

СЕКЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ, ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИК И ИСПЫТАНИЯ СООРУЖЕНИЙ

*Студент магистратуры 2 года обучения 4 группы ИСА Аксёнов И.С.
Научный руководитель – зав. ИЛ СПКиФС Р.Г. Алекперов*

УВЕЛИЧЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕРМОПРОФИЛЯ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВОЙ ГЕОМЕТРИИ ТЕРМОРАЗРЫВОВ

1. Предмет исследования

В настоящее время ЛСТК широко применяются во многих зарубежных странах. Так, приходящаяся на них доля строительства в жилищном секторе составляет: в США - до 15%, в Великобритании – 20%, в Швеции – 15%, в Канаде – 10%, растет она также и в России [1, 2].

На сегодняшний день наиболее актуальным методом применения ЛСТК для строительства в России является изготовление на их основе навесных стеновых панелей. Важной особенностью таких панелей является их термическая неоднородность: элементы каркаса образуют мостики холода, что может стать причиной возникновения проблем при эксплуатации панели в зимних условиях. Для того чтобы их избежать, в конструкции панели применяются термопрофили, которые отличаются наличием перфораций в стенке (рисунок 1) [3].

В лаборатории светопрозрачных конструкций и фасадных систем были исследованы образцы ЛСТК панелей. Результаты показали, что несмотря на применение в их конструкции термопрофилей, в зонах расположения элементов каркаса панель слишком сильно промерзает. При этом возник вопрос: возможно ли снизить эффект мостика холода, создаваемого металлическими элементами каркаса панели, путем изменения этих элементов? Использованные в исследованных панелях термопрофили имели стандартную геометрию терморазрывов. Обзор литературы показал, что не было проведено исследований, в которых бы делалась попытка найти новую, более эффективную форму этих терморазрывов.

2. Объект исследования

Целью исследования стал поиск новой геометрии терморазрывов в стенке термопрофиля, которая привела бы к снижению его теплопроводящей способности в сравнении со стандартным просечным профилем



Рис. 1. Термопрофиль

при сохранении несущей способности. Данное исследование проводилось на примере С-образного сечения размеров 150x50x1.2 мм.

3. Теоретическое исследование

Для начала были проведены теоретические изыскания. В программном комплексе COMSOL Multiphysics были построены и исследованы на теплопроводящую и несущую способность модели термопрофилей длиной 3 м с различной конфигурацией терморазрывов. В качестве эталона, с которым сравнивались новые модели, служила модель стандартного просечного профиля (рисунок 2а). В результате параметрических исследований различных вариантов были отобраны две наиболее перспективные модели - Ст1 (рисунок 2б) и Ст2 (рисунок 2в).

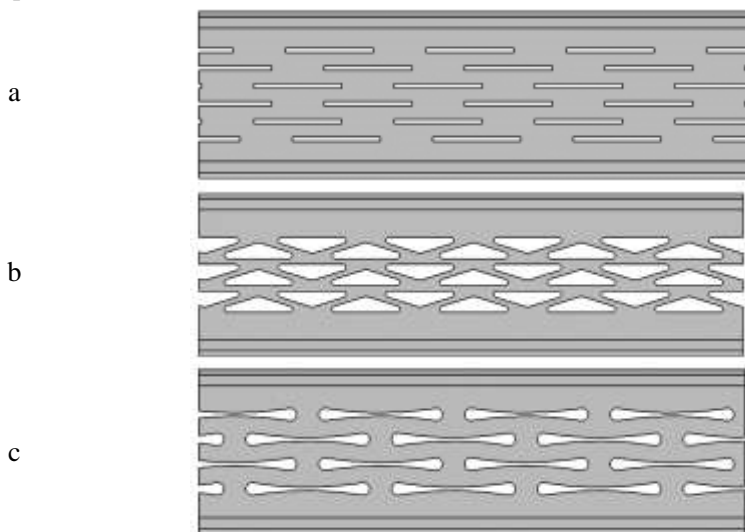


Рис. 2. Модели термопрофилей: *a* – стандартного просечного; *b* – с треугольной геометрией терморазрывов (Ст1), *c* – с гантелеобразной геометрией терморазрывов (Ст2)

