,095 м$^{-1}$)		0,093		0,0088
Вогнутый угол (l_4=0,032 м$^{-1}$)		-0,133		-0,0043
Дюбель (n_1=5,6 м$^{-2}$)			0,002	0,0112
Итого:				0,282/0,244

Таблица 2-Результаты расчета удельных тепловых потерь через стеновую конструкцию НФС1.

Элемент конструкции, его удельный геометрический показатель	**Удельные потери теплоты через элемент**			**Удельный поток теплоты обусловленный элементом ВТ/(м²*К)**
	U, Вт/(м²*К)	Ψ, Вт/(м²*К)	χ, Вт/ К	
Плоский элемент (a_1=1м²1м²)	0,197/0,16*			0,197/0,16*
Стык с оконным блоком (l_1=0.651 м$^{-1}$)		0,068		0,0443
Сопряжение с балконной плитой (l_2=0,114 м$^{-1}$)		0,202		0,023
Выпуклый угол (l_3=0,095 м$^{-1}$)		0,093		0,0088
Вогнутый угол (l_4=0,032 м$^{-1}$)		-0,133		-0,0043
Дюбель (n_1=5,6 м$^{-2}$)			0,002	0,0112
Кронштейн (n_2=1,39 м$^{-2}$)			0,02	0,0278
Итого:				0,308/0,271

Таблица 3-Результаты расчета удельных тепловых потерь через стеновую конструкцию с НФС2.

Элемент конструкции, его удельный геометрический показатель	**Удельные потери теплоты через элемент**			**Удельный поток теплоты обусловленный элементом Вт/(м²*К)**
	U, Вт/(м²*К)	Ψ, Вт/(м²*К)	χ, Вт/ К	
Плоский элемент (a_1=1м²1м²)	0,197/0,16*			0,197/0,16*
Стык с оконным блоком (l_1=0.651 м$^{-1}$)		0,068		0,0443
Сопряжение с балконной плитой (l_2=0,114 м$^{-1}$)		0,202		0,023
Выпуклый угол (l_3=0,095 м$^{-1}$)		0,093		0,0088
Вогнутый угол (l_4=0,032 м$^{-1}$)		-0,133		-0,0043
Дюбель (n_1=5,6 м$^{-2}$)			0,002	0,0112
Кронштейн (n_2=1,39 м$^{-2}$)			0,06	0,0834
Итого:				0,363/0,326

Анализ данных, представленных в таблицах 2—4, показывает, что наружные стены с СФТК теплотехнически более однородны по сравнению с наружными стенами с НФС. С увеличением толщины теплоизоляционного слоя влияние теплотехнически неоднородных участков стены возрастает. Наибольшее влияние теплотехнически неоднородных участков отмечается для НФС с алюминиевой подконструкцией и толщиной теплоизоляционного слоя 250 мм. Результаты теплотехнических расчетов наружных стен с рассматриваемыми фасадными системами приведены на рисунке 3.

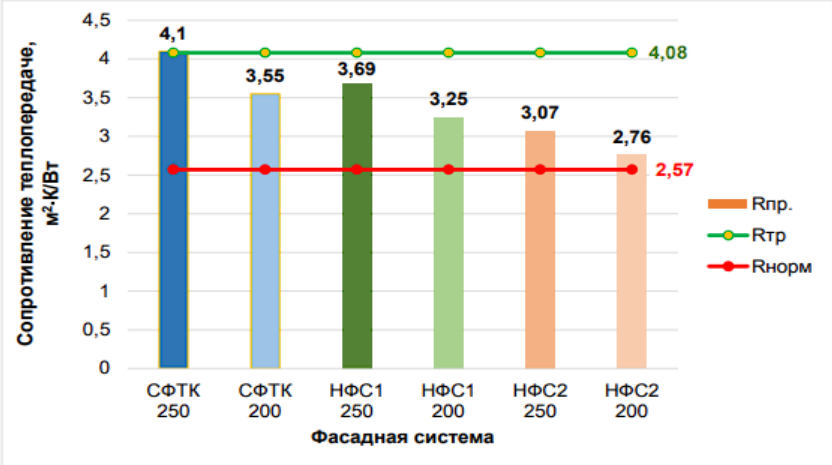


Рисунок 3-Результаты теплотехнических расчетов наружных стен

Результаты расчетов показывают, что только один вариант фасадов — СФТК с толщиной слоя теплоизоляции 250 мм, соответствует поэлементным требованиям СП 50.13330.2012 без дополнительных ограничений. Все остальные варианты фасадов соответствуют нормативным требованиям по тепловой защите только в том случае, если при выполнении расчета удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания по методике приложения Г СП 50.13330.2012 выполняются требования п. 10.1 к данной удельной характеристике, т.е. зависят от множества других характеристик проектируемого объекта: формы и размеров здания, теплотехнических характеристик наружных ограждающих конструкций, кратности воздухообмена, величины бытовых и солнечных теплопоступлений, инженерных решений. Анализ данных, представленных в таблице 5 и на рисунке 3, показывает, что наружные стены с СФТК теплотехнически более однородны по сравнению со стенами с НФС. Следует отметить крайне низкую теплотехническую однородность навесных фасадных систем с применением алюминиевых

кронштейнов (НФС2). Приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен с СФТК при одной и той же толщине слоя теплоизоляции оказывается выше, чем у стен с НФС. Таким образом, по итогам выполненных теплотехнических расчетов можно утверждать, что проектное решение наружных стен с СФТК для рассматриваемого объекта при толщине теплоизоляционного слоя 250 мм является наиболее обоснованным.

Список литературы

1. Корниенко С.В. Повышение энергоэффективности зданий за счет снижения теплопотерь через краевые зоны ограждающих конструкций // Academia. Архитектура и строительство. 2010. № 3. С. 348–351..

2. Kauskale L., Geipele I., Zeltins N., Lecis I. (2016). Energy Aspects of Green Buildings — International Experience. Latvian Journal of Physics and Technical Sciences. 2016. No. 53 (6). Pp. 21–28.

3. Попова Е.Е., Городилова А.Е., Куколев М.И. Повышение энергоэффективности домов с помощью навесных вентилируемых фасадов // Ростовский научный журнал. 2017. № 12. С. 367–378.

4. Корниенко С.В. О применимости методики СП 50.13330.2012 к расчету влажностного режима ограждающих конструкций с мультизональной конденсацией влаги // Строительство и реконструкция. 2014. № 5 (55). С. 29–37.

5. Технический портал ТехноНИКОЛЬ [сайт]. URL: http://nav.tn.ru/systems/fasad-i-stena/tn-fasad-profi/

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРАКТИЧНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СОЕДИНЕНИЯ АРМАТУРНЫХ СТЕРЖНЕЙ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ С ПОМОЩЬЮ РЕЗЬБОВЫХ И ОПРЕСОВАННЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Василец Н.В., Касимов Р.Г., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В настоящее время в России широко развивается строительство из монолитного железобетона. Возрастающие объемы монолитного строительства диктуют необходимость перехода на более надежные и экономичные технологии возведения зданий и сооружений.

Арматурные работы и в частности устройство стыков арматуры являются трудозатратным процессом, занимающим продолжительное время и составляющим значительную часть стоимости сооружения. Из-за растущих объемов применения монолитного железобетона в строительстве важным фактором при выборе технологии армирования является не только стоимость арматурных изделий, но и надежность на протяжении всего периода их эксплуатации [1].

Грамотный выбор способа технологии армирования конструкций способен обеспечить необходимую надежность и сократить время и стоимость монтажных работ. Способ в каждом конкретном случае определяется индивидуально, в соответствии с технологическими требованиями, и зависит от многих факторов.

Проведен анализ сравнения существующих методов соединения арматуры, а также выбран наиболее эффективный и экономически выгодный способ соединения арматуры в монолитных железобетонных конструкциях.

Целью работы является исследование свойств и особенностей применения в железобетонных конструкциях резьбовых и опрессованных механических соединений арматуры.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- провести анализ применения методов соединения арматуры;
- выявить достоинства и недостатки рассматриваемых методов соединения;
- оценить механические свойства стандартных опрессованных соединений арматуры, выполненных в условиях стройплощадки;
- выполнить анализ технико-экономической эффективности практического применения резьбовых и опрессованных соединений арматуры.

Существует два основных метода стыкования арматуры, согласно СП, а именно пункту 8.3.26 [8]. Соединение стержней может выполняться следующими способами:

а) стыки внахлестку без сварки:

- с прямыми концами стержней периодического профиля;

- с прямыми концами стержней с приваркой или установкой на длине нахлестки поперечных стержней;

- с загибами на концах (крюки, лапки, петли);

при этом для гладких стержней применяют только крюки и петли;

б) сварные и механические стыковые соединения:

- со сваркой арматуры;

- с применением специальных механических устройств (стыки с опрессованными муфтами, резьбовыми муфтами и др.) [8].

В нашей стране в основном применяются сварные и нахлесточные соединения арматуры. От применения сварных соединений строители отказываются, в связи с высокой стоимостью электроэнергии, привлечением высококвалифицированных сварщиков, с более сложным контролем качества работ, большей трудоемкостью сварных соединений при большом количестве стыкуемых стержней.

Более простым способом стыкования стержневой арматуры является соединение внахлестку без сварки, но оно имеет ряд существенных недостатков: перерасход арматуры за счет перепуска стержней; необходимость установки дополнительной поперечной арматуры в зоне соединения; затруднение бетонных работ в густоармированных конструкциях, за счет скопления в зоне стыка большого количества арматуры, поэтому в некоторых случаях это приводит к увеличению размеров поперечного сечения элемента. Нахлестка длиной от 20d до 40d, в зависимости от условий работы арматуры и количества стыков в одном сечении, приводит к потере от 3,5 до 27% арматуры при ее диаметрах от 10 до 40 мм и длине стыкуемых стержней 6,0 м. При этом наибольшие потери металла имеют место при стыковании стержней больших диаметров: 32—40 мм — соответственно до 22—27%. Необходимо сказать, что в соединении внахлестку передача усилия с одного стержня на другой осуществляется через окружающий бетон и при разрушении защитного слоя прочность соединения внахлестку становится равной практически нулю, что может привести к разрушению конструкции.

Альтернативными способами, исключающим вышеуказанные недостатки, является соединение стержней периодического профиля с помощью резьбовых и опрессованных соединений, а также метод применение технологии вклеиваемой арматуры, указанные методы позволяют повысить эксплуатационную надежность железобетонных конструкций их узловых соединений, существенно снизить расход стали и сократить сроки выполнения строительных работ, а также снизить нагрузки на усиливаемые конструкции от веса элементов усиления.

Важно отметить, что получение экономии является второстепенной целью применения механических соединений арматуры, а главной целью является повышение надежности соединений, что особенно важно при строительстве высотных зданий и сооружений. Поэтому в большинстве

европейских странах мира, для стыкования арматуры диаметром от 25 до 40 мм применяют механические соединения, гарантирующие надежность сооружения.

Механические соединения арматуры, представляют собой систему, соединяющую арматурные стержни посредством соединительной муфты и, при необходимости, дополнительных элементов.

Механические соединения классифицируются:

- по условиям работы в железобетонных конструкциях;
- по способу соединения;
- по назначению соединения.

В зависимости от условий работы в железобетонных конструкциях механические соединения подразделяются на:

- растянутые – применяются для соединения арматурных стержней, воспринимающих как сжимающие, так и растягивающие усилия в конструкции;
- сжатые контактные – применяются для соединения арматурных стержней, в которых в процессе эксплуатации не возникает усилий растяжения. Усилия в арматуре передаются через непосредственное соприкосновение торцов стержней [5], [6].

По способу соединения механические соединения арматуры подразделяются на следующие типы.

а) Резьбовое соединение – соединение арматуры с нарезанной или накатанной на концах арматурных стержней резьбой, стыкуемой с помощью муфты, имеющей резьбу, соответствующую резьбе на арматурных стержнях Резьба на арматурных стержнях нарезается или накатывается на специальном оборудовании в специально оборудованном посту.

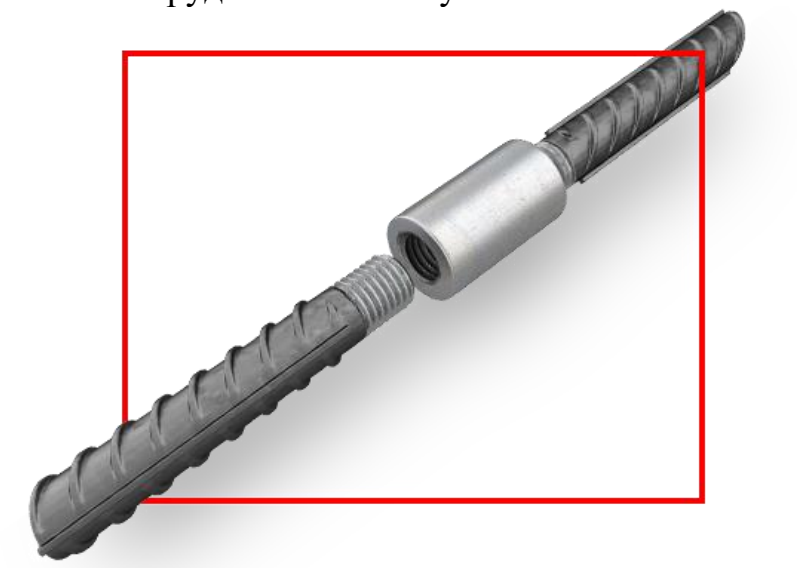


Рисунок 1 – Резьбовое соединение арматуры

Резьбовые соединения по способу изготовления и типу резьбы на концах арматурных стержней подразделяются на соединения с конической или цилиндрической резьбой, созданной методом нарезки или накатки либо непосредственно по периодическому профилю арматурного стержня, либо на предварительно высаженной головке (участке увеличенного диаметра с

помощью давления) на конце арматурного стержня. Накатка применяется при изготовлении цилиндрических резьб.

б) Опрессованное соединение − соединение арматурных стержней посредством соединительной муфты, установленной на концы стыкуемых стержней арматуры и обжатой гидравлическим способом. Анкеровка концов стержней арматуры в муфте обеспечивается за счет вдавливания металла муфты между поперечными ребрами арматуры вследствие пластической деформации при обжатии.



Рисунок 2 – Опрессованное соединение арматуры

Опрессованные соединения по способу изготовления подразделяются на опрессованные однократным или многократным поперечным деформированием, или методом однократной протяжки соединительной муфты.

в) Комбинированное соединение – соединение арматурных стержней с помощью комбинированных муфт, объединяющих в себе особенности резьбовых и опрессованных соединений. Муфты представляют собой соединительные элементы, предварительно опрессовываемые на концах арматурных стержней и соединяемые впоследствии между собой посредством существующей на муфтах резьбы.

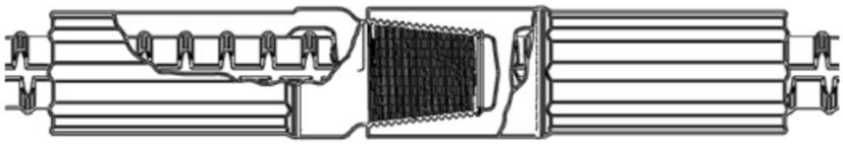


Рисунок 3 – Комбинированное соединение арматуры

Проектирование железобетонных конструкций зданий и сооружений различного назначения с применением механических соединений арматуры производится по действующим нормативным документам.

Рассмотренные механические соединения предназначены для стыкования арматурного проката классов А400, А500, А600. Допускается стыковать арматурный прокат класса А240 с помощью резьбовых механических соединений и соединений на болтах. Не допускается стыковка гладкого

арматурного проката с применением опрессовки. Допускается стыковать арматурный прокат класса А800 с помощью опрессованных соединений при соответствующем расчете и подборе соединительных муфт.

Нормативные и расчетные значения сопротивления, модуль упругости, коэффициенты условий работы арматуры с механическими соединениями в железобетонных конструкциях, соответствующих требованиям [8], следует принимать такими же, как для арматуры соответствующего класса, не имеющей стыков. При этом нормативное значение прочности (временного сопротивления) принимаемого механического соединения должно быть не менее нормативного значения прочности (временного сопротивления) соединяемой арматуры.

Количество стыкуемой в одном сечении элемента рабочей растянутой или сжатой арматуры периодического профиля с помощью механических соединений допускается принимать до 100% при проценте армирования продольной арматуры $\mu_s \leq 3\%$ и не более 50% в остальных случаях. Минимальное расстояние между сечениями стыкуемой арматуры принимаются равными L, где L − длина перепуска соединяемой арматуры (нахлестки) по СП [9]; [9] (рис. 4).

Рекомендуется при стыковке 100% арматуры в одном сечении располагать стыки в зонах наименьших усилий.

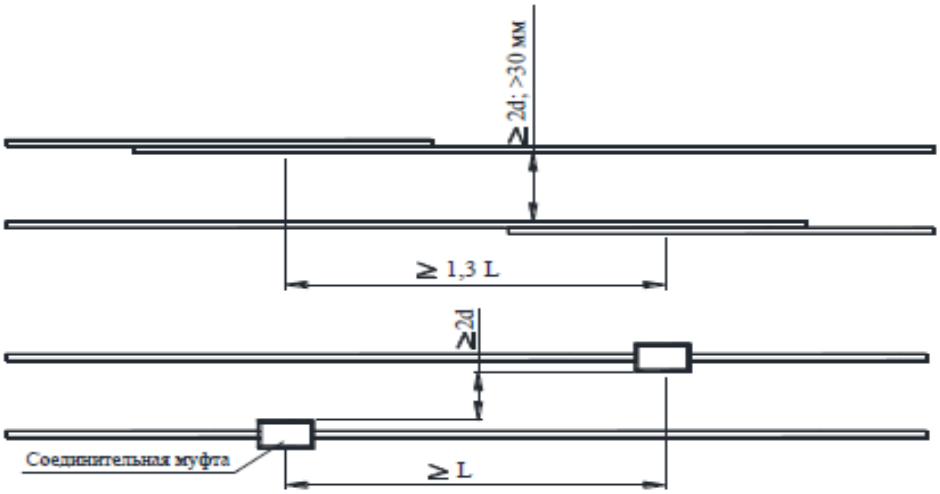


Рисунок 4 – Расположение стержней стыкуемых механическими соединениями вразбежку;
а) соединение внахлест; б) механическое соединение с помощью муфт;
d – номинальный диаметр арматурного стержня

Контроль качества опрессованных, резьбовых соединений арматуры на строительной площадке должен включать в себя:

проверку паспорта качества на муфты;

визуальный контроль соединений – 100% соединений партии;

контроль удлинения муфты после опрессовки – 10% соединений партии.

Визуальным контролем определяется:

правильность торцовки стыкуемых концов арматурных стержней;

факт опрессовки соединительной муфты;

правильность положения стыка стержней относительно центра муфты по меткам, нанесённым на арматуре до опрессовки, в том случае если муфта не имеет запрессованной перегородки.

Замером длины соединительной муфты после опрессовки определяется качество соединения – длина муфты в результате опрессовки должна увеличиться не менее чем на 8-10% от её первоначальной длины.

В результате испытаний контрольных образцов оппрессованных муфтовых соединений арматуры можно сделать следующие выводы:

при правильном выборе соединительных муфт и соблюдении требований технических условий по их монтажу достигается обеспечение равнопрочности муфтовых опрессовочных соединений основному металлу арматурных стержней.

При этом следует отметить, что экономия на материале муфт (занижение толщины стенки и длины) оборачивается отрицательными результатами, т. е. либо разрушаются сами муфты, либо не обеспечивается равнопрочность соединения – арматура выползает.

Кроме того, неправильный выбор материала для изготовления муфт может привести к её разрушению.

в соответствии с требованиями технических торцы арматурных стержней должны соприкасаться и быть перпендикулярны их оси с допуском ±1,5° на каждый стержень, что невозможно проконтролировать на обжатых соединениях кроме как рентгенографированием

соединения арматуры разного диаметра с использованием обжимной муфты с переходной втулкой не обеспечивают надежного соединения арматурных стержней.

руководителям работ необходимо уделять постоянное внимание по грамотному и ответственному выполнению требований технических условий непосредственно исполнителями работ, а также регулярно проводить входной контроль материалов и механические испытания контрольных образцов муфтовых соединений.

Опрессованными механическими соединениями арматуры допускается соединять арматурный прокат классов А400-А800 любого периодического профиля. Применение опрессованных соединений для арматуры гладкого профиля не допускается.

В качестве материала для соединительных муфт используют безшовные трубы. Опрессованные соединения должны соответствовать следующим параметрам, определяющим их прочность и характер разрушения.

Площадь поперечного сечения соединительной муфты до опрессовки F_m назначается из условия равнопрочности по нормативному значению временного сопротивления при растяжении соединяемой арматуры и муфты:

$$F_m = \sigma_{b,s} \cdot F_s/\sigma_{b,m}$$

где $\sigma_{b,m}$ и $\sigma_{b,s}$ - браковочные значения временного сопротивления а в материала соединительной муфты и арматурного проката соответственно по нормативным документам на их производство.

Длина соединительной муфты до опрессовки l_0. Подбирается из следующих условий:

а) Способ опрессовки. Опрессовка соединительной муфты на арматуре может осуществляться многократным обжатием муфты с промежутками и без промежутков. При опрессовке с промежутками рекомендуется принимать зазор между жимами от 2 до 5 мм.

б) Для обеспечения требуемого усилия среза материала муфты для опрессованых соединений арматуры классов А400 (А-Ш) и А500 величина обжатой части соединительной муфты должна быть не менее $5d_h$ (по 2,5 d_h с каждой стороны муфты), где d_h - номинальный диаметр соединяемой арматуры.

Подобранные параметры муфт в обязательном порядке должны быть проверены экспериментально испытанием на растяжение пробных образцов в достаточном количестве, но не менее 3 шт. каждого вида и типоразмера. Не допускается при разрушении опрессованных соединений выдергивания арматурного стержня из муфты.

При подборе толщины стенки муфт необходимо учитывать то, что при малой толщине стенки не обеспечивается достаточная жесткость муфты сопротивлению распора периодического профиля арматуры. При завышенной толщине стенки муфты усилия обжатия опресовочного оборудования может быть недостаточно для проведения качественной прессовки.

Ориентировочные размеры муфт опрессованных соединений для арматуры классов А400, А500 и А600 приведены в СП [8].

Допускается размеры или значения параметров муфт, полученные при расчете в соответствии с методическое пособие «Применение механических соединений арматуры в железобетонных конструкциях» или указанные в таблице 1, корректировать по результатам испытаний на растяжение пробных стыков, изготовленных с использованием конкретного оборудования и соединительных муфт в части толщины муфты и общей длины муфты.

Не допускается уменьшение суммарной величины обжатой части муфты ниже значений $4{,}5d_h$.

Экономическое обоснование выгоды от использования резьбовых цилиндрических муфт.

В таблице 1 приведены результаты экономического сравнения соединения арматуры

Таблица 1 - Экономическое сравнение соединения арматуры

Стоимость одного стыка в рублях			
d	Внахлест	Ванная сварка	Резьбовое
28	451,00	640,00	382,00
32	611,00	677,00	462,00
36	817,00	708,00	556,00

Список литература

1. Нестеренко Ю.О., Амбарцумянц К.Р., Климович И.М. Механическое соединение арматуры, как альтернатива общепринятым методам стыковки. Одесса, 2012. URL: sprut-ukraina.com.ua/mehanicheskoe-soedinenie-armatury-kak-alternativa-obscheprinyatym-metodam-stykovki/

2. Свойства и особенности применения в железобетонных конструкциях резьбовых и опрессованных механических соединений: Дъячков В.В. Загорские Дали, 2009. с.76

3. Резьбовые соединения И.А. Биргер, Г.Б. Иосилевич Машиностроение. 1973. 256 с.

4. О результатах проверки прочности муфтовых соединений на резьбе по диаграммной методике С.Н. Карпенко, И.Г. Чепизубов, К.С. Шифрин Промышленное и гражданское строительство, 2008. № 11, с. 44-46

5. Методическое пособие «Применение механических соединений арматуры железобетонных конструкций».

6. Методы испытаний «Соединения арматуры механические для железобетонных конструкций.

7. Строительные нормы и правила бетонные и железобетонные конструкции СНИП 2.03.01-84*.

8. Свод правил по проектированию и строительству. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры.

СП 52-101-2003.

9. Свод правил. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения СП 63.13330.2012

К ВОПРОСУ О ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ РЕФОРМИРОВАНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Васильева М.А., канд. техн. наук, доцент, Ипатова Д.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

XXI век получил наименование «век научно-технического прогресса».

Изменения, происходящие в жизни, коснулись различных сфер человеческой деятельности, таких как, наука, медицина и образование.

Реформа образования в России сейчас одна из самых важных тем для обсуждения. Будущее и успех страны зависит от разностороннего развития человека и качества образования. Образование несет огромную ценность, как для самого человека, так и в масштабе экономики всей страны. Получение высшего образования помогает человеку стать успешным в профессиональной карьере [1].

Именно поэтому оно должно быть доступным и качественным. По поручению президента России в университетах ежегодно увеличивается количество бюджетных мест. Об этом говорил президент В.В. Путин на совещании, посвящённом вопросам образования в РФ.

«Мы будем наращивать доступность бесплатного высшего образования. Прежде всего в регионах, где не хватает специалистов высокой квалификации».

Министерство науки и высшего образования подвело итоги конкурса по распределению бюджетных мест в вузах на 2022-2023 годы.

В 2003 году в регионы направлено 73 % бюджетных мест. В пятёрку региональных вузов с наибольшим приростом бюджетных мест попал Оренбургский госуниверситет (+ 318).

В 1999 году представителями нескольких европейских стран было подписано соглашение о введении единых образовательных стандартов. В 2003 году Россия присоединилась к Болонской системе, в соответствии с которой вузы перешли от подготовки специалистов к подготовке бакалавров и магистров («4+2») [2]. Отечественному образованию пришлось подстраиваться под европейский лад. Только к 2011 году завершился официальный переход высшего образования на двухуровневую систему. В настоящее время это самая распространённая система высшего образования в России. На долю программ специалитета, по данным Минобрнауки РФ, приходится всего 13%.

За это время наша экономика и население ощутили на себе все преимущества и недостатки такого образования.

Российские студенты стали участниками программ по обмену, появилась возможность получения двух дипломов. Укрепление связей между вузами повысило мобильность преподавателей и студентов. Молодые люди из небольших городов получили шанс поступать в вузы других стран и по завершении обучения трудоустроиться на территории Европы. Срок обучения

сократился до 4-х лет и многие выпускники предпочли получение практических навыков, дальнейшему обучению.

По прошествии определённого времени выявились и недостатки системы.

Обучение по программам бакалавриата рассчитано на получение профессиональных базовых знаний, нацеленных на практическую деятельность. Если бакалавр после окончания вуза захочет поступить в аспирантуру, он не сможет этого сделать. Ему предстоит пройти обучение в магистратуре. По болонским требованиям в магистратуру может поступить любой человек, получивший высшее образование по любому профилю подготовки. Так, например, на программы магистратуры по направлению строительство могут поступать бакалавры с юридическим или медицинским образованием. Преподавателям в таких случаях придётся повторять таким магистрантам то, что преподают на бакалавриате, но в сокращённом объёме.

На рынке труда зачастую работодатели настороженно относятся к квалификации «бакалавр», до сих пор считая её неполным высшим образованием, недостаточно фундаментальным в силу ориентации на узких специалистов. Возникает сильная конкуренция с выпускниками магистратур и специалитета. Но есть работодатели, которые соглашаются принять на работу бакалавра с условием, что он поступит в магистратуру и получит эту степень. Здесь большую роль играют личностные качества выпускника.

Заработная плата с дипломом бакалавра значительно ниже в Европе и в России. Исследования, проведённые НИУ ВШЭ выявили существенные преимущества магистров и специалистов. У них больше карьерных перспектив и стартовая зарплата на 30 % выше, чем у бакалавров.

Согласно внесённым в законопроект поправкам, граждане с уровнем образования ниже специалитета и магистратуры не смогут занимать руководящие посты госслужбы.

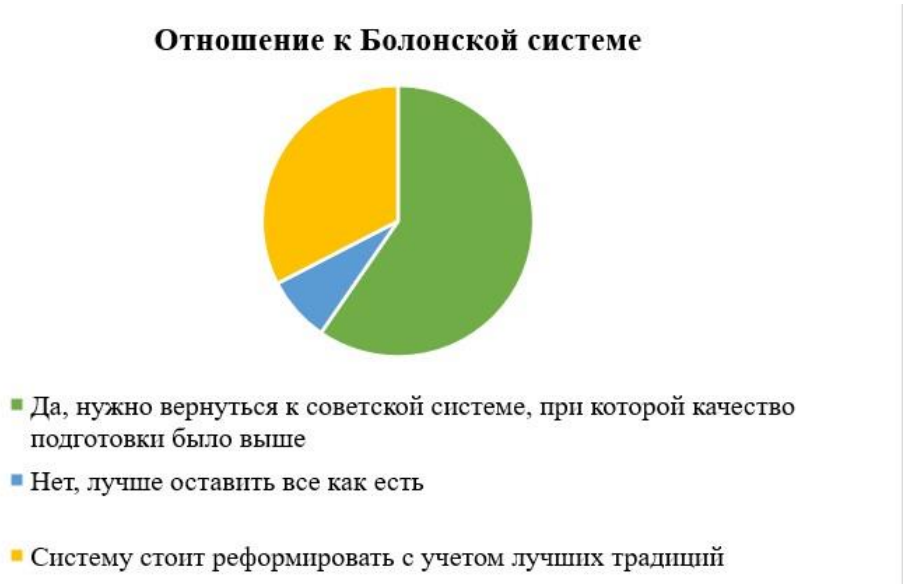


Рисунок 1 – Данные опроса россиян об отношении к Болонской системе образования

По данным опроса россиян 59 % считают, что необходимо вернуться к советской системе образования, при которой качество подготовки специалистов было выше; 33 % за реформу, с учётом лучших традиций обеих систем; 17 % устраивает существующая система.

11 апреля 2022 года Россия и Белоруссия решением Болонской группы были исключены из системы. 6 июля 2022 года все университеты РФ вышли из представительства Болонской системы.

В 2022 году снова был поднят вопрос о возможности возвращения специалитета. Началось обсуждение новой реформы в образовании, а именно переход к системе «2+2+2». В основе неё лежит принцип выбора, уточнения. Эта система уже есть в таких странах, как КНР, Великобритания, Германия, Польша, Нидерланды, Франция, Гонконг и Япония. Новый подход даст возможность студенту дважды уточнить направление – после 2 курса и окончания бакалавриата. Считается, что таким образом студент более осознано будет подходить к выбору будущей профессии и снизится процент отчислений студентов на первых курсах.

В Оренбургском государственном университете с 2011 года начали осуществлять приём на первый курс по направлениям бакалавриата [3]. На архитектурно-строительном факультете студенты первого курса направления Строительство обучались по общему учебному плану. После первого курса проходила профилизация, которая давала возможность выбора нужного профиля. Таким образом, начиная со второго курса студенты имели возможность изучения спецпредметов на выпускающих кафедрах в течение почти трёх лет.

Переход к системе «2+2+2» сокращает этот срок на год. Всего 1,5 года отводится на освоение профильных дисциплин, учитывая, что оставшееся время студент занимается подготовкой выпускной квалификационной работы. За это время невозможно подготовить грамотного специалиста.

При получении образования важно правильное и своевременное прохождение этапов обучения. Только так возможно обеспечить человеку качественную профессиональную реализацию.

Список литературы

1. Малахова О.Ю., Маланчева С.Н., Иванова А.П. Формирования конкурентоспособной личности специалиста. В сборнике: Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры материалы Всероссийской научно-методической конференции. Министерство образования и науки РФ, ФГБОУ ВО "Оренбургский государственный университет". 2018. С. 295-299.

2. Васильева М.А., Воронков А.И., Иванова А.П., Васильев В.В. Влияние болонского соглашения на качество подготовки инженеров-строителей
В сборнике: Университетский комплекс как региональный центр образования,

науки и культуры материалы Всероссийской научно-методической конференции. Оренбургский государственный университет. 2017. С. 628-631.

3. Воронков А.И., Васильева М.А., Иванова А.П. Проблемы подготовки профессиональных специалистов в области строительства В сборнике: Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры материалы Всероссийской научно-методической конференции . 2014. С. 615-617

АЛЮМОСИЛИКАТНЫЕ ОГНЕУПОРНЫЕ КОМПОЗИЦИИ НА ФОСФАТНОМ СВЯЗУЮЩЕМ

Власова Е.М.
Бузулукский гуманитарно-технологический институт (филиал) ОГУ

В последнее время в технологии огнеупоров все более широко применяют фосфатные связки. Как известно, лучшие вяжущие свойства при комнатной температуре проявляют кислые фосфаты, образующиеся при реакции H_3PO_4 со слабоосновными или амфотерными окислами, содержащими катионы умеренно малых ионных радиусов [1].

Свойства безобжиговых огнеупоров на минеральной связке определяются физико-химическими свойствами как вяжущего вещества, так и огнеупорного заполнителя, а также их объемным или весовым соотношением в шихте. При инертных по отношению к минеральной связке огнеупорных заполнителях прочностные характеристики (при низких и высоких температурах) огнеупоров будут определяться количеством и свойствами связки [2].

Интересные данные были получены при использовании алюмокальциевого шлама в жаростойких композициях на фосфатных связующих полученных путем полусухого прессования. В качестве фосфатных связующих были применены ортофосфорная кислота определенной концентрации и кислые водорастворимые связки. При этом стоит отметить, что синтезирование водорастворимых связок проводилось с использованием нанотехногенного отхода – алюмокальциевого шлама. В результате полученных химических реакций было выявлено, что соединения связок преобразуются в соответствующие фосфаты с высокими температурами плавления $Ca(H_2PO_4)_2$ и $Al_2(HPO_4)_3$ [3, 4]. Помимо участия алюмокальциевого шлама в синтезировании кислых водорастворимых связок, шлам в качестве наполнителя участвовал в составах шихт для получения прессованных шамотных и муллитовых изделий фосфатного твердения (рис. 1).

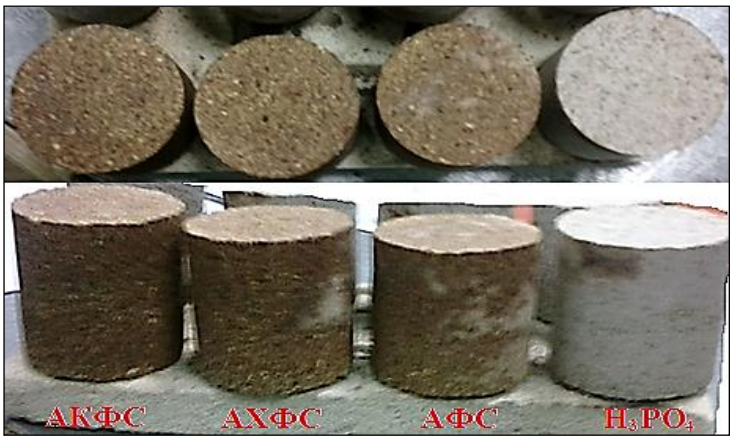


Рисунок 1 – Образцы огнеупорных композиций фосфатного твердения: АКФС – алюмокальцийфосфатная связка; АХФС – алюмохромфосфатная

связка; АФС – алюмофосфатная связка; H_3PO_4 – ортофосфорная кислота

Так внешний осмотр исследуемых образцов (рисунок 1) показал, что контрольный состав, затворенный 60 % ортофосфорной кислотой затвердевал, образуя лишь только поверхностную корочку, напротив образцы затворенные кислыми водорастворимыми связками отвердели равномерно на всю глубину, наилучшие показатели показал образец затворенный алюмокальцийфосфатной связкой.

Дальнейшее углубленное исследование химического состава алюмокальциевого шлама и проведение ряда экспериментов по его применению в фосфатных композициях показало, что содержащиеся в нем оксиды положительно влияют на умеренное течение физико-химических процессов в исследуемых массах, что способствует нарастанию необходимой прочности при достаточно малых температурах термообработки.

Результаты выполненных исследований позволили рекомендовать следующий состав (рис. 2) как наиболее оптимальный, потому что удалось повысить температуру деформации под нагрузкой, термостойкость, огнеупорность.

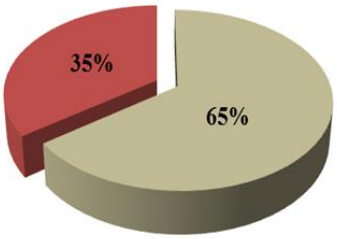


Рисунок 2 – Состав шихты оптимального состава: 35 % – алюмокальциевый шлам; 65 % – заполнитель (шамотный или муллитовый песок)

Для выяснения механизма физико-химических процессов, протекающих в огнеупорах на фосфатном вяжущем, был проведен рентгенофазовый анализ образцов оптимального состава на основе алюмокальцийфосфатной связки (рис. 3) обладающий наилучшими термомеханическими показателями. Рентгенофазовый анализ проводился на аппарате ДРОН-3.

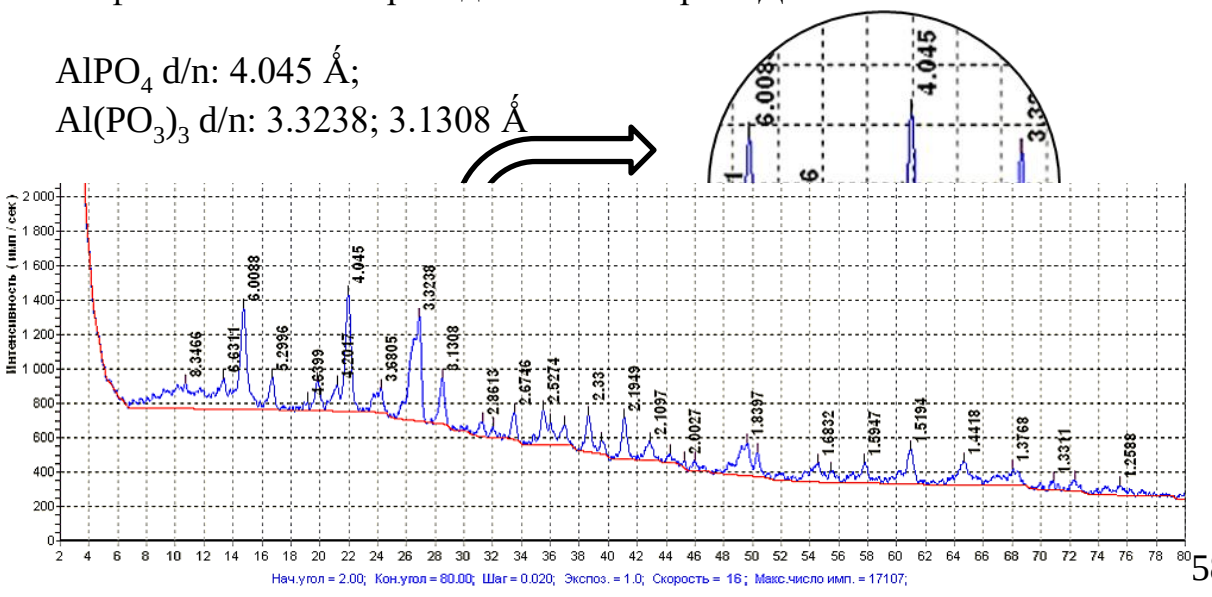


Рисунок 3 – Рентгенофазовый анализ муллито-фосфатных огнеупорных композиций после термической обработки (t=350 °С)

Как показывает рентгенограмма при температуре 350 °С начинается постепенный переход метафосфата алюминия $Al(PO_3)_3$ в основной фосфат ($AlPO_4$ – 4,045) низкотемпературной формы кварцевого типа, то есть начинают образовываться стабильные формы фосфатов алюминия $AlPO_4$, что обеспечивает образцам возможность длительного хранения на воздухе без разрушения. Недостаточная выдержка образцов при температуре 350 °С приводит к образованию нестойкой гигроскопичной связки вследствие неполного превращения пирофосфорной кислоты $H_4P_2O_7$ в фосфат алюминия. Вместе с тем необходимо отметить, что для получения необходимой прочности у безобжиговых высокоглиноземистых огнеупоров необходима не только тепловая обработка при температуре равной 350 °С, но и в процессе подъема температуры нагревание следует производить медленно с выдержками при 110 и 220 °С для того, чтобы дать возможность воде испариться без повреждения структуры образцов.

Разработанные новые алюмосиликатные огнеупорные композиции на фосфатном связующем были внедрены на Бузулукском кирпичном заводе для замены проблемных участков сводов (начали выпадать кирпичи) кольцевой печи.

Физико-химическими исследованиями, проведенными с фосфатными жаростойким композициями на основе алюмокальциевого шлама, установлено что при нагревании до 350÷400 °С происходит повышение физико-механических свойств и активное формирование водонерастворимых соединений $AlPO_4$ низкотемпературная форма кварцевого типа. Данный интервал температур рекомендуется в качестве температуры полимеризации.

Список литературы

1. Пирогов А.А. Свойства высокоглиноземистых бетонов на фосфатной связке. // Научно-исследовательский институт бетона и железобетона НИИЖБ. Жаростойкие бетон и железобетон в строительстве / А.А. Пирогов. – Москва: Стройиздат, 1966. – С. 30–37.

2. Дудеров Г.Н. Применение алюмофосфатных связок для получения безобжиговых огнеупоров // Г.Н. Дудеров. – Москва: Огнеупоры. – 1964. – № 10. – С. 460–465.

3. Черняховский В.А. Исследование свойств безобжигового ковшевого кирпича на алюмохромфосфатной связке // В.А. Черняховский. – Москва: Огнеупоры. – 1975. – №6. – С. 48–51.

4. Хлыстов А.И. Применение минеральных шламовых отходов в процессах синтезирования жидких фосфатных связок / А.И. Хлыстов, В.А. Широков, Е.А. Чернова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2013. – Т. 13, № 2. – С. 43–46.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ ЭЛЕКТРОТЕРМООБРАБОТКИ БЕТОНА

Вождаев Д.С., Касимов Р.Г., канд. техн. наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Исследования различных способов обеспечения твердения конструкций в зимних условиях начали проводиться в СССР еще с 1930-40х годов [1]. Применение монолитного бетона в возведении гражданских зданий и сооружений является одним из важнейших направлений развития современного строительства. Создание подобных объектов приводит к необходимости формирования новых, более эффективных архитектурно-строительных систем и технологий их реализации. За последние 10-15 лет в методах возведения зданий с монолитным железобетоном произошли революционные изменения не только в технологиях производства бетона, но и в способах укладки и утепления конструкций. Значительно увеличились темпы возведения таких зданий. И хотя существенным недостатком монолитного строительства всегда считались сложности в производстве работ при отрицательных температурах, то, благодаря проведенным исследованиям и накопленному за десятилетия производственному опыту, подобные «зимние» работы выполняются круглогодично [2].

Выбор основных методов производства бетонных работ зимой зависит от множества различных факторов. Среди них основными являются назначение конструкции, массивность, способ укладки и температура окружающей среды, время на набор прочности. Однако, в условиях крайнего севера часто приходится учитывать и другие факторы (вид опалубки, наличие утеплителя, возможности применения химдобавок и т. д.).

Различают следующие способы электротермообработки конструкций: электродный прогрев (электропрогрев), обогрев электронагревательными устройствами и нагрев в электромагнитном поле (индукционный прогрев).

Для электродного (контактного) прогрева бетона необходимо низкое напряжение при высокой силе тока. Тепло передается бетонному раствору с поверхности проводов, нагреваемых в момент передачи электрического тока до 80 С. Применение такого метода возможно благодаря хорошей теплопроводности бетона, но для достижения эффективного результата греющие провода должны быть размещены в теле бетона. Оптимально для прогрева бетона и достижения им требуемых показателей мощности использовать кабели со стальной жилой, допускающие нагрузку от 80 Вт на 1 м. Затраты электроэнергии на обогрев зависят от соотношения объема прогреваемого бетона и площади излучающей тепло поверхности. Кроме этого, значение имеет температура окружающей среды, скорость разогрева бетона и уровень защиты всей конструкции от охлаждения.

Количество теплоты, выделяемое при прохождении тока через бетон, Дж, вычисляется по формуле:

$$Q = 3528PRt, \quad (1)$$

где А — сила тока,

R — омическое сопротивление прогреваемого элемента, Ом;

t — время, ч.

Образующаяся теплота расходуется на нагрев бетона до заданной температуры и возмещение потерь тепла в процессе выдерживания. На это время открытые поверхности конструкции изолируют от воздействий окружающей среды утеплителем.

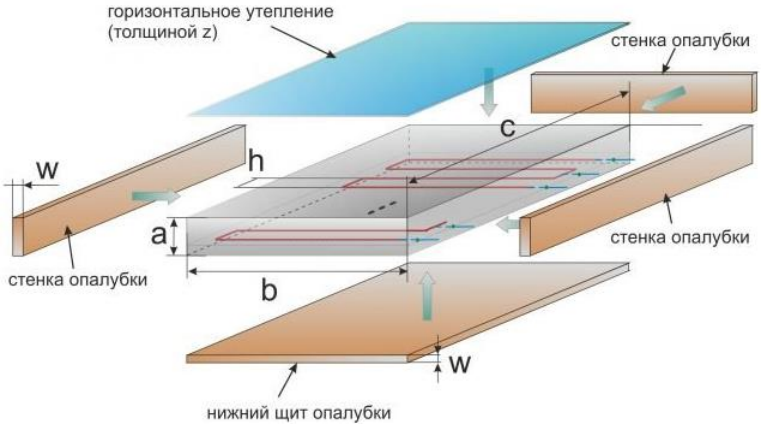


Рисунок 1 – Схема прогрева перекрытия греющим кабелем

Для прогрева 1 м3 бетона в зимнее время требуется мощность 1,5...2,5 кВт, цикл термосного выдерживания конструкции от 2 до 3 суток.

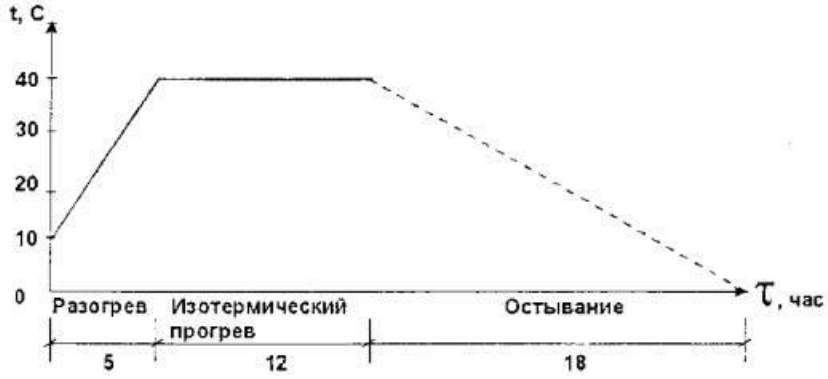


Рисунок 2 - График температурного режима при электродном прогреве[3]

Обогрев бетона можно производить: электронагревателями, установленными в опалубке конструкций,— греющими кабелями или проводом для прогрева бетона различных диаметров; трубчатыми электронагревателями (ТЭНами); стержневыми типа «стержень с трубой»; коаксиальными; сетчатыми, пластинчатыми или инфракрасными излучателями, размещенными

на некотором расстоянии от конструкции; проволочными спиралями или плоскими нагревателями и др. Тип нагревателя выбирают в зависимости от конфигурации конструкции, вида опалубки, наличия материалов для изготовления нагревателей.

Одним из современных способов с применением электронагревательных устройств является инфракрасный обогрев. Обогрев бетона инфракрасными лучами заключается в передаче бетону конструкций тепла в виде лучистой энергии электромагнитных волн длиной от 0,76 до 100 мкм. При прохождении инфракрасных лучей через слой воздуха между излучателем и поверхностью конструкции потери тепла незначительны. Лучи, преобразуясь в тепло, поглощаются поверхностью и распределяются в массе бетона облучаемой конструкции.

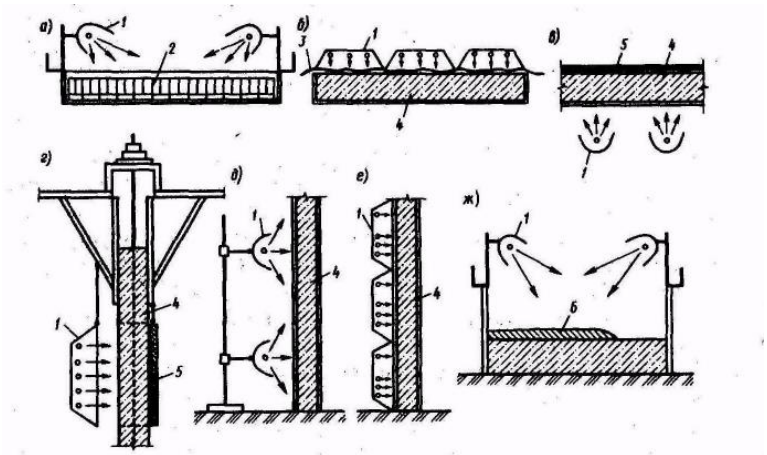


Рисунок 3 – Схемы инфракрасного прогрева: а – обогрев арматуры плиты; б, в – термообработка бетона плиты (сверху и снизу); г – локальная термообработка бетона при возведении высотных сооружений и скользящей опалубке; д, е – термообработка бетона стен; ж – тепловая защита укладываемой бетонной смеси.

Следует также отметить значительное (по сравнению с другими видами термообработки) количество энергии, генерируемое излучателями. Источниками инфракрасного излучения служат металлические трубчатые излучатели (ТЭНы), стержневые карборундовые излучатели и электрические лампы инфракрасного излучения. ТЭН состоит из металлической трубки диаметром 9—18 мм, внутри которой расположена нихромовая спираль, а остальное пространство заполнено периклазом — кристаллической окисью магния. Применяют ТЭНы типа НВСМ (нагреватель воздушный сушильный жаростойкий) или НВС (нагреватель воздушный сушильный). Мощность их на 1м длины колеблется от 0,6 до 1,2кВт, температура излучающих поверхностей — от 300 до 600°С, рабочее напряжение — 127, 220 и 380В. Карборундовые излучатели имеют мощность до 10 кВт, а температуру излучающих поверхностей 1300— 1500 °С. Применяемые электрические лампы инфракрасного излучения имеют мощность от 0,2 до 1,0 кВт. Нагреватели

рассчитаны на напряжение от 36 до 380 В. Для создания равномерного лучистого потока, направленного на поверхность бетона, излучатели монтируют в специальные установки, которые иногда изготавливают для конкретных условий производства. Конструктивно установки представляют собой сферические или трапецеидальные отражатели, во внутренней полости которых размещаются излучатели с поддерживающими устройствами. Сферические отражатели применяют при передаче энергии излучением на расстояние до 3 м, а трапецеидальные— до 1 м. Инфракрасные установки ставят на таком расстоянии друг от друга, чтобы прогреть все участки бетонной поверхности.



Рисунок 4 – График температурного режима при инфракрасном прогреве [4]

При индукционном нагреве бетона используют теплоту, выделяемую в арматуре или стальной опалубке, находящихся в электромагнитном поле катушки-индуктора, по которой протекает переменный электрический ток. Для этого по наружной поверхности опалубки последовательными витками укладывается изолированный провод индуктор (рисунок 7). Переменный электрический ток, проходя через индуктор, создает переменное электромагнитное поле. Электромагнитная индукция вызывает в находящемся в этом поле металле (арматуре, стальной опалубке) вихревые токи, в результате чего арматура (стальная опалубка) нагревается и от нее (кондуктивно) нагревается бетон.

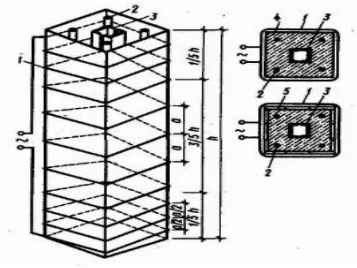


Рисунок 5 – Схема индукционного нагрева

В качестве индуктора используют изолированные провода с медными или алюминиевыми жилами.

Расчет параметров индукционного нагрева заключается в определении числа витков N и силы тока I в индукторе, которые обеспечивают при заданном напряжении U соблюдение принятого режима прогрева конструкций и подсчитываются по формулам:

$$N=U/ZH, \quad (2)$$

$$I = Hh/N, \quad (3)$$

где h — высота индуктора, см;

N — число витков

U — напряжение сети системы;

H — напряженность магнитного поля индуктора, А/см (определяется в зависимости от удельной мощности теплового источника);

Z — общее сопротивление системы «индуктор—загрузка», Ом:

Z= (r2+(L2)) (r — активное сопротивление системы, L— индуктивное сопротивление системы, Ом).

По найденной величине силы тока подбирают сечение проводов индуктора.



Рисунок 6 - График температурного режима при индукционном прогреве [5]

Достоинствами метода индукционного нагрева являются: равномерность нагрева конструкций по длине и сечению; возможность предварительного отогрева арматуры и металлической опалубки (до укладки бетонной смеси в опалубку) без привлечения дополнительных источников тепла; исключение бросовых расходов металла (на электроды).

Так как все три способа имеют примерно равные трудозатраты на подключение оборудования и пуско-наладочные работы, справедливо будет сравнить стоимость выполнения прогрева каждым из вышеперечисленных методов.

Таблица 1 – Сравнение стоимости прогрева бетона различными способами

Наименование способа	Мощность, КВт	Время, ч	Потребление электроэнергии, (кВт/ч) на $м^3$ бетона	Стоимость электроэнергии, руб	Стоимость оборудования и механизмов, руб	Итоговая стоимость, -руб
Электродный прогрев	2,5	48	120	960	700	-1660
Инфракрасный прогрев	4,16	48	200	1600	1250	-2850
Индукционный прогрев	3,125	48	150	1200	1000	-2200

Таблица 2 – Достоинства и недостатки способов электротермообработки бетона

	Достоинства	Недостатки
Электродный прогрев	- Дешевизна; - высокий КПД; - прогрев конструкций любой толщины.	- После прогрева электроды остаются в бетоне, т. е. появляются безвозвратные потери металла; - отсутствие оборачиваемости основных компонентов; - необходимость трудоёмкого расчета; - высокая вероятность выхода из строя компонентов системы.
Инфракрасный прогрев	- Не требуется дополнительное оборудование в виде трансформатора, проводов, электродов и т. д.; - высокий КПД; - мобильность и доступность оборудования.	- Небольшая глубина прогрева; - потребность в площадях для размещения оборудования; -небольшая площадь воздействия одного излучателя.
Индукционный прогрев	- Независимость от электропроводящих свойств бетона; - равномерность прогрева;	- Проведение множества индивидуальных расчетов; - возможность применения на очень ограниченном типе конструкций (колонны, балки,

	- возможность производить предварительный обогрев арматуры и опалубки без применения дополнительного оборудования.	трубы и т. д.).

Из таблицы 1 видно, что наиболее дешевым способом является метод электродного прогрева. Данная технология имеет ряд недостатков, приведенных в таблице 2. Главным из них является отсутствие возможности повторного применения расходных материалов, а также низкая технологическая надежность. В противопоставление этому, оставшиеся два способа отличаются высокими показателями надежности применяемого оборудования, которые гарантирует изготовитель. Паспорта и сертификаты качества, а также полное заводское исполнение основных приборов позволяют добиться лучших результатов термообработки бетона в сравнении с электродным методом.

Таким образом, инфракрасный и индукционный виды термообработок бетона являются наиболее рациональными и современными. В условиях, когда научные достижения позволяют в качестве источников электроэнергии использовать альтернативные варианты (преобразование энергии ветра, солнца, воды), рассмотренные в данной статье способы прогрева безусловно будут на порядок выигрывать перед устаревшими методами. Помимо энергетической эффективности, перспектива данного направления заключается в способности контроля большого количества параметров и обработки полученных данных с помощью полной автоматизации процессов. Речь идет о возможности мониторинга состояния конструкции в период начального набора прочности, оповещения об отклонениях либо сбоях в процессах, передача данных в среду BIM-модели, ведения журнала с автоматическим заполнением и т.д.

Список литературы

1. Круглый стол. Зимнее бетонирование: современный рынок противоморозных добавок – состояние и перспективы // Технологии бетонов. 2011. № 11-12. С. 10-20.

2. Мозгалёв К.М. Интенсификация технологических процессов зимнего бетонирования монолитных зданий // ФГБОУ ВПО «Южно-уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет). С. 130-133.

3. Технологическая карта на индукционный прогрев монолитных конструкций. М.: ОАО ПКТИпромстрой, 1997.

4. Технологическая карта по инфракрасному обогреву монолитных конструкций. М.: ОАО ПКТИпромстрой, 1998.

5. Технологическая карта на электрообогрев нагревательными проводами монолитных конструкций. М.: ОАО ПКТИпромстрой, 2003.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГИБКИХ СВЯЗЕЙ ИЗ СТЕКЛОПЛАСТИКА В КОНСТРУКЦИИ ТРЕХСЛОЙНОЙ СТЕНОВОЙ ПАНЕЛИ

Волкова С.Р., Зайцева К.Н.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В связи с повышением требований по теплозащите зданий, однослойные стеновые панели практически полностью подлежат замене трехслойными панелями с эффективной теплоизоляцией.

В трехслойных стеновых панелях наружный и внутренний бетонные слои соединяются между собой с помощью связей, обеспечивающих независимую или совместную их работу. В заводских условиях производства панелей для обеспечения совместной работы наружного и внутреннего бетонных слоев применяются гибкие связи.

Для ограждающих конструкций со стальными гибкими связями характерны большие теплопотери из-за высокой теплопроводности стали. Замена в гибких связях стальной арматуры на композитную полимерную позволяет устранить «мостики холода» и обеспечить высокую теплотехническую однородность панели. [1, 2]

Ранее был проведен анализ целесообразности применения композитной арматуры в качестве гибких связей с точки зрения теплотехнических соображений, в этом семестре рассмотрим целесообразность с экономической точки зрения.

Гибкие стеклопластиковые связи, предназначенные для использования в панелях, поставляются в виде стержней с двумя анкерными уширениями, изготовленных из СПА марки А (с повышенными требованиями к точности размеров). Гибкие связи имеют технологические ограничители, состоящие из цилиндрической втулки и тарельчатого держателя.

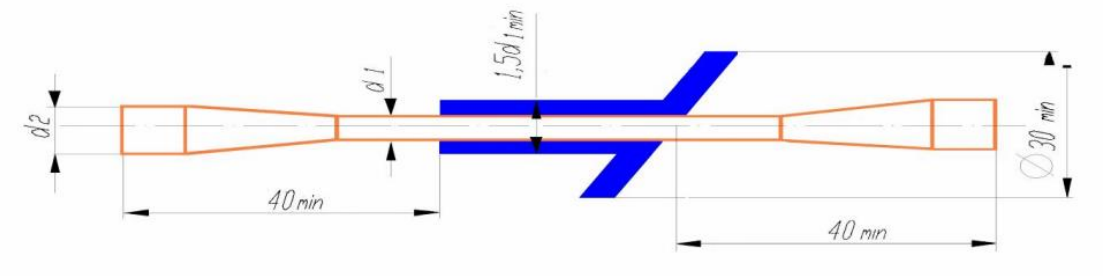


Рисунок 1 - Наклонная (с технологическим ограничителем под углом 45° к оси) гибкая связь из СПА

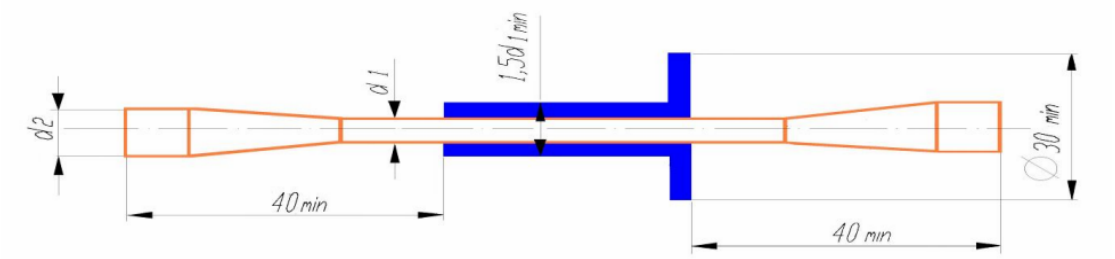


Рисунок 2 - Горизонтальная (с технологическим ограничителем под углом 90° к оси) гибкая связь из СПА

Как правило, гибкие связи располагают в горизонтальном и наклонном положении относительно плоскости панели. При этом горизонтально расположенные гибкие связи распорки (ГСР) воспринимают нагрузки, возникающие при распалубке конструкции на стадии изготовления и ветровые нагрузки на стадии эксплуатации, а гибкие связи подвески (ГСП), расположенные под углом 45°–60° к плоскости панели, работают против поперечного сдвига наружного слоя стеновой панели относительно внутреннего. Сами стеновые панели, как правило, изготавливают из тяжелого или легкого теплоизоляционного бетона для конструктивных слоев и эффективного утеплителя в качестве среднего слоя. [3]

Технические преимущества новых материалов должны обеспечивать и экономическую эффективность продукции. Поэтому для выбора оптимального варианта определен расход и стоимость гибких связей из композитной арматуры, диагонального каркаса из арматурной стали, а также проведено их сравнение в таблице 1.

Диагональный каркас представляет собой пространственную конструкцию, получаемую путем изгиба плоского каркаса, состоящего из двух параллельных стержней, скрепленных зигзагообразно изогнутым стержнем. В трехслойных панелях металлические гибкие связи должны изготавливаться либо из нержавеющей стали, либо подвергаться антикоррозионной обработке в соответствии с требованиями ГОСТ 31 310–2015 «Панели стеновые трехслойные железобетонные с эффективным утеплителем. Общие технические условия». Гибкие связи из композитной арматуры являются коррозионностойкими, поэтому не требуют дополнительной обработки. Изготовление гибких связей в форме каркасов из арматурной стали целесообразно организовать в арматурном цехе комбината крупнопанельного домостроения, а из композитной арматуры — в условиях завода по производству стеклопластиковой арматуры. [4, 5]

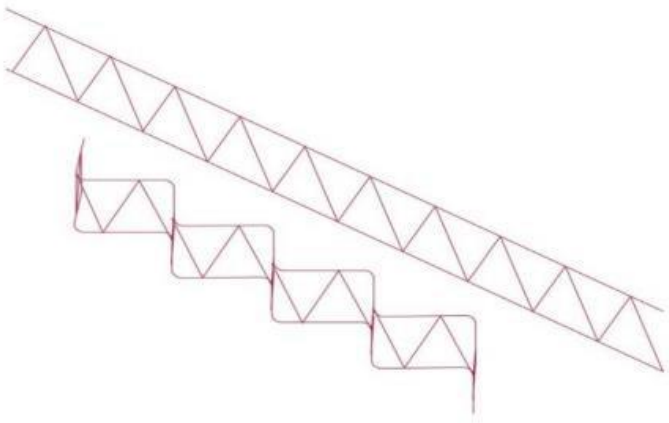


Рисунок 3 – Диагональный каркас из арматурной стали

Рассмотрим расход материалов на примере глухой трехслойной железобетонной стеновой панели габаритами 6000х1500х300 мм.

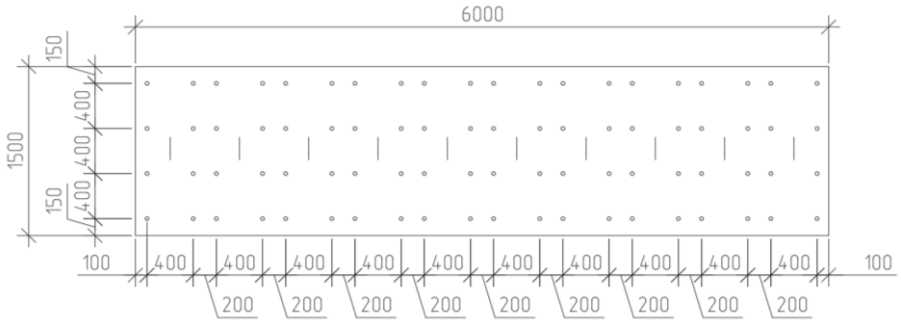


Рисунок 4 – Схема расстановки СПА в конструкции глухой трехслойной ж/б панели.

Таблица 1 – Сравнение стоимости гибких связей и стальной арматуры

Наименование и характеристика материала, ед. изм	**Расход на 1 плиту**	**Стоимость ед., руб.**	**Итоговая стоимость, руб.**
Диагональный каркас l=1440 мм: 1. Ø 8 В500С , кг 2. Ø 5 В500С , кг	20,64 10,892	48,5 43,7	1001,04 475,98
Итого:			**1477,02**
Гибкие связи СПА: 1. СГ СПА 7,5-220-2-1-40, шт. 2. СГ СПА 7,5-350-2-1-40, шт.	80 10	10,1 15,3	968 153
Итого:			**1121**

В таблице 1 выполнено сравнение стоимости гибких связей из стальной и композитной арматуры в расчете на одну стеновую панель.

Выполненные расчеты показали, что минимальная стоимость арматурных элементов — у стеновых панелей с гибкими связями из стеклопластиковой арматуры.

Таким образом, композитные гибкие связи для трехслойных стеновых панелей, надежно соединяя наружный и внутренний слои панелей, обеспечат высокую теплотехническую однородность конструкций, что позволит решить задачу энергосбережения для всего крупнопанельного здания.

Экономическая эффективность использования композитной арматуры для гибких связей трехслойных стеновых панелей выражается в снижении стоимости арматурных элементов и стоимости панелей в целом. Применение гибких связей из композита обеспечивает снижение теплопотерь до 30%, что в значительном размере уменьшает затраты на отопление здания. В зданиях, при строительстве которых были использованы стеклопластиковые гибкие связи, не образуется плесень и иней при резком понижении температуры внешней окружающей среды. Что увеличивает срок службы здания в 2-3 раза.

Список литературы

1. Ярмаковский В.Н., Семенюк П.Н., Родевич В.В., Луговой А.В. К совершенствованию конструктивно-техно-логических решений трехслойных наружных стеновых панелей крупнопанельных зданий в направлении повышения их теплозащитной функции и надежности в эксплуатации // Актуальные вопросы строительной физики энергосбережение, надежность, экологическая безопасность: Материалы IV Академических чтений РААСН. 3–5 июля 2012 г. С. 47–64.

2. Грановский А.В., Хактаев С.С. Применение стеклопластиковой арматуры в качестве гибких связей в трехслойных стеновых панелях // Промышленное и гражданское строительство. 2013. № 10. С. 84–87.

3. Луговой А.Н., Ковригин А.Г. Композитные гибкие связи для трехслойных панелей // Строительные материалы. 2014. № 5. С. 22–24.

4. ГОСТ Р 54923-2012 «Композитные гибкие связи для многослойных ограждающих конструкций».

5. Кустикова, Ю. О. Практические рекомендации и технико-экономическое обоснование применения композитной арматуры в железобетонных конструкциях зданий и сооружений / Ю. О. Кустикова, В. И. Римшин, Л. И. Шубин // Жилищное строительство. — 2014. №7. — С. 14– 18.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОГРЕВА БЕТОННОЙ СМЕСИ

Рыщанов Б.С, Гарипов В.С., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Бетон представляет собой смесь из наполнителей – песка и щебня, скрепленных между собой застывшим цементным молочком. При реакции с водой происходит его гидратация, затем он затвердевает с одновременным испарением воды. Критическая прочность при нормальной температуре набирается в течение одних или полутора суток, в зависимости от влажности окружающего воздуха[1].

Оптимальной для протекания реакции является температура около +20 °С, раствор набирает расчетную прочность в течение 28 суток. Чтобы вода с поверхности забетонированных конструкций не испарялась, свежий бетон покрывают гидроизоляцией. При +5°С застывание состава замедляется в 2 раза, а при нулевой температуре гидратация прекращается. Если до этого критическая прочность бетона набрана, с ним ничего не случится, он наберет прочность после потепления. Если, до замерзания, набор критической прочности не произошел, бетон не наберет нужных показателей и будет крошиться после размораживания,в этом случае проведение бетонных работ при минусовой температуре нельзя[2, 3].



Рисунок 1 – Бетонирование конструкций монолитного жилого дома

При рассмотрении вопроса зимнего бетонирования были поставлены следующие задачи:

- изучить особенности зимнего бетонирования;
- изучение основных методов прогрева бетонной смеси;
- сравнение методов бетонирования в зимний период времени;
- исходя из полученных знаний, в ходе рассмотрения вопроса, подобрать необходимый метод бетонирования в зимний период.

Главным условием правильной заливки бетона при отрицательных

температурах является сохранение теплоты, достаточной для обеспечения набора прочности [4].

Низкие температуры вызывают следующие проблемы:

- прекращение реакции гидратации;
- рост внутреннего давления из-за промерзания и связанного с ним расширения материала;
- образование кристаллов льда вокруг арматуры, что приводит к плохому сцеплению ее с бетоном;
- получение бетона низкой прочности.

Основная задача зимой – обеспечить набор критической прочности бетона (30% - 50% от проектной прочности), после чего отрицательные температуры уже не оказывают негативного воздействия на бетон. Как правило, в оптимальных условиях критическая прочность достигается на 4-й - 6-й день после укладки[5].

Марка бетона М200-М300 (раствор замешен на портландцементе М400-М500)	Среднесуточная внешняя температура для бетона, град. Цельсия	Интервал твердения, сутки						
		1	2	3	5	7	14	28
		Прочность бетона на сжатие (процент от марочной величины)						
	-3	3	6	8	12	15	20	25
	0	5	12	18	28	35	50	65
	+5	9	19	27	38	48	62	77
	+10	12	25	37	50	58	72	85
	+20	23	40	50	65	75	90	100
	+30	35	55	65	80	90	100	-

- нормативно-безопасная прочность бетона на определенные сутки твердения;

- безопасная прочность бетона на определенные сутки твердения;

- полная прочность бетона на определенные сутки твердения;

Рисунок 2 – Набор прочности бетона в зависимости от температуры по суткам

Строительство зданий и сооружений из монолитного бетона, при минусовых температурах, осложняется неравномерным застыванием смеси. Вода быстро превращается в лед, процесс гидратации останавливается, в результате прочность элементов зданий и сооружений из монолитного бетона значительно снижается. Прогрев бетона помогает избежать этих проблем[6].

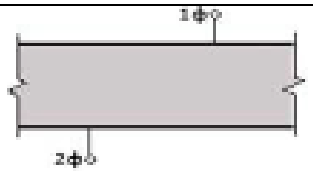
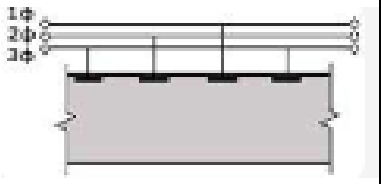
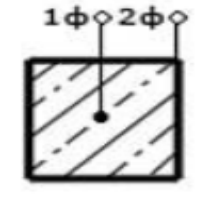
Добиться необходимой температуры бетонной смеси можно шестью способами:

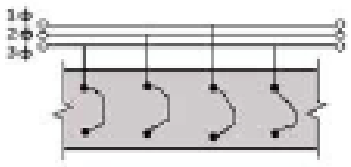
- электродным прогревом;
- прогревом при помощи провода ПНСВ;
- применением греющей опалубки;
- индукционным обогревом;
- применение инфракрасного излучения;
- применение противоморозных добавок.

Необходимо подробно рассмотреть каждый из методов.

1) Электродный прогрев, таблица 1.

Таблица 1 – Виды электродов

Вид электрода	Описание	Схема подключения
Пластинчатые	Это металлические пластины, которые помещаются с разных сторон конструкции между бетоном и опалубкой.	
Полосовые	Полосы металла 20–50 мм шириной. Подходят для прогрева горизонтальных элементов – например, плит или бетона, который соприкасается с грунтом. Подключаются по очереди к разным фазам с одной стороны конструкции, либо с разных сторон аналогично пластинчатым электродам.	
Струнные	Размеры: 2–3 м в длину и 15 мм в ширину. Часто используются при прогреве колонн. Устанавливаются в центре конструкции. Электрическое поле образуется между опалубкой с токопроводящим листом и струной.	
Стержневые	Подходят для конструкций сложной формы. Вставляются	

	прутья арматуры диаметром до 15 мм, после чего их подключают к различным фазам трансформатора. Обеспечивают сквозной прогрев.	

Принцип действия основывается на способности бетонного раствора проводить ток. Электроды располагают внутри и на поверхности смеси. После подключения к трансформатору образуется электрическое поле и происходит нагрев. Добиться оптимальной температуры можно изменением выходных параметров трансформатора[7].

Особенности данного метода:

- во-первых, по мере схватывания бетона, его электрическое сопротивление меняется нелинейно. Чтобы избежать потери тепла и влаги, после завершения установки электродов, необходимо укрыть поверхность утеплителем. Им может стать фанера с прокладкой из пенопласта, шлаковата, картон, опилки, доски и т.д. Осуществлять работы без утепляющего материала нельзя;

- во-вторых, прогрев с помощью сварочных аппаратов не рекомендуется по ряду причин:

1) при вживлении электродов в бетон ток проходит непосредственно через раствор – отсюда вытекает опасность поражения людей и животных;

2) допустимое напряжение – 36 В, в противном случае опасность удара током становится критичной;

3) сварочный трансформатор не предназначен для таких нагрузок и быстрее изнашивается[8].

- в-третьих, постоянный ток при прогреве бетона электродами использовать недопустимо: он способствует электролизу. Вода разлагается и не кристаллизируется, застывание смеси становится невозможным.

Таблица 2 – Достоинства и недостатки электродного прогрева

Достоинства	Недостатки
Простота монтажа	Требует проведения расчетов
Высокий КПД	Длительная подготовка
Метод позволяет прогреть конструкцию любой толщины и формы	Высокие энергозатраты (не менее 1000 кВт на 3-5 $м^3$ смеси)



Рисунок 3 – Станция прогрева бетона ПЛАЗЕР СПБ-70П, 380В

2)Прогрев бетона проводом ПНСВ.

Один из самых эффективных и безопасных способов. При прохождении тока через провод ПНСВ выделяется тепло, нагревая смесь. Расход – в среднем 60 м на 1 $м^3$ бетона.

Особенности данного метода:

- во-первых, укладка кабеля в холодное время года должна выполняться таким образом, чтобы он не касался опалубки, земли, а также не выходил за пределы бетона. После того как опалубка будет залита бетонной смесью, необходимо дождаться, пока она начнет застывать, затем можно подключить трансформаторную подстанцию и регулировать температуру;
- во-вторых, секции монтируются на одинаковом расстоянии нагревательных проводов относительно друг друга, тогда смесь прогреется равномерно;
- в-третьих, необходимо закреплять провод на арматурном каркасе, вдоль которого он протянут, следует так, чтобы риски повредить его при подаче бетона в опалубку отсутствовали;
- в-четвертых, температура смеси измеряется в процессе изотермического прогрева каждые два часа. Этот пункт входит в содержание технологической карты на электрообогрев нагревательными проводами монолитных конструкций[9].

Таблица 3- Достоинства и недостатки

Достоинства	Недостатки
Постепенное прогревание бетонной смеси	Необходимость точных расчетов
Возможно повторное использование	Подготовительные работы
Устойчивость к возгоранию за счет покрытия изоляции	
Высокая прочность, нет перегибов	



Рисунок 4 – Трансформатор для прогрева бетона КТПТО-80

3) Электропрогрев опалубки контактным методом.

Этот способ предполагает изготовление опалубки, в которую заранее будут закладываться нагревательные элементы. Они отдают бетону свое тепло при нагреве и ускоряют твердение.

Особенности прогрева- электропрогрев опалубки происходит снаружи, через контактную поверхность.

Таблица 4 – Достоинства и недостатки

Достоинства	Недостатки
Доступность	Трудоемкость изготовления
Низкая стоимость	Низкий КПД (смесь греется частично)

4) Индукционный обогрев.

Применяется с армированными конструкциями. Металлические элементы, содержащиеся внутри них, станут сердечниками. Изолированный кабель выполняет роль индуктора и размещается петлями вокруг арматуры. Количество мотков провода и сечение необходимо рассчитать предварительно. Вдоль кабеля пускается переменный ток, образующий электромагнитное поле. Затем происходит нагревание армирующих элементов, от них тепло переходит к бетону, постепенно распространяясь по всей смеси[10].

Таблица 5 – Достоинства и недостатки

Достоинства	Недостатки
Низкая стоимость	Необходимость точных расчетов
Равномерный прогрев	Ограниченность применения (балки, колонны и т.д.)



Рисунок 6 – Установка для прогрева бетона КТПТО-80-у1

5) Индукционный подогрев.

Инфракрасные лучи нагревают поверхность непрозрачных объектов, распространяя тепло на весь объем. При применении инфракрасного подогрева бетонную конструкцию необходимо окутать прозрачной пленкой – она задержит тепло, пропустив лучи через себя. Подходит для прогрева железобетона.

Особенности метода:

- во-первых, инфракрасный нагреватель должен быть устойчивым к сильному ветру;
- во-вторых, необходимость долгое время работать без дозаправки.

Таблица 6 – Достоинства и недостатки

Достоинства	Недостатки
Простота использования	Подогрев подходит только для небольших конструкций
Приемлемая цена	Неравномерность распространения тепла



Рисунок 7 – Инфракрасный нагреватель WackerNeusonHDR 45

6) Противоморозные добавки.

При добавлении противоморозных добавок температура замерзания воды, содержащейся в бетонной смеси, снижается.

Особенности бетонирования:

- в составе смеси должен находиться нитрит натрия и формиат натрия. Главной особенностью противоморозных смесей остается сохранение антикоррозийных и физико-химических свойств при низком температурном режиме;

- противоморозные добавки вводят в бетонную смесь при ее приготовлении в виде концентрированных водных растворов в количестве 3-18% от массы цемента. Укладывают и уплотняют бетонные смеси с «противоморозными» добавками так же, как и обычные[11].



Рисунок 8 – Противоморозная добавка АрмМиксНордпласт 1000 л

Проанализировав все особенности, достоинства и недостатки методов зимнего бетонирования можно сделать вывод, что рациональным является комбинирование методов, которое представляет собой сочетание двух или более методов. Грамотное применение мероприятий по прогреву бетона и применение противоморозных добавок позволит получить бетона зимних условиях высокого качества.

Список литературы

1. Гныря, А. И. Технология бетонных работ в зимних условиях : учебное пособие / С. В. Коробков. Томск : 2011. – 412 с.

2. Беленький Б. С., Певзнер Ю. Р., Дерюгин Л. М., Зинченко Н. А., Маслова М. С. Об увеличении сроков перекрытия бетонных слоев // Энергетическое строительство. Москва: 1981. – 129-134 с.

3. Черкаев Ю. П. Бетонные работы в условиях отрицательных температур: методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Строительство в экстремальных условиях» для студентов направления подготовки «Строительство» / Ю. П. Черкаев. - Кемерово: 2013 -64-65 с.

4. Миронов, С. А. Теория и методы зимнего бетонирования. Москва : 1975. – 704 с.

5. Топчий В. Д. Бетонирование в термоактивной опалубке. Москва: 1977.- 125 с.

6. Арбеньев, А. С. Зимнее бетонирование с электроразогревом смеси. Москва : 1970. – 104 с.

7. Красноский, Б. М. Инженерно – физические основы методов зимнего

бетонирования. Москва : 2004. – 470 с.

8. Суржиков, А. В. Технология монолитного бетонирования. Оренбург : 2011. – 082 с.

9. Ахвердов И. Н. Основы физики бетона. Москва, 1981. – 45-48 с.

10. Красновский, Б. М. Выполнение бетонных работ : зимнее бетонирование. Часть 1 : учебное пособие / Б. М. Красновкий. Москва : 2022. – 286 с.

11. Гныря А. И., Коробков С. В. Технология бетонных работ в зимних условиях: учеб, пособие. Томск: // Издательство Томского государственного архитектурно-строительного университета, 2011- 65 с.

СМАРТ-ОКНА С РЕГУЛИРУЕМЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ ПРОПУСКАНИЯ СВЕТА И СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

Гирин В.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В современном мире, где человек имеет возможность в полной мере пользоваться благами прогресса, будет особенно важно научиться правильно расставлять приоритеты, научиться экономить средства и природные ресурсы, многие из которых в скором времени могут быть исчерпаны. На наш взгляд, наиболее популярным в настоящее время направлением в строительстве является энергосбережение. В статье представлен опыт использования передовых технологий, приведен сравнительный анализ смарт-окна с решетчатым фильтром и обычного окна, с полностью переключаемым слоем с использованием хромогенного материала в его окрашенном и отбеленном состояниях. В смарт-окнах, являющихся одной из важнейших составляющих энергоэффективности зданий [1], применяются передовые архитектурные тонкослойные покрытия. Коэффициент светопропускания смарт-стекла изменяется в зависимости от интенсивности солнечной радиации в различных диапазонах длин волн (стекла с низкой излучательной способностью и фотохромные стекла), температуры окружающей среды (термохромные и термотропные стекла) или из-за приложенного напряжения (электрохромные стекла). Хромогенные материалы, используемые в настоящее время в поверхностных покрытиях смарт-окон, представляют собой оптические фильтры. Фильтр, образованный двумя тонкоплёночными решётками с чередующимися пропускающими и хромогенными полосами, обладает угловым селективным пропусканием солнечного света. Обе решётки наклонены в плоскости окна под углом к горизонтали, угол рассчитывается с учётом азимута окна для адаптации к солнечной траектории относительно этого окна.

Смарт-окна с регулируемым коэффициентом пропускания света и солнечной энергии являются важным компонентом современного умного дома, который повышает энергоэффективность и экологические показатели зданий. Влияя на визуальные, тепловые и акустические факторы, смарт-окна создают общий комфорт помещения. Эти комфортные условия должны быть достигнуты путём адаптации к ежедневным и ежегодным изменениям параметров в климатическом регионе. К окну предъявляются противоречивые требования – в жаркое время года необходимо защищать помещение от чрезмерной солнечной радиации и инфракрасного излучения, обеспечивая при этом достаточный уровень дневного света, а также визуальный контакт с внешним миром для комфортной жизни. Существует достаточно точный способ прогнозирования и последующего мониторинга распределения яркости

в поле зрения. Общее энергопотребление и визуальный комфорт смарт-окна со взвешенными частицами (SPD) исследуется как часть интеграции остекления в адаптивное здание, предназначенное для потребления меньшего количества энергии в жарком климате пустыни. Исследуются фотоэлектрические интегрированные затеняющие устройства, позволяющие сбалансировать тепловые, электрические и дневные характеристики освещения, которые позволят снизить общее потребление энергии в здании. Смарт-окна имеют солидные перспективы для масштабного решения этих проблем [2].

Приведем обзор существующих коммерчески доступных смарт-технологий на сегодняшнем рынке и будущих исследовательских прототипов для определения наиболее перспективных технологий нанесения покрытий в смарт-окне. Низкоэмиссионное стекло с высоким коэффициентом отражения инфракрасного излучения было первым стеклом для контроля солнечных лучей. Динамические интеллектуальные технологии на основе SPD, жидкокристаллических, термотропных и хромогенных материалов адаптируются к изменениям параметров внешней среды или управляются электрическим током, а также путём попеременного заполнения камеры различными газами или окрашивания жидкостью, заполняющей камеры. Хромогенные материалы, особенно фотохромные, термохромные, электрохромные и газохромные материалы, относятся к числу быстроразвивающихся и наиболее перспективных смарт-технологий в области архитектурного остекления [3].

Органические и неорганические фотохромные материалы меняют цвет под воздействием света из-за обратимого фотопереключения между окрашенными и обесцвеченными состояниями, которые имеют разные спектры поглощения. Термохромные материалы, используемые в окнах, обратимо изменяют свой цвет, когда внешняя температура достигает переходного значения, при котором происходят изменения кристаллической фазы и структуры. Электрохромные стекла работают под воздействием низкого напряжения по нескольким различным технологиям и просто темнеют, или темнеют и становятся полупрозрачными, или становятся зеркальными и непрозрачными. Газохромные материалы проявляют изменение цвета при химических реакциях под воздействием разбавленных газов водорода и кислорода, попеременно подаваемых в оконную камеру. При сравнении данных исследований с имеющимися в продаже материалами, наибольший прогресс в улучшении характеристик, т. е. в повышении коэффициента пропускания в отбеленном и снижении в окрашенном состоянии, наблюдается у фотохромных материалов, особенно в светопропускании. Для термохромных материалов наблюдается значительное увеличение коэффициента пропускания солнечного света в отбеленном состоянии. Этот показатель также улучшен для электрохромных материалов. Несмотря на большую разницу светопропускания в отбеленном и окрашенном состояниях для газохромных материалов по сравнению с другими, их коммерческое использование затруднено необходимостью газоснабжающей системы.