4. Экспериментальное исследование

В испытательной лаборатории светопрозрачных конструкций и фасадных систем (НИУ МГСУ) был проведен эксперимент по сравнению термического сопротивления разработанных на предыдущем этапе термопрофилей со стандартным просечным профилем. Для этого была собрана тестовая панель, которая представляла собой деревянную раму с установленными в нем образцами (стандартного просечного профиля и профилей Ст1 и Ст2), заполненную минеральной ватой и зашитую гипсокартонными листами. Тестовая панель была установлена на климатический стенд, который понизил температуру воздуха с одной ее стороны до -18°C . После того, как тепловой поток, проходящий через панель,

стал стационарным, была начата запись показания датчиков температуры и теплового потока, заранее установленных на панели в местах расположения исследуемых термопрофилей. Запись длилась три часа с интервалом в 1 минуту. По ее завершении собранные данные были импортированы в компьютер и усреднены.

На их основе было определено термическое сопротивление тестовой панели в местах расположения каждого из трех исследуемых образцов. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Образец	Данные и результаты эксперимента				Отн. R, %
	$\bar{t}_в/\bar{t}_н, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$\bar{q}, \text{Вт/м}^2$	R, $\text{м}^2\text{C/Вт}$	
Прос. проф.	+19.0/-13.8	32.8	33.15	0.99	100
Ст1	+19.3/-17.1	36.4	29.98	1.21	122
Ст2	+19.1/-16.9	36.0	33.01	1.09	110

5. Заключение

1) Было экспериментально доказано, что разработанные модели ЛСТ профилей имеют более высокое термическое сопротивление в сравнении со стандартным просечным профилем: Ст1 – на 22%, Ст2 – на 10%.

2) Использование новых моделей ЛСТ позволит проектировать и применять стеновые панели в районах с более высокими требованиями норм к тепловой защите зданий без затрат на дополнительную теплоизоляцию.

3) Также в результате исследования был предложен новый метод образования терморазрывов при производстве термопрофилей, позволяющий значительно увеличить несущую способность термопрофиля в приопорной зоне.

Работы в данном направлении будут продолжены. Запланированы исследования и лабораторные испытания с целью дальнейшего повышения сопротивления теплопередаче стеновых панелей на основе ЛСТК.

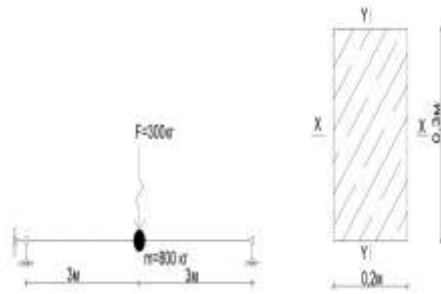
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Жмарин Е.Н.* Международная ассоциация легкого стального строительства / Е.Н. Жмарин // Интернет-журнал «Строительство уникальных зданий и сооружений». - 2012. - №2. - С. 27-30.
2. *Якубсон В.* Санкт-Петербург как Российский центр изучения ЛСТК / В. Якубсон // Инженерно-строительный журнал. - 2009. - №6. - С. 2-3.
3. *Veljkovic M. and Johansson B.* Light steel framing for residential buildings / M. Veljkovic and B. Johansson // Thin-Wall Str. - 2006. - №44. - P. 1272 – 1279.

РАСЧЕТ БАЛКИ НА ДЕЙСТВИЕ ВНЕЗАПНО ПРИЛОЖЕННОЙ НАГРУЗКИ

В предлагаемой работе рассмотрено получение численного решения задачи о поперечных колебаниях балки под действием внезапно приложенной нагрузки.

Применение методов Рунге-Кутты [1] и метода центральных разностей [2] проиллюстрируем на примере системы с одной степенью свободы. На рис.1 показана шарнирно опертая невесомая балка с массой, расположенной в центре. Пролет балки – 6 м; жесткость при изгибе $EI = 1.35 \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{м}^2$; $m = 800 \text{ кг}$.



Пусть к массе внезапно приложена сила $F = 3 \text{ кН}$.

Дифференциальное уравнение поперечных колебаний системы с одной степенью свободы под действием внезапно приложенной постоянной нагрузки по

Рисунок 1

[1]:

$$\ddot{y} + \omega^2 y = \frac{F}{m} = \text{const}; \tag{1}$$

где y – значение отклонения массы от положения равновесия;
 ω – частота свободных колебаний.