Управляя дневным светом и температурой в помещении, обычное окно, полностью остеклённое смарт-стеклом, не обеспечивает углового селективного регулирования светопропускания с адаптацией к траектории движения солнца без дополнительного использования устройств затенения/перенаправления дневного света. Причем при переходе в цветное состояние такое окно ослабляет не только прямое, но и рассеянное солнечное излучение. Однако для создания комфортных условий в помещении желательно пропускать рассеянный свет, частично или полностью блокируя прямые солнечные лучи в зависимости от угла падения солнечных лучей, то есть траектории движения солнца относительно окна, во избежание бликов, ярко освещенных поверхностей и повышенных температур. Новый метод управления направленным светопропусканием позволяет устранить эти ограничения. На основе этого метода оптический фильтр для смарт-окна состоит из тонкопленочных решеток с чередующимися параллельными полосами для двух поверхностей остекления. Такой фильтр обеспечивает угловое избирательное направленное светопропускание, а также защищает помещение от прямых солнечных лучей в заданном диапазоне углов падения солнечных лучей, пропуская при этом солнечный свет. Методы расчета параметров фильтра подтверждаются численным моделированием и экспериментами.

При исследовании решетчатых фильтров для смарт-окон рассмотрены перспективы их использования. Рассмотрены временные характеристики пропускания света и солнечной энергии, а также прямой и рассеянной освещённости и освещённости в помещении окон с двумя различными юго-восточными азимутами для 15 июня, сентября и декабря. Результаты показывают два основных преимущества решетчатого смарт-окна по сравнению с обычным. Во-первых, в активном (цветном) режиме, благодаря угловой избирательности пропускания, оно имеет саморегулирующийся коэффициент пропускания света и солнечной энергии в течение дня и года без использования устройств перенаправления/затенения дневного света, а в отбеленном состоянии оно имеет более высокий коэффициент пропускания. Во-вторых, регулируя пропускание прямых солнечных лучей, фильтр пропускает более чем в 2 раза больше рассеянного света как в цветном, так и в отбеленном состоянии, тем самым повышая комфорт в помещении в любое время года. Полученные данные используются для разработки показателя чёткости обзора и цветового индекса, для оценки обзора через окно при применении специальных солнцезащитных тканей. Данное смарт-окно тестируется на влияние динамических световых сценариев и персональной освещённости на визуальный опыт, сонливость, восприятие и сон. Представленное смарт-окно будет особенно полезно для офисных и промышленных помещений, чтобы обеспечить комфортное дневное освещение, требуемый инсоляционный и тепловой режимы в рабочее время. Оптимальный угол наклона решеток фильтра, адаптированный к траектории движения Солнца относительно окна, подходит для изготовления устройств с

наклонными элементами затенения, например, жалюзи типа «зебра» с наклонными полосами.

Список литературы

1. Закируллин Р.С. Оптический фильтр с угловой селективностью светопропускания // Оптический журнал. 2013. Т. 80. № 8. С. 16–24.

2. Закируллин Р.С. Оптический фильтр для смарт-окна с угловым селективным светопропусканием // Оптический журнал. 2019. Т. 86. № 5. С. 23-–29.

3. Сохович Е.В., Мякин С.В., Семенова А.А., Земко В.С., Бахметьев В.В., Проститенко О.В., Халимон В.И. Электрохромные устройства на основе вольфрамоксидных слоев, модифицированных полиэтиленгликолем // Оптический журнал. 2019. Т. 86. № 1. С. 68–74.

ВЛИЯНИЕ ДЕФЕКТОВ ПРОИЗВОДСТВА АРМАТУРНЫХ РАБОТ НА КАЧЕСТВО МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Грязнов А.С., Гаврилов А.А., канд. техн. наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В настоящее время вопросам контроля качества возведения зданий из монолитного железобетона посвящен ряд научных работ. Несоблюдение технологии производства отдельных технологических операций является основной причиной обрушения монолитных конструкций. Поэтому огромное внимание уделяется своевременному производственному контролю качеству выполняемых работ [1].

Как показывает практика, на каждом этапе возведения монолитной железобетонной конструкции возникают нарушения производства работ, а именно около 56 % всех нарушений приходится на этапы бетонирования и армирования [2]. Устранение дефектов производства указанных работ позволит повысить в целом качество монолитных конструкций.

Рассмотрим основные нарушения, возникающие в процессе производства арматурных работ. Еще на этапе транспортных и погрузо-разгрузочных работ необходимо исключить деформации, искривление стержней, арматурных сеток и каркасов, а также проверить качество сварных соединений [3].

На этапе операционного контроля качества арматурных работ посредством технического осмотра определяются отклонения расстояний между отдельно установленными рабочими стержнями, а также между рядами арматуры для плит и балок. Допускаемые отклонения указаны в СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции» п. 5.16., таблица 5.10.

Также в СП 70.13330.2012 указывается, что «При операционном контроле проверяется каждый арматурный элемент, при приемочном контроле выполняется выборочная проверка. При выявлении недопустимых отклонений в ходе выборочного приемочного контроля назначается сплошной контроль. При выявлении отступлений от проекта принимаются меры по устранению или согласованию с проектной организацией их допустимости».

Важным условием получения качественной монолитной конструкции является обеспечение защитного слоя бетона. Защитный слой служит прослойкой между арматурой и внешней поверхностью конструкции, препятствует проникновению влаги, а, соответственно, снижает степень коррозии арматуры.

Минимальная толщина защитного слоя различна для отдельных конструкций и условий эксплуатации, и назначается согласно СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции».

На заводах сборного железобетона широкое применение нашли приборы для измерения защитного слоя бетона и диаметра арматуры: ПОИСК-2.5, ПОИСК-2.6 (рисунок 1) [4].



Рисунок 1 – Прибор ПОИСК-2.5

Допустимые отклонения от проектной толщины защитного слоя бетона не должны превышать значений, указанных в СП 70.13330.2012 (таблица 1).

Таблица 1 – Допустимые отклонения от проектной толщины защитного слоя бетона

Толщина защитного слоя	Линейные размеры поперечного сечения конструкции, мм:			
	Д о 100	10 1-200	20 1-300	С в. 300
До 15 мм	+ 4	+ 5	-	-
От 16 до 20 мм	+ 4/- 3	+ 8/- 3	+ 10/- 3	+ 15/- 5
Свыше 20 мм	+ 4/- 5	+ 8/- 5	+ 10/- 5	+ 15/- 5

На практике очень часто службой контроля устанавливается отклонение арматурных изделий от проектного положения, а также увеличенная или заниженная толщина защитного слоя бетона.

В случае возведения предварительно напряженных конструкций важно контролировать величину натяжения арматуры. В ряде источников отмечено, что фактические значения предварительного напряжения отклоняются от проектных вследствие использования в домкрате манометра невысокого класса, отсутствия соосности в направлении приложения усилия, отклонения размеров арматурных заготовок и т.д. [5].

Вследствие указанных технологических факторов снижается трещиностойкость и долговечность монолитных железобетонных конструкций. Предварительное напряжение в арматуре имеет важное значение для дальнейшей работы конструкции под нагрузкой. В конструкции могут возникнуть трещины, рост которых приводит к снижению эксплуатационной пригодности и надежности конструкции.

Обеспечение проектного усилия обжатия бетона достигается контролем силы натяжения арматуры преимущественно приборами, основанными на частотном методе и методе поперечной оттяжки. Измерить и зарегистрировать динамические и статические силы сжатия и растяжения в различных приложениях можно с помощью прибора ДИН-1 (рисунок 2).



Рисунок 2 – Прибор ДИН-1

Таким образом, повышение качества выполнения арматурных работ, а, следовательно, долговечность и качество железобетонной конструкции можно повысить рядом мероприятий:

- своевременным выявление и устранением правил производства арматурных работ, выявление брака и дефектов;
- определение отклонений показателей качества технологических операций и их соответствие требованиям нормативных документов;
- организация оперативного контроля за правильностью выполнения отдельных технологических операций;
- внедрение новых и совершенствование технологий арматурных работ, снижение доли ручного труда.

Список литературы

1. Болотина, А.С. Исследование технологических особенностей монолитного строительства на основе системного анализа / А.С. Болотина, Г.Е. Трескина // Вестник ТГАСУ. – 2016. - №2(4). – С. 25-28.

2. Болотина, А.С. Анализ результатов контроля качества монолитного строительства на примере транспортных объектов / А.С., Болотова, С.А. Кирюхин, Д.А. Олесов // Актуальные проблемы технических наук : сб. статей Межд. научно-практической конференции. – Уфа : АЭТЭРНА, 2015. – С. 30-34.

3. Сазонова, С.А. Процесс контроля опалубочных и арматурных работ в монолитном строительстве / С.А. Сазонова, С.Д. Николенко, Л.Н. Звягина // Моделирование информационных систем и технологий : м-лы Межд. научно-практической конференции. – Воронеж, 2022. – С. 262-271.

4. Несветаев, Г.В. Особенности неразрушающего контроля прочности бетона эксплуатируемых / Г.В. Несветаев, А.В. Коллеганов, Н.А. Коллеганов //

Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». – 2017. - Т. 9. - №2. - 14 с.

5. Романович, М.А. Повышение организационно-технологической надежности монолитного домостроения на основе моделирования параметров календарного плана / М.А. Романович // дис... канд. техн. наук: 05.23.08. - Санкт-Петербург, 2015. - 194 с.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ТИПА СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ФАСАДНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Гуменюк Ю.Ю., Кузнецова Е.В., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Светопрозрачный фасад – это тип фасадной системы, которая использует светопроницаемые материалы в качестве облицовочных, элементных или самонесущих частей конструкции. Стекло позволяет создавать уникальные архитектурные решения, которые выглядят роскошно, современно и стильно [1].

Стоечно – ригельное (классическое) фасадное остекление. Стоечно – ригельная технология традиционно наиболее широко применяется, это связано с ее универсальностью и функциональностью. Полная светопроницаемость фасада достигается за счет остекления на каркасе из металлических профилей (в основном алюминиевых), которые располагаются в вертикальном и горизонтальном направлении и образуют несущие стойки и ригели.



Рисунок 1 – Стоечно – ригельное (классическое) фасадное остекление

Структурное (безрамное) остекление фасадов. Структурное остекление – визуально наиболее эффектный вид светопрозрачных фасадов. Эта технология позволяет создавать целостную стеклянную поверхность без видимых швов и стыков [5].

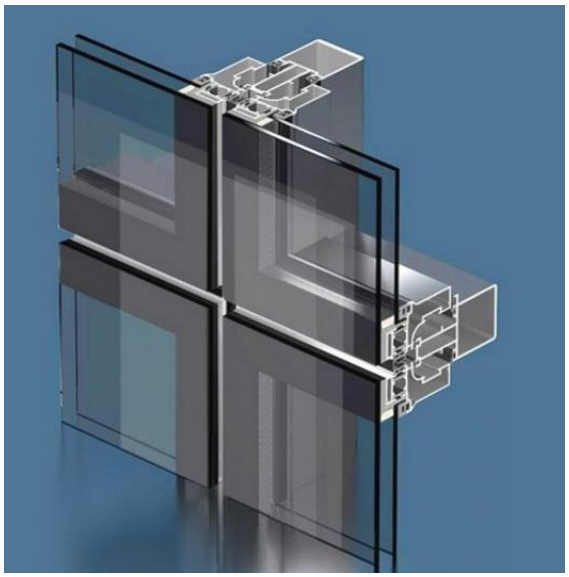


Рисунок 2 – Структурное (безрамное) остекление фасадов

Спайдерное остекление фасадов. Светопрозрачные фасады на спайдерных креплениях возводятся по безрамной технологии. Стеклянная конструкция является самонесущей и закреплена изнутри здания на специальные кронштейны с несколькими точками – спайдеры. Такая технологи позволяет получить гладкую и ровную поверхность стеклянного фасада, создать иллюзию проницаемости и легкости [4].

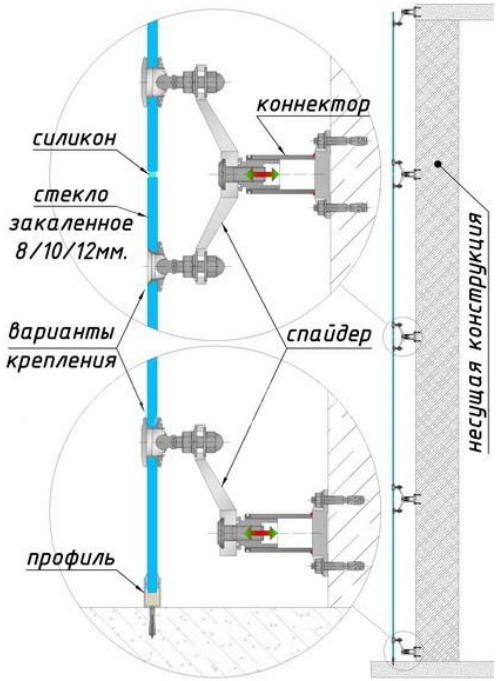


Рисунок 3 – Спайдерное остекление фасадов

Элементное остекление фасадов. Модульные или элементные фасады возводятся из предварительно изготовленных блоков со стеклапакетами. Размер блоков и характеристики стеклопакетов могут различаться в зависимости от требований объекта. Конструкция может быть выполнена в глухую или иметь скрытые элементы с отворяющимися створками [2,3].

Выбор оптимального типа светопрозрачных фасадных конструкций. Анализ будет проведен по примерные цены на разные типы остекления фасадов зданий.

Таблица 1 – Сравнительная таблица стоимости материалов

Остекление фасадов, тип и вид работ	**Цена в рублях за кв. м.**
Структурное остекление фасада	от 8530
Полуструктурное остекление фасада	от 7250
Стоечно-ригельный тип остекления	от 6870
Остекление готовыми модулями	от 13100
Остекление на спайдерах (планарное)	от 17200

Таблица 2 – Сравнительная таблица стоимости материалов для остекления фасадов и монтажных работ

Тип фасадной структуры	**Комплект материалов за $м^2$**	**Производство материалов за $м^2$**	**Монтаж за $м^2$, руб.**	**Необходимые дополнительные расходы**
Стоечно-ригельные конструкции	от 6500	от 1300	1100	Геодезическая съемка. Разработка проекта. Возведение металлокаркаса. Примыкания. Транспортировка
Спайдерные системы	от 14200	от 2600	2600	
Структурный тип остекления	от 9300	от 1500	1400	

В таблице 3 приведены минимальные цены на стоечно – ригельное, спайдерное и полуструктурное остекление фасадов.

Цена указана в рублях за квадратный метр, стоимость монтажных работ на включена.

Для сравнения приведены самые недорогие материалы, дополнительные опции, другие металлы каркаса, большая толщина стекла и стеклопакетов увеличивают стоимость остекления.

Таблица 3 – Сравнительная таблица стоимости 3-ех типов светопрозрачных фасадных конструкций

Стоечно-ригельное остекление	**Спайдерное остекление**	**Полуструктурное остекление**
Каркас для фасадного витража алюминий, 5 мм с окраской – 4850 руб.	Спайдеры с окраской – 6400 за шт.	Каркас для фасадного витража алюминий, 50 мм с окраской – 6430 руб
Стеклопакет толщиной 24 мм – 2520 руб.	Стекло архитектурное, 24 мм – 8480 руб.	Стеклопакет толщиной 24 мм – 2520 руб.
Примыкания из оцинк. стали, толщина 0,5 мм – 290 руб.	Примыкания из оцинк. стали, толщина 0,5 мм – 290 руб.	Примыкания из оцинк. стали, толщина 0,5 мм - 290 руб.
Геодезическая съемка - 150 руб.	Геодезическая съемка - 150 руб.	Геодезическая съемка - 150 руб.
Составление проекта - 390 руб.	Составление проекта - 390 руб.	Составление проекта - 390 руб.
Итого: 8200 руб.	**Итого**: 15810 руб.	**Итого**: 9780 руб.

В результате сравнительного анализа наиболее оптимальным типом светопрозрачной фасадных конструкций по стоимости является стоечно-ригельное остекление.

Список литературы

1. Казакова Ю.Д., Половников М.Э., Калошина С.В. Устройство остекленных фасадов в современном строительстве // Строительство и архитекутра. Опыт и современные технологии. – 2016. – Вып. №6 – ч. 2
2. Спиридонов А.В., Шубин И.Л. Развитие светопрозрачных конструкций в России // Светотехника. – 2014. - № 3. – С. 46-51.
3. Борискина И.В., Плотников А.А. Проектирование современных оконных систем гражданский зданий: учебное пособие. – М: Издательство АСВ, 2000. – 75 с.
4. Васильева, И. Л. Преимущества и недостатки двойных стеклянных фасадов / И. Л. Васильева, Д. В. Немова, Н. И. Ватин // Строительство уникальных зданий и сооружений. - 2019. - № 9(84). - С. 51 - 62.
5. Давыдова Е.И., Гнам П.А., Тарасова Д.С. Светопрозрачные конструкции и методы повышения их энергоэффективности // Строительство уникальных зданий и сооружений, 2015, №5 (32). С. 112-128.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КРОВЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА

Гурьева В.А., д-р техн. наук, доцент, Гнедова К.В.,
Ильина М.В., начальник управления по капитальному ремонту многоквартирных домов и расселению аварийного жилищного фонда
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»
«Фонд модернизации жилищно-коммунального хозяйства Оренбургской области»

Кровля является одним из главных элементов здания, от ее исправной работы зависит срок службы и сохранность всего сооружения. За 8 лет реализации региональной программы капитального ремонта на территории Оренбургской области было отремонтировано 5085 видов общедомового имущества, из которых: 1528 крыш.

Неэксплуатируемые традиционные кровли представляют собой конструкцию, состоящую из основания – железобетонной плиты покрытия, пароизоляционного слоя, слоя утеплителя и гидроизоляционного слоя. Данная конструкция более дешевая и простая в монтаже, поскольку нет необходимости в устройстве жесткого и прочного каркаса. Плоская кровля не предназначена для восприятия каких-либо механических воздействий на нее, так как верхний гидроизоляционный слой подвержен повреждениям, например, в зимний период времени при скоплении снега, а также появляется возможность протекания кровли, при большом скоплении атмосферных осадков.

В таблице 1 представлены часто возникающие дефекты плоской кровли, а также их причины и следствия.

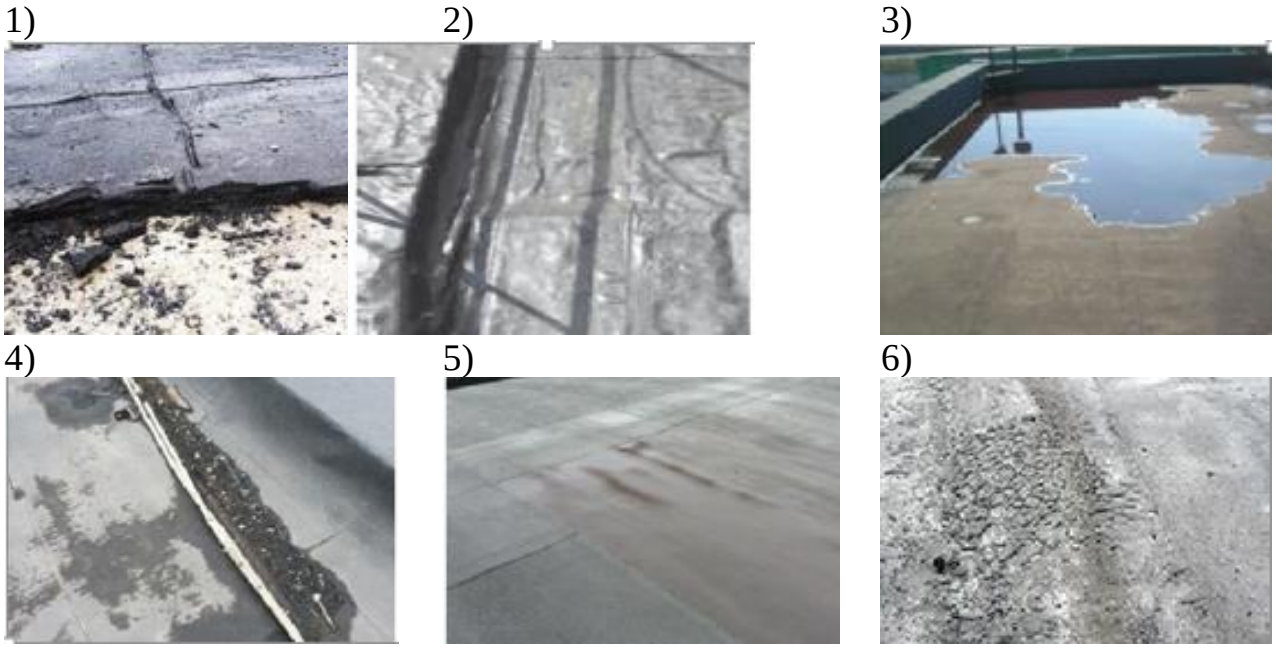
Таблица 1 – Дефекты плоской кровли, их причины и последствия

Дефект	Причины	Последствия
1	2	3
Намокание утеплителя	1) Несоблюдение укладки слоев кровельного пирога; 2) Плохое качество соединений гидроизоляционного слоя	1) Влажная теплоизоляция увеличивается в весе; 2) Потеря заложенных производителем характеристик

Продолжение таблицы 1

1	2	3
Застои воды дождевого и талого типа	Несоблюдение уклонов	При резком понижении температуры до минусовых отметок застоявшаяся вода разрывает покрытие
Вспучивание кровельного пирога	Переизбыток давления в кровельном пироге: 1) Неграмотное распределение слоев; 2) Неправильно рассчитанная толщина теплоизоляции	Появление пузырей и многочисленных трещин

На основании проведенного анализа дефектов на рисунке 1 приведены основные повреждения плоской кровли.



1 – отсутствие утеплителя; 2 – появление выемок и провалов; 3 – застой воды;
4 – намокание кровельного пирога; 5 – вздутие кровельного пирога;
6 – растрескивание кровельной поверхности.

Рисунок 1 – Повреждения плоской кровли

Выделим основные методы реконструкции плоской кровли:

1. Полное обновление кровельного пирога. Производят при намокании теплоизоляции в связи с отсутствием, неправильной укладкой или повреждением гидроизоляционного слоя.

2. Обновление утеплителя и гидроизоляционного покрытия. Выполняю при намокании теплоизоляции вследствие внушительного повреждения гидроизоляционного ковра.

3. Реконструкция кровли с устройством дополнительного утеплителя. Реализуют в случае недостаточно благоприятного микроклимата внутренних помещений сооружения.

4. Устройство уклонов. Проводят при образовании застоев на крыше, на которой в период строительства не сделали или неправильно запроектировали разуклонку кровли.

5. Сооружение надстроек в форме скатной кровли. Такой вид переустройства позволяет продлить срок службы кровли почти в 3 раза, при этом такое сооружение надежно защищает здание от атмосферных осадков.

В настоящее время все чаще применяют последний метод реконструкции – замену плоской кровли на скатную. Так как по нормативам плоскую крышу положено ремонтировать каждые 10 лет, то в случае ее переустройства в скатную межремонтный срок конструктива увеличивается до 30 лет.

Материалы для покрытия кровли классифицируются по трем основным типам, которые представлены на рисунке 2.

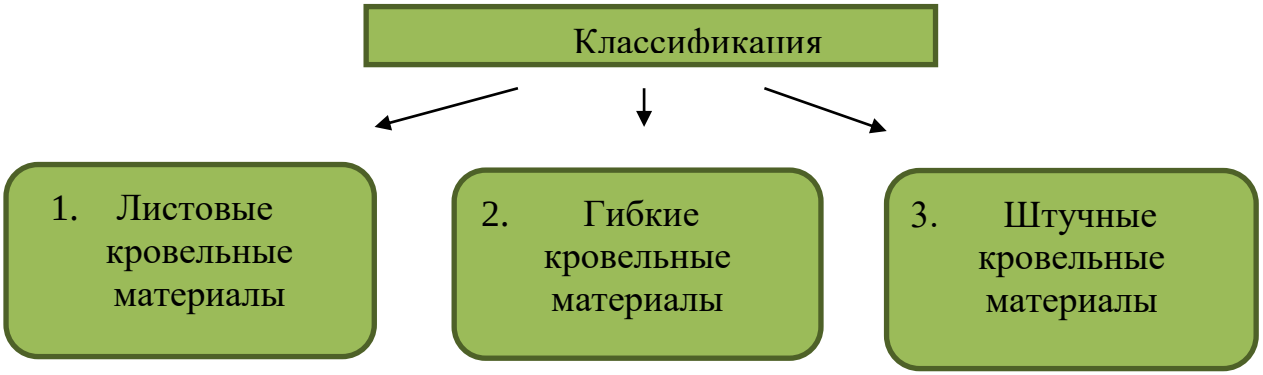


Рисунок 2 – Классификация материалов для кровли

1. Листовые материалы. Крепление листовых материалов в конструкции крыши осуществляется саморезами или гвоздями. Листы могут быть плоскими и профилированными. Такие изделия удобны в монтаже и не требуют дополнительного оборудования.

2. Гибкая кровля изготавливается из материалов, которые обладают гибкостью и мягкостью. Легко монтируются на крыше любой сложности. Такие

материалы могут быть штучными и рулонными, самоклеящимися или наплавляемыми с помощью специального оборудования.

3. Штучные кровельные материалы изготавливают из природного сырья при помощи обжига, поэтому такие материалы обладают высокой стоимостью.

Результаты сравнения наиболее важных характеристик кровельного покрытия: затрат труда, срок эксплуатации, вес и стоимость приведены на рисунках 3-7.

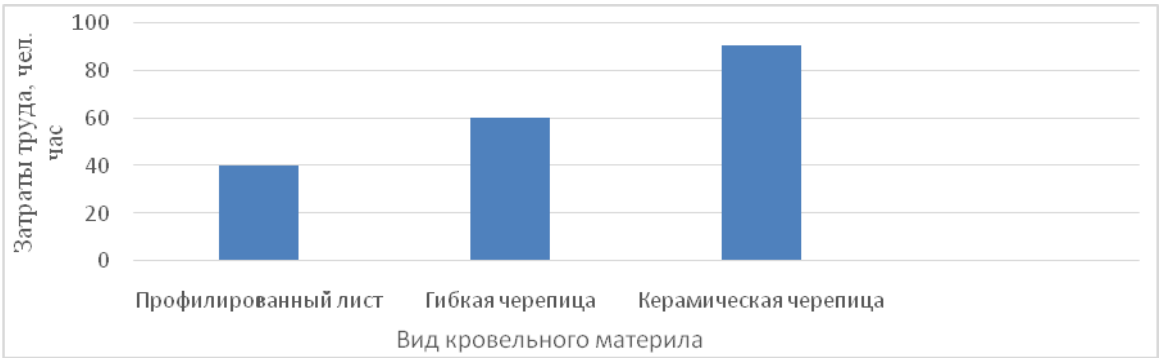


Рисунок 3 – Сравнение кровельного покрытия по трудозатратам

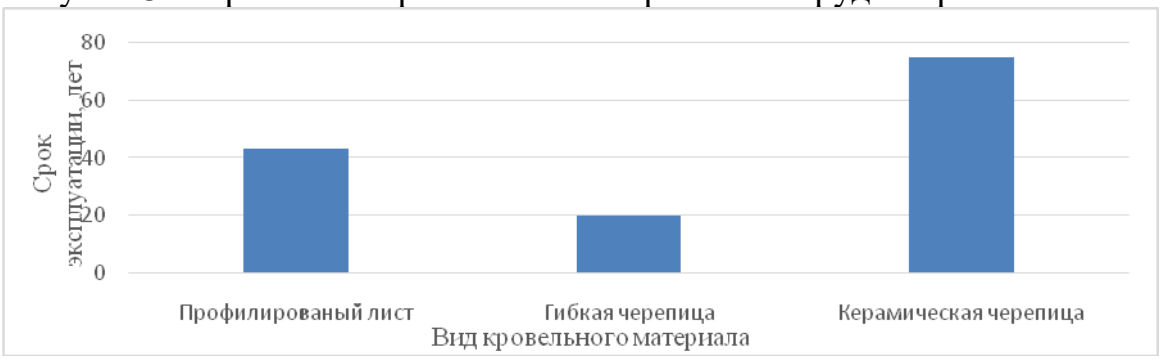


Рисунок 4 – Сравнение кровельного покрытия по сроку эксплуатации



Рисунок 5 – Сравнение кровельного покрытия по нагрузке

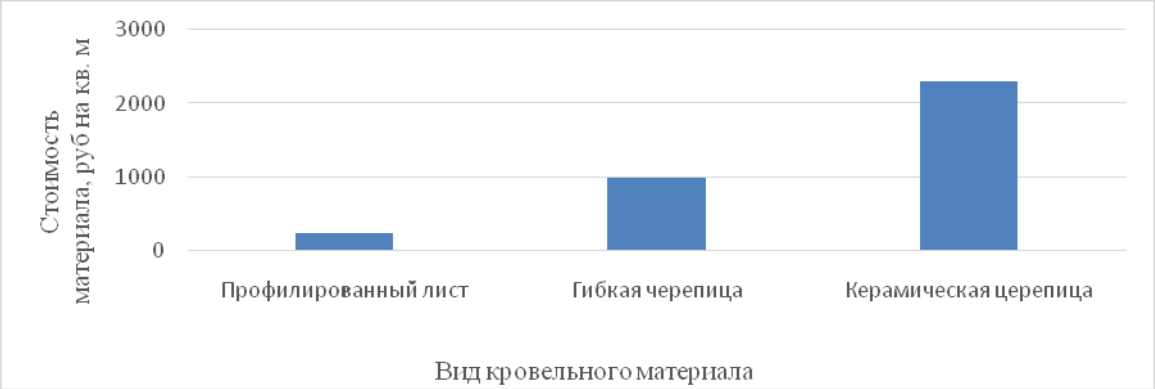


Рисунок 6 – Сравнение кровельного покрытия по стоимости

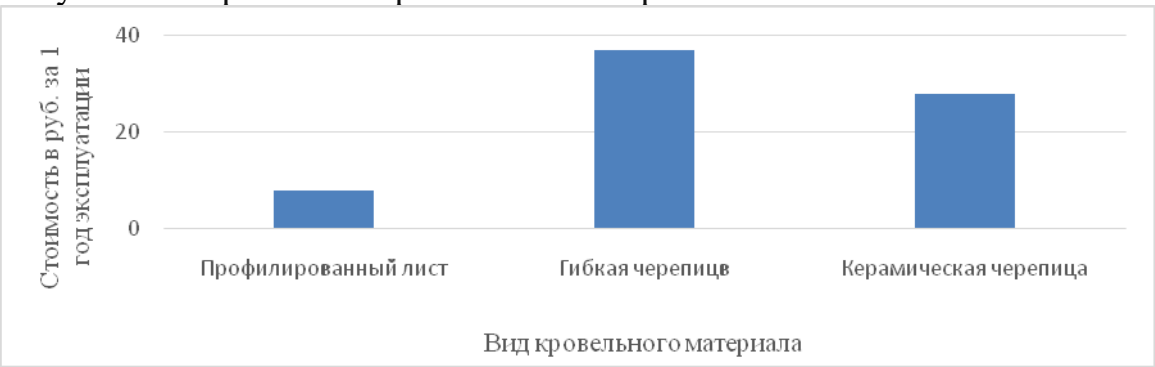


Рисунок 7 – Сравнение кровельного покрытия по стоимости за 1 год эксплуатации

Анализ характеристик видов кровель показал, что при выборе необходимо учитывать конструктивное решение крыши, климатические особенности региона и желаемый срок эксплуатации. Применение профилированных листовых изделий в кровельной части крыши скатного типа - залог длительной эксплуатации крыши и усиливает эстетичность здания. Однако данный вывод справедлив в случае использования кровельного материала, произведенного и смонтированного в соответствии с действующими нормами и правилами.

Список литературы

1. Послание Президента РФ Владимира Путина Федеральному Собранию: послание Президента РФ Федеральному Собранию от 12 дек. 2013 г. // Российская газета. 2013. 13 дек. Электоройнный ресурс http://kremlin.ru/events/president/news/19825

2. Турчанинов, В. И. Технология кровельных и гидроизоляционных материалов : учебное пособие / В. И. Турчанинов; Оренбург : ОГУ, 2012. – 284 с.

3. Назаров, В. И. Современные работы по постройке крыши и настилу кровли. /В.И. Назаров - Москва : 2011. – 320 с.

4. Европов, Л. А. Покрытия и кровли гражданских и промышленных зданий. - Москва : 2004. – 248 с.

5. Савельев, А. А. Конструкции крыш. Строительные системы. - Москва : 2009. – 119 с.

6. Одиноков, С. Д. Кровельные работы : справочник / С. Д. Одиноков, Н. Н. Завражин. - Москва : 1971. – 168 с.

7. Землянский, А. А. Обследование и испытание зданий и сооружений: учебное пособие / А. А. Землянский . - М. : АСВ, 2002. - 240 с..

8. Савельев, А. А. Севременные кровли, устройство и монтаж. - Москва : 2012. – 160 с.

9. Бузало, Н. А.Крыши и кровли граждансикх и производственных зданий : учебное пособие / И. Д. Платонова, Н. Г. Царитова; - Москва : 2016. – 160 с.

10. Петров, Е. В. Технология производства кровельных работ в строительстве. Томск : 2019. – 152 с.

11. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сб. 7. Кровельные работы. - Москва : Минстрой. -1986. –30 с.

12. СП 70.13330.2012 «Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции». - Москва : Минстрой, - 2013. –130 с.

13. СП 50.13330.2012 "СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий" (с изменением

N 1). - Москва : Минстрой России. - 2018. – 95 с.

РЕСТАВРАЦИЯ КИРПИЧНОЙ КЛАДКИ НА ОБЪЕКТАХ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

Гурьева В.А., д-р техн. наук, доцент, Одинцов А.Р.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Охрана и освоение культурного наследия входит в число приоритетных задач государственной политики всех культурно развитых стран мира. На государственном уровне охраняются, как рукописные произведения искусства: картины, книги, архивные записи, так и здания, имеющие архитектурную и историческую ценность, которая помогает понять старинный дух эпох.

Термин «Культурное наследие» активно используется как в документах российского законодательства, так и на международном уровне. Системный подход к сохранению исторических ценностей показывает важность проблемы сохранения культурного наследия.

Важнейшими характерными признаками, определяющими ценностные особенности историко-архитектурного наследия, являются типологический и стилеобразующие аспекты, которые находятся в тесной зависимости от временного и географического фактора и отражают определенный строительный и творческий период. Архитектурная ценность исторического здания возрастает при условии сохранности его первоначального облика и конструктивных особенностей, а иногда и при использовании его по первоначальному функциональному назначению или размещения новых функций с сохранением его архитектурных и конструктивных особенностей. Применение различных современных материалов помогает не только сохранить визуальный вид здания культурного наследия, но и улучшить конструктивные особенности, предотвращая его разрушение и потерю исторического объекта.

Рассмотрим историко-культурный объект, фасад которого состоит из керамического кирпича, который находится в аварийном состоянии. Прежде чем приступить к реставрации здания, необходимо провести экспертизу здания с целью оценить техническое состояние кирпичной кладки. Первоначально осуществляется визуальный осмотр, в ходе которого выявляются трещины на поверхности кладки и раствора, разрушение и выбоины на кирпичной кладки (отсутствие отдельных кирпичей или их частей), расслоение рядов кладки, пятна ржавчины на кирпичной кладки. Проявление ржавчины на кладке означает коррозию стальных закладных деталей или арматуры, что является признаком потери монолитности конструкции.

После визуального осмотра, проводится детально-инструментальное обследование, чтобы уточнить толщину и глубину трещин, углы отклонения кладки от вертикального и горизонтального уровня в плоскости стены. При появлении глубоких трещин устанавливаются маяки для отслеживания динамики разрешения. Это помогает выявить первоначальную причину

деформаций кладки и узнать - состояние трещин стабилизировалось или разрушение продолжается.

По ГОСТу Р55567-2013 «Порядок организации и ведения инженерно-технических исследований на объектах культурного наследия» рекомендуется проведение лабораторного исследования химического состава раствора кладки и кирпича на содержание в них сульфатов, нитратов, солей и влаги, а также определить первоначальный состав для грамотного подбора реставрационного раствора. Так, российская компания БИРСС, опираясь на большое количество исследований в области сохранения культурного наследия, разработала реставрационные составы для объектов на территории Москвы и Санкт-Петербурга. Однако, данная методика соблюдается далеко не во всех регионах России, так как это - экономически затратные работы и уникальность кирпича определяет сложность подбора реставрационного состава.

Стадия реставрации зависит от экономических возможностей заказчика. Сначала производится зачистка поверхностей, удаление отслаивающегося с поверхности слоя кирпича выполняется вручную с использованием необходимого оборудования. Поверхность кирпичной кладки перекладывается с помощью кладочного раствора на основе сложных вяжущих. Растворные смеси могут быть приготовлены непосредственно на строительной площадке или приобретены и доставлены как товарный раствор в виде готовой смеси. При приготовлении раствора на строительной площадке могут использоваться следующие материалы: известь гидравлическая, портландцемент не ниже М-400, воздушная гидратная известь, песок крупностью до 1мм. Для восстановления крупных утрат стеновой кладки (рисунок 1) используется кирпич, соответствующий требованиям КОРПо1НФ/150/1.2/50/ГОСТ 530-2007, либо исторический кирпич с разбора.

При использовании нового кирпича, замененные участки могут выделяться на фоне исторической кладки, что ухудшит исторический облик самого здания.

Восстановление мелких утрат осуществляется в ходе работ для бездефектного нанесения слоя отделки на основе специальных растворов. В основном докомпановка производится минеральными составами, специально разработанными для этих целей. Разработкой таких составов на российском рынке занимаются компании «БИРСС» и ООО «Ажио». При этом важно правильно подобрать состав, что бы избежать адгезии, сохранить цветовую гамму и визуальное сходства материалов.



Рисунок 1- Использование нового кирпича на исторической кладке.

С целью предотвращения дальнейших разрушений выполняются инъекционные работы. Инъекционный состав производится на основе цементного и/или известкового вяжущего, армирующих волокон, легких наполнителей и комплекса химических и минеральных добавок. Цель данного состава получить пластичный, трещиностойкий, однородный раствор сметанообразной консистенции для заполнения всех пор в кирпичной кладке при инъекции. Инъектирование кирпичной кладки (рисунок 2) помогает не только восстановить целостность конструкции, а также увеличивает ее прочность и долговечность.



Рисунок 2 – инъекция инъекционного раствора

Таким образом, технологические процессы реставрации объектов культурного наследия в России развиваются, ремонтные реставрационные растворы совершенствуются. В связи с уходом с рынка РФ иностранных производителей, такие крупные компании как «БИРСС», «ПЕТРОМИКС», «Рунит» увеличили объемы производства реставрационных смесей, их разновидностей и качества. Они смогли заменить ранее популярных производителей как «ATLAS», «RemmersRestauriermortel».

Список литературы

1. Чайникова О.О. Воссоздание памятников архитектуры в современной реставрационной практике на примере Санкт-Петербургского региона: дис. канд. наук. 07.03.02 Реконструкция и реставрация архитектурного наследия. ФГБОУ ВО «СПбГАСУ» 2022. - 634 с.

2. Хассан Мохамед Ахмед Махмуд Мохамед Реставрация и консервация архитектурных элементов из камня в контексте сохранения объектов культурного наследия: 24.00.03 – Музееведение, консервация и реставрация историко-культурных объектов. ФГБОУ ВО «СПбГИК» 2022. – 288 с.

3. ГОСТ Р55567-2013. Порядок организации и ведения инженерно-технических исследований на объектах культурного наследия. – М.: Изд-во стандартов, 2014. – С. 17-29

4. Спиридонов Д.В. Реставрация и приспособление объектов культурного наследия: проблемы научно-проектной документации / Д.В. Спиридонов, Г.А. Горячев // земельное право. природоресурсное право. экологическое право. аграрное право. / И.О. Краснова – Москва., 2020. – С. 12-19

5. Свод реставрационных правил. «Рекомендации по проведению научно-исследовательских, изыскательских, проектных и производственных работ, направленных на сохранение объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации». – М.: Министерство культуры Российской Федерации, 2009. – С. 84-113

6. Сборник методических рекомендаций по реставрации и воссозданию объектов культурного наследия [Электронный ресурс]: Методические рекомендации по реставрации и воссозданию кирпичных кладок объектов культурного наследия. СПб.: Ажио, 2020. – С. 4-17. // - Режим доступа: https://www.agiogk.ru/

7. Профессиональная деятельность в области реконструкции и реставрации [Электронный ресурс]: методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе для обучающихся по направлению подготовки 07.03.02 Реконструкция и реставрация архитектурного наследия / сост. Б.Л. Валкин ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации,

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, кафедра архитектуры. — Москва : Издательство МГСУ, - 2020. — Режим доступа: http://lib.mgsu.ru/

8. Перунов А.С. Выбор эффективного неразрушающего метода испытаний и компьютерное моделирование при реставрации кирпичных исторических зданий: дис. кандидат технических наук: 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения. Москва. - 2011. - 220 с.

9. Хаев Т.Э. Эффективный гипсовый материал для реставрационных работ: дис. кандидат наук: 05.23.05 – Строительные материалы и изделия. ФГБОУ ВО «НИЦ МГСУ».- 2019. - 175 с.

10. Белановская Е.В. Материаловедческие основы реставрации каменных памятников архитектуры Вологодской области: район Волго-Балтийской системы: дис. кандидат технических наук: 05.23.0505 – Строительные материалы и изделия. Санкт-Петербург. - 2010. - 196 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СОСТАВА СУХОЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ СМЕСИ

Сериков С.В., Дергунов С.А., канд. техн. наук, доцент,
Орехов С.А., канд. техн. наук, доцент, Федосеенко Г.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

На текущий момент в сфера обращения с отходами промышленности в России характеризуется гигантскими ежегодными объёмами неутилизированных шлаков, шламов, зол и т.д. Ежегодно отмечается значительное увеличение площади отвалов и несанкционированных свалок [1]. В отвалах накоплены сотни тысяч тонн шлаков черной и цветной металлургии. Не переработанные вторичные ресурсы определенно представляют собой проблему и не приносят пользы [2]. Накопленные отвалы не только необходимо перерабатывать по новым технологиям, но и логичнее минимизировать накопление минеральных отходов, а затем и полностью исключить из технологической цепочки вывоза [3].

Переработка шлаков, не требует затрат на буровзрывные работы и транспортировку, а получаемая в результате щебеночно-песчаная смесь заменяет природную зачастую более выгодную для строительства дорог. Проведенные исследования также подтверждают, что применение шлаковой щебеночно-песчаной смеси в основании дорог позволяет получать монолитное долговечное полотно [4].

Несмотря на то, что крупная фракция шлака уже нашла свое применение в ряде отраслей, мелкая фракция до 10 мм практически не используется [5].

В связи с этим многие предприятия активно работают над созданием проектов по разработки перспективных технологий для максимального использования мелкозернистой фракции шлака. Актуальный данный вопрос и для Общества с ограниченной ответственностью «Аккерманн цемент», цех по разработке, шлаковых отвалов которой представлен на фотографии.

Перспективным направлением утилизации мелких фракций шлака является разработка составов высокопрочных сухих строительных смесей для производства малых архитектурных форм и поверхностного ремонта.

Создание смеси с оптимальным гранулометрическим составом минеральной части, сказаться на улучшении ее технологических свойств в процессе приготовления, динамики набора прочности, как при сжатии, так и при изгибе повышая их проектное значение вследствие дополнительного упрочнения за счет механического сцепления зерен.

Изначально произведено моделирование компактной упаковки зерен. Для расчета состава заполнителей приняты способы, в которых форму зерен оценивают по коэффициенту формы, определяемому отношением объемов реальных зерен к идеальным телам. После оценки поверхностной структуры и

формы зерен выполнен расчет состава эллипсоидов с дальнейшим расчетом гранулометрического состава заполнителей.



Рисунок – Цех разработки шлаковых отвалов Южно-Уральской горно-перерабатывающей компании

В последствии посредством метода математического планирования эксперимента, подобрана минеральная часть высокопрочной мелкозернистой шлакоцементной композиции. Улучшение реологических и физико-механических свойств смеси производилось модификацией минеральной части современными продуктами строительной химии.

Введение гиперпластификатора ReoTeck обеспечило минимизацию водотвердого отношения смеси в процессе затворения, что дополнительно сказалось на увеличении прочностных характеристик, без ухудшения реологических характеристик смеси в процессе приготовления.

Добавление регулятора реологических свойств обеспечило приемлемое значение липкости раствора к бетонным поверхностям с последующим увеличением величины адгезии при нормируемом значении величины водоудерживающей способности.

В результате лабораторных подборов рассчитаны составы сухих строительных смесей, обобщенные в таблице 1. Технические их характеристики отражены в таблице 2.

Таблица 1 – Оптимальные составы сухих строительных смесей

Наименование	Содержание
Портландцемент ЦЕМI42,5НДП	20,45-28,41
Отсевы переработки шлаков черной металлургии фракции 0-5 мм	43,25-66,51
Минеральный модификатор	4,45-11,22
Комплексная добавка:	
Гиперпластификатор ReoTeck	0,01-0,05
Регулятора реологических свойств средней вязкости	0,01-0,08

Таблица 2 – Технические характеристики оптимальных составов сухих строительных смесей

Наименование показателя	Значение
Насыпная плотность, кг/м^3	1685
Водоцементное отношение	не более 0,61
Водоудерживающая способность, %	не менее 99,0
Марка по морозостойкости, не менее	F_2 150
Трещиностойкость по клин-тест	выдержано
Прочность при сжатии (изгибе), МПа	22,4-32,1

Разработанные составы обладают высокими эксплуатационными характеристиками, обеспечивающие качественное восстановление цементобетонных покрытий, улучшенными реологическими, физико-механическими и строительно-техническими свойствами.

Преимуществом достигнутого результата является и то, что практическое его использование способствует снижению экологической нагрузки путем утилизации маловостребованной фракции шлаковых отвалов на ООО «Аккерманн цемент» которые относятся к источнику загрязнения окружающей среды.

Работа подготовлена в рамках гранта в форме субсидии на реализацию программы стратегического академического лидерства "Приоритет-2030" в рамках реализации федерального проекта "Развитие интеграционных процессов в сфере науки, высшего образования и индустрии" по направлению «Инновации средового проектирования».

Список литературы

1. Мусор - в дело. Как превратить отходы в доходы? [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL https://oren.aif.ru/society/event/musor_-_v_delo_kak_prevratit_othody_v_dohody (Дата обращения: 11.04.2020).
2. Переработка металлургических шлаков [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL http://ep-recycling.com/slag-recycling-service (Дата обращения: 18.04.2020).
3. Металлургический шлак нуждается в переработке [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL https://rg.ru/2013/11/08/pererabotka.html (Дата обращения: 21.03.2019).
4. Технологическая схема установки для переработки металлургических шлаков в щебень с отделением металла [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL http://drobmash.ru/pererabotka-metallur (Дата обращения: 11.04.2020).
5. Шлаковые отвалы — на переработку [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL http://www.osu.ru/news/17877 (Дата обращения: 30.06.2019).

МЕТОДИКА ТРАНСФОРМАЦИИ СМЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В БЮДЖЕТИРОВАНИЕ

Зайцева К.Н.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Строительство является особой отраслью экономики, где кооперационное взаимодействие инвесторов, заказчиков, подрядных организаций и поставщиков требует специальной организации финансирования проектов и финансового менеджмента у каждого из участников. Значительные особенности строительства как отрасли экономики обусловили формирование специфичной предметной области сметного ценообразования, представляющего собой одну из функций финансового менеджмента. Бюджетирование как инструмент управления финансами также имеет значительные отраслевые особенности применительно к строительству: превалирование бюджетов проектов, вероятностный характер планирования доходов и расходов, значительный временной и суммовой разрыв между доходами, расходами и движением денежных средств и т.д. В строительстве прослеживается потребность большей взаимосвязи проектирования, сметного ценообразования, проектного менеджмента и бюджетирования при подготовке и осуществлении инвестиционно-строительных проектов. Для каждого участника строительного процесса, несмотря на работу физически над одной задачей (объект, стройка), имеются свои проектные цели. Для инвестора, девелоперской компании строительство представляется частью инвестиционного проекта, который подразумевает его лишь как одну из первых затратных стадий, когда срок и бюджет должны быть минимизированы, а качество и функциональность максимизировано. Для проектировщика и подрядчика строительство - это система коммерческих проектов, главной целью которых является своевременное выполнение работ и получение оплаты, максимизация рентабельности, определяющая прибыльность компаний, которая достигается также минимизацией сроков строительства и выдерживанием нормативного качества, влияющего на безопасность, репутацию и будущие заказы [4].

Сметное ценообразование - затратная функция финансового менеджмента, постоянно присущая только проектным и строительным организациям. Сметная документация призвана сделать прозрачной стоимость и себестоимость строительства, обосновывать финансирование инвестиционно-строительного проекта. Однако, вследствие недостаточно качественного, избыточного регулирования в настоящее время имеет ряд недостатков. Сметное дело является дорогостоящей функцией финансового менеджмента, которая обходится строительным предприятиям не менее чем в 1% от выручки, а в масштабах страны затраты на ценообразование составляют более 6,55 млрд

руб. ежегодно. Представляется актуальным повысить эффективность данной функции управления через повышение отдачи от нее. На наш взгляд, сметные данные могут и должны выполнять не только роль приложения к договору подряда, но и являться основанием для внутреннего управления финансами проекта и организации независимо от ее роли в строительном процессе. С одной стороны, вмешательство государства в механизмы ценообразования излишне, что и породило многочисленные его недостатки, с другой - богатая нормативно-справочная информации сметного дела может быть весьма полезна для других функций финансового менеджмента и управления в целом при ее развитии и поддержании силами профессионального сообщества [5].

Применяемое сметное ценообразование на строительных предприятиях имеет ряд недостатков. Одним из них является календарная неопределенность, когда в сметах приводится лишь дата, на которую взяты текущие или прогнозные цены, а не предполагаемый период выполнения данных работ. В этих условиях даже месячное опоздание начала или ведения строительства по независящим от заказчика или подрядчика причинам, делает утвержденную смету не вполне реальной, не покрывающей фактические затраты на выполнение работ. При этом управления предприятием должно отвечать требованиям гибкости, маневренности и быстрого реагирования на динамично изменяющиеся условия конкурентной среды.

В свою очередь, составление сметы на выполнение работ или услуг - обязательный этап договорных отношений заказчика и подрядчика. При финансировании таких работ коммерческими организациями правила разработки сметной стоимости регулируют инвесторы, заказчики и подрядчики. В случае государственного или муниципального финансирования для этих целей используется сметно-нормативная база, в том числе СНБ-2001[1, 2].

К сожалению, на практике сметы составляются формально, как обязательная документация, без использования всех возможностей сметного дела. Строители для оформления документов и получения денег готовят сметы для заказчиков, а для реального управления финансами проекта разрабатывают плановые документы в виде бюджетов. Так как сущность планирования в условиях рыночной экономики состоит в научном обосновании будущих экономических целей развития предприятий, выбора наилучших методов их осуществления, которые при полном использовании ограниченных производственных ресурсов могут привести к достижению ожидаемых в перспективе качественных и количественных результатов. А бюджетирование позволяет не только планировать финансы, но и делегировать финансовые полномочия в компании для достижения запланированных целей и показателей.

Бюджеты представляют собой внутреннюю управленческую информацию, так бюджет доходов и расходов (БДР) позволяет контролировать доходы и расходы и тем самым достичь необходимого уровня рентабельности; бюджет движения денежных средств (БДДС) обеспечивает генерацию необходимых денежных потоков; прогнозный баланс позволяет планировать

состав активов и пассивов, что обеспечивает необходимое соотношение по горизонтали и вертикали.

Каждый объект в строительстве даже при серийном производстве уникален, так как выполняется в новом месте, в различных погодных условиях, с изменившимися ценами на ресурсы, и зачастую с новым составом исполнителей. В условиях высокой конкуренции цена ошибки в оценке себестоимости очень велика и может привести к убыткам при реализации проекта.

Совокупный результат строительного предприятия формируется из проектов (работ, услуг, строек), которых даже в крупных компаниях может быть немного. Если известна производственная программа на период бюджетирования, можно составить функциональные бюджеты проектов и предприятия в целом [3].

Поскольку реальное покрытие расходов и контроль необходимого финансового результата требуют значительной корректировки стоимостных данных сметного ценообразования, актуален механизм, который бы позволил трансформировать сметную документацию в систему внутренних бюджетов. Ведь, по сути, и сметы, и бюджеты оперируют исходными данными обособленно друг от друга. В результате возникает двойная работа сметчиков и финансовых менеджеров – первые делают сметы, выполняя требования заказчика, вторые в отрыве от уже имеющихся сметных данных тратят лишнее время на бюджетирование.

Схема механизма трансформации локальной сметы (локальной ресурсной сметы) в бюджет коммерческого проекта строительного предприятия, представлена на рисунке 1.

При этой форме трансформации сметного ценообразования в бюджетирование, присутствуют следующие трудности:

а) распределение выделенных доходов и расходов проекта по шагам бюджетирования (как правило, месяц) в ситуации отсутствия привязки сметной стоимости к календарному графику строительства;

б) необходимость индивидуальных решений по отнесению лимитированных затрат на строительство к определенным статьям бюджета (зимнее удорожание, временные здания и сооружения, резерв непредвиденных затрат и т.д.);

в) потребность декомпозиции накладных расходов по определенным правилам на прямые, общепроизводственные, общехозяйственные (управленческие) и коммерческие расходы;

г) перераспределение сумм между статьями бюджета в связи с относительной искусственностью сметной документации, обычной недостаточностью сметной прибыли и накладных расходов или по другим причинам;

д) различие в классификации определенных расходов. Например, в сметном деле амортизация строительных машин и механизмов - составная часть прямых затрат, в бюджетировании обычно - часть общепроизводственных

(накладных косвенных) затрат [4].

Трансформировать исходную экономическую модель сметной цены строительства в бюджетирование можно с применением современных средств автоматизации. В этом случае интеграция сметного ценообразования и бюджетирования достигается за счет автоматизированной трансформации сметной документации в бюджеты проектов и строительного предприятия в целом [5].

Таблица 1 - Схема трансформации сметного ценообразования в бюджетирование

Статьи смет		Статьи бюджета
Стоимость СМР, в т.ч:		Стоимость СМР, в т.ч:
Материалы	⇒	Материалы
Оплата труда рабочих-строителей	⇒	Оплата труда
		Страховые взносы
Эксплуатация машин и механизмов	⇒	Строительные машины и механизмы
Накладные расходы		Расходы на содержание офиса
		Командировочные расходы
		Страховые взносы
	⇒	Расходы на содержание и эксплуатацию оргтехники и служебного легкового транспорта
		Затраты на подготовку кадров и охрану труда
		Расходы на канцелярию
		Расходы на выполнение санитарно-гигиенических требований
	⇒	Страхование строительно-монтажных рисков
	⇒	Коммерческие расходы
Налоги		Налоги
Стоимость оборудования, мебели и инвентаря		Стоимость оборудования, мебели и инвентаря
Прочие и другие затраты, в т.ч. зимнее содержание, временные здания и сооружения, непредвиденные затраты		Затраты заказчика-застройщика
	⇒	Амортизация
		Коммунальные услуги
		Спецодежда и СИЗ
		Услуги лаборатории
		Услуги охраны
		Услуги субподряда
	⇒	Прочие общепроизводственные расходы

Сметная прибыль		Прибыль (убыток)
Сметная стоимость объекта		Бюджетная стоимость объекта

Рисунок 1 – Схема трансформации сметного ценообразования в бюджетирование

Методика автоматизации трансформации сметного ценообразования в бюджетирование рекомендуется реализовать с помощью интеграции двух программных продуктов Гранд-смета7.0 и 1С: Комплексная предприятие 8.3 (рисунок 2), данная методика апробирована на предприятии ООО «ЛистПромСтрой» [6].



Рисунок 2 – Интеграция сметного ценообразования в бюджетирование

Рассмотрим механизм трансформации локальной сметы в бюджет проекта строительной организации. Осуществление на практике методики интеграции сопряжено с решением ряда непростых задач: необходимость индивидуальных решений по отнесению лимитированных затрат на строительство к определенным статьям бюджета; потребность декомпозиции накладных расходов по определенным правилам на прямые, общепроизводственные, общехозяйственные и коммерческие расходы; распределение выделенных доходов и расходов проекта по шагам бюджетирования; различие в классификации определенных расходов. Пошаговое решение этих задач соответствует последовательности осуществления механизма трансформации [7].

Лимитированные затраты относят к статьям бюджета методом последовательного их перебора. Декомпозиция накладных расходов осуществляется через задание постоянной либо индивидуальной для каждого проекта и его сметной документации пропорции их разделения на прямые, общепроизводственные, общехозяйственные и коммерческие расходы (рисунок 3). Перевести часть накладных расходов в состав основного производства можно, за счет зарплаты инженерно-технических работников, занятых на конкретном объекте [8].

Бюджет доходов и расходов проекта реконструкции здания школы

представлен в таблице 2.

Из данных таблицы 2 видно, что стоимость реконструкционных мероприятий по исследуемому объекту составляет 286 559 602,58 рублей с НДС, при рентабельности 7,41%

После трансформации сметных данных в бюджетные требуется дополнительное перераспределение статей доходов и расходов, поскольку закладываемые в сметных нормах параметры рентабельности, как правило, не соответствуют потребностям строительного предприятия. Структурно выручка строительного предприятия – это система взаимозависимостей, и изменение одного из ее параметров автоматически влечет за собой изменение других ее составляющих. Так, если данные сметной документации показывают недостаточность нормативной прибыли и накладных расходов по объекту, тогда при бюджетировании можно оптимизировать затраты на материалы и к финансовому результату добавить резерв непредвиденных затрат.

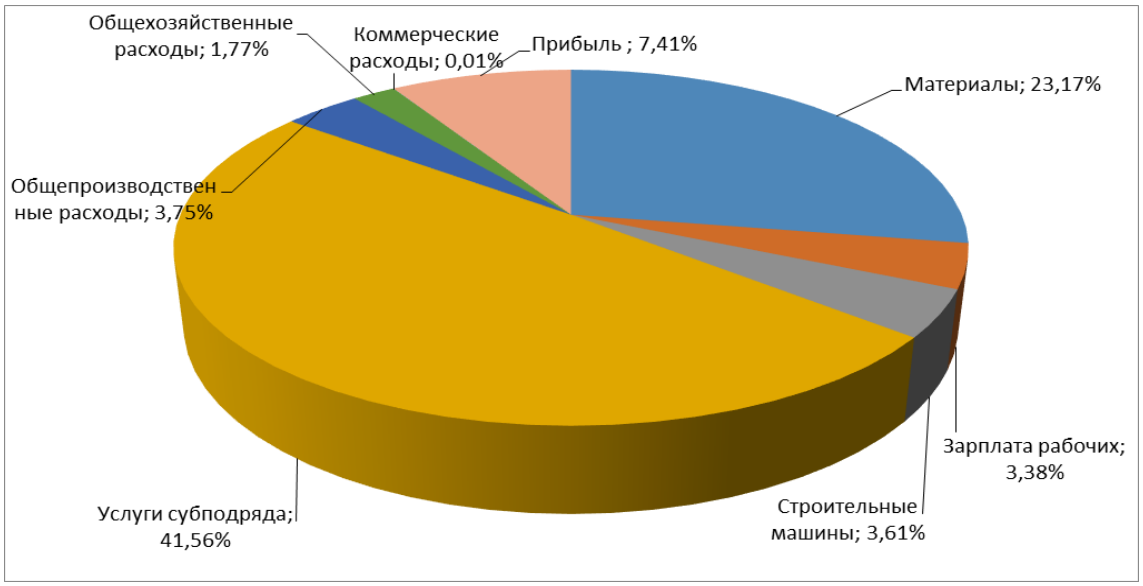


Рисунок 2 – Структура бюджета расходов по объекту и прибыли

Таблица 2 – Бюджет доходов и расходов проекта реконструкции здания школы

Статьи бюджета	Сумма, руб.	Доля, %
Доходы	28655902,58	100
СМР, в т.ч.:	20989534,42	73,25
строительные машины	10338 647,31	3,61
амортизация	100 330,55	0,04
заработная плата	9 684 702,42	3,38
коммунальные услуги	1 861 677,12	0,65
материалы	66397 434,26	23,17
спецодежда и СИЗ	219 783,06	0,08

страховые взносы	1572 970,26	0,55
услуги лаборатории	63 343,00	0,02
услуги охраны	562 823,26	0,20
услуги субподряда	11909323,19	41,56
Накладные расходы	5 076 338,70	1,77
Коммерческие расходы	29 189,68	0,01
Затраты заказчика-застройщика	4644 754,22	1,62
НДС, 18%	4568748,33	15,94
Итого расходы	265332965,35	92,59
Прибыль (убыток)	2122637,23	7,41

Такой подход позволяет строительному предприятию решить следующие задачи:

- компенсировать недостатки сметной документации – классификация доходов и расходов, заниженные нормы накладных расходов и прибыли и т.д.;

- получить исходную информацию для разработки бюджета движения денежных средств по проекту;

- автоматически разделить выполнение работ собственными силами и субподряд, дифференцировать накладные расходы; значительно снизить трудоемкость и повысить скорость бюджетирования.

Технико-экономический эффект методики и технологии трансформации сметной документации в систему бюджетов заключается в значительной экономии рабочего времени на составление бюджетов строительной организации, повышении отдачи от сметного ценообразования. В рамках отдельной строительной организации за счет применения данных новаций рентабельность работ может быть повышена на 0,25-0,3 процентных пункта за счет снижения управленческих расходов. Рассчитаем это. Например, Выручка = Себестоимость работ (70% от выручки) + Управленческие расходы (10%) + Коммерческие расходы (5%) + Прибыль (15%) = 100%. За счет статьи «Управленческие расходы» финансируются следующие подразделения: администрация - 4% от выручки, отделы главных специалистов - 1%, производственно-технический отдел - 0,5%, отдел снабжения - 0,5%, сметно-договорной отдел - 1,5%, бухгалтерия и финансовый отдел - 2%, прочие - 0,5%. При этом бухгалтерия и финансовый отдел исполняют следующие функции: бюджетирования (стоимостью 0,5% от выручки), финансового и налогового учета (0,75%), управленческого учета (0,5%), анализа и контроля (0,25%).

В результате проведенных испытаний трудоемкость бюджетирования при трансформации данных сметного ценообразования снижается примерно на 50%, таким образом, затраты на бюджетирование могут уменьшиться на 0,25 процентных пункта от выручки, тем самым увеличивая рентабельность.

Совершенствование сметной документации в виде добавления календарных сведений улучшает обоснованность цены, снижает финансовые риски участников проекта, делает процесс трансформации сметной документации в систему бюджетов более совершенным.

Таким образом, в ходе проведенного исследования были теоретически обоснованы рекомендации по интеграции сметного ценообразования, бюджетирования и управленческого учета - функций финансового менеджмента в строительстве, а также других наиболее важных бизнес-процессов строительных организаций.

Рассмотренная нами технология трансформации сметной документации в систему бюджетов позволяет снизить управленческие расходы, улучшить практическую применимость бюджетирования, повысить отдачу от сметного ценообразования, в целом сделать более эффективным финансовый менеджмент в строительстве.

Главным результатом исследования явилось выявление, обоснование и удовлетворение потребности строительных организаций в более эффективном взаимосвязанном применении инструментов финансового менеджмента: сметного ценообразования и бюджетирования.

Список литературы

1. Государственные сметные нормы ГСН-81-05-02-2007. Сборник сметных норм дополнительных затрат при производстве строительно-монтажных работ в зимнее время. Изд. 2-е, измененное и дополненное. - Взамен ГСН-81-05-022007. - Введ. 28.03.2007. - М.: Госстрой России, 2007.

2. Государственные элементные сметные нормы на монтаж оборудования ГЭСНм 81-03-2001. Изменения и дополнения к Государственным элементным сметным нормам на монтаж оборудования. Выпуск № 1. - Введ. 09.03.2004 - М.: Госстрой России, 2004.

3. Адамов, Н.А. Бухгалтерский учет в строительстве. 3-е изд., дополненное. - СПб: Питер, 2021.

4. Адамов, Н.А., Бойко А.В., Соколов П.А. Учет, анализ и аудит в строительстве. М.: Финансы и статистика, 2022.

5. Берг, М.Л. Бюджетирование на основе нормативов в строительстве: дис... канд. эконом, наук / Берг Максим Львович. - СПб.: 2019. - 197 с.

6. Бузырев, В.В., Нужина, И.М. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности строительного предприятия: Учебник. - М.: Проспект, 2020.

7. Клепцова, О.Ю. Бюджетирование в 1С ПРЕДПРИЯТИИ 8. Информационные технологии бюджетного управления. - М.: «1С-Паблишинг», 2017.

8. Коваленко, С. В. Бюджетирование в строительных организациях [Электронный ресурс] // Финансовый Директор. - 2021. -№ 10. - URL: http://gaap.ru/articles/77041/

9. Ларионова, В. Н. Особенности бюджетного планирования для инвестиционно-строительных холдингов [Электронный ресурс] // Строительный эксперт. 2021. - № 5. - URL: http://www.iteam.ru/publications/finances/section_12/ article_2657/

РЕШЕТОЧНЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ ФИЛЬТР ДЛЯ СМАРТ-ОКНА С ОПТИМИЗИРОВАННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

Закируллин Р.С., д-р техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

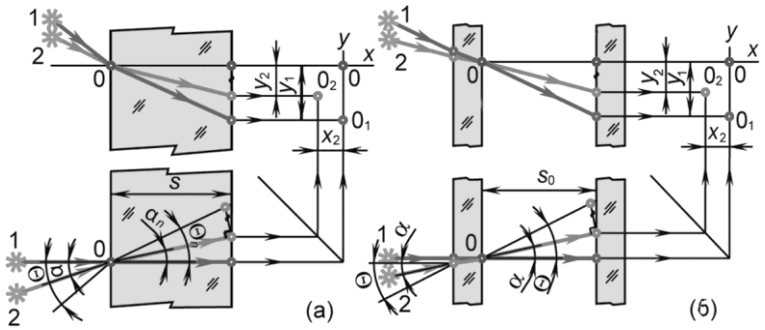
В последние годы в области архитектуры и строительства все чаще используется термин «смарт-окно», под которым понимают интеллектуальное окно с самонастраивающимися оптическими свойствами светопропускания при изменении внешних воздействий. Коэффициент пропускания низкоэмиссионного смарт-стекла [1,2] зависит от спектра излучения, фотохромного [3] – от интенсивности солнечного излучения в коротковолновом диапазоне спектра солнечного излучения, термохромного и термотропного [4] – от температуры окружающей среды, электрохромного [5,6] – от приложенного электрического напряжения.

Применение смарт-стекол на основе хромогенных материалов полностью не решает проблему углового селективного регулирования светопропускания окна с учетом траектории движения солнца относительно него. Для этого используются жалюзи или другие вспомогательные механические устройства [7], различные статические угловые селективные системы затенения [8], активные оконные затенители с автоматическим управлением прямой солнечной энергией, проходящей через окно [9].

Угловое селективное регулирование направленного светопропускания окна без использования дополнительных устройств перераспределения светового потока можно обеспечить с помощью решеточного оптического фильтра [10–12]. Такой фильтр пропускает только заранее установленную часть падающего излучения без изменения или с изменением его спектра в разных диапазонах углов падения [10], отражая, поглощая или рассеивая остальную часть. Устройство и принцип действия решеточного фильтра описаны в [10–12]. Два метода оптимизации угла наклона решеток фильтра для смарт-окна с учетом азимута его ориентации по сторонам света приведены в [11,12].

В данной работе продолжается разработка методов оптимизации угловой селективной фильтрации прямого солнечного излучения [12] путем минимизации светопропускания окна для заданной даты и времени суток с учетом азимута ориентации окна, географической широты, сезонного и суточного распределения интенсивности солнечной радиации. К методу расчета оптимального угла наклона решеток фильтра, разработанному в [12], добавляются методы расчета характеристического угла фильтра Θ_c, показывающего относительный сдвиг входных и выходных решеток, и оптимальных значений ширин пропускающих и непропускающих параллельных полос тонкопленочных поверхностных решеток.

На рисунке 1 приведена схема определения координат *x* и *y* следов точки падения 0 солнечного луча на входную поверхность фильтра, оставляемых на его выходной поверхности (точки 0_1 и 0_2) для одинарного (а) и двойного (б) остекления окна. Трассировка лучей показана для луча 1, падающего в вертикальной плоскости, перпендикулярной окну ($\alpha=0$, $A=A_0$), и для луча 2, падающего под любым другим углом. Азимут солнца, измеренный от перпендикуляра к окну, вычисляется по формуле: $\alpha=A-A_0$, где A – азимут солнца и A_0 – азимут окна [12].



Θ_n – угол преломления, α_n – азимутальный угол, соответствующий углу преломления, s – толщина стекла, s_0 – расстояние между стеклами

Рисунок 1 – Определение координат следов солнечных лучей для одинарного (а) и двойного (б) остекления окна (вертикальные и горизонтальные сечения и виды спереди)

По рисунку 1(а) для одинарного остекления с показателем преломления стекла n координаты вычисляются по пропорции $\alpha_n/\alpha=\Theta_n/\Theta$ и геометрическим правилам определения истинного размера отрезка:

$$x = s\tan\left[\alpha\arcsin\left(\sin\Theta/n\right)/\Theta\right]; \qquad (1)$$

$$y = -\left\{s\tan\left[\arcsin\left(\sin\Theta/n\right)-\left|\alpha\arcsin\left(\sin\Theta/n\right)/\Theta\right|\right]\Big/\cos\left[\alpha\arcsin\left(\sin\Theta/n\right)/\Theta\right]\right\}$$

.

Аналогично, для двойного остекления – по рисунку 1(б):

$$x = s_0\tan\alpha; \qquad (2)$$

$$y = -\left[s_0\tan\left(\Theta-|\alpha|\right)/\cos\alpha\right].$$

На рисунке 2 приведена схема определения характеристического угла фильтра. След 0_1 точки падения 0 на поверхность входной решетки фильтра, оставляемый на поверхности его выходной решетки при характеристическом угле, спроецирован в точку 0_2 на плоскость, перпендикулярную решеткам фильтра. Зная длину отрезка 00_2, показывающего сдвиг между решетками фильтра, при известном расстоянии s между ними, можно определить значение характеристического угла фильтра, учитывая координаты x и y, рассчитанные по формулам (1) или (2) для заданного времени суток с минимальным

требуемым светопропусканием окна (берутся соответствующие углы падения солнечных лучей):

$$\Theta_c = \arctan\left(\left\{\sqrt{x^2+y^2}\cos\left[\gamma - \arctan\left(x/y\right)\right]\right\}/s\right). \qquad (3)$$

Определим характеристический угол фильтра для окна с двойным остеклением с азимутом 120° при расстоянии между решетками s=16 мм. Угол наклона решеток фильтра, рассчитанный для г. Оренбург (51°47'00"*N*, 55°06'00"*E*, *UTC*+05:00) для 15.07.2015 (середина самого жаркого периода в Оренбурге), составляет 38° [12]. В 11 час. 30 мин. (время максимальной солнечной радиации в городе Оренбурге) азимут солнца составляет 133,46°, а высота стояния – 52,01°. В это время фильтр должен обеспечивать минимальное светопропускание окна. При h=52,01° и α=13,46° угол падения составляет Θ=53,23°. Для координат x=3,8294 мм и y=–13,6979 мм (по уравнениям (2)) характеристический угол фильтра по формуле (3) равен Θ_c = 27,8°. Азимуты солнца A и окна A_0 равны между собой в 10 ч. 46 мин.

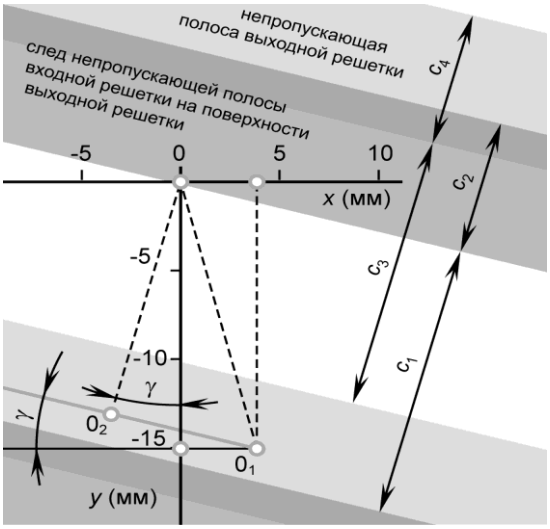


Рисунок 2 – Схема определения характеристического угла фильтра

Для определения оптимальных значений ширин полос фильтра задаются минимальные и максимальные реальные (требуемые) значения коэффициента светопропускания в диапазонах: $0 \le \tau_{r\min} \le 0.5$ и $0.30 \le \tau_{r\max} \le 0.88$ (для одинарного остекления), $0.30 \le \tau_{r\max} \le 0.80$ (для окна с двойным остеклением) и $0.30 \le \tau_{r\max} \le 0.72$ (для окна с тройным остеклением). Верхние границы диапазонов являются условными из-за физических ограничений, связанных с отражением и поглощением света. Минимальный коэффициент пропускания может быть достигнут в заданное время (например, во время максимального солнечного излучения) или в некотором временном интервал вокруг него, в зависимости от выбора соотношений ширин полос двух решеток фильтра.

Ширины полос c_1, c_2, c_3 и c_4 определяются из системы четырех уравнений, первым из которых является равенство сумм ширин полос двух решеток:

$$c_1 + c_2 = c_3 + c_4. \quad (4)$$

Минимальные и максимальные теоретические коэффициенты светопропускания равны:

$$\tau_{\min} = (c_3 - c_2)/(c_1 + c_2); \quad (5)$$

$$\tau_{\max} = c_3/(c_1 + c_2), \quad (6)$$

где $\tau_{\min}$ и $\tau_{\max}$ рассчитываются с учетом отражения по формулам Френеля, а также поглощения согласно закону Бугера-Ламберта:

$$\tau = \tau_r \Bigg/ \left[\left(1 - 0.5 \left\{ \frac{\sin^2\left[\Theta - \arcsin(\sin\Theta/n)\right]}{\sin^2\left[\Theta + \arcsin(\sin\Theta/n)\right]} + \frac{\tan^2\left[\Theta - \arcsin(\sin\Theta/n)\right]}{\tan^2\left[\Theta + \arcsin(\sin\Theta/n)\right]} \right\} \right)^2 \right] \exp\left(-\alpha_a s \sqrt{\frac{1+\sin^2\Theta}{n^2 - \sin^2\Theta}} \right), \quad (7)$$

где τ_r – заданный реальный коэффициент светопропускания; α_a – натуральный показатель поглощения стекла, мм$^{-1}$; s – общая толщина всех слоев остекления, мм. Показатель степени множителя в знаменателе составляет 2, 4 и 6 для одинарного, двойного и тройного остекления, соответственно. Для среднего значения коэффициента светопропускания (τ_{av}=0.5($\tau_{\min}$+$\tau_{\min}$)) при заданном среднем угле Θ_{av} (Θ_{av}<Θ_c), получается четвертое уравнение для любого остекления при расстоянии s между решетками, соответственно:

$$0.5(\tau_{\min} + \tau_{\max}) = \left(0.5c_1 - 0.5c_4 + \frac{s\sin\Theta_c}{\sqrt{n^2 - \sin^2\Theta_c}} - \frac{s\sin\Theta_{av}}{\sqrt{n^2 - \sin^2\Theta_{av}}} \right) \Bigg/ (c_1 + c_2); \quad (8)$$

$$0.5(\tau_{\min} + \tau_{\max}) = (0.5c_1 - 0.5c_4 + s\tan\Theta_c - s\tan\Theta_{av})/(c_1 + c_2).$$

Решение системы уравнений (4)–(6) и (8) дает значения ширин полос (первые два уравнения относятся к одинарному и двойному/тройному остеклению, соответственно):

$$\begin{aligned} c_3 &= 2s\sin\Theta_c \Big/ \sqrt{n^2 - \sin^2\Theta_c} - 2s\sin\Theta_{av} \Big/ \sqrt{n^2 - \sin^2\Theta_{av}}; \\ c_3 &= 2s\tan\Theta_c - 2s\sin\Theta_{av}; \\ c_4 &= c_3(1 - \tau_{\max})/\tau_{\max}; \\ c_2 &= c_3 - \tau_{\min}(c_3 + c_4); \\ c_1 &= c_3 + c_4 - c_2. \end{aligned} \quad (9)$$

Определим ширины полос для минимального требуемого светопропускания $\tau_{r\min}$=0,2 (должно быть достигнуто в 11 ч. 30 мин.) и максимального требуемого светопропускания $\tau_{r\max}$=0,4 при среднем угле падения Θ_{av}=10°. Все остальные параметры перечислены выше. Минимальные и максимальные теоретические светопропускания, вычисленные по формуле (7) при натуральном показателе поглощения стекла α_a=0,01 мм$^{-1}$: $\tau_{\min}$=0,3 и $\tau_{\max}$=0,6. Ширины полос, вычисленные по формулам (9), равны: c_1=13,1007; c_2=5,6146; c_3=11,2292 и c_4=7,4861 мм.

Разработанный метод оптимизации угловой селективной фильтрации прямого солнечного излучения путем минимизации светопропускания окна для заданной даты и времени суток с учетом азимута ориентации окна,

географической широты, сезонного и суточного распределения интенсивности солнечной радиации, имеет перспективы для применения в архитектуре и строительстве. Оптимизация достигается путем расчета ширин пропускающих и непропускающих полос двух решеток фильтра и их взаимного расположения, определяемого характеристическим углом фильтра. Смарт-окна с решеточными фильтрами обеспечивают регулирование светопропускания окна, адаптированное к сложной траектории движения солнца относительно него без применения жалюзи или других устройств затенения. Благодаря частичному или полному блокированию прямого излучения в заданном интервале времени и одновременной передаче диффузного и отраженного излучения в помещениях создается комфортная световая среда и инсоляционный режим. Особенно это касается рабочих и административных помещений, поскольку именно в рабочее (дневное) время есть необходимость углового селективного регулирования прямого солнечного излучения, проходящего внутрь помещений.

Список литературы

1. Berning P.H. Principles of design of architectural coatings. Appl. Opt. 1983. No. 22. Pp. 4127–4141.

2. Horowitz F., Pereira M.B., de Azambuja G.B. Glass window coatings for sunlight heat reflection and co-utilization. Appl. Opt. 2011. No. 50. Pp. C250–C252.

3. Cattaneo S., Lecomte S., Bosshard C., Montemezzani G., Gunter P., Livingston R.C., Diederich F. Photoinduced reversible optical gratings in photochromic diarylethene-doped polymeric thin films. J. Opt. Soc. Am. B. 2002. No. 19 (9). Pp. 2032–2038.

4. Seeboth A., Ruhmann R., Mühling O. Thermotropic and Thermochromic Polymer Based Materials for Adaptive Solar Control. Materials. 2010. No. 3. Pp. 5143–5168.

5. Gunde M.K., Krasovec U.O., Platzer W.J. Color rendering properties of interior lighting influenced by a switchable window. J. Opt. Soc. Am. A. 2005. No. 22 (3), 416–423.

6. Niklasson G.A., Granqvist C.G. Electrochromics for smart windows: thin films of tungsten oxide and nickel oxide, and devices based on these. J. Mater. Chem. 2007. No. 17. Pp. 127–156.

7. Rumbarger J., Vitullo R.J. Architectural Graphic Standards for Residential Construction. John Wiley and Sons, 2003.

8. Fernandes L.L., Lee E.S., McNeil A., Jonsson J.C., Nouidui T., Pang X., Hoffmann S. Angular selective window systems: Assessment of technical potential for energy savings. Energy and Buildings. 2015. No. 90. Pp. 188–206.

9. Luecke G.R., Slaughter J. Design, development, and testing of an automated window shade controller. ASME J. Sol. Energy Eng. 1995. No. 117 (4). Pp. 326–332.

10. Zakirullin R.S. Creating optical filters with angular-selective light transmission. Appl. Opt. 2015. No. 54 (21). Pp. 6416–6419.

11. Zakirullin R.S., Letuta S.N. A smart window for angular selective filtering solar radiation. Solar Energy. 2015. No. 120. Pp. 585–592.

12. Закируллин Р.С., Оденбах И.А. Оптимизированная угловая селективная фильтрация прямого солнечного излучения // Известия вузов. Строительство. 2018. № 10. С. 91–97.

О ПРИМЕНЕНИИ ЭЛЕКТРОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ПРОФИЛЮ «ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ»

Изаак С.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Проведение лабораторных работ на гидравлических стендах, моделирующих действие реальных инженерных систем, весьма важно для развития необходимых компетенций у студента – будущего инженера в области теплогазоснабжения и вентиляции, водоснабжения и водоотведения.

Реалии последних лет – а в частности пандемия COVID-19 – показали, что даже несмотря на наличие оборудованных гидравлическими стендами учебных лабораторий, доступ студентов в них может оказаться невозможным – переход на дистанционный формат обучения, самоизоляция и т.п. Однако это не отменяет необходимости полноты освоения образовательных программ, и все предусмотренные лабораторные работы должны быть так или иначе проведены.

И вот здесь приходят на помощь программно-расчётные комплексы, позволяющие на компьютере создавать гидравлические (или теплогидравлические) электронные модели инженерных систем. Электронная модель, созданная в сертифицированном программно-расчётном комплексе, отражает работу реальной инженерной системы, математически рассчитывая режимные параметры в любой её точке по заданным исходным данным. Не вызывает сомнения, что если возможно моделирование работы целой системы, то возможно и моделирование работы отдельного её элемента, что равнозначно моделированию отдельного гидравлического (или теплогидравлического) процесса – а именно в этом и заключаются студенческие лабораторные работы.

Одним из таких программно-расчётных комплексов является Zulu [1] – геоинформационная система (ZuluGIS) с набором модулей для моделирования и расчёта систем теплоснабжения (ZuluThermo), пароснабжения (ZuluSteam), водоснабжения (ZuluHydro), водоотведения (ZuluDrain), газоснабжения (ZuluGas). Это отечественный программный продукт, разработанный ООО «Политерм» (г. Санкт-Петербург), коммерческий (полноценное его использование возможно только после приобретения лицензии), однако все его модули имеют ознакомительный режим работы (демо-версии) с некоторыми ограничениями [2]. Демо-версии Zulu могут быть свободно загружены с сайта производителя [1] и использоваться в некоммерческих целях. В соответствии с [3, ст. 2, ст. 22] образовательная деятельность является некоммерческим видом деятельности, поэтому демо-версии расчётных модулей Zulu не запрещено использовать (в рамках предусмотренных ограничений, конечно) для

моделирования гидравлических (теплогидравлических) процессов при выполнении учебных лабораторных работ.

В настоящей статье показан пример выполнения лабораторной работы **«Изучение параллельной работы трубопроводов»** с применением электронной модели на базе демо-версии Zulu. Наиболее подходящим здесь будет модуль ZuluHydro, предназначенный для расчётов водопроводных сетей, которые в большинстве своём представляют собой прямоточные трубопроводные гидравлические системы.

Цель работы: изучить принцип потокораспределения по параллельно работающим трубопроводам.

Задачи работы:

1. Подготовить теоретическую основу работы.
2. Задать исходные параметры гидравлической системы с параллельно работающими трубопроводами и вычислить теоретически ожидаемые результаты распределения потоков в ней.
3. Выполнить сборку электронной модели системы, смоделировать её работу с исходными параметрами и получить экспериментальные результаты потокораспределения, которые сравнить с теоретическими.
4. Сделать выводы.

Ход работы представлен последовательным решением вышеобозначенных задач.

1. Теоретическая основа. Гидравлическая система с параллельно работающими трубопроводами (круглые трубы) изображена на рисунке 1.

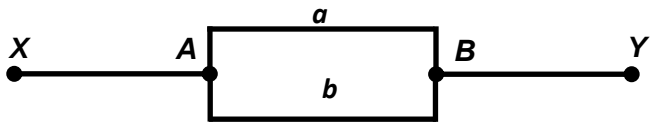


Рисунок 1 – Параллельные трубопроводы (участок между точками *A* и *B*)

При наличии движения жидкости в системе, в соответствии с уравнением неразрывности через точки *X* и *Y* будет проходить один и тот же расход $Q = Q_X = Q_Y$. В точке *A* поток и, соответственно, расход *Q*, разделится на две части: одна пойдёт по участку *a*, другая – по участку *b*. В соответствии с первым законом Кирхгоффа справедливо записать

$$Q = Q_a + Q_b \quad . \tag{1}$$

Основной вопрос здесь в том, в каких долях от Q разделятся Qa и Qb. Теория показывает, что расходы в параллельных трубопроводах распределятся пропорционально гидравлическим сопротивлениям1 этих трубопроводов,

1 Это не строгое утверждение, как будет видно по формулам далее, но тем не менее даёт наглядное представление о физическом процессе.

причём наименьший расход пойдёт по трубопроводу с наибольшим гидравлическим сопротивлением, и наибольший расход пойдёт по трубопроводу с наименьшим гидравлическим сопротивлением [5]. Действительно, в представленной схеме в точках разветвления А и В действуют одни и те же напоры (соответственно НА и НВ) как для участка а, так и для участка *b*, а значит, потери напора $\Delta H_{AB} = H_A - H_B$ между точками *A* и *B* одинаковы у участков *a* и *b*. Связь потерь напора и гидравлического сопротивления выражается формулой:

$$\Delta H = S \cdot Q^2 \quad , \tag{2}$$

где ΔH – потери напора, м;
S – гидравлическое сопротивление, м/(м^3/с)^2;
Q – расход жидкости, м^3/с.

С учётом равенства потерь напора в участках *a* и *b* справедливо:

$$\Delta H_{AB} = S_a \cdot (Q_a)^2 = S_b \cdot (Q_b)^2 \quad , \tag{3}$$

откуда

$$\frac{Q_a}{Q_b} = \sqrt{\frac{S_b}{S_a}} \quad . \tag{4}$$

С другой стороны, потери напора для случая круглой трубы можно вычислить по формуле Дарси-Вейсбаха

$$\Delta H = \lambda \cdot \frac{L}{d_{\text{вн}}} \cdot \frac{\upsilon^2}{2g} \quad , \tag{5}$$

где λ – коэффициент гидравлического трения;
L – длина трубы, м;
$d_{\text{вн}}$ – внутренний диаметр трубы, м;
υ – средняя по живому сечению скорость потока, м/с;
g – ускорение свободного падения, принимаемое равным 9,81 м/с^2.

Связь между расходом и скоростью движения жидкости в круглой трубе (напорное течение) выражается формулой

$$\upsilon = \frac{Q}{\omega} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot (d_{\text{вн}})^2} \quad , \tag{6}$$

где ω – площадь живого сечения потока, м^2;

Q – расход жидкости, м^3/с.

Выполнив подстановку выражения скорости через расход в формулу Дарси-Вейсбаха, получим

$$\Delta H = \frac{8 \cdot \lambda}{\pi^2 \cdot (d_{\text{вн}})^5 \cdot g} \cdot L \cdot Q^2 \quad . \tag{7}$$

Отсюда очевидно, что

$$S = \frac{8 \cdot \lambda}{\pi^2 \cdot (d_{\text{вн}})^5 \cdot g} \cdot L = A \cdot L \quad , \tag{8}$$

где A – удельное гидравлическое сопротивление, 1/(м^3/с)^2.

Коэффициент гидравлического трения (коэффициент Дарси) λ можно вычислить по формулам, приведённым в [4, с. 52]. Этот коэффициент зависит в общем случае от режима течения, определяемого по числу Рейнольдса Re, и шероховатости внутренней поверхности трубы $k_э$. В свою очередь Re зависит от Q [4, с. 50], и в конечном итоге само S зависит от Q. Таким образом, если неизвестным в вышеприведённых уравнениях окажется именно Q (как в нашем случае), то напрямую решить его не удастся, необходимо будет использовать метод подбора. Однако при более внимательном рассмотрении становится заметно, что с увеличением значения Re оно всё меньше влияет на λ, а в области развитого турбулентного течения λ уже не зависит и от Re, и от Q, а значит, в этой области гидравлического сопротивления S также уже не зависит от Q.

2. Исходные параметры системы. Теоретически ожидаемые результаты распределения потоков. Для системы, эскиз которой изображён на рисунке 1, проведём пять экспериментов со следующими исходными параметрами, таблица 1.

Таблица 1 – Исходные параметры для гидравлической системы

Величина	Обозн.	Ед. изм.	Номер опыта				
			1	2	3	4	5
1. Расход	Q	м^3/ч	20	30	40	50	60
2. Внутренний диаметр участка a	$d_{\text{вн}}{}^a$	мм	20	50	50	50	40
3. Внутренний диаметр участка b	$d_{\text{вн}}{}^b$	мм	40	50	50	50	40
4. Длина участка a	L_a	м	20	20	20	40	30
5. Длина участка b	L_b	м	20	20	20	20	30
6. Шероховатость трубы на участке a	$k_э{}^a$	мм	0,5	0,5	0,5	0,012	0,012
7. Шероховатость трубы на	$k_э{}^b$	мм	0,5	0,5	0,012	0,012	0,012

участке *b*							
8. Жидкость в системе	—	—	вода	вода	вода	вода	вода
9. Температура жидкости	t	°С	20	20	20	20	20
10. Внутренний диаметр участков *XA* и *BY*	$d_{\text{вн}}^{XA}$, $d_{\text{вн}}^{BY}$	мм	100	100	100	100	100
11. Длины участков *XA* и *BY*	L_{XA}, L_{BY}	м	10	10	10	10	10
12. Шероховатость трубы на участках *XA* и *BY*	$k_{\text{э}}^{XA}$, $k_{\text{э}}^{BY}$	1	1	1	1	1	1
13. Напор в точке *X*	H_X	м	30	30	0	30	30
14. Геодезические отметки точек *X, Y, A, B*	$h_{\text{г}}$	м		0	0	0	
Примечания: 1. Величины 1–9 необходимы для вычисления теоретически ожидаемых результатов потокораспределения; величины 10–14 для расчёта не нужны, но требуются для сборки электронной модели. 2. Под «шероховатостью трубы» понимается эквивалентная равномернозернистая шероховатость внутренней поверхности трубы.							

Для расчёта расходов Q_a и Q_b прежде всего составим систему уравнений:

$$\begin{cases} Q_a + Q_b = Q \\ \dfrac{Q_a}{Q_b} = \dfrac{(S_b)^{0,5}}{(S_a)^{0,5}} \end{cases} . \qquad (9)$$

Применив метод подстановки к решению этой системы, окончательно получим:

$$Q_b = \frac{Q}{\dfrac{(S_b)^{0,5}}{(S_a)^{0,5}} + 1} , \qquad (10)$$

$$Q_a = Q - Q_b . \qquad (11)$$

Теоретически ожидаемые результаты потокораспределения, рассчитанные по вышеприведённым формулам, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Теоретически ожидаемые результаты потокораспределения

Величина	Обозначение	Ед. изм.	Номер опыта				
			1	2	3	4	5
Кинематическая вязкость жидкости	ν	$м^2/с$	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
Коэффициент гидравлического требования на участке *a*	λ_a	—	0,04	0,03	0,03	0,01	0,01
Коэффициент гидравлического требования на участке *b*	λ_b	—	0,04	0,03	0,01	0,01	0,01

Гидравлическое сопротивление участка *a*	S_a	м/(м^3/с)^2	22 610 980	184 134	184 134	144 950	350 797
Гидравлическое сопротивление участка *b*	S_b	м/(м^3/с)^2	594 172	184 134	72 475	72 475	350 797
Расход по участку *b*	Q_b	м^3/ч	17,2	15,0	24,6	29,3	30,0
Расход по участку *a*	Q_a	м^3/ч	2,8	15,0	15,4	20,7	30,0

3. Сборка модели, проведение эксперимента. Электронную модель экспериментального стенда собираем в программно-расчётном комплексе ZuluHydro [1]. Вид собранной модели с параметрами опыта № 1 представлен на рисунке 2.

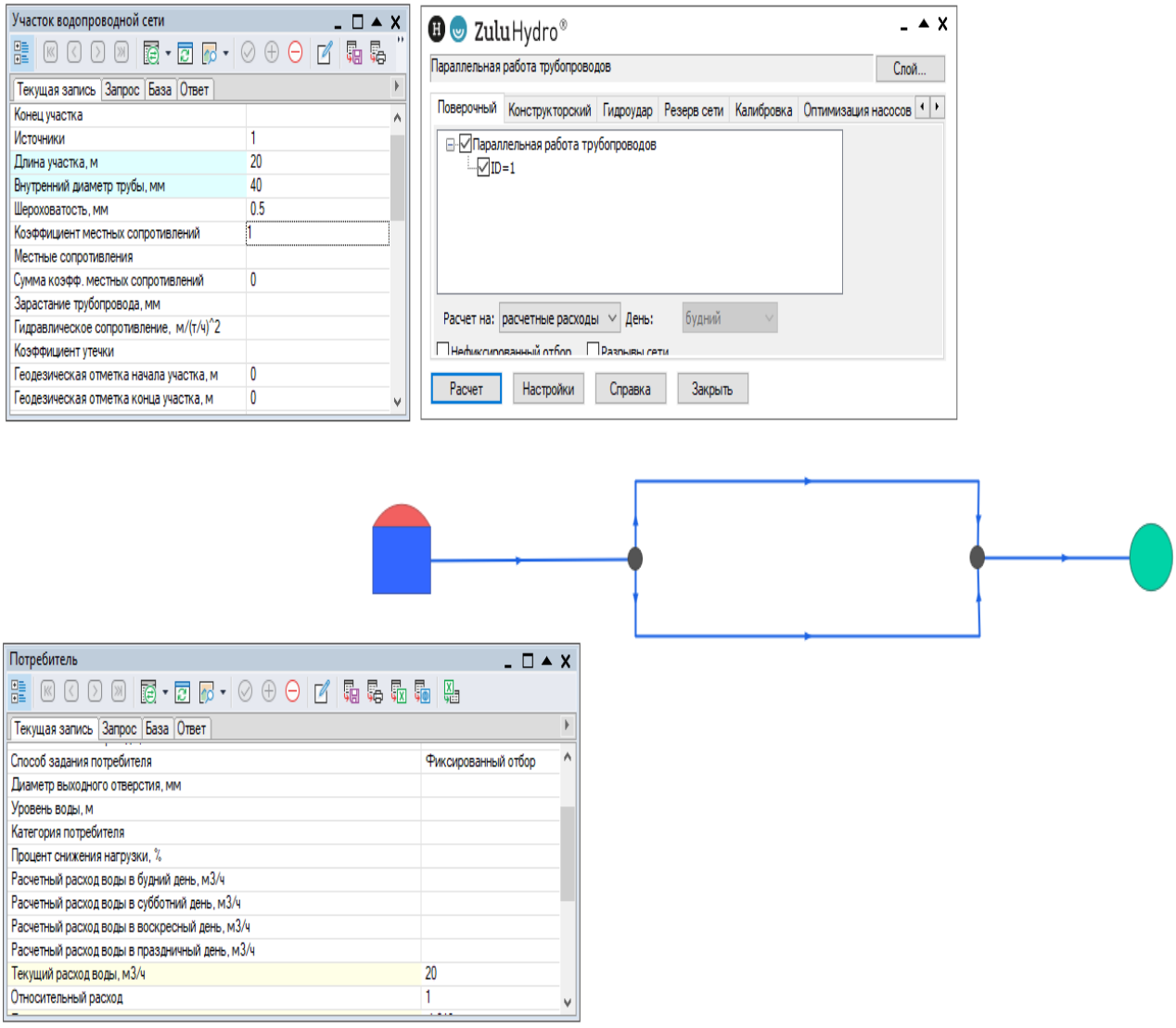


Рисунок 2 – Модель экспериментального стенда с параметрами опыта № 1

Экспериментальные результаты потокораспределения и сравнение их с теоретическими приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Экспериментальные результаты потокораспределения и сравнение их с теоретическими

Величина	Обозн.	Ед. изм.	Номер опыта				
			1	2	3	4	5
Расход по участку *b*, экспериментальный	$Q_b^э$	м^3/ч	17,3	15,0	23,7	29,6	30,0
Расход по участку *a*, экспериментальный	$Q_a^э$	м^3/ч	2,7	15,0	16,3	20,4	30,0
Расход по участку *b*, теоретический	Q_b	м^3/ч	17,2	15,0	24,6	29,3	30,0
Расход по участку *a*, теоретический	Q_a	м^3/ч	2,8	15,0	15,4	20,7	30,0
Отклонение экспериментального расхода по участку *b* с теоретическим	ΔQ_b	м^3/ч	0,10	0,00	-0,90	0,30	0,00
Отклонение экспериментального расхода по участку *a* с теоретическим	ΔQ_a	м^3/ч	-0,10	0,00	0,90	-0,30	0,00

4. Выводы. По результатам лабораторной работы сделаны следующие выводы:

1. Экспериментальные результаты сходятся с теоретическими (абсолютное отклонение не превышает 1 м^3/ч).

2. Подтверждено, что в параллельно работающих трубопроводах с общими точками разделения и слияния потоков расходы по параллельным участкам действительно распределяются пропорционально гидравлическим сопротивлениям, при этом большему гидравлическому сопротивлению соответствует меньший расход, и наоборот.

3. Выявлено, что гидравлическое сопротивление участка тем больше, чем:

а) больше его длина;

б) больше шероховатость его внутренней поверхности;

в) меньше его внутренний диаметр.

При этом в квадратичной области турбулентного течения гидравлическое сопротивление не зависит от режима движения жидкости, а значит, не зависит и от расхода. Удельное гидравлическое сопротивление не зависит ещё и от длины.

4. Программно-расчётный модуль ZuluHydro правильно описывает гидравлические процессы и может использоваться для моделирования экспериментальных стендов. Отклонения от теоретических расчётов объясняются, вероятнее всего, использованием в ZuluHydro формул для вычисления коэффициента гидравлического трения, отличных от использованных в ходе настоящей лабораторной работы (например, формулы Колбрука-Уайта [6] и т.п.).

Список литературы

1. Программно-расчётный комплекс Zulu [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.politerm.com (дата обращения: 08.01.2023).

2. Ознакомительный режим работы (демо-версии) Zulu [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.politerm.com/demo (дата обращения: 08.01.2023).

3. Об образовании в Российской Федерации : Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ : [принят Государственной Думой 21.12.2012 : одобрен Советом Федерации 26.12.2012] // Гарант : офиц. сайт. – URL: https://base.garant.ru/70291362 (дата обращения: 08.01.2023).

4. Удовин В.Г. Расчёт гидравлической установки : методические указания к выполнению курсовой работы / Удовин В.Г., Изаак С.А. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2012. – 82 с.

5. Чугаев Р.Р. Гидравлика. Л.: Энергоиздат, 1982. − 672 с.

6. Colebrook C.F., White C.M. Experiments with fluid friction in roughened pipes // Proc. Roy. Soc., Ser. A. London, 1937. – Pp. 367–381.

О РАСЧЁТЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЧАСОВОЙ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ИЗ ОБЩЕДОСТУПНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Изаак С.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

При расчёте теплогидравлических режимов в системе горячего водоснабжения отдельного здания обычно требуется знать коэффициент часовой неравномерности водопотребления в этом здании.

Коэффициент часовой неравномерности водопотребления показывает, во сколько раз средний часовой расход воды больше максимального часового. В отношении системы горячего водоснабжения можно записать:

$$k_{\text{ч}} = \frac{G_{\text{hmax}}}{G_{\text{hm}}} = \frac{Q_{\text{hmax}}}{Q_{\text{hm}}} \quad , \qquad (1)$$

где $k_{\text{ч}}$ – коэффициент часовой неравномерности потребления горячей воды;

G_{hmax} – максимальный часовой расход горячей воды;

G_{hm} – средний часовой расход горячей воды;

Q_{hmax} – максимальная часовая тепловая нагрузка горячего водоснабжения;

Q_{hm} – средняя часовая тепловая нагрузка горячего водоснабжения.

Для жилых зданий при отсутствии почасовых данных о расходах воды или теплоты в системе горячего водоснабжения, расчётный коэффициент часовой неравномерности можно принимать по [1] в зависимости от численности жителей U, таблица 1.

Таблица 1 – Коэффициент часовой неравномерности в зависимости от численности жителей

U, чел.	150	250	350	500	700	1 000	1 500	2 000
$k_{\text{ч}}$	5,15	4,5	4,1	3,75	3,5	3,27	3,09	2,97
U, чел.	2 500	3 000	4 000	5 000	6 000	7 500	10 000	20 000
$k_{\text{ч}}$	2,9	2,85	2,78	2,74	2,7	2,65	2,6	2,4

В [2] методом аппроксимации была получена аналитическая формула

$$k_{\text{ч}} = 37{,}18 \cdot U^{-0{,}505} + 2{,}19 \quad . \qquad (2)$$

Погрешность вычисления по этой формуле в сравнении с таблицей 1 на интервале значений U от 150 до 20 000 вполне удовлетворяет точности инженерного расчёта. Близкая к ней, но более лёгкая для запоминания формула

$$k_{ч} = 36 \cdot U^{-0,5} + 2,2 \ . \qquad (3)$$

также даёт результаты, не выходящие за рамки точности инженерного расчёта.

При отсутствии точных данных по численности жителей, значение U можно определить расчётным путём:

$$U = \frac{S_{ж}}{S_{ж}^{уд}} \ , \qquad (4)$$

где U – расчётная численность жителей в здании, чел.;

$S_{ж}$ – суммарная площадь жилых помещений (квартир) в здании, м^2;

$S_{ж}^{уд}$ – удельная площадь, приходящаяся на одного человека в жилом помещении, м^2/чел.

Нередко в практике производственно-технической деятельности возникает задача определить расчётный коэффициент часовой неравномерности водопотребления в системе горячего водоснабжения объекта, для которого известен лишь адрес. Причём задача эта ставится со сжатыми сроками в камеральных или приравнённых к ним условиях, когда отсутствует возможность выезда на объект для сбора недостающих исходных данных. Допустим, к примеру, что требуется определить расчётный коэффициент часовой неравномерности водопотребления в системе горячего водоснабжения жилого многоквартирного дома, расположенного по адресу[2]: проспект Гагарина, 44/2 в городе Оренбурге, причём условия и сроки расчёта ограничены рабочим местом и временем создания настоящей статьи.

В поставленных условиях задачи у нас имеется только компьютер с выходом в Интернет на рабочем месте. Таким образом из доступного арсенала средств для самостоятельного сбора исходных данных по объекту в нашем распоряжении только общедоступные публичные источники – а данных в публичном доступе в настоящее время гораздо больше, чем казалось бы.

Исходные данные:

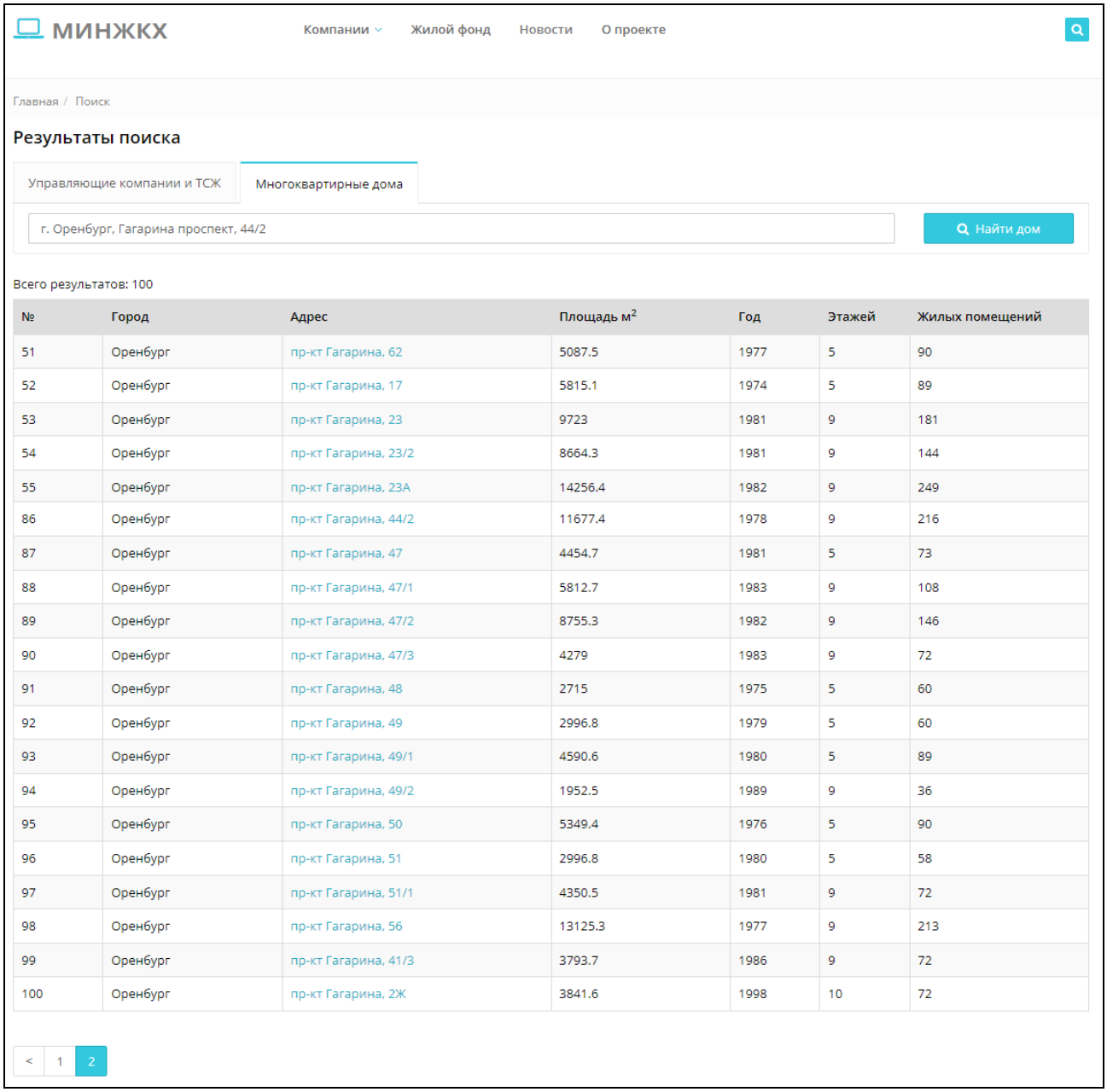
– адрес объекта: г. Оренбург, Гагарина проспект, 44/2;

– вид объекта: жилой многоквартирный дом.

Воспользуемся ресурсом https://mingkh.ru [3] – это публичный сайт, на котором собраны сведения по управляющим компаниям и многоквартирным жилым домам. На указанной веб-странице переходим на вкладку

[2] Адрес взят в качестве расчётного примера.

«Многоквартирные дома», вводим адрес, как указано выше, и нажимаем «Найти дом» – рисунок 1.



№	Город	Адрес	Площадь м^2	Год	Этажей	Жилых помещений
51	Оренбург	пр-кт Гагарина, 62	5087.5	1977	5	90
52	Оренбург	пр-кт Гагарина, 17	5815.1	1974	5	89
53	Оренбург	пр-кт Гагарина, 23	9723	1981	9	181
54	Оренбург	пр-кт Гагарина, 23/2	8664.3	1981	9	144
55	Оренбург	пр-кт Гагарина, 23А	14256.4	1982	9	249
86	Оренбург	пр-кт Гагарина, 44/2	11677.4	1978	9	216
87	Оренбург	пр-кт Гагарина, 47	4454.7	1981	5	73
88	Оренбург	пр-кт Гагарина, 47/1	5812.7	1983	9	108
89	Оренбург	пр-кт Гагарина, 47/2	8755.3	1982	9	146
90	Оренбург	пр-кт Гагарина, 47/3	4279	1983	9	72
91	Оренбург	пр-кт Гагарина, 48	2715	1975	5	60
92	Оренбург	пр-кт Гагарина, 49	2996.8	1979	5	60
93	Оренбург	пр-кт Гагарина, 49/1	4590.6	1980	5	89
94	Оренбург	пр-кт Гагарина, 49/2	1952.5	1989	9	36
95	Оренбург	пр-кт Гагарина, 50	5349.4	1976	5	90
96	Оренбург	пр-кт Гагарина, 51	2996.8	1980	5	58
97	Оренбург	пр-кт Гагарина, 51/1	4350.5	1981	9	72
98	Оренбург	пр-кт Гагарина, 56	13125.3	1977	9	213
99	Оренбург	пр-кт Гагарина, 41/3	3793.7	1986	9	72
100	Оренбург	пр-кт Гагарина, 2Ж	3841.6	1998	10	72

Рисунок 1 – Поиск объекта по адресу на сайте https://mingkh.ru

Далее в поисковой выдаче (в нашем примере это строка № 86 на рисунке 1) переходим по ссылке с нужным адресом, и открываются сведения по данному жилому многоквартирному дому, часть из которых – нужная для расчёта – приведена на рисунке 2.

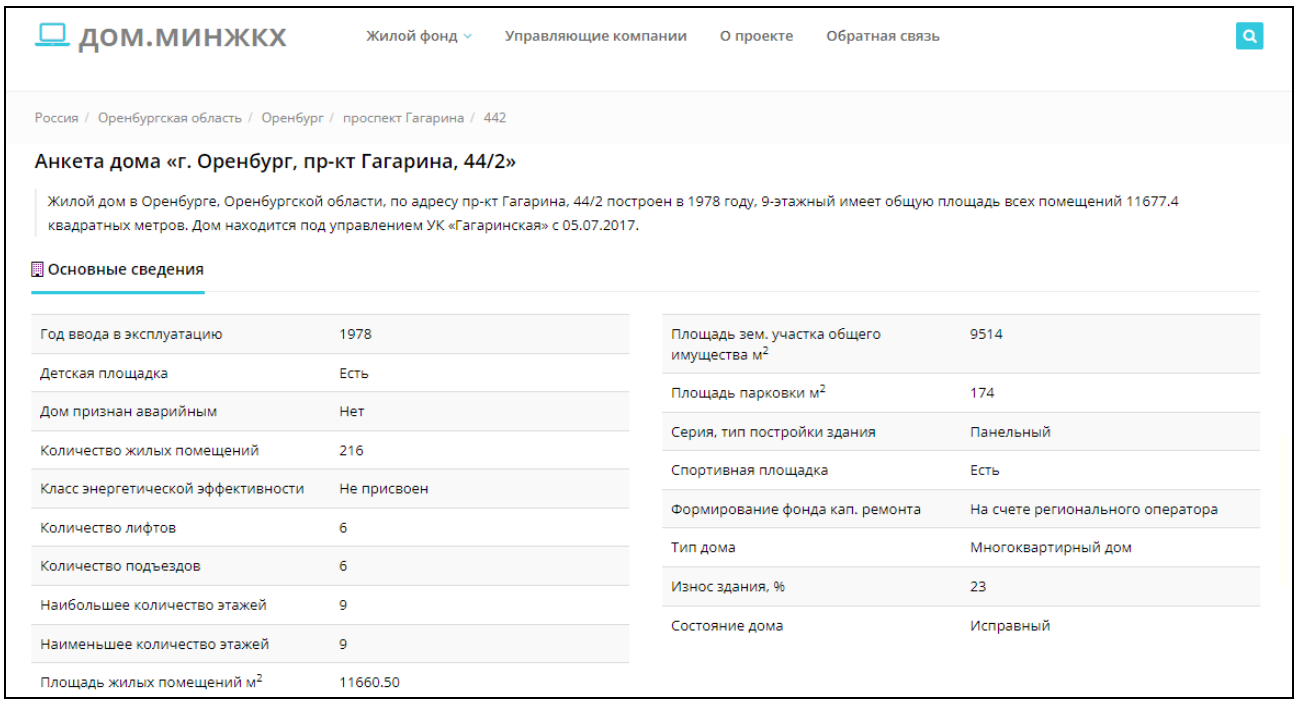


Рисунок 2 – Сведения по объекту

По данным рисунка 2 получаем суммарную площадь жилых помещений (квартир) в здании: $S_ж$ = 11 660,5 м^2.

В качестве значения удельной площади, приходящейся на одного человека в жилом помещении, можно принять норму общей/полезной площади на одного человека по [4]. Эта норма соотносится со степенью благоустройства объекта, и в нашем случае с учётом сведений по объекту с сайта https://mingkh.ru (жилой дом, оборудованный умывальниками, мойками и ваннами, 1978 года постройки), в расчёт принимаем $S_ж^{уд}$ = 20 м^2/чел.

Тогда расчётная численность жителей и коэффициент часовой неравномерности потребления горячей воды:

$$U = 11\,660{,}5 : 20 = 583 \text{ чел.}, \qquad (5)$$

$$k_ч = 37{,}18 \cdot 583^{-0{,}505} + 2{,}19 = 3{,}68\ . \qquad (6)$$

Как видим, сведения, находящиеся в свободном общем доступе через сеть Интернет, вполне могут служить источниками исходных данных при выполнении в камеральных условиях инженерных расчётов в области строительства. Зачастую это сокращает время выполнения и повышает продуктивность расчётной работы. Вот почему важно развивать навыки поиска и обработки информации из общедоступных источников у современных студентов.

Список литературы

1. СП 41-101-95. Проектирование тепловых пунктов.

2. Изаак С.А. Аппроксимация таблично заданных зависимостей при расчетах систем теплоснабжения [Электронный ресурс] / С.А. Изаак // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф. (с междунар. участием), Оренбург, 26-27 янв. 2022 г. / Оренбург. гос. ун-т ; ред. А. В. Пыхтин. – Оренбург : ОГУ, 2022. – . – С. 2487–2492. – 6 с.

3. МинЖКХ – некоммерческий общественный инициативный проект повышения общественной осведомлённости в области функционирования управляющих компаний и ТСЖ [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://mingkh.ru (дата обращения: 13.01.2023).

4. СП 124.13330. Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003.

ОБ ОДНОЙ ПРИМЕЧАТЕЛЬНОЙ ЗАДАЧЕ РАСЧЁТА РАСХОДА ВОДЫ И ТЕПЛОВОЙ МОЩНОСТИ В СИСТЕМЕ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Изаак С.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В практике инженера-теплотехника нередко возникает задача рассчитать расход воды и потребную тепловую мощность в системе горячего водоснабжения.

Задача, о которой пойдёт речь в настоящей статье, возникла в декабре 2022 года и заключалась в следующем. В административно-бытовом здании, которым пользуется персонал в две смены круглосуточно, планировалась замена существующего физически изношенного и морально устаревшего кожухотрубного теплообменника одноступенчатой однопоточной водоподогревательной установки системы горячего водоснабжения на пластинчатый. Необходимо определить потребную тепловую мощность теплообменника, соответствующую максимальной тепловой нагрузке системы горячего водоснабжения.

Так как проект системы горячего водоснабжения административно-бытового здания к моменту решения задачи был утрачен, задавалось выполнить новый расчёт. Отдельное требование было предъявлено к точности данного расчёта с целью исключения неоправданных затрат на теплообменник с избыточной площадью теплообмена или же напротив, избежания рисков недостатка этой самой площади.

С учётом вышеотмеченного было решено выполнить расчёт:

а) по данным замеров фактического потребления горячей воды.

б) по справочным удельным нормам потребления горячей воды;

в) по методике СП 30.13330.2020 [1].

По результатам непосредственного обследования административно-бытового здания установлено, что система горячего водоснабжения обслуживает следующие водоразборные (санитарно-технические) приборы:

– душевые сетки (душ в групповой установке со смесителем) в количестве 9 шт.;

– умывальники общего пользования со смесителями в количестве 15 шт.;

– мойки общего пользования со смесителями, выполняющие функции умывальников (рукомойников), в количестве 4 шт.

Также отдельным указанием требовалось принять температуру горячей (нагреваемой) воды 65 ^{o}C на выходе из теплообменника. Расчётная температура холодной (водопроводной) воды на входе в теплообменник составляет 5 ^{o}C [4].

Плотность воды в данном инженерном расчёте принята 1000 кг/м^3 с пренебрежением зависимости её от температуры, то есть 1 т ≈ 1 м^3. Теплоёмкость воды в принятой системе единиц составляет 1 ккал/(кг · °С).

Расчёт по данным замеров фактического водопотребления. С целью замера максимального фактического потребления горячей воды в административно-бытовом здании, на выходе подающего трубопровода Т3 из теплообменника был установлен исправный, поверенный и откалиброванный электромагнитный расходомер по следующей схеме, рисунок 1.

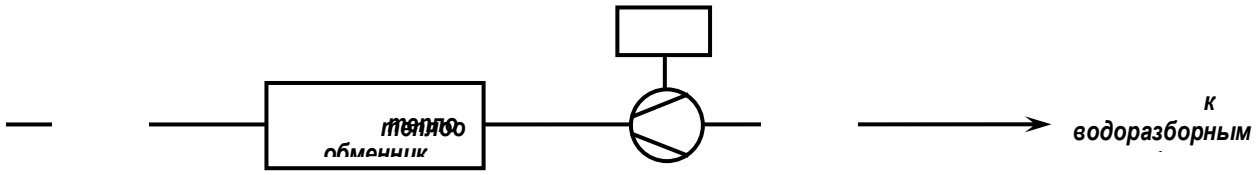


Рисунок 1 – Схема включения расходомера

Замеры производились с применением двух подходов:

1. Единовременно полностью открыты все водоразборные приборы по горячей воде – смоделирована расчётная ситуация максимального водоразбора. Данная ситуация поддерживалась в течение 10 минут (время, достаточное для перехода системы водоснабжения в стационарный гидравлический режим и нивелирования инерционности показаний прибора учёта) в течение которых максимальный расход воды зафиксирован на отметке G_{hmax} = 3,29 м^3/ч.

Тепловая мощность, требуемая для нагрева этого расхода воды от 5 °С до 65 °С, Q_{hmax}, составляет:

$$Q_{hmax} = 3{,}29 \cdot 1000 \cdot (65 - 5) \cdot 1 = 197\,400 \text{ ккал/ч}. \quad (1)$$

2. Прибор учёта фиксировал с интервалом 5 минут фактическое действительное потребление горячей воды в здании в период с 28.12.2022 09:00 по 30.12.2022 09:00 включительно (двое полных суток). Зафиксированы следующие максимумы потребления, таблица 1.

Таблица 1 – Зафиксированные максимумы разбора горячей воды в здании в период с 28.12.2022 09:00 по 30.12.2022 09:00

Дата	Время	Расход воды, м^3/ч	Примечание
28.12.2022	20:00	3,25	Окончание дневной смены
29.12.2022	07:50	3,19	Окончание ночной смены
29.12.2022	19:55	3,13	Окончание дневной смены
30.12.2022	07:45	3,21	Окончание ночной смены
Усреднённый максимум		3,20	Сглаживает случайные колебания пиков водоразбора

Тепловая мощность, требуемая для нагрева усреднённого максимума расхода воды от 5 °С до 65 °С, составляет:

$$Q_{hmax} = 3{,}20 \cdot 1000 \cdot (65 - 5) \cdot 1 = 192\,000 \text{ ккал/ч.} \quad (2)$$

Расчёт по справочным удельным нормам потребления горячей воды. Методика расчёта тепловой нагрузки горячего водоснабжения по справочным удельным нормам потребления горячей воды в зданиях и системах различного назначения приведена в [2, с. 327–335]. В соответствии с этой методикой, расчётная максимальная часовая тепловая нагрузка горячего водоснабжения душевых сеток:

$$Q_{hmax}^{душ} = m_{душ} \cdot a_{душ} \cdot (t_h - t_c) \cdot c = 9 \cdot 270 \cdot (65 - 5) \cdot 1 = 145\,800 \text{ ккал/ч} \quad , \quad (3)$$

где $Q_{hmax}^{душ}$ – максимальная часовая тепловая нагрузка горячего водоснабжения душевых сеток, ккал/ч;

$m_{душ}$ – число одновременно работающих душевых сеток (согласно указанию [2, с. 334]); в нашем случае m = 9;

$a_{душ}$ – норма расхода горячей воды для потребителя «Душевые в бытовых помещениях промышленных предприятий и спортивных сооружений» по [2, с. 328, табл. XXII.9]; a = 270 л на 1 душевую сетку в час;

t_h – расчётная температура нагреваемой горячей воды на выходе из водоподогревательной установки, которую задано принять равной 65 °С для обеспечения, в соответствии с [3, пункт 2.4], температуры горячей воды в точках водоразбора не ниже 60 °С с учётом тепловых потерь подающими и циркуляционными трубопроводами внутренней системы горячего водоснабжения;

t_c – расчётная температура исходной нагреваемой воды, поступающей в водоподогревательную установку из хозяйственного-питьевого (бытового) водопровода, принимаемая равной 5 °С [4];

c – теплоёмкость воды, составляет 1 ккал/(кг · °С).

Произведение $G_{hmax}^{душ} = 9 \cdot 270 = 2\,430$ л/ч = 2,43 м^3/ч представляет собой максимальный часовой расход горячей воды на душевые сетки.

Максимальная часовая тепловая нагрузка горячего водоснабжения умывальников (моек):

$$Q_{hmax}^{ум} = (m_{ум} + m_{мк}) \cdot a_{ум} \cdot (t_h - t_c) \cdot c = (15 + 4) \cdot 40 \cdot (65 - 5) \cdot 1 = 45\,600 \text{ ккал/ч} \quad , \quad (4)$$

где $Q_{hmax}^{ум}$ – максимальная часовая тепловая нагрузка горячего водоснабжения умывальников и моек, выполняющих функцию умывальников (рукомойников), ккал/ч;

($m_{ум} + m_{мк}$) – общее число указанных умывальников и моек, в нашем случае оно равно 15 + 4 = 19;

$a_{ум}$ – норма расхода горячей воды для потребителя «Краны умывальников общего пользования» по [2, с. 329, табл. XXII.9]; a = 40 л на 1 умывальник в час.

Произведение $G_{hmax}^{ум} = 19 \cdot 40 = 760$ л/ч = 0,76 м^3/ч представляет собой максимальный часовой расход горячей воды на умывальники и мойки общего пользования.

Общая максимальная часовая тепловая нагрузка системы горячего водоснабжения:

$$Q_{hmax} = Q_{hmax}^{душ} + Q_{hmax}^{ум} = 145\,800 + 45\,600 = 191\,400 \text{ ккал/ч} \quad . \qquad (5)$$

Общий максимальный часовой расход горячей воды:

$$G_{hmax} = G_{hmax}^{душ} + G_{hmax}^{ум} = 2{,}43 + 0{,}76 = 3{,}19 \text{ м}^3\text{/ч} \quad . \qquad (6)$$

Расчёт по методике СП 30.13330.2020. Исходные данные для расчёта приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Исходные данные для расчёта по методике СП 30.13330.2020

Водопотребитель, санитарно-технический прибор	Подход к расчёту	Измеритель	Кол-во измерителя, U	Число водоразборных приборов по горячей воде, N^h	Норма расхода горячей воды потребителем в час наибольшего водопотребления	Секундный расход горячей воды прибором, л/с	Часовой расход горячей воды прибором, л/ч	Ссылка на СП 30.13330.2020
					$q^h_{hr,u}$	q^h_0	$q^h_{0,hr}$	
Душевая в бытовом помещении промышленного предприятия	как единый водопотребитель (с учётом вероятности одновременной работы приборов)	1 душевая сетка	9	9	230	0,14	270	Таблица А.2
Умывальник (рукомойник) с водоразборным краном	как отдельные приборы	1 прибор	19	19	не требуется		40	Таблица А.1

Часовая вероятность одновременной работы для душевых сеток [1], [5]:

$$P^h_{hr} = \frac{q^h_{hr,u} \cdot U}{q^h_{0,hr} \cdot N^h} = \frac{230 \cdot 9}{270 \cdot 9} = 0{,}85 \quad , \qquad (7)$$

$\alpha^{h} = 1{,}8$ по [1, табл. Б.1] при часовой вероятности одновременной работы водоразборных приборов по горячей воде $P_{h}^{hr} = 0{,}85$ (>0,1) и числе водоразборных приборов по горячей воде $N^{h} = 9$ (<200).

$$G_{hmax}^{душ} = q_{hr}^{h,душ} = 0{,}005 \cdot q_{0,hr}^{h} \cdot \alpha^{h} = 0{,}005 \cdot 270 \cdot 1{,}8 = 2{,}43 \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (8)$$

$$Q_{hmax}^{душ} = q_{hr}^{h,душ} \cdot 1000 \cdot (t_h - t_c) \cdot c = 2{,}43 \cdot 1000 \cdot (65 - 5) \cdot 1 = 145\,800 \text{ ккал/ч}. \quad (9)$$

Для умывальников и моек:

$$G_{hmax}^{ум} = q_{hr}^{h,ум} = q_{0,hr}^{h} \cdot N^{h} = (40 \cdot 19) : 1000 = 0{,}76 \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (10)$$

$$Q_{hmax}^{ум} = q_{hr}^{h,ум} \cdot 1000 \cdot (t_h - t_c) \cdot c = 0{,}76 \cdot 1000 \cdot (65 - 5) \cdot 1 = 45\,600 \text{ ккал/ч}. \quad (11)$$

Для всей системы:

$$Q_{hmax} = Q_{hmax}^{душ} + Q_{hmax}^{ум} = 145\,800 + 45\,600 = 191\,400 \text{ ккал/ч}. \quad (12)$$

Общий максимальный часовой расход горячей воды:

$$G_{hmax} = G_{hmax}^{душ} + G_{hmax}^{ум} = 2{,}43 + 0{,}76 = 3{,}19 \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (13)$$

Сопоставление результатов расчёта различными способами. Свод результатов расчёта различными способами максимальной тепловой нагрузки горячего водоснабжения приведён в таблице 3.

Таблица 3 – Свод результатов расчёта

Метод расчёта		G_{hmax}, м³/ч	Q_{hmax}, ккал/ч
Теоретический (по справочникам и нормам СП)	По справочным удельным нормам потребления горячей воды в зданиях различного назначения	3,19	191 400
	По нормам СП 30.13330.2020	3,19	191 400
Практический (по результатам фактических измерений)	По данным смоделированной ситуации максимального водоразбора	3,29	197 400
	По данным измерения действительных максимумов фактического потребления горячей воды в здании	3,20	192 000

Очевидно, всеми тремя способами получен практически один и тот же результат. Относительное расхождение между максимальным и минимальным значением (по расходам) составляет:

$$\Delta_{отн} = [(3{,}29 – 3{,}19) : 3{,}19] \cdot 100 = 3{,}13\ \%\ \ , \qquad (14)$$

а абсолютное

$$\Delta_{абс} = (3{,}29 – 3{,}19) = 0{,}1\ м^3/ч\ \ . \qquad (15)$$

Подобные расхождения несущественны для инженерных расчётов.

Список литературы

1. СП 60.13330.2020 «Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*».

2. Панин В.И. Справочное пособие теплоэнергетика жилищно-коммунального хозяйства. – М.: Стройиздат, 1970. – 417 с.

3. СанПиН 2.1.4.2496-09. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения.

4. СНиП 2.04.07-86* Тепловые сети.

5. Самарин О.Д. О расчёте расхода воды в системах холодного и горячего водоснабжения. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=2296 (дата обращения: 10.01.2023).

АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННОГО И ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА С ДОБАВЛЕНИЕМ ОТХОДОВ

Гурьева В.А., д-р. техн. наук, доцент, Ильина А.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Производство строительных материалов с добавлением отходов привлекает к себе внимание во всем мире не только возможностью улучшения физико-механических свойств изделий, но и реализацией альтернативных способов утилизация отходов и улучшения экологической ситуации в регионах их производства и хранения. Керамические строительные материалы это одна из перспективных сфер утилизации отходов.

В строительном секторе все больше уделяется внимания реализации принципов промышленной экологии, которые улучшают экологические характеристики строительных материалов. Включение промышленных отходов в строительные продукты привлекает внимание как средство достижения двух целей: сокращение потребления природных ресурсов и энергоносителей при производстве конечных материалов, минимизация количества отходов, предназначенных для утилизации.

В работе [1] российские ученые доказывают актуальность использования размолотого марганецсодержащего доменного шлак Новокузнецкого металлургического комбината в количестве 5-20% в производстве керамического кирпича, что способствует снижению загрязнения окружающей природной среды, определяет изменение фазового состава кирпича в процессе обжига, изменению свойств и цвета изделия.

В исследовании [2] предложено заменить дефицитные традиционные глинистые материалы на отходы производства для получения сейсмостойкого обожженного керамического кирпича прочностью от 17,6 до 19,5 МПа. Исключение природных материалов из состава керамических масс также будет способствовать охране окружающей среды.

При проведении ремонтных работ в больших объемах образуются кирпичные отходы, которые в основном вывозятся на свалки твердых бытовых отходов (ТБО). При этом не только значительно увеличиваются объемы свалок, но и безвозвратно теряется невозобновимое минеральное сырье, ресурсы которого ограничены. Авторами в работах [3,4] предложены технологии рециклинга керамического кирпича - возвращение в производственный цикл измельченного боя в качестве отощающей добавки.

Ученые [5] разработали технологию производства глиняного кирпича с добавлением сельскохозяйственных твердых отходов (шелухи овса, шелухи ячменя и др. вторичного сырья) и получили кирпич, характеризующийся

свойствами: плотность 1300 - 1800 кг/м^3, прочность на сжатие 3,3-9,5 МПа, водопоглощение 14-28 %.

Исследованиями ученых [6] разработан эффективный метод переработки промышленных побочных продуктов (шамот, гранулированный доменный шлак) для создания геополимеров, что приносит значительную выгоду для экологического сектора. Результативные экологические решения по утилизации доменного шлака и др. также представлены в [7].

В статье [8] обоснована утилизация феррохромного шлака в производство керамического кирпича, что наряду с экологической выгодой позволяет получать керамический кирпич с повышенными теплоизоляционного свойствами. Также получение кирпича, состоящего из вспученного перлита, цеолита, доменного шлака и глины, с прочностью до 36МПа и повышенными теплоизоляционного свойствами, представлено в [9].

Использование отходов горно-металлургической промышленности (шлака Fe-Si-Mn и порошка стеатита) [10] обеспечивает получение глиняно-известкового, прочностью 2,0МПа.

Использование таких промышленных отходов как осадки сточных вод, зола и шлак в различной комбинации позволило исследователем [11,12] доказать перспективность их использования при производстве строительных материалов.

Перспективность использования никелевого шлак, как специальной добавки, влияющей на свойства готовой продукции, представлено в [13,14].

В результате сравнения элементов диаграммы (см. рисунок 1) оценки жизненного цикла от создания до утилизации установлено, что включение отходов в керамический кирпич приводит к уменьшению количества влияния вновь добываемых, невозобновляемых ресурсов (при производстве традиционного кирпича), снижению количества газа, необходимого для обжига, в результате снижения температуры обжига при сохранении высоких физико-механических свойств готового изделия и пр. Эти преимущества обусловлены снижением затрат на захоронение отходов, и потребности в топливе для производства.

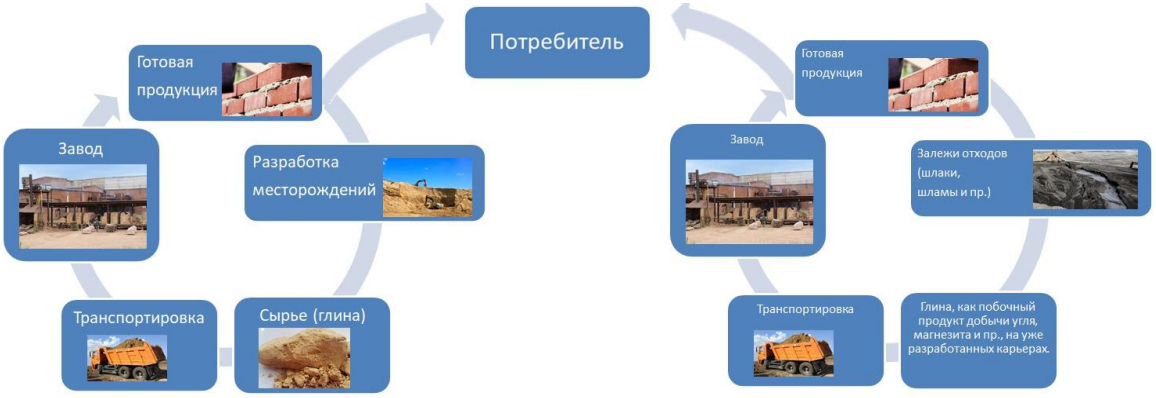


Рисунок 1 – Жизненный цикл традиционного кирпича и кирпича с отходами

Технологический процесс приготовления керамического кирпича с применением отходов не имеет принципиальных отличий и не требует закупки дополнительного дорогостоящего оборудования, поэтому может изготавливаться на заводах по технологии традиционного керамического кирпича.

На рисунке 2 представлен технологический процесс приготовления керамического кирпича с применением никелевого шлака в лабораторных условиях. Глина и шлак предварительно обезвоживались в сушильном шкафу при температуре 100-110°С до постоянной массы, затем подвергались помолу в лабораторной шаровой мельнице. Компоненты дозировались, перемешивались вначале всухую, а затем массу увлажняли до формовочной влажности 22 % и выдерживали в эксикаторе в течение суток для равномерного распределения влаги и набухания глинистых частиц. Из приготовленной массы формовались образцы в виде кубиков размером 20х20х20 мм и плиточек размером 50х50х5мм. Затем образцы высушивались в сушильном шкафу и обжигались в лабораторной муфельной печи. После охлаждения образцов определялись физико-механические свойства: прочность, плотность и водопоглощенние.

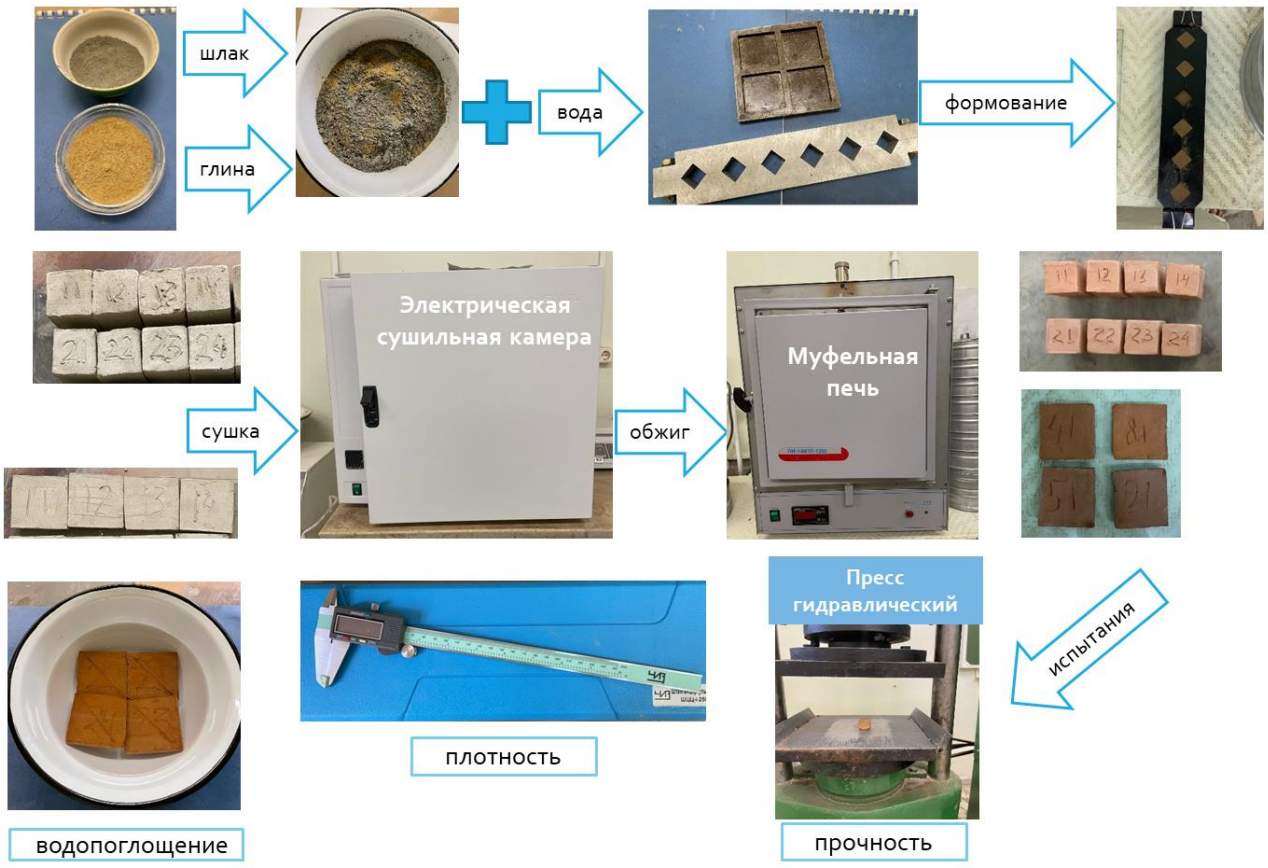


Рисунок 2 – Технологический процесс приготовления керамического кирпича с применением никелевого шлака в лабораторных условиях

Анализируя исследования в сфере утилизации отходов в производство керамического кирпича и их перспективность можно сделать следующие выводы:

1) Экономия невозобновляемых природных ресурсов - глин.

2) Улучшение экологической обстановки в результате утилизации отходов в производство керамического кирпича.

3) Снижение выбросов газа, необходимого для обжига вследствие снижения температуры обжига при сохранении высоких физико-механических свойств готового изделия.

4) Освобождение территории, занимаемых отходами земель.

5) Производство высокомарочного, а также сейсмостойкого кирпича с повышенными физико-механическими свойствами.

Список литературы

1. Красновских, М.П Применение шлака черной металлургии при производстве керамического кирпича/ М.П. Красновских, И.Г. Мокрушин, Ю.И. Некрасова, В.В. Автухович // Construction materials. -2019.- №9.

2. Абдрахимова, Е.С. Использование отходов цветной металлургии и топливно-энергетического комплекса в производстве сейсмостойкого кирпича снижает экологический ущерб водоемам и водотокам самарской области Е.С. Абдрахимова, В.З. Абдрахимов Владимир // Эксперт: теория и практика.- 2021.- №1 (10).

3. Zawrah, M. Recycling and utilization assessment of waste fired clay bricks (Grog) with granulated blast-furnace slag for geopolymer production/Zawrah, M., Gado R., Feltin N., Ducourtieux, S., Devoille L. //Process Safety and Environmental Protection.- 2016.-№ 103.-pp. 237–251

4. Иванов Ф. И., Исакова Е. В., Гардер Е. А., Коротаева З. А. Получение огеупорной керамики путем рециклинга огнеупорного лома // Вестник КемГУ. 2010. №1

5. Kizinievič, O. Eco-friendly fired clay brick manufactured with agricultural solid waste/ O. Kizinievič, V. Kizinievič , I. Pundiene , D. Molotokas //Archives of Civil and Mechanical Engineering., 2018.- №18.- pp.1156-1165

6. Zawraha, M.F. Recycling and utilization assessment of waste fired clay bricks (Grog) with granulated blast-furnace slag for geopolymer production/ M.F. Zawraha, R.A. Gado, N. Feltinb, S. Ducourtieuxb, L. Devoille // Process Safety and Environmental Protectio, 2016.- №103.- pp. 237-251

7. Salimi, M. Mechanical and compressibility characteristics of a soft clay stabilized by slag-based geopolymers and mixtures /M. Salimi, G. Ali // Applied Clay Science .- 2020. - № 184 (105390)

8. Gencel, O. Properties of bricks with waste ferrochromium slag and zeolite/ O.Gencel, M. Sutcu, E. Erdogmus, V. Koc , V. Veli Cay, M. Sabri Gok// Journal of Cleaner Production 2013.-№ 59.-pp.111-119

9. Ahmadia, P. Characteristics of heat insulating clay bricks made from zeolite, waste steel slag and expanded perlite/ P.Ahmadia , A. Ardeshira, A. Ramezanianpourb, H. Bayat //Ceramics International.- 2018.- №44.- pp.7588-7598

10. Welington L. Ferreira Incorporation of residues from the minero-metallurgical industry in the production of clayelime brick / Welington L. Ferreira,

Erica L. Reis, Rosa M.F. Lima // Journal of Cleaner Production.- 2015ю-№ 87.- pp. 505-510

11. E. Esmeray , M. Atıs Utilization of sewage sludge, oven slag and fly ash in clay brick production, Construction and Building Materials 194,(2019) 110-121

12. Balasubramaniam, T. Effectiveness of industrial waste materials used as ingredients in fly ash brick manufacturing/T. Balasubramaniam, P.M.Sharan Karthika, S.Sureshkumar, M.Bharathb, M.Arunc// Materials Today: Proceedings .- 2021.-№49.-pp. 7850-7858

13. Zhanga, C Preparation and properties of foam ceramic from nickel slag and waste glass powder/ C. Zhanga, X. Wang, H. Zhu, Q. Wua, Z. Hu , Z. Feng, Z. Jia //Ceramics International.-2020.-№ 46.- pp. 623-628

14. Wu, Q. Utilization of nickel slag as raw material in the production of Portland cement for road construction / Q. Wu, Y. Wu, W. Tong,H. Ma //Construction and Building Materials.-2018.-№193.- pp.- 426-434

АРХИТЕКТУРА РЕГИОНАЛЬНОГО ТУРИЗМА В МИРОВОЙ ПРАКТИКЕ

Саттаров Д.Н., Капралова Е.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

На сегодняшний день в мировой практике туристический сектор получает широкое развитие, где все большее внимание уделяется развитию регионального туризма. Региональный туризм - это достаточно сложная, организованная система, которая формируется из множества элементов (рекреационные ресурсы, туристская инфраструктура, экологическая и личная безопасность и др.). Все элементы взаимосвязаны между собой, выполняют функции удовлетворения туристских потребностей в границах определенной территории и являются необходимыми условиями его развития. Также под региональным туризмом следует понимать туристскую деятельность, характерную для конкретного региона, совокупности стран или территорий с однотипными условиями развития туризма и схожим уровнем туристской освоенности. Об этом новом направлении в архитектуре туризма и пойдет речь.

1. Определение архитектуры регионального туризма. Понятия «туристский центр» и «центр туризма». Историческая справка.

Архитектура регионального туризма – это архитектура, которая выражена комплексами зданий и сооружений, ставшими центрами туристического притяжения.

Необходимо утонить, что понятия «центр туризма» и «туристский центр» различны и отличаются друг от друга как объективное от субъективного. Определение «туристский центр» обозначает уровень информированности туристов. Понятие «центр туризма» раскрывает ресурсную характеристику местности, что позволяет отразить региональные особенности местности и раскрыть функциональный характер объекта.

Центр туризма представляет собой визитную карточку района (региона) и является определяющим элементом туристической сферы. Это место, где посетители получают информацию о региональных особенностях, достопримечательностях, исторических ценностях местности, а также сопутствующие рекреационные услуги.

В зависимости от специфики основных направлений деятельности центра туризма, а также учитывая исторические, природные, экологические и другие особенности территории, центр может осуществлять различные функции (информационную, эколого-просветительскую, познавательно-развлекательную) (Рис. 1).

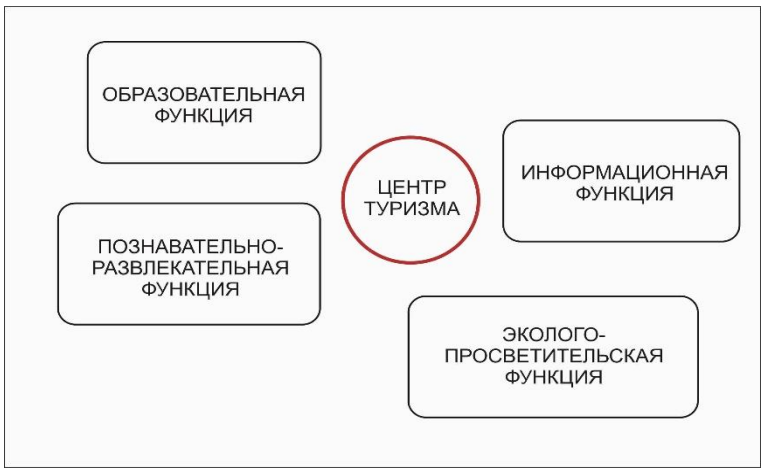


Рисунок 1 – Схема возможных функций центра туризма

Понятие «региональный туризм» получило распространение в мире туризма в 90-х годах XX века, когда традиционная практика путешествий по одной стране стала дополняться поездками в несколько соседних государств и, параллельно с национальными туристическими пространствами, появились региональные. Регионализация туризма чрезвычайно благоприятна для развития туристической отрасли регионов, позволяя привлечь большее количество путешественников и стимулируя устойчивое развитие туристической индустрии.

2. Архитектура регионального туризма в мировой практике.

В настоящее время создание региональных центров туризма происходит по всему миру. Такая архитектура старается подчеркнуть яркие региональные особенности местности. Так, в региональных центрах туризма прослеживается отражение образа традиционных жилищ. Также отражение региональных особенностей проявляется в конструкциях, где архитектура формируется, ориентируясь на традиционную строительную систему. Такие центры туризма зачастую имеют малую этажность, тем самым пытаясь максимально воспроизвести традиции регионального строительства.

Отражение в образе объекта передается с помощью местных материалов и характерных национальных цветов. Таким образом, строительство новой архитектуры отражается в преемственности к традициям с целью демонстрации ярких региональных особенностей. В данном случае региональная архитектура как стилевое направление «регионализм» проявляется наиболее ярко.

Кроме того, функции центров туризма содержат в себе региональные ценности, которые являются привлекательными с точки зрения туризма. Если в регионе есть развитие ручных промыслов, то внутри центра появляются образовательные классы и мастерские по обучению древнему мастерству, если регион богат историей и событиями, то образуются музеи, если центр туризма

расположен на территории заповедника, то он отражает функции краеведческого музея или научного центра.

Примером активного развития региональной культуры является Китай, где в регионах формируются туристические центры, выраженные полной интерпретацией китайских деревень с максимальным отражением быта прошлых времен.

Так, «Деревня бамбуковых ремесел», которая расположена в округе Даомин, городе Чунчжоу провинции Сычуань, в более чем 50 километрах от городской территории, имеет атмосферу сельской жизни, не менявшейся сотни лет (Рис. 2).



Рисунок 2 – «Деревня бамбуковых ремесел».

Ее народ является типичным представителем местной среды обитания - Лин Пан, со своим народным нематериальным культурным наследием - плетением из бамбука. Главным объектом этого туристического комплекса выступает информационный центр с обучающими классами по обработке и плетению бамбука (Рис. 3).

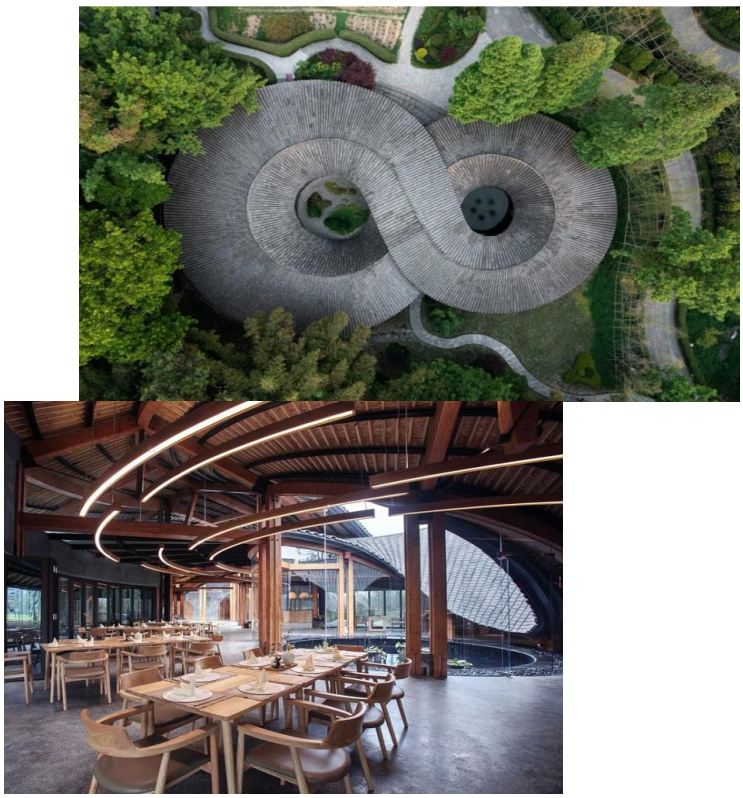


Рисунок 3 – «Деревня бамбуковых ремесел». Информационный центр

Сам поселок, расположенный в пригороде, полностью воссоздает быт и образ древних поселении. Углубленно в лесные зоны расположены малоэтажные дома для проживания туристов. В «Деревне бамбуковых ремесел» проживание предусматривается отелями и молодежными лагерями (Рис. 4).



Рисунок 4 – «Деревня бамбуковых ремесел». Жилые корпуса

Стоит подчеркнуть, что подобные туристические деревни представляют собой комплексы зданий и сооружений, подчиненные единому функциональному смыслу (Рис. 5).



Рисунок 5 – «Деревня бамбуковых ремесел». План комплекса
1 – общественный центр; *2* – туристско-информационный центр; *3* – отели; *4* – лагеря для подростков и малоэтажные дома; *5* – культурный центр;

Другим примером региональной туристической архитектуры является Цзиндэчжэньский Императорский музей печей, который также находится в Китае**.**

«Природная архитектура» - так звучит философия, на которую опирались архитекторы студии Zhu Pei Architects при проектировании Цзиндэчжэньского Императорского музея печей. Компания специализируется на плавной интеграции новых проектов в контекст, имеющий особое природное, культурное и историческое значение (Рис. 6). В каждой работе архитекторы исследуют взаимосвязь между историей, уходящей корнями в природные и культурные особенности конкретной территории, и инновациями, определяющими революционное мышление в архитектуре.

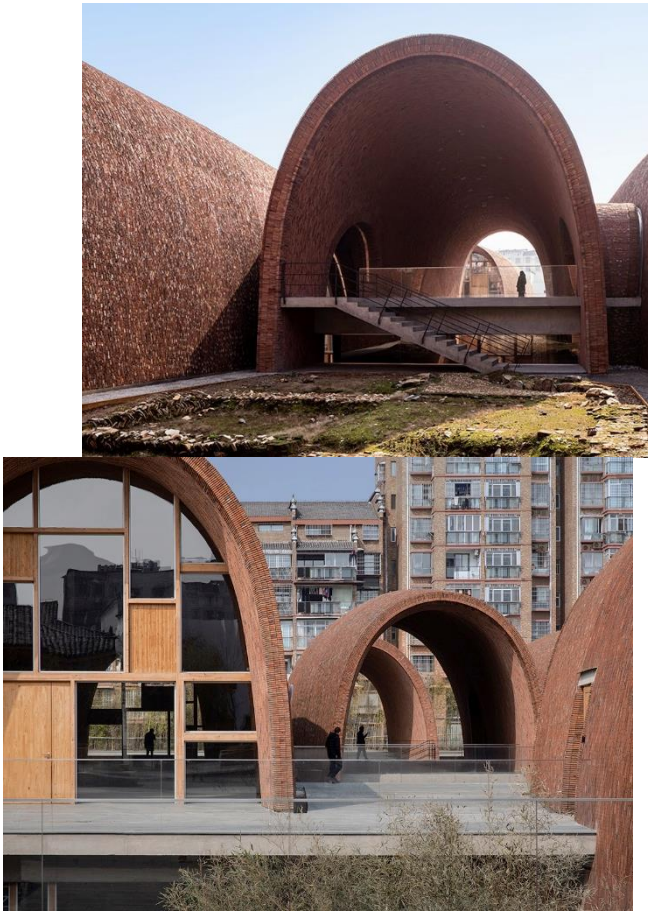


Рисунок 6 - Цзиндэчжэньский Императорский музей печей. Общий вид

Первые поселения города развивались вокруг печных комплексов по производству фарфора. Большинство переулков между печами всегда подходили к реке Чанг, чтобы транспортировать фарфоровые изделия (Рис. 7). И современный Цзиндэчжэньский Императорский музей печей повторяет такую геометрию (Рис. 8).



Рисунок 7 - Цзиндэчжэньский Императорский музей печей. Объемно-планировочное решение



Рисунок 8 - Цзиндэчжэньский Императорский музей печей. Объемно-планировочное решение

Кирпичная арка - основная конструкция музейного комплекса. Это отсылка к традиционной форме печи. Комплекс состоит из почти дюжины зданий. Его общая площадь более 10 тысяч квадратных метров (Рис. 9). Каждая кирпичная арка имеет свои размеры и радиус. Современные постройки были тщательно интегрированы в исторические руины, включая остатки построек, найденных уже после начала строительства. Но самое важное, что кирпич, использовавшийся в исторических зданиях, интегрирован в новые конструкции наравне с современными кирпичами. Также в строительстве использовался бетон, который заливался между двумя слоями кирпичной кладки - внешним и внутренним.

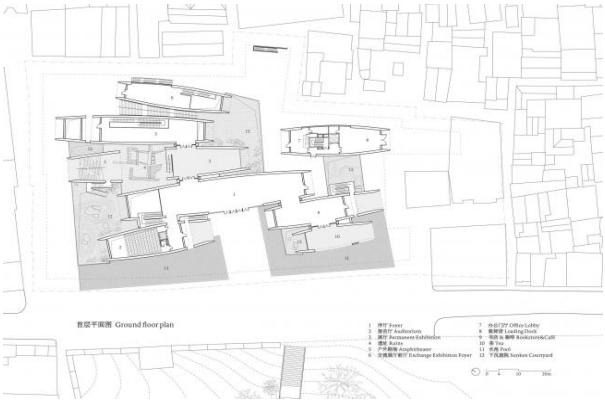


Рисунок 9 - Цзиндэчжэньский Императорский музей печей. План комплекса

На сегодняшний день, объекты туризма претерпевают яркие изменения. Это связанно с активно развивающимися требованиями сектора туризма, которые влекут к увеличению функций туристического объекта. Объекты туризма все чаще включают функции музея, информационного центра, образовательного центра, транспортного узла, научного центра, спортивного ядра, и т.д.

Анализируя современные тенденции развития туризма, прослеживается явная популяция создания региональных туристических комплексов, сочетающих в себе образовательную функцию, функцию досуга и отдыха.

Проектирование таких комплексов приводит к улучшению экономических и туристических показателей регионов, что подчеркивает важность и актуальность проектирования такого рода объектов. Происходит развитие культурно-познавательного и экологического направления, с целью сохранения природных ценностей и изучения местного региона, а также сельского (этнического) туризма.

Список литературы

1. https://www.architime.ru/news/zhu_pei_architects/jingdezhen_imperial_kiln_museum.htm#1.jpg – «Кирпичные арки и природная архитектура: в китайской "столице фарфора" появился новый музей», Олег Сочалин;
2. https://www.architime.ru/specarch/renzo_piano/cultural_center.htm#1.jpg – «Культурный центр имени жан-мари тжибау от ренцо пьяно»;
3. https://research-journal.org/archive/6-84-2019-june/arxitektura-regionalnogo-turizma-v-mirovoj-praktike - «Архитектура регионального туризма в мировой практике», Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2019;
4. https://tourlib.net/statti_tourism/zaliznyak.htm - «Региональный туризм: основные признаки и условия развития», Вестник Волгоградского государственного университета, Зализняк Е. А., 2011;
5. https://www.archdaily.com/894982/bamboo-craft-village-archi-union-architects - «Деревня бамбуковых ремесел», Archi-Union Architects, 2018.

О ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕПЛАНИРОВКИ КВАРТИР В ТИПОВЫХ ДЕВЯТИЭТАЖНЫХ КРУПНОПАНЕЛЬНЫХ ДОМАХ 121 СЕРИИ

Касимов Р.Г., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

С середины 50-х годов прошлого века в нашей стране в больших объемах строятся жилые крупнопанельные многоквартирные дома по типовым сериям.

Исходя из возрастающих требований к комфортности жилых помещений, надежности и долговечности зданий ведется постоянно совершенствование планировки квартир, строительных конструкций, фасадов зданий и др.

В Оренбуржье наибольшее распространение получила серия типовых крупнопанельных домов I-464, и разработанные в 1958 году и, усовершенствованные на основе и в развитии этой серии крупнопанельные жилые многоквартирные дома серии 90, 121.

Конструктивная схема домов серии 1-464, 90, 121 перекрестно-стеновая с наружными несущими или ненесущими стенами. Плиты перекрытий размером на комнату с опиранием по контуру или трем сторонам.

Основными вертикальными несущими конструкциями в домах 121 серии, являются железобетонные внутренние поперечные, расположенные с шагом 2,6 м, 3,2 м и продольные, расположенные с шагом 5,76 м стеновые панели. Толщина внутренних несущих межкомнатных стен 120 мм, межквартирных 160 мм, высота типового этажа 2,7 м, толщина плит перекрытия 100 мм [1, 4].

Фундаменты ленточные из бетонных и железобетонных элементов и безростверковые свайные.

Дома с перекрестно-стеновой конструктивной системой характеризуются высокой пространственной жесткостью.

Многоячейковая система, состоящая из продольных и поперечных стен, объединенных перекрытиями, способствует перераспределению в ней усилий от вертикальных и горизонтальных нагрузок, неравномерных деформаций оснований п 2.4 [3].

Несмотря на то, что планировка квартир в крупнопанельных домах 121 серии считается одной из самых удачных, некоторых владельцев квартир она не устраивает.

Существует много вариантов изменения планировки квартир этой серии, из которых не все могут быть узаконены:

- заделка одних и устройство других проемов в стенах, перегородках;
- объединение комнаты с лоджией;
- устройство совмещенного санузла;
- объединение гостиной с прихожей;
- объединение смежных комнат;
- устройство кухни-столовой при помощи проема в стене жилой комнаты.

Существуют и другие варианты перепланировки для одно-двух-трехкомнатных квартир.

Согласно Ч.2 ст.25 Жилищного кодекса Российской Федерации, перепланировка это изменение конфигурации помещений, требующее внесения изменений в технический паспорт жилого помещения ст. 25 [2].

Многоэтажные крупнопанельные здания представляют собой сложные системы из вертикальных и горизонтальных взаимосвязанных строительных конструкций.

Внесение изменений в несущие конструкции крупнопанельного здания, снижающие их прочностные и жесткостные характеристики, ведет к снижению эксплуатационной надежности здания в связи с этим, а также исходя из требований механической и пожарной безопасности (ст. 16, 17, [9]), СаНПиН и др. установлены определенные ограничения для перепланируемых помещений:

- не допускается перепланировка помещения без разрешительных документов;
- не допускается ухудшение условий эксплуатации многоквартирного дома и проживания граждан;
- не допускается нарушение прочности или устойчивости несущих конструкций здания, при котором может произойти их разрушение;
- не допускается увеличение нагрузок на несущие конструкции сверх допустимых по проекту, при устройстве стяжек в полах, замене перегородок, размещении дополнительного оборудования;
- не допускается снос несущих стен;
- не допускается увеличение площади санузла и кухни, т.к. «мокрой зоны», за счет жилой площади;
- не допускается объединение жилой комнаты с балконом или лоджией;
- запрещено выносить в лоджию или балкой радиаторы центрального отопления;
- нельзя объединять кухню, оборудованную газовой плитой, с жилой комнатой. В помещении, где есть газ, по нормам должна оставаться отдельная дверь;
- запрещается демонтировать вентиляционный короб;
- не допускается перенос дверей санузлов;
- не допускается изменение фасада и др.

Перепланировка квартир проводится в некоторых случаях с отступлением от установленных требований.

Наиболее сложной задачей при перепланировке квартир является устройство новых или расширение старых проемов в несущих внутренних стеновых панелях.

Законодательством не запрещено устройство или расширение проемов, однако, предъявляется ряд требований, которые необходимо выполнять при устройстве проема.

Проем рекомендуется располагать на расстоянии не менее 1 метра от наружной стены и от торца стены, ширину проема ограничивать размером 1-1,2 м.

Не рекомендуется устраивать проемы один над (под) другим по этажам. Не разрешается делать проемы в несущих стеновых панелях первого, второго этажей девятиэтажного дома, т.к. участки стен не проходят проверку на несущей способности.

Ограничения на устройство проемов в несущих внутренних стенах крупнопанельного дома установлены с целью обеспечения прочности, устойчивости, эксплуатационной надежности зданий и сооружений в соответствии с требованиями части 2 статьи 5 № 384-ФЗ Технический регламент о безопасности зданий и сооружений [9].

Решение собственника о проведении перепланировки своего жилого помещения влечет за собой обязательное согласование с органом местного самоуправления.

Проводимая без проектной документации и надлежащего согласования перепланировка создает угрозу для жизни людей и угрозу обрушения здания.

Ежегодно, из-за проведенных без разрешительных и проектных документов перепланировок происходят аварии, выводящие из строя квартиры и целые подъезды, нередко с человеческими жертвами.

Внутренние несущие стеновые панели проектируют бетонными без расчетного вертикального армирования с опиранием по всей длине, предусматривая отдельные элементы расчетного армирования в перемычках над проемами и под проемами п. 4.1 [5].

Когда несущая способность стеновых панелей используется более, чем на 50 % применяется двустороннее армирование п. 4.2 [5].

Перемычка над проемами рассчитывается на изгиб от вертикальных нагрузок, как защемленная на опорах, и на усилия, возникающие при перекосах панели из-за неравномерных осадок оснований.

Верхнее и нижнее армирование перемычки рассчитывается по моменту принимаемого равным 2/3 момента в середине пролета от рассматриваемой расчетной нагрузки для свободно опертой балки с пролетом, равным пролету перемычки в свету п. 4.7 [5].

При устройстве проема сохраняется верхняя часть панели, выполняющая роль перемычки. Высота перемычки над проемом 30-40 см. При толщине стеновой панели 120 мм несущая способность бетонной перемычки по изгибающему моменту определяется из условия:

$$M = R_{bt} \cdot W = R_{bt} \cdot bh^2/6$$

При классе бетона В15, R_{bt} = 0,75 МПа несущая способность перемычки по изгибающему моменту:

$$M = 0{,}75 \times 10 \times 12 \times 40^2/6 = 24000 \text{ кгсм} = 2{,}4 \text{ кНм}.$$

При шаге поперечных несущих стен 3,2 м, допускаемая интенсивность нагрузки от перекрытия на перемычку до 2,5 кН/м.

Большую опасность представляют перекосы, вызываемые неравномерными просадками грунтов основания.

В защемленных на опорах перемычках, в результате перекоса, возможно образование трещин в приопорных зонах с противоположных сторон перемычки со стороны нижней и верхней граней перемычки.

Коэффициент податливости прямоугольного сечения перемычки, численно равный взаимному линейному смещению опор по вертикали от единичной поперечной силы, определяется из условия:

$$\lambda_{lin} = \left(l_{red}{}^2 \middle| h_{lin} + 3\right) \cdot l_{red}/(A_{lin} \cdot E_b),$$ (ф16, приложение 4 [3])

l_{red} - приведенный пролет перемычки

$$l_{red} = l + 0.6\, hl_{сп},$$ (Ф18, приложение 4 [3])

l – пролет перемычки в свету;

h_{lcn} – высота сечения перемычки;

E_b – начальный модуль упругости бетона;

A_{lcn} – площадь поперечного сечения перемычки.

В стеновых панелях с проектными дверными проемами предусмотрено армирование перемычки над проемом пространственным каркасом, в котором сечение верхней продольной арматуры принимается равным сумме сечений необходимых для восприятия усилий от вертикальной нагрузки и усилий от перекоса (п. 5.48 [3]).

Возраст многих крупнопанельных девятиэтажных домов 121 серии перевалил за 40-50 лет.

За эти годы в некоторых квартирах была выполнена перепланировка с устройством новых или расширением существующих проемов в несущих внутренних стеновых панелях.

В техническом паспорте дома фиксация устроенных проемов в стеновых несущих панелях не ведется, и каждый новый проем отрицательно сказывается на эксплуатационной надежности здания.

Статический расчет здания на стадии проектирования выполняется с учетом проектных физических и геометрических характеристик несущих конструкций.

Теоретически, перед устройством проема в несущей стене необходим статический расчет здания для оценки последствий этих изменений.

Практически такая работа не ведется, т.к. весьма затратна материально, и не по средствам владельцам 1, 2-3 комнатных квартир. Поэтому при проектировании проема в стеновой панели оценивается только влияние проема на данную панель и, может еще, на ниже расположенную.

Проще решается вопрос устройства проема в несущей стеновой панели девятиэтажного дома на 9 этаже. Нагрузкой служат только плиты покрытия, конструкция кровли, снеговая и ветровая нагрузки.

Даже в этом случае встречаются факты эксплуатации стеновых панелей с проемами, выполненными без проекта, разрешительной документации и без усиления стеновой панели.

При обследовании поперечной внутренней несущей стеновой панели на 9 этаже девятиэтажного дома серии 121 был выявлен проем Г-образной формы (окно и дверь) высотой 2,2 м, шириной по верху 2,4 м, по низу 1,2 м.

Дом построен в 1977 году, проем был выполнен приблизительно в 2010-2012 году без проекта и разрешительных документов.

Под перемычку высотой 340 мм подведен швеллер № 14, обращенный полками вверх. Опирание швеллера выполнено на стеновую панель. Связь швеллера с перемычкой отсутствует.

При обследовании стеновой панели и перемычки признаков снижения несущей способности, эксплуатационной надежности в виде трещин, чрезмерных прогибов, выгибов, отклонения от вертикали не выявлено.

Расчетом установлено, что несущая способность бетонной перемычки пролетом 2,4 м при действии проектных расчетных нагрузок не обеспечивается.

Эффективность усиления швеллером, не имеющим жесткой связи с бетонной перемычкой, рассчитанная из условий совместных деформаций, низкая.

Отсутствие признаков перенапряжения в перемычке над проемом в виде трещин, прогибов объясняется тем, что плита перекрытия, опирающаяся по контуру стены, обладает сравнительно высокой изгибной жесткостью EJ.

Для обеспечения эксплуатационной надежности стеновой панели с проемом разработан проект усиления обрамлением по всему периметру проеме швеллером №14, установкой в середине проема стойки из швеллера №14, образующей две смежные замкнутые рамы (оконный и дверной блок). Все элементы соединяются электросваркой.

Особенностью усиления стеновой панели толщиной 120 мм швеллером №14 является то, что швеллер везде обращен полками к стеновой панели и как бы охватывает ее с трех сторон.

Полость между гранями стеновой панели швеллера заполняется инъецированием полимерцементного раствора или раствора на расширяющемся цементе.

Расчетная несущая способность элементов усиления на действие расчетных нагрузок и воздействий обеспечивается со значительным запасом.

Однако, учитывая большие размеры проема, выполненного без разрешительной документации, узаконивания устроенного проема в стеновой панели находится под вопросом.

Вывод

Перепланировка квартир должна проводиться на основании проекта и разрешительных документов во избежание аварии, штрафов за самовольное

перепланирование, необходимости возвращения перепланированной квартиры в исходное состояние.

Узаконивание выполненной самовольной перепланировки не всегда возможно. При устройстве проема в стеновой панели обязательно усиление металлическими конструкциями обрамляющими проем.

Необходимо придерживаться существующих рекомендаций по ограничению ширины устраиваемых проемов, расположение проемов по высоте здания. Разработанный проект усиления проемов в стеновой панели внедрен.

Список литературы

1. Типовой проект 121-016 / 1.2 Блок-секция 9 этажного 36 квартирная торцевая левая широтной ориентации. Основной комплект, АС1-1. Архитектурно-строительные чертежи выше отметки ± 0,00
2. Жилищный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 №188-ФЗ (ред. от 30.12.2020)
3. Пособие по проектированию жилых зданий / ЦНИЭП жилища Госкомархитектуры. Вып 3. Конструкции жилых зданий (к СНиП 2.0801-85) – М., 1989,-304 с.
4. Каграманов, Рудольф Андреевич. Монтаж конструкций сборных многоэтажных гражданских и промышленных зданий / Р. А. Каграманов, Ш. Л. Мачабели. - Москва : Стройиздат, 1987. - 414 с.
5. СН 321-65 Указания по проектированию конструкции крупнопанельных жилых домов. Государственный комитет по гражданскому строительству и архитектуре при Госстрое СССР М, Строиздат 1965.
6. 32-77 Инструкция по проектированию конструкций панельных жилых зданий. Госгражданство при Госстрое СССР М 1978.
7. ГОСТ 11309-65 «Дома жилые крупнопанельные» основные технические требования.
8. СП 335.1325800 2017 Крупнопанельные конструктивные системы. Правила проектирования.
9. Федеральный закон от 30.12.2009 №384-ФЗ «Технический регламент безопасности зданий и сооружений».