Для нашей задачи $\omega^2 = 375 \text{ (1/с}^2\text{)}$, период свободных колебаний:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 0.325;$$

Для использования метода Рунге-Кутта выполним замену дифференциального уравнения второго порядка (1) на систему двух дифференциальных уравнений первого порядка, введя новые переменные $y_1=y$ и $y_2=y'$ [1]:

$$\begin{cases} \dot{y}_1 = y_2 \\ \dot{y}_2 = \frac{F}{m} - \omega^2 y_1 \end{cases} \tag{2}$$

Система (2) решается с учетом начальных условий. Будем считать, что система до приложения нагрузки находилась в состоянии покоя. Тогда при $t = 0$ $y_1 = 0$ и $y_2 = 0$.

Значение перемещения массы на k+1 временном слое может быть получено с учетом известного перемещения на k-ом временном слое y_k и вычисленного приращения.

Метод Рунге-Кутты первого порядка или метод Эйлера достаточно прост в использовании, но значительно уступает в точности решения методу Рунге-Кутты четвертого порядка. В своей работе мы использовали последний.

Второй численный метод, использованный нами – метод центральных разностей (МЦР) [2].

Он основан на аппроксимации (приближенной замене) производных разностными уравнениями.

Заменив вторую производную в уравнении (1) на

$$\ddot{y} = \frac{1}{\Delta t^2} (y_{t-\Delta t} - 2y_t + y_{t+\Delta t}); \quad (3)$$

само уравнение (1) запишем так:

$$y_{t+\Delta t} = \frac{F}{m} \Delta t^2 + (2 - \Delta t^2 \omega^2) y_t - y_{t-\Delta t}. \quad (4)$$

Особенностями метода центральных разностей является то, что:

- кроме учета начальных условий необходимо предварительно вычислить значение $y_{0-\Delta t}$;

- метод чувствителен к шагу интегрирования Δt .

Шаг интегрирования примем $\Delta t = 0,01 \text{ с} < 0,1T$.

Записав по [2] выражение для скорости движения массы:

$$\dot{y} = \frac{1}{2\Delta t} (-y_{t-\Delta t} + y_{t+\Delta t}), \quad (5)$$

покажем процедуру вычисления $y_{0-\Delta t}$. С учетом $y_0 = 0$ по (1) при $t=0$:

$$\ddot{y} = \frac{F}{m}; \quad (6)$$

Из уравнения (5) при $\dot{y} = 0$:

$$y_{t-\Delta t} = y_{t+\Delta t}; \quad (7)$$

Подставив (6), (7) в (3) получим:

$$y_{0-\Delta t} = \frac{\Delta t^2 F}{2m}; \quad (8)$$

Результаты решения сведены в таблицу 1.

Таблица.1

Результаты расчета

t, сек	0.08	0.16	0.24	0.32
Рунге-Кутта	0.009784	0.019991	0.010648	0.000037
Метод Центральных Разностей (МЦР)	0.009808	0.019993	0.010575	0.000029

Аналитическое решение (1)	0.009784	0.019991	0.010648	0.000037
Погрешность Р-К	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Погрешность МЦР	0.245	0.012	0.682	22.277

Выводы. Все вычисления были выполнены в пакете Microsoft Excel. Рассмотренные выше методы не сложны в программировании и демонстрируют высокую точность, что позволяет рекомендовать их к использованию в учебном процессе и инженерной практике.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *А.В.Александров, В.Д.Потапов, В.Б.Зылев.* Строительная механика. Книга 2: Динамика и устойчивость упругих систем. -М. Высш.шк. 2008 – 384 с,
2. *К.Батэ, Е.Вилсон., Соловьёв А.К. Стецкий С.В.* Численные методы анализа и метод конечных элементов. М. Стройиздат, 1982 – 448 с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРИЛЬНОГО ОГРАЖДЕНИЯ НА ДЕЙСТВИЕ РАВНОМЕРНО РАСПРЕДЕЛЕННЫХ И СОСРЕДОТОЧЕННЫХ НАГРУЗОК

Перильное ограждение из стеклопластикового материала – композитные перила назначены для создания ограждение между пешеходными или транспортными зонами и прилегающими к этим зонам перепадами высот либо другими объектами строительства. Цель данного эксперимента состоял в определении прочности и характера деформирования конструкции композитного перильного ограждение при действии сосредоточенно равномерно распределенных нагрузок, предусмотренных СП 35.13330.2011 “Мосты и трубы”. Образцы конструкции композитного перильного ограждения состоящие из (рис 1):