АРХИТЕКТУРА РЕАЛЬНОГО УЧИЛИЩА ГОРОДА ОРЕНБУРГА

Климова Ю.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Бывшая Александрийская (позже Думская) площадь обрамлялась с восточной стороны улицей Николаевской (на сегодняшний день Советской). Ее ансамбль был сформирован несколькими знаковыми для Оренбурга зданиями, среди которых – здание «особого назначения» (как оно фигурирует в исторических документах), построенное в 1894 году [2]. Изначально оно предполагалось под инженерный и генеральный штаб, этим оправдано его местоположение –с западной стороны на Александрийскую площадь выходили здания Городской управы и Штаба оренбургского гарнизона. Такое распределение управленческих функций в зданиях классического стиля по периметру площади сформировало бы из нее ансамбль административного назначения, расположенного в геометрическом центре Оренбурга, чего со временем не произошло. Площадь сохранила свое стилевое единство, утратив единство функциональное [8].

Здание реального училища имело П-образный план, с равными по длине и ширине тремя частями, высотой в два полноценных и один цокольный этаж, перекрытые вальмовой кровлей. Во внутреннем дворе располагался одноэтажный дворовой флигель, в котором были размещены кадетские конюшни. Планировочная организация здания полностью соответствовала классицистическим канонам архитектуры Российской империи. Главный вход был ориентирован на Александрийскую площадь и размещался строго по оси симметрии корпуса. он вел в просторный вестибюль с парадной лестницей, от которого вправо и влево отходили коридоры, соединявшие между собой все помещения здания.

Фасады реального училища организованы ритмичными рядами прямоугольных оконных проемов первых двух этажей и квадратными оконными проемами цокольного этажа. Нижние два яруса здания декорированы горизонтальными рядами рустов, линии которых изгибаются над оконными проемами и создают подобие замковых камней по пять штук над каждым. Завершается рустовка одним широким и двумя рядами более узких, но выступающих из плоскости стены поясов, охватывающих здание по всему периметру и перетекающих на главном фасаде в выдвинутый на улицу Николаевскую (Советскую) плоский козырек крыльца. Он опирается на четыре колонны дорического типа с базами и капителями. Их высота равняется сумме высот цокольного и первого этажей, что указывает на классицистический стиль постройки. Кровля козырька обрамлена ажурной кованной оградой, что придает зданию изящность и парадную легкость. Центральные три оконных проема за ней на главном фасаде выполнены в виде арок с архивольтами, а над

кровлей на всю их ширину возвышается невысокий антаблемент, что вместе с крыльцом формирует центральную ось симметрии здания, опять же по принципу архитектуры классицизма. Остальные оконные проемы второго этажа опоясаны небольшим карнизом по их нижней границе и декорированы сандриками. Между нижним поясом и карнизом первого этажа под каждым оконным проемом выполнен неглубокий прямоугольный портал.

Уникальной чертой данного здания является декоративный пояс из греческого меандра, проходящий точно под карнизом кровли с декоративными дентикулами по всему периметру. Пояс прерывается только в центральной части главного фасада, превращаюсь в декоративные прямоугольные порталы. Аналогичные меандры выполнены и на дворовом флигеле для конюшни, что говорит об ансамблевости застройки – характерная черта позднего классицизма в архитектуре Российской империи.

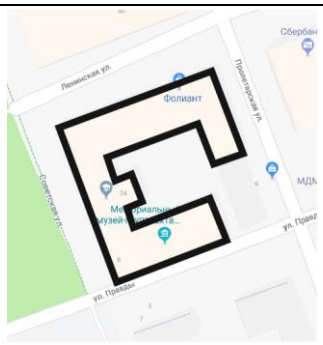
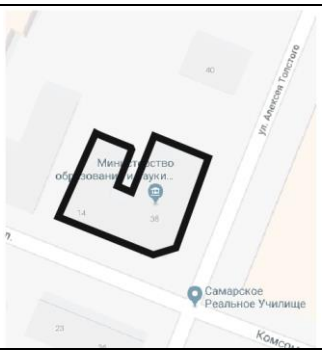
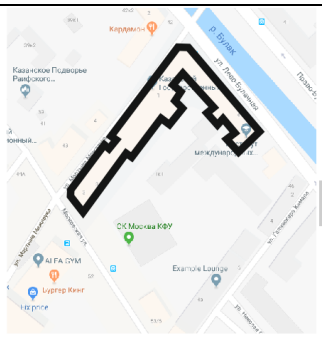
Следует отметить, что севернее здания Реального училища был построен экзерциргауз - конный манеж, представлявший из себя примитивный прямоугольный объем, длинной стороной ориентированный на Александрийскую площадь [6]. Таким образом, учащиеся кадеты могли с легкостью оттачивать навыки конной езды. К сожалению, конный манеж был перестроен и на сегодняшний день представляет собой здание Драматического театра Оренбурга. А Реальное училище сохранилось в прекрасном состоянии, практически без изменений. Функция сооружения несколько раз сменилась, но это никак кардинально не отразилось ни на фасадах, ни на внутренней планировочной структуре, сохранив в полной мере черты позднего классицизма.

К сожалению, по архивным данным установить архитектора здания реального училища не представляется возможным, но на основании сравнительного анализа со зданиями реальных училищ Самары (1880 год постройки) и Казани (1875 год постройки) можно сделать выводы о его архитектурных особенностях.

Таблица 1 – Сравнительный анализ реальных училищ Российской империи

Критерий	Оренбург	Самара	Казань
1	2	3	4
Место в градостроительной системе			
	Расположено в центральной части города, на углу главной пешеходной улицы, главным фасадом по красной линии	Расположено в центральной части города, формируя угол на пересечении улиц ул. А. Толстого и нынешней Комсомольской	Расположено в центральной части города, постановка здания угловая, фасад формирует набережную р. Булак

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Функционально-планировочные особенности				
	Коридорная система с кабинетами, расположенными по периметру	Коридорная система с включением больших зальных пространств	Коридорная система с кабинетами, расположенными по периметру	
Объемно-пространственное решение				
	Трехэтажное здание П-образной формы, сформированное вокруг внутреннего двора. Главный вход выделен портиком и возвышающимся карнизом. Нижние 2 этажа выделены рустовкой	Квадратной формы здание с небольшим внутренним пространством. Угловая часть выделена полу кругом с куполом и ротондой. Главный вход выделен портиком и возвышающимся верхним этажом	Угловая часть закруглена и выделена куполом на невысоком барабане. Нижние этажи выделены крупной рустовкой	
Конструктивная система	Бескаркасная конструктивная система, несущими элементами которой являются стены	Бескаркасная конструктивная система, несущими элементами которой являются стены. Подкупольные пространства решены арочной системой.		
Колористическое решение	Охристо-желтая гамма	Сведения утрачены	Белый фасад со вставками из терракоты	
Стиль	Классицизм			

На основание данных таблицы 1 можно сделать вывод, что в конце XIX века формируется единый тип архитектурного решения реальных училищ. Они располагались в преимущественно центральной части города, постановка в основном угловая, с главным фасадом, который формировал более важную в градостроительном плане улицу. Здания представляют собой в плане

коридорную систему, с системой кабинетов и зальных пространств. Все реальные училища трехэтажные. Центральные части выделены возвышением портика или надстройкой дополнительного этажа. Нижние части выделены рустовкой. В случае Самары и Казани, угловая часть закруглена и выделена куполом или ротондой. Входы украшены классическими портиками. Во всех случаях применена традиционная конструктивная система с применением арочных конструкций и каменных столбов. Таким образом, из всего вышеперечисленного можно установить, что основным стилистическим направлением построек является классицизм.

Список литературы

1. Потаев Г.А., Градостроительство: теория и практика/ Потаев Г.А., М.:ФОРУМ, 2014.-432 с.

2. Храмов И.В., Оренбург/ Храмов И.В., Оренбург, ООО «Оренбургское книжное издательство», 2008 – 204 с.

3. Самоквасов Д.Я., Древние города России. Историко-юридическое исследование/ Самоквасов Д.Я. – 1873. – 204 с.

4. Пивоварова Н.В. ОСОБЕННОСТИ СТАНОВЛЕНИЯ ОРЕНБУРГСКОГО КУПЕЧЕСТВА // Научное сообщество студентов XXI столетия. ОБЩЕ-СТВЕННЫЕ НАУКИ: сб. ст. по мат. XIV междунар. студ. науч.-практ. конф. № 14. URL: http://sibac.info/archive/social/8(11).pdf (дата обращения: 17.12.2017)

5. Шумилкин С.М., Торговые центры европейской части России конца XVIII-первой половины XIX вв/ Шумилкин С.М., Нижний Новгород: ННГАСУ, 2012. – 225 с.

6. Дорофеев В.В., Архитектура г. Оренбурга XVIII-XX веков/ Дорофеев В.В., ОАО «Издательско-полиграфический комплекс «Южный Урал», 2007. – 176 с. - ISBN: 978-5-94162-063-0

7.Оренбургская экспедиция — [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://his95.narod.ru/oren/istor_2_1.htm (дата обращения — 16.10.2013).

8. Климова Ю.В. Планировочная структура города-крепости как основа создания современных градостроительных концепций//Промышленное и гражданское строительство. 2017- №11.-с. 95-99

УСИЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Кочуков А.П., Руднев И.В., канд. техн. наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Работы по усилению строительных конструкций выполняются с целью дальнейшего использования зданий и сооружений, в условиях снижения несущей способности конструкций или увеличения фактически действующей на них нагрузки. Существующие способы усиления строительных конструкций можно разделить на три основные группы.

К первой группе относятся усиления, основанные на изменении конструктивной схемы конструкций. При этом используются решения по возведению новых разгружающих и заменяющих конструкций, воспринимающих частично или полностью увеличенные нагрузки и выключающих из работы часть существующих элементов сооружения или здания.

Эти конструкции усиления, как правило, представляют собой систему балок, большей частью металлических, воспринимающих новую увеличенную нагрузку и передающую ее через свои опоры тем существующим несущим элементам, которые являются в достаточной степени несущеспособными.

К первой группе усилений можно отнести:

- введение дополнительных элементов связей, распорок, ребер, диафрагм, которые в свою очередь уменьшают расчетные длины элементов, увеличивая их общую устойчивость и, соответственно, несущую способность;
- изменение способов крепления, например, с шарнирного на жесткое, превращение однопролетной системы в многопролетную;
- превращение рам и арок в фермы или фермы в распорные системы;
- введение дополнительных элементов или конструкций, обеспечивающих пространственную работу покрытий или всего каркаса.

Основные материалы, которые используются в решениях по усилению первой группы – бетон, железобетон, каменная кладка и металлические конструкции.

Ко второй группе относятся усиления, направленные на увеличение несущей способности существующих несущих элементов зданий и сооружений без изменения их конструктивной схемы. Способ усиления с сохранением неизменной первоначальной конструктивной схемы заключается в следующем:

а) в увеличении поперечного сечения усиливаемого элемента, что достигается устройством слоя армированного бетона:

- для колонн и других сжатых элементов по всему периметру;

- для изгибаемых элементов сверху, снизу или одновременно сверху и снизу;

б) в увеличении прочности бетона путем его пропитки полимерными составами, например, составом «Метилметакрилат»;

в) в инъецировании в бетон суспензии, изготовленной из воды и сепарированного цемента;

К третий группе относят комбинирования первой и второй группы усилений.

В последние десятилетия прошлого века и в этом столетии за рубежом и в Российской Федерации все больший интерес проявляется к применению композитных полимерных материалов в различных отраслях производства, в том числе и в строительстве. В устройстве внешнего продольного и поперечного армирования как из обычных арматурных стержней, так и из полимерных холстов и ламелей, изготовленных на основе стеклянных, базальтовых, арамидных и углеродных волокон. Последние в настоящие время получили наибольшее распространение. На кафедре строительных конструкций ОГУ совместно с научно производственной организацией «ДИОС-1» ведутся исследования по возможности усиления железобетонных строительных конструкций композитными материалами.

Неоспоримыми преимуществами полимерных композитных материалов, и в первую очередь композитов, изготовленных из углеродных волокон, являются их высокая прочность на растяжение, в разы превышающая прочность стали, небольшой вес, технологичность, стойкость к агрессивным воздействиям. В строительстве наиболее широкое применение они получили при изготовлении железобетонных конструкции [1], их восстановлении и усилении. В частности, целый ряд научно-исследовательских работ посвящён изучению работы железобетонных конструкций, усиленных внешним армированием из углеродных композитных материалов [2,3,4]. В этих работах исследовались железобетонные конструкции при сложном напряженном состоянии, включающем изгиб и сжатие.

Так, в Ростовском Государственном Строительном Университете [1] был проведен эксперимент по изучению прочности, деформативности и трещиностойкости изгибаемых железобетонных элементов, усиленных композитными материалами, с целью исследования нормальных сечений железобетонных балок, изготовленных, усиленных и испытанных по единой методике, где в качетсве варьируемых факторов использовались разные соотношения видов и процентов стального и композитного армирования. На основе данного эксперимента по усилению железобетонных балок были получены новые экспериментальные данные о прочности, деформативности и трещиностойкости при варьировании видов и процентов стального и композитного армирования. Усиление железобетонных балок методом их внешнего армирования композитными материалами в значительной степени изменяет их расчетную схему. При определенном соотношении процентов поперечного и продольного армирования балок и одновременно высоком

коэффициенте наружного композитного армирования усиленные балки начинают работать по схеме арки с затяжкой или свода, резко увеличивая несущую способность, что изменяет принципы конструирования композитного усиления.

Установлено, что характер трещинообразования, вид разрушения опытных образцов и их деформативность, находятся в прямой зависимости от вида и процента армирования стальной и композитной арматуры. С увеличением прочности обеих видов арматуры и модуля упругости композитных материалов количество трещин возрастает, а их средняя ширина раскрытия – уменьшается.

В Московском Государственном Строительном Университете [2] был проведен эксперимент на изучение прочности и деформативности железобетонных балок на изгиб, усиленных углепластиком на стадии, близкой к исчерпанию несущей способности.

Для изучения работы нормального сечения балок, усиленных на стадии, близкой к исчерпанию несущей способности (при больших деформациях, прогибах и трещинах), проведены экспериментальные испытания 20 образцов шириной 190 мм и высотой 120 мм (армирование в виде трех стержней диаметром 8 мм А400, расположенными по нейтральной оси). Нагрузка на образец передавалась через распределительную траверсу в виде двух сосредоточенных сил в средней части пролета. На втором этапе балочные образцы усиливались по нижней грани внешним армированием из углепластика с варьированием его площади сечения и повторно доводились до разрушения.

По результатам эксперимента, на основании полученных величин изгибающих моментов доказано, что с ростом площади сечения внешнего армирования растет прочность по нормальному сечению: при увеличении площади в 4 раза, т.е. с 0,25 см^2 до 1,0 см^2, прочность по нормальному сечению выросла в 2,3 раза.

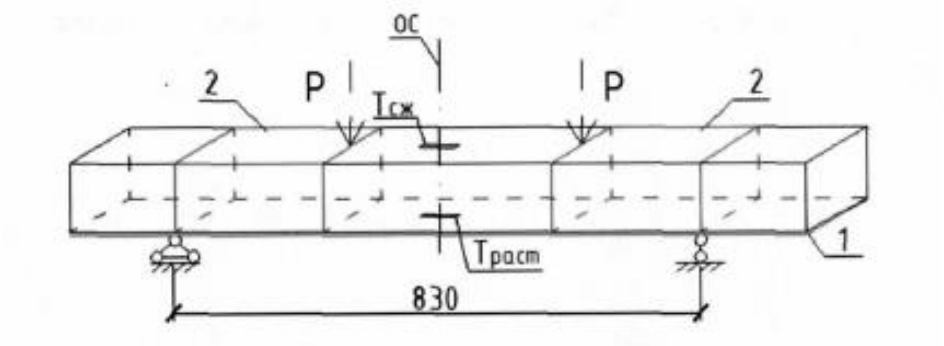


Рисунок 1 –Схема усиления образца и наклейки тензодатчиков: 1 - углепластик по растянутой грани; 2 – углепластиковые бандажи; ОС – ось симметрии; $Т_{сж}$ и $Т_{раст}$ – тензодатчики для измерения деформаций сжатой и растянутой зон.

В Центральном научно-исследовательском институте конструкций им. В.А.Кучеренко был проведен эксперимент на изучение прочности и

деформативности центрально и внецентренно сжатых кирпичных и железобетонных колонн, усиленных угле- и стекловолокном.

Усиление кирпичных столбов с помощью углеволокна производилось по следующей технологии: поверхность кладки на участках наклейки полос шириной 60 мм из углеволокнистой ткани очищалась от пыли и зачищалась наждачной бумагой; зачищенная поверхность покрывалась специальной грунтовкой. После этого поверхность кирпичной кладки выравнивалась с помощью тиксотропной безусадочной фиброшпатлевки. Углеволокнистую ткань, нарезанную полосами, наклеивали на поверхность кирпичной кладки с помощью клея на основе эпоксидной смолы в четыре слоя.

При испытании образцов в начале и в конце каждой ступени нагружения производились замеры деформаций кладки с помощью индикаторов часового типа с ценой деления 0,01 мм. На некоторых образцах для оценки изменения напряженно-деформированного состояния полос усиления были использованы тензодатчики с базой 50 мм, наклеенные на полосы ткани из угловолокна.

Анализ результатов испытаний кирпичных столбов, усиленных полосами из углеволокна, позволяет отметить, что при нагрузках, составляющих 80% от разрушающей, происходит отслоение полос из углеволокна от поверхности кладки. При этом, отслоение углеволокна начиналось с длинной стороны опытного образца и происходило не по клеевому контактному слою, а по поверхностному слою кирпича. То есть из-за высокой степени адгезии клеевого состава к материалу кладки прочность его сцепления с кирпичом превышала прочность поверхностного слоя кирпича.

При этом в научно-технической литературе практически отсутствуют сведения об усилении композитными материалами железобетонных конструкций, работающих на изгиб с кручением. Этот вопрос актуален для таких как диафрагмы жёсткости каркасных зданий, зданий с ядром жесткости и т.д.

В результате проведенного анализа выявленных исследований сделаны следующие выводы:

1. Вопрос повышения прочности и жесткости железобетонных элементов конструкций, усиленных углепластиковыми волокнами, изучен недостаточно, в частности недостаточно исследовано напряженно-деформированное состояние элементов конструкций, усиленных углепластиковым волокном, при действии кручения с изгибом.
2. При конструировании систем усиления с применением композитных материалов необходимо учитывать особенности трещинообразования в таких конструкциях, предшествующих их разрушению.

Исследования, проводимые на кафедре строительных конструкций ОГУ совместно с научно производственной организацией «ДИОС-1», позволят внедрить в практику строительного комплекса Оренбургской области новые прогрессивные методы усиления строительных конструкций, в том числе, уникальных зданий и сооружений.

Список литературы

1. Байкова Е.А., Салихов В.М., Руднев И.В. Особенности проектирования несущих бетонных конструкций со стеклопластиковым армированием. // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф., 31 янв.-2 февр. 2018 г. / М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. дан. - Оренбург : ОГУ,2018. - . - С. 360-363.

2. Михуб А., Польской П.П., Маилян Д.Р., Блягоз А.М. Сопоставление опытной и теоритической прочности железобетонных балок, усиленных композитными материалами, с использованием разных методов расчета.. // Новые технологии, МГТУ. – 2012. -№4. – С. 101-110.

3. Григорьева, Я.Е. Экспериментальное исследование влияния внешнего армирования изгибаемых железобетонных балок углеволокном на прочность и жесткость конструкций. // Научно-технический журнал «Вестник МГСУ». – 2011. - №8. – С. 181-185.

4. Грановский А.В., Костенко А.Н., Мочалов А.Л. Усиление кирпичных конструкций с использованием элементов внешнего армирования из углеродного волокна. // Промышленное и гражданское строительство. -2006. -№7. – С. 47-48.

5. ГОСТ Р 57407-2017 Волокна углеродные.

6. ГОСТ 31938-2012 Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций.

ВЫСОКОПРОНИЦАЕМЫЕ ЦЕМЕНТНЫЕ БЕТОНЫ НА МЕСТНЫХ МАТЕРИАЛАХ

Кравцов А.И., канд. техн. наук, доцент, Маршинская О.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Высокопроницаемые цементные бетоны известны уже более 200 лет. Наиболее распространённая область применения подобных бетонов – дренажные слои и конструкции при устройстве автомобильных и пешеходных дорог[1,2]. В связи с нарастанием частоты возникновения различного рода природных катаклизмов связанных с негативным воздействием воды на объекты инфраструктуры актуальность использования проницаемых бетонов не вызывает сомнения.

Одной из важнейших характеристик материала, в том числе и дренажных бетонов является прочность. Как отмечается в [2], прочностные характеристики проницаемых бетонов находятся в среднем, в интервале от 6,6 до 20,0 МПа.

Для определения основных факторов влияющих на прочность высокопроницаемого бетона были исследованы составы бетонов на местных материалах. В качестве вяжущего использовался цемент «Аккерман 400» ЦЕМ II/В-Ш 32,5Н. В качестве крупного заполнителя использовали щебень Круторoженского месторождения фракции от 5 до 20 мм и фракции от 10 до 20 мм, а также гравий фракции от 5 до 15 мм Сакмарского карьера.

При приготовлении бетонной смеси определялась её плотность в уплотнённом состоянии, уплотнение производилось трамбованием. Изготовленные из смеси образцы кубики размером 10×10×10 см пропаривались по режиму 5 ч набор температуры до 60 °С, далее – остывание. По истечении 28 суток, определялась пористость образцов и прочность при сжатии.

Результаты, полученные для смеси с гравийным заполнителем фракции от 5 до 15 мм представлены на рисунке 1, для смеси с заполнителем из щебня фракции от 10 до 20 мм на рисунке 2 и для смеси с заполнителем из щебня фракции от 5 до 20 мм на рисунке 3.

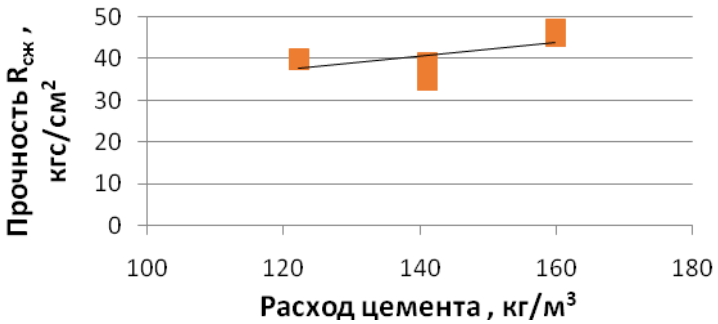


Рисунок 1- Зависимость прочности на сжатие $R_{сж}$ высокопроницаемого бетона на гравии 5-15 мм от расхода цемента.

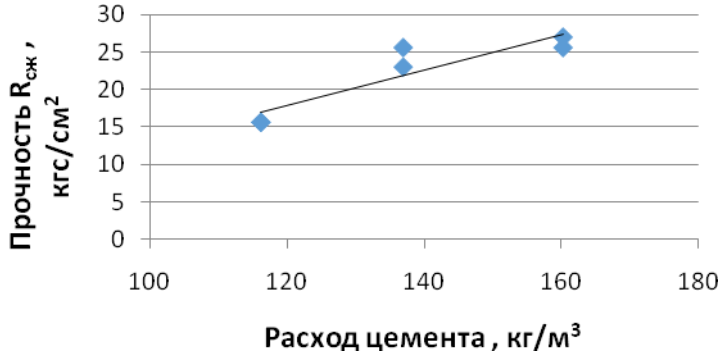


Рисунок 2- Зависимость прочности на сжатие $R_{сж}$ высокопроницаемого бетона на щебне 10-20 мм от расхода цемента.

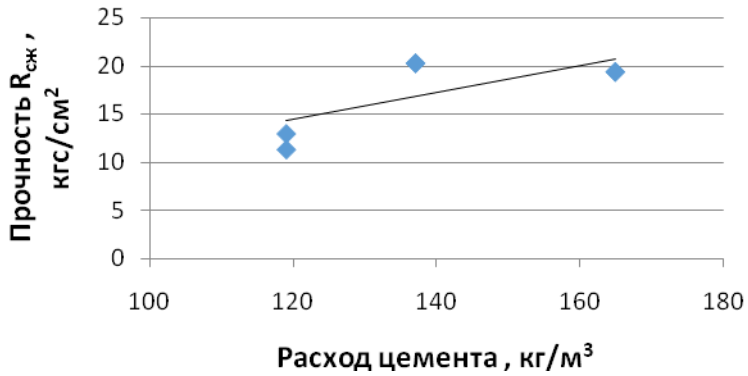


Рисунок 3- Зависимость прочности на сжатие $R_{сж}$ высокопроницаемого бетона на щебне 5-20 мм от расхода цемента

На основании полученных данных можно сделать следующие вывод :

- значимое влияние на прочностные характеристики высокопроницаемого бетона оказывает расход вяжущего. С увеличением расхода цемента прочность на сжатие имеет тенденцию к увеличению.

Этот факт согласуется с данными других исследований, в которых в качестве факторов влияющих на прочностные показатели указывались также введение в цементную смесь мелкого заполнителя [3,4], микрокремнезёма [5], дисперсного армирования[6] и полимерных добавок [7].

Список литературы

1. Ю.Г. Ланге. Применение пористого дренирующего цементобетона при строительстве слоев дорожной одежды. Обзорная информация // Вып. 6. Федер. дор. агентство Минист. транспорта РФ. М., 2007. 88 с.

2. Лакетич А., Лакетич С.К., Строкова В.В. Дренирующий цементобетон в дорожном строительстве. Строительство и реконструкция. 2020;(4):104-111. https://doi.org/10.33979/2073-7416-2020-90-4-104-111

3. B. Jimma, P. Rangaraju, “Film forming ability of cement pastes and its application in mixture proportioning of pervious concrete” «Пленкообразующая способность цементных паст и ее применение при подборе смеси для водопроницаемого бетона», Construction and Building Materials, 2014, vol. 71, pp. 273–282, DOI: 10.1016/J.CONBUILDMAT.2014.08.018.

4. Hanafiah, Saloma, Ferdinand, N., Muliawan, S., & Rachmah, M.F. The Effect Of A/C Variation On Compressive Strength, Permeability And Porosity Of Pervious Concrete.[Влияние изменения З/Ц на прочность на сжатие, проницаемость и пористость водопроницаемого бетона.] International Journal of Scientific & Technology Research, 2020, vol.9, pp.866-871.

5. Jian-Xin Lu, Xin Yan, Pingping He, Chi Sun Poon. Sustainable design of pervious concrete using wasteglass and recycled concrete aggregate. [Устойчивая конструкция проницаемого бетона с использованием отработанного стекла и переработанных бетонных агрегатов]J ournal of Cleaner Production. 2019. Vol. 234, pp. 1102–1112.DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.06.260.

6. Zhen Dai, Hui Lia, Wenzhong Zhao, Xiangping Wang, Hanbing Wang, Haonan Zhou, Bing Yang.Multi-modified effects of varying admixtures on the mechanical properties of pervious concrete based on optimum design of gradation and cementaggregate ratio. [Мультимодифицированное влияние различных добавок на механические свойства водопроницаемого бетона на основе оптимального расчета градации и соотношения цемента и заполнителя.] Construction and Building Materials. 2020. Vol. 233, pp. 1–9. DOI: 10.1016/j. conbuildmat.2019.117178.

7. Juanlan Zhou, Mulian Zheng, Qi Wang, Jiangang Yang, Tianfa Lin. Flexural fatigue behavior of polymermodified pervious concrete with single sized aggregates. [Усталостные характеристики при изгибе водопроницаемого бетона, модифицированного полимерами, с заполнителями одного размера] Construction and Building Materials. 2016. Vol. 124,pp. 897–905. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2016.07.136.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ СТАЛЬНЫХ ПЛОСКИХ СТЕРЖНЕЙ, ВКЛЕЕННЫХ В МАССИВ ДРЕВЕСИНЫ, НА ВЕЛИЧИНУ РАЗРУШАЮЩЕЙ НАГРУЗКИ СОЕДИНЕНИЙ МЕТОДАМИ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА

Лисицкий И.И., Жаданов В.И., д-р техн. наук, профессор
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Узловые соединения деревянных элементов определяют прочность, жесткость и надежность деревянных конструкций в целом. Основным недостатком известных типов соединительных элементов, применяемых в узлах деревянных конструкций, в виде нагелей, металлических зубчатых пластин, когтевых шайб и т.п. является их высокая деформативность и в ряде случаев недостаточная несущая способность [1 - 3]. В клееных деревянных конструкциях эти недостатки устранены за счет применения в узлах вклеенных в массив древесины арматурных стальных стержней [4]. Для цельной древесины находят применение соединения на вклеенных шайбах [5].

Применение вклеенных стальных плоских стержней позволяет устранить недостатки традиционных соединений и, в отличие от «системы ЦНИИСК», применимо для конструкций из цельной древесины наряду с вклеенными шайбами, при этом позволяет решать узлы различной сложности. Для устранения низкой адгезии по слою «клей-металл» ранее было предложено дополнительно обрабатывать вклеиваемую часть пластин насечками, накаткой или пазами, за счет чего достигается повышение несущей способности соединения по сравнению с гладкой поверхностью более чем в 2 раза [6, 7]. Для уменьшения трудоемкости обработки поверхностей пластин и для повышения несущей способности соединений авторами статьи предложен способ обработки при помощи устройства в стержнях сквозных отверстий. Такие отверстия после заполнения выбранного в массиве древесины соответствующего паза и заполнения его клеевой композицией по своей сути выполняют функцию шпонок, обеспечивающих передачу усилия от пластины через клеевую прослойку на древесину, которая за счет этого полноценно работает на скалывание вдоль, поперек или под углом к волокнам [8; 9]. До настоящего времени в научной и технической литературе отсутствуют указания по проектированию такого вида соединения. Также нет исследований по определению оптимальных параметров вклеенных плоских стержней в части их длины, ширины, толщины, размеров соединительных фасонок, диаметра, шага высверливаемых отверстий и т.п.

Для ответа на перечисленные вопросы с точки зрения минимизации количества опытов целесообразно при проведении исследований применить методику многофакторного эксперимента [10; 11]. В качестве характеристики

цели (параметр оптимизации), которая может задаваться количественно, назначаем величину разрушающей нагрузки $N_{разр}$, кН. Исследования выполнялись для случая выдергивания пластины из массива древесины поперек волокон, как наиболее характерного для работы соединительного элемента в конструкции.

На основании данных предыдущих опытов, а также справочной информации, отобраны 10 факторов, влияющих на величину параметра оптимизации: длина пластины (X_1), мм; ширина пластины (X_2), мм; толщина пластины (X_3), мм; длина распределительной фасонки (X_4), мм; диаметр отверстий в стержне (X_5), мм; количество отверстий (X_6), шт.; плотность заполнения поверхности стержня отверстиями (X_7), шт/мм^2, толщина клеевой прослойки (X_8), мм; тип применяемого клея (X_9); древесина (X_{10}). Два последних фактора были исключены из перечня по той причине, что в практике строительства наибольшее распространение как конструкционный материал получила сосна, а клей, рекомендуемый СП 64.13330-2017 «Деревянные конструкции» - эпоксидная смола ЭД-20. В итоге имеем 8 факторов. Для определения наиболее значимых из утвержденного перечня факторов, влияющих на параметр оптимизации, составлена матрица рангов (таблица 1).

Для проверки согласованности экспертных оценок провели математическую обработку результатов ранжирования. Значение коэффициента согласованности (конкордации) экспертов принимали $W_н$ = 0,5.

Таблица 1 – Матрица рангов

Эксперты (m=5)	Факторы R=8							
	$l_{ст}$, мм	$b_{ст}$, мм	$t_{ст}$, мм	$l_ф$, мм	$d_{отв}$, мм	$n_{отв}$, шт	ρ_o, шт/мм^2	$t_{кл}$, мм
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
1	1	2	7	5	6	3	4	8
2	2	1	8	4	6	5	3	7
3	3	1	8	6	5	4	2	7
4	3	1	7	5	4	6	2	8
5	1	2	7	5	6	4	3	8
$\sum_{j=1}^{m} a_{ij}$	10	7	37	25	27	22	14	38
Δ_i	-12,5	-15,5	14,5	2,5	4,5	-0,5	-8,5	15,5
$(\Delta_i)^2$	156,25	240,25	210,25	6,25	20,25	0,25	72,25	240,25

Средняя сумма рангов вычисляется по формуле:

$$T = \frac{\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{m} a_{ij}}{k}, \quad (1)$$

где m – число экспертов, a_{ij} – ранг i-го фактора от j-го эксперта.

$$T = \frac{10+7+37+25+27+22+14+38}{8} = 22{,}5.$$

Разность между суммой рангов i-го фактора и средней суммой рангов:

$$\Delta_i = \sum_{i=1}^{m} a_{ij} - \frac{\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{m} a_{ij}}{k} = \sum_{i=1}^{m} a_{ij} - T, \quad (2)$$

Сумма квадратов разностей:

$$S = \sum_{i=1}^{k} (\Delta_i)^2, \quad (3)$$

$$S = 946.$$

Коэффициент конкордации:

$$W = \frac{12S}{m^2(k^3-k)}, \quad (4)$$

$$W = \frac{12 \cdot 946}{5^2 \cdot (8^3-8)} = 0{,}90.$$

Рассчитанная величина коэффициента конкордации выше заданного и меньше единицы, что означает неодинаковое ранжирование факторов. Значимость полученного коэффициента необходимо оценить по критерию соответствия χ^2 (критерий Пирсона). Расчетное значение критерия определяется по формуле:

$$\chi^2 = \frac{12S}{mk(k+1)}, \quad (5)$$

$$\chi^2 = \frac{12 \cdot 946}{5 \cdot 8 \cdot (8+1)} = 31{,}53.$$

Критерий Пирсона при уровне значимости α = 0,05 и числе степеней свободы $f_0 = k - 1 = 7$ определяли по справочнику. Значение $\chi^2_{\alpha;f} = 6{,}35$ меньше расчетного значения критерия и можно утверждать, что степень влияния факторов на параметр оптимизации согласуется с коэффициентом конкордации W = 0,9. Для наглядности составили диаграмму рангов (рисунок 1).

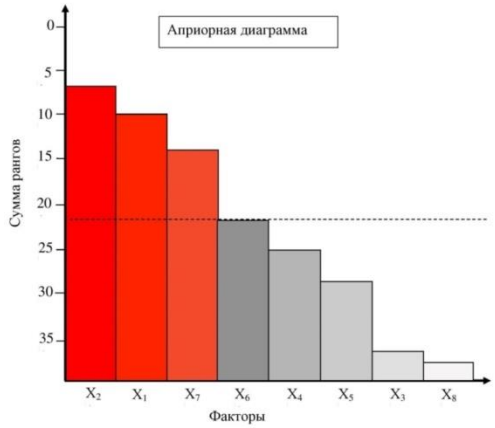


Рисунок 1 – Средняя априорная диаграмма рангов

Способами воздействия на объект исследования являются следующие количественные факторы: X_1 (X_1) – длина пластины ($l_{ст}$), мм; X_2 (X_2) – ширина пластины ($b_{ст}$), мм; X_3 (X_7) – плотность заполнения поверхности пластины отверстиями, шт/мм^2. Все выбранные факторы являются совместимыми, однозначными, управляемыми и независимыми.

Так как каждый из факторов реализуется на двух уровнях то имеем полный факторный эксперимент типа 2^k. Зная число факторов (3 фактора), можно определить количество опытов для реализации всех возможных сочетаний уровней факторов: $N=2^k$, где N - число опытов, k – число факторов, 2 – число уровней. Для кодирования факторов применяются обозначения «-1» или «-» и «+1» или «+» для нижнего и верхнего уровней соответственно.

Определили интервалы варьирования для каждого из выбранных факторов. Длину пластины $l_{пл}$ ограничили из конструктивных соображений значениями 100 мм и 300 мм для нижнего и верхнего уровня соответственно.

При конструировании соединений ширину пластины $b_{пл}$ целесообразно назначать не более половины высоты поперечного сечения деревянного элемента с учетом его острожки. С учетом сортамента пиломатериалов определили значение верхнего уровня фактора X_2. Отверстия в стержне приняты диаметром 10 мм. Расположение отверстий на стержне - равномерное по площади. Под плотностью заполнения поверхности стержня отверстиями принимается количество отверстий, приходящееся на единицу площади стержня. Значения уровней факторов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения уровней факторов

Воздействие на объект		Значения факторов, соответствующие уровням	
Обозначение	Фактор	Нижний уровень (-)	Верхний уровень (+)
X_1	длина плоского стержня	100	300
X_2	ширина плоского стержня	40	100
X_3	плотность заполнения поверхности стержня отверстиями	0,002	0,004

Все возможные сочетания уровней факторов приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Сочетания уровней факторов

№ строк/ столбцов	Значения фактора X_1 (длина плоского стержня)		Значения фактора X_2 (ширина плоского стержня)		Значения фактора X_3 (плотность заполнения поверхности стержня отверстиями)	
	Кодовое	Натуральное	Кодовое	Натуральное	Кодовое	Натуральное
1	-	100	-	40	-	0,002
2	+	300	-	40	-	0,002
3	-	100	+	100	-	0,002
4	+	300	+	100	-	0,002
5	-	100	-	40	+	0,004
6	+	300	-	40	+	0,004
7	-	100	+	100	+	0,004
8	+	300	+	100	+	0,004

Составленная матрица планирования эксперимента в кодированной форме с добавлением столбцов эффекта взаимодействий факторов первого и второго порядка приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Матрица планирования эксперимента

	X_0	X_1	X_2	X_3	X_1X_2	X_1X_3	X_2X_3	$X_1X_2X_3$
	+	-	-	-	+	+	+	-
	+	+	-	-	-	-	+	+
	+	-	+	-	-	+	-	+
	+	+	+	-	+	-	-	-
	+	-	-	+	+	-	-	+
	+	+	-	+	-	+	-	-
	+	-	+	+	-	-	+	-
	+	+	+	+	+	+	+	+

Уравнение регрессии в общем виде будет иметь вид:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3 + b_{123}X_1X_2X_3 \quad (6)$$

По составленной матрице планирования эксперимента провели три серии опытов. Для натурных экспериментов изготавливали образцы, представляющие собой бруски с вклеенными плоскими стальными стержнями (рисунок 2).

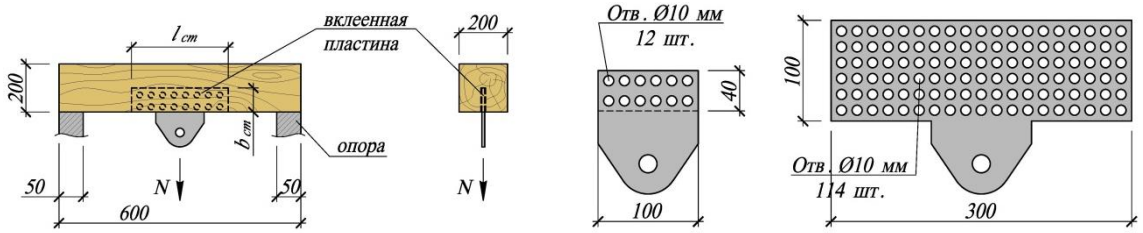


Рисунок 2 – Модель образца для исследования работы соединения на выдергивание пластины поперек волокон древесины (а) и варианты конструкций вклеенных пластин (б).

Деревянные бруски выполнены из сосны 2-го сорта с размерами поперечного сечения 200×200 мм, длиной 600 мм. Посередине верхней грани брусьев выбирали паз на требуемую глубину и длину. Выполнение паза производили ручным фрезером. Стальные пластины выполняли из стали толстолистовой горячекатаной стали толщиной 6 мм на установке плазменной резки. Отверстия во вклеиваемых частях пластин сверлами диаметром 10 мм выполняли на сверлильном станке в необходимом количестве согласно матрице планирования эксперимента. Пластина представляет собой плоский лист, нижняя часть которого предназначена для вклеивания в паз, а верхняя для соединения с нагружающим устройством. У всех пластин в верхней части, выполняющей роль распределительной фасонки, выполнено отверстие диаметром 22 мм для штифта.

Количество испытываемых образцов, необходимых для определения усилия выдергивания N принимали равным пяти для каждой серии. Эксперименты проводились на испытательной машине ИР 5082-100 (с максимальным усилием 10 т) с подвижной нижней траверсой (рисунок 3).



Рисунок 3 – Процесс испытания опытных образцов.

Контролируемые параметры при испытании: нагрузка (нагрузка разрушения), перемещение вклеенной пластины относительно бруса, скорость перемещения траверсы. На боковые грани бруса устанавливались индикаторы часового типа для измерения перемещения вклеенной пластины относительно бруса.

Испытание образцов выполняли ступенчатым нагружением с постоянной скоростью 0,01 кН/с без разгрузки. Величина ступеней – 0,1 от ожидаемой величины разрушающего усилия. На каждой ступени снимали показания приборов.

Для образцов всех серий при испытании на выдергивание поперек волокон характерным было то, что при испытании вначале происходило откалывание участка клеевого слоя от стержня вблизи дна паза из-за исчерпания адгезии. Далее происходил отрыв отколовшегося участка клея, сопровождаемый характерным треском. Дальнейшее разрушение происходило от скалывания древесины поперек волокон по площади контакта клеевого слоя, оставшегося на стержне. Результаты расчета для трех параллельно проводимых опытов представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты опыта

№	X_1	X_2	X_3	Y_1	Y_2	Y_3	$Y_{ср}$	S_n^2
1	-	-	-	14,22	11,95	15,49	13,89	3,22
2	+	-	-	35,87	41,43	45,96	41,09	25,54
3	-	+	-	40,12	35,51	32,23	35,95	15,71
4	+	+	-	94,56	105,67	119,59	106,61	157,28
5	-	-	+	17,44	19,35	22,68	19,82	7,03
6	+	-	+	57,51	56,31	52,16	55,32	7,88
7	-	+	+	45,32	51,98	48,26	48,52	11,14
8	+	+	+	135,35	143,51	158,32	145,73	135,59
S_e=363,39								

Здесь S_n^2 – построчные дисперсии, определяемые по формуле:

$$S_n^2 = \frac{(y_1 - y_{ср})^2 + (y_2 - y_{ср})^2 + (y_3 - y_{ср})^2}{n-1}, \quad (7)$$

$S_e = \sum_{n=1}^{N} S_n^2$ – сумма квадратов ошибок.

Для проверки гипотезы однородности дисперсий вычисляли критерий Кохрена. Для этого выбирали наибольшее значение построчной дисперсии.

Формула расчета критерия Кохрена:

$$G = \frac{S^2_{max}}{S_e} \leq G_\alpha, \quad (8)$$

$$G = \frac{157,28}{363,39} = 0,433.$$

При уровне значимости α = 0,05 и числе степеней свободы $f_1 = 2$ из таблицы приняли значение критерия $G_\alpha = 0,5157$. Полученное значение критерия не превышает критического (0,433 < 0,5157). С 95% доверительной вероятностью (P = 0,95) можно утверждать, что дисперсии однородны – опыт воспроизводим.

Расчет коэффициентов уравнения регрессии проводили по общепринятым формулам, приведенным в [10]. Результаты расчета коэффициентов уравнения регрессии представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Коэффициенты уравнения регрессии

	X_1Y_{cp}	X_2Y_{cp}	X_3Y_{cp}	$X_1X_2Y_{cp}$	$X_1X_3Y_{cp}$	$X_2X_3Y_{cp}$	$X_1X_2X_3Y_{cp}$	Y_{cp}
	-13,89	-13,89	-13,89	13,89	13,89	13,89	-13,89	13,89
	41,09	-41,09	-41,09	-41,09	-41,09	41,09	41,09	41,09
	-35,95	35,95	-35,95	-35,95	35,95	-35,95	35,95	35,95
	106,61	106,61	-106,61	106,61	-106,61	-106,61	-106,61	106,61
	-19,82	-19,82	19,82	19,82	-19,82	-19,82	19,82	19,82
	55,32	-55,32	55,32	-55,32	55,32	-55,32	-55,32	55,32
	-48,52	48,52	48,52	-48,52	-48,52	48,52	-48,52	48,52
	145,73	145,73	145,73	145,73	145,73	145,73	145,73	145,73
	230,57	206,69	71,85	105,17	34,85	31,53	18,25	466,93
$b_{i(j,z)}$	b_1=28,82	b_2=25,83	b_3=8,98	b_{12}=13,15	b_{13}=4,36	b_{23}=3,94	b_{123}=2,28	b_0=58,37

Уравнение регрессии с рассчитанными коэффициентами:

$$Y = 58,37 + 28,82X_1 + 25,83X_2 + 8,98X_3 + 13,15X_1X_2 + 4,36X_1X_3 + 3,94X_2X_3 + 2,28X_1X_2X_3$$

.

Дисперсия воспроизводимости:

$$S^2_y = \frac{S_e}{f_2 f_1}, \quad (9)$$

где $f_1 = n - 1$; $f_2 = N$ – числа степеней свободы.

$$S^2_y = \frac{363,39}{8 \cdot (3-1)} = 22,71.$$

Дисперсия коэффициентов регрессии и среднеквадратичная ошибка:

$$S^2_{bi} = \frac{s^2_y}{N}, \quad (10)$$

$$S^2_{bi} = \frac{22,71}{8} = 2,84.$$

$$S_{bi} = \sqrt{S_{bi}^2}\,, \tag{11}$$

$$S_{bi} = \sqrt{2{,}84} = 1{,}685.$$

Доверительный интервал для коэффициентов регрессии будет равен:

$$\Delta b_i = \pm t \cdot S_{bi}, \tag{12}$$

$$\Delta b_i = \pm 2{,}12 \cdot 1{,}685 = \pm 3{,}57.$$

где t – критерий Стьюдента определяли по справочной таблице при выбранном уровне значимости α = 0,05 и числе степеней свободы $f_3 = f_1, \cdot f_2 = 16$.

Значимость коэффициентов, исходя из условия:

$$\left|b_i, b_{ij}, b_{ijz}\right| \geq t \cdot S_{bi}. \tag{13}$$

Коэффициенты, значение которых меньше 3,57, исключаются из уравнения регрессии. Можно сделать вывод о том, что для параметра оптимизации значимы все члены уравнения, кроме коэффициента b_{123}.

Итоговое уравнение регрессии со значимыми коэффициентами примет вид:

$$Y = 58{,}37 + 28{,}82X_1 + 25{,}83X_2 + 8{,}98X_3 + 13{,}15X_1X_2 + 4{,}36X_1X_3 + 3{,}94X_2X_3.$$

Проверка адекватности полученного уравнения.

Остаточная дисперсия:

$$S_{\text{ад}}^2 = \frac{S_R}{f_{\text{ад}}}, \tag{14}$$

$$S_{\text{ад}}^2 = \frac{41{,}63}{4} = 10{,}41.$$

где $S_R = \sum_{i=1}^{N} \Delta y_i^2$ – остаточная сумма квадратов,

f_{ad} – число степеней свободы для дисперсии адекватности:

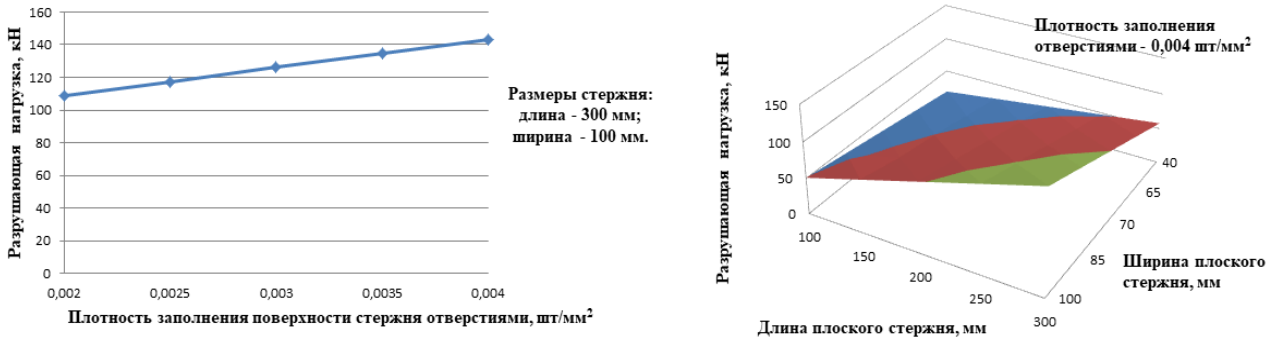
$$f = N - (k + 1), \tag{15}$$

$$f = 8 - (3 + 1) = 4.$$

Выполним проверку, используя критерий Фишера:

$$F = \frac{S_{\text{ад}}^2}{S_y^2}, \quad F = \frac{10{,}41}{22{,}71} = 0{,}46. \tag{16}$$

Табличное значение F - критерия при уровне значимости α = 0,05 составляет 3,01. Так как расчетное значение критерия не превосходит критическое, то можно сделать вывод об адекватности составленного уравнения регрессии. Наибольшее влияние на параметр оптимизации оказывают длина и ширина плоского стержня. Выполнена визуализация полученных результатов (рисунок 4)



а) модель процесса; б) оценка отклика поверхности функции

Рисунок 4 – Визуализация полученных результатов

Анализ экспериментальных наблюдений и полученных зависимостей показал, что плотность заполнения поверхности стержня отверстиями оказывает также значительное влияние на несущую способность за счет более равномерного распределения скалывающих напряжений по площадки «клей-древесина».

Выводы. 1. Проведенные экспериментальные исследования подтвердили техническую целесообразность применения в соединениях деревянных конструкций вклеенных плоских стержней.

2. Установлено, что на несущую способность рассматриваемого класса соединений наибольшее влияние оказывает длина и ширина стержня, а также от плотности заполнения поверхности вклеиваемой части стержня отверстиями.

3. Выявлено, что наибольшая несущая способность соединения, при фиксированных размерах стержня, достигается при плотности заполнения поверхности его вклеиваемой части, равной 0,004 штук/мм^2.

Список литературы

1. Орлович, Р.Б. Тенденции в развитии соединений деревянных конструкций в строительстве за рубежом / Р.Б. Орлович, З. Гиль, П.А. Дмитриев // Известия ВУЗов. Строительство. – 2004. – № 11. – с. 4-9.

2. Водянников М.А. Деформативность и несущая способность узлов стыка деревянных конструкций на стальных и углепластиковых нагелях / М.А. Водянников, Г.Г. Кашеварова, П.С. Штро // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. – 2017. – Т. 2. – С. 50-56.

3. Пуртов В.В. Сборные фермы из клееной древесины с соединениями на металлических пластинах с зубьями-дюбелями / В.В. Пуртов, А.В. Павлик // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2004. – № 9 (549). – С. 113-118.

4. Турковский, С.Б. Клееные деревянные конструкции с узлами на вклеенных стержнях в современном строительстве (система ЦНИИСК)/ С.Б. Турковский, А.А. Погорельцев, И.П. Преображенская // – М.: РИФ «Стройматериалы», 2013. – 308 с.

5. Мартышкин, Д.О. Расстановка вклеенных стеклопластиковых шайб в соединениях деревянных конструкций / Мартышкин Д.О., Арискин М.В. // Региональная архитектура и строительство. - 2022. - № 4 (53). - С. 75-83.

6. Руднев И.В. Соединения элементов деревянных конструкций с применением вклеенных стальных пластин / И.В. Руднев, С.В. Лисов // Известия высших учебных заведений. Строительство. – №4. – С. 5–8.

7. Руднев И.В. Методика расчета соединений элементов деревянных конструкций на вклеенных стальных пластинах / И.В. Руднев, В.И. Жаданов // Вестник Оренбургского государственного университета. – Оренбург, 2015. – №5. – С. 155-161.

8. Лисицкий И.И. Деревянные фермы с узловыми соединениями на вклеенных плоских стержнях / И.И. Лисицкий, В.И. Жаданов, // Промышленное и гражданское строительство. – 2020. – №4. – С. 9-15.

9. Патент 2633897 Российская Федерация, МПК E04B 1/58. Узловое сборно-разборное соединение деревянных стержней / И.И. Лисицкий, В.И. Жаданов, И.В. Руднев, М.А. Аркаев, С.В. Лисов. – Опубл. 19.10.17. М.: Бюлл. № 29. – 6 с.

10. Адлер, Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова. - М.: Наука, 1986. – 279 с.

11. Гарипов, В.С. Моделирование технологических процессов нанесения ионно-плазменных покрытий / В.С. Гарипов // Вестник Оренбургского государственного университета. – Оренбург. - 2005. - №5. - с. 146 – 148.

ПРИМЕНЕНИЕ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ – РЕШЕНИЕ ВОПРОСОВ БЕЗОПАСНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА ТЕРРИТОРИЯХ С ВЫСОКИМ УРОВНЕМ ГРУНТОВЫХ ВОД

Лихненко Е.В., канд. техн. наук, доцент,
Адигамова З.С., канд. геогр. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Под подтоплением понимается процесс подъема уровня грунтовых вод выше некоторого критического положения, а также формирования верховодки и (или) техногенного водоносного горизонта, приводящий к ухудшению инженерно-геологических условий территории строительства. Подтопление сопровождается увеличением влажности грунтов за счет замачивания. Развитие подтопления вызывает негативные последствия: затопление подземных частей здания, ухудшение условий их эксплуатации. При инженерных изысканиях следует учитывать, что подтопление развивается по двум принципиальным гидрогеологическим схемам. Сбору и обработке подлежат: данные многолетних климатических и гидрологических наблюдений, особенности застройки, данные об ущербе от развития подтопления и другие.

Отличным примером строительства на территориях с высоким уровнем грунтовых вод в городе Оренбург является жилой комплекс «Дубки».



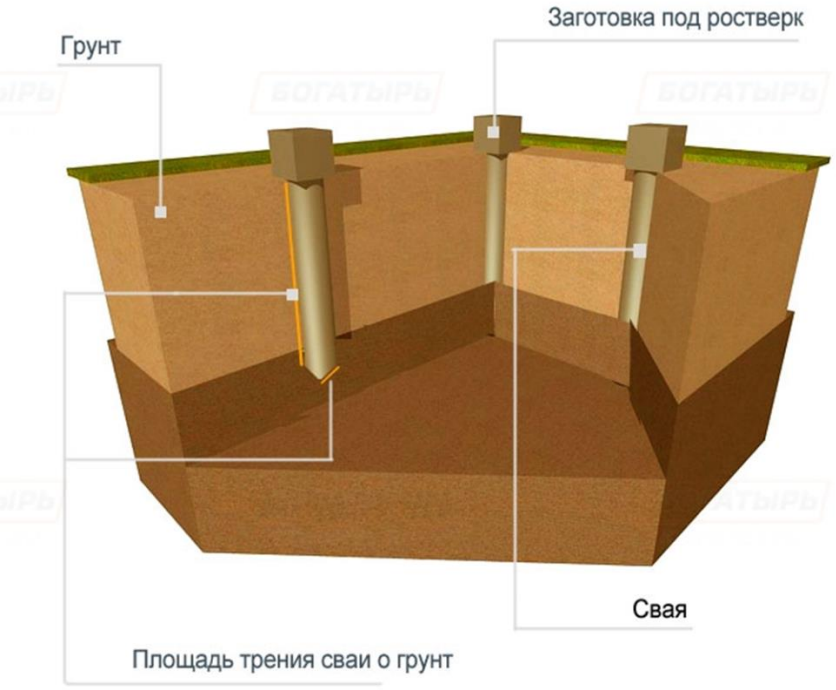
По подтопляемости, участок изысканий относится к типу I-А – подтопленный в естественных условиях.

При устройстве фундаментов на слабых грунтах используются сваи разных видов. Они различаются по материалу изготовления, методу погружения, размерам и форме поперечного сечения. По способу взаимодействия с грунтовыми слоями такие конструкции относятся к одной из двух групп – висячие сваи или стойки.

В первом случае столбы опираются не на твердое основание, а на сжимаемые грунты, передавая нагрузки боковыми поверхностями и наконечником. Вторая группа свай удерживается мало- или несжимаемыми грунтами, которые принимают на себя усилия от острия или расширенной пяты фундаментных стволов. При таком взаимодействии, силы сопротивления грунтов на боковых стенках фундаментных опор в расчете их несущей способности не учитываются.

При строительстве ЖК «Дубки» применяется фундамент свайный с монолитным железобетонный.

Используются забивные призматические висячие сваи, сечением 30см×30см.



Преимущества свайно-забивного фундамента из железобетонных свай:

– его уникальность заключается в том, что его можно формировать на различном грунтовом типе, кроме магматического или осадочного грунта;

– минимальная трата времени на земельные работы (это самый трудоемкий и сложный интервал в строительстве);

– формовку свайного фундамента можно выполнить даже в холодное время года;

– длительный срок службы – около 100 лет;

– плотно опускаются в грунт;

– увеличение прочности за счет конструктивных особенностей – внутреннее армирование;

– высокая влагостойкость, огнеупорность, устойчивость к переменам атмосферного давления;

– удобство хранения. Изделия складируются в штабели, не требуют никаких особых условий;

– фундамент имеет гарантированно хорошую несущую способность;
– стоимость работ снижается на 15-20%.

Свайный фундамент – это прочная конструкция, которая позволяет посредством свай передать нагрузку строения на несжимаемые слои грунта, расположенные достаточно глубоко.



Особенно это актуально, когда почвы слабые (торфяные или болотистые). Чтобы фундамент выдержал вес здания, он должен прочно опираться на твердый грунт. Здесь применимо правило: чем больше площадь основания сооружения, тем меньше его давление на почву.

Для исчисления нагрузки на каждую опору, на этапе проектирования производится расчет веса всего сооружения. Получившийся показатель делят на количество устанавливаемых свай.

Стойки погружаются с такой нагрузкой, которую они должны будут выдерживать. Признаком того, что опора достигла твердого слоя и готова выдержать заданную нагрузку, будет остановка ее продвижения вглубь.

В ЖК «ДУБКИ» В качестве несущего слоя, для опирания нижнего конца свай рекомендуем использовать грунты № 4 и № 5 ИГЭ – пески средней крупности и гравийные грунты, в соответствии с инженерно-геологическим разрезом

При строительстве были проделаны все мероприятия по предотвращению затопления территории застройки:

− сделана 4-х метровая насыпь, которая по всем расчётам должна обеспечить защиту от подтопления территории застройки;

Но эти расчёты не предусматривают разного рода чрезвычайные ситуации, приводящие к затоплению.

Среди таких ЧС можно выделить:

− обильное количество осадков, выпавших за короткий период (что подтверждает наводнение на Дальнем Востоке в 2013г);

- разрушение местной плотины (Ириклинская ГЭС).

Ежегодно самым волнующим событием для населения Оренбургской области в апреле-мае становятся весенние наводнения* на реке Урал, третьей по протяженности, водной артерии в Европе после Волги и Дуная. Эти наводнения приносят в последнее десятилетие значительные материальные убытки хозяйству региона. Регулярные наблюдения за наводнениями на реке Урал около Оренбурга проводятся с 1911 года Оренбургским Гидрометцентром. До настоящего момента наибольший паводок зафиксирован 2 мая 1942 года с отметкой 12,27 метра. В паводок 1957 года с отметкой 11,06 метра азиатская часть Оренбурга затапливалась до уровня печных труб жилых домов, свидетелями тех событий были сотни тысяч еще живущих горожан. В период 1938-1957 годов средняя отметка наводнений составила 7,44 метра при семи наводнениях больше 6 метров. После ввода в эксплуатацию в 1958 году многофункциональной Ириклинской плотины (высота 43 метра по гребню) с водохранилищем объемом 3,26 кубокилометра величина отметки наводнений пошла на убыль. С 1982 года средняя отметка наводнений увеличилась на 0,92 метра из-за массового строительства автомобильных мостов, которые имеют зауженные мостовые отверстия против нормируемых по расчету, а также большого количества беспроектных плотин(около 400).Эти плотины регулярно разрушаются, усугубляя паводковую ситуацию. В 1998 году плотина Ириклинской ГЭС буквально спасла Орск от 12-метрового наводнения. Воду не спускали из чаши 5 дней. Это было верным решением. Наводнение 98-го года было некой проверкой для плотины. Многие писали, что плотина получила значительную усадку, имеет трещины в корпусе. Но плотина выдержала! После каждого паводка водолазы-гидротехники тщательно изучают состояние подводной части плотины. Постоянно ремонтируются и укрепляются устои, температурные швы. Ириклинская плотина требует особой охраны, так как может быть использовано террористами как оружие массового уничтожения. Взрыв плотины или открытие всех водосбросов приведет к образованию разрушительной волны.

В этом году в Оренбуржье ожидается сложный паводок. В зонах предположительного подтопления окажутся свыше 220 населенных пунктов и более 23 тысяч человек. Также опасения властей вызывают 44 низководных моста, из-за которых в случае подтопления отрезанными от «большой земли» останутся 27 населенных пунктов. Составлены интерактивные карты затопления. От паводка могут пострадать почти полсотни домов в Оренбурге и около четырехсот домов в пригороде. Особо бдительными придётся быть жителям Кузнечного, Ситцовки, Овчинного городка, посёлка имени Куйбышева, Форштадта, Краснохолма и Каргалы. В дачных массивах в районе поселка Весенний десятки жилых домов. 9 апреля 2011 года в деревне Сладково в результате резкого подъема уровня воды в реке Заживная были затоплены более 100 жилых домов, в которых проживали более 160 человек. Паводком разрушено 29 домов, еще 75 потребовался капитальный ремонт.

В России наиболее пострадавшими регионами стали Амурская область, Еврейская автономная область и Хабаровский край. При накоплении излишней воды были полностью заполнены водохранилища Зейской и Бурейской ГЭС, после чего на плотинах этих ГЭС начался холостой сброс воды. Режим ЧС продлился в Амурской области и Еврейской автономной области до 17 сентября. В Хабаровском крае до 26 сентября. В Амурской области было подтоплено 126 населенных пунктов. Было затоплено около 8 тысяч жилых домов с населением 36339 человек. По состоянию на 14 сентября в Хабаровском крае было подтоплено 77 населенных пунктов. Было подтоплено более 3000 жилых домов с населением около 35000 человек. Для защиты своих домов от стихии люди вручную создавали искусственные насыпи и заграждения из мешков с песком.

Интересные сооружения зарубежных специалистов на территориях с высоким уровнем грунтовых вод или связанные с затоплениями.

За последние десять лет город Дубай пережил феноменальный рост, сосредоточившись по большей части на 60 километров от побережья, граничащего с Персидским заливом. К сожалению, все высотные квартиры, небоскребы и отели стоят плечом к плечу на берегу, не оставляя места для развития. Чтобы решить эту маленькую проблему, Nakheel Properties, поддерживаемая правительством компания, решила продлить береговую линию Дубая с помощью трех искусственных массивов суши под названием Palm Islands (острова пальмы).

Насыпали бы тонны песка и камня, пока не образовался бы искусственный остров в океане? Работники притащили более 3 миллиардов кубометров песка, чтобы создать Palm Jumeirah, первый из трех островов. Но они не просто ссыпали материал в курган. Они создали архипелаг в форме пальмы со стволом в 2 километра и короной из 16 листьев, окруженных полумесяцем. Данные GPS помогли им понять, что структура сохраняла свою симметрию в течение всего периода строительства.

Насыпной искусственный остров Пальма Джумейра (Palm Jumeirah) по праву носит звание туристического восьмого чуда света. Он состоит из камня и песка, постоянно противостоит силе ветра, волн, подвергается угрозе размывания. Но, не смотря, ни на что, лежит на водной глади Персидского залива и собирает на своих берегах несколько десятков тысяч туристов ежедневно.

От разрушительной силы волн Пальму защищает «полумесяц-волнорез» длиной 11,5 км и высотой над уровнем моря 3 м. На его создание потребовалось 5,5 млн. м3 горной породы. Каждый камень средним весом до 6 тонн удерживается только за счет собственного и общего веса. Камни тщательно уложены в крепкий пояс, способный выдерживать зимние шторма, песчаные бури и разрушительные порывы ветра. Кольцо волнореза имеет 2 пролива с перекинутыми через них транспортными мостами, которые позволяют регулярно обновляться воде у берегов Пальмы.

Как только были готовы первые 4 км защитного барьера, началась насыпь «ветвей» и «ствола» острова. В общей сложности на их возведение потребовалось 94 млн. м3 морского песка, взятого со дна залива всего в 6 милях от берега. Такого количества песка было бы достаточно для строительства 2-х метровой стены длиной в 40 000 км, способной опоясать земной шар по экватору.

В марте 2004 года основание «Пальмы» было полностью готово к застройке. 51 подрядная компания и 2000 рабочих приступили к строительству дорог, коммуникаций, отелей, торговых центров, жилых массивов и частных коттеджей. Поставщики со всего мира везли в Дубай строительные и отделочные материалы. Только так удалось сдать все проданные объекты к указанным в договорах срокам. К слову, 1800 вилл, усеявших 17 листьев «Пальмы», были распроданы за 3 суток с момента объявления открытых торгов, притом, что средняя цена за небольшой особнячок колебалась в районе 1 млн. долларов. Квартиры в комплексах Shoreline Apartments, Marina Residence, Oceana Residence и Tiara, на стволе продаются до сих пор, за небольшие апартаменты в 200 кв.м. просят в среднем 700–800 тысяч долларов



На «Пальме» расположено более 20 отелей, категорий от одной до пяти звезд. Застройка Пальмы Джумейра все еще продолжается. Но настоящей достопримечательностью острова является открытый в 2008 году отель **«Atlantis, The Palm».** Его величественное здание на полторы тысячи номеров венчает крону острова. В его инфраструктуру входят: один из самых больших аквапарков мира «Aquaventure», аквариум «Lost Chambers» и дельфинарий «Dolphin Bay».



Бурж Аль Араб (Burj Al Arab)- здание находится в 270 м от берега. Ведь для того, что бы воссоздать полную иллюзию паруса, качающегося на волнах, было решено поместить его на воде. Для этого был создан первый насыпной остров. Основание планировали сделать каменным. Однако во время проведения работ возникла проблема в виде мощного шторма, волны которого достигали высотой 3-4 метра. По всем краям острова были закреплены бетонные блоки с отверстиями, которые как губка принимали на себя удар волн. Вода, делая круг, рикошетом шла обратно. При этом сила удара сильно ослаблялась.

При закладке фундамента оказалось, что огромное количество воды давит снизу. Внизу песок укрепили цементным слоем, который проверялся на свою прочность и выдержал испытание. Нужно быть волшебником, что бы на песке, да еще и в воде построить здание, которое должно быть прочным и безопасным. В фундаменте Бурж Аль Араб было использовано 250 бетонных колон, которые имеют длину в 10 км, что в 35 раз длиннее самого отеля.

Вывод: опыт зарубежных специалистов строительной индустрии доказывает возможность строительства на территориях с высоким уровнем грунтовых вод даже небоскрёбов, но для этого необходимы точные расчёты, огромные финансовые затраты и высокотехнологичная техника, что пока является мало возможным для нашей страны. Наши специалисты выбирают более энергоэффективные пути решения данной проблемы.

Список литературы

1. Владимиров, В.В., Давидянц, Г.Н., Расторгуев, О.С., Шафран, В.Л. Инженерная подготовка и благоустройство городских территорий, М.: Архитектура-С, 2004. - 240 с

2. http://www.archdaily.com/614412/earthly-pond-service-center-of-internationalhorticultural-exposition-hhd_fun?ad_medium=widget&ad_name=more-from-officearticle-show

3. http://avtonomnoeteplo.ru/
4. http://www.findpatent.ru/patent/239/2392375.html
5. Пособие по проектированию сооружений для забора подземных вод, п.п. 11-19 (к СНиП 2.04.02-84)
6. М.В. Гольдберг, С. Газда. Гидро-геологические основы охраны подземных вод от загрязнения.
7. Даревский, В.Э., Романов, А.М. Проектирование сооружений, обеспечивающих устойчивость грунтовых массивов . Москва, 2011г.
8. http://fundamentclub.ru/svajnyj/zabivnye-svai-dlya-fundamenta.html
9. http://novostroyki-oren.ru/real/v-gorode/zhiloy-kompleks-dubki.html

СОЕДИНЕНИЯ ТОНКОЛИСТОВЫХ ОБШИВОК С ДЕРЕВЯННЫМ КАРКАСОМ

Жаданов В.И., д-р техн. наук, профессор,
Ловецкая Ю.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В настоящее время основными вопросами строительства являются надёжность, экологичность и экономичность строительных конструкций, зданий и сооружений в целом. Всем этим требованиям в достаточной мере отвечают деревянные конструкции, а также здания и сооружения на деревянном каркасе. Однако, вышеизложенный вопрос не утрачивает своей актуальности: строительные элементы из древесины необходимо модернизировать. В связи с этим в отечественном и зарубежном строительстве особое внимание получили конструкции из разномодульных материалов, исследование которых было заложено ещё в 1950-х- годах. Примером таких конструкций могут служить двутавровые облегчённые балки с гофрированной стенкой или плиты покрытий и перекрытий с тонколистовыми обшивками. Поскольку эффективное включение стальной профилированной обшивки в общую работу балки возможно лишь при надежном соединении металла и древесины, актуальным является вопрос о способах их соединений.

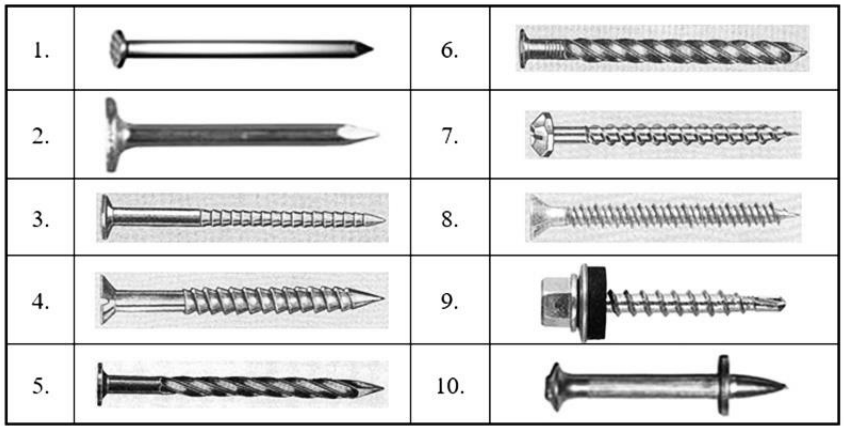


Рисунок 1 – Типы связей в рассматриваемых соединениях:

1 – строительный гвоздь; 2 – кровельный гвоздь; 3, 4 – ершовые гвозди по DIN 68163; 5, 6 – винтовые гвозди; 7 – саморез с круглой шляпкой; 8 – саморез с плоской шляпкой в форме конуса; 9 – саморез с герметизирующими свойствами; 10 – дюбель-гвоздь

Наиболее распространёнными видами соединений являются соединения, выполненные на различного рода гвоздях, саморезах и дюбель-гвоздях (рис. 1,

2). В России применяются гвозди строительные по ГОСТ 4028-63 [1], кровельные ГОСТ 4030-63 [2], винты самонарезающие по ГОСТ Р 59571-2021 [3] и дюбель-гвозди по ТУ 14-4-1731-2007 [4]. За рубежом популярностью пользуются такие документы, как DIN 7516 для самонарезающих винтов и DIN 1151 для гвоздей и дюбель-гвоздей.

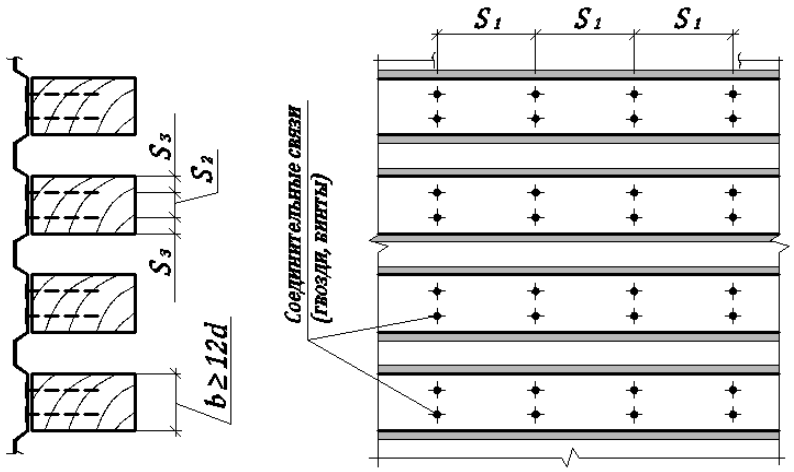


Рисунок 2 – Пример соединения профлиста с деревянными элементами, выполненного на гвоздях

Расстояния S_1, S_2 и S_3 рекомендованы СП 64.13330.2017 Деревянные конструкции [5]. Выполнение данного правила при проектировании соединения позволит обеспечить совместную работу древесины с обшивкой за счет их плотного сопряжения. При осуществлении соединения на гвоздевом забое через стальные обшивки в деревянный каркас с помощью молотка или пистолета забиваются гвозди. В случаях необходимости, предварительно производится рассверловка отверстий. Для определения количества связей в соединении выполняется его расчёт на восприятие усилий сдвига. Особое внимание при проектировании соединений такого типа следует обратить на зависимость глубины забивки гвоздей в деревянный элемент и их диаметр. Это обусловлено необходимостью обеспечить несущую способность связей на выдергивание при потере устойчивости тонколистовой стальной обшивки вокруг гвоздя. Стоит отметить, что на данный момент времени в нормативной документации отсутствуют сведения для расчёта таких соединений, а приведённые указания по расчёту накладок [5] не могут быть применены в рассматриваемом случае, поскольку обшивок значительно меньше толщины накладок.

Применение дюбель-гвоздей в соединениях тонколистовых стальных обшивок с элементами деревянных конструкций целесообразно из-за простоты и относительно малых трудозатрат при их выполнении. Однако, стоимость патронов сравнительно выше стоимости гвоздей, а также самонарезающих и самосверлящих винтов. Для удешевления и снижения трудоёмкости использования представленных связей, Дмитриевым П.П. [6] было предложено оригинальное решение для забивки группы дюбелей одним выстрелом (рис. 3).

Также в целях увеличения несущей способности соединений были предложены варианты применения группы дюбель-гвоздей, объединённых общими шайбами различных конфигураций, в том числе и зубчатыми шайбами (рис. 4). Шайбы с зубчатыми усилениями имеют центральное отверстие, равное диаметру дюбеля. При забивке дюбеля зубья шайбы прокалывают металл обшивки и включаются в совместную работу при восприятии сдвигающих усилий, что и приводит к повышению несущей способности соединения. По предположению автора, такой способ позволил бы значительно повысить несущую способность соединения за счёт защемления дюбелей в относительно толстых шайбах. Геометрические размеры шайб и их конфигурация определяются количеством дюбелей, требованиями норм по расстановке гвоздей [5].

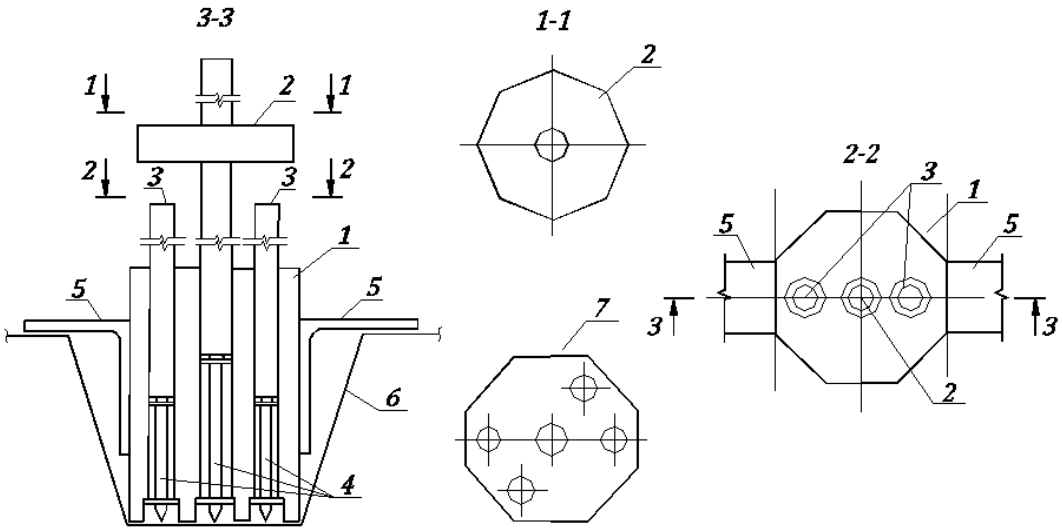


Рисунок 3 – Приспособление для забивания нескольких дюбелей монтажным пистолетом:

1 – корпус; 2 – ударник; 3 – бойки; 4 – дюбели; 5 – фиксирующие уголки; 6 – стальная обшивка; 7 – шайба для забивки пяти дюбелей

а) б)

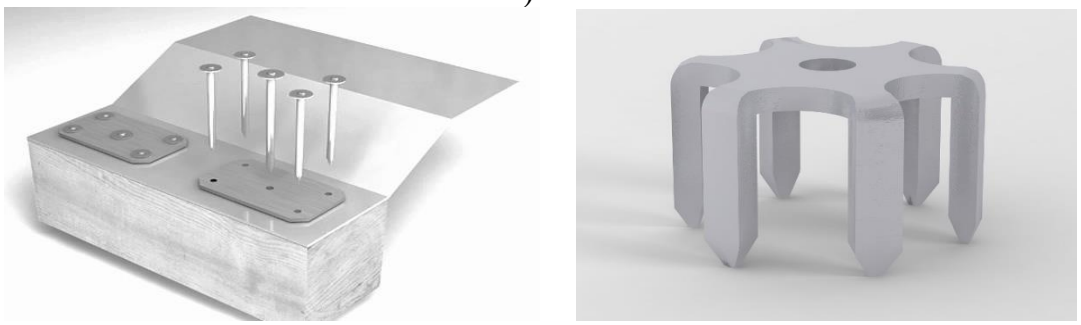


Рисунок 4 – Модель соединения обшивки с деревянным элементом, выполненного при помощи пяти дюбелей, усиленных шайбой (а) или зубчатой шайбой (б)

Самонарезающие, самосверлящие винты применяются для соединения профлиста к стальным элементам в соответствии с ГОСТ Р 59571-2021 [3]. Расположение винтов должно обеспечивать такие условия, которые позволят использовать установочный инструмент для установки винтов при монтаже строительных конструкций. Однако, в нормативной документации нет данных о деформативности и несущей способности саморезов, используемых для соединения тонколистовых обшивок с деревянными элементами. Отсутствуют также точные указания по технологии выполнения таких соединений (например, величины крутящих моментов при постановке винтов). Отметим, что в сравнении с гвоздями самонарезающие винты имеют существенно большую несущую способность на выдергивание. Расчёт соединений и требования к расстановке винтов в соединениях проводят согласно СП 260.1325800.2016 [7].

Также Дмитриевым П.П. были предложены способы крепления профлиста к массиву древесины на дюбель-гвоздях или саморезах при помощи металлических пластинок, приваренных к арматурному стержню или к дискретным наклонным элементам. Арматурный стержень предполагается вклеивать в деревянный массив (рис. 5). Как вариант, было предложено использовать Г-образные или Т-образные пластинчатые связи, которые устанавливаются в пропилы деревянного элемента на клее.

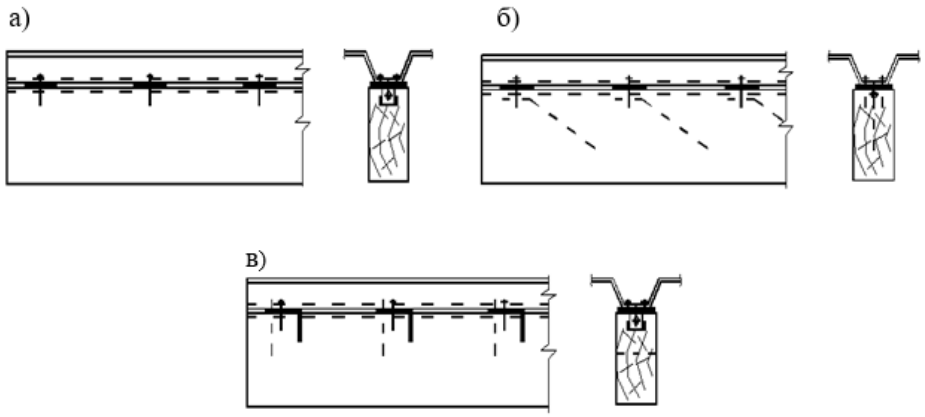


Рисунок 5 – Способы крепления стального профилированного листа к деревянному элементу через стальные пластинки:

а – пластинки приварены к продольному арматурному стержню, вклеенному в ребро; б – то же, к наклонно вклеенным стержням; в – пластинки в виде Г-образных пластинчатых нагелей

Ещё одним способом соединения стальных обшивок с элементами деревянных конструкций, позволяющих повысить жёсткость соединения, является применение гвоздей с овальной по длине формой (рис. 6,а). Предполагается, что такие гвозди можно забивать как механически, так и различными пистолетами автоматически без предварительной рассверловки отверстий. Такой результат достигается за счёт особой заточки острия и является

наиболее рациональным. Также применимы к данным соединениям связи в виде скоб с загнутыми краями (рис. 6,б). Такая конструкция, по мнению авторов, может повысить устойчивость элементов за счёт примыкания к элементам в сжатой зоне [8]. Ещё одной положительной характеристикой таких скоб является то, что их изготовление достаточно просто с точки зрения технологии, поскольку никакого особого оборудования не требуется.

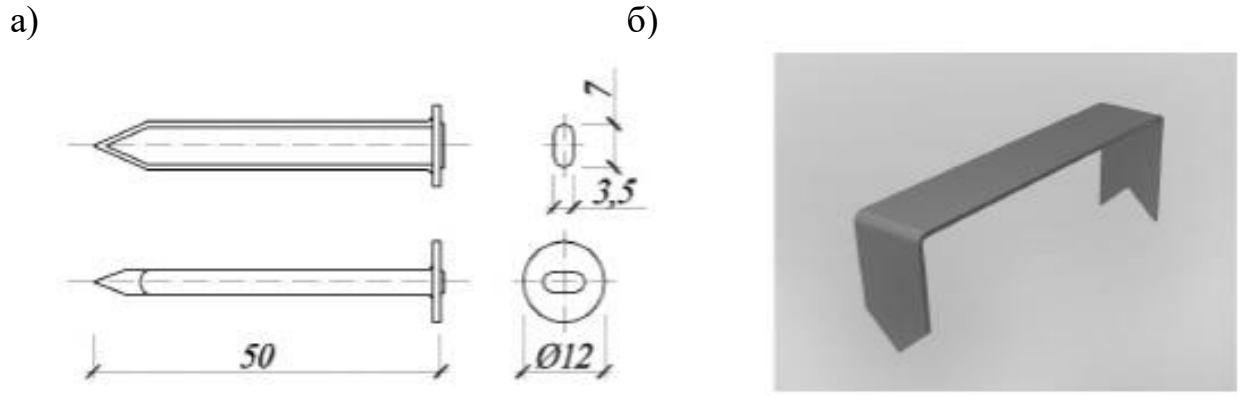


Рисунок 6 – Нестандартные способы соединения тонколистовых стальных обшивок с элементами деревянных конструкций:

а – гвозди с наиболее рациональным поперечным сечением; б – скобы П-образной формы

Очевидно, что для применения таких видов соединений на практике, необходимо владеть методикой их проектирования и расчёта. В виду этого, представленные способы соединений деревянного каркаса со стальными тонколистовыми обшивками требуют детального теоретического и опытного исследования, по результатам которых станет возможным создание практических рекомендаций по их проектированию, расчёту и применению. В настоящее время такие исследования проводятся на кафедре строительных конструкций Оренбургского государственного университета.

Список литературы

1. ГОСТ 4028-63. Гвозди строительные. Конструкция и размеры. М.: Изд-во стандартов, 2009. 4 с.

2. ГОСТ 4030-63. Гвозди кровельные. Конструкция и размеры. М.: Изд-во стандартов, 2009. 2 с.

3. ГОСТ Р 59571-2021. Винты самонарезающие. Общие технические условия. М.: Российский институт стандартизации, 2021. 24 с.

4. ТУ 14-4-1731-2007. Дюбель-гвозди с насаженными шайбами для пороховых монтажных пистолетов. Технические условия. – Введ. 1984.01.01. – М.: Мин-чермет СССР. 6 с.

5. СП 64.13330.2017. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80. ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко – АО «НИЦ «Строительство». М.: 2017. 98 с.

6. Дмитриев П.П. Работа на сдвиг креплений стального профилированного настила к элементам деревянных конструкций // Известия ВУЗов. Строительство. 1992. №9. С. 13–15.

7. СП 260.1325800.2016. Конструкции стальные тонкостенные из холодногнутых оцинкованных профилей и гофрированных листов. Правила проектирования. ЦНИИПСК им. Н.М. Мельникова – ЗАО «ЦНИИПСК им. Мельникова». М.: 2017. 116 с.

8. Жаданов В.И., Калинин С.В. Деревометаллические балочные конструкции со стенкой из стального профилированного листа // Известия вузов. Строительство. 2012. №6. С. 90–96.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ КАК КОНСТРУКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Гурьева В.А., д-р техн. наук, доцент, Лысенкин В.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Мировой опыт строительства с применением клееных деревянных конструкций (КДК), говорит нам о перспективности данного направления в строительстве. С помощью КДК возможно возведение большепролетных конструкций, имеющих высокую несущую способность и небольшой собственный вес, что является большим преимуществом. Объекты с большепролетными конструкциями являются показательными для деревянного строительства, демонстрируя одно из главных преимуществ древесины перед бетоном, железобетоном и металлом.

Приоритет древесины в истории строительства обусловлен ее распространенностью и простотой обработки[1]. В современной России Минпромторг ставит перед собой цель – расширить использование древесины в строительстве. Это позволит задействовать значительный лесной ресурс России и обеспечить экономический эффект в смежных отраслях: производство строительных материалов, энергетика, транспорт, жилищно-коммунальное хозяйство, потребительские товары [2]. Ресурсную способность РФ можно оценить по показателям, представленным на рисунках 1, 2, 3 согласно информации сайта «продовольственной и сельскохозяйственной организации объединенных наций» [3].

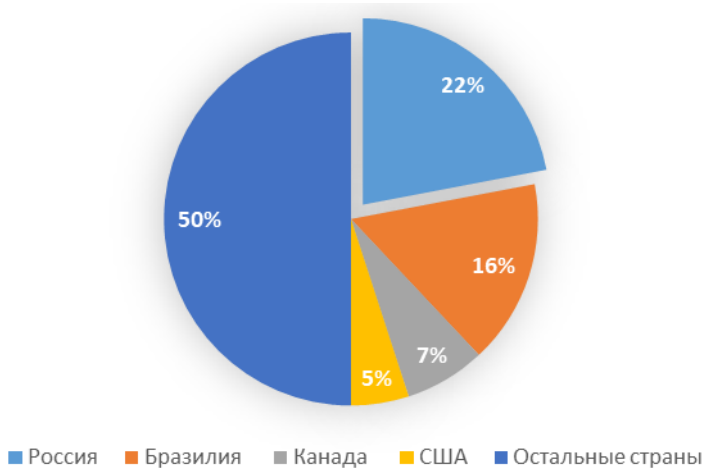


Рисунок 1 – Доля России от мировых запасов леса на 2019 г.



Рисунок 2 – Доля экспорта отечественных пиломатериалов на 2019 г.

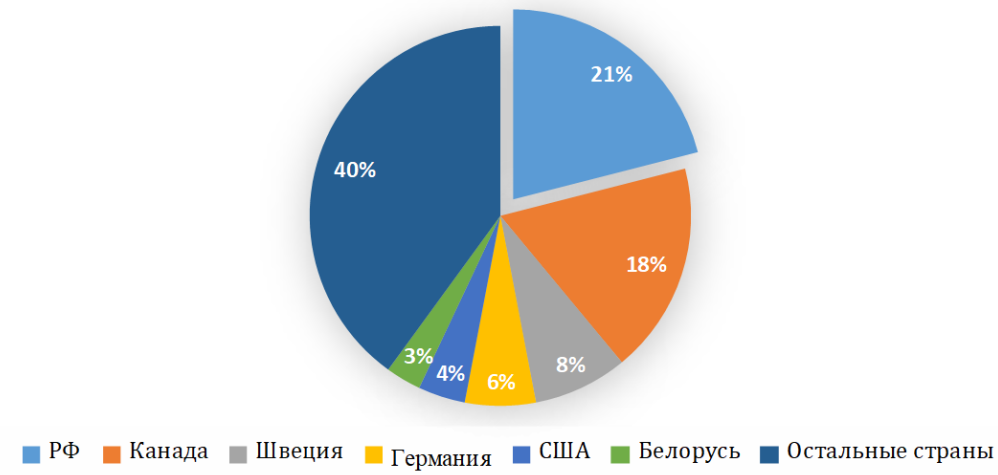


Рисунок 3 – Структура мирового экспорта пиломатериалов на 2019 г.

В СССР предприятиями производилось 75 млн м3 пиломатериалов, из которых 37 млн м3 использовалось в строительстве внутри государства и только 8 млн м3 экспортировалось. В настоящее время структура рынка деревянных конструкций во многом изменилась в связи с активным внедрением зарубежных технологии [4].

Россия является крупнейшей страной в мире по запасу древесины. 29 января 2021 года Правительство РФ утвердило новую стратегию развития лесного комплекса, направленную на охрану и защиту лесного хозяйства. В частности, запрет на экспорт необработанной древесины и нормы на использование деревянных конструкций в рамках государственного заказа, что позволит стимулировать развитие мощностей лесопромышленного комплекса, строительного комплекса и экономики в целом.

Распространению древесины, как конструкционного материала способствуют ее физико-механические свойства [5]. В отличие от металлических, конструкции из дерева не подвержены коррозии, что позволяет

широко применять их в сооружениях, эксплуатируемых при высокой влажности, например, водных спортивных комплексах, а также при воздействии химической среды, например, хранилищах химикатов или удобрений, поскольку древесина устойчива к химическим реагентам [6]. Так, например, сосна, при малой плотности порядка 0,52 т/м3 характеризуется показателем сопротивляемости сжатию, сравнимым с показателем бетона класса В15. Однако, плотность бетона составляет 2,5 т/м3, что указывает на несомненное преимущество деревянных конструкций, при равной несущей способности. Эффективность использования деревянных конструкции в строительстве в качестве основного материала, базируется на двух принципах [8]:

1) Конструктивные характеристики деревянных конструкций: пожарная безопасность, а также другие показатели, которые соответствуют необходимым нормативным значениям, аналогичны или даже выше чем у стальных конструкций, применяемых в строительстве.

2) Законодательное закрепление в рамках нормативного регулирования, возможность использовать древесину в качестве основного строительного материала в проектных решениях на новое строительство, реконструкцию, капитальный ремонт объектов различного назначения [9].

Рассмотрим применение клееных деревянных конструкций (далее КДК), полученных на основе шпона (LVL) в качестве несущих конструкций, их преимущества и недостатки. КДК характеризуются свойствами, которые существенно отличают их от конструкций из массива древесины. Это связано с тем, что КДК изготавливаются из сухого пиломатериала и поэтому они в гораздо меньшей степени подвержены развитию усадочных деформаций в ходе эксплуатации [10]. Также, при производстве КДК в древесине пиломатериалов снимаются внутренние напряжения, что позволяет избежать изменения геометрии готового изделия на стадии его эксплуатации. Преимуществом работ с КДК является небольшое количество отходов, образующихся непосредственно на строительной площадке; возможность изготовления длинномерных линейных и гнутых конструкций. Последний фактор обеспечивает широкие возможности для реализации сложных архитектурных решений. Анализ отечественного и зарубежного опыта применения КДК показал, что по сравнению с традиционными решениями, КДК имеют значительные преимущества: металлоемкость зданий уменьшается в три раза, масса в 2–3 раза, трудоемкость монтажа уменьшается до 2,5 раз [11]. Высокой эффективностью характеризуются пространственные структуры из КДК, позволяющие перекрывать пролеты без промежуточных опор до 150 м. Также развитие получило применение КДК в малоэтажном строительстве, так как здание, возводимое из КДК, экологичнее и дешевле в сравнении с аналогичным, в котором применяются металлические конструкции. В то же время при проектировании и строительстве общественных объектов и многоэтажных жилых зданий в РФ пространственные деревянные конструкции применяются ограниченно и данное направление представляет собой весьма

интересную перспективу. Это объясняется недостаточной нормативной базой и обоснованностью расчетно-проектных решений [12].

Одним из первых проектов с применением КДК был проект 9-ти этажного жилого дома «Stadthaus» в Великобритании (рисунок 4). Возведение данного здания было выполнено в короткие сроки, в течение 27 дней, что полностью соответствовало проектной документации здания. Дом возведен целиком из деревянных конструкций, включая лестницы и лифтовые шахты.



Рисунок 4 – 9-ти этажный жилой дом «Stadthaus» в Великобритании с применением КДК

Современных общественно-значимых объектов с пространственными деревянными конструкциями в РФ немного. В Москве это - реконструированный Манеж, бассейны и спортивные залы в Ясеневе, Мытищинский аквапарк, Новый Трансвааль, деревянный мост через МКАД, а также в Московской области - несколько небольших мостовых переходов, в г. Казани - Дворец водных видов спорта, в г. Санкт-Петербурге - аквапарк развлекательного центра, в г. Омске - Тренировочный комплекс ХК «Авангард» и т.д. Из объектов, возведенных в последние годы - санно-бобслейная трасса в Сочи, получившая высшие оценки архитектурного сообщества России (рисунок 5). Изогнутые навесы из клееной древесины и прозрачного покрытия из стекла подчеркивают ключевые моменты санного спорта, динамично вписываясь в строение комплекса. Материалы для строительства выбраны таким образом, чтобы избежать противоречия между сооружением и окружающим горным ландшафтом. Одна из главных задач, стоявших перед авторским коллективом, заключалась в необходимости защитить: желоб трассы, стартовые и финишные зоны, площадки для размещения спортсменов и спортивных снарядов от

многочисленных неблагоприятных атмосферных воздействий. Для решения этой задачи, использованы клеёные деревянные балки, а не из массива древесины, и система светопрозрачного покрытия из поликарбоната требуемой твердости. Алюминиевое покрытие и деревянная боковая зашивка по С-образным металлическим элементам по всей длине защищают желоб трассы.



Рисунок 5 – Санно-бобслейная трасса в Сочи

Примером строительства многоквартирного дома является первый в России 4-х этажный жилой дом в поселке Ложок на территории Новосибирской области (рисунок 6). Фасад здания по периметру обшит фиброцементными плитами. При строительстве был использован LVL-брус, который отличается однородностью по всей длине, постоянством прочностных характеристик с течением времени и линейных размеров не зависимо от температурно-влажностных условий, не подвержен уварочным деформациям и растрескиванию. Частью конструктива стен являются три слоя гипсокартонных плит. А шарнирное соединение элементов каркаса обеспечивает высокую сейсмостойкость объекта. В жилом доме запроектировано 16 квартир двух типов с общей площадью вариантов 71,7 и 76,9 м2. Себестоимость одного квадратного метра составила 50 тысяч рублей. Себестоимость 1м2 аналогичного жилого дома, возведенного по монолитной технологии составляет 65 тысяч рублей.

1) 2)



1 –фасад здания; 2 – внутренняя отделка

Рисунок 6 - 4-х этажный жилой дом на территории Новосибирской области

Таким образом, проведенный анализ позволяет утверждать, что в настоящее время на смену конструкций из натуральной древесины приходят более технологически эффективные клеёные конструкции. Однако на современном этапе, применение их как основного конструкционного материала в индустриальном общественном и многоэтажном жилом строительстве остается ограниченным, а основная область использования материалов и изделий преимущественно из массива древесины – это частное домостроение, которое с каждым годом набирает все большую популярность, так как отличается экологичностью, экономичностью и выразительностью архитектурного облика. Вместе с тем вопросы развития нормативной документации, технологии производства и монтажа клеёных строительных изделий являются актуальными, что обусловлено их высокими физико-механическими и эстетическими свойствами, а также заинтересованностью данного направления государственными структурами страны.

Список литературы

1. Матвеев, А. И. Актуальность и перспективы применения древесины в строительстве в качестве конструкционного материала в XXI веке / А.И. Матвеев // Научное сообщество студентов: Междисциплинарные исследования: сб. ст. по мат. XLII междунар. студ. науч.-практ. конф. - №7(42). – Москва: МГСУ. - 2019. - № 7-1 (85). - С. 20-25.

2. Острякова, Ю.Е. Деревянное строительство как направление экологического строительства / Ю.Е. Острякова, Е.Е. Тимофеева // Международный научно-исследовательский журнал. – Иваново: ИвГПУ. - 2019. - № 7-1 (85). - С. 25-28.

3. Продовольственная и сельскохозяйственная огранизация Объединенных Наций. Статистика по лесной продукции. Электронный ресурс https://www.fao.org/forestry/statistics/80938@180724/ru/

4. Грахов, В.П. Возведение зданий с деревянным каркасом / В.П. Грахов [и др.] // Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова - Ижевск: ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. - 2014. – С. 102-114.

5. Коклюгина, Л. А. Современные технологии возведения многоэтажных деревянных домов / Л. А. Коклюгина [и др.] // Известия КГАСУ. – Казань: КГАСУ. - 2019. – С. 245 - 254.

6. Красовский, М. В. Энциклопедия русской архитектуры. Деревянное зодчество. / М. В. Красовский // Архитектон. Изв. вузов. – Санкт-Петербург: Сатисъ – 2010. - С. 335 - 337.

7. Вербицкий, И. О. Предпосылки применения клееных деревянных конструкций в современном строительстве / И.О. Вербицкий, Е.В. Вербицкая // Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Ползуновский альманах. - 2017. - № 2. С. 75-78.

8. Ломакин, А.Д. Защита несущих клеёных деревянных конструкций / А.Д. Ломакин, А. А. Погорельцев // ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко АО «НИЦ «Строительство». - Москва: Вестник НИЦ строительство. - 2007. - № 3. - С. 15-18.

9. Хлиманков, М.В. Поиск рационального использования ЛВЛ несущих конструкций / М.В. Хлиманков, М.Б. Москалев // СПбГАСУ. – С-т-П.: Вестник. Серия: Материалы. Конструкции. Технологии. - 2018. - № 1. - С. 52-57.

10. Тяговский, А.В. Изучение перспектив строительства домов из lvl-бруса / А.В. Тяговский, Морозов Н.А. // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Красноярск: СибГУ им. М.Ф. Решетнева. - 2021. - С. 339-341.

11. Калугин, А. В. Клееные деревянные конструкции в современном строительстве / А. В. Калугин // Промышленное и гражданское строительство. - Москва: АСВ. - 2011. - № 7 (ч.2). - С 32–37.

12. Лебедева, М. А. Место клееных деревянных конструкций в современном строительстве и архитектуре / М. А. Лебедева. // Международный научный журнал. - Казань: Молодой ученый. - 2018. - № 50 (236). - С. 46-48.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Макаева А.А., канд. техн. наук, доцент,
Кравцов А.И., канд. техн. наук, доцент, Бурцева Ю.С.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Без современных инновационных технологических разработок в сфере дорожного строительства невозможна ни одна реформа, ни одно значимое производственное решение. Усовершенствование автотранспортной инфраструктуры, а также дорожного строительства не реализовать без инновационных решений, внедрение которых все чаще наблюдается в Российской Федерации. Прогрессивные технологии позволяют сделать перемещение транспортных средств более комфортным и доступным, а автомобильное полотно более долговечным. Из-за увеличения требований к состоянию дорог в настоящее время продвижение инноваций становится необходимым обстоятельством для строительства, а также формирования транспортных сетей.

Мировой опыт показывает, что развитие и совершенствование транспортных инфраструктур являются часто катализаторами прогресса не только других отраслей народнохозяйственного комплекса, но и всего региона в целом [1].

В России, при наличии бюджетных ограничений, цели правительства по поддержанию и расширению дорожной сети часто сводятся к минимизации затрат на этапе непосредственного строительства [2]. Это противоречит подходу развитых стран, основанному на затратах и управлении средствами на протяжении всего жизненного цикла конечного продукта – дороги.

Использованию инновационных материалов в дорожном строительстве препятствует отсутствие стимулов и мотивации со стороны подрядчиков. Однако с точки зрения значительного увеличения жизненного цикла дороги, как конечного продукта, который в последующем позволит снизить стоимость на техническое обслуживание и эксплуатацию, то можно рассчитывать на общую экономию. Акцент на оптимизации затрат на этапе строительства дорог соответствует передовой мировой практике, поскольку одним из векторов развития отрасли является оптимизация стоимости конечного актива на протяжении всего его жизненного цикла [3].

Причинами, тормозящими и препятствующими внедрению инноваций в дорожное хозяйство России, может быть компрометирующий конфликт интересов между исполнителем, заказчиком проекта и собственником дороги. Необходимы первоначальные инвестиции и последующие затраты на поддержание конечного актива на протяжении всего его жизненного цикла. Чтобы исправить ситуацию, государство должно покрыть не только

первоначальные затраты на проектирование и строительство, но и будущие долгосрочные затраты (ремонт и эксплуатация дорог и др.).

В настоящее время широко внедряется комплексная система строительства асфальтобетонных покрытий по методологии SUPERPAVE для дорожной одежды с повышенной эксплуатационной характеристикой.

Все большее внимание уделяется шероховатой поверхностной обработке (ШПО) дорожного полотна с целью увеличения срока эксплуатации.

К основным инновационным технологиям можно отнести направления, отмеченные на рисунке 1.



Рисунок 1 – Основные направления инновационных технологий в дорожном строительстве [3]

Примерами новых материалов дорожного строительства могут служить дренажный асфальт, пористо-мастичный асфальтобетонные смеси, цветной асфальт, бетон с подсветкой, модифицированный битум, полимерно-битумное вяжущее, изготовленное из термопластов и так далее.

Наряду с широко используемыми технологиями по применению щебеночно-мастичного асфальтобетона, который достойно зарекомендовал себя на российских магистралях, все больше внимания уделяется жестким дорожным одеждам.

Цементобетонные покрытия в среднем от 70 % до 80 % дороже асфальтовых покрытий, но асфальтовые дороги нуждаются в реабилитации примерно через 4 года эксплуатации, в то время как цементобетонные покрытия служат минимум 10 - 12 лет [4].

Стоимость проектных работ обычно составляет 5 % от стоимости контракта, но снижение стоимости проектирования, отражающееся на качестве и сложности проектного решения, может снизить цену контракта. Примерами современных программных продуктов для проектирования дорог являются: AutoCAD CARD 3D США, Card 1 Германия, GIP Россия, Robur Russia.

К инновационным методам ремонта и восстановления дорог относятся: технологии литых асфальтобетонных смесей, инфракрасный ремонт, гидрофобизация, использование нанофобов для восстановления разрушенных полотен, методы химической фрезеровки неровностей и другие.

Широкое применение находят и геосинтетические материалы в дорожном строительстве – геосетки, геомембраны, геотекстили, геоматы, которые позволяют ни только армировать и дренировать дорожное полотно, но и улучшать его структуру.

При восстановлении автомобильных дорог организации применяют методы регенерации (восстановления) и стабилизации (технология укрепления). Холодный ресайклинг – это методика поддержания (стабилизации) грунтов, каменных материалов и асфальтового гранулята, получаемых в результате дробления асфальтобетонного лома (ФАЛа), путём предварительного фрезерования и смешения с различными вяжущими. Данная процедура базируется на вторичном применении использованных материалов прежнего дорожного продукта, что позволяет уменьшить общие расходы на новое строительство.

Невозможно грамотное внедрение инноваций не только за счет хорошо подготовленного дорожного основания, современного оборудования, качественного сырья, но и без квалифицированного рабочего персонала, соблюдения культуры производства. Следует особое внимание уделять повышению квалификации проектировщиков, непосредственных исполнителей работ и в корне пересматривать вопросы по устаревшей программе обучения в российских строительных университетах.

С целью эффективного введения инновационных технологий, а также дальнейшего их применения следует разрешение определенных вопросов:

– изменение программы преподавания учащихся в институтах об инновационных разработках в дорожном строительстве;

– улучшения, а также усовершенствование нормативной основы с помощью введения нововведений;

– вовлечение больших инвестиций;

– формирование различных квот;

– формирование, а также поощрение предприимчивости со стороны заказчиков и проектировщиков.

По словам экспертов строительного сектора, формирование автодорог с новыми технологиями окончательно будет осуществляться только с созданием соответствующей нормативно-правовой базы и созданием концепции выбора, изучения и распространения нововведений.

В настоящее время Минтранс РФ уделяет особое внимание разработке ключевых компонентов инфраструктуры:

– разработке полигонов испытаний для тестирования новых технологий дорожного строительства;

– созданию центров для испытаний новх материалов;

– формированию базы информации о всех технологиях отрасли, необходимых для обмена между различными подразделениями дорожного управления.

Анализ последних нововведений дорожного строительства в различных странах показывает, что современные технологии и материалы позволяют продлить срок службы дорожной одежды, минимизировать затраты на поддержание дорожной одежды в хорошем состоянии в долгосрочной перспективе, снизить экологические затраты.

Список литературы

1. Бобуморотов, С. Ю. Организация дорожно-строительных работ и комплексная оценка на основе зарубежного опыта / Ю.С. Бобуморотов // Строительство и архитектура. – 2022. – №2. – С.125-127.

2. Собирова, Д.К. Применение инновационных материалов в строительстве автомобильных дорог / Д.К Собирова, Д.Ф. Коиблова // Научный журнал. Строительство и архитектура. – 2020. – №3. – С.18-19.

3. Токар, Н.И. Совершенствование организации использования бульдозеров ковшевого типа на малообъемных работах при строительстве автомобильных дорог / Н.И. Токар Строительство и архитектура. – 2021. – №6. – С.1 - 12.

4. Собирова, Д.К. Применение инновационных материалов в строительстве автомобильных дорог / Д.К Собирова, Д.Ф. Коиблова // Научный журнал. Строительство и архитектура. – 2020. – №3. – С.18 - 19.

ВЫБОР СПОСОБА БЕТОНИРОВАНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

Мозгунов В.С., Гаврилов А.А., канд. техн. наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Понятие «зимние условия» в технологии монолитного бетона и железобетона несколько отличается от общепринятого – календарного. Зимние условия начинаются, когда среднесуточная температура наружного воздуха снижается до +5°С, а в течение суток имеет место падение температуры ниже 0°С [1].

Если обратиться к истории, исследования различных способов обеспечения твердения конструкций в зимних условиях начали проводиться в СССР еще с 1930-40х годов. Однако еще совсем недавно проведение бетонирования зимой рассматривалась как невозможная строительная операция, грозящая негативными последствиями. На сегодняшний день, защита бетона в холодную погоду является постоянной проблемой для подрядчиков. Укладка бетона в холодную погоду требует специальной подготовки и защиты, так как должны учитываться все необходимые меры предосторожности, чтобы ослабить негативное воздействие холодной погоды. В большинстве случаев требуется специальное отверждение и защита для бетонной смеси. При отрицательных температурах воздуха вода, входящая в состав бетонной смеси, превращается в лед. При этом количество воды, необходимой для химической реакции — гидратации бетона уменьшается, а в структуре твердеющего бетона возникает внутреннее давление в следствии увеличения объема при переходе воды из жидкого состояния в твердое [5].

Первый метод бетонирования в зимних условиях это кондуктивный обогрев или «греющая опалубка». Термоактивную опалубку используют при бетонировании в холодное время для получения требуемых прочностных характеристик. Данный метод так же используют и в теплое время — для уменьшения времени застывания. Для этого стандартные элементы опалубки оборудуют электрическими нагревательными элементами (термоаткивными вкладышами) со стороны соприкосновения с бетоном и утеплителем с противоположной стороны. Такому изменению может быть подвергнут любой вид опалубки (металлические, деревянные), использующийся в строительстве. Конструкция термоактивного щита представлена на рисунке 1.

При использовании греющей опалубки передача тепла осуществляется контактным способом. В качестве нагревательных элементов могут быть использованы:

– кабели или провода;

– ленточные нагреватели;

– токопроводящие покрытия (пленки);

– трубчатые электронагреватели (Тэны).

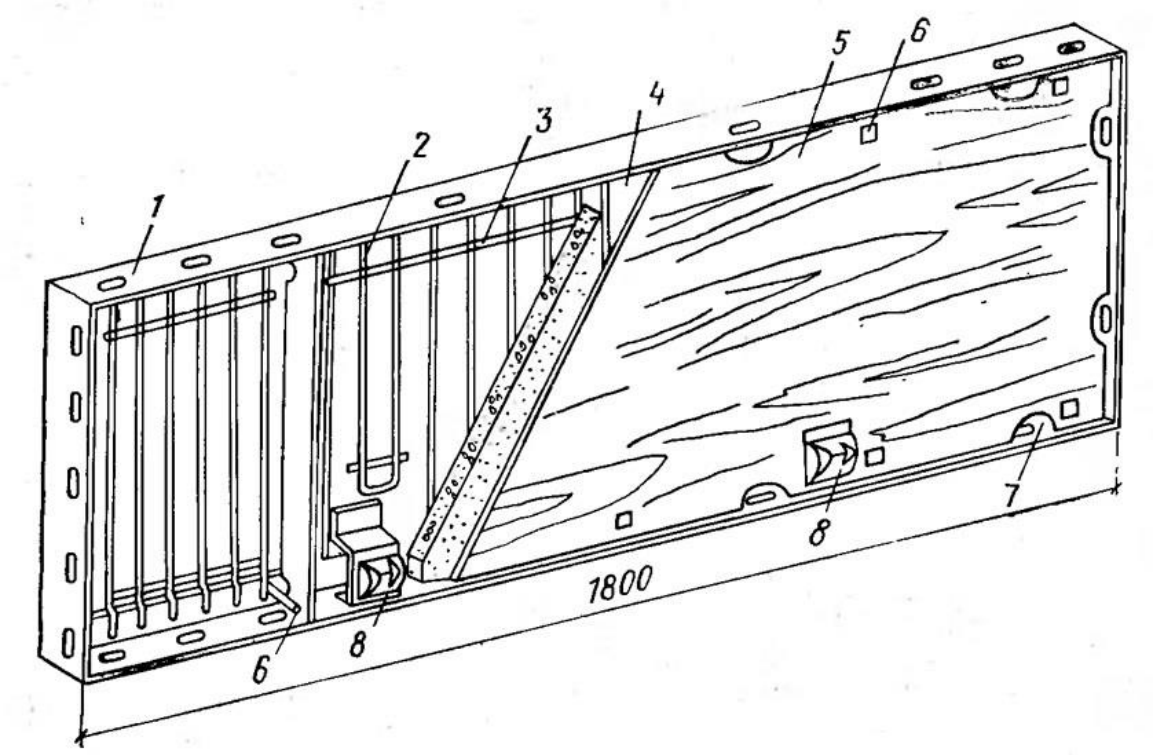


Рисунок 1 – Конструкция термоактивного щита

1- каркас щита; 2- греющий кабель; 3- скоба крепления кабеля; 4- утеплитель; 5- защитный кожух; 6- крепление кожуха; 7- вырез для установки и крепления щитов; 8- вилочный разъем щитов.

Второй способ бетонирования в зимних условия – метод термоса. В зимнее время года, когда среднесуточная температура воздуха во время строительства опускается ниже 3°С, по СНиПу положено прогревать бетон. Делается это в целях обеспечения правильного режима его твердения. В монолитном строительстве часто используют метод термоса для поддержания оптимальной температуры раствора. Суть этой технологии сводится к изотермии не за счет прогрева бетона , а за счет сохранения внутреннего его внутреннего тепла , и тепла, выделяемого во время затвердевания бетона. Следовательно , для этого нужно изначально нагреть раствор до допустимых температур, а затем уже залить его в максимально термоизолированную двойную опалубку [2, 3].

Такой «термос» можно создать из различных материалов, главная потребность к ним — это хорошее удержание тепла. Температуру и утеплитель подбирают так, чтобы залитый бетон набрал требуемый процент от запроектированной прочности (около 60 %) до того момента, когда его температура станет ниже 0 °С. Таким образом, вода из раствора не станет замерзать, и реакция гидролиза пройдет до конца. По предварительно

проведенным расчетам и прогнозам температуры окружающего воздуха, выбирают использованный материал с целью утепления а также толщину покрова укладывания. Метод термоса применим для конструкций с модулем поверхности до 8 для портландцементов средней активности, и до 10–16 для бетонов с химическими добавками ускорителями твердения. Для создания утеплителя используют доски и фанеру с прокладкой из пенопласта, картон, опилки, шлаковату, а также различные другие современные утеплители с необходимыми характеристиками.

Третий из рассматриваемых метод зимнего бетонирования – добавление противоморозных добавок. Полное и высокопробное затвердевание бетона в вероятно только конкретном диапазоне температур. Критичным оказывается когда температура опускается ниже 0°С. При данных температурах вода, находящаяся в составе любого раствора начинает замерзать. Вследствие этого бетон становится рыхлым и уже не удастся достичь расчетную прочность. Именно поэтому для возможности производить бетонирование при температурах воздуха ниже °С использую специальные противоморозные добавки (ПМД). Данные добавки выполняют сразу несколько функций. Во-первых, понижают температуру кристаллизации свободной жидкости, а во-вторых стимулируют процессы твердения. Также достаточно востребованы в зимний период времени добавки-пластификаторы, обеспечивающие бетон наибольшей пластичностью и подвижностью, ведь при понижении температуры бетонный раствор со временем утрачивает эти свойства. В среднем разрешаемый размер присадок может составлять до 6 % от всего объема цемента в растворе. Некоторые морозоустойчивые добавки эффективны при температуре воздуха до -25°С. ПМД обеспечили себе широкое использование в современном строительстве как самостоятельно, так и совместно с технологиями прогрева. В данное время в мире используется несколько сотен добавок. В большинстве случаев, любые добавки в бетон добавляют во время его замешивания. Связанно это с тем, что во время замешивания можно добиться равномерного распределение реактивов во всем растворе. Также разрешается домешивание добавок непосредственно на строительной площадке перед заливкой. В данной ситуацию необходимо будет соблюдение всех требуемых предписаний. [4].

Таблица 1 – Сравнение методов

	Методы		
	Метод «термоса»	Кондуктивный обогрев или «греющая опалубка»	Добавление противоморозных добавок
Достоинства	-низкая себестоимость -простой	равномерный прогрев; - простота	- низкая стоимость; - простота реализации;

	технологический процесс	монтажа; - эффективность при температурах до -30°С; -возможность использования при замоноличевании стыков и швов; -многоразовое использование	
Недостатки	неэффективность при особо низких температурах; -невозможность использования для сложных и нетиповых конструкций; -подходит лишь для конструкций с небольшой площадью охлаждения	-средний КПД; - высокая стоимость; -применимость лишь к типовым элементам	-увеличение времени обретения расчетной прочности бетона; -понижение коррозийной стойкости арматуры (для хлоридных добавок)

Таблица 2 – Сравнение технико-экономических параметров

Затраты труда, Чел. Час	Температура применения, °С	Расход энергии, кВт*ч
«Термос»		
0,9	До - 15	-
Использование противоморозных добавок		
0,13	До - 15	-
Греющая опалубка		
4,07	До -40	80-110

По результатам проведенного исследования можно сделать вывод, что один наиболее выгодный метод выбрать затруднительно. Связанно это с тем, что у каждого метода есть свои преимущества, недостатки и область применения. При строительстве многоквартирного жилого дома будет рационально комбинировать метода термоса и противоморозных добавок для достижения наилучших экономических и технических показателей.

Список литературы

1. СП 70.13330.2012. Свод правил. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 (утв. Приказом Мин региона России от 25.12.2012 № 109/ГС).

2.Миронов С.А., Малинина Л.А. Теория и методы зимнего бетонирования. М.: Стройиздат, 1975. 701 с.

3. Копылов, В.Д. Устройство монолитных бетонных конструкций при отрицательных температурах среды М.: Изд-во АСВ, 2014. - 184с

4. Методы зимнего бетонирования: учебное пособие / М.А. Садович. Изд.2-е, перераб. И доп. - Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2009. - 104с.

5. Новиков, С. О. Основные направления повышения эффективности возведения зданий из монолитного железобетона // Актуальные вопросы современной техники и технологии. Сборник докладов XXI-й международной научной конференции. — 2015. — С. 63–66.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ДАННЫХ О ПОЛОЖЕНИИ ЭЛЕМЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ

Мохнаткин Р.В., Кулешов И.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В статье рассмотрен вопрос получения данных о положении элементов в информационной модели здания на этапе проектирования или информационного моделирования реального объекта [1]. Информация о местоположении конструкций может использовании для автоматизированных процессов подбора крана, взаимоувязки производственных процессов и пр.

Способ получение данных рассмотрен на основании программного комплекса Autodesk Revit. Для получения координат составлен алгоритм с применением метода визуального программирования на основе Dynamo [2]. В результате выполнения алгоритма выводится таблица в формате Excel.

В качестве исходной информационной модели принята конструктивная модель здания культурно-досугового центра (см. рисунок 1). При моделировании конструктивной модели применяется шаблон и элементы из шаблона, разработанного ООО "БИМ ДЛЯ БИЗНЕСА" [3]. В качестве рассматриваемой категории элементов принят «Несущий каркас», к нему относятся такие элементы как балки и плиты перекрытия.

Для получения требуемой информации из модели разработан и исполнен укрупненный алгоритм действий (см. рисунок 3). Одной из наиболее важных особенностей является необходимость определения внутреннего начала модели. Всякая модель имеет внутреннее начало (начало отсчета). Как правило, за внутреннее начало применяется пересечение осей А-1 здания.

Реализация алгоритма выполняется встроенным функционалом программного комплекса Autodesk Revit, а именно модулем Dynamo, позволяющим автоматизировать процессы моделирования, редактирования, формирования спецификаций в Revit. Алгоритм сформированный в модуле Dynamo представлен на рисунках 4-5

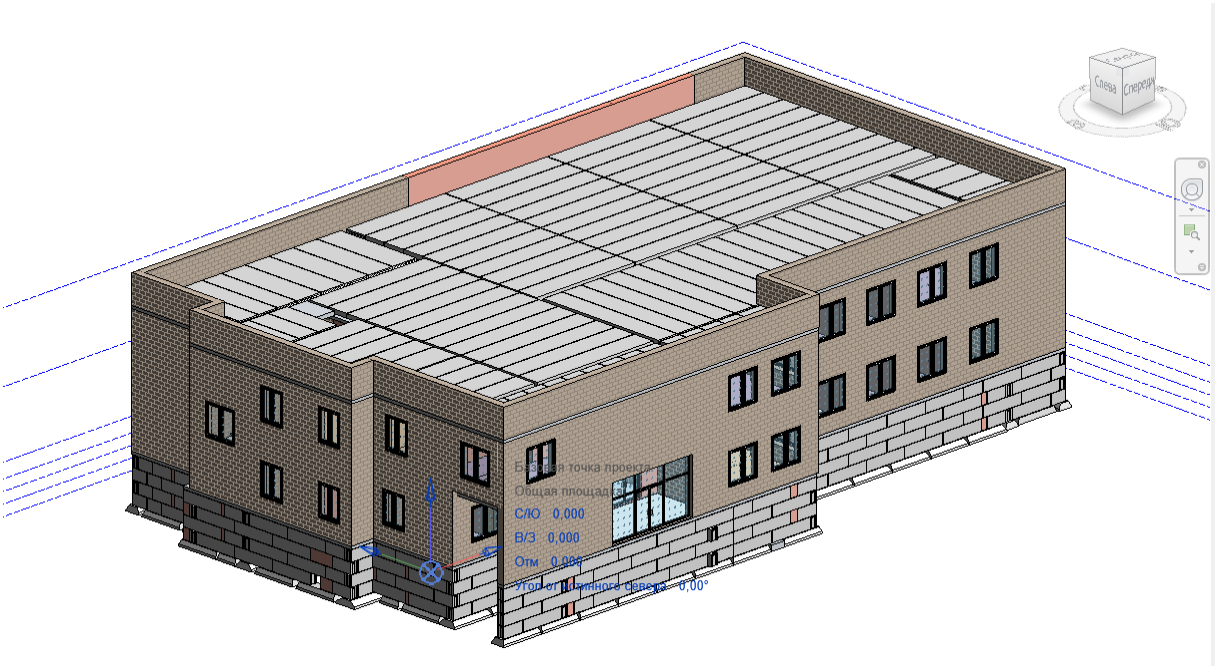


Рисунок 1 – Исходная информационная модель здания

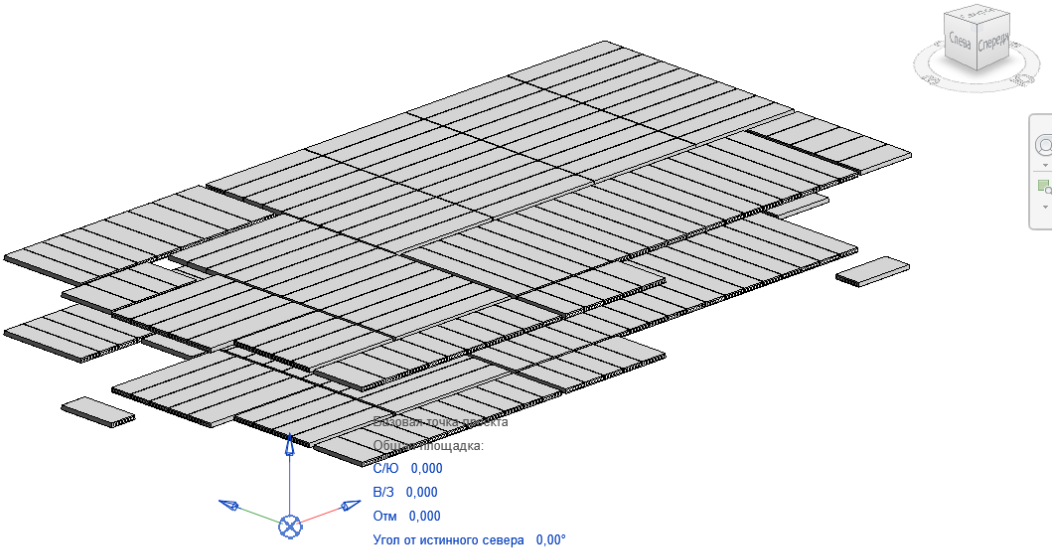


Рисунок 2 – Изоляция категории «Несущий каркас» в модели

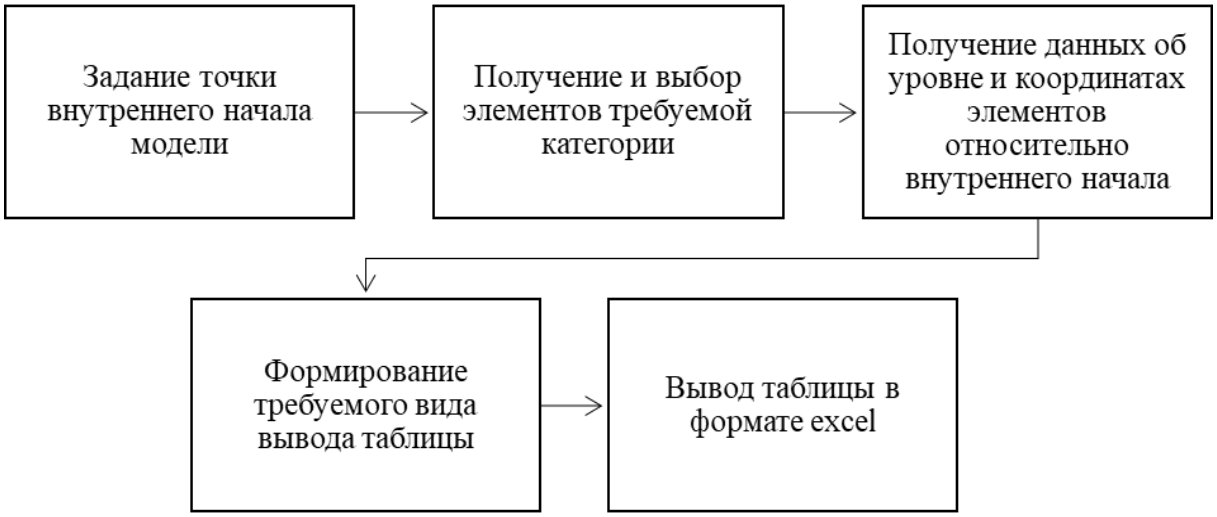


Рисунок 3 – Алгоритм вывода требуемой информации

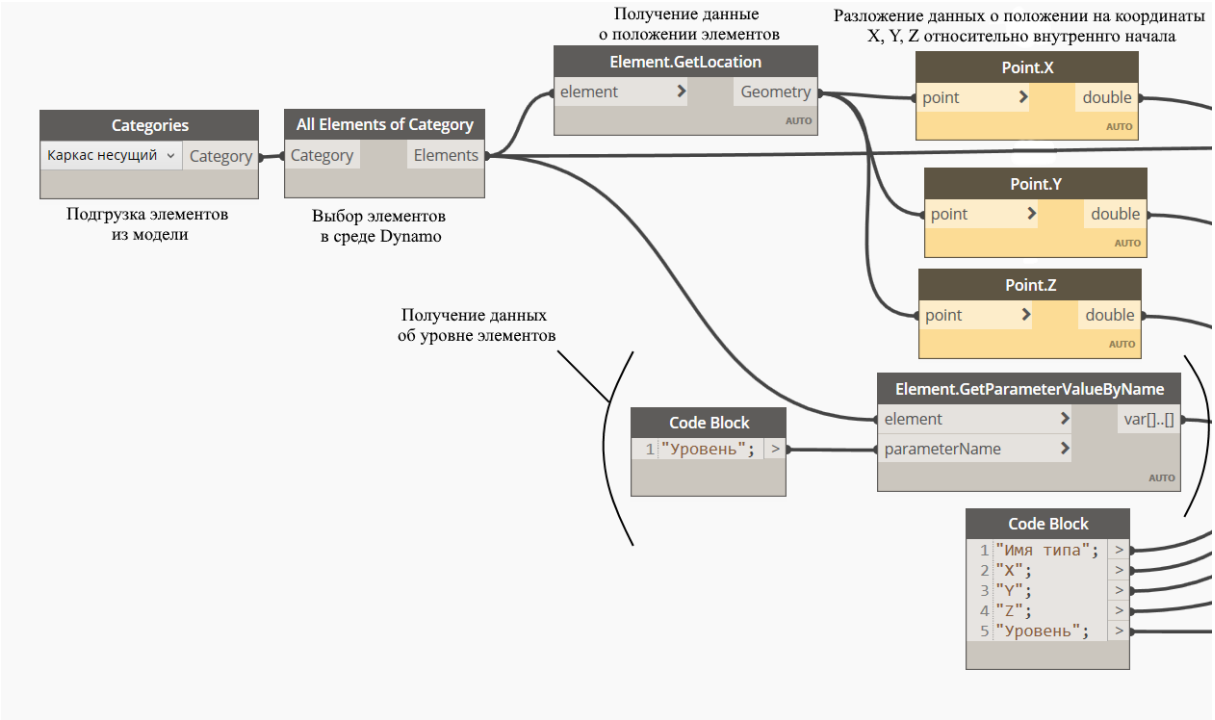


Рисунок 4 – Алгоритм в модуле Dynamo (начало)

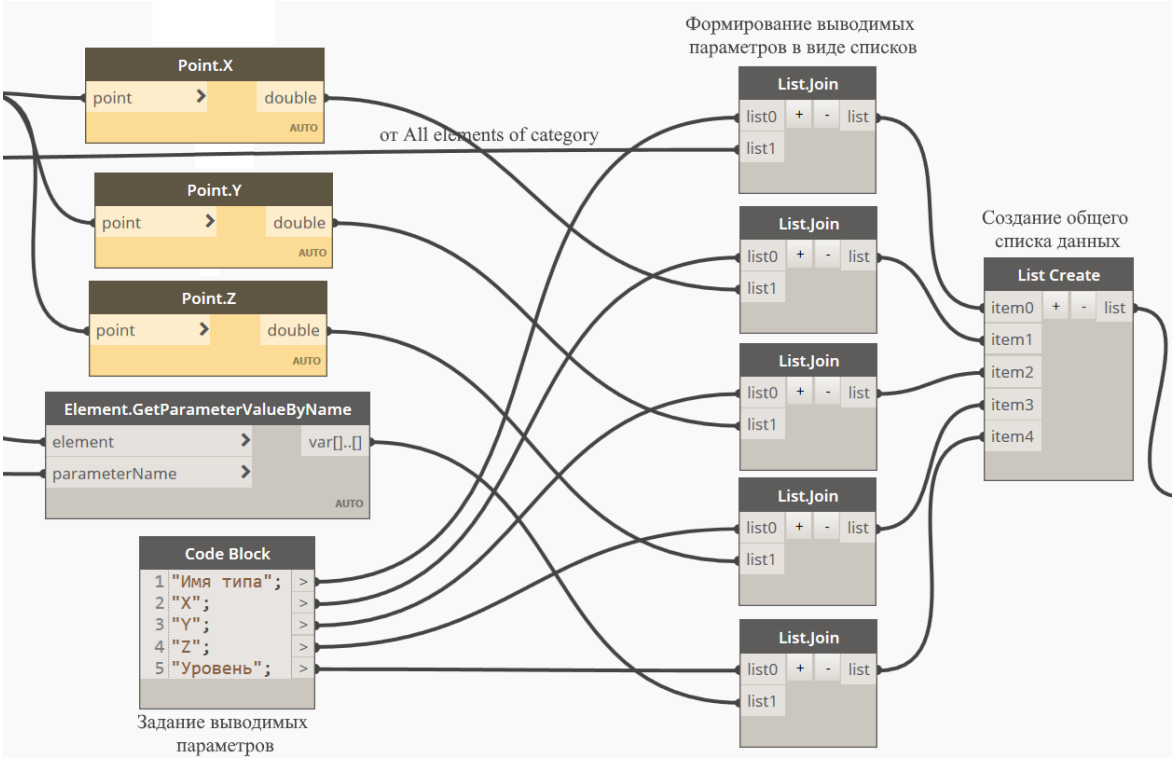


Рисунок 5 – Алгоритм в модуле Dynamo (продолжение)

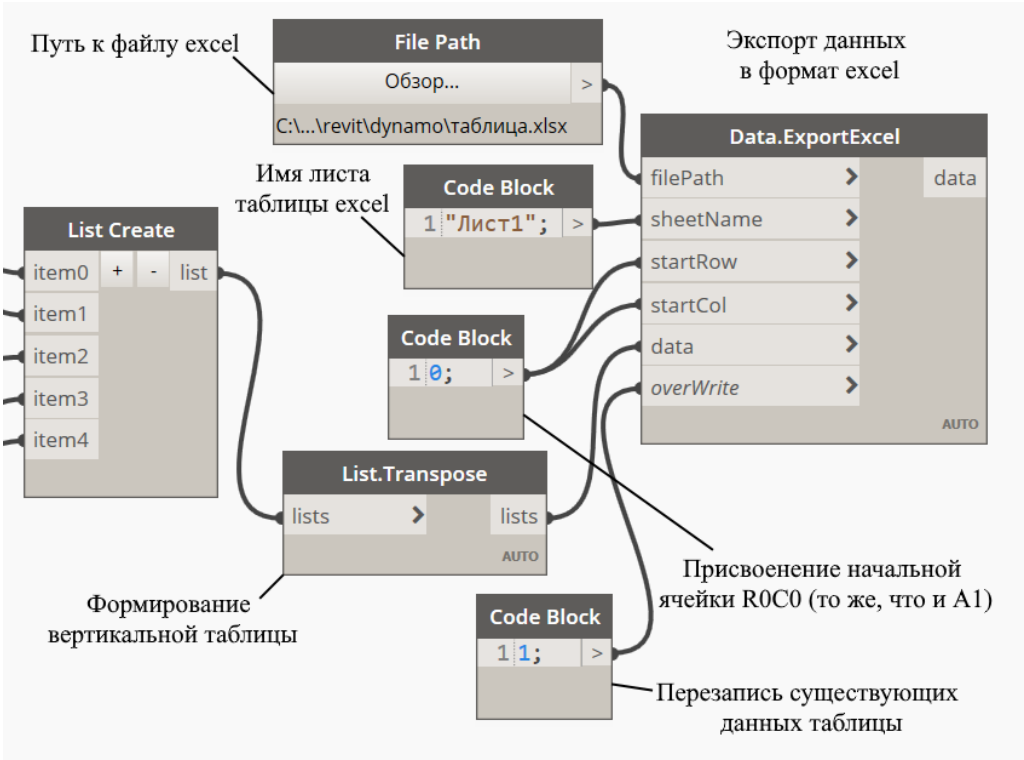


Рисунок 6 – Алгоритм в модуле Dynamo (окончание)

В результате исполнения алгоритма получаем таблицу с колонками «Имя типа», «X», «Y», «Z», «Уровень» (см. рисунок 7).

В первых строках видно, что координаты не были заданы, т.к. элементы балок моделируются в виде стержневых элементов, а плиты в виде объемных с начальной точкой. Именно эту точку выводит исполняемый алгоритм. В Dynamo в этом время отображается облако начальных точек элементов (рисунок 8), такое же облако отображается в самой модели Revit (рисунок 9).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Имя типа	X	Y	Z	Уровень					
2	Family=Полка_300x12 Стенка_876x8 Полка_300x12, Type=Полка_300x12 Стенка_876x8 Полка_300x12									
3	Family=Полка_300x12 Стенка_876x8 Полка_300x12, Type=Полка_300x12 Стенка_876x8 Полка_300x12									
4	Family=Полка_300x12 Стенка_876x8 Полка_300x12, Type=Полка_300x12 Стенка_876x8 Полка_300x12									
5	ПК 49.12	2200	14825	7120	Level(Name=Покрытие, Elevation=7370)					
6	ПК 49.12	3400	14825	7120	Level(Name=Покрытие, Elevation=7370)					
7	ПК 49.12	4600	14825	7120	Level(Name=Покрытие, Elevation=7370)					
8	ПК 49.12	5800	14825	7120	Level(Name=Покрытие, Elevation=7370)					
9	ПК 49.15	7150	14825	7120	Level(Name=Покрытие, Elevation=7370)					
10	ПК 49.15	8650	14825	7120	Level(Name=Покрытие, Elevation=7370)					
11	ПК 49.15	10150	14825	7120	Level(Name=Покрытие, Elevation=7370)					
12	ПК 49.15	11650	14825	7120	Level(Name=Покрытие, Elevation=7370)					
13	ПК 49.15	13150	14825	7120	Level(Name=Покрытие, Elevation=7370)					
14	ПК 62.12	14200	19000	7120	Level(Name=Покрытие, Elevation=7370)					
15	ПК 62.12	14200	17800	7120	Level(Name=Покрытие, Elevation=7370)					
16	ПК 62.12	14200	16600	7120	Level(Name=Покрытие, Elevation=7370)					

Лист1

Рисунок 7 – Форма выведения результатов

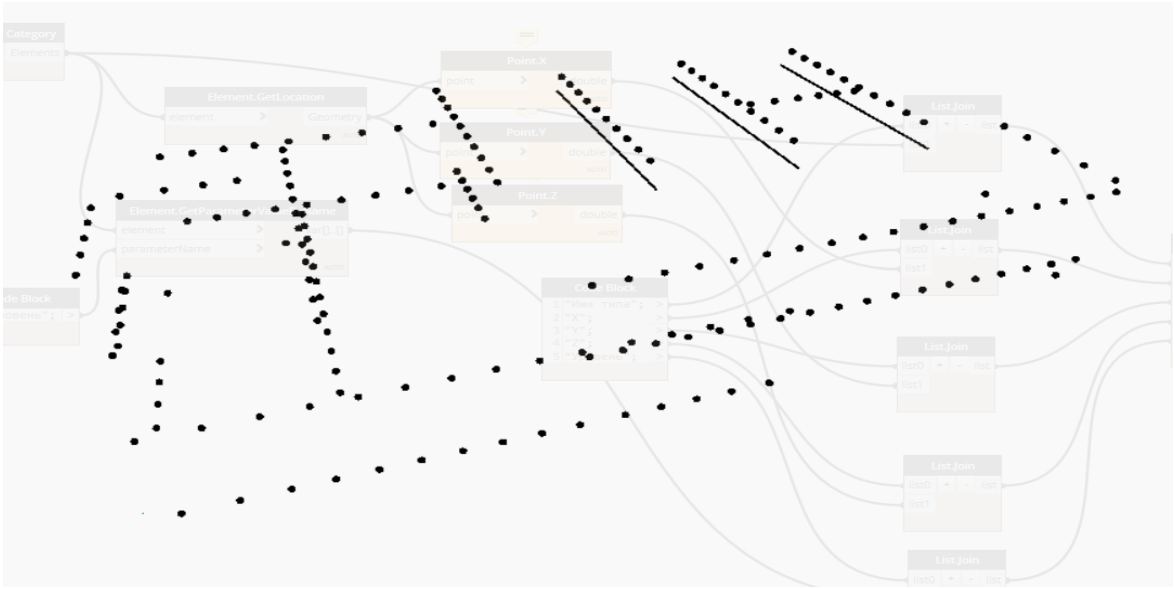


Рисунок 8 – Облако начальных точек элементов в среде Dynamo

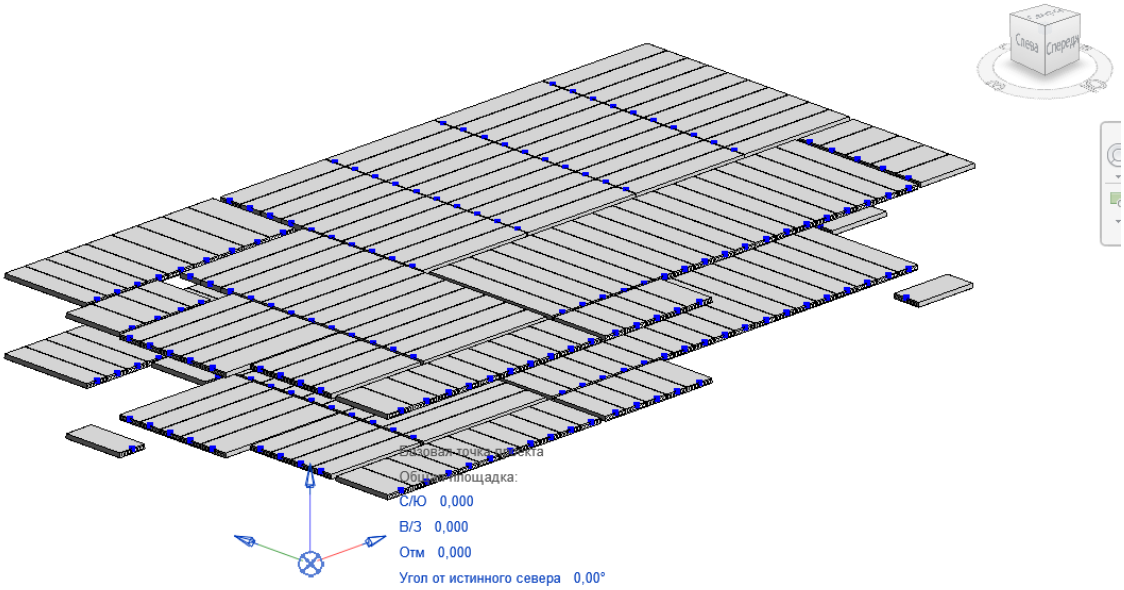


Рисунок 9 – Облако точек на изолированных элементах категории «Несущий каркас».

Как видно на рисунках 8 и 9, выведенные координаты имеют некоторое абстрактное положение, это положение определяется тем, как формируется модель объекта. В случае плиты начальная точка слева на виде в плане. Начальная точка определяется параметром опорных плоскостей «Задает начало». На рисунке 10 наглядно это отображено.

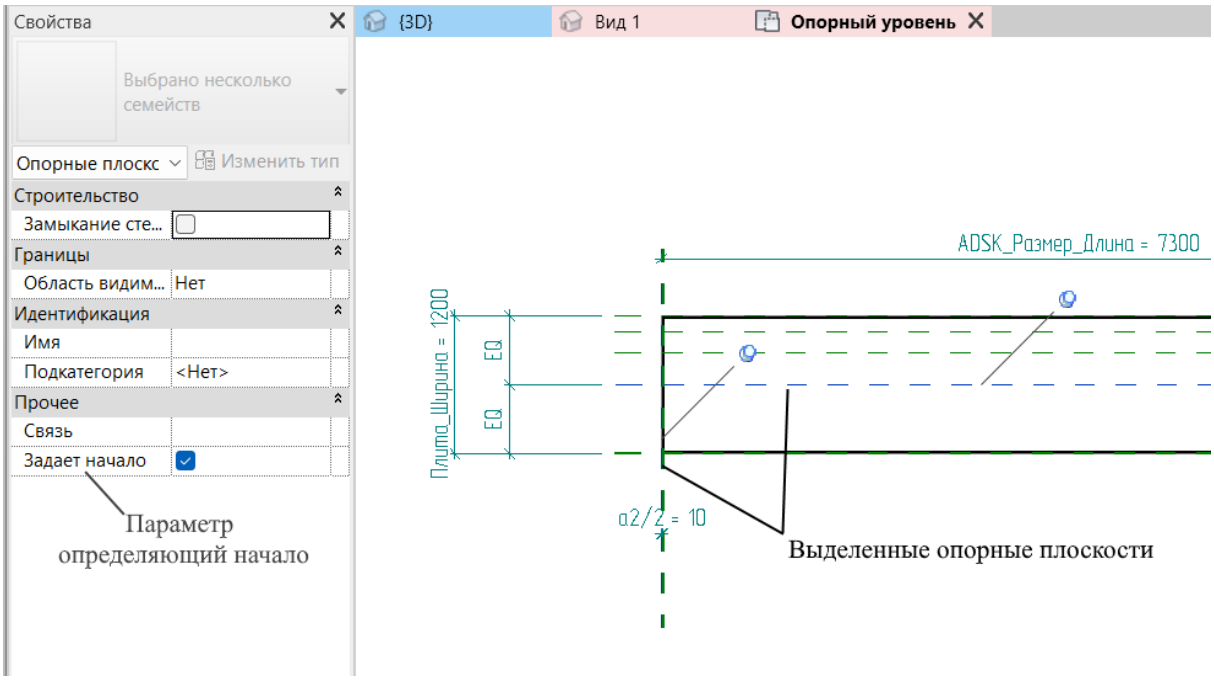


Рисунок 10 – Определение начальной точки семейства плиты перекрытия

В результате выполненной работы сформирован алгоритм для получения данных о положении объекта относительного внутреннего начала модели. При этом сама модель должна иметь определенное начало координата и привязана к площадке строительства с помощью привязок к осям (в рассмотренном случае начало координат модели является пересечение осей А-1).

Выявлена проблема, связанная с положением начальной точки элементов. Такая проблема приводит к дополнительным вычислительным операциям. В рассмотренном случае начальная точка расположена слева по горизонтали и по центру по вертикали в плане, но положение начальной точки может быть задано произвольно в пределах семейства, в следствии этого возникает необходимость контроля создания семейств для дальнейшего более удобного способа получения данных. Требования к формированию семейств и модели в целом должны быть прописаны в техническом задании, на данном этапе возможно исключение данной проблемы.

Список литературы

1. СП 333.1325800.2020 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/120028/

2. Руководство по работе Dynamo [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://primer.dynamobim.org/ru/

3. Руководство по информационному моделированию (BIM) для заказчиков на примере промышленных объектов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://infrabim.csd.ru/upload/news/bim-standart-dlia-zakazchikov-na%20primere-promyshlennogo-obiekta.pdf

МИГРАЦИОННЫЙ ЦЕНТР КАК СТИМУЛЯЦИЯ ПРЕОДОЛЕНИЯ РИСКА СОЦИАЛЬНЫХ СИТУАЦИЙ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

Мубаракшина М.М.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Международная миграция на сегодняшний день рассматривается как одна из основных глобальных проблем современного общества. Её развитие начинает принимать взрывоопасный характер, и поскольку, этот процесс как показывает опыт и само время, неизбежен, необходимо объединить усилия на международном уровне с целью выработки общих организационных правил на законодательной основе. Пока проблема на международном уровне рассматривается только как констатация факта явления миграции и её статистических данных, а каждая отдельно взятая страна разрабатывает свои установки на преодоление проблемы самостоятельно.

Обострившаяся политическая ситуация в мире всё более усиливает проблему европейских государств и США в связи с притоком большого количества мигрантов – нелегалов. В отношении прибытия новых мигрантов, в том числе нелегалов, в настоящее время в этих странах принимаются довольно жесткие меры. Например, в США озабочены большим притоком латиноамериканцев, особенно мексиканцев. Принято решение о возведении трехрядной заградительной стены на границе с Мексикой; в Австралии собираются ввести экзамены на знание языка, истории и культуры страны как условие въезда в нее; такого же рода меры введены в Германии. Жесткие меры приняты в отношении незаконных переселенцев в Дании и Великобритании.

Активизация миграционных процессов продолжает наращивание, поскольку в её основе лежит глобализация мировой экономики с идеологией свободной торговли, развитие коммуникационных связей с прозрачностью и доступностью межгосударственных границ. Проблема усугубилась условиями пандемии и, в особенности, мировой нестабильности политической ситуации.

По данным доклада Экономического и социального совета ООН (ЭКОСОС) 2020 г. Россия занимает четвертое место по числу прибывающих мигрантов. Ежегодно в Россию приезжает около 12 млн. иностранцев, 70% из них – граждане стран СНГ, 10% – стран ЕС. Причиной переселения являются экономические факторы (трудовая миграция), экологические (катастрофические изменения окружающей среды – катастрофы 2011 г.), политические (переселенцы из Сирии, Украины, Афганистана).

По различным данным, численность незаконных мигрантов в Российской Федерации составляет от 5 до 18 млн. человек. Отличием нелегальной миграции в России, в условиях безвизового въезда мигрантов на ее территорию, по сравнению с другими зарубежными государствами, является их нелегальная занятость в теневом секторе экономики, что

является одной из главных причин негативного отношения к мигрантам со стороны части населения Российской Федерации. Ежегодно в стране от 3 до 5 миллионов лиц осуществляют трудовую деятельность без официального разрешения. Незаконная миграция, питающая рабочей силой теневой сектор экономики, является одной из главных причин усиления негативного отношения к мигрантам со стороны части населения Российской Федерации. Отсутствие постоянного, или даже временного места жительства, низкооплачиваемая, или не всегда оплачиваемая работа, оторванность от семьи, презрительное отношение некоторой части местного населения к мигрантам стали представлять напряженную опасность в социальной среде. Это усугубляется ещё не только низким уровнем образования и не знанием русского языка большинства мигрантов, но и, также, низким уровнем представлений о традициях, жизненном укладе и порядке российского общества, многие просто не предрасположены к принятию и соблюдению общероссийских социально-культурных ценностей и правил поведения, что вызывает озабоченность коренного населения России. Появление мест компактного проживания мигрантов и формирование этнических анклавов стали также представлять угрозу для местного населения, проживающего рядом, влиять на его культуру, традиции. Изучение этих вопросов во многом позволяет определить основные направления миграционной политики. Одной из важнейших проблем, связанных с миграционными процессами, становится проблема социальной адаптации мигрантов в зонах поселений.

На встрече президента Владимира Путина и главы Федерального агентства по делам национальностей (ФАДН) Игоря Баринова, проходившей 29.08.22 года обсуждались вопросы межэтнических и конфессиональных отношений в России и тесно связанные с ними вопросы миграционной ситуации. Глава ФАДН выступил с идеей создания специальных Центров, которые будут заниматься адаптацией мигрантов в России. Идея была одобрена президентом. Далее глава ФАДН подчеркнул, что миграционная политика сталкивается с трудноразрешимой дилеммой: с одной стороны экономика нашей страны нуждается в притоке иностранной рабочей силы, а с другой – эти процессы «фактически меняют этнокультурный ландшафт на отдельных территориях. Возникают риски формирования анклавов, растет этническая преступность, некоторые направления рынка труда испытывают очень серьёзное давление». В связи с этим были определены первоочередные меры решения рассматриваемой проблемы на фоне постоянно меняющейся миграционной ситуации:

- усилить отбор трудовых мигрантов;
- избежать проблем с адаптацией;
- применять более строгий подход к претендентам на получение российского гражданства.

На сегодняшний момент, по данным ФМС России, в 2022г. почти 16,5 миллионов граждан поставлено на миграционный учет, в то время как в 2019 г. количество мигрантов не превышало 14,5млн. человек. В первом полугодии

2022 года в России органами МВД по месту пребывания были зарегистрированы 7,8 млн. иностранцев, из них:

- 5,9 млн. (75,5%) – в качестве цели прибытия указали *работу;*
- 1,2 млн. (14,9%) – приехали *с частными целями;*
- 312 тыс. (4%) – для *учёбы;*
- 119 тыс. (1,5%) – *туристы;*
- 90 тыс. (1,2%) – *деловые цели;*
- 214 тыс. (2,8%) – *иные цели.*

Оренбург по приему мигрантов занимает 5 место в России [5]. По данным ФМС за 2021 г в Оренбургскую область въехало более 9 тысяч иностранцев. В самом регионе их число колеблется от 40 до 50 тысяч человек (зависит от времени года), 70% из них едут сюда осуществлять трудовую деятельность, но регистрируются на получение документов для осуществления трудовой деятельности лишь 30%. В 2022 г. определенный процент мигрантов представлен беженцами из Украины.

Как показывает опыт, ситуация миграционных процессов носит не постоянный характер, требует тщательного мониторинга, аналитического подхода к решениям постоянно меняющихся событий этой области жизни современного общества.

Одним из основных направлений государственной политики в сфере содействия адаптации и интеграции мигрантов, определенных Концепцией государственной миграционной политики Российской Федерации на период до 2025 года [1], является создание соответствующей инфраструктуры, направленной на:

- создание центров содействия миграции в РФ и медицинского освидетельствования мигрантов;
- создание инфраструктуры для проживания трудовых мигрантов на основе государственно
- частного партнёрства;
- создание инфраструктуры для интеграции и адаптации трудовых мигрантов, включая центры информационной, правовой поддержки, курсы изучения языка, истории и законодательства РФ.

Основная цель Концепции государственной миграционной политики определилась как:

- выработка эффективных механизмов адаптации иностранных граждан условиям принимающего социума;
- повышение уровня общей культуры и грамотности среди мигрантов;
- демонстрация преимуществ законного пребывания и труда в Российской Федерации;
- препятствие образованию закрытых этнических анклавов;
- профилактика незаконной миграции;
- нормализация взаимоотношений мигрантов и местного населения;
- выработка селективного подхода к натурализации иностранных граждан, стремящихся интегрироваться в российское общество;

- обучение части трудовой миграции по специальностям, необходимым для нашей экономики.

Изучение этих вопросов во многом позволяет определить основные направления миграционной политики. На сегодняшний день в России, в целом, законодательная миграционная политика пока не установлена. Федеральная российская власть признала адаптацию и интеграцию мигрантов важной и неизбежной задачей в сложном комплексе задач миграционной политики. Но, тем не менее, главная проблема миграционной политики определилась как адаптация и интеграция мигрантов, обозначенная на встрече президента Российской Федерации с главой Федерального агентства по делам национальностей (ФАДН), где была выставлена инициатива создания специальных центров. Миграционная политика в России нуждается в дальнейшем совершенствовании и оптимизации. С этой целью необходимо создать широкую сеть информационно-справочных и консультативных служб и агентств, оказывающих помощь мигрантам и работодателям в обеспечении прибывающих рабочими местами, жильем, регистрацией, медицинским обслуживанием, образовательными программами, а также необходимо создать комплексный миграционный контроль: пограничный контроль, контроль в местах компактного проживания мигрантов, контроль над работодателями.

Оренбуржье по приему мигрантов стоит на пятом месте в России. По своему географическому положению Оренбургская область занимает трансграничное положение. Через нее проходят все основные железнодорожные магистрали, связывающие Среднюю Азию и Казахстан (протяженность границы области с Казахстаном составляет 1864 км) с центром России. Основная нагрузка потока мигрантов, прибывающих из Средней Азии и Казахстана, оседает в Оренбургской области, определяя целый комплекс задач по решению этой проблемы.

Оренбуржье имеет уникальный многовековой опыт мирного сосуществования и дружбы самых разных народов, представителей различных конфессий, проживающих на его территории. Изучение этого опыта во многом предопределил выбор процессуальных действий будущего миграционного Центра в Оренбурге, призванному осуществлению целей и задач по социальной адаптации иностранных трудовых мигрантов в российское общество, на основе знания и уважения к нашему языку, культуре, обычаям и образу жизни. В настоящее время в Оренбурге функционирует Центр социальной адаптации трудовых мигрантов (место расположения: ул. 16 Линия, д.14), открытый в сентябре 2013 года. Центр рассчитан на обучение и проживание 100 человек. Занятия проводятся по специально разработанным программам преподавателями Оренбургского государственного педагогического университета и специалистами УФМС. Помимо теоретических занятий, практикуются экскурсии, посещение театров, музеев. Осуществление миграционной программы является показательным гарантом стабильности общества. На сегодняшний день на территории Оренбургской области, по

данным правоохранительных органов, конфликтные ситуации и противоречия, возникающие на этноконфессиональной почве и влияющие на миграционную обстановку, на период 2013-20 годов отсутствовали. Протестных акций, устраиваемых иностранными гражданами или лицами без гражданства, на территории региона не зарегистрировано. Этот показатель демонстрирует высокий уровень проделываемой организационной и практической работы миграционных, общественных и правоохранительных служб в нашей области.

Массовая миграция в Оренбуржье требует непрерывного комплексного изучения в постоянно меняющейся ситуации, согласованности с общегосударственной политикой. Как было сказано выше на государственном уровне, в комплексной выработке миграционной политики, необходимо создание специальных миграционных центров, отвечающих требованиям современного общества.

Создание многофункционального миграционного центра для трансграничной Оренбургской области имеет весьма важное значение. В регионе существует реальная потребность в трудовых ресурсах по определенным специальностям, в связи с чем для мигрантов, чьи профессиональные качества и квалификация подтверждены документами, необходимо создание благоприятных, цивилизованных условий. Опыт нашего региона может стать базой при создании аналогичных Центров в других субъектах Российской Федерации.

Для Оренбурга проект Многофункционального миграционного центра был разработан дипломником Федуловой А.А., группы 17АРХ (ба)ОП в рамках дипломного проектирования, руководитель ВКР – доцент кафедры архитектуры Мубаракшина М.М. В концепцию проекта входит создание многофункционального миграционного центра (ММЦ), обеспечивающего прибывание, регистрацию, медицинское освидетельствование, адаптацию, обучение и др., Центр представляет собой систему массовой коммуникации, связывающей индивидов и общество в единое целое, способствует мирному сосуществованию людей различных национальностей и конфессий, служит способом и средством для сохранения культурных приобретений российского общества.

Основной целью, рассматриваемой в проекте Многофункционального миграционного Центра (ММЦ) в городе Оренбурге, является разработка пространственной структуры объекта регионального значения, отвечающего задачам и обозначенным критериям, которые определились в ходе исследовательской работы заданной темы.

Комплекс зданий Многофункционального миграционного Центра располагается на пересечении ул. Гаранькина и Загородного шоссе. Выбор места расположения объекта в городе определился на основе доступных транспортных связей ММЦ с основными объектами общегородского значения: центром города, авто – и ж/д – вокзалами, аэропортом, а также расположением объекта в зоне перспективного развития города (по генеральному плану

развитие первоочередного строительства намечено в Северо – Восточной части города).

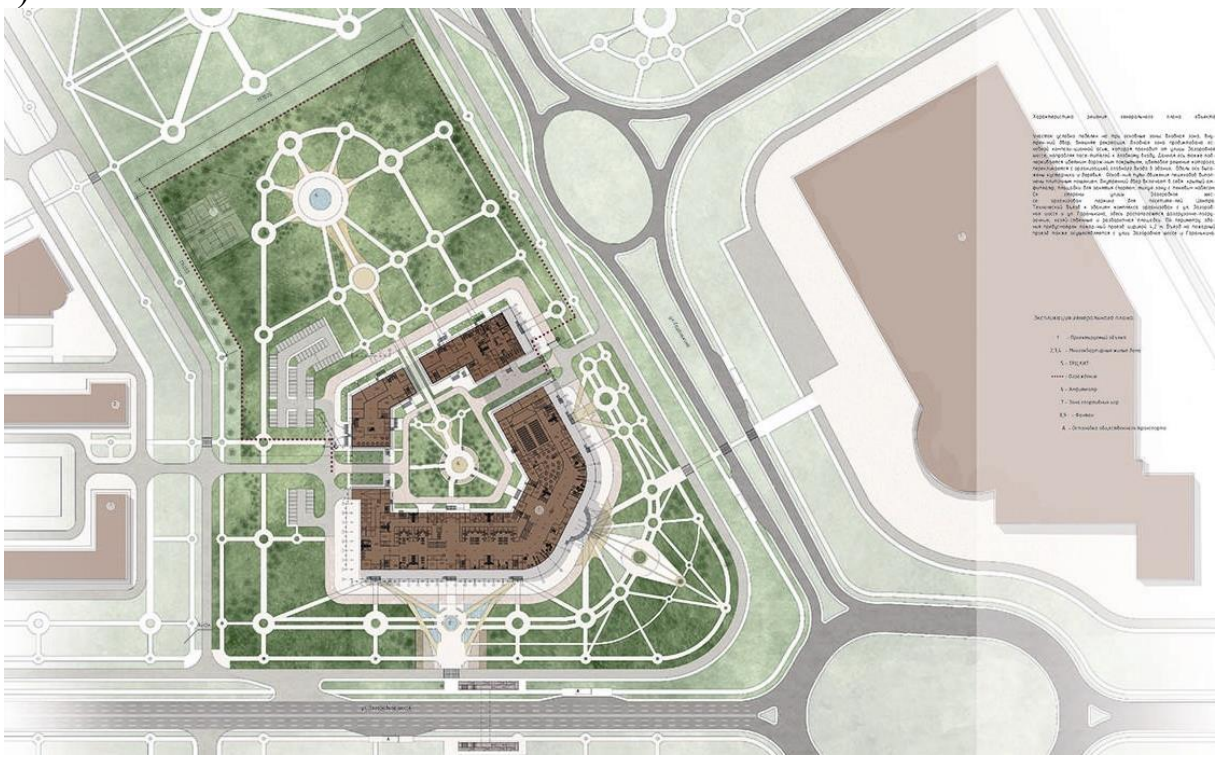


Рисунок 1 - Генеральный план ММЦ в г. Оренбурге

Объёмно – пространственная композиция ММЦ состоит из шести блоков разной этажности, объединенных между собой на втором уровне стеклянными переходами:

- административного (администрирование Центра);
- жилого (временное проживание мигрантов);
- медицинского (для прохождения медицинской комиссии);
- детского учебного центра (общее и дополнительное образование);
- центра социальной адаптации (изучение языка, культурных традиций и законодательства РФ);
- обслуживающего (приём и регистрация документов).

Использование такой структуры объединенных блоков позволяет организацию внутреннего двора – атриума. Благодаря этому, созданное внутренне пространство помогает человеку психологически ощутить чувство защищённости, комфорта и безопасности. Атриум частично перекрыт, представляет собой организованную рекреационную зону для использования всеми возрастными группами Центра. Ядром этого пространства является крытый амфитеатр, рассчитанный на всесезонное использование [4].



Рисунок 2 - Перспективный вид комплекса

Главной концептуальной идеей проекта является компоновочная организация блоков – зданий комплекса, имеющих автономные входы (в виде шлюзов), вследствие чего при необходимости (вирусные заболевания, карантины и др.) они могут функционировать изолированно, при этом функция блока может меняться по выбору. Например, учебный корпус поменяется на медицинский изолятор (при наличии пандемии или обострении других вирусных заболеваний). Этот принцип даёт возможность, в перспективе, переорганизации всего комплекса для других нужд, если, допустим, отпадёт надобность в миграционных целях. В дальнейшем, без особых затрат, комплекс можно рассматривать либо как детский центр творчества регионального значения (для детей Оренбуржья, приезжающих на обучение на каникулах, с проживанием в жилом корпусе), либо как реабилитационный центр разного медицинского направления.



Рисунок 3 - Общий вид комплекса

Выбор конструктивной системы комплекса – каркас, способ возведения системы: монолит. Для основного здания комплекса используется сплошное модульное остекление с применением алюминиевого профиля: тройной стеклопакет с аргоном. Этот лёгкий прочный материал выбран с учётом энергосберегающего свойства. В художественный образ комплекса внесены мотивы восточной архитектуры с их органичной связью русских архитектурных традиций. Вместимость комплекса – 1000 человек, поток принимаемых посетителей в день достигает до 190 человек.

Парковочные места организованы как в подземном пространстве, так и в наземном, со стороны ул. Гаранькина.

Размещение Многофункционального миграционного центра в городской среде рассматривается как сложное городское коммуникативное пространство, рассчитанное транслировать ценности современной жизни, адаптированные на все слои социума: развитие способов и средств для сохранения культурных приобретений российского общества, установление рабочих контактов, необходимых для развития национальной экономики, объединение и мирное сосуществование.

Список литературы

1. Аналитический отчет о миграционной ситуации и результата деятельности УФМС России по Оренбургской области за 12 месяцев 2021 год [Электронный ресурс]. / Управление Федеральной миграционной служб Оренбургской области. – Оренбург, УФМС, 2021. – Режим доступа http://www.ufmsoren.ru

2. Гельфонд А. Л. Учебный процесс и реальное проектирование /А.Л. Гельфонд // Архитектура и строительство России. – 2009. - №4. – С. 30 – 37.

3. Нефёдов В. А. Городской ландшафтный дизайн /Нефёдов В. А.: Учеб. пособие. – Спб.: «Любавич», 2012. – 320 с.: ил. - ISBN 978-5-86983-355-6.

4. Нефёдов В. А., Нефёдова Е. С. Дизайн как образ жизни: финская модель /В. А. Нефёдов, Е. С. Нефёдова; Санкт – Петербург: Любавич, 2018. – 196 с.: ил. - ISBN 978-5-6041113-5-2.

5. Официальный сайт ФМС России - http://www.fms.gov.ru/

ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ГРУНТОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ

Муртазина Л.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Горные породы в природных условиях под воздействием многочисленных природных процессов непрерывно изменяются. При этом происходят их разрушение, химическое преобразование, уплотнение и другие воздействия, в результате которых изменяются физико-механические свойства горных пород. Скорость такого изменения различна и зависит от интенсивности природных процессов. Если горные породы используются в качестве грунтов, то дополнительно к природным внешним факторам воздействия добавляются техногенные факторы. Техногенные воздействия можно классифицировать по разным признакам. По масштабу воздействия на геологическую среду принято выделять глобальные, зональные, региональные и локальные категории. Основными действующими техногенными факторами являются: давление, колебания, изменение напряженного состояния и гидрогеологических условий, эрозия, промачивание грунтов, изменение состава подземных вод. Изменение свойств грунтов является результатом протекающих в них процессов. Поэтому изучение и прогнозирование таких изменений должны проводиться с учетом главных действующих техногенных факторов. Наиболее чувствительны к техногенным воздействиям пылевато-глинистые грунты.

К первой группе относятся факторы, воздействие которых на грунт имеет механическую природу, например, изменение величины нагрузки. Эта группа может быть разделена на три подгруппы: статическое воздействие, динамическое воздействие и факторы, вызывающие дробление и перенос веществ. В результате действия этих факторов изменение состава грунта не происходит, изменяются его состояние (плотность) и структурная связность (при динамических нагрузках). Наряду с механическими процессами при этом могут протекать и некоторые химические процессы.

Ко второй группе относятся различные виды физического воздействия: тепловое, электрическое, магнитное, радиационное и др. Эти виды техногенных факторов наименее изучены. Основным из этой группы является тепловое воздействие, приводящее к изменению агрегатного состояния отдельных компонентов, некоторых свойств, в первую очередь вязкости поровых растворов. Техногенное воздействие может привести к изменению температуры в широких пределах.

Техногенные электрические поля оказывают значительное влияние на геосистемы. Все более широкое распространение в грунтах приобретают блуждающие электрические токи, которые становятся одним из важных

факторов техногенного загрязнения геологической среды. Их влияние на глинистые грунты проявляется в значительном повышении коррозионной активности по отношению к металлическим конструкциям.

К третьей группе относятся факторы, вызывающие в грунте преимущественно физико-химические процессы, обусловленные в первую очередь изменением состава порового раствора. Эти изменения приводят к смещению адсорбционно-ионных равновесий. Определяющая роль при этом принадлежит монтмориллонитовым минералам с высокой емкостью поглощения катионов. Высокая гидрофильность этих минералов, зависимость ее от состава поглощенного комплекса и состава равновесного раствора, вызывают значительную чувствительность таких глин к состоянию адсорбционно-ионного равновесия. Физико-химические процессы в грунтах возникают при действии на них разбавленных растворов электролитов, не содержащих веществ, агрессивных по отношению к твердой фазе грунта.

Факторы третьей группы можно разделить на две подгруппы: приводящие к повышению гидрофильности грунта; приводящие к снижению гидрофильности грунта. Первые из них вызывают набухание грунта, его разуплотнение, повышение влажности и ухудшение строительных свойств. Вторые приводят к усадке, появлению микротрещин, повышению макропористости, проницаемости. К первой подгруппе относятся также органические поверхностно-активные вещества, которые обладают способностью адсорбироваться на поверхности глинистых частиц, образуя ориентированные гидрофильные пленки. Особенности влияния их на прочностные и деформационные свойства глин изучены еще мало.

К четвертой группе принадлежат факторы, вызывающие химические преобразования твердой фазы грунта. Действия таких веществ на грунт приводят к химическим преобразованиям минералов. К этой группе следует отнести и факторы, вызывающие биохимические преобразования твердой фазы грунта. Наряду с агрессивными веществами к этой группе нужно отнести и некоторые виды интенсивного физического воздействия, например, высокотемпературное, приводящее к глубокому изменению твердой фазы грунта.

Городская застройка занимает значительную часть территории, на которой вес зданий и сооружений оказывает уплотняющее воздействие на подстилающие грунты. На протяжении десятилетий в районах новостроек и столетий в районах старой застройки городов характер строений и их вес непрерывно изменяются: возрастает с ростом этажности зданий, или уменьшается в случаях сноса зданий, разрушения во время войн, пожаров или аварий. Таким образом, воздействия статических нагрузок на городских территориях могут не только постепенно возрастать, но и неоднократно исчезать. Эти события не проходят бесследно для подстилающих грунтов, которые в результате неоднократных циклов нагрузки и разгрузки испытывают уплотнение и разуплотнение.

Изменение состояния и физико-механических свойств грунтов в зоне влияния статических нагрузок имеет большое практическое значение, поэтому заслуживает особого внимания и представляет интерес для градостроительства.

Породы, которые находятся в зоне городской застройки, отличаются от так

называемых целинных пород на свободных от застройки территориях более

плотным сложением, поскольку они прошли дополнительную стадию антропогенного воздействия. В результате ряда циклов нагрузок и разгрузок от веса городской застройки, которая со временем неоднократно обновлялась и сменялась, породы, залегающие в зоне влияния зданий и сооружений, уплотнились, стали прочнее, повысили свою сопротивляемость сжатию и сдвигу. Это подтверждается теорией механики грунтов, лабораторными исследованиями и практикой строительства.

Неоднократное чередование нагрузок и разгрузок, как свидетельствует изучение соотношений восстанавливающихся и остаточных деформаций сжатия, увеличивает сопротивляемость породы сжатию, способствует ее уплотнению за счет накопления остаточных деформаций, необратимого уменьшения пористости за счет перемещения скелетных частиц. Учет этих антропогенных изменений состояния пород позволил в городах, осуществлять надстройку многих зданий без усиления оснований и фундаментов.

В строительной практике городов в связи с надстройкой зданий допускается увеличение нагрузки на основания до 30-40 % от первоначальной в зависимости от состава и состояния грунтов оснований и надстраиваемого здания.