- регулярной секции из композитного перильного ограждения длиной 3 м, высотой 1,1 м
- Подпятника из нержавеющей стали AISI 304

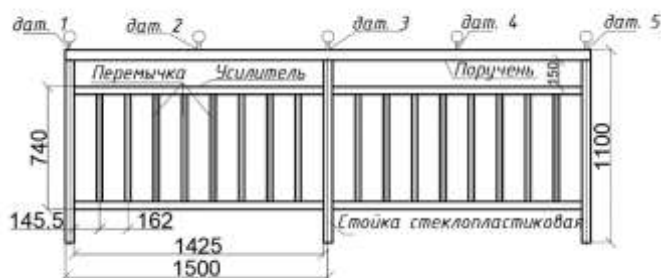


Рис. 1. Регулярная секция из композитного материала.

Проводилась три вида нагрузок и схемы нагружения на шести образцах перильного ограждения (Рис. 2.):

1. Нагружение равномерной распределенной по длине перила вертикальной и горизонтальной нагрузкой – 1кН/м
2. Нагружение сосредоточенной вертикальной нагрузкой -1,27кН
3. Нагружение сосредоточенной горизонтальной нагрузкой -1,27кН



1. Первый вид нагружения



2. Второй вид нагружения



3. Третий вид
нагружения

Рис. 2 Виды нагружений

Контролировалось максимальное перемещение перильного ограждения в горизонтальном и вертикальном направлении, наличие или отсутствие видимых признаков разрушения конструкции под контрольной нагрузкой каждого нагружения и после снятия контрольной нагрузки.

Нагружение перильного ограждения осуществлялось поэтапно, равными ступенями нагрузки до процесса достижения контрольной нагрузки с выдержками нагрузки и регистрацией параметров на каждой ступени.

В результате эксперимента получены следующие результаты:

1. Максимальное перемещение на нагружение вертикальной сосредоточенной нагрузкой составлял 3,50 мм в середине пролета и на краю пролета перемещение составил 0,61 и 0,52 мм при контрольной нагрузке 1,27 кН. Не выявлено видимые признаки разрушения.

2. Максимальное перемещение на нагружение горизонтальной сосредоточенной нагрузкой на уровне контрольной нагрузки 1,27кН, в точке приложения нагрузки составил 39,76 мм и на самом крайнем точке от точки приложения нагрузки перемещение составил 8,10 мм. Не было признаки разрушения.

3. При нагружении вертикальной равномерно распределенной нагрузкой равным 1кН/м и при горизонтальной сосредоточенной нагрузке равным 1,27кН, вертикальные перемещение в 6-ти образцах на середине пролета составило 1,78-1,94 мм и над стойках составил 0,08-0,51мм (таб. 1). При горизонтальных нагрузках все образцы разрушились (рис. 3.) в районе 0,8кН и максимальные горизонтальные перемещение составило от 42-57 мм. Таб. 1. Результаты испытания на равномерно распределенную вертикальную нагрузку образца №1.

Та
бл
иц
а 1
Ре
зу
ль
тат
ы

Этап	На- грузка (кН/м)	Вертикальные перемещения по датчикам линейного перемещения (мм)				
		1	2	3	4	5
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,50	0,05	0,87	0,23	0,92	0,04
3	1,00	0,14	1,81	0,37	1,87	0,11

испытаний



Рис. 3. Характер разрушение образца

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 35.13330.2011 “Мосты и трубы”
2. СТО 2296-001-17454076-2015 “Композитные перильные ограждения”

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛАСТОМЕРОВ

В крупных городах остро стоит вопрос о комфортном пребывании людей в различных сооружениях и помещениях, которые могут быть подвержены избыточному уровню влияния шума и вибрации. Справиться с этой проблемой помогают вибродемпфирующие материалы. Такими материалами являются маты из эластичных пластмасс или из натурального или синтетического каучука (резина). В настоящее время все большее распространение получают пенополиуретановые материалы. Но имея ячеистую структуру со смешанными или открытыми порами, они подвержены избыточному водонасыщению, что при воздействии отрицательных температур приводит к замерзанию воды в порах и дальнейшему вспучиванию материала. Это фактор может повлиять на свойства и характеристики материалов. Такая проблема особа актуальна в нашей стране, где большая часть территории находится в зоне вечной мерзлоты и не редки перепады температур.