Наблюдения за осадками и деформациями зданий, надстроенных на один-два и даже три этажа, показывают экономическую целесообразность надстройки. В связи с проблемой увеличения плотности застройки и повышения этажности зданий надстройка дополнительных этажей над крепкими и хорошо сохранившимися домами приобретает большое градостроительное значение, особенно при реконструкции старых, давно сложившихся районов города.

Грунты естественных оснований под длительным действием статических нагрузок от веса городских зданий и сооружений изменяют свою структуру и некоторые физико-механические свойства. Эти антропогенные изменения грунтов происходят в следующих направлениях: увеличивается – плотность грунта, модуль деформации, угол внутреннего трения, удельное сцепление и др.; уменьшаются влажность, пористость, коэффициент пористости, показатель текучести и др.

Анализ изменения состояния и физико-механических свойств грунтов в зоне влияния статических нагрузок показывает следующее:

- городская застройка весом своих зданий и сооружений оказывает уплотняющее воздействие на подстилающие грунты, что находит выражение в увеличении их плотности и уменьшении пористости.

- отжим влаги под влиянием нагрузки от сооружения способствует снижению естественной влажности, но при этом следует учитывать антропогенные процессы, способствующие также и увеличению влажности грунтов под фундаментами за счет образования конденсата влаги, стока дождевых вод с кровли, скопления воды в плохо засыпанных пазухах котлованов траншей, утечки воды из проходящих трубопроводов и т.д.

- учитывая уплотняющее воздействие на грунты городской застройки можно повышать этажность существующих зданий и производить надстройку дополнительных этажей без искусственного усиления оснований и фундаментов, увеличивая тем самым существующую нагрузку на грунты в пределах до 30%



В городах широко распространены динамические воздействия на грунты. Источниками их являются: транспорт, фабрично-заводское оборудование и механизмы, ударные и вибрационные строительные машины и др. По мере роста города сфера динамических воздействий на грунты расширяется.

Грунты различного состава, структуры и физического состояния по разному реагируют на динамические воздействия. Теоретически все типы грунтов и даже скальные грунты могут в какой-то мере изменяться при соответствующем режиме динамических воздействий.

Вибрация, удары, толчки и другие колебательные воздействия широко проявляются в городских условиях и существенно влияют на грунтовые образования под фундаментами зданий и сооружений. Наиболее чувствительны к таким воздействиям:) раздельно-зернистые грунты (пески, гравий, галечники, щебень, валуны), находящиеся в недоуплотненном состоянии, т.е. имеющие степень плотности D = 0,6 ; грунты, имеющие рыхлую, тиксотропную структуру (водонасыщенные рыхлые илы, сапропели, плывуны, разжиженные лессы и т.п.), структурные связи которых легко разрушаются при механических воздействиях; скопления продуктов выветривания, оползневые и другие неустойчивые породы на склонах.

Степень вибрационного уплотнения песчаных грунтов зависит от формы,

размера характера укладки минеральных зерен и состояния влажности, от частоты и силы пульсации.

С древних времен проводились работы под землей для различных хозяйственных нужд (добыча полезных ископаемых, извлечение строительных материалов, строительство подземных укрытий, складов). С развитием цивилизации масштаб подземных разработок грунтов резко увеличился, появились тоннели метрополитенов, протяженные железнодорожные тоннели,

системы горных выработок (шахты, карьеры) прорезали массивы горных пород. Одновременно со строительством подземных сооружений развиваются процессы, воздействующие на существующие поверхностные слои грунта. В результате этого формируется специфический комплекс инженерно-геологических процессов и явлений, в который входят: искусственное понижение уровня грунтовых вод,



прорыв подземных вод, прорыв плывунов, сыпучее течение сухих песков, развитие трещиноватости, пучение глин, отжатие и вывалы грунтов, обрушение подземных выработок и образованием поверхностей оседания, а иногда и провальных воронок.

Одним из отрицательных факторов, связанных с хозяйственной деятельностью человека и существенно влияющих на свойства грунтов, является их замачивание. Интенсивная застройка территорий, неурегулированный поверхностный сток, утечки воды из различного вида коммуникаций, нарушение динамики движения подземных вод свайными полями приводят к резкому повышению уровня подземных вод и, как результат, к обводнению грунтов и их деградации. Выражается это в изменении состава, структуры и физико-механических свойств грунтов в худшую сторону.

При обводнении на застроенных территориях начинают проявляться просадочные свойства лессовых и набухание глинистых грунтов; повышается их коррозионная активность; происходит размокание и проявляются негативные свойства, которыми раньше данные грунты не обладали.

В процессе изысканий и проектирования важно дать прогноз изменения физико-механических свойств грунтов и их поведения в тех или иных условиях эксплуатации. Качество прогноза всегда зависит от исходных данных, поэтому изучению свойств грунтов при инженерно-геологических изысканиях инженер-строитель должен уделять особое внимание.

Таким образом, при техногенном воздействии на грунты, случайном или целенаправленном, как правило, могут одновременно действовать несколько факторов как положительных, так и отрицательных. Поэтому при принятии решений о применении тех или иных методов воздействия на грунты с целью их улучшения, необходимо проводить тщательный анализ влияния на грунтовые основания всех возможных факторов воздействия с целью получения ожидаемого результата в поведении грунтов при сохранении устойчивости основания.

Список литературы

1. Механика грунтов, основания и фундаменты : учебник / Л. Н. Шутенко, А. Г. Рудь, О. В. Кичаева и др.; под. ред. Л. Н. Шутенко; Харьков. нац. ун-т гор. хоз-ва им. А. Н. Бекетова. – Харьков : ХНУГХ им. А. Н. Бекетова, 2015. – 501 с.

2. Коновалов П. А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий / П. А. Коновалов. – М. : Стройиздат, 1988. – 287 с.

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ КРУПНОРАЗМЕРНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Жаданов В.И., д-р техн. наук, профессор, Нестеренко М.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В промышленном, гражданском, сельскохозяйственном и специальном строительстве достаточно распространены конструкции из древесных материалов причине наличия у них существенных преимуществ перед другими конструкционными материалами (небольшой вес, удобство транспортировки, упрощенный монтаж, высокая химическая стойкость, архитектурная выразительность, экологичность и т.д.). Одним из самых эффективных типов конструкций, выполненных из древесины и древесных материалов, являются крупноразмерные ребристые панели, применение которых стало возможным в связи с широким распространением клееных деревянных конструкций на отечественном и иностранном строительных рынках.

Совмещенные ребристые панели на основе древесины, выполняющие как несущие, так и ограждающие функции, можно эффективно использовать для:

- строительства малоэтажного жилья;
- строительства в удаленных областях;
- оперативного обустройства строителей, геологов и пограничников,

а также спасательных служб МЧС, специальных подразделений МВД, ФПС и ФСБ, для обеспечения жильем населения в чрезвычайных ситуациях.

Негативным фактором для крупноразмерных ребристых панелей, является отставание конструкторских и научных исследований в этом направлении. Отечественные и зарубежные конструктивные решения, известные в настоящее время, нельзя признать удачными, так как их применение связано с высокой трудоемкостью изготовления, а также с большим расходом материалов. Часто они не отвечают требованиям эксплуатационной надежности и долговечности. В настоящее время методы расчета крупноразмерных совмещенных панелей не точно отражают условия общей работы обшивки и ребер, в особенности, если имеются вспомогательные элементы. Как правило, это приводит к повышенной погрешности расчетных моделей относительно реального поведения конструкции при нагружении [1].

Анализ особенностей конструктивных решений совмещенных панелей и методик их расчета показал, что возможно повышение их эффективности в плане экономии материальных и трудовых ресурсов. Ниже авторами предложены соответствующие положения и рекомендации проектирования совмещенных ребристых панелей на основе древесины и древесных материалов.

1. Обшивки панелей из фанеры или других аналогичных листовых материалов рекомендуется приклеивать к деревянным ребрам, тем самым заставляя их работать совместно. За счет жесткого соединения с ребрами обшивка в большей степени включается в работу плиты, образуя коробчатое или в виде буквы «П» поперечное сечение. В таком случае приведенный момент инерции поперечного сечения панели $J_{пр}$ будет определяться по следующей формуле:

$$J_{\text{пр.}} = J_{\text{р}} \cdot n + J_{\text{в}} + J_{\text{н}}, \quad (1)$$

где $J_{др}$ – момент инерции ребер;
$J_{фв}$ – момент инерции верхней обшивки;
$J_{фн}$ – момент инерции нижней обшивки;
$n = E_р/E_о$ – коэффициент приведения, равный отношению модулей упругости ребер и обшивки.

Совместная работа обшивки и ребер позволяет увеличить в 1,4-1,6 раза моменты инерции и сопротивления поперечных сечений ребристых конструкций, что снижает расход материалов при увеличении трудоемкости изготовления панели лишь на 5%. Стоит отметить, что с увеличением пролета увеличивается эффект от включения обшивки в общую работу конструкции [2].

2. Рекомендуется принимать в качестве несущих элементов совмещенных панелей только два продольных ребра. Это снизит расход материалов на конструкцию по сравнению с часторебристыми плитами на 25%. Такая экономия подтверждается на примере клеефанерных плит с двумя и четырьмя ребрами пролетом 12 метров. Для пролета 18 метров экономия составит уже 35%.

3. Совмещенные ребристые панели пролетом до 18 метров наиболее рационально использовать как конструкции «на пролет», опирая их на продольные несущие конструкции. Такая схема работы обеспечивает:

- выполнение несущих и ограждающих функций одной конструкцией [3];
- снижение затрат материалов на 25-29%;
- упрощение монтажа в связи с укрупнением монтажных элементов;
- повышение долговечности и эксплуатационной надежности вследствие уменьшения количества соединений;
- повышенную заводскую готовность конструкций.

4. Совмещенные панельные конструкции на деревянном каркасе имеет смысл выполнять лишь с одной обшивкой, которую рационально располагать в сжатой зоне поперечного сечения, то есть оставить только верхнюю обшивку. Это существенно снизит расход материалов на обшивки (до 40%). В то же время необходимое увеличение сечения ребер составляет лишь 5%. Кроме того, обеспечивается доступ к основным несущим элементам конструкции, а так же улучшается вентилируемость панели, что для древесных материалов особенно важно [4-5].

5. В качестве материала обшивки, как правило, используется влагостойкая фанера, а ребра выполняются из цельной древесины. Авторами предлагается заменить эти классические материалы на другие, имеющие более высокие физико-механические характеристики. Например, обшивку рекомендуется выполнить из LVL, а ребра выполнить из клееной древесины или LVL бруса. Такая замена значительно увеличит несущую способность панели при незначительном удорожании за счет применения менее распространенных материалов.

6. Предлагается замена несущих ребер прямоугольного поперечного сечения на двутавровые балки, выполняющие функции ребра, но с более выгодной формой поперечного сечения. Таким образом, обшивка и пояса балок гораздо эффективнее воспринимают нормальные напряжения, вследствие их удаленного расположения от нейтральной оси поперечного сечения по сравнению с классическим вариантом плиты.

В данном случае нормальные напряжения в наиболее напряженных сжатых и растянутых точках поперечного сечения $\sigma_{о.с.}$ и $\sigma_{д.р.}$ (рис. 1, точки 1, 2) равны:

$$\sigma_{о.с.} = \frac{М}{J_{пр}} (h_{пл} - y_0) \leq R_{о.с.}, \quad (2)$$

$$\sigma_{д.р.} = \frac{М}{J_{пр}} \cdot y_o \cdot n \leq R_{д.р.}, \quad (3)$$

где M – изгибающий момент;

$h_{пл}$ – общая высота сечения плиты:

y_0 – расстояние от нижней грани плиты до нейтральной оси поперечного сечения.

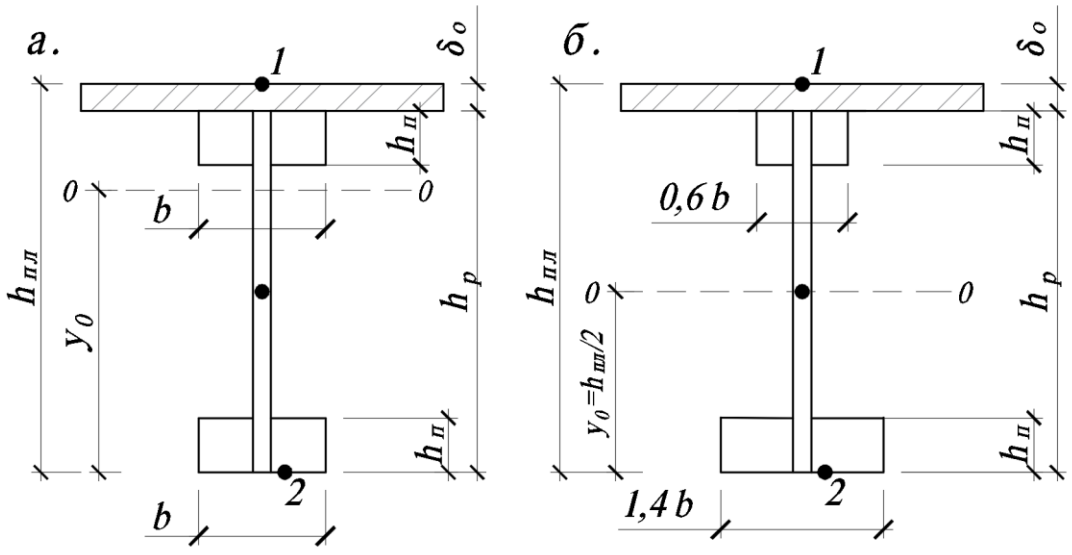


Рисунок 1 – Расчетные сечения плиты с клеефанерными ребрами:

а – с поясами ребер равной площади поперечного сечения; б – с поясами различной площади поперечного сечения

Из рисунка понятно, что из-за совместной работы обшивки и ребер происходит смещение нейтральной оси поперечного сечения выше центра тяжести основных ребер. В соответствии с формулами (2) и (3) при достижении предельного состояния нижнего пояса в нижней точке 2, когда $\sigma_{д.р.} = R_{д.р.}$, верхний пояс и обшивка в верхней точке 1 будут неполноценно участвовать в работе конструкции. Нормальные напряжения $\sigma_{о.с.}$ будут меньше расчетного сопротивления обшивки сжатию $R_{о.с.}$.

По этой причине целесообразно конструировать ребра плиты так, чтобы нейтральная ось поперечного сечения находилась по центру высоты плиты, при условии вовлечения обшивки в общую работу. Это достигается при использовании клеефанерных ребер различной площади поперечных сечений поясов. При чем эта разница обеспечивается с условием сохранения общего расхода материалов на пояса. Площадь нижнего пояса увеличена на столько, на сколько уменьшена площадь верхнего.

Вывод. Рассмотренные конструктивные и расчетные рекомендации показывают потенциальные резервы, способствующие достижению существенной экономии материальных и трудовых ресурсов при применении совмещенных плит на деревянном каркасе.

В любом случае конструктивное решение совмещенных плит на деревянном каркасе должно учитывать технические и технологические возможности региона строительства, опираться на соответствующие технико-экономические расчеты. Комплексный учет всех вышеизложенных рекомендаций обеспечит повышение эффективности применения деревянных конструкций.

Список литературы

1. Жаданов В.И., Украинченко Д.А. Деревянные панельные конструкции для малоэтажного строительства // Оренбург. ООО ИПК «Университет». 2013. 390с.

2. Жаданов В.И., Яричевский И.И. Эффективность применения крупноразмерных плит на основе древесины в покрытиях зданий // Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании: материалы международной научной конференции. Москва. МГСУ. 2015. С.150-154.

3. Барков М.С., Никитин В.М., Ермолин В.Н. Формообразование большепролетных покрытий общественных зданий и сооружений с применением двухскатных клеедощатых элементов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2012. № 1. С. 100-105.

4. Инжутов И.С., Рожков А.Ф., Никитин В.М. К проблеме малоэтажного домостроения в Сибири // Вестник ТГАСУ. 2007. № 1. С. 75-81.

5. Дмитриев П.А., Инжутов И.С. Пространственные индустриальные конструкции для покрытий зданий // Известия ВУЗов. Строительство и архитектура. 1989. № 2. С. 23 –27.

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ НА СТАЛЬНОМ КАРКАСЕ

Никулина О.В., канд. техн. наук, доцент, Воробьева М.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Применение стали, как материала для несущих стальных конструкций, при проектировании жилых многоэтажных зданий, на территории Российской федерации было начато в середине прошлого столетия. Несущие конструкции каркасов «сталинских» высоток в Москве выполнены из сталежелезобетонных элементов с жесткой арматурой, функцию которой выполняют стальные сварные и прокатные профили: жилой дом на Котельнической набережной (Рисунок 1); жилой дом на Кудринской площади (Рисунок 2); административно-жилой дом на площади Красных ворот (Рисунок 3).



Рисунок 1 – Жилой дом на Котельнической набережной, г. Москва, 1952 г.



Рисунок 2 – Жилой дом на Кудринской площади, г. Москва, 1954 г.



Рисунок 3 – Административно-жилой дом на площади Красных ворот, г. Москва, 1952 г.

Рамы каркасов «сталинских» высоток рассчитаны на восприятие только вертикальных нагрузок. Ветровые нагрузки воспринимаются связевыми железобетонными стенами, расположенными во взаимно-перпендикулярных направлениях. Колонны и ригели – железобетонные, с жёсткой арматурой, которая в нижних этажах выполнена в виде составных сварных двутавров из трёх листов универсальной стали, а в верхних – их двух прокатных швеллеров. Опорные башмаки колонн выполнены из слябов, закреплённых на фундаментной плите анкерными болтами. В качестве жёсткой арматуры ригелей применены прокатные двутавровые балки. Узловые соединения стальных элементов каркаса выполнены на сварке. Жёсткая и гибкая арматура каркаса – из стали Ст-3.

В 2022 году Министерством строительства Российской Федерации был разработан проект «дорожной карты», предусматривающий расширение области применения стали в строительстве на здания детских садов, школ и жилые здания с одновременной корректировкой санитарных и пожарных норм для указанных объектов строительства. Основной целью реализации такого проекта является стимулирование внутреннего спроса на стальной прокат на фоне запрета на экспорт стали в Европу.

В связи с тем, что применение стали для проектирования каркасов жилых зданий в настоящее время является актуальным, следует проанализировать основные достоинства и недостатки реализации таких проектов.

К достоинствам применения стали при строительстве каркасов зданий можно отнести:

- высокая скорость возведения, благодаря возможности монтажа укрупненными и отсутствия «мокрых» процессов [2];

- легкость конструкций: из всех изготовляемых в настоящее время несущих конструкций металлические конструкции являются самыми легкими, что приводит к существенному уменьшению нагрузок на фундамент;

- всесезонность работ, за счет отсутствия мокрых процессов и минимального количества работ непосредственно на площадке;

- разнообразие планировочных решений из-за отсутствия необходимости устройства несущих стен, что дает возможность увеличить полезную площадь здания до 10% [2];

- наличие производственной базы: в России уже имеется налаженная система изготовления и транспортировки металлоконструкций по всей стране, что дает возможность использовать металлоконструкции в любой точке страны без дополнительных затрат на логистику [3];

- возможность строительства в сейсмических районах: при одинаковой сейсмостойкости здания на стальном каркасе на 20% легче монолитных [2];

- экологичность: стальной каркас, после окончания срока службы, может быть переплавлен в новые изделия., не превращаясь в строительный мусор.

Безусловно, несмотря на большое количество явных преимуществ стальных каркасов перед каркасами зданий из других материалов, стальные конструкции также обладают рядом существенных недостатков, накладывающих определенные ограничение на широкое распространение стали в каркасах жилых зданий. К таким недостаткам относятся:

- низкая огнестойкость, требующая специальной огнезащиты стальных конструкций: под воздействием высоких температур при пожаре сталь быстро переходит в пластические состояние, что может привести к обрушению здания; для жилых зданий, степень огнестойкости которых должна быть не ниже II, может понадобиться конструктивная защита элементов каркаса Для соблюдения имеющихся норм пожарной безопасности жилых зданий, каркас требует серьезной дополнительной огнезащиты.

- склонность стали к коррозии: для ее защиты в сталь добавляются специальные легирующие элементы или покрывают готовые конструкции специальными пленками, что приводит к увеличению стоимости конструкций зданий;

- устаревшие нормы: до последнего времени на территории Российской Федерации металлические конструкции для жилых зданий применяли только в уникальных проектах; отклонение от требований действующих нормативных документов в области пожарной безопасности и санитарных требований, требуется согласовывать с Минстроем, что существенно увеличивает время и затраты на проектирование и приводит к тому, что многие заказчики отказываются от применения стального каркаса на своих объектах [3];

- отсутствие опыта: в связи с отсутствием широкого применения стальных конструкций в строительстве жилых зданий, нет разработанной системы типовых решений, что приводит к увеличению времени проектирования до 40% и, как следствие, к увеличению стоимости проекта [2].

Безусловно, выбор конструктивного решения жилых зданий – это достаточно сложная, многофакторная задача, которая стоит перед заказчиками и проектировщиками еще на стадии формирования технического задания на разработку проектной документации. Однако, с учетом современных тенденций в строительстве и имеющегося опыта применения стали для каркасов жилых зданий как на территории Российской Федерации, так и за рубежом, количество таких объектов в жилом строительстве будет только возрастать, что требует подготовки высококвалифицированных специалистов в области расчета и конструирования жилых зданий с несущими металлическими конструкциями.

Список литературы

1. РБК. Власти предложили строить дома и школы по технологии «сталинок»// [Электронный ресурс]. URL: https://www.rbc.ru/business/03/06/2022/62972a299a79471b1c7b30fc/ (дата обращения 03.01.2023)

2. АРСС. Преимущества стальных конструкций// [Электронный ресурс]. URL: https://www.steel-development.ru/images/infografiki/steel-advantages-500x210-for%20site.pdf/ (дата обращения 03.01.2023)

3. Журнал «Металлоснабжение и сбыт», 2014. №12. – С. 100-104.

ВЫБОР ЭФФЕКТИВНОГО КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ НЕСУЩЕЙ БОЛЬШЕПРОЛЕТНОЙ КОНСТРУКЦИИ ПОКРЫТИЯ ЗДАНИЯ ЦЕНТРА ВОЛЕЙБОЛА В ОРЕНБУРГЕ

Никулина О.В., канд. техн. наук, доцент, Данилова Н.С.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Конструктивные решения большепролетных конструкций покрытий зданий отличаются разнообразием применяемых материалов и форм. При этом основным требованием для них, наряду со стандартными требованиями обеспечения эксплуатационной надежности и долговечности, является снижение их массы, которая часто становится больше полезной нагрузки, действующей на покрытие. Выбор варианта конструктивного решения основной пролетной конструкции с минимальной массой – непростая задача, которую приходится решать архитекторам и проектировщикам на стадии разработки проектных решений зданий различного функционального назначения.

Выбор материала для несущей конструкции покрытия является очевидным из анализа основного показателя легкости, определяемого отношением плотности материала к расчетному сопротивлению: наименьшее значение этого показателя (после алюминиевых сплавов) – у стали, особенно у низколегированной, которую и рекомендуется применять в большепролетных конструкциях. Безусловно, у стальных конструкций также есть и недостатки, требующие разработки специальных мероприятий по их огнезащите и защите от коррозии, но увеличение массы конструкции из-за защитных покрытий не лишает их статуса самых легких.

Целью данной работы является разработка наиболее эффективного по расходу стали, конструктивного решения несущей конструкции большепролетного покрытия здания центра волейбола в г. Оренбурге. К рассмотрению приняты два варианта плоских арок сплошного сечения с затяжками пролетом 45 метров и с максимальным расстоянием между осями арки и затяжки – 3,75 м. Выбор арок сплошного сечения в качестве основной пролетной конструкции основан на сравнительном анализе статических схем сплошных арок, плоских ферм и решетчатых арок, с аналогичными габаритными размерами. Выполненные расчеты указанных конструкций на постоянные и снеговые нагрузки показали, что большинство элементов решетчатых конструкций ферм и арок, сечения которых подобраны с запасом несущей способности не более 5%, требует выполнения конструктивной огнезащиты, что на порядок снижает эффективность применения таких конструкций. В то же время применение арок сплошного сечения позволяет обойтись жидкими огнезащитными составами, обеспечивающими предел их огнестойкости до 120 минут.

Первый вариант несущей конструкции покрытия представлен металлической аркой с радиусом кривизны 127,56 м, стрелой подъема – 2 метра и затяжкой ломаного очертания со стрелой провисания – 1,75 м (Рисунок 1). Соединение арки с затяжкой в пролете осуществляется с помощью двух пар жестких V-образных подкосов [1]. Шаг арок – 6 метров. Верхний пояс и затяжка арки выполнены из сварных двутавров, а V-образные подкосы – из электросварных круглых труб.

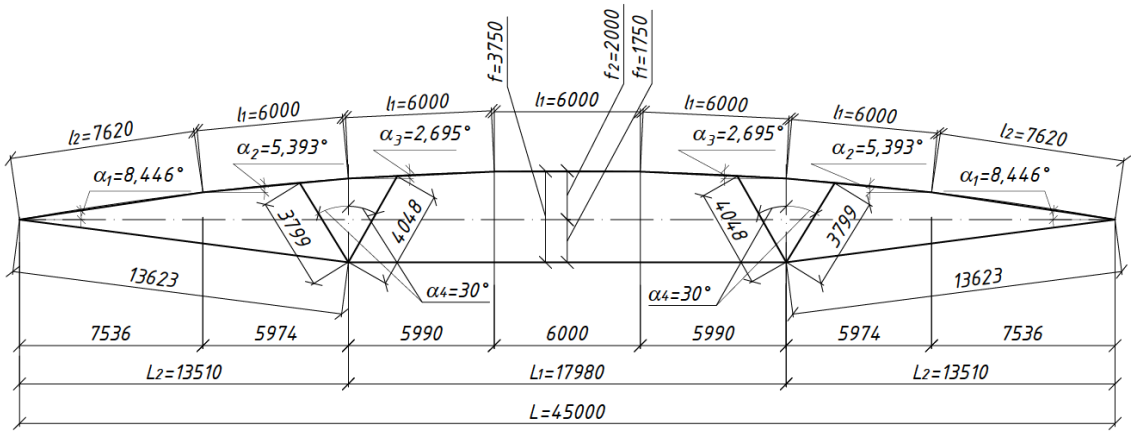


Рисунок 1 – Геометрическая схема стальной арки с ломаной провисающей затяжкой (1-й вариант конструктивного решения)

Левый опорный узел металлической арки выполнен в виде неподвижного плиточного шарнира, а правый – в виде катковой подвижной опоры. Соединение подкосов с аркой и затяжкой осуществляется с помощью цилиндрических шарниров. Несущими элементами кровельного ограждения для первого варианта покрытия является система прогонов, состоящая из прогонов поперечного и продольного направлений (Рисунок 2). Главные прогоны, выполненные из прокатных двутавров с параллельными гранями полок 20Б3 [2], располагаются в продольном направлении с шагом 2 м и присоединяются к аркам в одном уровне. Второстепенные прогоны, выполненные из гнутых швеллеров 80х60х4мм [3], опираются на главные прогоны и располагаются с шагом 3 м по ломаной линии параллельной осям соответствующих сегментов арок покрытия.

Геометрическая неизменяемость конструкции покрытия обеспечивается системой горизонтальных и вертикальных связей. В уровне верхних поясов арок расположены горизонтальные связи, выполненные из круглых электросварных труб Ø102х4 [4]. Между арками покрытия установлены вертикальные связи, выполненные из круглых труб Ø102х3[4]. В местах изломов затяжек располагаются растяжки, выполненные из круглых электросварных труб Ø83х4[4].

Кровля в здании предусмотрена рулонная, утепленная по профилированному настилу Н75-850-0,7. В состав кровли входят следующие слои: пароизоляция «ISOBOX B70» толщиной 3 мм, утеплитель «ТЕХНОРУФ

В60» толщиной 50 мм и плотностью 180 кг/м^3, утеплитель «ТЕХНОРУФ Н30» толщиной 140 мм и плотностью 115 кг/м^3, гидроизоляция «Унифлекс» в 2 слоя толщиной 2,8 мм.

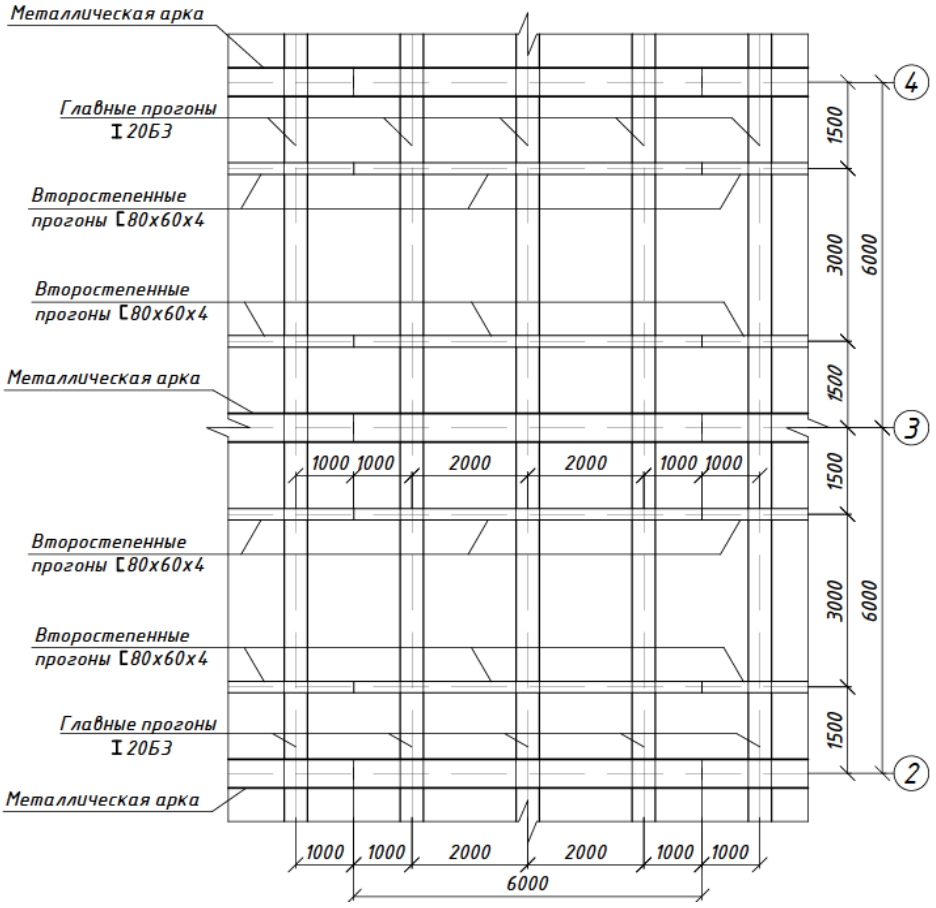


Рисунок 2 – Схема расположения главных и второстепенных прогонов покрытия

На этапе конструирования стальной арки выполнен сбор постоянных нагрузок на 1 м^2 покрытия от конструкции кровли, от веса прогонов и связей, а также от веса технического оборудования (0,525 кН/м^2). Выполнен расчет снеговой нагрузки по рекомендациям [5] для зданий со сводчатыми и близкими к ним по очертанию покрытиями для двух вариантов загружения. С учетом передачи постоянной и временной нагрузок на арку через главные прогоны определены узловые расчетные нагрузки и в программном комплексе «ЛИРА – САПР 2016» построены расчетные схемы арки (Рисунок 3) и выполнен подбор сечений основных элементов арки в соответствии с требованиями действующих норм [6].

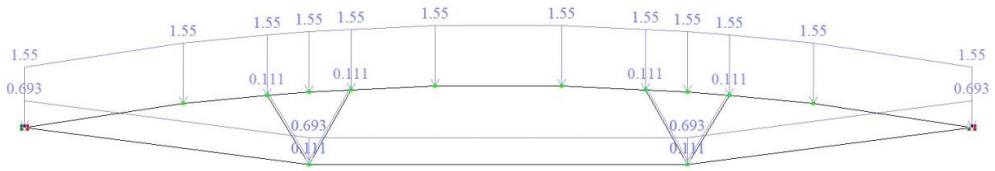
Окончательно приняты следующие сечения для первого варианта схемы арки с ломаной затяжкой и подкосами:

– арка: составной сварной двутавр с полками сечением 320х16 мм, стенкой – сечением 700х10мм, усиленной двумя продольными ребрами жесткости сечением 100х10 мм; материал всех элементов – сталь С345[7];

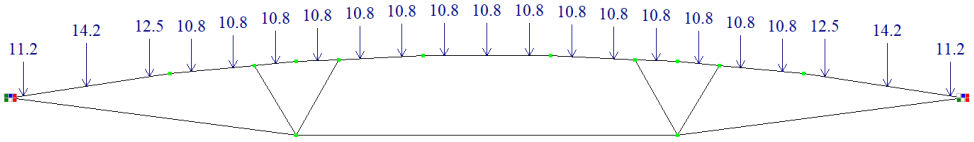
– затяжка: составной сварной двутавр с полками сечением 280х6 мм, стенка – сечением 630х6 мм (сталь С345)[7];

– подкосы: круглые трубы электросварные прямошовные Ø102х4 мм (сталь Ст20)[4].

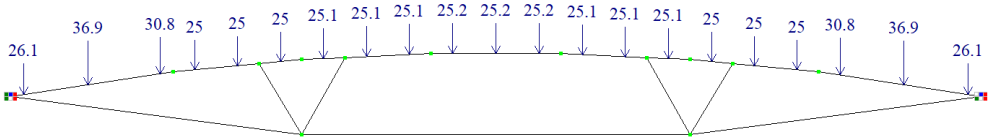
а)



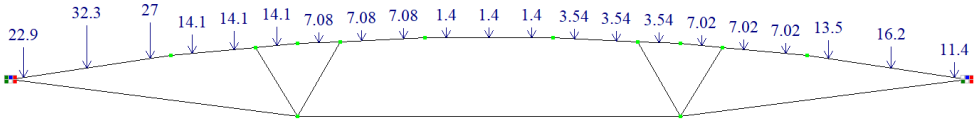
б)



в)



г)



а) загружение от собственного веса арки с затяжкой;
б) загружение от веса кровельного пирога, веса прогонов и связей;
в) загружение от 1 варианта снеговой нагрузки;
г) загружение от 2 варианта снеговой нагрузки

Рисунок 3 – Загружение металлической арки первого варианта конструктивного решения в программном комплексе «ЛИРА-САПР 2016»

В качестве второго варианта несущей конструкции покрытия рассмотрена металлическая арка с прямолинейной затяжкой, двумя подвесками и V-образными подкосами. Радиус кривизны арки составляет 69,375 м, стрела подъема – 3,75 м (Рисунок 4). Арка состоит из шести прямолинейных элементов, выполненных из прокатного двутавра с параллельным гранями полок. Затяжка выполнена из спаренных уголков. Подвески арки запроектированы из арматурной стали, а подкосы – из профильной трубы квадратного сечения.

Конструктивное решение опорных узлов арки принято аналогичным первому варианту пролетной конструкции. Соединение подвесок и подкосов с аркой и затяжкой принято шарнирным. Покрытие второго варианта решено по беспрогонной схеме с непосредственным опиранием стального профнастила на арки, состав кровельного пирога аналогичен первому варианту покрытия.

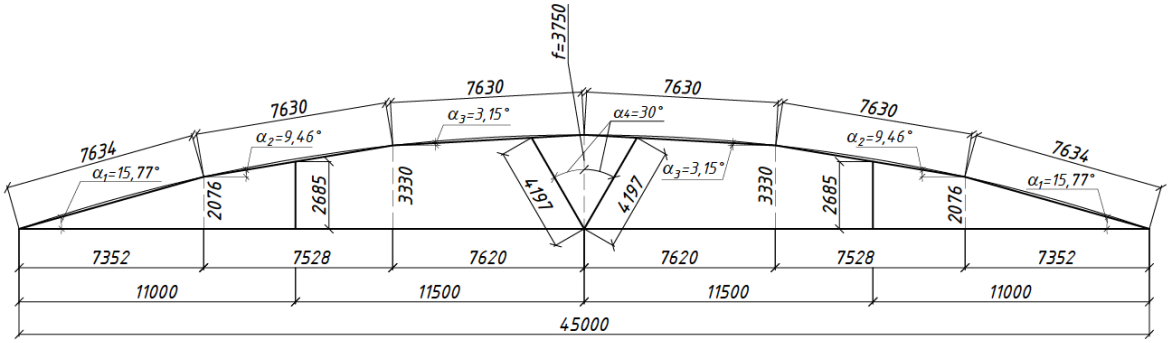


Рисунок 4 – Геометрическая схема стальной арки с прямолинейной затяжкой (2-й вариант конструктивного решения)

Соединение подвесок и подкосов с аркой и затяжкой принято шарнирным. Покрытие второго варианта решено по беспрогонной схеме с непосредственным опиранием стального профнастила на арки. Состав кровли принят аналогичным первому варианту покрытия.

Пространственная жесткость покрытия обеспечивается:

– сплошным диском покрытия, образованным профилированным настилом марки Н114-600-1,0;

– распорками по аркам и затяжкам, выполненными из гнутого профиля квадратного сечения 140х140х4 мм [8];

– вертикальными связями, выполненными в виде ферм с параллельными поясам из гнутого профиля квадратного сечения 40х40х6 мм [8].

Расчетная нагрузка, состоящая из постоянной, снеговой и технологической нагрузок, прикладывалась к арке в программном комплексе «ЛИРА-САПР 2016» в виде погонной равномерно и неравномерно распределенной нагрузок (Рисунок 5).

В результате расчета элементов арки второго варианта конструктивного решения в программном комплексе «ЛИРА-САПР 2016» в соответствии с рекомендациями действующих норм, приняты следующие сечения:

– арка: прокатный двутавр 70Б4 (сталь С345Б) [2];

– затяжка: спаренные уголки сечением 250х250х16 мм (сталь С345) [9];

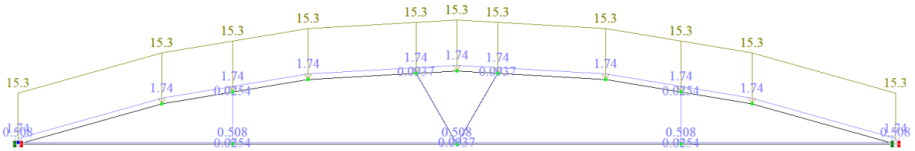
– подкосы: профиль стальной гнутый квадратного сечения 100х100х3 мм (сталь С245) [8];

– подвески: арматурная сталь круглого сечения Ø20 (сталь С245).

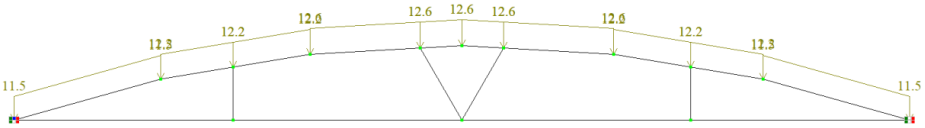
Для определения расхода стали на арки, в программном комплексе «ЛИРА-САПР 2016» с помощью функции «нагрузка на фрагмент» были

определены опорные реакции арки от собственного веса ее элементов, определенного автоматически (Рисунок 6).

а)



б)



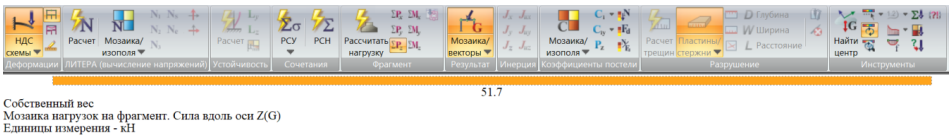
в)



а) загружение от собственного веса арки, дополнительного оборудования, связей и распорок, веса кровельного пирога;
б) загружение арки от 1 варианта снеговой нагрузки;
в) загружение арки от 2 варианта снеговой нагрузки

Рисунок 5 – Загружение второго варианта металлической арки с прямолинейной затяжкой в программном комплексе «ЛИРА-САПР 2016»

а)



Собственный вес
Мозаика нагрузок на фрагмент. Сила вдоль оси Z(G)
Единицы измерения - кН



б)

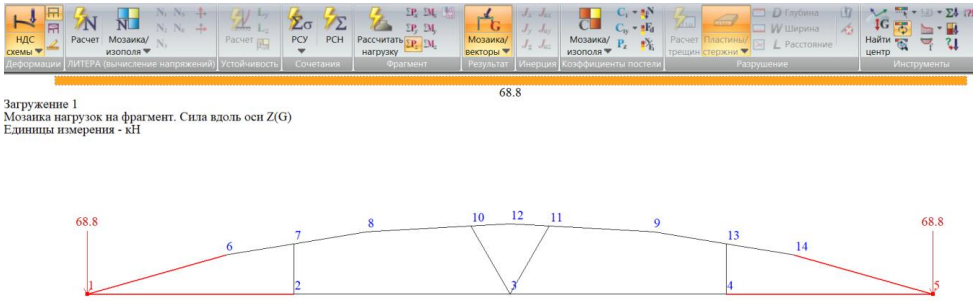


Рисунок 6 – Определение опорных реакций арок от собственного веса конструкций в программном комплексе «ЛИРА-САПР 2016»

В результате выполненных расчетов, масса арки первого варианта конструктивного решения с учетом конструктивного коэффициента 1,1, учитывающего массу деталей узлов и соединений, составила 11374 кг, при этом расход стали на один квадратный метр горизонтальной проекции покрытия составляет 42,13 кг/м^2. Масса арки второго варианта конструктивного решения, также определенная с учетом конструктивного коэффициента 1,1 – 15136 кг при расходе стали на арки – 56,06 кг/м^2, что на 33,06% больше расхода стали на первый вариант конструктивного решения покрытия.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о целесообразности применения в качестве конструктивного решения несущей конструкции покрытия для большепролетного здания центра волейбола в г. Оренбурге стальной арки с ломаной затяжкой.

Список литературы

1. Еремеев, П.Г. Современные стальные конструкции большепролетных покрытий уникальных зданий и сооружений [Текст]: монография / П.Г. Еремеев. – М.: Изд-во АСВ, 2009. – 336 с.

2. ГОСТ Р 57837–2017. Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок. Технические условия [Текст]. – Введ. 2018–05–01. – М.: Стандартинформ, 2019. – 44 с.

3. ГОСТ 8278–83. Швеллеры стальные гнутые равнополочные. Сортамент [Текст]. – Введ. 1984–01–01. – М.: Стандартинформ, 2012. – 8 с.

4. ГОСТ 10704–91. Трубы стальные электросварные прямошовные. Сортамент [Текст]. – Введ. 1993–01–01. – М.: Стандартинформ, 2007. – 8 с.

5. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (с изменениями N 1, 2, 3, 4) [Текст]. – Введ. 2017–06–04. – М.: Стандартинформ, 2019; М.: ФГБУ "РСТ", 2022. – 78 с.

6. СП 16.13330.2017. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81* (с Поправкой, с Изменением N 1, 2, 3, 4) [Текст]. – Введ. 2017–08–28. – М.: Минстрой России, 2019. – 148 с.

7. ГОСТ 19903–2015. Прокат листовой горячекатаный. Сортамент [Текст]. – Введ. 2016–09–01. – М.: Стандартинформ, 2016. – 12 с.

8. ГОСТ 30245–2003. Профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные для строительных конструкций. Технические условия [Текст]. – Введ. 2003–10–01. – М.: Стандартинформ, 2008. – 16 с.

9. ГОСТ 8509–93. Уголки стальные горячекатаные равнополочные. Сортамент [Текст]. – Введ. 1997–01–01. – М.: Издательство стандартов, 1996; М.: Стандартинформ, 2005. – 11 с.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ШАГА СТРОПИЛЬНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ФЕРМ ТРЕУГОЛЬНОГО ОЧЕРТАНИЯ НА РАСХОД СТАЛИ

Никулина О.В., канд. техн. наук, доцент, Максютова Е.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Целью данной работы является определение расхода стали на изготовление стропильных ферм треугольного очертания пролетом 18 м по серии 1.860-5, выпуск 1 [1] для сельскохозяйственных зданий, применительно к климатическим условиям Оренбургской области. Шаг ферм по рекомендациям серии составляет 4 метра. В связи с необходимостью привязки рекомендуемого указанной серией конструктивного решения ферм к региональным климатическим условиям, из-за изменившихся значений снеговой нагрузки для различных территорий Оренбуржья, расчет стропильных конструкций выполнен не только для шага ферм 4 метра, но и для шага 6 метров.

С учетом того обстоятельства, что населенные пункты Оренбургской области располагаются в четырех различных снеговых районах (третьем, четвертом, пятом и шестом) [2], подбор сечений элементов стропильных ферм выполнялся для наиболее нагруженных конструкций зданий, проектируемых для условий шестого снегового района. Нормативное значение веса снегового покрова, приходящегося на один квадратный метр горизонтальной поверхности земли S_g, для шестого района составляет 3,0 кПа.

Геометрическая схема фермы взята из рекомендаций серии [1] и приведена на рисунке 1.

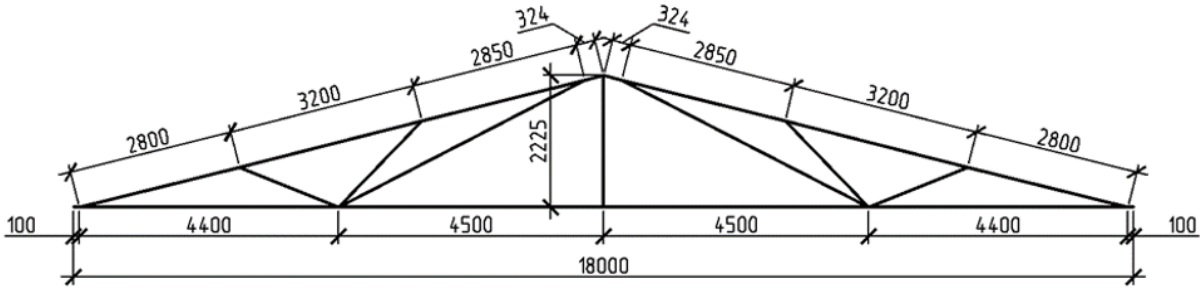
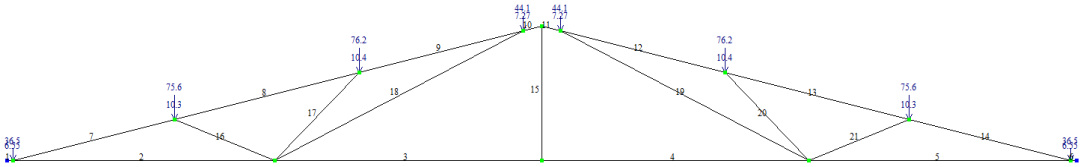


Рисунок 1 – Геометрическая схема фермы

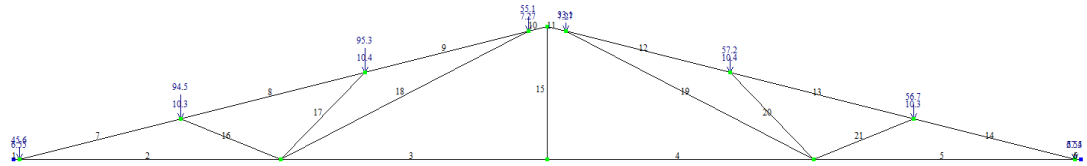
Статический расчет треугольной фермы для двух вариантов шагов (4 м и 6 м) выполнен в программном комплексе ЛИРА-САПР на действие постоянной нагрузки от прогонов, связей и элементов кровельного ограждения и снеговой нагрузки.

Вариант расчетной схемы фермы с приложенными постоянными и снеговыми нагрузками для шага ферм 6 метров приведен на рисунке 2. Рассмотрено два варианта приложения снеговой нагрузки: равномерный снег на всем пролете фермы и снег на половине пролета.

а)



б)

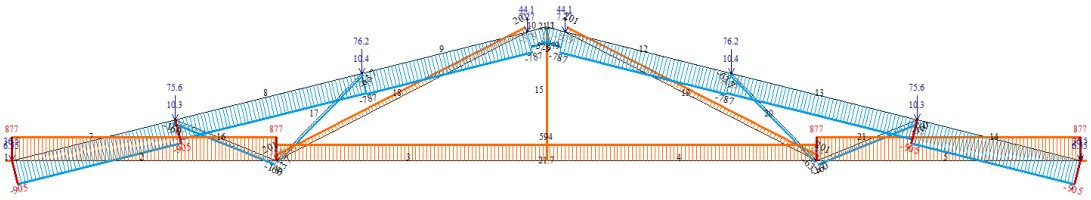


а – расчетная схема с приложенной постоянной нагрузкой и снеговой нагрузкой на всем пролете в кН;
б – расчетная схема с приложенной постоянной нагрузкой и снеговой нагрузкой на половине пролета в кН

Рисунок 2 – Расчетные схемы стропильной фермы с приложенными постоянными и снеговыми нагрузками для шага ферм 6 метров

Для выполнения статического расчета фермы и подбора сечений элементов в программном комплексе ЛИРА-САПР, были заданы типы сечений элементов в соответствии с рекомендациями серии [1]: верхний пояс ферм – коробчатого сечения, сваренного из прокатных швеллеров, решетка и нижний пояс – из раздвинутых прокатных уголков. Сталь для всех элементов принята класса прочности С255 по ГОСТ 27772–2021. Результаты статического расчета фермы для шага 6 метров представлены на рисунках 3 и 4.

а)



б)

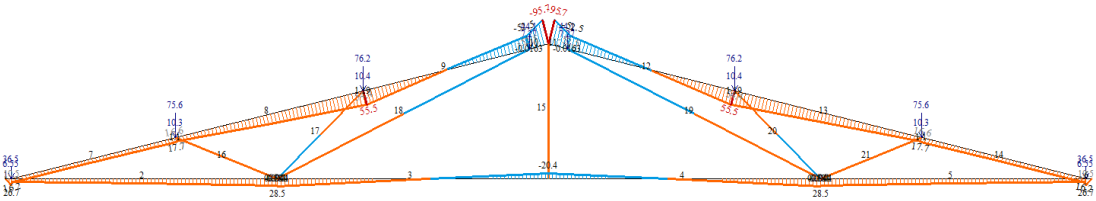
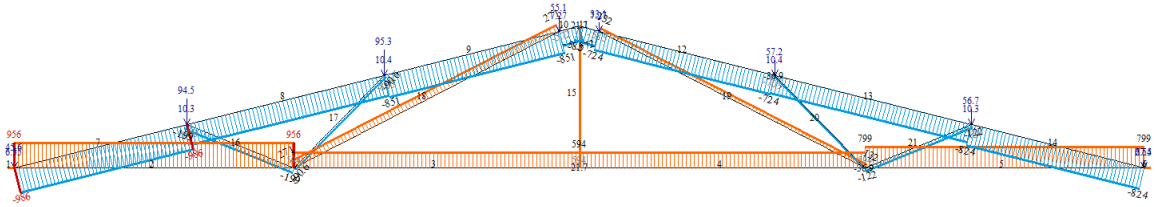


Рисунок 3 – Эпюры продольных сил (а) и изгибающих моментов (б) в ферме от постоянной нагрузки и снеговой нагрузки на всем пролете (кН, кНм)

а)



б)

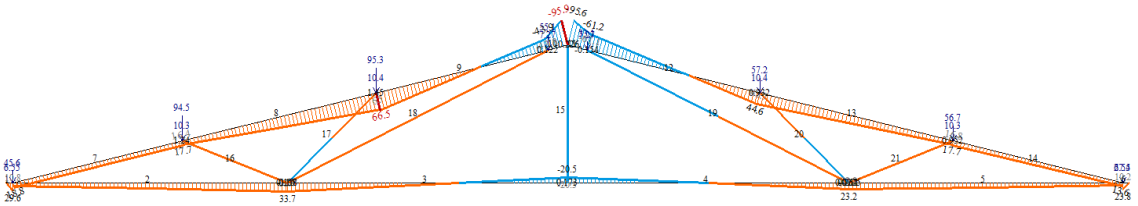


Рисунок 4 – Эпюры продольных сил (а) и изгибающих моментов (б) в ферме от постоянной нагрузки и снеговой нагрузки на половине пролета (кН, кНм)

Аналогичные эпюры внутренних усилий были получены для шага ферм 4 метра. Во всех расчетных схемах верхний и нижний пояса ферм приняты неразрезными, а узлы сопряжения элементов решетки с поясами приняты шарнирными.

Подбор сечений элементов ферм для шага 4 м и 6 м осуществлялся в программном комплексе ЛИРА-САПР из условий прочности для центрально и внецентренно растянутых элементов и из условия устойчивости для элементов, подверженных центральному сжатию и сжатию с изгибом, в соответствии с рекомендациями действующих норм [3]. Номера элементов расчетной схемы фермы обозначены на схеме, приведенной на рисунке 5.

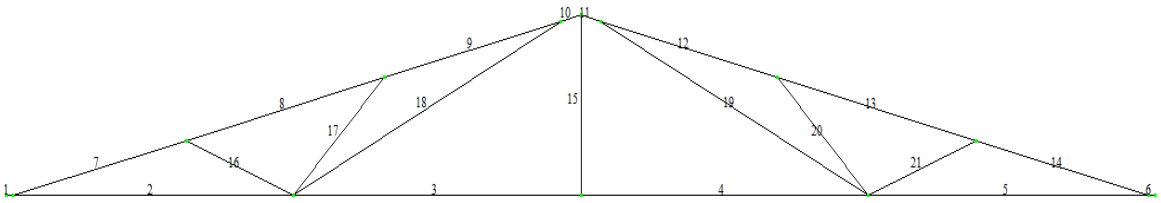


Рисунок 5 – Номера стержней фермы для подбора сечений в программном комплексе ЛИРА-САПР

Результаты подбора сечений элементов ферм для двух вариантов шагов представлены в таблице 1

Таблица 1 – Подобранные сечения для ферм с шагом 6 м и 4 м

Тип элемента		**Шаг 6 м**	**Шаг 4 м**
Верхний пояс		Два швеллера 16П	Два швеллера 14П
Нижний пояс		Два уголка 90х6	Два уголка 90х6
Раскосы	17,18,19,20	Два уголка 75х5	Два уголка 70х5
	15	Два уголка 50х5	Два уголка 50х5
	16,21	Два уголка 63х5	Два уголка 60х5

Для сравнения вариантов конструктивных решений ферм для двух вариантов шагов определена масса ферм и расход стали на изготовление ферм на один квадратный метр площади горизонтальной проекции покрытия. Определение массы ферм на основе их геометрической схемы приведено в таблице 2. При этом окончательное значение массы определено умножением суммы масс всех элементов на коэффициент 1,1, учитывающий массу деталей узлов и соединений.

Таблица 2 – Определение массы ферм

Тип элемента		**Масса фермы для шага 6 м, кг**	**Масса фермы для шага 4 м, кг**
Верхний пояс		521,08	451,36
Нижний пояс		296,55	296,55
Раскосы	17,20	47,1	39,54
	18,19	109,04	101,13
	15	16,74	16,74
	16,21	35,02	33,34
Общая масса фермы с учетом массы деталей узлов и соединений (10 %)		1303	1037

На основе полученных масс ферм для шагов шесть и четыре метра, был определен расход стали на фермы, приходящийся на квадратный метр горизонтальной проекции покрытия, который составил: 12,06 кг/м^2 для ферм установленных с шагом 6 метров и 14,4 кг/м^2 для ферм, установленных с шагом 4 метра. То есть, расход стали на фермы, расположенные с шагом 6 метров, меньше расхода стали на фермы, расположенные с шагом 4 метра, на 19,43%.

Полученные результаты расчетов позволяют сделать вывод о том, что наиболее экономически целесообразным шагом стропильных ферм с точки зрения наименьшего расхода стали на конструкции ферм для всего здания, является шаг 6 метров.

Список литературы

1. Серия 1.860-5. Стальные конструкции покрытий сельскохозяйственных зданий. Выпуск 1. Покрытия с треугольными фермами пролетами 18 и 21 м. //[Электронный ресурс].

URL: https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293847/4293847178.pdf (дата обращения: 15.01.2023).

1. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (с Изм. № 1, 2, 3) [Электронный ресурс]. URL: https://docs.cntd.ru/document/456044318 (дата обращения: 15.01.2023)

3. СП 16.13330.2017. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81* (с Изм. № 1, 2, 3, 4) [Электронный ресурс]. URL: https://docs.cntd.ru/document/456069588 (дата обращения 15.01.2023)

ВЛИЯНИЕ СТАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ СТАЛЬНОГО КАРКАСА ОДНОЭТАЖНОГО МНОГОПРОЛЕТНОГО ЗДАНИЯ НА РАБОТУ ЕГО ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ В СЛОЖНЫХ ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЯХ

Никулина О.В., канд. техн. наук, доцент, Шаферстов И.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

При проектировании стального каркаса многопролетного промышленного здания или сооружения основная задача заключается в принятии наиболее рационального конструктивного решения, с учетом технологических особенностей производства, климатических условий и многих других факторов, наиболее значимым из которых является комплекс характеристик грунтового основания. Как известно из курса строительной механики, любое кинетическое воздействие на конструкцию вызывает появление в ней дополнительных усилий, неучет которых на стадии проектирования может привести к катастрофическим последствиям. Наиболее распространенным видом кинетического воздействия являются неравномерные осадки основания, характерные при строительстве на просадочных или насыпных грунтах.

Целью данной работы является анализ влияния статической схемы стального каркаса одноэтажного многопролетного здания на работу его элементов в случае просадок основания. В качестве объекта исследования был взят каркас трехпролетного здания склада готовой продукции одного из предприятий Оренбургской области, построенного на насыпных грунтах бывшего карьера. В первый же год эксплуатации указанного объекта возникла аварийная ситуация со стропильными конструкциями, потребовавшая экстренных мер по восстановлению несущей способности как отдельных конструкций, так и всего каркаса в целом [1]. Всех этих проблем, по-видимому, можно было бы избежать, если бы разработчик проектной документации выбрал статическую и конструктивную схемы каркаса с минимальной чувствительностью к осадкам опор.

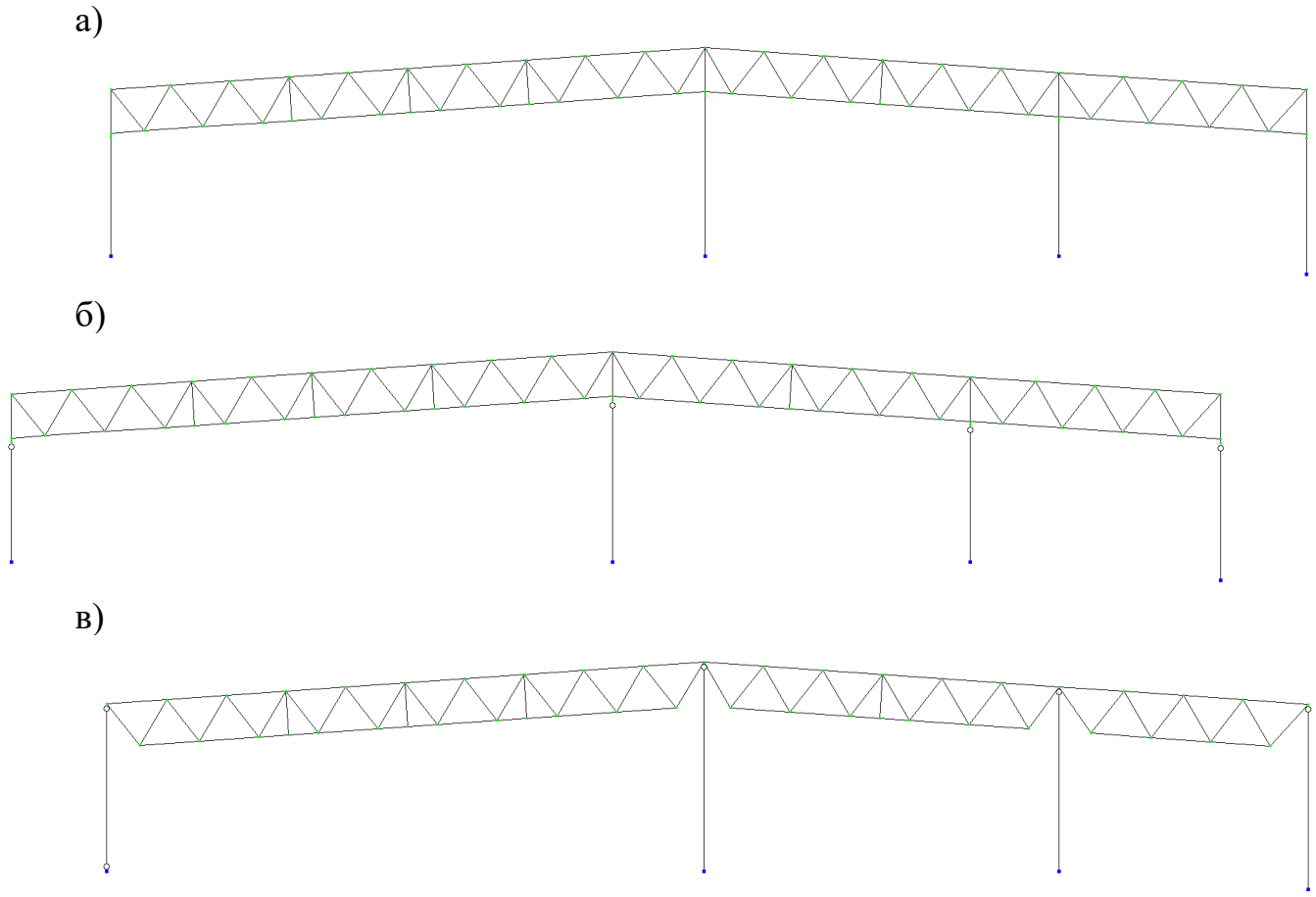
В проведенном исследовании были рассмотрены три варианта статических и конструктивных схем трехпролетной стальной рамы с пролетами 12 м, 18 м и 30 м.

В качестве первого варианта принятоконструктивное решение поперечной рамы каркаса, реализованное на исследуемом объекте. В проектной документации по объекту все узлы поперечной рамы заявлены, как жесткие: несущие колонны рамы жестко заделаны в фундаменте и жестким принято сопряжение стропильных ферм с надколонниками и надколонников с колоннами. Несущие колонны каркаса и надколонники запроектированы из прокатных горячекатаных двутавровых профилей с параллельными гранями

полок, фермы – из спаренных горячекатаных равнополочных уголков. Статическая схема поперечной рамы построена в программном комплексе ЛИРА-САПР и приведена на рисунке 1а.

В качестве второго варианта статической схемы поперечной рамы каркаса была принята рама, аналогичная первому рассмотренному варианту, но с заменой жесткого узла сопряжения надколонника с колонной на шарнирный (Рисунок 1б).

В третьем варианте статической схемы поперечной рамы внесено принципиальное изменение в статические схемы стропильных ферм и узлов их сопряжения с колоннами: опирание ферм принято только в узлах верхних поясов и задано шарнирным (Рисунок 1в). Для корректности сравнения всех вариантов, сечения элементов ферм третьего варианта конструктивного решения принято также из прокатных спаренных уголков.



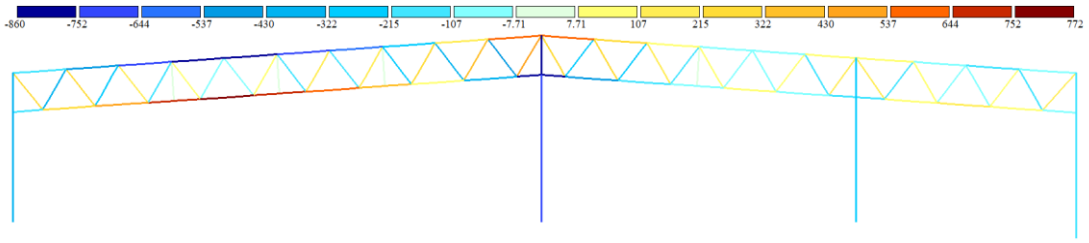
а – первый вариант схемы; б – второй вариант схемы;
в – третий вариант схемы

Рисунок 1 – Конечно-элементные модели трехпролетной поперечной рамы для трех вариантов статической и конструктивной схем, построенные в программном комплексе ЛИРА–САПР

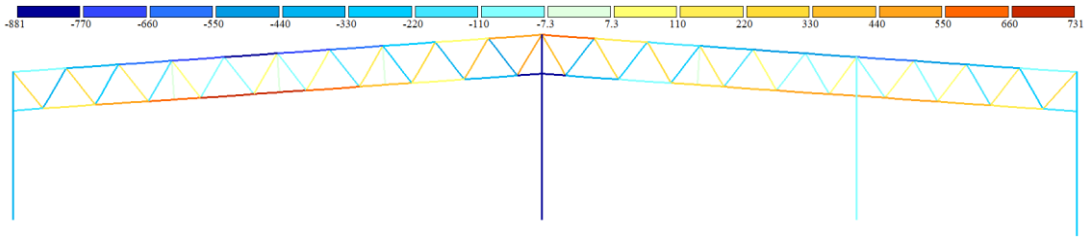
Каждая из трех вариантов статической схемы поперечной рамы была рассчитана на действие постоянной и снеговой нагрузок, определенных по рекомендациям действующих норм [2], и неравномерных смещений опор стоек рамы на 74 мм, 135 мм, 143 мм и 48 мм соответственно (значения перемещений взяты из отчетов о проведении геодезического мониторинга осадок исследуемого объекта). Статический расчет рам выполнялся с целью определения характерных усилий в элементах стропильных конструкций и анализа характера их изменений в случае неравномерных осадок.

Мозаики продольных усилий в элементах поперечной рамы для трех вариантов статических схем до осадок основания и после их возникновения приведены на рисунках 2, 3 и 4.

а)



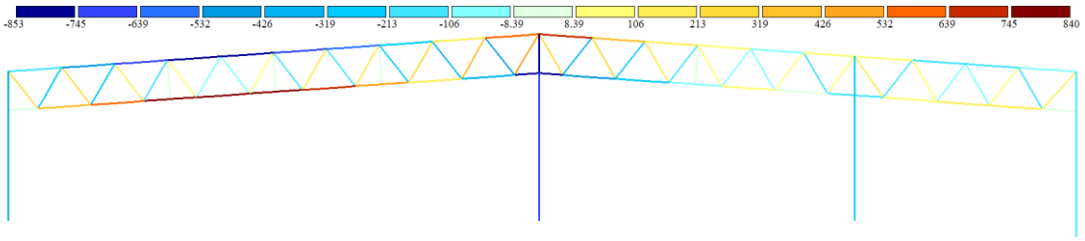
б)



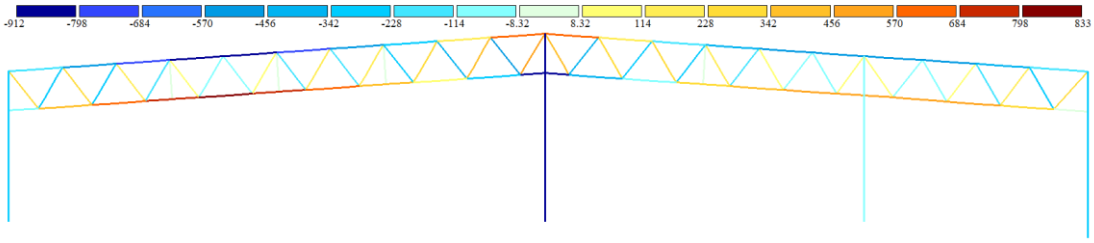
а – без осадки фундаментов; б – с осадкой фундаментов

Рисунок 2 – Мозаика продольных усилий N в стержневых элементах первого варианта расчетной схемы поперечной рамы

а)



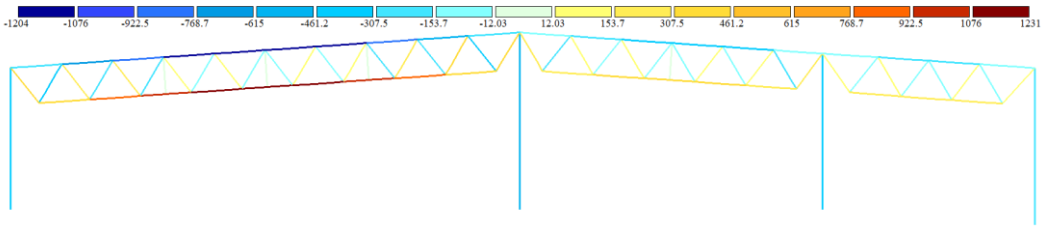
б)



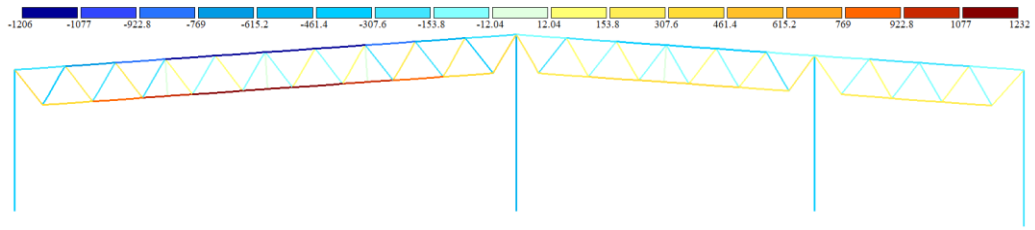
а – без осадки фундаментов; б – с осадкой фундаментов

Рисунок 3 – Мозаика продольных усилий N в стержневых элементах второго варианта расчетной схемы поперечной рамы

а)



б)



а – без осадки фундаментов; б – с осадкой фундаментов

Рисунок 4 – Мозаика продольных усилий N в стержневых элементах третьего варианта расчетной схемы поперечной рамы

По мозаикам продольных усилий в элементах поперечной рамы выявлено, что наиболее существенные изменения произошли в панелях стропильных ферм, непосредственно примыкающих к колонне с наибольшей осадкой фундамента. Сравнительные результаты численных значений усилий в указанных панелях ферм для трех вариантов статических схем трехпролетной рамы приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения продольных усилий в приопорных панелях стропильных ферм 2-го и 3-го пролетов

Схема рамы	Элемент фермы	Продольные усилия, кН		
		I вариант расчетной схемы	II вариант расчетной схемы	III вариант расчетной схемы
Исходная	Верхний пояс	48	48	-121
	Нижний пояс	-118	-112	158
После осадок фундаментов	Верхний пояс	-547	-529	-126
	Нижний пояс	519	513	162

Анализ полученных результатов показал, что в первом и втором вариантах статических схем поперечной трехпролетной рамы с жестким присоединением стропильных ферм к надколоннику, независимо от статической схемы узла сопряжения надколонника с колонной (жесткий или шарнирный узел), значения продольных усилий в поясах ферм, примыкающих к надколоннику колонны с наибольшей осадкой фундамента, не только изменяются по величине, но и изменяется их знак: панели верхних поясов оказываются сжатыми, а нижних – растянутыми. Это обстоятельство, безусловно, может привести каркас здания к аварийной ситуации из-за потери устойчивости сжатых элементов, сечения которых подбирается по условию прочности, как для растянутых элементов в предположении исключения непроектных осадок основания.

Поперечная рама каркаса третьего варианта статической схемы с шарнирным опиранием стропильных ферм на колонны верхним поясом оказалась практически нечувствительной к неравномерным осадкам опор, что и позволяет рекомендовать ее в качестве наиболее целесообразной для аналогичных каркасов одноэтажных зданий.

Список литературы

1. Никулина, О. В. Анализ расчетных схем стального каркаса одноэтажного многопролетного здания [Электронный ресурс] / Никулина О. В., Бобылева Д. Ю. // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф. (с междунар. участием), 23-25 янв. 2019 г., Оренбург / М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбургский гос. ун-т". - Электрон. дан. - Оренбург : ОГУ,2019. - С. 428-433.

2. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (с Изм. № 1, 2, 3) [Электронный ресурс]. URL: https://docs.cntd.ru/document/456044318 (дата обращения: 15.01.2023)

3. СП 16.13330.2017. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81* (с Изм. № 1, 2, 3, 4) [Электронный ресурс]. URL: https://docs.cntd.ru/document/456069588 (дата обращения 15.01.2023)

ОПТИМИЗАЦИЯ ФИЛЬТРАЦИИ ПРЯМОГО СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ СМАРТ-ОКНА

Оденбах И.А., канд. пед. наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Проблема углового селективного регулирования светопропускания окна с учётом траектории движения солнца относительно него может быть решена частично с помощью современных смарт-окон. В последние десятилетия в окнах используются смарт-стёкла на основе хромогенных материалов, чтобы избежать бликов и перегрева от солнечной радиации [1]. Низкоэмиссионные [2], фотохромные [3], термохромные [4], термотропные [5] и электрохромные [6] смарт-стёкла могут изменять коэффициент пропускания в зависимости от интенсивности солнечного излучения и температуры или из-за приложенного электрического напряжения.

Для управления прямым солнечным светом, проходящим через окно при изменении положения солнца, используются жалюзи, шторы или другие вспомогательные механические устройства [7]. Потенциал статических угловых селективных систем затенения с микроперфорированным экраном, трубчатой затеняющей структурой и расширенной металлической сеткой количественно определяется для уменьшения использования энергии [8]. Для автоматического управления прямой солнечной энергией, проходящей через окно, разработаны конструкции активных оконных затенителей [9].

В настоящее время нет методов, обеспечивающих селективное регулирование направленного светопропускания окна в зависимости от угла падения солнечных лучей без использования дополнительных устройств перераспределения светового потока. Этот метод, используемый в оптическом фильтре, представлен в [10-13]. Фильтр пропускает только желаемую часть падающего излучения без изменения или, при необходимости, с изменением его спектра в разных диапазонах углов падения [12], остальная часть излучения отражается, рассеивается или поглощается. Фильтр состоит из тонкоплёночных решёточных слоёв на двух поверхностях одинарного, двойного или тройного остекления. Входные и выходные решётки формируются с помощью «непропускающих» (поглощающих, рассевающих или отражающих) полос, чередующихся с направленно пропускающими полосами. Расчётные данные угловых характеристик светопропускания фильтров подтверждены экспериментально [11]. Данная статья посвящена оптимизации параметров фильтра для смарт-окна с помощью нового метода определения угла наклона решёток фильтра, разработанного взамен метода, описанного в [13].

Характеристический угол фильтра показывает относительный сдвиг входных и выходных решёток, а луч проходит через центры полос на обеих решётках. Если этот луч проходит через центр поглощающей полосы на

выходной решётке, то фильтр обеспечивает минимальное светопропускание при характеристическом угле или в угловом диапазоне симметрично относительно него. Блокируя прямое солнечное излучение частично или полностью в заданном угловом диапазоне, фильтр передаёт диффузное и отражённое от земли (альбедо) излучение и обеспечивает комфортный дневной свет и инсоляцию. При другом угле падения луч пройдёт не только через входную, но и через выходную решётку, т. е. коэффициент светопропускания зависит от угла падения солнечных лучей. В отличие от вертикальных или горизонтальных жалюзи, фильтр может быть адаптирован к траектории солнца относительно окна с учётом азимута его ориентации по сторонам света из-за возможности расположения полос под любым углом наклона.

Поглощающие, рассеивающие или отражающие полосы могут препятствовать просмотру через окно и могут быть применены к вертикальным окнам, не используемым для просмотра, к криволинейным или наклонным окнам и потолочным световым фонарям. Чтобы обеспечить достаточную видимость, более предпочтительно формировать непропускающие полосы с помощью фотохромных, электрохромных, термохромных или других хромогенных технологий. Тогда решёточный фильтр, имеющий все преимущества смарт-стекла, будет отображать его свойства только при соответствующем изменении внешних условий или приложении электрического напряжения и будет ослаблять прямое излучение, передавая отраженное и диффузное излучение.

Для определения угла наклона решёток фильтра необходимо выбрать расчётную дату с учётом местного климата. В качестве этой даты может быть выбрана середина самого жаркого периода года или день с максимальной солнечной радиацией в году. Эти две даты могут отличаться более чем на месяц. Затем для выбранной даты определяется время максимальной солнечной радиации. Максимальное излучение падает на верхние слои атмосферы в полдень. Однако прозрачность атмосферы значительно влияет на дневное изменение интенсивности радиации, особенно в летние месяцы. Атмосфера менее прозрачна во второй половине дня из-за её более высокой запылённости и влажности и появления конвективной облачности. Поэтому максимальная интенсивность прямого солнечного излучения летом наблюдается в утренние часы. Оптимальный угол наклона решеток фильтра определяется по следующему алгоритму.

1) По одной из многочисленных компьютерных программ с учётом географических координат здания рассчитываются высота h и азимут A солнца для выбранной даты через определенный интервал времени (каждую минуту или час и т. п.) относительно времени, когда азимут солнца и азимут окна A_0 ($0° \le A_0 < 360°$) равны между собой ($A = A_0$). В это время солнечные лучи падают на плоскость, перпендикулярную окну. Были получены углы наклона решёток фильтра 39° (при аппроксимации траектории) и 42° (при проведении касательной к траектории в точке, соответствующей 11 ч. 30 мин., т. е. времени максимальной солнечной радиации в городе Оренбурге).

2) Для дальнейших расчётов следует учитывать только азимуты в пределах $-60° \le A_0 \le 60°$ из-за увеличения коэффициента отражения при больших углах падения.

3) Угол падения солнечного луча на вертикальное плоское окно вычисляется с помощью частного случая первой теоремы косинусов для трёхгранного угла, когда двугранный угол перед расчётным плоским углом равен 90°. Для дальнейших расчётов следует использовать только углы ≤60°.

4) Значения координат следов траектории солнца на вертикальной плоскости окна рассчитываются в диапазоне углов падения ≤60°: $y = \tan h$. По результатам расчёта нанесен след траектории солнца. Расчётные точки взяты через каждый час относительно 10 ч. 49 мин. (время при $A = A_0$), а также для 11 ч. 30 мин. (времени максимальной солнечной радиации).

5) Если задано время t_{min} требуемого минимального светопропускания окна (как правило, это время максимальной солнечной радиации), уравнение криволинейной траектории солнца определяется через полученные расчётные точки траектории в выбранный временной интервал (например, t_{min}±30 мин.). Уравнение функции можно найти, используя непараметрический регрессионный анализ. Производная полученной функции, вычисленная для точки, соответствующей t_{min}, будет равна угловому коэффициенту k_{tan} прямой $y = k\tan \cdot x + b$, касательной к траектории в этой точке.

Если время t_{min} не задано, выполняется линейная аппроксимация криволинейной траектории и находится уравнение прямой: $y = k\text{app} \cdot x + b$. Определённые обоими способами углы наклона решёток фильтра адаптированы к траектории движения солнца относительно окна.

Углы наклона, полученные по новому алгоритму, имеют большие значения. Для южного окна с азимутом 180° углы одинаковы, т. к. траектория солнца в этом случае симметрична относительно его зенитного положения.

Разработанный метод оптимизации угловой селективной фильтрации прямого солнечного излучения путём минимизации светопропускания окна за счёт наклонного расположения на его поверхности двух тонкоплёночных поверхностных решеток оптического фильтра с чередующимися непропускающими и пропускающими параллельными полосами под оптимальным углом, рассчитанным для заданной даты и времени суток с учётом азимута ориентации окна, географической широты, сезонного и суточного распределения интенсивности солнечной радиации, имеет перспективы для применения в архитектуре и строительстве. Особенно это касается административных и рабочих помещений, т. к. именно в рабочее (дневное) время есть необходимость углового селективного регулирования прямого солнечного излучения, проходящего внутрь помещений. Смарт-окна с подобными фильтрами позволят достичь адаптированного регулирования светопропускания окна при сложной траектории движения солнца относительно него без применения жалюзи, штор или других вспомогательных механических устройств, обеспечивая комфортный дневной свет и инсоляцию,

блокируя прямое излучение в заданном интервале времени и передавая отраженное и диффузное излучение.

Список литературы

1. Walker A., Renné D., Bilo S., Kutscher C., Burch J., Balcomb D., Judkoff R., Warner C., King R.J., Eiffert P. Advances in Solar Buildings. ASME J. Sol. Energy Eng. 2003. No. 125 (3). Pp. 236-244.

2. Horowitz F., Pereira M.B., de Azambuja G.B. Glass window coatings for sunlight heat reflection and co-utilization. Appl. Opt. 2011. No. 50. Pp. C250-C252.

3. Ferrari J.A., Perciante C.D. Two-state model of light induced activation and thermal bleaching of photochromic glasses: theory and experiments. Appl. Opt. 2008. No. 47. Pp. 3669-3673.

4. Jostmeier T., Mangold M., Zimmer J., Karl H., Krenner H.J., Ruppert C., Betz M. Thermochromic modulation of surface plasmon polaritons in vanadium dioxide nanocomposites. Opt. Express. 2016. No. 24 (15). 17322.

5. Gladen A.C., Davidson J.H., Mantell S.C. The effect of a thermotropic material on the optical efficiency and stagnation temperature of a polymer flat plate solar collector. ASME J. Sol. Energy Eng. 2014. No. 137 (2). 021003.

6. Niklasson G.A., Granqvist C.G. Electrochromics for smart windows: thin films of tungsten oxide and nickel oxide, and devices based on these. J. Mater. Chem. 2007. No. 17. Pp. 127-156.

7. Rumbarger J., Vitullo R.J. Architectural Graphic Standards for Residential Construction. John Wiley and Sons, 2003.

8. Fernandes L.L., Lee E.S., McNeil A., Jonsson J.C., Nouidui T., Pang X., Hoffmann S. Angular selective window systems: Assessment of technical potential for energy savings. Energy and Buildings. 2015. No. 90. Pp. 188-206.

9. Luecke G.R., Slaughter J. Design, development, and testing of an automated window shade controller. ASME J. Sol. Energy Eng. 1995. No. 117 (4). Pp. 326-332.

10. Закируллин Р.С. Интеллектуальное окно с угловым селективным светопропусканием // Известия вузов. Строительство. 2013. № 5. С. 101-106.

11. Zakirullin R.S. An optical filter with angular selectivity of the transmittance. Journal of Optical Technology. 2013. No. 80 (8). Pp. 480-485.

12. Zakirullin R.S. Creating optical filters with angular-selective light transmission. Appl. Opt. 2015. No. 54 (21). Pp. 6416-6419.

13. Zakirullin R.S., Letuta S.N. A smart window for angular selective filtering solar radiation. Solar Energy. 2015. No. 120. Pp. 585-592.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ И ИНСОЛЯЦИИ В ПОМЕЩЕНИИ С ПОМОЩЬЮ РЕШЕТОЧНОГО СМАРТ-ОКНА

Пикалова Е.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В последние десятилетия для обеспечения комфортного дневного и теплового режима внутри помещений широко используются смарт-окна с передовыми поверхностными покрытиями стекла. Такие окна являются важным компонентом для повышения энергоэффективности зданий [1, 2]. Хромогенные и другие материалы, потенциально применимые в смарт-окнах для фильтрации солнечного излучения, обладают разнообразными механизмами изменения светопропускания в зависимости от изменения окружающих условий или под действием электрического тока.

Окно, полностью покрытое интеллектуальной технологией, при переключении в непрозрачный режим ослабляет пропускание не только прямого солнечного излучения, но и рассеянного и отраженного излучения. Однако для достижения комфортных условий в помещении желательно защищать помещение в зависимости от положения Солнца относительно окна только от прямых солнечных лучей, пропуская рассеянный свет неба и свет, отраженный от поверхности земли и окружающих зданий. В настоящее время такая регулировка светопропускания окна в зависимости от угла падения солнечных лучей невозможна без применения жалюзи или других устройств перераспределения дневного света. Тонкие пленки с наклонно-столбчатой микроструктурой [3, 4] обладают угловой избирательностью оптического пропускания в узких угловых диапазонах и только в определенных спектральных диапазонах и не могут оптимально управлять светопропусканием в сплошном спектре солнечного излучения при движении Солнца в широких угловых диапазонах.