Чтобы проверить влияние климатических факторов на динамические характеристики эластомеров был проведен сравнительный анализ эффективности в различных условиях работы. Для проведения испытаний был выбран резонансный метод (ГОСТ 16297-80. Материалы звукоизоляционные и звукопоглощающие). Для данного исследования были использованы вибродемпфирующие материалы типа Getzner Sylomer SR11 и Getzner Sylodyn NF. Эти материалы обладают различной пористой структурой. Sylomer имеет открытые поры, а Sylodyn напротив закрытые. Образцы имели размеры 10X10 см., толщиной 25мм., при нагрузке 2, 5 и 10 кН/м². Работа проводилась на вибрационном столе по следующей схеме(рис. 1):

на первом этапе испытывались образцы в сухом состоянии;

на втором этапе образцы погружались в воду и пригружались нагрузкой 2 кН/ м². По истечении двух суток, образцы повторно испытывались на вибрационном столе;

на третьем этапе материалы вновь выдерживались под нагрузкой в воде в течении суток, а после помещались в морозильную камеру на 3 дня при температуре -18°С.



Рис. 1. Схема испытания материалов на виброизоляционном столе

После испытания образцов на третьем этапе, и определения их динамические характеристики были составлены протоколы испытаний и построены диаграммы эффективности для каждого из виброизоляционных материалов. На рисунке 2 показан сравнительный график эффективности Sylomer SR 11 в частотном диапазоне от 0 до 200 Гц. На диаграмме видно, что насыщение материала водой не сильно сказалось на эффективности виброизоляции, однако при замерзании материал значительно потерял в своей эффективности, что негативно скажется на состоянии людей находящихя в здании, а также на