Таким образом, используемые в настоящее время в окнах смарт-стекла регулируют температуру, инсоляцию и уровень освещенности в помещении, но не могут обеспечить угловое селективное светопропускание окон, динамически адаптирующихся к положению Солнца. Без дополнительного использования жалюзи или других приспособлений смарт-окно не может ослаблять только прямое солнечное излучение, пропуская рассеянное. Между тем блики и слишком яркие поверхности в помещении возникают в основном из-за попадания прямых солнечных лучей, а рассеянный свет желательно должен проходить через окно для создания комфортной обстановки. Решеточный оптический фильтр, предложенный для смарт-окон [5-7], обеспечивает угловое избирательное пропускание света в зависимости от положения Солнца относительно окна без использования жалюзи и других устройств. Взаимное

расположение двух решеток фильтра, состоящих из чередующихся пропускающих и не пропускающих полос, позволяет защитить помещение от прямых солнечных лучей в заданном диапазоне углов падения солнечных лучей, пропуская при этом рассеянный свет. Решеточный фильтр пропускает только нужную часть падающего излучения без изменения или с изменением его спектра, в разных диапазонах углов падения, отражая, поглощая или рассеивая остальной свет. Непрозрачные полосы фильтра могут мешать обзору через окно и могут применяться к вертикальным окнам, не используемым для обзора, к наклонным окнам и световым фонарям.

Уровень развития науки и техники по хромогенным и другим технологиям показывает, что фотохромные, термохромные, термотропные, газохромные и электрохромные материалы являются наиболее перспективными для использования в смарт-окнах (в том числе окнах с решеточными фильтрами) по сравнению с другими хромогенными, такими как ионохромные, ацидихромные, галохромные, сольватохромные, гигрохромные (гидрохромные), механохромные (пьезохромные, трибохромные) и т. д.

Горизонтальные и вертикальные жалюзи являются лучшими устройствами для регулирования пропускаемого солнечного излучения в зависимости от угла падения солнечного света. Наиболее существенное преимущество решеточного фильтра перед жалюзи состоит в том, что чередующиеся полосы решеток можно накладывать на оконное стекло под любым углом – наиболее оптимальным для окна с заданным азимутом ориентации по сторонам света. Фильтр может обеспечивать минимальное или максимальное светопропускание в заданном диапазоне углов падения. За счет оптимизации фильтрации солнечного излучения в основном требуется минимизировать пропускание в самый жаркий период года. В решетках фильтров могут быть использованы полосы, отражающие или поглощающие только инфракрасную или ультрафиолетовую часть спектра солнечного излучения с целью сохранения видимости через окно. Оптимальный угол наклона решеток при заданных толщине и показателе преломления стекла, широте и долготе расположения здания определяется по следующему алгоритму [5].

1. Высота H и азимут A Солнца рассчитываются (по одной из многочисленных компьютерных программ) через каждый час относительно зенитного положения Солнца в дни весеннего или осеннего равноденствия и летнего и зимнего солнцестояния.

2. Азимут Солнца α для данного окна, отсчитываемый от перпендикуляра к плоскости окна в точке падения, определяется следующим образом:

$$\alpha = A - A_0 . \qquad (1)$$

3. Угол падения луча на вертикальное плоское окно рассчитывается с помощью частного случая первой теоремы косинусов для трехгранного угла, когда двугранный угол перед искомым плоским углом равен 90°:

$$\cos\theta = \cos H \cos\alpha . \tag{2}$$

Угол падения равен:

$$\theta = \arccos[\cos H \cos(A - A_0)] . \tag{3}$$

4. Угол преломления рассчитывается по закону Снеллиуса:

$$\theta_n = \arcsin(\sin\theta / n) . \tag{4}$$

5. Для одинарного стеклопакета (рис. 1а) координаты x и y следа выходной поверхности точки 0 падения на входную поверхность фильтра определяются следующим образом:

$$\begin{cases} x = \mathrm{st\,a\,n}\beta \\ y = -\{\mathrm{st\,a\,n}(\theta_n - |\beta|) / \cos\beta\} \end{cases}, \tag{5}$$

где β – угол преломления, соответствующий азимутальному углу падения α, вычисленный из пропорции:

$$\beta = \theta_n \alpha / \theta . \tag{6}$$

Координаты следов точек падения определяются через каждый час для дней равноденствия и солнцестояния. Для стеклопакета (рис. 1б) координаты определяются:

$$\begin{cases} x = \mathrm{st\,a\,n}\alpha \\ y = -\{\mathrm{st\,a\,n}(\theta - |\alpha|) / \cos\alpha\} \end{cases}. \tag{7}$$

6. Строятся траектории следа выходной поверхности точки падения за дни равноденствия и солнцестояния.

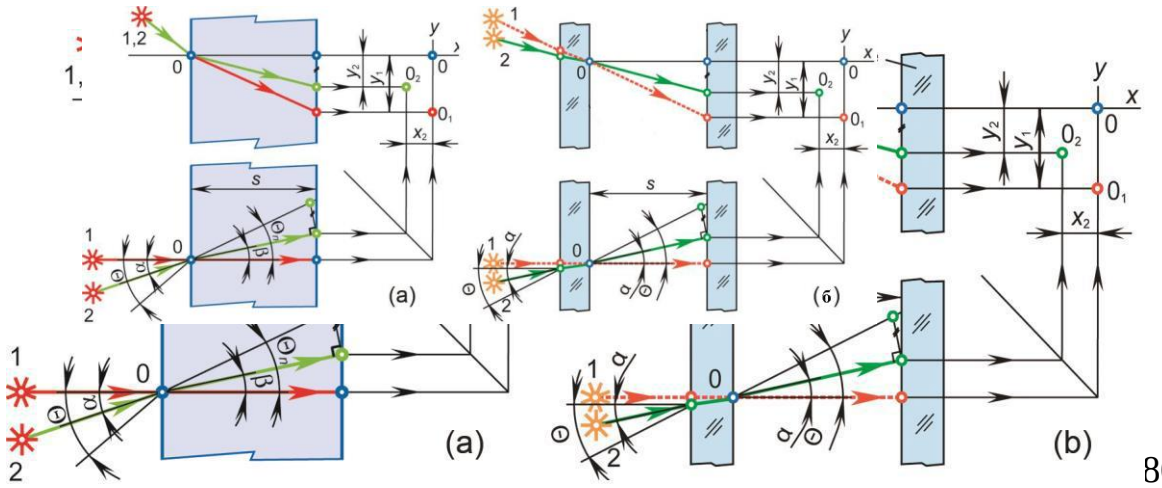


Рисунок 1 – Координаты *x* и *y* следов 0_1 и 0_2 на выходной поверхности фильтра для точки падения 0 на (а) одинарном [5] и (б) двойном [7] остеклении

7. По следам с одинаковым временем строятся изохроны. Траектория следов симметрична относительно вертикали для окна с южной ориентацией. Таким образом, точка падения на входную поверхность в зависимости от времени суток и времени года оставляет следы на выходной поверхности по сложной и меняющейся траектории.

8. Дата и время с максимальными требованиями к защите от Солнца устанавливаются для определения оптимального угла наклона решеток фильтра.

Разработанный алгоритм позволяет оптимизировать фильтрацию солнечного излучения в зависимости от ориентации конкретного окна по сторонам света и известной траектории движения Солнца относительно него. Этот алгоритм был обновлен в [7] путем выбора даты для расчета с учетом местного климата. В качестве такой даты можно принять середину самого жаркого периода года или день с максимальным солнечным излучением. Далее определяется время зенитного положения Солнца и время максимального солнечного излучения на выбранную дату. Максимум солнечного излучения приходится на верхние слои атмосферы в полдень. Однако прозрачность атмосферы существенно влияет на суточный ход излучения, особенно в летние месяцы. Атмосфера во второй половине дня менее прозрачна из-за большей запыленности и влажности, а также появления конвективной облачности. Поэтому максимальная интенсивность прямого излучения летом приходится на утренние часы. Обновленный алгоритм [7] отличается от предыдущего, начиная с пункта 6.

6. Строятся траектории следа выходной поверхности точки падения для выбранной даты через часовые точки с рассчитанными координатами *x* и *y*. Эти траектории будут приблизительно симметричны относительно прямой, проходящей через точку, соответствующую моменту времени, когда азимуты Солнца и окна равны. Точная симметрия только у окна с азимутом 180°, когда траектория Солнца относительно окна симметрична. Для такого окна полосы решеток фильтра должны располагаться горизонтально.

7. Линия симметрии траектории следа строится за определенное время, например, за время с максимальным солнечным излучением. Угол между перпендикуляром к этой линии симметрии, проведенным через соответствующую точку траектории следов, и горизонталью является оптимальным углом наклона решеток фильтра на оконном стекле.

В [6] представлен новый, более эффективный метод определения оптимального угла наклона решеток фильтра.

1. С помощью одной из многочисленных компьютерных программ, учитывающих географические координаты здания, высота *H* и азимут *A* Солнца

рассчитываются для выбранной даты через каждую минуту (час и т.д.) относительно времени, когда азимут Солнца и азимут A_0 ($0°\le A_0<360°$) окна равны ($A=A_0$). В это время солнечные лучи падают в плоскости, перпендикулярной окну.

2. Азимут Солнца, измеренный от перпендикуляра к окну, рассчитывается по формуле (1).

Для дальнейших расчетов следует брать только азимуты в пределах $-70°\le\alpha\le+70°$ из-за увеличения коэффициента отражения при больших углах падения.

3. Угол падения рассчитывается по формулам (2) и (3). Для дальнейших расчетов следует брать только углы $\Theta\le70°$.

4. Значения координат следа траектории Солнца на вертикальной плоскости окна рассчитываются в диапазоне углов падения $\Theta\le70°$:

$$\begin{cases} x = \mathrm{tan}\alpha \\ y = \mathrm{tan}H \end{cases}. \tag{8}$$

По итогам расчетов строится след траектории Солнца.

5. При наличии требуемого времени t_{min} минимальной светопропускной способности окна (обычно это время максимального солнечного излучения) уравнение криволинейной траектории находится через определенные точки траектории в выбранном интервале времени (например, $t_{min}\pm30$ мин.). Уравнение функции можно найти с помощью непараметрического регрессионного анализа. Производная полученной функции вычисляется для точки t_{min}. Эта производная равна угловому коэффициенту k_{tan} касательной к траектории для точки в t_{min}. Желаемый оптимальный угол наклона γ_{tan} решеток фильтра на оконном стекле, полученный при построении касательной, равен:

$$\gamma_{tan} = \mathrm{arctan} k_{tan}. \tag{9}$$

Если время t_{min} изначально не задается, выполняется линейная аппроксимация криволинейной траектории и находится уравнение прямой:

$$y_{app} = k_{app}x_{app} + b_{app}. \tag{10}$$

С использованием $k_{app}=\tan\gamma_{app}$, желаемый оптимальный угол наклона γ_{app} решеток фильтра, полученных аппроксимацией, равен:

$$\gamma_{app} = \mathrm{arctan} k_{app}. \tag{11}$$

Определенные углы наклона адаптированы к траектории движения Солнца относительно окна.

Углы наклона решеток фильтров, определенные по исходному алгоритму [5, 7], меньше, чем по новому алгоритму [6]. Новый алгоритм универсален и подходит для окон с любым остеклением (по исходному алгоритму углы для окон с одинарным и двойным остеклением разные), а также для устройств с наклонными элементами затенения, например, для жалюзи «зебра» с наклонными полосами. Для южного окна с азимутом 180° углы одинаковы, так как траектория Солнца в этом случае симметрична относительно зенитного положения Солнца.

Список литературы

1. Rezaei, S.D., Shannigrahi, S., Ramakrishna, S. A review of conventional, advanced, and smart glazing technologies and materials for improving indoor environment. – Sol. Energy Mater. Sol. Cells. – 159: – P. 26–51. – 2017.

2. Casini, M. Active dynamic windows for buildings: A review. – Renewable Energy. – 119. – P. 923–934. – 2018.

3. Jahan, F., Smith, G.B. Investigation of angular selective optical properties of silver/titanium oxide cermet thin films. – Thin Solid Films. – 333. – P. 185–190. – 1998.

4. Palmer, S., Mbise, G.W., Niklasson, G.A., et al. Angular selective optical properties of thin films: Measurement of polar and azimuthal transmittance. – Sol. Energy Mater. Sol. Cells. – 44. – P. 397–403. – 1996.

5. Zakirullin, R.S., Letuta, S.N. A smart window for angular selective filtering solar radiation. – Sol. Energy. – 120. – P. 585-592. – 2019.

6. Zakirullin, R.S. Optimized angular selective filtering of direct solar radiation. – J. Opt. Soc. Am. A. – 35. P. 1592–1598. – 2018.

7. Zakirullin, R.S. Optimized Angular Selective Filtering of Direct Solar Radiation. – Applied Solar Energy. – 55. – P. 48–56. – 2019.

АНАЛИЗ ВИДОВ НАВЕСНОГО ВЕНТИЛИРУЕМОГО ФАСАДА

Поварова А.А., Зайцева К.Н.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Внешняя отделка здания – одна из важных частей строительно-монтажных работ и, конечно, архитектурного дизайна. При проведении ремонтных или восстановительных работ, а также при возведении новых зданий, на сегожняшний день все чаще применяются навесные фасадные системы. Это современный способ отделки наружных стен различных сооружений [1].

Навесные фасадные системы – это каркасная конструкции с закреплёнными фасадными панелями, призванными обеспечить защиту несущей стены, а также декоративное совершенство готовой постройки. Применение таких систем нашло широкое распространение при строительстве новых жилых и нежилых зданий, а также при реконструкции старых построек – домов и промышленных объектов [2].

При научном исследовании были поставлены цели и задачи:

- исследование устройства навесных фасадов;
- сравнение существующих видов навесных фасадных систем по типу облицовочного материала;
- исходя из полученных знаний в ходе исследования подобрать облицовочный материал вентилуемого фасада для отделки школы-интерната.

Все навесные системы имеют одинаковую конструкцию и состоят из подконструкции (каркаса), утеплителя, воздушного зазора и облицовочного материла [3].

Подконструкция системы – это функциональный набор профилей и крепежных приспособлений на который фиксируется облицовочный материал. Подконструкции фасадной системы принято классифицировать по 4 основным типам:

1) Фасадные системы из оцинкованной стали.

Фасадные системы прочные, но с низкой коррозийной стойкостью. Система с небольшим линейным расширением, высоким запасом прочности, выдерживает высокие ветровые нагрузки. Срок службы — 25-35 лет.

2) Фасадные системы из нержавеющей стали.

Основное применение стальной системы – облицовочный материал в виде керамогранита и камня. Для остальных видов облицовки применяется редко.

Разновидности систем:

- стандартная, состоящая из продольного и поперечного набора профилей, кронштейнов для крепления к стенам и кляммеров для крепления облицовочного материала;
- анкерная, состоящая из набора анкеров для крепления облицовочного материала к стеновому заполнению.

3) Фасадные системы из алюминия.

Применяются для навески большинства облицовочных материалов, где предъявляются высокие требование к долговечности, качеству и престижности используемых при облицовке материалов [4]. Система состоит из вертикальных направляющих, кронштейнов для крепления направляющей к стенам и деталей для крепления облицовки к направляющим.

Главным преимуществом алюминиевых систем — высокая коррозионная стойкость, долговечность, небольшой вес и прочность. Недостаток – высокая стоимость относительно стальных систем и подверженность температурным расширениям.

4) Смешанные фасадные системы.

Смешанные системы – набор деталей из стали и алюминия. Такие системы востребованы для навески керамогранита, где на алюминиевый каркас, при помощи стальных кляммеров, навешивается керамогранитная плита.

В качестве утеплителя принято использовать :

-Минераловытные плиты;

-Стекловолоконные плиты;

-Эксрудированный пенополистирол

Вентилируемая воздушная прослойка позволяет использовать такие системы утепления для теплоизоляции стен зданий с влажными и мокрыми режимами эксплуатации помещений [5].

На рисунке 1 представлена конструкция навесного вентилируемого фасада.

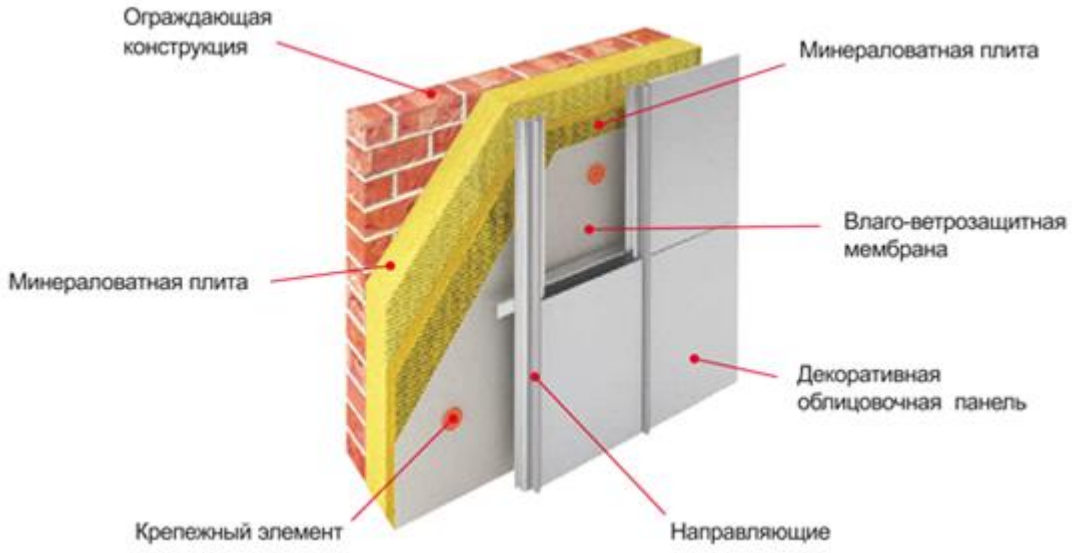


Рисунок 1 – Конструкция навесного вентилируемого фасада

Фиброцементные панели – разновидность облицовочного материала, получаемая путем формовки, прессования, тепловлажностной обработки, автоклавирования, раскроя, шлифовки и покраски смеси. В их комплектующие входят цемент, минеральные наполнители и древесная фибра [6].

В таблице 1 предсталены достоинства и недостатки вентилируемого фасада из фиброцементных панелей.

Таблица 1 – Достоинства и недостатки

Достоинства	Недостатки
Экологически чистый материал	Большой вес
Негорючий (группа горючести – НГ)	Хрупкость
Низкая стоимость (от 550 руб/м^2)	Водопоглощение (до 20%)
Большой размерный ряд	Сложность монтажа
Система морозостойкости (не менее 150 циклов)	
Скрок эксплуатации (50 лет)	
Устойчивость к агрессивным средам	
Разнообразие фактур	

Плиты разрезаются алмазным инструментом по размеру. При облицовке плитами используется система крепления из оцинкованной стали или алюминия. Используется система с прижимными планками [7].

На рисунке 1 приведен пример многоквартирного дома с вентилируемым фасадом из фиброцементных панелей.



Рисунок 2 – Многоквартирный дом с применением вентилируемого фасада из фиброцементных панелей.

Облицовка фасада композитными панелями – это один из самых популярных материалов для отделки фасадов зданий. Такие панели имеют многослойную структуру, что даёт ряд преимуществ: устойчивость к внешним факторам, пожаробезопасность, звукоизоляцию и др. Композитные панели бывают алюминиевыми и стальными. Первые имеют меньший вес, но стальные прочнее. Оба варианта облицовочного материала устойчивы к ветровым нагрузкам, защищены от коррозии и способны выдержать перепады температур в пределах от -50 до +80 °С [8].

В таблице 2 приведены достоинства и недостатки вентилируемого фасада из алюминиевых композитных панелей.

Таблица 2 – Достоинства и недостатки

Достоинства	Недостатки
Небольшой вес	Непрактичность в ремонте
Устойчивость к воздействию внешних факторов	Повышенные требования к транспортировке
Высокий уровень звукоизоляционных характеристик	Высокая стоимость
Высокий уровень пожаробезопасности	Способность деформироваться
Высокая прочность и устойчивость к деформациям (до 50 кг/см^2)	
Стойкость к УФ-лучам	

На рисунке 3 приведен пример навесного фасада с применением алюминиевых композитных панелей.



Рисунок 3 - Многоквартирный дом с применением алюминиевых композитных панелей

Вентилируемый фасад из керамогранита надежно защищает наружные стены здания от негативных воздействий [9]. Материал имеет высокую механическую прочность, а слой утеплителя способен обеспечить строению дополнительный уровень теплоизоляции, что снизит расходы на отопление в зимнее время. Благодаря наличию воздушного зазора между стеной и облицовкой исключено образование конденсата. Керамогранит не будет промерзать, поэтому срок его эксплуатации составляет от 50 лет. Камень является самым популярным облицовочным материалом при устройстве вентилируемого фасада. [10]. Данный материал по своим свойствам превосходит большинство альтернативных облицовочных материалов, в том числе и натуральный камень.

Материал имеет наилучшее соотношение цены и качества, отлично подходит для облицовки многоэтажных зданий, бизнес центров, учебных заведений, государственных учреждений, торговых центров.

В таблице 3 приведены достоинства и недостатки вентилируемого фасада из керамогранитной плитки.

Таблица 3 – Достоинства и недостатки

Достоинства	Недостатки
Низкая стоимость (от 650 руб/м^2)	Значительный вес
Экологичность	Сложность подрезки
Высокий уровень пожаробезопасности (группа горючести НГ)	
Морозостойкость (более 200 циклов)	
Срок эксплуатации (до 50 лет)	

Простота монтажа	

Типы крепления:

-скрытое механическое крепление

-скрытое комбинированное крепление (механическое или клеевое)

-скрытое крепление с приклеиванием плит на профили

-скрытые точки крепления (штифтами) для плит толщиной 2-3 см

-видимое крепление

На рисунке 4 представлен пример бизнес-центра с применением вентилируемого фасада из керамогранита

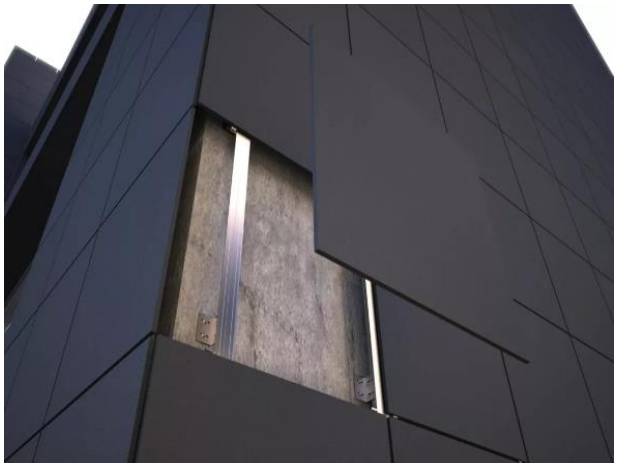


Рисунок 4 – Бизнес-центр с применением вентилируемого фасада из керамогранита

HPL панели – это аббревиатура от High Pressure Laminate, что означает «ламинат высокого давления». Такое название в полной мере характеризует процесс производства данного материала. Под воздействием высокой температуры и давления в смолах активизируются процессы отвердения. Благодаря этому все входящие в состав компоненты объединяются в единый плотный композитный материал. Волокна целлюлоз играют роль армирующей основы. Они обеспечивают HPL панелям эластичность и дополнительную прочность. При этом материал легко поддается обработке и декорированию. Множество фактур, от тиснения и рисунков, до матовой или глянцевой поверхности. Производятся даже панели с перфорациями, которые отводят больше пара [11].

Структура готовой HPL панели включает следующие слои:

-базовая основа (гипсоволокнистый лист);

-декоративный слой;

-ламинирование (верхний защитный слой).

В таблице 4 приведены достоинства и недостатки вентилируемого фасада из HPI панелей.

Таблица 4 – Достоинства и недостатки

Достоинства	Недостатки
Высокая механическая прочность	Большой размер листов
Устойчивость к истиранию	Необходима надежная система крепления
Небольшой вес материала	
Стойкость к перепадам температур	

На рисунке 5 представлен пример школы-интерната с применением вентилируемого фасада из HPI панелей.



Рисунок 5 – Школа-интернас с применением вентилируемого фасада из HPI панелей

Терракота — натуральный материал природного происхождения, устойчивый к атмосферным воздействиям и перепадам температур. «Объёмную керамику» используют в экопроектах. Традиционный строительный материал для Западной Европы, известный своей большой массой [12].

Установка фасада из терракоты требует тщательно просчитанной усиленной подсистемы еще на стадии проектировки здания. При реконструкции старых построек или частных домов, часто требуется усиление фундамента.

В таблице 5 приведены достоинства и недостатки вентилируемого фасада из объемной терракоты.

Таблица 5 – Достоинства и недостатки

Достоинства	Недостатки
Высокий уровень пожаробезопасности	Высокая стоимость
Устойчивость к ветровым нагрузкам	Вес материала
Поглощение внешних шумов	
Экологичны	

На рисунке 6 предаствлена школа с применением вентилируемого фасада из объемной терракоты.



Рисунок 6 – Школа с применением вентилируемого фасада из объемной терракоты

Проанализировав рассмотренные преимущества и недостатки видов навесого вентилируемого фасада по типу материала, наиболее эффективным является покрытие из керамогранита. Вентилируемый фасад из керамогранита позволяет обеспечить естественную циркуляцию воздуха под слоем декоратингого покрытия. Кроме того, использование облицовочной плитки данного вида способствует увеличению срока службы конструкции благодаря высоким прочностным характеристикам материала.

Список литературы

1. Ефимов, Б. А. Фасадные строительные материлы : учебное пособие / А. Д. Жуков, В. С. Семенов, С. Ю. Шеховцова. Москва : 2020. – 90 с.

2. Гусев, Б. В. Теплртехнические особенности прокетировния утепленных наружных стен с вентилируемым фасадом : учебное пособие. Москва : 2006. – 117 с.

3. Кислицина, С. Н. Современные материалы для отделки фасадов зданий. Москва : 2014. – 106 с.

4. Минейлюк, А. С. Современные фасадные системы / В. С. Дорофеев. Киев : 2008. – 340 с.

5. Кавер, Н. С. Современные материалы для отделки фасадов. Москва : 2005. –

120 с.

6. Запащикова, Н. П. Мовершенствование методических подходов к управлению техническим состоянием и оуенке долговечности навесных вентилируемых фасадов : дис. к-т техн. наук. Москва : 2015. – 169 с.

7. Менейлюк, А. И. Современные фасадные системы. К. : Издательство Освита, 2008. – 340с.

8. Стенин, В. А. Параметры чувствительности ограждающих конструкций зданий при оценке их энергоэффективности // промышленное и гражданское строительство (ПГС) : Ежемесячный научно – технический и производственный журнал. 2004. №4. 20 - 21 с.

9. Рекомендации по проектированию навесных фасадных систем с вентилируемым воздушным зазором для нового строительства и реконструкции зданий. М.: Москомархитектура, 2002. – 130 с.

10. Батичин, Р. С. Вентилируемые фасалы зданий. Проблемы строительной теплофизики, состем обеспечения микроклимата и энергосбережения в зданиях / сб. докд IV науч.-практ. Конфю М.: НИИСФ, 1999.

11. Фокин, К. Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей здания. М. : Стройиздат, 1973. – 285 с.

12. СП 70.13330.2012 «Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции». Москва : Минстрой, 2013. –130 с.

13. СП 50.13330.2012 "СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий" (с изменением N 1). Москва : Минстрой России, 2018. – 95 с.

АНАЛИЗ ТРУДОЕМКОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ КРУПНОПАНЕЛЬНОГО ДОМОСТРОЕНИЯ

Полихов М.А., Кулешов И.В.,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Актуальностью данной темы является повышение эффективности строительства. В ходе исследования было проведено сравнение продолжительности и трудозатрат по нормативной документации с реальным производством работ.

Для того, чтобы получить явное понимание картины, насколько продолжительность работ реальная отличается от нормативного были проведены полевые испытания на строительной площадке. В разные дни на разных этажах были взяты одни и те же стеновые панели, плиты перекрытия, лестничные марши и площадке, а также парапетные панели, результаты замеров приведены в таблице 3. В каждом из дней производился замер времени, за которое совершался монтаж той или иной конструкции и вносился в таблицу. Собрав все данные, появилась возможность высчитать трудозатраты в чел*час. Опираясь на эти данные, было составлено 3 календарных графика производства работ:

1) Календарный график производства работ по ГЭСН;
2) Календарный график производства работ по ЕНиР;
3) Календарный график производства работ по непосредственным замерам.

Главной отличительной особенностью строительных систем, в отличие от систем технологических, является их организационный характер. В производственном процессе объединяются технические и социальные системы. Взаимодействие этих систем, носящее стохастический характер, совершенно не учитывается ни в выпускаемой организационно-технологической документации, ни в имеющейся нормативно-справочной базе (строительные нормы и правила и т.п.).

Усложнение строительных технологических процессов, увеличение сложности и количества составляющих элементов организационных структур, усложнение плановых, экономических и, особенно, управленческих решений привело к необходимости использования принципиально новых, системных подходов к анализу строительного комплекса как системы.

Большие возможности повышения эффективности строительства заключены в решении проблемы повышения организационно-технологической надежности (ОТН). Организационно-технологическую надежность можно рассматривать как способность организационных, технологических, экономических решений обеспечивать достижение заданного результата

строительного производства в условиях случайных возмущений, присущих строительству как сложной стохастической системе.

Сборники ГЭСН отражают среднеотраслевой уровень строительного производства на принятую технику и технологию выполнения работ и могут применяться организациями заказчиками и подрядчиками независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности. ГЭСН не распространяются на отдельные конструкции и виды работ, к капитальности, классу точности и качеству которых предъявляются повышенные требования, а также на виды работ в горной местности, выполняемые на высоте более 3500 м над уровнем моря. Для таких видов работ разрабатываются индивидуальные элементные сметные нормы, или поправочные коэффициенты, учитывающие соответствующие особенности производства работ.

Состав работ для монтажа стеновых панелей:

1. Заполнение вертикальных стыков бетоном с устройством и разборкой опалубки;
2. Оклейка вертикального шва воздухозащитной лентой;
3. Подштопка горизонтального шва раствором;
4. Сварка закладных изделий.

Состав работ для монтажа перегородок:

1. Сварка закладных изделий;
2. Конопатка швов паклей.

Состав работ для укладки лестничных площадок:

1. Установка и сварка монтажных изделий;
2. Бетонирование стыков.

Состав работ для укладки плит перекрытий:

1. Сварка закладных изделий;
2. Заполнение швов раствором.

Наименование работ строительных процессов	Ед. изм.	Объем работ	ГЭСН	Машины и механизмы		Норма времени		Затраты труда		Количество				Продолжит. работ в днях
				Наимен. и марка	Кол-во	Чел*час	Маш*час	Чел*см	Маш*см	Чел. в зв.	Звен. в см.	Смен	Чел. в см	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Монтаж наружных стеновых панелей площадью до 10 м²	100 шт.	0,44	07-05-022-03	КБ-408.21	1	257	57,78	9,43	2,12	5	1	1	5	2,5
Монтаж наружных стеновых панелей площадью до 15 м²	100 шт.	5,32	07-05-022-04	КБ-408.21	1	343	86,36	152,07	38,29	5	1	1	5	38,5
Монтаж внутренних панелей площадью до 10 м²	100 шт.	5,89	07-05-023-02	КБ-408.21	1	244	31,08	110,5	15,26	5	1	1	5	22,5
Монтаж внутренних панелей площадью до 15 м²	100 шт.	1,71	07-05-023-03	КБ-408.21	1	278	33,6	39,62	4,79	5	1	1	5	8
Монтаж внутренних панелей площадью до 25 м²	100 шт.	1,52	07-05-023-04	КБ-408.21	1	370	36,14	46,56	4,58	5	1	1	5	9,5
Монтаж перегородок площадью до 10 м²	100 шт.	3,21	07-05-024-02	КБ-408.21	1	174	37,85	46,55	10,12	5	1	1	5	10,5
Установка лестничных площадок	100 шт.	0,38	07-01-047-05	КБ-408.21	1	175	54,55	5,55	1,73	5	1	1	5	2
Установка лестничных маршей	100 шт.	0,38	07-01-047-07	КБ-408.21	1	292	83,21	9,25	2,64	5	1	1	5	3
Монтаж плит перекрытия площадью до 20 м²	100 шт.	1,9	07-05-011-04	КБ-408.21	1	410	87,7	64,92	13,9	5	1	1	5	14
Монтаж плит перекрытия площадью до 15 м²	100 шт.	1,14	07-05-011-03	КБ-408.21	1	327	67,75	31,07	2,96	5	1	1	5	6,5
Монтаж плит перекрытия площадью до 10 м²	100 шт.	3,39	07-05-011-02	КБ-408.21	1	291	52,16	82,21	14,74	5	1	1	5	16,5
													Итого:	133,5

Рисунок 1 – Результаты по ГЭСН

ЕНиР — это единые нормы и расценки. Никаких регламентирующих документов о том, что ЕНиРы больше недействительны и ими нельзя пользоваться на сегодняшний день нет. Однако по существу это устаревшие нормы и их используют крайне редко и только в основном когда отсутствуют другие возможности определить трудозатраты строительных работ. Однако данная аббревиатура очень сильно вошла в обиход на постсоветском пространстве и часто для обозначения государственных расценок используется именно название ЕНИР.

Состав работ для монтажа стеновых панелей:

1. Устройство постели из раствора с раскладкой маяков;
2. Подъем и установка панелей;
3. Выверка и временное закрепление;
4. Подштопка горизонтального шва раствором;
5. Снятие временного крепления.

Состав работ для укладки плит перекрытий:

1. Приготовление постели из раствора;
2. Подъем и укладка плит;
3. Выверка и исправление положения плит;
4. Крепление плит анкерами к стенам (в кирпичных зданиях) и между собой.

Состав работ для монтажа лестничных маршей и укладки плит лестничных площадок:

1. Устройство постели из готового раствора;
2. Установка лестничных маршей или плит лестничных площадок;
3. Выверка, исправление положения марша или площадки;
4. Заливка швов раствором.

Наименование работ строительных процессов	Ед. изм.	Объем работ	ЕНиР	Машины и механизмы		Норма времени		Затраты труда		Количество				Продолжит. работ в днях
				Наимен. и марка	Кол-во	Чел*час	Маш*час	Чел*см	Маш*см	Чел. в зв.	Звен. в см.	Смен	Чел. в см	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Монтаж стеновых панелей площадью до 15 м^2	шт.	1374	Е4-1-8	КБ-408.21	1	1,1	0,28	126	32,13	5	1	1	5	26
Монтаж стеновых панелей площадью до 20 м^2	шт.	114	Е4-1-8	КБ-408.21	1	1,5	0,3	14,25	2,85	5	1	1	5	3,5
Монтаж перегородок площадью до 10 м^2	шт.	321	Е4-1-8	КБ-408.21	1	0,8	0,2	21,4	5,35	5	1	1	5	4,5
Установка лестничных площадок и маршей до 4,5т	шт.	76	Е4-1-10	КБ-408.21	1	2,2	0,55	13,94	3,49	5	1	1	5	3
Монтаж плит перекрытия площадью до 20 м^2	шт.	190	Е4-1-7	КБ-408.21	1	1,1	0,28	17,42	4,44	5	1	1	5	4
Монтаж плит перекрытия площадью до 15 м^2	шт.	114	Е4-1-7	КБ-408.21	1	0,88	0,22	8,36	2,09	5	1	1	5	2
Монтаж плит перекрытия площадью до 10 м^2	шт.	339	Е4-1-7	КБ-408.21	1	0,72	0,18	20,34	5,09	5	1	1	5	4,5
													Итого:	47,5

Рисунок 2 – Результаты по ЕНиР

Таблица 1 – Результаты полевых испытаний

Этаж	Наименование детали	Масса, кг	Состав работы	Время монтажа, мин.	Среднее время, мин.	Кол-во деталей в час	Норма времени чел*ч
1	2	3	4	5	6	7	8
2	Стеновые панель ВСП19	6725	1) Устройство постели из раствора с раскладкой маяков 2) Подъём и установка панелей 3) Выверка и временное закрепление 4) Подштопка горизонтального шва раствором	9,8	9,82	6	0,84
	Стеновые панель ВСП3	4225		10			
	Стеновые	7925		9			

	панель ВСП22		5) Снятие временного крепления 6) Сварка закладных деталей				
	Стеновые панель НСП8-1	4225		10,5			
	Стеновые панель НСП10-1	2725		9,5			
	Стеновые панель НСП6-1	5950		10,1			
10	Стеновые панель ВСП19	6725	1) Устройство постели из раствора с раскладкой маяков 2) Подъём и установка панелей 3) Выверка и временное закрепление 4) Подштопка горизонтального шва раствором 5) Снятие временного крепления 6) Сварка закладных деталей	11	110,85	55,5	00,91
	Стеновые панель ВСП3	4225		10,8			
	Стеновые панель ВСП22	7925		11,2			
	Стеновые панель НСП8-1	4225		10,9			
	Стеновые панель НСП10-1	2725		10			
	Стеновые панель НСП6-1	5950		11,2			
16	Стеновые панель ВСП19	6725	1) Устройство постели из раствора с раскладкой маяков 2) Подъём и установка панелей 3) Выверка и временное закрепление 4) Подштопка горизонтального шва раствором 5) Снятие временного крепления 6) Сварка закладных деталей	13	12,19	5	1
	Стеновые панель ВСП3	4225		11,5			
	Стеновые панель ВСП22	7925		12,3			
	Стеновые панель НСП8-1	4225		12			
	Стеновые панель НСП10-1	2725		11,8			
	Стеновые панель НСП6-1	5950		12,5			
2	Лестничные марш и площадка	-	1) Устройство постели из раствора 2) Подъём и установка детали 3) Выверка и закрепление	25			

			4) Обварка узла опирания				
5	Лестничные марш и площадка	-		24	24,5	2,5	2,09
Парапет	Парапетная панель 9-1п	1950	1) Устройство постели из раствора с раскладкой маяков 2) Подъём и установка панелей 3) Выверка и закрепление 4) Подштопка горизонтального шва раствором	17,5	17,9	3	1,5
	Парапетная панель 9-1п	800		18			
	Парапетная панель 9-1п	2200		18,2			
3	Плита перекрытия П6		1) Устройство постели из раствора 2) Подъём и укладка плит 3) Выверка и исправление положения плит 4) Крепление плит анкерами между собой	12,5	12,17	5	1
	Плита перекрытия П3			12,1			
	Плита перекрытия П8			11,9			
11	Плита перекрытия П6		1) Устройство постели из раствора 2) Подъём и укладка плит 3) Выверка и исправление положения плит 4) Крепление плит анкерами между собой	13,8	13,34	4,5	1,12
	Плита перекрытия П3			13,2			
	Плита перекрытия П8			13			
15	Плита перекрытия П6		1) Устройство постели из раствора 2) Подъём и укладка плит 3) Выверка и исправление положения плит 4) Крепление плит анкерами между собой	16	15,00	4	1,25
	Плита перекрытия П3			5			
	Плита перекрытия П8			4			

Итоговые результаты по продолжительности приведены в таблице 2

Таблица 2 – Сводная таблица продолжительности и трудозатрат

Методика расчёта	Трудозатраты общие чел*см	Состав звена, чел.	Продолжительность смены, ч	Смен	Продолжительность работ, дн
Реальный монтаж	209,16	5	12	1	44,50
ГЭСН	597,73	5	12	1	133,50
ЕНиР	221,71	5	12	1	47,50

На основе полевых испытаний продолжительности монтажа ж/б конструкций, представилось возможным сравнить реальную картину продолжительности работ с продолжительностью работ исходя из данных нормативной документации.

По итоговым результатам можно сделать вывод:

1. Данные по реальным замерам времени монтажа ж/б конструкций, существенно отличаются, от данных из нормативной документации;
2. С повышением этажности, время на монтаж ж/б конструкций увеличивается, в ГЭСН и ЕНИР это не отражается.

Список литературы

1. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции;
2. ГЭСН 07-05-022-03 Установка в бескаркасно-панельных зданиях (с разрезкой на этаж) панелей стеновых наружных площадью: до 6 м2. Государственные элементные сметные нормы на строительные и специальные строительные работы;
3. ГЭСН 07-05-022-04 Установка в бескаркасно-панельных зданиях (с разрезкой на этаж) панелей стеновых наружных площадью: до 15 м2. Государственные элементные сметные нормы на строительные и специальные строительные работы;
4. ГЭСН 07-05-023-02 Установка стеновых панелей внутренних площадью: до 10 м2. Государственные элементные сметные нормы на строительные и специальные строительные работы;
5. ГЭСН 07-05-023-03 Установка стеновых панелей внутренних площадью: до 15 м2. Государственные элементные сметные нормы на строительные и специальные строительные работы;
6. ГЭСН 07-05-023-04 Установка стеновых панелей внутренних площадью: до 25 м2. Государственные элементные сметные нормы на строительные и специальные строительные работы;
7. ГЭСН 07-05-024-02 Установка перегородок крупнопанельных: железобетонных площадью до 10 м2. Государственные элементные сметные нормы на строительные и специальные строительные работы;
8. ГЭСН 07-01-047-05 Установка лестничных площадок при наибольшей массе монтажных элементов в здании до 8 т с опиранием: на стену.

Государственные элементные сметные нормы на строительные и специальные строительные работы;

9. ГЭСН 07-01-047-07 Установка лестничных маршей при наибольшей массе монтажных элементов в здании до 8 т. Государственные элементные сметные нормы на строительные и специальные строительные работы;

10. ГЭСН 07-05-011-04 Установка панелей перекрытий с опиранием: по контуру площадью до 25 м2. Государственные элементные сметные нормы на строительные и специальные строительные работы;

11. ГЭСН 07-05-011-03 Установка панелей перекрытий с опиранием: по контуру площадью до 20 м2. Государственные элементные сметные нормы на строительные и специальные строительные работы;

12. ГЭСН 07-05-011-02 Установка панелей перекрытий с опиранием: по контуру площадью до 15 м2. Государственные элементные сметные нормы на строительные и специальные строительные работы;

13. ЕНиР 4-1 «Выпуск 1. Здания и промышленные сооружения». *Единые нормы и расценки* на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ И МЕТОДОВ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ

Рахимова О.Н., канд. пед. наук
Кумертауский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет»

Строительство является многогранным процессом, при строительстве объектов и зданий, реконструкции, реставрации, капитальном и текущим ремонте – требуется нормализация процесса ввода работ, следствием загрузка которого прогресса является процессы необходимость исследование обусловленного кроме времени условий и производственный условия ситуации для машин получения контроль результата условия строительства основан – завершенные объекты.

Строительство - это не только возведение зданий, а и сам процесс производства, включающий в себя и производство строительного материала, инструмента, без которого немыслим и сам процесс стройки.

Исследование должно начинаться с рассмотрения понятий механизации и автоматизации, чтобы выяснить высокую важность этих двух факторов научно-технических прогрессов. Оба эти понятия направлены на упрощение деятельности инженера, мастера, рабочего.

К важным направлениям научно-технического прогресса при производстве строительно-монтажных работ для обеспечения эффективности труда относятся:



увеличение уровня разрозненной механизации и автоматизации строительного производства, использование более производительных машин и механизмов



создание и массовое применение новых, прогрессивных материалов и облегченных устройств

Рисунок производства 1 - Направления эффективности научно зданий - технического оборудования прогресса работ

Механизация может быть фрагментарной, когда частные строительные процессы на ручном производстве заменяют машины и механизмы; так же

совокупной, которая включает весь ассортимент строительно-монтажных работ, при этом работник управляет комплексом строительных машин [1].

Автоматизация является высшей степенью механизации производства, при которой машины осуществляют управление механизмами, а работник, имеющий высшую квалификацию и доступ к управлению определенным процессом, осуществляет контроль и налаживает производственный цикл [2].

При механизированном и автоматизированном выполнении строительно -монтажных работ сокращается время их выполнения, а это самый главный ресурс инженера -строителя.

Повышение качества строительной продукции достигается за счет:



Рисунок 2 – Методы повышения строительной продукции

Основные задачи автоматизации строительных машин и технологических процессов:

- достижение более высоких темпов ведения высшего работ;
- оптимальная загрузка строительных машин и оборудования;
- повышение производительности и снижение трудозатрат;
- автоматическое обеспечение безопасных условий труда;
- улучшение качества СМР.

Наиболее оправдано использование автоматизации при следующих технологических ситуациях:

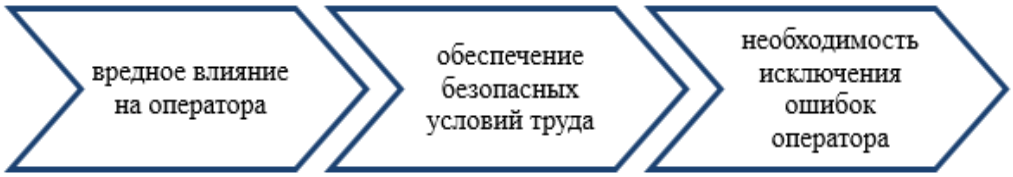


Рисунок 3 – Технологические ситуации

Внедряя в производственный процесс строительно-монтажных работ машины и механизмы можно сократить все риски, которые следует из производственного процесса, который полностью основан на человеческом труде. Кроме тех важных факторов, как время, эффективность и финансы, механизированный труд и автоматика не требуют создания таких условий, которые необходимы для создания штата сотрудников.

Следовательно, переход на частичное или полное механизирование и автоматизирование производства, складывается четкая схема производственного процесса, что позволяет прогнозировать, не основываясь на производительности человека, а зная способности машин и механизмов, где человеческий фактор играет второстепенную роль. В современном строительстве каждый стремится не отставать от достижений научно-технического процесса, для повышения конкурентных преимуществ.

Автоматизированная система позволяет на только резко уменьшить сроки круглостра, снизить трудозатраты (в среднем, для 20-этажного здания они сокращаются на 30%) и практически исключить травматизм.

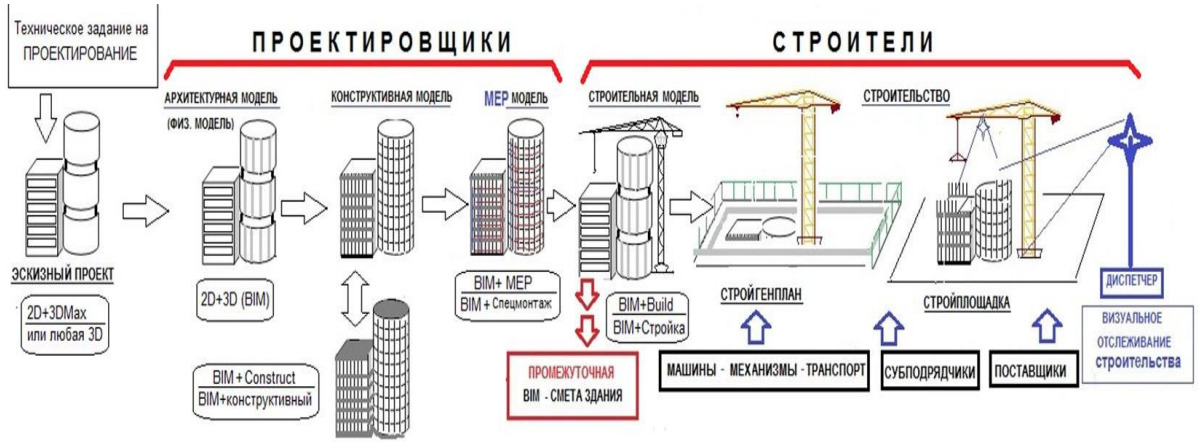


Рисунок 4 - Поточное проектирование и поточное строительство на базе информационного моделирования здания – BIM технологии

Применение высокопроизводительных средств механизации и автоматизации увеличивают возможности для скорости строительства не только за счет улучшения технологии и повышения производительности труда, но и за счет снижения административной нагрузки и улучшения качества системы технического нормирования.

Список литературы

1. Кудрявцев, Е. М. Комплексная механизация строительства / Е.М. Кудрявцев. - М.: АСВ, 2013. - 208 с.

2. Евтушенко, С.И. Автоматизация и роботизация строительства. Учебное пособие / С.И. Евтушенко. - М.: РИОР, 2016. - 901 с.

3. Костюченко В.В., Кудинов Д.О. К71 Организация строительного производства (Спецкурс) – Ростов-н/Д: Рост. гос. стр. ун-т, 2010 - 200с.

О ПРОБЛЕМАХ ПРЕПОДАВАНИЯ ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В КОНТЕКСТЕ РЕФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Семагина Ю.В., канд. техн. наук, доцент,
Ванчинова М.А., канд. пед. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»,
Филиал Российского государственного университета нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, г. Оренбург

Преобразования, происходящие в настоящее время в подготовке инженерных кадров, имеют существенное значение для инновационного развития всех отраслей промышленности. В самое короткое время необходимо подготовить достаточно большое количество квалифицированных специалистов, готовых к запросам компаний на сложившемся рынке труда.

Система высшего образования, в том числе и инженерного, готовится к очередным изменениям. Россия отказывается от «болонских соглашений». Не от болонской системы образования, а только от соглашений [1].

На сегодняшний день инженерное образование в России находится в глубоком кризисе. Следует отметить, что несмотря на различные изменения и нововведения, за последние годы и даже целые десятилетия в системе инженерного образования мало что изменилось к лучшему.

Задачи, поставленные Президентом РФ в обращениях к Федеральному собранию, содержат требования выхода из сложившейся ситуации. Владимир Путин поручил правительству реализовать предложения по вопросам подготовки инженеров и IT-специалистов, прозвучавшие на заседании совета по стратегическому развитию и нацпроектам, в рамках федерального бюджета, который был утвержден на 2023 год [2].

Глава Минпросвещения Сергей Кравцов заявил о разработке новой концепции развития инженерного образования. По его словам, до конца 2022 года будет создана рабочая группа, которая должна доработать и утвердить концепцию в 2023 году.

Прежде всего, речь идёт об отказе от двухуровневой системы подготовки в вузах (4 года бакалавриата и 2 года магистратуры) и возвращении к специалитету (5-6 лет обучения). Новый перечень специальностей министерство обещало подготовить к 2024 году.

Очевидно, что потребуется значительно увеличить бюджетное финансирование подготовки специалистов. Это уже частично делается, но, судя по прогнозам, нужно и дальше наращивать усилия. Расширить программы обновления учебного и лабораторного оборудования, развития университетских кампусов, ремонта общежитий.

К сожалению, в предлагаемых нововведениях обходят молчанием главных участников процесса подготовки инженерных кадров - преподавателей. В соответствие с положением правительства РФ от 15 марта 2015 года «О соотношениях численности работников профессорско-преподавательского состава и обучающихся образовательных организаций высшего образования» было увеличено количество студентов на одного преподавателя, что привело к существенному увеличению контактной работы при расчете на ставку.

В результате произведенных «реформ» нагрузка на преподавателя стала, мягко говоря, повышенной. Помимо этого, согласно новым образовательным стандартам (ФГОС), в условиях уменьшения контактной нагрузки в рамках отдельной дисциплины требования к знаниям, умениям и навыкам остались прежними (в контексте компетенций). Это привело к тому, что преподаватели вынуждены, жертвуя своим здоровьем, интенсифицировать процесс обучения. Либо тратить дополнительное время на проведение консультаций, которые не оплачиваются. При этом существенно возросли требования к научной и учебно-методической работе. И это не считая вызовов пандемии, когда пришлось срочно обучаться дистанционной работе со студентами [3].

Сейчас принято говорить о цифровом обучении, моделировании различных образовательных процессов. Таким образом, моделью высшей школы может служить комплексное число, у которого есть действительная и мнимая часть. А нужна ли эта мнимая часть?

Добиться успехов в подготовке инженерных кадров можно только при изменении критериев оценки преподавательского труда.

Требуется четко определить, что требуется от преподавателя. Качественная подготовка инженерных кадров или создание информационного шума в виде «псевдонауки»? Совмещать и то и другое в большинстве случаев невозможно. Для полноценных занятий наукой у большинства преподавателей нет ни времени, ни условий [4].

Система разработки учебных планов подготовки инженеров (после отмены системы обязательного количества часов контактной работы по дисциплинам) также весьма своеобразна. Время, отводимое на формирование базовых инженерных дисциплин, сокращается за счет увеличения времени подготовки на выпускающих кафедрах. Тем самым ослабляется, а зачастую и разрушается, "фундамент", на котором строится процесс формирования будущего инженера. Наиболее ярко это видно на примере кафедр графических дисциплин. Объем аудиторной работы на них сократился с прежних 3÷4 семестров до 1÷2. Это сразу же сказалось на уровне подготовки выпускников.

Система образования, как впрочем и все остальные системные процессы, постоянно модернизируется. Не исключением является курс графических дисциплин. Включение в учебный процесс вычислительной техники привело к утрате основного назначения курсов «Начертательная геометрия» и «Машиностроительное черчение». Необходимо помнить, что именно они

способствуют овладению студентами «языком техники» – умению работать с чертежами [5].

Современные выпускники имеют слабое представление о том, что чертежи - это «плоские эквиваленты пространства». Что популярное 3D - не что иное, как аксонометрическая проекция, которая также является плоским изображением. Более того, комплексный и аксонометрический чертежи, а также линейная перспектива – это различные представления визуализации модели «метода двух изображений». Последний моделирует процесс формирования зрительных иллюзий (изображений) в коре головного мозга человека.

Основное назначение 3D-модели детали (аксонометрического изображения) на экране монитора в системах автоматизированного проектирования - контроль процесса формирования цифровой модели проектируемого объекта. Грамотно сформировать подобный объект без знаний основ начертательной геометрии (геометрии кривых и поверхностей) практически не реально. Для построения объектов большей сложности необходимо знание правил формирования комплексного чертежа.

Существующее мнение о том, что недостаток времени на освоение дисциплины можно заменить современными методиками и средствами обучения является, по сути, коллективным заблуждением.

Во-первых, уровень геометро-графической подготовки выпускников средней школы чрезвычайно низок.

Во-вторых, единый государственный экзамен полностью исключил возможность отбора абитуриентов по профессиональным наклонностям и желанию получить конкретную специальность.

В третьих, в современной школе не учат оценивать собственные знания (без чего вообще невозможно эффективное обучение в вузе). У абитуриентов нет навыка взаимодействия с книгой. Отсутствует умение грамотно и понятно излагать свои мысли [6, 7].

Эффективность прогрессивных подходов к обучению, по мнению авторов, весьма сомнительна. Нет доказательств, что широко пропагандируемый в мире подход к обучению, «ориентированный на ученика» (International Journal of Educational Development), на самом деле эффективен.

С подготовкой квалифицированных кадров дело обстоит не лучше, чем с подготовкой абитуриентов. По данным журнала «Химия и жизнь» число защищенных кандидатских и докторских диссертаций по техническим направлениям за пять лет, с 2014 по 2018 год, сократилось более чем вдвое. При этом число защит по экономическим и педагогическим направлениям возросло в несколько раз [8].

Нынешнее положение кафедр графических дисциплин ни в коей мере не соответствует требованиям времени. Необходимо сохранение курсов «Начертательной геометрии», «Машиностроительного черчения» (ныне Инженерной графики) хотя бы в объеме двух семестров. «Компьютерная

графика» - это самостоятельная учебная дисциплина, базирующаяся на двух выше упомянутых. Попытка привязать ее к начертательной геометрии и инженерной графике порождает гибрид «три в одном», который, по своей сути, бесплоден [9]. В этом аспекте хочется отметить грамотное распределение контактной нагрузки кафедрой летательных аппаратов ОГУ, единственной кафедры, заботящейся о качественной геометро-графической подготовке обучающихся.

Авторы считают, что подход к распределению аудиторной нагрузки должен быть умеренно консервативным. Вопрос о необходимости того или иного курса должен решаться специалистами. Подготовка квалифицированного специалиста возможна только на базе мощного фундамента общеинженерных знаний.

Список литературы

1. Фальков: Россия готова отказаться от Болонской системы и создать свою. [Электронный ресурс]. URL: https://mel.fm/novosti/7619850-falkov-rossiya-gotova-otkazatsya-ot-bolonskoy-sistemy (Дата обращения 13.01.2023)

2. Заседание Совета по стратегическому развитию и национальным проектам [Электронный ресурс]. URL: http://www.kremlin.ru /events /president /transcripts/deliberations/69019 (Дата обращения 13.01.2023)

3. Семагина, Ю. В. Особенности дистанционного обучения применительно к дисциплинам графического цикла [Электронный ресурс] / Ю. В. Семагина, М. А. Егорова // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф. (с междунар. участием), Оренбург, 26-27 янв. 2022 г. / Оренбург. гос. ун-т ; ред. А. В. Пыхтин. - Оренбург : ОГУ,2022. - . - С. 2726-2729. . - 4 с.

4.Георгий Малинецкий: Оптимистическая трагедия [Электронный ресурс]. URL: https://izborsk-club.ru/17261 (Дата обращения 13.01.2023)

5. Кострюков, А. В. Геометро-графический язык как основа организации учебного процесса при формировании графической культуры студента вуза [Электронный ресурс] / Кострюков А. В., Семагина Ю. В. // Научно-методический электронный журнал "Концепт",2018. - № 5 (май). - С. 1-8. . - 8 с.

6. Кострюков, А. В. О геометро-графической подготовке абитуриентов [Электронный ресурс] / Кострюков А. В., Павлов С. И., Семагина Ю. В. // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф., 1-3 февр. 2017 г., Оренбург / М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. дан. - Оренбург : ОГУ,2017. - . - С. 775-778. . - 4 с.

7. Кострюков, А. В. Влияние довузовской графической подготовки на эффективность освоения курса инженерной графики [Электронный ресурс] / Кострюков А. В., Павлов С. И., Семагина Ю. В. // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф., 3-5 февр. 2016 г., Оренбург / М-во образования и науки Рос.

Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. дан. - Оренбург : ОГУ,2016. - С. 569-572.

8. Золотов, А. Ю. Докторская [Электронный ресурс] // Химия и жизнь. - 2022. - №10. - С. 16-25.

9. Кострюков, А. В. Преподавание графических дисциплин в современных реалиях [Электронный ресурс] / Кострюков А. В., Павлов С. И., Семагина Ю. В. // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф. (с междунар. участием), 4-6 февр. 2015 г., Оренбург / М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. дан.- Оренбург,2015. - . - С. 395-397.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ШТУКАТУРНЫХ РАБОТ ПРИ ОТДЕЛКЕ ПОМЕЩЕНИЙ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Тимофеева Е.А., Зайцева К.Н.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Особое значение в общем объеме строительных работ занимают штукатурные процессы. Увеличение технико-экономических показателей этих работ осуществляется при помощи высокого уровня механизации [1]. Для увеличения доли механизации в штукатурных работах применяется определенный набор машин с наименьшим использованием ручного труда (таблица 1). Например, применение штукатурных станций, а также растворонасосов позволяет отказаться от ручного приготовления и нанесения раствора. Но заключительные процессы по разравниванию и заглаживанию обладают меньшим процентом механизации [2].

Поэтому наиболее эффективной является комплексная механизация штукатурных работ. Рациональность применения комплексной механизации, особенно в условиях больших объёмов производства работ, что актуально при строительстве общественных зданий, показана на графиках (рисунок 1).

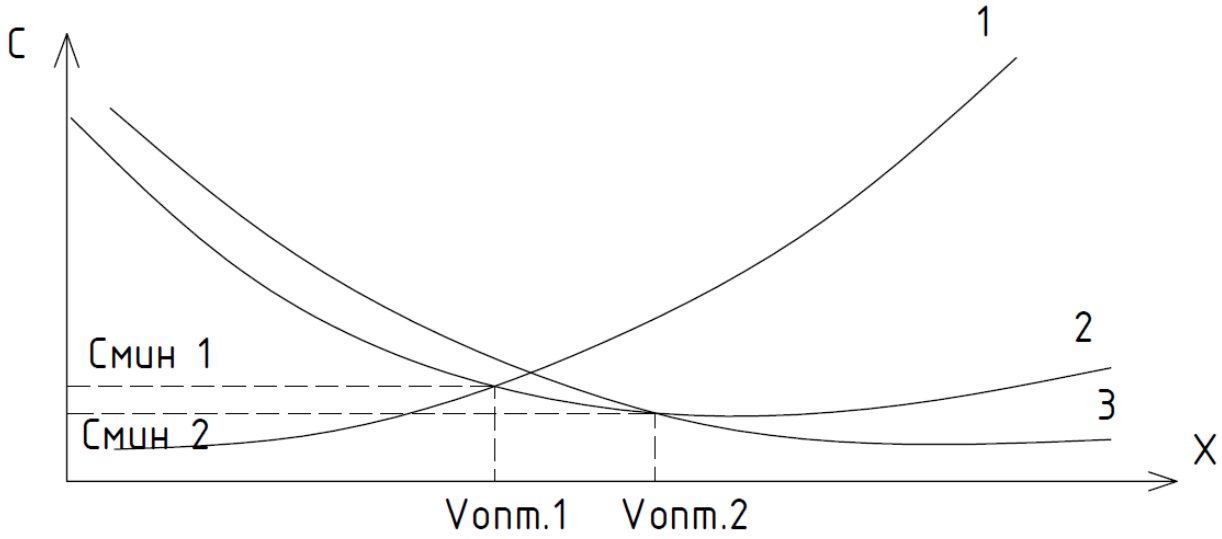


Рисунок 1 – Области рационального применения основных способов производства штукатурных работ при сохранении постоянного качества

Очевидно, что при возрастающих объемах выполняемых работ для сохранения постоянного уровня качества и экономии затрат процесс производства работ будет производиться по выделенной жирной линии, переходя от ручного способа к механизированному, а затем и к комплексно механизированному.

Таблица 1 - Уровни механизации штукатурных работ

Уровень механизации	Основное оборудование	Дополнительное оборудование
1. Машины, выполняющие одну операции	Растворосмесители, смесители-перегружатели, растворонасосы и пневмонагнетатели, пневмотранспортные установки	
2. Машины, выполняющие несколько операций	Штукатурные агрегаты, штукатурные станции, машины для торкретирования, растворосмесительные насосы для сухих смесей	Инвентарные маяки, форсунки механические или пневматические, затирочные машинки
3. Комплект машин для механизации работ	Бункер-накопитель (или сменный силос), пневмотранспортная установка в комплекте с дозатором, растворосмесительный насос в комплекте с компрессором и форсункой	Инвентарные маяки, затирочные машинки
4. Комплект оборудования для достижения комплексной механизации работ всего цикла работ	Бункер-накопитель (или сменный силос), пневмотранспортная установка в комплекте с дозатором, растворосмесительный насос, переставная или передвижная штукатурная опалубка	

В результате анализа существующих решений найдена новая усовершенствованная конструктивно-технологическая схема комплексно-механизированной технологии производства штукатурных работ, которая не имеет вышеназванных недостатков и обеспечивает высокое качество отделочной поверхности [3].

По предложенной технологии нанесение штукатурной растворной смеси на поверхность стены осуществляется с использованием опалубочной системы, в основе которой лежит унифицированная полимерная мелкощитовая опалубка и распорные телескопические стойки (рисунок 2). Особенностью опалубочной системы являются опорные конструкции щита в виде телескопических стоек и хомутов с регулируемыми упорами.

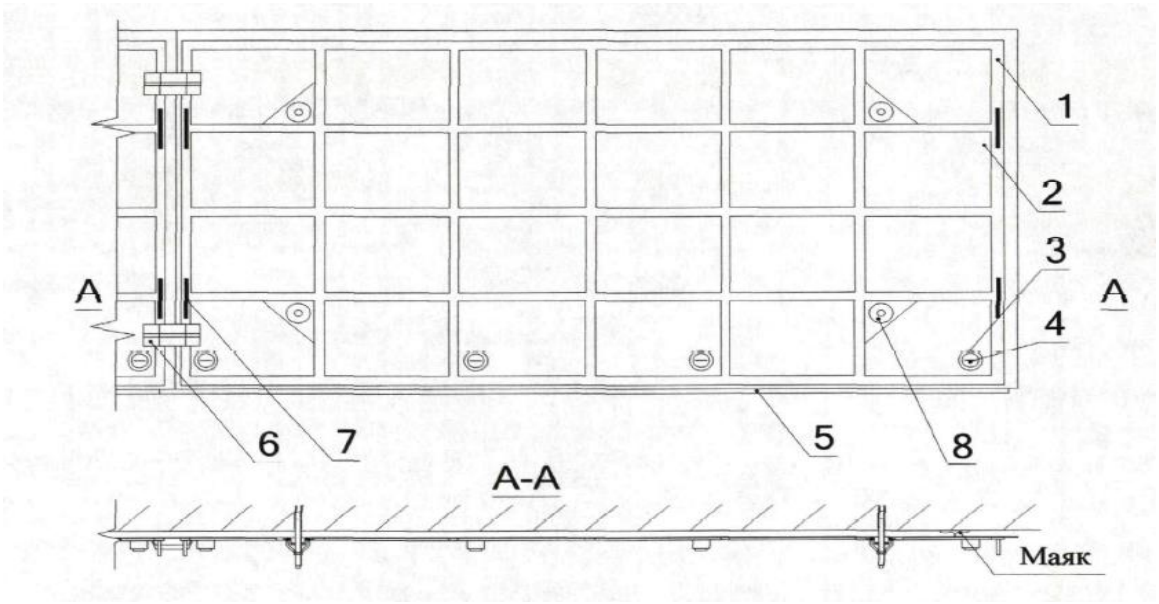


Рисунок 2 - Элемент штукатурного опалубочного щита: 1 - каркас жесткости из легкого металла; 2 - рабочая поверхность; 3 - нагнетательная муфта; 4 - съемная заглушка; 5 - профильный эластичный полимерный материал; 6 - пружинные зажимы; 7 - ручки для транспортировки; 8 - анкерные регулирующие устройства

Способ по устройству монолитного штукатурного покрытия по новой предлагаемой технологии реализуется следующим образом (рисунок 3). Подбор рабочего комплекта щитов ведется из их стандартного набора типоразмеров, исходя из конфигурации и высоты помещения. Перед началом штукатурных работ в образовавшуюся формовочную полость между стеной и опалубочным щитом до ее основания опускают рабочие шланги с определенным шагом. Рабочие шланги подсоединяют разветвителю, оснащенному шаровыми кранами на каждом выходе и соединенному с напорным шлангом от растворонасоса. Затем приступают к подаче штукатурного раствора методом «восходящего потока». В процессе шланги приподнимают пошагово в соответствии с подъемом уровня штукатурного слоя, постоянно оставляя нижние участки шлангов заглубленными в раствор на определенное расстояние. При достижении раствором верхнего торца опалубочного щита подачу прекращают и извлекают концы шлангов из формовочной полости. После твердения штукатурного слоя ослабляют стяжки на хомутах и поочередно демонтируют телескопические стойки и опалубочные щиты.

Процессы, происходящие при заполнении штукатурной полости, описываются физической моделью, представленной на рисунке 4. Процесс заполнения полости штукатурным раствором предложенным методом «восходящего потока» по своим физическим данным сопоставим процессу укладки бетонной смеси под водой по методу вертикально перемещаемых труб и методу «восходящего раствора», широко применяемым в гидротехническом строительстве [4].

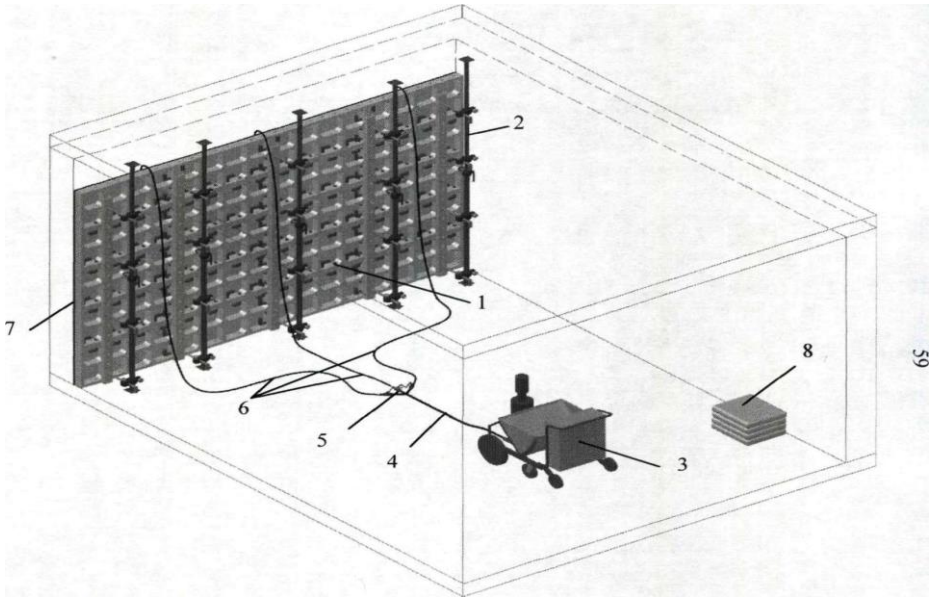


Рисунок 3 - Общая схема осуществления предложенной технологии оштукатуривания стен помещений: 1 - опалубочный щит; 2 - телескопическая стойка с элементами крепления и регулировки опалубочного щита; 3 - штукатурная станция; 4 - напорный шланг; 5 - разветвитель; 6 - рабочие шланги; 7 - штукатурный слой; 8 - сухая штукатурная смесь

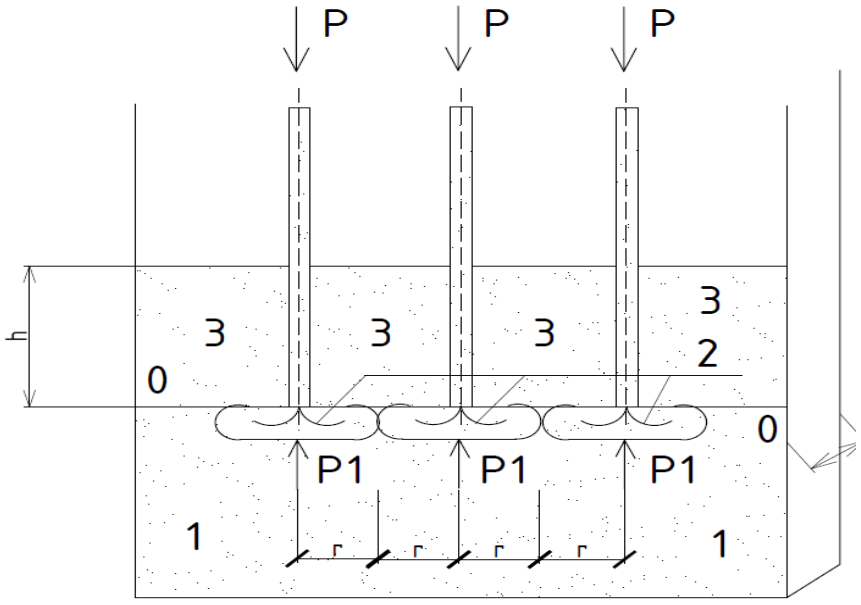


Рисунок 4 - Физическая модель процесса распространения раствора в штукатурной полости: *P* - давление, создаваемое растворонасосом; P_1 - сила противодавления; *h* – высота заглубления нижнего торца рабочего шланга в раствор, *г* - радиус растекания раствора от одной точки заливки; 5 - толщина формовочной полости; 1 - область сформированного штукатурного слоя; 2 - область истечения штукатурной смеси по типу затопленной струи в однородной среде; 3 - зона движения «восходящего» потока раствора; 0-0 – граница условного разделения областей 1 и 3

Таким образом, по сравнению с другими конструктивно-технологическими решениями предложенные способ и устройство для его осуществления комплексно механизируют штукатурные работы, что актуально при отделке зданий общественного назначения. Поэтому актуальной задачей является оценить технико-экономические показатели процесса оштукатуривания внутренних стен помещений и сравнить их с существующими.

Список литературы

1. Баженов, Ю.М. Достижения, проблемы и направления развития теории и практики строительного материаловедения / Ю.М. Баженов, Р.З. Рахимов // Материалы IX академических чтений РААСН, Пенза: ПГУАС, 2006. – Часть П. – С. 187-188.

2. Верстов, В.В. Обоснование параметров комплексной механизации штукатурных работ с применением сухих строительных смесей / В.В. Верстов, Д.М. Хайкович, Б.А. Буданов // Вестник гражданских инженеров. – 2005 . - №4(5). – С. 29-33.

3. Тишкин, Д.Д. Некоторые экспериментальные данные исследований механизированной технологии штукатурных работ с применением унифицированной полимерной опалубки / Д.Д. Тишкин // Сб. докл. 62-й Международной научно-технической конф. молодых ученых / СПбГАСУ. - СПб., 2009. - С. 224-225.

4. Тишкин, Д.Д. Механизированная технология штукатурных работ при отделке помещений растворами на основе сухих смесей / Д.Д. Тишкин // диссертация канд. техн. наук. – Санкт-Петербург, 2011. – 184 с.

РАСШИРЕНИЕ НОМЕНКЛАТУРЫ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Турчанинов В.И., канд. техн. наук, доцент, Семенов Н.Н.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

При подготовке специалистов в области строительства и, в частности, для строительной индустрии в вузах преподается дисциплина «Строительные материалы» и дополнительные курсы по отдельным её разделам. К такому курсу можно отнести и дисциплину «Вяжущие вещества», в котором рассматриваются вопросы технологии производства и применения широкой номенклатуры вяжущих веществ.

Основным вяжущим, широко применяемым в строительстве, является портландцемент. Причем он производится весьма широкой номенклатуры, т.к. условия эксплуатации бетонных конструкций существенно различаются и если в одном случае необходим быстрый набор прочности бетона, то в другом высокая стойкость к агрессивному воздействию внешней среды.

Процесс производства портландцемента энергоемкий и сопровождается значительным выбросом в атмосферу углекислого и сернистого газов, что крайне негативно сказывается на экологии. Вопросам снижения выбросов упомянутых газов в последнее время уделяется значительное внимание.

Одним из путей снижения выбросов отходящих газов из печей для обжига клинкера предлагается уменьшение содержания алита (C_3S) в клинкере за счет увеличения в нем содержания белита (C_2S). Но это решает проблему лишь частично. Также предлагается частично заменять известняк в составе исходной сырьевой смеси шлаками черной металлургии [1]. И опять-таки – это всего лишь частичное решение проблемы.

Коренное решение этой проблемы заключается в расширении номенклатуры вяжущих материалов на основе портландцементного клинкера, в котором преобладает белит, при полном отсутствии алита [2]. Наряду с белитом в составе такого «белитового цемента» присутствуют низкоосновные алюминаты и ферриты кальция. Для улучшения условий обжига клинкера и стабилизации белита в его термодинамически устойчивой форме β-C_2S в состав сырьевой смеси необходимо вводить добавку гипса, при этом малоактивные алюминаты связываются в сульфоалюминаты большей гидравлической активности, что способствует повышению сульфатостойкости цемента. Следует также отметить, что обжиг клинкера белитового цемента протекает при температуре на 200^0-250^0 ниже, чем традиционного портландцементного, и сопровождается значительно меньшим выбросом в атмосферу вредных газов.

Поскольку меняется минералогия клинкера, то и существующие методики расчета состава сырьевой смеси нуждаются в корректировке. Ниже приводится методика расчета химического и минералогического состава

клинкера белитового цемента применительно к сырьевой базе Новотроицкого цементного завода, который в настоящее время переводится на выпуск другой продукции (пропантов). Более целесообразно было перевести завод на выпуск белитового цемента, характеризующегося высокой сульфатостойкостью.

Сырьевая смесь рассчитывается исходя из химического состава сырьевых компонентов и заданных модульных характеристик клинкера – коэффициента насыщения (КН) и силикатного модуля ($n_{кл}$).

Таблица 1 – Химический состав основных сырьевых материалов

Компонент	Химический состав, в %								
	Ca0	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	SO_3	ППП	Проч.	Сумма
Известняк	51,39	4,03	1,09	2,44	0,56	-	40,62	-	100,13
Глина	10,13	53,21	13,35	5,84	1,90	1,43	9,75		95,61
Колошнико-вая пыль	10,8	11,0	1,85	63,01	1,86	-	-	-	88,52
Песок	-	92,31	3,84	0,64	-	-	1,55	-	98,34
Гипс	33,4	0,4	-	-	-	44,2	H_2O+CO_2 =2,2	-	80,2

Если сумма отличается от 100 %, то химический состав компонентов пересчитывается на 100 % путём добавления в «прочие» (Σ<100) или умножения на коэффициент $К_{пер}$. $К_{пер}$.известняка равен 100/Σ (Σ=100,13)=0,9987.

Таблица 2 – Химический состав компонентов в пересчете на 100 %

Компонент	Химический состав, в %								
	Ca0	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	SO_3	ППП	Проч.	Сумма
Известняк	51,32	4,02	1,09	2,44	0,56	-	40,57	-	100,0
Глина	10,13	53,21	13,35	5,84	1,90	1,43	9,75	4,39	100,0
Кол. пыль	10,8	11,0	1,85	63,01	1,86	-	-	11,48	100,0
Песок	-	92,31	3,84	0,64	-		1,55	1,66	100,0
Гипс	33,4	0,4		-		44,2	2,74	19,8	100,0

Рассчитывается силикатный модуль известняка ($n_{изв}$), глины ($n_{гл}$), песка ($n_{п}$) по формуле 1.

$$n = \frac{SiO_2}{Al_2O_3 + Fe_2O_3} \quad (1)$$

$$n_{изв} = \frac{4,02}{1,09+2,44} = 1,14; \qquad n_{гл} \frac{53,21}{13,35+5,84} = 2,774$$

$$n_{п.} = \frac{92,31}{3,84+0,65} = 20,56; \qquad n_{кп.} = \frac{11,0}{1,85+63,01} = 0,17.$$

Для выбора корректирующего (третьего) компонента сырьевой смеси сравниваются полученные $n_{изв}$ и $n_{гл}$ с заданным силикатным модулем клинкера - *n*=1,5, КН=1,0 [3].

Принимаем трехкомпонентную сырьевую смесь и проводим её корректировку по *n*=1,5 и КН=1,0. Для этого сравниваем полученные $n_{изв}$ и $n_{гл}$ с заданным силикатным модулем клинкера *n*=1,5.

Корректировка по *n*: известняк корректируем глиной, а глину колошниковой пылью.

Расчёт составов откорректированных известняка и глины производим по формулам 2 и 3. Полученные соотношения пересчитываем в процентах (x и y; x' и y').

$$\frac{\text{глина}}{\text{известняк}} = \frac{[SiO_2 - [\,n_{кл}\,(Al_2O_3 + Fe_2O_3\,)\,]изв.}{[\,n_{кл}\,(\,Al_2O_3 + Fe_2O_3) - SiO_2\,]гл.} \qquad (2)$$

$$\frac{\text{кол.пыль}}{\text{глина}} = \frac{[SiO_2 - n_{кл}\,(Al_2O_3 + Fe_2O_3\,)]гл.}{[\,n_{кл}\,(\,Al_2O_3 + Fe_2O_3) - SiO_2\,]кол.пыль} \qquad (3)$$

$$\frac{\text{глина}}{\text{известняк}} = \frac{4{,}02 - 1{,}5\,(1{,}09 + 2{,}44)}{1{,}5 \cdot (13{,}35 + 5{,}84) - 53{,}21} = \frac{-1{,}275}{-24{,}425}$$

Сумма: 1,275+24,425=25,7

25,7 – 100 %

24,425 – X % X=24,425*100/25,7 = 95,04 % - доля известняка

25,7 – 100 %

1,275 – Y % Y = 1,275*100/25,7 = 4,96 % - доля глины

$$\frac{\text{кол.пыль}}{\text{глина}} = \frac{53{,}21 - 1{,}5\,(13{,}35 + 5{,}84)}{1{,}5 \cdot (1{,}85 + 63{,}01) - 11} = \frac{24{,}425}{86{,}29}$$

Сумма: 24,425+86,29=110,715

110,715 - 100 %

24,425 - X′ % X′ = 24,425*100/110,715 = 22,06 % - доля кол. пыли.

110,715 - 100 %

86,29 - Y′ % Y′ = 86,29*100/110,715 = 77,94 % - доля глины

Таблица 3 – Химический состав откорректированных материалов

Компоненты	Химический состав, в %									n
	CaO	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	SO_3	ППП	Прочие	сумма	
95,04 % изв.	48,77	3,82	1,03	2,32	0,53	-	38,56	-	95,03	
4,96 % гл.	0,50	2,61	0,65	0,29	0,09	0,07	0,48	0,21	4,90	
Известняк 1	49,27	6,43	1,68	2,61	0,62	0,07	39,04	0,21	99,93	1,5
77,94 % гл.	7,89	41,47	10,40	4,55	1,48	1,11	7,60	3,42	77,92	
22,06 % к.п.	2,38	2,43	0,41	13,90	0,41	-	-	2,53	22,06	
Глина 1	0,27	3,90	0,81	8,45	1,89	1,11	7,60	5,95	9,98	1,5

Для проверки правильности расчёта определяем силикатные модули откорректированных известняка и глины и сравниваем с заданным значением $n_{кл}$. Отклонение не должно превышать ±0,01.

$$n_{изв1} = \frac{SiO_2}{Al_2O_3 + Fe_2O_3} = \frac{6,43}{1,68+2,61} = 1,499 \approx 1,5,$$

$$n_{глина1} = \frac{SiO_2}{Al_2O_3 + Fe_2O_3} = \frac{43,9}{10,81+18,45} = 1,5.$$

$n_{кл}$ = 1,5, следовательно, расчёт был выполнен верно.

Далее проводится корректировка по КН и определение состава сырьевой смеси. Для этого вычисляем процентное соотношение между откорректированными известняком и глиной по формуле 4. Результаты сводим в таблицу 4.

$$\frac{\text{известняк 1}}{\text{глина 1}} = \frac{[1,87SiO_2 \cdot KH + 0,55Al_2O_3 + 0,7Fe_2O_3 - CaO]\text{глины 1}}{[CaO - (2,8SiO_2 \cdot KH + 0,55Al_2O_3 + 0,7Fe_2O_3)]\text{известняка 1}} \quad (4)$$

$$\frac{\text{известняк 1}}{\text{глина 1}} = \frac{1,87 \cdot 43,9 \cdot 1 + 0,55 \cdot 10,81 + 0,7 \cdot 18,45 - 10,27}{49,27 - (1,87 \cdot 6,43 \cdot 1 + 0,55 \cdot 1,68 + 0,7 \cdot 2,61)} = \frac{90,68\ \text{изв.1}}{34,5\ \text{гл.1}}$$

Сумма: 90,68 + 34,5 = 125,18

125,18 - 100 %

90,68 - z z = 90,68*100/125,18 = 72,44 % - доля известняка 1

125,18 - 100 %

34,5 - q % q = 34,5*100/125,18 = 27,56 % - доля глины 1

Содержание компонентов в сырьевой смеси, в %, рассчитываем по формулам

Известняк $\frac{y \cdot z}{100} = \frac{72,44 \cdot 95,04}{100} = 68,85$

Глина $(\frac{x \cdot z}{100} + \frac{y' \cdot q}{100}) = (\frac{27,56 \cdot 77,94}{100} + \frac{4,96 \cdot 72,44}{100}) = 25,07$

Колошниковая пыль $\frac{x' \cdot q}{100} = \frac{27,56 \cdot 22,06}{100} = 6,08$

Сумма компонентов: известняк + глина + колошниковая пыль = 68,85 + 25,07 + 6,08 = 100 %

На основе полученного соотношения компонентов сырьевой смеси рассчитываем её химический состав и сводим в таблицу 4.

Таблица 4 – Химический состав сырьевой смеси и клинкера

Компоненты	Химический состав, в %									n
	Ca0	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	SO_3	ППП	Проч.	Сумма	
68,85 % известняка	35,33	2,77	0,75	1,68	0,38	-	27,93	-	68,84	
25,07 % глины	2,54	13,34	3,35	1,46	0,48	0,36	2,44	1,10	25,07	
6,08 % кол.пыль.	0,66	0,67	0,11	3,83	0,11	-	-	0,70	6,08	
Сырьевая смесь.	38,53	16,78	4,21	6,97	0,97	0,36	30,37	1,80	99,99	

Клинкер	55,33	24,10	6,04	10,00	1,39	0,52	-	2,58	99,96	

Химический состав клинкера определяется с учётом коэффициента пересчёта

$$К_{пер} = \frac{100}{100 - ппп_{с.с.}} = \frac{100}{100 - 30{,}37} = 1{,}436 \quad (5)$$

где $ппп_{с.с.}$ – потери при прокаливании сырьевой смеси (таблица 4).

С целью проверки правильности второй части расчёта определяется коэффициент насыщения клинкера по формуле

$$КН = \frac{CaO - (0{,}55Al_2O_3 + 0{,}7Fe_2O_3)}{1{,}87SiO_2} \quad (6)$$

$$КН = \frac{55{,}33 - (0{,}55 \cdot 6{,}04 + 0{,}7 \cdot 10{,}00)}{1{,}87 \cdot 24{,}10} = 1{,}00$$

Рассчитываем минералогический состав клинкер, исходя из соотношения между массами оксидов, входящих в состав минералов:

CA: $Ca0/ Al_2O_3 = 56/102 = 0{,}55$

C_2F: $2Ca0/Fe_2O_3 = (2*56)/160 = 0{,}7$

C_2S: $2Ca0/ SiO_2 = (2*56)/60 = 1{,}87$

$Ca0*Al_2O_3 = 56+102 = 158$; 158/102 = 1,55; 6,04*1,55=9,36 %

$2Ca0*SiO_2 = (2*56)+60=172$; 172/60 = 2,87; 2,87*24,1=69,17 %

$2Ca0*Fe_2O_3 = (2*56)+(2*56+3*16)=272$; 272/160 = 1,7; 1,7*10,00=17,00

Сумма: 9,36+69,17+17,00 = 95,53 %. Прочие оксиды: ($MgO+SO_3$+Проч.) = 1,39+0,52+2,58 = 4,49 %.

Таким образом на 1 т клинкера без добавки гипса приходится, кг: $Ca0*Al_2O_3$ – 93,6; $2Ca0*SiO_2$ – 691,7; $2Ca0*Fe_2O_3$ – 170; прочих, не связанных с указанными минералами – 44,9 . Итого – 1000 кг.

Убедившись в точности расчёта состава сырьевой смеси, определим удельный расход сырьевых материалов С (т/$т_{кл}$) по формуле 7

$$C = \frac{J \cdot C_1}{100}, \quad (7)$$

где J – удельный расход сырьевой смеси, т/$т_{кл}$ (равен $К_{пер}$);

C_1 – содержание каждого компонента сырьевой смеси, %.

$$С_{изв} = \frac{1436 \cdot 68{,}84}{100} = 988{,}5 \text{ кг},$$

$$С_{глина} = \frac{1436 \cdot 25{,}07}{100} = 360{,}0 \text{ кг},$$

$$С_{кол.пыль} = \frac{1436 \cdot 6{,}08}{100} = 87{,}3 \text{ кг},$$

Итого: 988,5 +336,0 +87,3 = 1436 кг

Полученные результаты используются в дальнейших расчётах.

Расход гипса двуводного принимаем, исходя из 100 % связывания *CA* в $3CA*CaSO_4$ и 10 % связывания C_2S в $2C_2S* CaSO_4$

$3(Ca0*Al_2O_3)*CaSO_4$ 3(56+102)+(40+32+4*16) = 610

Соотношение между $CaSO_4$ и 3*CA*: $CaSO_4/3CA$ = 136/474 = 0,29

Соотношение между $CaSO_4$ и C_2S: $CaSO_4/2\ C_2S$ = 136/(2*172) = 0,39

$CaSO_4$ для связывания CA – 93,6*0,29 = 27,14 кг

$CaSO_4$ для связывания 10 % C_2S – 0,1*691,7*0,39 = 27,0 кг

Итого $CaSO_4$: 27,14+27,0 = 54,14 кг. В пересчете на $CaSO_4*2H_2O$ = 1,26*54,14 = 68,2 кг.

С учетом чистоты гипса – $CaSO_4*2H_2O = SO_3*2,15$ = 44,2*2,15 = 95 % в гипсовом камне.

$$К_{пер.} = 100/95 = 1,05$$

Таким образом в расчетную сырьевую смесь дополнительно нужно ввести 68,2*1,05 =71,6 кг гипсового камня в сухом состоянии.

Если ориентироваться на Новотроицкий цементный завод, оборудованный тремя вращающимися печами диаметром 3,6 и длиной 127 м, то годовой выпуск клинкера с учетом повышения производительности печей за счет снижения температуры обжига составит

$$Q_{кл} = n \cdot q \cdot 8760 \cdot К_и = 3 \cdot 27 \cdot 8760 \cdot 0,9 = 638604 \text{ т/год}$$

С учетом ввода в состав цемента 10 % активных минеральных добавок для связывания гидроксида кальция, выделяющегося при гидратации двухкальциевого силиката, производительность по цементу составит

$$Q_{цем} = Q_{цем} \cdot 1,1 = 638604 \cdot 1,1 = 702464 \text{ т/год}$$

Существует ряд заводов в России, работающих по мокрому способу производства, которые более целесообразно перевести на выпуск белитового цемента, чем на сухой способ. Несколько замедленный набор прочности цемента в ранние сроки твердения может быть компенсирован вводом добавки суперпластификатора при размоле цемента, что позволяет существенно снизить количество воды затворения при сохранении подвижности бетонной смеси.

Резюмируя вышеизложенное, можно сделать вывод, что предлагаемая технология вполне реальна и легко реализуема.

Список литературы

1. Федоров А.С. «Клинкер 732» завода «АККЕРМАНН Цемент». // Журн. «Цемент и его применение». 2021. №2. С. 11-12.

2. Турчанинов, В. И. Энергоэффективный цемент низкотемпературного обжига [Электронный ресурс] / В. И. Турчанинов, С. А. Дергунов, А. Б. Сатюков // IV Байкальский материаловедческий форум : материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участием, Улан-Удэ, 1-7 июля 2022 г. / отв. ред. Е. Г. Хайкина. - Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 2022. - С. 633-635. - 3 с.

3. Захаров Л.А. // Шестой международный конгресс по химии цемента. М.: Стройиздат. 1976. Т. 3. С. 153-154.

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ВЫБОРА КОНСТРУКЦИИ ПОКРЫТИЯ ВОДНОСПОРТИВНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Украинченко Д.А., канд. техн. наук,
Корнеев А.В., Абдрахимова А.Р.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Процесс проектирования и конструирования элементов водноспортивных сооружений всегда являлся интересной задачей, требующей особого подхода и учета всех особенностей и нюансов. По большей части это связано с тем, что при возведении бассейнов применяются конструкции разных геометрических схем и с использованием различных материалов, в том числе и композитных.

Однако стоит отметить, что наибольший интерес вызывают именно несущие конструкции покрытий основных залов. Особенно если речь идет о 50-метровых или о демонстрационных бассейнах. То, какие конструкции будут применяться, а также какую форму они будут иметь и из какого материала будут выполнены, по большей части, определяется пролетом зала. В свою же очередь пролет зала напрямую зависит от ширины ванны, ширины обходных дорожек. Также немалую роль играют трибуны, а точнее их размеры, формы и вместимость.

Для бассейнов с шириной ванн 8,5,11,16 м и длиной 25 м характерны конструкции покрытий пролетом 12,15,21 м соответственно. Для 50-метровых бассейнов на 8-10 дорожек (21-25 м) подходят пролеты 24-30 м. При устройстве трибун пролет конструкций может быть увеличен до 36-60 м.

Железобетонные плоские балочные покрытия наиболее применимы при пролетах конструкций 12-15 м. Этот вид покрытия представляют собой типовые балки с настилом из сборных плит. Также стоит отметить, что возможен безбалочный вариант покрытий для пролетов 12 м. Безбалочное покрытие представляет собой опирающиеся на продольные стены ребристые плиты покрытия. Но, не смотря на простоту и достаточно низкую трудоемкость при монтаже таких конструкций, этот метод имеет ряд недостатков. Одним из основных являются акустические свойства, в связи с чем требуется устройство подвесного потолка.

При большем пролете использование железобетонных ферм не является рациональным, так как они получаются тяжелыми, трудоемкими при монтаже и неудобными для транспортировки. Однако при специальном обосновании такие фермы могут быть применены. Железобетонные фермы крепят к колоннам или подстропильным фермам при помощи анкерных болтов или сварки закладных опорных элементов. Далее по фермам укладывают плиты покрытия и кровлю.

В зависимости от профиля кровли общей компоновки покрытия выбирают очертание стропильных ферм. Сегментные раскосные фермы с ломаным верхним поясом и безраскосные фермы арочного очертания

применяются для зданий со скатной кровлей. Для зданий с плоской кровлей, в основном, применяют раскосные фермы с параллельными поясами. Для нетиповых решений могут применяться и другие варианты ферм: арочные раскосные фермы, полигональные фермы, треугольные фермы с нижним ломаным поясом.

С точки зрения статической работы рациональным вариантом являются сегментные и арочные раскосные фермы.

Усилия в поясах сегментных раскосных ферм по длине изменяются незначительно, а в стержнях решетки они достаточно невелики. Связано это с тем, что очертание верхнего пояса максимально близко к очертанию эпюры моментов. Другим важным плюсом сегментных ферм является возможность уменьшения высоты здания и суммарной длины решетки благодаря небольшой высоте фермы у опор. Однако данный тип ферм имеет и ряд своих недостатков. Основным из них является повышенная трудоемкость работ при устройстве скатной кровли.

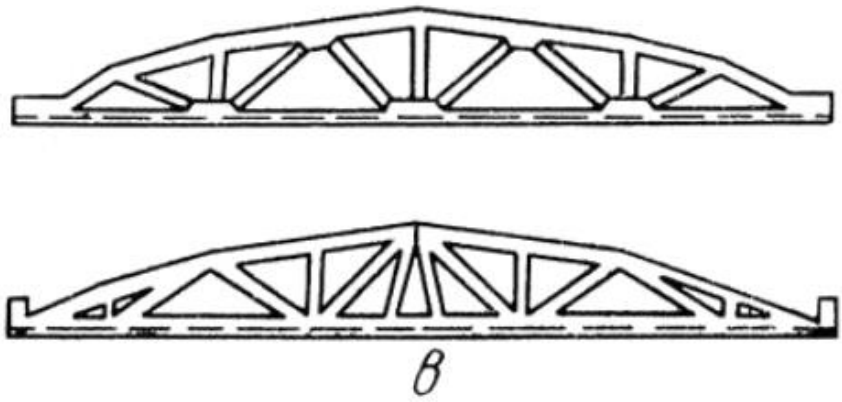


Рис.1 – Сегментные раскосные фермы

Арочные безраскосные фермы в последние годы получили широкое распространение благодаря простоте и удобству изготовления. Если же в зданиях межферменное пространство используется, например, для коммуникаций, технических этажей, подвесного оборудования, то арочные безраскосные фермы становятся наиболее рациональным вариантом. При установке дополнительных стоек данная форма ферм может использоваться для устройства плоской кровли. Основным недостатком арочных безраскосных ферм являются значительные изгибающие моменты в стойках и поясах фермы. Для решение этой проблемы приходится использовать больше арматуры, что, соответственно, приводит к увеличению стоимости фермы.

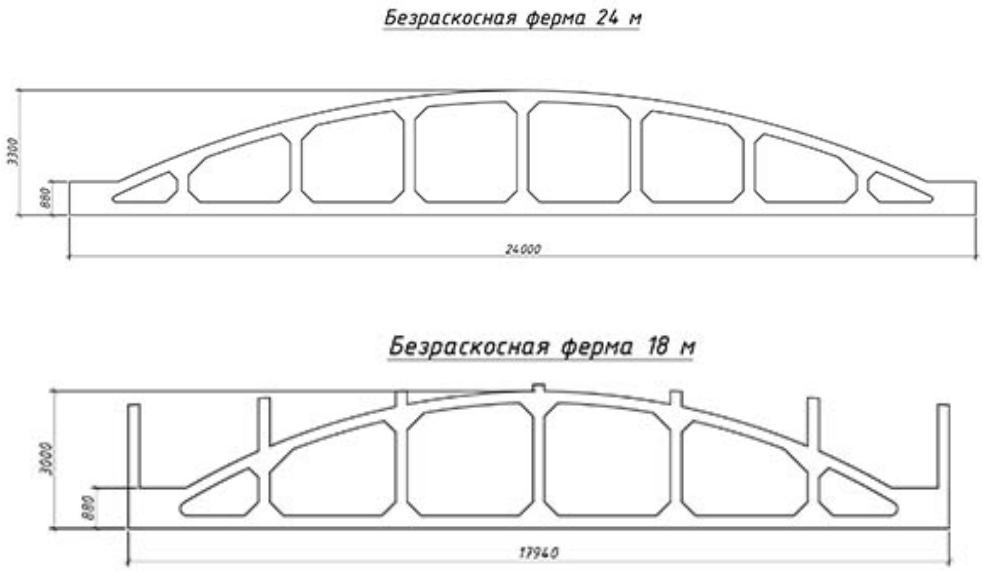


Рисунок 2 – Арочные безраскосные фермы

Для 25 метровых бассейнов, как правило, применяются покрытия пролетом 18-24 м. Это, в основном, фермы из металла с настилом из сборных железобетонных плит. При выборе такого варианта необходимо также предусматривать подвеску к нижнему поясу потолков с пароизоляционными и акустическими свойствами. Иногда необходимо предусматривать ходовые мостики, например, для обслуживания осветительного оборудования или конструкций фермы.

Фермы с параллельными поясами на данный момент являются основным типом покрытий зданий. Это связано с распространением кровель с рулонным покрытием, а также с рядом существенных конструктивных особенностей данного типа ферм. Фермы с параллельными поясами имеют равные длины стержней поясов и решетки, одинаковую схему узлов, минимальное количество стыков поясов. Все это позволяет обеспечить максимальную повторяемость деталей и унификацию конструктивных схем, что позволяет максимально индустриализировать их изготовление

Высота трапецеидальных ферм и ферм с параллельными поясами при отсутствии конструктивных ограничений принимается по экономическим соображениям (из условия наименьшего веса фермы). Вес фермы складывается из веса решетки и поясов. Вес поясов уменьшается с увеличением высоты фермы, так как усилие в поясах обратно пропорционально высоте. Вес решетки, наоборот, увеличивается с увеличением высоты фермы, так как увеличивается длина раскосов и стоек. Следовательно, может быть найдена оптимальная высота фермы, при которой общий вес поясов и решетки будет наименьшим. Исходя из расчетов, оптимальная высота получается (1/4-1/5) от пролета.

Обычно для ферм с параллельными поясами или близких к ним ферм трапецеидального очертания высоту принимают несколько меньше, чем это следует исходя из расчетов. Таким образом высота принимается (1/7-1/9) от пролета.

Стоит отметить, что высоту ферм или отправочных марок ферм также ограничивают по условиям провозного габарита. Согласно этому условию, высота между крайними точками выступающих элементов не должна превышать 3,85 м.

На основании многочисленных исследований отдельно стоящих ферм были сделаны выводы: при упругой работе теоретические напряжения оказывались больше фактических. Это связано с тем, что фактическая конструкция фермы немного отличается от ее расчетной схемы. При первом загружении упругая стадия ферм заканчивается достаточно рано, после чего ферма начинает работать в упругопластической стадии. Переход в упругопластическую стадию работы ускоряется еще из-за моментов от эксцентриситета и жесткости узлов, которые увеличивают напряжение и прогибы ферм. Однако пластичность не опасна для конструкции, так как появлении пластичности в узлах снижает их жесткость и, следовательно, дополнительные напряжения.

На протяжении длительного периода времени легкие фермы проектировались из стержней с сечением из 2 спаренных уголков.

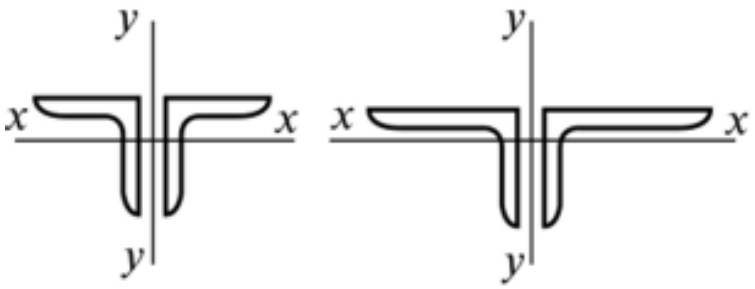


Рисунок 3 – Сечение из 2 спаренных уголков

Такие сечения достаточно удобны для конструирования узлов на фасонках, имеют обширный диапазон площадей, удобны для крепления примыкающих конструкций, таких как кровельные прогоны, панели, связи. Однако подобные сечения имеют ряд существенных недостатков, основными из которых являются: большое количество элементов с различными типоразмерами, увеличенный расход металла на фасонки и прокладки, относительно высокая трудоемкость изготовления, наличие щели между уголками, затрудняющей окраску элементов. Также подобный тип сечение, представляющий собой тавр из 2 уголков неэффективно работает на сжатие.

Однако с появлением прокатного широкополочного двутавра, производством электросварных труб и замкнутых гнутосварных профилей, появлением возможности из широкополочных двутавров путем резки получить тавры с широкой полкой составное сечение отошло на второй план, а его место заняли стержни из одиночного профиля. Новая конструктивная форма оказалась гораздо более экономична по расходу металла и менее трудоемка, так как значительно уменьшает количество используемых элементов. Сечения стержней из одиночного профиля стали эффективнее работать на сжатие. Также

фермы из одиночного профиля полностью доступны для осмотра и окраски, что существенно повышает их долговечность при эксплуатации.

Современные решения стропильных ферм имеют несколько основных разновидностей. Возможно применение стержней из 2 прокатных уголков, могут использоваться трубчатые фермы, у которых пояса и решетка выполнены из электросварных труб. Стоит отметить, что трубчатые стержни являются обтекаемыми, благодаря чему ветровые давления на них меньше, а грязь и влага на них практически не задерживаются, что делает их более стойкими к коррозии. Также трубчатые элементы легко очищать и окрашивать, что значительно увеличивает их долговечность.

Одним из нестандартных вариантов конструктивного решения является стальная ферма с поясами из широкополочных двутавров и решеткой из гнутосварных профилей. Для поясов используются широкополочные двутавры типов «К» или «Ш». В элементах решетки применяют прямоугольные и квадратные замкнутые гнутосварные профили толщиной не менее 3 мм. В расчетах элементов принимают сталь с нормативным пределом текучести не более 380 МПа, а сварку назначают с использованием способов и материалов, обеспечивающих нормативное сопротивление металла шва 490 МПа. Соединение полуферм проектируют на фланцах высокопрочными болтами. В узлах полку двутавра рекомендуется усиливать приваркой наклонной планки.

Для создания представительного объема стальные фермы могут укладываться не поперек, а вдоль зала. Это позволяет создать ощущение большой легкости сооружения со стороны фасада.

Для создания объемно-художественной композиции и решения локальных проблем с освещением, вентиляцией и акустикой при проектировании водноспортивных комплексов могут применяться большепролетные металлические конструкции, например, многопролетные, консольные и пространственные конструкции, а также мембраны.

Особое внимание при проектировании бассейнов стоит уделить рамным конструкциям, в основном, из монолитного железобетона. Они могут применяться для создания необычных криволинейных форм. Однако этот вариант имеет ограничения по величине перекрываемого пролета, а также достаточно трудоемок. Именно поэтому монолитные железобетонные рамные конструкции при проектировании водноспортивных комплексов применяются не так часто.

Если рамные конструкции не сыскали широко применения при возведении бассейнов, то арочные конструкции, наоборот, являются достаточно востребованы. Особенно если речь идет о железобетонных арках, которые работают на сжатие. Основным преимуществом арок, безусловно, является возможность наиболее рационально использовать внутреннее пространство бассейна. Еще одним безусловным преимуществом арок является их возможность создания пространственной организации рельефа, а также играть решающую роль при построении композиции. Иногда между арками

устраиваются фонари для создания более полной и комплексной системы освещения.

При выборе типа системы покрытий (плоская или пространственная), следует принимать во внимание, что пространственные системы могут увеличивать технологический норматив объема до 40%, а для плоских систем до 10%.

В настоящее время происходит смена тяжелых железобетонных конструкций на гораздо более легкие деревоклееные конструктивные элементы, такие как балки, арки, рамы. Это связано, по большей части, с тем, что надежность эксплуатации деревянных конструкций в условиях повышенной влажности была неоднократно проверена опытным путем. Окраска поверхностей лаками (нитро- или синтетическими), а также антисептические пропитки надежно защищают дерево от гниения и увлажнения. Деревоклееные конструкции имеют некоторые преимущества, такие как: возможность промышленного изготовления, простота сборки и минимальный вес, которые раскрывают перед ними широкие перспективы, особенно в небольших массовых бассейнах. Также неоспоримым преимуществом являются декоративные качества древесины, которые позволяют создавать нестандартных и притягательных интерьеров.

Альтернативными многоугольным фермам являются сегментные фермы с верхним поясом из клееных элементов криволинейного очертания в соответствии с формой пояса, которая позволяет увеличить длину панелей верхнего пояса, отказаться от стоек решетки, повысить надежность конструкции в целом и кровельного покрытия в частности.

В сегментных фермах верхний пояс имеет круговое очертание с постоянным радиусом кривизны. Он может быть разрезным, т.е. выполненным из нескольких отдельных элементов, или же неразрезным, т.е. состоять из 2 отправочных марок со стыком в коньке. Также верхний пояс может быть выполнен из одного сплошного элемента. Как правило, сечение пояса выполняют прямоугольным, с отношением высоты к ширине не более 4.

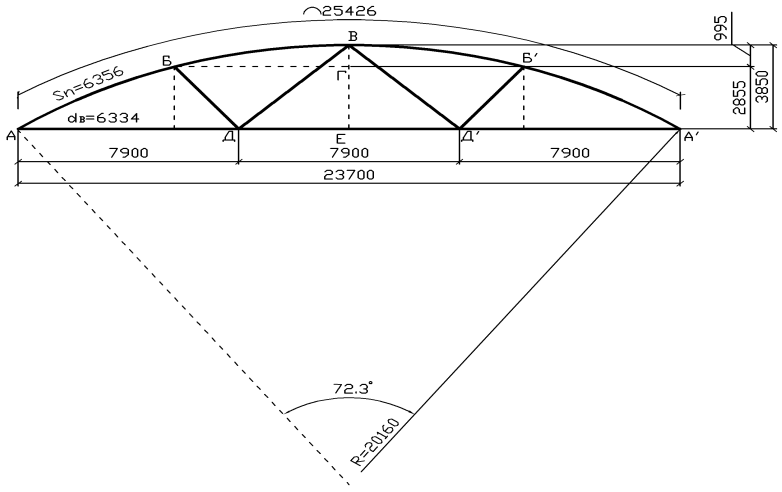


Рисунок 4 – Сегментная ферма.

Рассматриваемые варианты покрытия водноспортивных комплексов – это далеко не полный список всех возможных вариантов конструкций. Это лишь малая часть наиболее оптимальных с точки зрения технико-экономических показателей конструкций. Однако исходя из всего вышесказанного, мы можем выделить одну тенденцию: переход от массивных и громоздких элементов к более легким и удобным для монтажа. Поэтому, несмотря на небольшие недостатки, использование древесины дает существенную экономию со стороны труда и материалов при строительстве водноспортивных зданий с химически агрессивной средой. Опираясь на опыт отечественный и зарубежный, можно сказать, что будущее у клеёного бруса определенно есть. Постоянное развитие, исследование расширяет области применения клеёных конструкций, позволяя максимально использовать его достоинства, уменьшая влияние недостатков.

Список литературы

1. Кедров В.С. Плавательные бассейны. Водоснабжение и водоотведение / В.С. Кедров, Ю.В. Кедров, В.А. Чухин // Стройиздат, 2002 - С.6-10.
2. Ясный Г.В. Спортивные бассейны. – 2-е издание / Г.В. Ясный // Стройиздат, 1988 – С. 87-122.
3. Кистяковский А.Ю. Проектирование спортивных сооружений / А.Ю. Кистяковский // «Высшая школа», 1973 – С. 207-223.
4. Агеева Е.Ю. Большепролетные спортивные сооружения: архитектурные и конструктивные особенности / Е.Ю. Агеева, М.А. Филиппова // ННГАСУ, 2014 – С. 56-69.
5. Таратута В.Д. Большепролетные конструкции промышленных и гражданских зданий и сооружений / В.Д. Таратута, А.М. Бегельдиев // КубГАУ, 2017 – С. 18-30.
6. Демина А.В. Здания с большепролетными покрытиями / А.В. Демина // ТГТУ, 2003 – С. 6-7.
7. СП 310.1325800.2017 Бассейны для плавания. Правила проектирования / АО «ЦНИИПромзданий». // Стандартинформ, 2017.
8. Беленя Е.И. Металлические конструкции. Общий курс; учебник для вузов / Е.И. Беленя, В.А. Балдин, Г.С. Веденников // Стройиздат, 1986 – С. 207-209.
9. Мандриков А.П. Примеры расчета металлических конструкций: учебное пособие для техникумов. / А.П. Мандриков // Стройиздат, 1991 – С. 295 – 312.
10. СП 294.1325800.2017 Конструкции стальные. Правила проектирования. / АО «НИЦ «Строительство». // Стандартинформ, 2017.
11. Бирюлев В.В, Проектирование металлических конструкций. Специальный курс. Учебное пособие для вузов. / В.В. Бирюлев, И.И. Кошин, И.И. Крылов, А.В. Сильвестров // Стройиздат, 1990 – С. 84-101

12. Иванов В.Ф. Деревянные конструкции / В.Ф. Иванов // Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1956 – С. 163-170.

13. Арленинов Д.К. Конструкции из дерева и пластмасс. / Д.К. Арленинов, Ю.Н. Буслаев, В.П. Игнатьев, П.Г. Романтов, Д.К. Чехов // Издательство АСВ, 2002 – С. 135-152.

14. Слуцкоухов Ю.В. Конструкции из дерева и пластмасс. Учебник для вузов / Ю.В. Слицкоухов, В.Д. Буданов, М.М. Гапоев // Стройиздат, 1986 – С. 280-317.

15. Филиппов Н.А. Примеры расчета и проектирования деревянных конструкций. / Н.А. Филиппов, И.А. Константинов // Издательство литературы по строительству, 1965 – С. 241-268

АВТОМАТИЗАЦИЯ И BIM-ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Чирков Ю.А., д-р техн. наук, доцент,
Усманов А.Г., Гурьева В.А., д-р техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Автоматизация в строительстве один из важнейших этапов развития индустрии. С целью обеспечения цифровизации строительной отрасли в настоящее время активно внедряются BIM-технологии. Их применение обеспечивает автоматизацию всех этапов строительного процесса, начиная с выполнения проекта объекта: расчётов его строительства, контроля производственных процессов на площадке, и организации совместной работы всех подрядных подразделений воедино, до ввода в эксплуатацию объекта и контроля на протяжении всего жизненного цикла.

Цель применения BIM-технологии в строительстве – это создание 3-мерной модели (3D-модели) объекта как единого целого, состоящего из множества отдельных составляющих, описанных в цифровом формате. Одной из главных задач BIM – автоматизация организации совместной работы различных специалистов, с разграничением функций, возможностью отслеживания и контроля работы во избежание дублирования работ, снижение до минимума действий человеческого фактора.

С 1 января 2022 года все государственные заказы должны проектироваться с применением BIM-технологий. Это обеспечивает единую цифровую среду для взаимодействия, повышение координации между всеми участниками проекта, скорости разработки проекта и повышение эффективности управления всеми этапами жизненного цикла здания или сооружения.

Анализ литературных источников [3,4,5] свидетельствует об успешном использовании BIM-технологии в РФ. Так, при строительстве Центра гимнастики Ирины Винер-Усмановой в Лужниках число ошибок при строительстве удалось сократить в четыре раза.

Благодаря цифровизации отдельные компании смогли увеличить производительность труда на стройплощадках на 49% [1,2,6]. Число таких компаний в отрасли увеличивается.

В настоящее время на рынке имеется большое количество BIM – продуктов. В зависимости от страны разработчика их можно разделить на отечественные и зарубежные. В связи с санкциями многие зарубежные компании прекратили поставку лицензий на свои программные продукты в нашу страну. Однако, их продукты продолжают занимать основную долю рынка. Согласно опросам, большинство компаний не планируют переходить на отечественные ПО, многие используют нелицензированные продукты. Чтобы

отрегулировать данные процессы особую актуальность приобретает разработка отечественных ПО.

С целью изучения функциональных возможностей ПО проведен анализ существующих и используемых программ в строительной отрасли.

PlanRadar — это прогрессивное инновационное программное обеспечение для управления строительством, объединяющее сразу нескольких функций.

Лучшее комплексное решение: поддержка разных форматов (BIM-проектирование, которое подразумевает загрузку, в том числе IFC-файлов). Это обеспечивает всем участникам проектно-строительного процесса интегрировать разные участки проектной деятельности, оперативно вносить корректировки, ставить задачи, контролировать их выполнение без потери времени на перевод чертежей и моделей из одного ПО в другое, оперативно обмениваться данными и дополняя проект.

После постановки задачи на BIM-модели и, внеся необходимые дополнения, проект можно загрузить в стороннее ПО, например, Renga. Это позволяет проектировщику доработать модель в своем ПО без необходимости двойного перевода формата. Все пометки, задачи, сделанные в PlanRadar, отобразятся в другой программе для проектирования. Функционал позволяет сравнить итеграции чертежей и BIM-моделей, применяя выделение разным цветом.

PlanRadar обеспечивает загрузку файлов объемом 1 гб формата IFC3 и IFC4. Система позволяет реализовать простую навигацию по внешней и внутренней стороне объекта, имитируя максимально трехмерный эффект присутствия в цифровой копии реального здания даже на небольшом устройстве.

Трехмерная модель отличается максимальной детализацией, что обеспечивает возможность выбрать конкретный элемент конструкции, точно создать метку с задачей, куда можно прикрепить любой медиа-файл, включая видео.

Программа PlanRadar характеризуется простым, но эффективным функционалом, который эффективно можно применять для планирования, оценки затрат, контроля эффективности или координации команды. Это позволяет легко контролировать сложные процессы. Все необходимые данные доступны любому участнику на каждом этапе работ строительного объекта. Этому способствует облачное хранилище для всех данных проекта. Программа подходит для работы с мобильного телефона, и работать с BIM-моделью эффективно из любого уголка мира офлайн. С помощью PlanRadar легко фиксировать недочеты и дефекты непосредственно на BIM-модели, направляя замечания в виде задач с медиа-файлами (видео, фото) ответственному лицу. Действия всех специалистов отображаются в единой системе, что обеспечивает прозрачность и уменьшает потери времени на согласование и отчетность.

AutoCAD Architecture - это программа для архитектурного проектирования, помогающая создавать чертежи, проекты, спецификации. Профессиональный софт для архитекторов максимально автоматизирует

чертежные операции, что снижает вероятность ошибок. Локальное решение архитектурного проектирования обеспечивается широким набором специализированных инструментов, что позволяет работать над архитектурными реконструкциями, проектной документацией стен, дверей и окон, документацией помещений.

Поддержка формата IFC обеспечивает импорт и экспорт файлов, а также интеграцию с другими платформами. Поддерживается на Windows и Mac, iOS, Android. Для контроля за процессом можно открыть его на смартфоне: просмотреть или отредактировать в DWG, работать вне офиса.

Revit. В настоявшее время один из наиболее востребованных инструментов для управления строительством, что обусловлено его универсальностью. Программный комплекс предоставляет цифровую модель объекта в 3D, а также интегрируется с 2D чертежами. Revit представляет собой агрегатор строительных компонентов, который включает междисциплинарное программное обеспечение (широкий функционал и мощную инструментальную базу). Благодаря этому выполняется при проектировании зданий точное прототипирование. В 2022 году функционал был усилен, в частности, улучшена производительность IFC. Вследствие чего, последняя версия ПО отличается более высокой эффективностью и точностью производства документов.

Edificius BIM Software — это программное обеспечение ACCA, функционал которого предназначен для 3D-проектирования архитектуры. ПО предназначено для проектирования домов. Приложение простое в использовании, характеризуется набором инструментов, необходимым для моделирования и архитектурной визуализации. Предоставляет архитекторам возможность моделирования в плане или же непосредственно в 3D. Специалистам строительной отрасли, работающих на разных этапах проекта. обеспечивает возможность работать над большим массивом задач: оценивать стоимость, создавать видео, рендеринг, анализ MEP, дизайн. Отличается легким переключением между средами и динамическими изменениями, которые применяются автоматически. Удобный функционал, возможность работы с моделями, которые были созданы в другом программном обеспечении: Revit, Sketchup, Blender, Rhino.

BIMcollab - универсальная платформа, обеспечивающая комфортную работу с BIM-моделями с использованием IFC и BCF, эффективный обмен информацией, проверки моделей, обнаружения коллизий Программа предлагает структурированный способ хранения данных и благодаря облачным сервисам дает возможность отслеживать историю разработки модели. ПО устраняет разрыв между приложениями BIM благодаря продуманной экосистеме

Инструмент BIMcollab ZOOM позволяет анализировать данные, выявлять недостатки для решения проблем. Программа работает с Revit, ARCHICAD, Navisworks, Solibri, TeklaStructures. Менеджеры BCF можно использовать для открытия и редактирования файлов BCF. Имеется инструмент smartissues для

экономии времени рабочих процессов, возможность подключения к инструментам bim, таким как revit, archicad, navisworks, solibri, teklastructure;

BIMx — инструмент для эффективной работы с BIM и демонстрации архитектурных проектов. Программное обеспечение одновременно работает с 2D-документацией и 3D-моделями. Платформа обеспечивает возможность работать и управлять объемными BIM-моделям, имеющими большие массивы данных по 2D-документации Функционал BIMx дает возможность удаленного контроля, внесения корректировок и оперативных правок в проектную документацию. Благодаря 3D навигационной среде можно виртуально просмотреть проект в режимах: детального изучения модели - распознавания проемов, сечение по плану этажа, стереоотображения, гравитации, свободного полета. Заказчик может контролировать актуальную версию проекта из любой точки планеты. Удобно производить детальный аудит проекта на всех этапах работы, создавать видеоролики, подготовленные в Archicad. Все участники имеют доступ к технико-экономическим показателям, и количественным характеристикам.

Navisworks - служит для моделирования проектов и координации файлов, помогает проводить комплексный анализ, находить ошибки, пересечения, конфликты на этапе проектирования, используется для комплексной экспертизы архитектурно-строительных и инженерных проектов Удобные инструменты для выявления коллизий и управления пересечениями. Предусмотрена интеграция с различным BIM ПО, возможность использования исходный код из Revit для обработки файлов IFC с добавленной иерархией, расширенным набором свойств и дополнениями данных.

Renga— отечественная система автоматизированного проектирования зданий в системе BIM-решений. Предназначена для работы архитекторов, конструкторов. Трехмерная модель помогает в сметных расчетах, управлении объектом, определении инвестиций.

Обладает понятным интерфейсом, необходимый функционал размещен на двух панелях. Одно из преимуществ — функционал, который поставляется в одной лицензии. Все правки динамичные и отображаются у всех пользователей платформы, помогая избежать ошибок при проектировании. Renga может выполнять экспорт модели в формат IFC, что дает возможность проверить несостыковки со смежными разделами с помощью другого ПО. Взаимодействует с Revit, Tekla, ARCHICAD.

Tekla BIMsight — это комплексное решение для совместной работы в сфере строительства, бесплатный инструмент с удобной экосистемой BIM. Платформа помогает упростить весь процесс строительства, позволяя руководителям проектов устранять возникающие конфликты с помощью инструмента их обнаружения. Мобильные возможности TeklaBIMsight дают возможность специалистам работать и обмениваться идеями с помощью устройств iOS и Android. Эта облегчает мгновенную связь. TeklaBIMsight, предлагает мощные бесплатные инструменты для создания информационных моделей и обновления планов, 3D-просмотра и визуализации.

Allplan Architecture — удобный инструмент для работы с BIM-моделью, обеспечивающий максимальную производительность для больших и сложных проектов. Обновленная версия предлагает стандарт BIM EASY, который содержит готовые и настраиваемые шаблоны с предопределенными свойствами формата, атрибутами. Расширен анализ геометрии Rep во время импорта IFC. Модели Revit можно импортировать в Allplan и использовать без предварительного преобразования в формат IFC. Во время импорта создаются собственные объекты Allplan, такие как стены, колонны, потолки, балки, окна, двери и крыши. Инструмент VisualScripting помогает контролировать форму, размеры, положение и материал структурных объектов.

Предусмотрена мощная облачная технология для междисциплинарного сотрудничества. С помощью BIM Explore есть возможность загружать 3D-модели еще быстрее и отображать их более реалистично. С новым набором измерительных инструментов повышается качество проектирования модели. Объекты Allplan можно выбирать для редактирования в интерактивном режиме.

Pilot-BIM предназначен для решения комплекса задач: автоматизированной сборки консолидированной BIM-модели из частей, созданных в разных CAD-системах, автоматических проверок модели на коллизии, доступа к актуальной модели объекта строительства с самого начала проектирования, создания единой базы данных по проектам, включая инженерно-техническую и организационно - распорядительную документацию, легкого обмена информацией о проекте между его участниками, ведения истории изменения модели, сравнения версии модели, создания замечаний к BIM-объектам, ведения переписки по замечаниям и модели, использования модели на этапах строительства и эксплуатации.

Преимущества Pilot-BIM: полностью отечественная разработка — геометрическое ядро C3D Modeler, встроенный модуль B-Shaper, защита данных за счет хранения на локальном сервере предприятия и управления правами доступа, ориентирование на законодательство РФ, возможность расширять функционал с помощью SDK, следование концепции Open BIM — совместимость с любыми CAD-системами через открытый формат IFC, клиент-серверная архитектура, благодаря которой возможна работа с огромными объёмами данных BIM-модели,возможность работы с данными без подключения к интернету.

Pilot-BIM — комплексное решение для заказчиков, девелоперов, проектировщиков и подрядчиков, ведущих работу по технологии информационного моделирования. Pilot-BIM содержит всю функциональность системы Pilot-ICE Enterprise.

Компас 3D – программа для трехмерного моделирования проектов строительной и промышленной направленности любой степени сложности, от идеи до полного проекта с готовыми документами.

Благодаря простому интерфейсу и широким возможностям ее часто используют архитекторы и строители для разработки чертежей зданий и металлоконструкций, на разработку чертежей, проектирование кабельных

систем и создание документов для инженерных проектов. Особенность программы - собственное математическое ядро C3D и использование параметрических технологий, созданных специалистами АСКОН; интерфейс на русском языке, взаимодействие с другими программами по проектированию. Созданное в Компасе перемещается без потери данных. Поддержка разнообразных форматов передачи файлов, импорт и экспорт осуществляется при помощи основных форматов передачи. Проектирование кабельных систем, часть разработки проектов происходит автоматически, что значительно упрощает работу для специалистов.

Таким образом, проведенный анализ особенностей программных комплексов позволяет утверждать, что внедрение новых технологий в строительную отрасль обеспечивает существенную экономии средств и времени для всех участников строительного процесса.

Список литературы

1. Управление проектами в офисе: внедрение BIM / З.С. Алкинния // Процедура, Лиссабон: Лиссабонский университет, Высший технический институт –2022, - С. 840-847.

2. Разработка процедур и инструментов повышения качества для управления объектами BUM / Ромен Л.// Изменения в застроенной среде, Монреаль: Высшая технологическая школа –2022, - С. 1-16.

3. Информационное моделирование зданий (BIM) аутсорсинг решений подрядчиков в строительной отрасли: построение и проверка концептуальной модели / Гуанчэн Ч. // Изменения в застроенной среде, Нанкин: Факультет строительства и недвижимости, Юго-Восточный университет –2022, - С. 1-12.

4. Мотивы профессиональной деятельности и стратегий поведения работников строительной отрасли при внедрениях BIM технологий / С.Л. Орлов // Магистерская диссертация, Екатеринбург: Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина –2020, - С. 16-20.

5. ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫПЕРЕХОДА НА ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВАРХИТЕКТУРНО-ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ / Т. С. Голосова // Диссертация, Москва: Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова –2018, - С. 20-25.

6. Оптимизация технической эксплуатации здания на основе его информационной модели / М.А.Чегодаева // Магистерская Диссертация, Тольятти: Тольяттинский государственный университет, Архитектурно-строительный институт –2018, - С. 7-18.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РОССИЙСКОГО РЫНКА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Федосеенко Г.В., Дергунов С.А., канд. техн.наук, доцент,
Сатюков А.Б., канд. техн. наук, доцент, Спирина А.Ю.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Беспрецедентные санкции со стороны западных стран по отношению к России и уход многих зарубежных компаний существенно сказалось на отечественной нише производства и применения строительных материалов. В данных условиях сложно думать о будущем отрасли, так как приходится решать на сущие задачи. Однако субъекты изыскивают резервы и находят внутренние ресурсы для адаптации.

Многие предприятия отрасли утверждают, что сумели существенно снизить свою зависимость от импортных строительных товаров, но на текущий момент еще не всем удалось этого добиться. Некоторые организации не смогли полностью перейти на отечественную продукции, но изменили географию закупок со смещением на страны Азии. Ряду компаний приходится использовать возможности параллельного импорта, чтобы компенсировать потребительские нужды. Однако в данном случае довольно часто возникают вопросы, связаны с качеством и безопасностью ввозимого товара.

Эксперты отмечают, что перспективы российского рынка стройматериалов во многом зависят от мер поддержки государства. В частности, если компании смогут получать более дешевые кредиты. Важную роль будут играть объемы строительства индивидуального жилья. К примеру, в последние годы все больше россиян строят дома за городом. Если данные тенденции сохранятся, то они однозначно положительно скажутся на сегменте строительных материалов [1, 3].

Предпринимаются различные шаги для того, чтобы нормализовать ситуацию на рынке. Планируется введение цифровой маркировки строительных материалов. На сайте Правительства РФ опубликована Стратегия развития строительной отрасли и ЖКХ до 2030 года, которая нацелена на снижение объемов фальсификата на рынке стройматериалов. Данная цель должна быть достигнута благодаря внедрению цифровой маркировки этих товаров, за счет чего произойдет усиления контроля, благодаря чему, по мнению экспертов, доля фальсификата к 2030 году должна снизиться на 50%, а к 2035 году уже на 80%. При этом, значительно за этот период должна снизиться и доля импорта строительных материалов [2].

Кроме того, планируется введение ответственности о предоставлении не объективных данных о результатах испытаний при лабораторном контроле.

В различных субъектах Российской Федерации ситуация со стройматериалами складывается неоднозначно. Так в Омской области стали

значительно больше строить и производить стройматериалов. Более того, по некоторым позициям отмечается рост почти в два раза. По данным местного Минстроя, объем отгруженных строительных материалов с января 2022 года в регионе составил 5,6 млрд. рублей. Рост к аналогичному периоду прошлого года составил более 175%. Как отметили в ведомстве, наиболее успешными позициями стали керамический и зольный кирпичи, железобетонные конструкции, утеплители, цементно-стружечные плиты, кровельные материалы.

В Бурятии, некоторое время отмечался рост цен на строительные материалы, однако ближе к осени 2022 г. стройматериалы стали дешеветь. Больше всего подешевели в регионе фанера, водопроводные трубы, лист оцинкованный.

В Курской области уже 40 местных производителей и поставщик строительных материалов подключены к Федеральной системе ценообразования в строительстве.

Однако наиболее актуальным на текущий момент является отсутствие краткосрочного и долгосрочного прогнозов потребления строительных материалов строительными организациями, неравномерное размещение производств, высокая стоимость продукции для потребителя с учетом стоимости доставки, и, в редких случаях, отсутствие российских аналогов продукции с требуемыми потребительскими свойствами и качествами. Данный вопрос напрямую определяет себестоимость жилищного строительства – одного из факторов доступности жилья.

На данный момент в отрасли строительных материалов уровень зависимости от импорта (по основным материалам) не превышает 4% и в основном сосредоточен в наиболее премиальных сегментах.

Сложившаяся ситуация является стимулом для ориентации промышленных предприятий на внутренний рынок. При принятии долгосрочных правил и гарантиях спроса отрасль способна переориентироваться и продолжить динамично развиваться.

Основные производственные мощности отрасли производства строительных материалов различного функционального назначения в Российской Федерации введены в эксплуатацию с 1950 по 1988 годы. С 1991 по 2005 годы ввод новых мощностей практически не осуществлялся, но за период с 2008 по 2021 годы отмечается строительство значительного количества новых предприятий, отвечающих современным требованиям.

Отсутствие прогноза потребления со стороны строительного сектора конкретных видов строительных материалов по регионам Российской Федерации привело к локальному дефициту этих материалов и средств транспортирования в пики потребления, а также неравномерному распределению загрузки предприятий, осуществляющих свою деятельность в отрасли промышленности строительных материалов, по административным округам и субъектам Российской Федерации. В связи с этим в настоящее время наблюдаются ограничения и высокая стоимость транспортировки продукции.

Отсутствует внутренний спрос на инновационные и современные технологии, а также активно используется зарубежное оборудование на предприятиях отрасли.

Также отмечается недостаточный уровень применения отходов производства и потребления в качестве вторичного сырья при производстве строительных материалов.

Ключевой задачей на сегодняшний день является увеличение объема производимых в России строительных материалов, наращивание производственных мощностей с целью полного исключения зависимости от импорта основных видов строительных ресурсов, а также оборудования и техники.

Для решения указанных проблем предлагается реализовать ряд мероприятий:

1) исключить зависимость внутренних цен на строительные ресурсы от мировых цен;

2) определить до 10 ценообразующих ресурсов, по которым реализовать госрегулирование по аналогии с ГОЗ;

3) утвердить технический регламент о безопасности строительных материалов;

4) предусмотреть поддержку промышленности строительных материалов через инструменты фонда развития промышленности (включая льготные кредиты). При этом может быть создан специальный фонд по поддержке промышленности строительных материалов при Минстрое России;

5) включить в план мероприятий по реализации национальных проектов технологии индустриального домостроения, в том числе технологии сборно-монолитного каркаса, блочно-модульного строительства и деревянного домостроения, а также современных строительных материалов, включая алюминиевые, композитные и полимерные, а также полученные за счет вторичной переработки сырья или отходов строительства и сноса;

6) принять технический регламент ЕАЭС «О безопасности строительных материалов и изделий»;

7) повысить эффективность системы подтверждения соответствия установленным требованиям материалов и изделий, применяемых в строительстве;

8) обеспечить маркетинговую и информационную поддержку производителей инновационных строительных материалов;

9) совершенствовать нормы и требования для внедрения и применения инновационных технологий и строительных материалов, в том числе произведенных из вторичного сырья, полученного из отходов строительства и сноса [1, 4].

В заключении необходимо отметить, что Российский рынок строительных материалов адаптируется к меняющимся условиям. И власть, и бизнес-сообщество прилагают большие усилия для того, чтобы отрасль не стагнировала, а находила внутренние ресурсы для развития.

Работа подготовлена в рамках гранта в форме субсидии на реализацию программы стратегического академического лидерства "Приоритет-2030" в рамках реализации федерального проекта "Развитие интеграционных процессов в сфере науки, высшего образования и индустрии" по направлению «Инновации средового проектирования».

Список литературы

1. Доклад «О стратегии развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года» – Режим доступа: http://ancb.ru/files/ck/1655813773_Strategiya_razvitiya_stroitelnoy_otrasli_i_ZhKH_do_2030_g.pdf. - 04.01.2023;
2. Стратегия развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года – Режим доступа: http://static.government.ru/media/files/AdmXczBBUGfGNM8tz16r7RkQcsgP3LAm.pdf. - 04.01.2023;
3. Российский рынок стройматериалов в 2022 году: тенденции, проблемы, решения – Режим доступа: https://vc.ru/trade/551505-rossiyskiy-rynok-stroymaterialov-v-2022-godu-tendencii-problemy-resheniya. - 04.01.2023;
4. Строительство жилья профессиональными застройщиками: Аналитический обзор. – Москва: ООО «Институт развития строительной отрасли», 2022. - 90 с;

СТРУКТУРА ЗАСТРОЙКИ В РАЗРЕЗЕ МАТЕРИАЛОВ СТЕН

Спирина А.Ю., Сатюков А.Б., канд. техн. наук, доцент,
Дергунов С.А., канд. техн. наук, доцент, Федосеенко Г.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Успехи и развитие отрасли производства и применения строительных материалов, изделий и конструкций определены положением дел на рынке жилья и операциями с недвижимым имуществом.

По результатам анализа сайтов и проектных деклараций застройщиков на территории Российской Федерации на июнь 2022 года выявлено 9 467 строящихся застройщиками домов (далее — строящиеся дома), в отношении которых в совокупности [4]:

- выданы разрешения на строительство;
- опубликованы проектные декларации в соответствии с 214-ФЗ либо застройщиком предоставлены копии разрешительных документов на строительство и анкеты с потребительскими характеристиками объектов, если строительство ведется без привлечения средств граждан;
- отсутствуют выданные разрешения на ввод в эксплуатацию. В указанных домах строится 2 064 127 жилых единиц (квартир, блоков, апартаментов), совокупная площадь которых составляет 102 682 879 м² (таблица 1).

Таблица 1 – Объемы строящегося жилого фонда на 1 июня 2022 г.

Вид дома	Строящихся домов		Жилых единиц		Совокупная площадь жилых единиц	
	ед.	%	ед.	%	$м^2$	%
Многоквартирный дом	8732	92,2	1981674	96,0	98467589	95,9
Дом с апартаментами	266	2,8	79007	3,8	3844793	3,7
Блокированный дом	469	5,0	3446	0,2	370497	0,4
Общий итог	9467	100,0	2064127	100,0	102682879	100,0

Основная площадь текущего жилищного строительства застройщиками приходится на многоквартирные дома. В них находится 96,0% строящихся квартир. На дома с апартаментами приходится 3,8% строящихся квартир. Доля блокированных домов составляет 0,2% строящихся квартир.

Изменения количества объектов и совокупного объема текущего строительства в Российской Федерации представлена на рисунке 1.

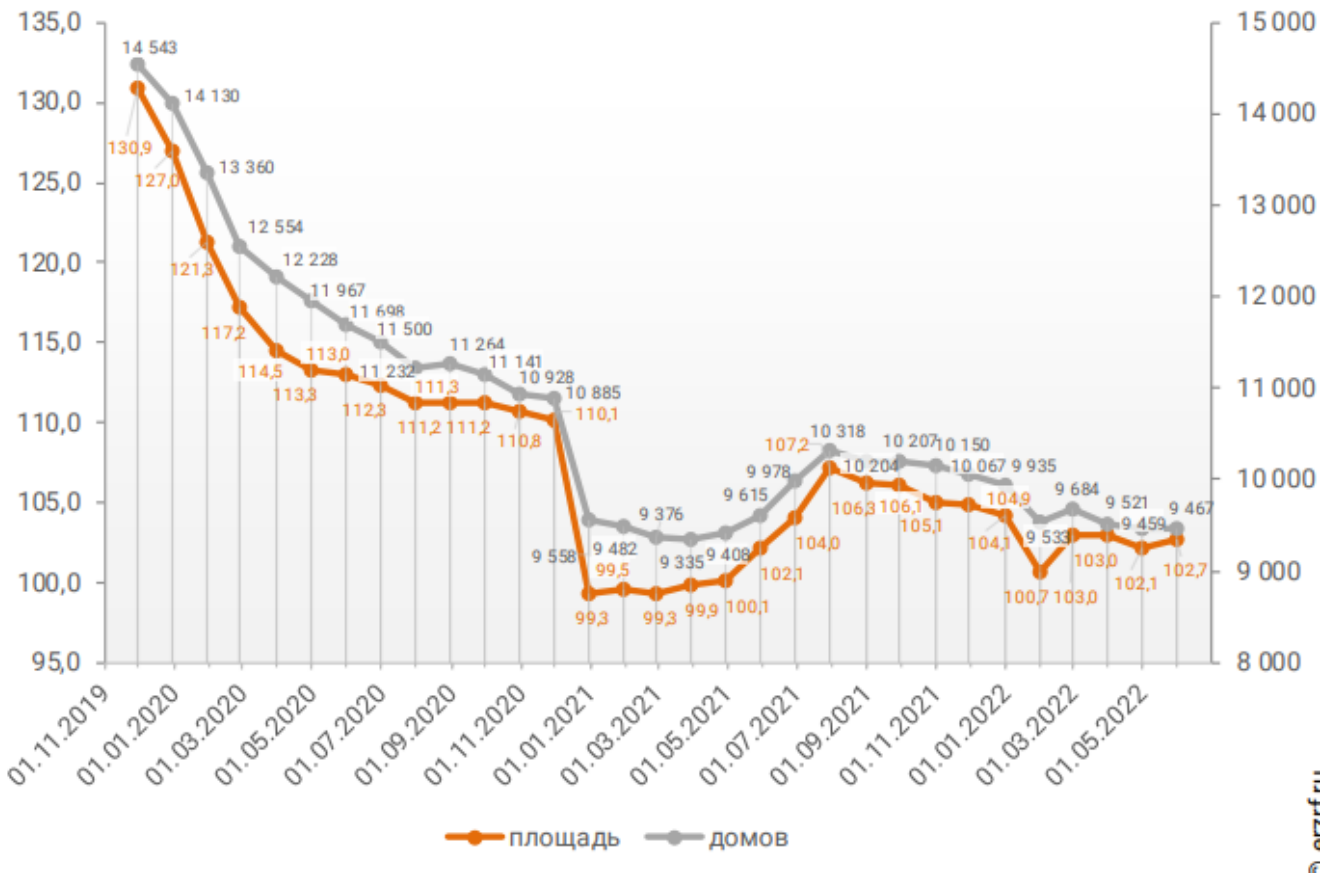


Рисунок 1 - Динамика изменения количества объектов (ед.) и совокупного объема (млн м²) текущего строительства в Российской Федерации

Застройщики жилья в Российской Федерации осуществляют строительство в 80 регионах.

Статистические данные показывают, что наибольший объем жилищного строительства застройщиками приходится на Москву (18,0% совокупной площади жилых единиц), Московскую область – 9,4 %, Санкт-Петербург – 9,1 %, Краснодарский край – 8,0. На эти четыре территории приходится 44,5 % всего строящегося жилья РФ. Строительства жилья в регионах характеризуется гораздо более скромными цифрами. Так Оренбургская область в рейтинге находится на 43 позиции с объемами строящегося фонда, представленного в таблице 2.

Таблица 2 – Объемы строящегося жилого фонда Оренбургской области на 1 июня 2022 г.

Регион	Строящихся домов		Жилых единиц		Совокупная площадь жилых единиц	
	ед.	%	ед.	%	м^2	%
Оренбургская область	55	0,6	8887	0,4	435736	0,4

Средняя этажность жилищного строительства застройщиков в Российской Федерации составляет:

- 13,6 этажа — из расчета на строящийся дом;
- 18,8 этажа — из расчета на строящуюся жилую единицу;
- 18,9 этажа — из расчета на строящийся м².

Динамика изменения средней этажности текущего строительства в Российской Федерации представлена на рисунке 2.

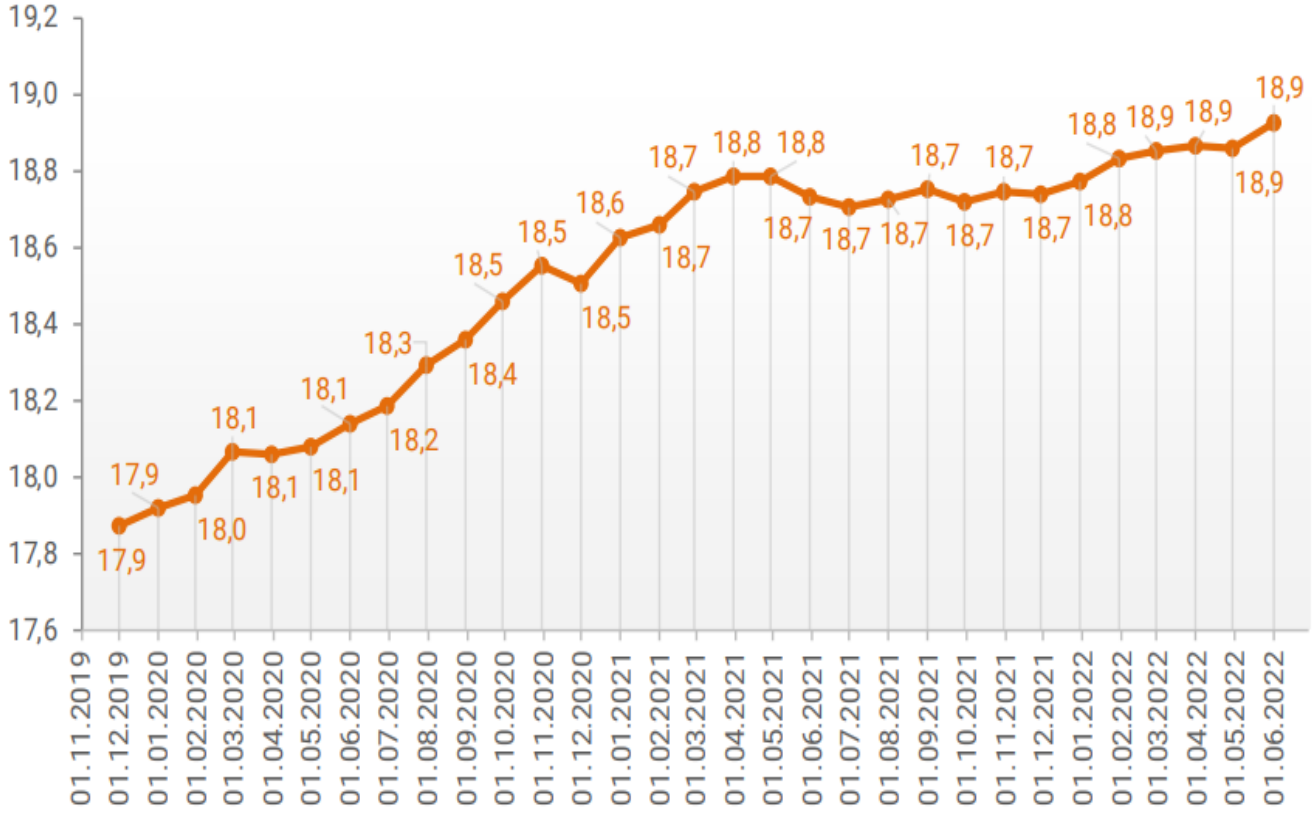


Рисунок 2 - Динамика изменения средней этажности текущего строительства в Российской Федерации (на м^2)

Наибольшая доля жилищного строительства приходится на дома высотой 18 - 24 этажа — 28,9% от всей площади строящегося жилья. Доля высотного строительства (25 и более этажей) в Российской Федерации составляет 26,7%.

Самым высоким строящимся домом с жилыми единицами в Российской Федерации является 76-этажный многоквартирный дом в ЖК «Capital Towers» (Москва), застройщик «Capital Group». ТОП-5 лидеров высотного строительства представлен в таблице 3.

Таблица 3 - ТОП-5 лидеров высотного строительства Российской Федерации

№	Этажность	Застройщик	Вид объекта	ЖК	Регион
1	76	Capital Group	многоквартирный дом	Capital Towers	Москва
2	69	Level Group	многоквартирный дом	Level Южнопортовая	Москва
3	62	УЭЗ	многоквартирный дом	Will Towers	Москва
4	60	MR Group	многоквартирный дом	Фили Сити	Москва
5	57	MR Group MR Group	многоквартирный дом многоквартирный дом	MOD City Bay	Москва Москва

Самым большим строящимся домом с жилыми единицами в Российской Федерации является многоквартирный дом в ЖК «Will Towers» (Москва), застройщик «УЭЗ». ТОП-5 лидеров по самым большим домам представлен в таблице 4.

Таблица 4 - ТОП-5 лидеров по самым большим домам

№	Площадь, $м^2$	Застройщик	Вид объекта	ЖК	Регион
1	142979	УЭЗ	многоквартирный дом	Will Towers	Москва
2	135961	СЗНИИМОССТРОЙ	многоквартирный дом	Настоящее	Москва
3	124000	Лидер Групп	многоквартирный дом	Дефанс	Санкт-Петербург
4	122512	MR Group	многоквартирный дом	MOD	Москва
5	117212	Лидер Групп	многоквартирный дом	Гавань капитанов	Санкт-Петербург

Оренбургская область по средней этажности строительства из расчета на м² занимает 17 позицию из 80.

При этом средняя этажность жилых единиц в строящихся домах Российской Федерации, разрешение на строительство которых выдано в 2022 году, составляет 19,6 этажа.

Анализ проектных деклараций показывает структуру строящихся застройщиками домов в разрезе материалов стен представленную в таблице 5.

Таблица 5 - Структура строящихся застройщиками домов в разрезе материалов стен

Материал стен	Строящихся домов		Жилых единиц		Совокупная площадь жилых единиц	
	ед.	%	ед.	%	$м^2$	%
Монолит-кирпич	5109	54,0	1349002	65,4	67323884	65,6
Панель	1071	11,3	284230	13,8	13103366	12,8
Кирпич	2380	25,1	236735	11,5	12359584	12,0
Монолит	405	4,3	99541	4,8	5113944	5,0
Блочный	500	5,3	93743	4,5	4753909	4,6
Бетон	2	0,0	876	0,0	28192	0,0
Общий итог	9467	100,0	2064127	100,0	102682879	100,0

Наиболее распространенным материалом стен строящихся домов в Российской Федерации является монолит-кирпич. Из него возводится 65,6% от всей площади жилищного строительства.

Динамика изменения долей материалов стен, преобладающих в жилищном строительстве в Российской Федерации, представлена на рисунке 3.

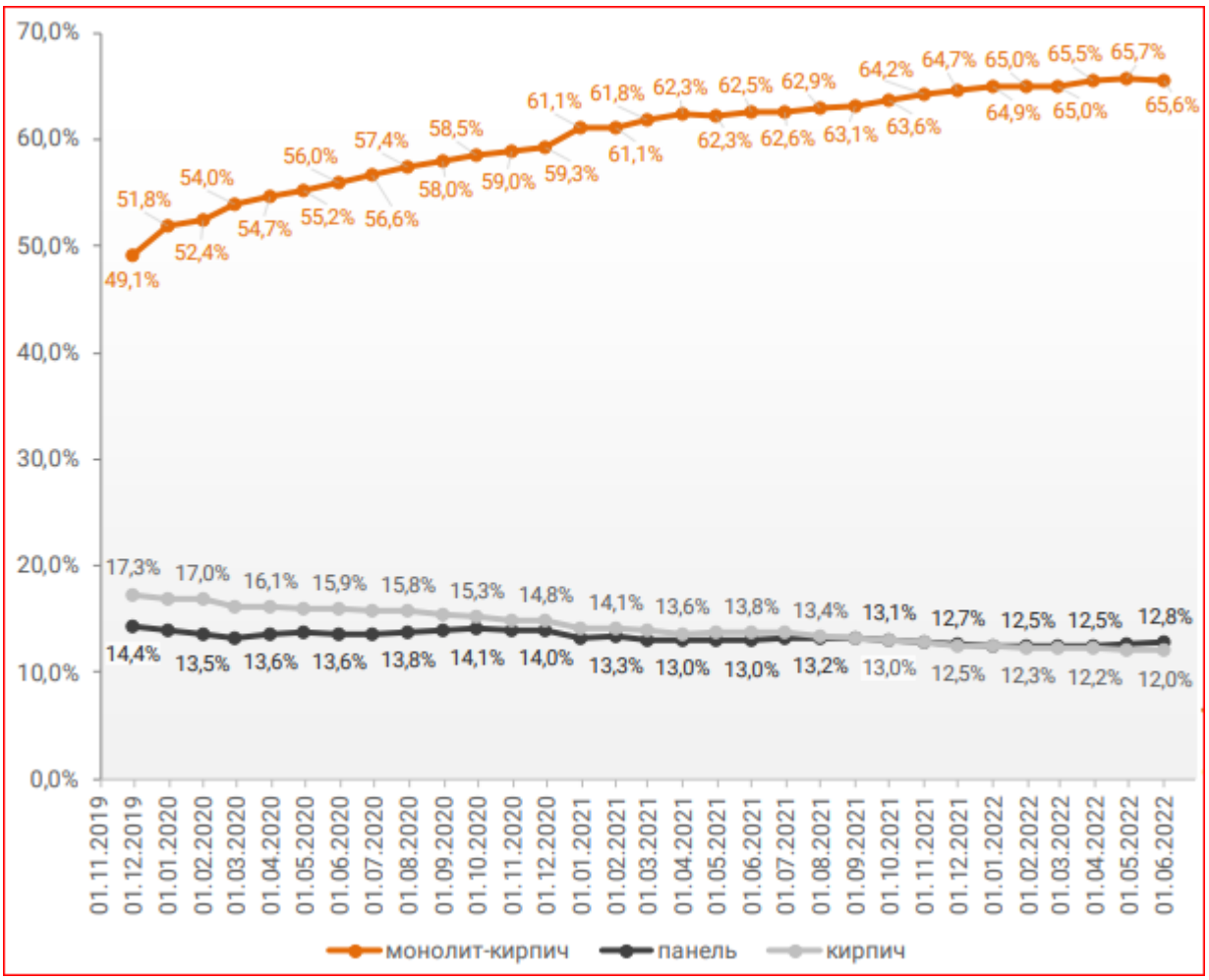


Рисунок 3 - Динамика изменения долей материалов стен, преобладающих в жилищном строительстве в Российской Федерации

Монолит-кирпич лидирует в 57 регионах, среди которых особенно ярко выделяются 48, где доля монолитно-кирпичного домостроения превышает 50%: это в первую очередь Кабардино-Балкарская Республика (100%), Республика Ингушетия (100%), Карачаево-Черкесская Республика (100%), Магаданская область (100%), Астраханская область (98,9%), Республика Крым (90,7%), Свердловская область (90,2%), Краснодарский край (86%), Ставропольский край (84,6%) и Удмуртская Республика (83,3%).

Панель преобладает в четырех регионах. Наиболее распространен этот материал в Челябинской области, где панельное домостроение занимает 50,3% текущего строительства.

В 18 регионах первое место занимает кирпич, причем в 12 из них его доля превышает долю всех остальных стеновых материалов. В этом списке лидируют Республика Коми (100%), Амурская область (81,1%), Вологодская область (78,1%), Республика Марий Эл (77%), Тамбовская область (68,5%),

Костромская область (68,4%), Ивановская область (59,2%), Новгородская область (56,1%), Томская область (54%) и Смоленская область (52,5%).

Монолит предпочитают только в одном регионе — это Сахалинская область, где доля монолитного домостроения составляет 77,4%.

Блочное домостроение не имеет максимальной доли ни в одном регионе.

Среди строящегося жилья Российской Федерации у 78,4% материал наружных стен в проектной декларации указан в соответствии с приказом Министерства строительства и Жилищно-коммунального хозяйства №996/пр от 20.12.2016 [5].

Наибольший объем жилищного строительства приходится на объекты с монолитным железобетонным каркасом и стенами из мелкоштучных каменных материалов (кирпич, керамические камни, блоки и др.). Их доля составляет 75,2% площади жилых единиц среди объектов, для которых материал указан согласно утвержденной форме проектной декларации.

Распределение материалов стен жилищного строительства в соответствии с действующей формой проектной декларации представлено в таблице 6.

Таблица 6 – Материалы стен жилищного строительства

Материал стен по новой форме ПД	Строящихся домов		Жилых единиц		Совокупная площадь жилых единиц	
	ед.	%	ед.	%	$м^2$	%
С монолитным железобетонным каркасом и стенами из мелкоштучных каменных материалов (кирпич, керамические камни, блоки и др.)	4596	61,4	1207993	75,0	60562118	5,2
Бескаркасные со стенами из мелкоштучных каменных материалов (кирпич, керамические камни, блоки и др.)	1870	25,0	176002	10,9	9271997	11,5
Со сборно-монолитным железобетонным каркасом и стенами	280	3,7	80245	5,0	3690137	4,6

из крупных каменных блоков и панелей						
Со сборным железобетонным каркасом и стенами из крупных каменных блоков и панелей	289	3,9	70030	4,3	3200287	4,0
Со сборно-монолитным железобетонным каркасом и стенами из мелкоштучных каменных материалов (кирпич, керамические камни, блоки и др.)	184	2,5	39318	2,4	1914855	2,4
Бескаркасные со стенами из крупных каменных блоков и панелей	150	2,0	21500	1,3	1048299	1,3
Со сборным железобетонным каркасом и стенами из мелкоштучных каменных материалов (кирпич, керамические камни, блоки и др.)	114	1,5	15545	1,0	803521	1,0
Общий итог	7483	100,0	1610633	100,0	80491214	100,0

На текущий момент строительство жилья в Российской Федерации осуществляют 2 214 застройщиков (брендов), которые представлены 3 682 компаниями (юридическими лицами). Среди ТОП-100 застройщиков по объёмам текущего жилищного строительства в Российской Федерации компании Оренбургской области отсутствуют.

В Российской Федерации возводится 3 954 жилых комплекса. Самым крупным по объемам текущего строительства является жилой комплекс «DOGMA-Самолёт (г. Краснодар)» (город Краснодар). В этом жилом комплексе застройщик «DOGMA» возводит 29 домов, включающих 15 304 жилые единицы, совокупной площадью 604 886 м²

Средняя площадь жилой единицы, строящейся в Российской Федерации, составляет 49,7 м². Для Оренбургской области средняя площадь жилой

единицы составляет 49,0 м^2 и по данной позиции регион находится на 68 позиции по Российской Федерации.

При этом средняя площадь жилых единиц в строящихся домах Российской Федерации, разрешение на строительство которых выдано в 2022 году, составляет 49,1 м².

Вместе с тем средняя площадь вводимых в эксплуатацию жилых единиц в последний год не имеет ярко выраженной тенденции и в IV квартале 2021 года составила 49,6 м².

Средняя площадь жилой единицы, строящейся 100 крупнейшими по объемам текущего строительства застройщиками в Российской Федерации, составляет 47,7 м². Среди них самая маленькая средняя площадь строящихся жилых единиц у застройщика «ИСГ МАВИС» (Санкт-Петербург) — 33,8 м². Самая большая — у застройщика «СГ СМ.СИТИ» (Красноярский край) — 72,0 м².

Работа подготовлена в рамках гранта в форме субсидии на реализацию программы стратегического академического лидерства "Приоритет-2030" в рамках реализации федерального проекта "Развитие интеграционных процессов в сфере науки, высшего образования и индустрии" по направлению «Инновации средового проектирования».

Список литературы

1. Доклад «О стратегии развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года» – Режим доступа: http://ancb.ru/files/ck/1655813773_Strategiya_razvitiya_stroitelnoy_otrasli_i_ZhKH_do_2030_g.pdf. - 04.01.2023;

2. Стратегия развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года – Режим доступа: http://static.government.ru/media/files/AdmXczBBUGfGNM8tz16r7RkQcsgP3LAm.pdf. - 04.01.2023;

3. Российский рынок стройматериалов в 2022 году: тенденции, проблемы, решения – Режим доступа: https://vc.ru/trade/551505-rossiyskiy-rynok-stroymaterialov-v-2022-godu-tendencii-problemy-resheniya. - 04.01.2023;

4. Строительство жилья профессиональными застройщиками: Аналитический обзор. – Москва: ООО «Институт развития строительной отрасли», 2022. - 90 с;

5. Приказ Минстроя России от 20 декабря 2016 г. № 996/пр «Об утверждении формы проектной декларации» – Режим доступа: https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/13167/ . – 08.01.2023.

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ КРУПНОФОРМАТНЫХ ТРОТУАРНЫХ ПЛИТ

Шевцова Т.И., канд. пед. наук, доцент, Таймасов В.Р.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

При благоустройстве дворовых территорий возникает вопрос о правильном выборе материалов для их покрытия. Среди огромного разнообразия, материалы можно разделить на несколько видов: мягкие, жесткие, специальные и комбинированные.

Согласно основным принципам благоустройства дворовых территорий пространство в городе делится на две группы.

Группа 1 – общегородские пространства (самые посещаемые): центральная площадь, центральная улица, набережная.

Группа 2 – повседневные пространства (места, где люди проводят большую часть времени): двор, локальный парк.

Дворовая территория – место повседневного отдыха горожан. Во дворе дети впервые знакомятся с городской средой. В большинстве городов дворы занимают более 25% площади. Дворовыми территориями пользуются люди всех возрастных категорий, поэтому они являются важной частью города [1].

Наиболее частые проблемы дворовых территорий это:

- отсутствие чётких границ между общегородской и дворовой территорией;
- недостаток места для стоянки автомобилей;
- отсутствие инфраструктуры для различных групп людей;
- отсутствие качественного покрытия.

Большинство крупных городов застраиваются большими многоэтажными домами. Среднее количество жильцов в одном доме растёт. Немалая часть граждан пользуется легковыми и грузовыми автомобилями. Сегодня место стоянки автомобилей одна из насущных проблем дворовых территорий.

Первая часть этой проблемы – это недостаток места во дворе для автомобилей. Вторая – это большие нагрузки на покрытие, которые значительно сокращают срок его службы.

Отсутствие хорошего покрытия также сильно влияет на комфорт жителей, как и другие факторы. Из-за этой проблемы может быть затруднительно или вовсе невозможно перемещение по дворовой территории в непогоду. Эта проблема особенно заметна для маломобильных групп населения.

До 19-го века для покрытия площадей и общественных территорий использовали природные материалы: камни, гранит и другие. Добыча и обработка их, это тяжелый и дорогой процесс. С развитием науки появилась возможность заменить природные материалы на искусственные.

Искусственные материалы были в достатке, значительно дешевле и после производства были сразу готовы для использования.

В наше время для покрытия дворовой площади используется множество материалов: асфальт, покрытия из резиновой крошки, камень, тротуарная плитка и другие. Наибольшее распространение получила тротуарная плитка и асфальт.

В настоящее время цементно-песчаная тротуарная плитка является одним из самых распространённых покрытий в большинстве стран, т.к. имеет стандартную форму и строгие размеры (400х400х50), практична, красива, имитирует разнообразные природные материалы. Этот современный стройматериал, является полноценной заменой серому и скучному асфальту, имея набор множество преимуществ. Среди них: экологически чистый материал без вредных примесей, не выделяет канцерогенов; широкая цветовая гамма, получаемая путём ввода в бетонную смесь различных красителей, из обычного портландцемента производится плитка приглушенных тонов, характерных для природного камня, а из белого цемента - ярких насыщенных тонов; высокая прочность, способность выдерживать большие механические нагрузки, низкая истираемость увеличивают срок эксплуатации и позволяют надолго сохранить ее привлекательный внешний вид; способность выдерживать очень низкие температуры; малая восприимчивость к разрушительному воздействию дождя, ветра и открытого солнца; легко очищается от любых типов загрязнений и нуждается в минимальном уходе; простота укладки и быстрый ремонт [2].

У такого покрытия также есть и недостатки. В сырую погоду поверхность плитки может быть скользкой, а швы не позволяют комфортно передвигаться на велосипеде, роликовых коньках и везти сумки-тележки с маленькими колёсами.

Тротуарная плитка – идеальный вариант для мощения тротуаров, дорожек и приусадебных территорий. Сегодня, трудно представить современный административный центр без тротуарной плитки – площади, перроны, дорожки, площадки возле магазинов и супермаркетов выложены плиточными узорами.

Но, при этих достоинствах, редко можно встретить дворовую территорию с таким покрытием. Почему? Во-первых, при таких огромных площадях застройки, тротуарная мелкоштучная плитка дорогое покрытие, во-вторых, при такой интенсивности движения частных автомобилей, она недостаточно прочна, поэтому как покрытие дворовых территорий не может конкурировать с асфальтом. И для решения этой проблемы, уместным будет обратить внимание на широкоформатную (крупноразмерную) тротуарную плитку. Крупноразмерными считаются плиты с длинной одной из сторон более 600 мм, и толщиной от 60 до 100 мм.

Широкоформатные тротуарные плиты выпускаются прямоугольного (600х300х80 и др.) и квадратного сечения (800х800х100 и др.) изготавливаются из бетона с классом на сжатие от В22 до В35, не армированные и армированные, с учетом строгих требований к дорожным покрытиям,

закрепленных в ГОСТ 17608-91, на предприятиях по производству железобетонных изделий по обычной технологии [3, 4]. Такие прочностные характеристики допускают применять ее для территорий с высокой пропускной способностью, не истираться даже при интенсивной эксплуатации, а простая квадратная форма максимально облегчает процедуру укладки и делает возможным покрывать значительные площади небольшим количеством изделий. Преимущества крупноразмерной плитки над мелкоштучной выявляются в экономном расходе, в меньшем количестве швов, в затрачивании меньшего времени на укладку. А благодаря использованию различных пигментов широкоформатной плитке придают любой цвет или создают имитацию натурального материала (гранита, мрамора), это позволяет реализовывать любые дизайнерские замыслы. Укладка плитки осуществляется на различные основания. При укладке на подготовленное щебеночное основание увеличиваются в разы эксплуатационные характеристики.

Таким образом, при благоустройстве дворовых территорий, проектировщикам следует обратить внимание на широкоформатные тротуарные плиты, как альтернативу другим покрытиям.



Рисунок 1 – Обустройство территории бетонными плитами [2]

Список литературы

1. Дворовая территория: понятие, благоустройство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://znatpravo.ru/vopros-otvet/dvorovaya-territoriya-ponyatie-blagoustrojstvo/

2. Бетонные плиты для дорожек [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://na-dache.pro/landshaftnyj-dizajn/76054-betonnye-plity-dlja-dorozhek-77-foto.html

3. ГОСТ 17608-91. Плиты бетонные тротуарные. Технические условия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://vlcnn.ru/wp-content/uploads/2018/02/GOST-17608-91-BRUSCHATKA.pdf

4. ГОСТ 26633—2015. Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.m-fundament.ru/doc/GOST26633-2015.pdf

ОСОБЕННОСТИ УСИЛЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ, ВОЗВЕДЕННЫХ НА ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТАХ

Украинченко Д.А., канд. техн. наук, Ягофаров Р.Р.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Фундаменты являются главными несущими элементами любого здания или сооружения, так как они воспринимают нагрузку от вышележащих конструкций и передают ее на основание. При этом в силу своего расположения они практически недоступны для освидетельствования. Поэтому надежность работы фундаментов (и основания) при эксплуатации должна быть обеспечена как на стадии проектирования, так и на стадии строительства.

К просадочным грунтам относятся лессы, лессовидные супеси, суглинки и глины, некоторые виды покровных суглинков и супесей, а также в отдельных случаях мелкие и пылеватые пески с повышенной структурной прочностью. Просадочные грунты широко распространены на значительной части территории Украины, республик Средней Азии, Казахстана, Северного Кавказа, Поволжья, Восточной и Западной Сибири.

Проблема просадочных грунтов актуальна и для Оренбургской области, районах прилегающих к Оренбургу. Недостаточное внимание к специфическим свойствам просадочных грунтов может привести к появлению трещин, неравномерной осадки фундаментов и разрушению зданий и сооружений. Прежде, чем говорить об усилении фундаментов на просадочных грунтах, разберемся что такое просадочные грунты, какие показатели и критерии просадочности существуют и каких типов бывают

Согласно ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация к просадочным грунтам следует относить такие типы грунтов, которые при замачивании дают дополнительные деформации – просадку. Нагрузка при этом может быть как от постоянной внешней нагрузке, так и (или) от собственного веса грунта. К просадочным грунтам относят грунты с величиной относительной деформации просадочности >0,01. Относительная деформация просадочности – это отношение разности высот образца грунта природной влажности и образца после его замачивания при заданном давлении к высоте образца природной влажности

Просадочностью грунтов и риск возникновения появления просадочности оцениваются по показателям и критериям

Показатели могут помочь определить склонность грунтов к просадкам, но не смогут помочь в определении количественной величины возможной просадочности грунта. Показатели представляют собой совокупность характеристик грунта.

Одним из показателей является степень влажность, принято считать, что при степени влажности менее 0,8 грунты могут быть просадочными.

Вторым показателем является показатель просадочности. К просадочным относятся пылевато-глинистые грунты, для которых при числе пластичности $1,01<I_p<0,1$; $0,1<I_p<0,14$; $0,14< I_p < 0,22$ показатель просадочности I_{ss} соответственно меньше 0,1; 0,17 и 0,24.

Критерии просадочности связаны с внешними воздействиями, при определенных величинах которых, возможно развитие просадки грунтов. Критериями просадочности являются начальное просадочное давление P_{SL} и начальная просадочная влажность W_{SL}. Критерии просадочности тесно связаны между собой и при комплексном рассмотрении их вместе с относительной просадочностью ε_{SL} дают достаточно полную характеристику просадочных грунтов. Относительная просадочностъ представляет собой отношение изменения толщины слоя грунта при его замачивании под заданным давлением к его первоначальной толщине в природном залегании

Грунт с $\varepsilon_{SL} \leq 0,01$ рассматривается как практически непросадочный.

Начальное просадочное давление P_{SL} представляет собой минимальное давление от фундамента или собственного веса грунта, при котором начинает проявляться при помощи водонасыщении просадка грунта.

За величину начального просадочного давления, по результатам компрессионных испытаний, принимается давление, при котором относительная просадочность $\varepsilon_{SL} = 0,01$ т.е. та величина, ниже которой грунты считаются непросадочными.

Начальная просадочная влажность W_{SL} – это влажность, при которой просадочные грунты, находящиеся под нагрузкой от фундаментов или собственного веса грунта, начинают проявлять просадочные свойства.

Существует два типа просадочности грунтов:

I тип просадочности – это такие грунтовые условия, при которых просадка возможно только от внешней нагрузки, а просадка от собственного веса либо отсутствует, либо не превышает 5 см, что можно не учитывать при расчетах

II тип просадочности – это такие грунтовые условия, при которых помимо просадки от внешней нагрузки, возможно просадка от собственного вес грунта, которая превышает 5 см

Для выбора наиболее выгодного и экономически целесообразного способа усиления фундаментов важно произвести инженерно-геологические изыскания и составить полный технический отчет согласно п 6.3.3.2 СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства. Также необходимо выполнить обследование здания (сооружения) с целью выявить причины возможных деформация здания (неравномерные осадки, трещины, крены, местные повреждения конструктивных элементов и т.п). Получить данные геодезических наблюдений за осадками здания и также о деформациях соседних зданий, находящихся в аналогичных инженерно-геологических условиях. Также на выбор способа усиления фундаментов эксплуатируемого здания, которое возведено на просадочных грунтах и имеющего недопустимые деформации следует учитывать следующие условия:

а) характера проявления деформаций наземных конструкций

б) типа здания (сооружения) по характеру производственного процесса и вероятности обводнения грунтов основания, в том числе:

1) зданий (сооружений) с технологическим процессом, сопровождающимся регулярным разливом воды или водных жидкостей на отдельных участках или на всей его площади;

2) зданий (сооружений), не имеющих технологического процесса с регулярным разливом воды и других жидкостей, но оснащенных водонесущими сетями и имеющих устройства с использованием водосодержащих технологий, а также помещения бытового назначения с душевыми кабинами, умывальными, туалетами и т.п.;

3) зданий (сооружений), не оснащенных водонесущими сетями и устройствами за исключением систем наружного водоотвода и ливневой канализации с расположением наружных водонесущих сетей на расстояниях, превышающих глубину просадочной толщи в 1,5 раза;

в) наличия (отсутствия) внешних постоянно действующих или возможных (аварийных) источников замачивания грунтов основания (водохранилищ, градирен, бассейнов, прудов-накопителей, отстойников, резервуаров и т.п.), расположенных вблизи объекта усиления;

г) продолжающихся утечек воды из неисправных водонесущих сетей и сооружений водопровода и канализации, теплоснабжения, ливнесборников, выпусков ливневой и бытовой канализации и т.п.:

д) поднятия уровня подземных вод (постоянного или сезонного);

е) ежегодного затопления территории застройки паводковыми водами;

ж) нарушения условий естественного стока атмосферных и талых вод вследствие отсутствия необходимой вертикальной планировки застроенной территории;

и) бесконтрольного полива зелёных насаждений.

Работы по усилению фундаментов эксплуатируемых зданий, имеющие недопустимые деформации вследствие просадки грунтов основания, следует выполнять после выполнения комплекса инженерных мероприятий по устранению дальнейшего замачивания, снижения факторов перечисленных выше, а также геодезического подтверждения стабилизации осадок фундаментов и деформации наземных конструкций. Если по обоснованным причинам нельзя исключить замачивания грунтов, следует разработать технические решения для максимально возможного снижения утечек воды в грунт и усиления (приспособления) конструкций здания (сооружения) для восприятия им усилий и воздействий, вызванных деформациями основания.

Исходя из всего вышеперечисленного можно сказать что, необходимо учитывать большое количество факторов, прежде чем выбирать способ усиления фундаментов.

Список литературы

1. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация.
2. СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства
3. Расчет оснований и фундаментов по деформациям с учетом просадки грунтов [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению 08.03.01 Строительство / сост. Д. А. Украинченко; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. строит. конструкций. - Оренбург : ОГУ. - 2021