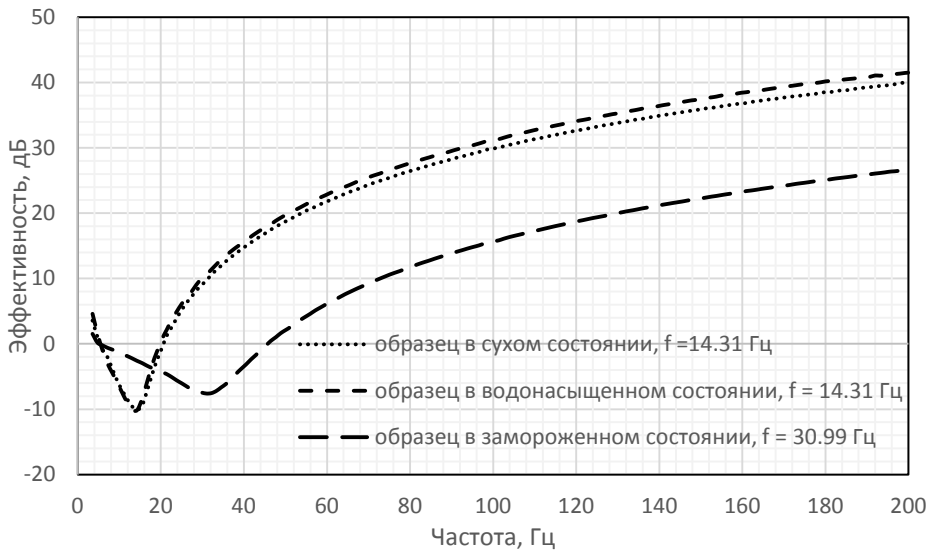


Рис. 2. График эффективности Sylomer SR 11

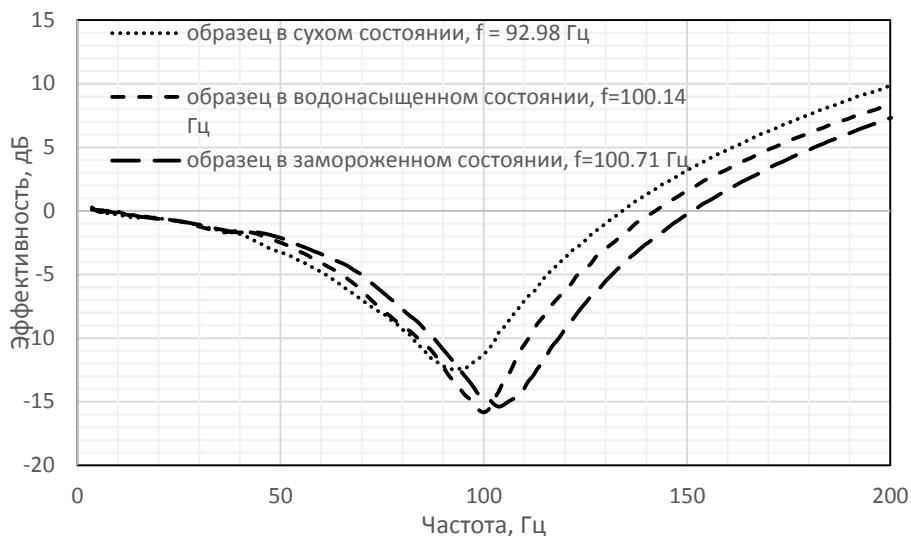


Рис. 3. График эффективности Sylodyn NF

высокоточном оборудовании, которое может там находиться. Материал Sylodyn NF показал незначительное ухудшение эффективности виброизоляции, что обусловлено закрытым строением пор. Также была измерена масса воды, впитанной образцами за время нахождения в воде. Масса SR 11 увеличилась на 100 г., тогда как Sylodyn NF впитал лишь 2 г. воды.

После обработки полученных результатов, и сравнении графиков эффективности в различных состояниях, можно сделать вывод: образцы, имеющие закрытую структуру пор, наиболее хорошо сохраняют свои вибродемпфирующие свойства. Этого нельзя сказать о материалах с открытыми порами, они более подвержены влиянию влажной среды и низких температур, что приводит к значительному снижению их защитных характеристик.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 16297-80. Материалы звукоизоляционные и звукопоглощающие.
2. Вибрации в технике: Справочник. В 6-ти т./Ред. совет: В. Н. Челомей (пред.). — М.: Машиностроение, 1981. — Т. 6. Защита от вибрации и ударов /Под ред. К. В. Фролова. 1981, - 456 с.
3. *Нашиф А., Джоунс Д., Хендерсон Дж.* Демпфирование колебаний / Пер с англ. М.: Мир, 1988.

КОНТРОЛЬ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА БУРОИНЪЕКЦИОННЫХ СВАЙ

С 2014г. по настоящее время производится реконструкция и реставрация государственного Политехнического музея.

На одном из этапов в составе работ требовалось выполнение контроля прочности бетона буроинъекционных свай усиления фундаментов здания. Исследования в рамках договора проводились специалистами лаборатории ОРЗиС МГСУ [1].

В соответствии с техническим заданием были поставлены следующие задачи:

1. Установить фактическую прочность бетона буроинъекционных свай усиления ультразвуковым методом в доступных местах (для 1509 участков); оценить соответствие полученных характеристик требуемым по проекту.

2. Определить аналогичные свойства бетона для наклонных буроинъекционных свай усиления по образцам (кернам), отобранным из конструкций; для испытаний Заказчиком были предоставлены 33 образца, с сопровождающими протоколами выбуривания.

Для решения первой задачи применялся ультразвуковой метод поверхностного прозвучивания в соответствии с [2] и использованием прибора «ПУЛЬСАР-1.1». Предварительно, по результатам параллельных испытаний на каждом участке конструкций, исследованном ультразвуковым методом и методом отрыва со скалыванием, была построена частная градуировочная зависимость «скорость распространения ультразвука – прочность бетона» [2], [3]:

$$R_i = 0,0092 \times V_{m,i} - 9,7343 \quad (1)$$

Участки, подвергнутые ультразвуковым испытаниям, располагались на доступной боковой бетонной поверхности конструкций, преимущественно в местах проходки шурфов (в отдельных случаях для обеспечения доступа к бетону сваи производилась вырезка фрагментов металлических обсадных труб). Участок перед проведением испытаний тщательно очищался от грунта и иных загрязнений.

На каждом участке испытания выполнялось несколько измерений скорости распространения ультразвука в двух взаимно перпендикулярных направлениях, фиксировалось среднее значение скорости распространения ультразвука по направлению $V_{i,j}$.

Затем, используя градуировочную зависимость (1), определялось значение прочности бетона R_i на участке.

Для анализа соответствия фактического класса бетона контролируемой конструкции проектному классу бетона использовалась формула из п.7.5 правил оценки прочности бетона [4]:

$$B_{\phi} = 0,8 \times R_m \quad (2)$$

Кроме того, была выполнена совокупная статистическая обработка результатов, полученных в ходе ультразвуковой проверки прочности бетона 1509 свай Св1 в рамках указанного договора 2017г., и результатов, полученных для 489 свай Св1 по договору 2016г., всего 1998 свай. Статистическая обработка результатов неразрушающего контроля выполнена в соответствии с разделом 6 [4], полученные результаты представлены на рис.1 и в таблице 1.

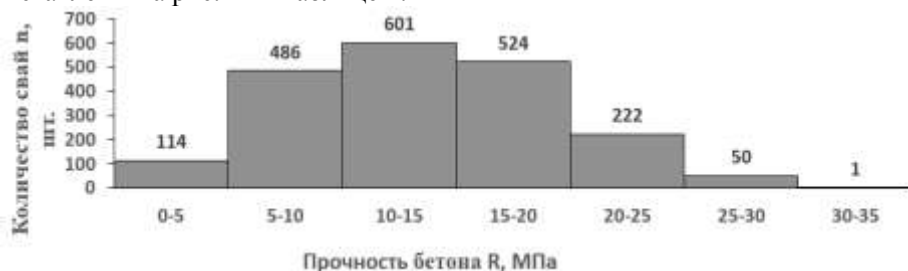


Рис.1 Распределение числа свай Св1 в зависимости от их прочности

Таблица 1

Прочность бетона свай, (R) [МПа]	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35
Число свай, [шт.]	114	486	601	524	222	50	1
Число свай, в % от общего числа свай	5,70 5	24,3 2	30,0 8	26,2 3	11,1 1	2,50	0,05
Коэффициент вариации прочности бетона для 1998 свай (\square_m)	50,9 %						

Результаты приведенные выше показали, что:

- прочность бетона проверенных буроинъекционных свай Св1 крайне неоднородна, коэффициент вариации более, чем в три раза превосходит допустимое значение $\square_m=16\%$ (из таблицы 2 [4]) и составляет $\square_m=50,9\%$;

- наибольшее значение прочности бетона $R_{max}=30,8$ МПа, соответствующее фактическому классу бетона $B_{\phi}=24,6$ МПа, было определено в единственной свае из 1998 штук;

- наименьшее значение прочности составило $R_{\min}=2,4$ МПа, что соответствует фактическому классу бетона $V_{\phi}=1,9$ МПа и расходится с проектным значением В25 на 92,4%;

- среднее значение прочности бетона было установлено как $R_{\text{ср}}=13,69$ МПа (при общем количестве проверенных свай 1998 шт.), что соответствует фактическому классу бетона $V_{\phi}=10,95$ МПа при проектном значении В25;

Выводы.

1. Контроль прочностных характеристик буроинъекционных свай Св1 установил их полное несоответствие проектным значениям. Фактический класс бетона проверенных свай V_{ϕ} был определен в 100% случаев ниже проектного В25 и находится в диапазоне от 1,9 МПа до 24,6 МПа

2. В процессе исследования буроинъекционных свай Св1 были обнаружены множественные дефекты, связанные с некачественным выполнением работ по бетонированию конструкций:

- a. неоднородность состава бетона,
- b. наличие полостей, в том числе заполненных грунтом,
- c. инородные включения в бетоне,
- d. смещение арматурного каркаса,
- e. дефекты формы свай,
- f. повреждения свай низкой прочности при проходке шурфов, приведшие к уменьшению их поперечного сечения.

3. Функциональное назначение в качестве конструкций свайного усиления фундаментов здания исследованные сваи исполнять не могут.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технический отчет по теме: «Сплошной контроль прочности бетона в буроинъекционных сваях усиления Св1 неразрушающими методами и Св1Н1, Св1Н2, Св1Н3 по образцам (кернам), отобранным из конструкции, на объекте «Политехнический музей». Москва 2017.

2. ГОСТ 17624-2012 Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности.

3. Улыбин А.В. О выборе методов контроля прочности бетона построенных сооружений // Magazine of Civil Engineering, №4, 2011.

4. ГОСТ 18105-2010 Бетоны. Правила контроля и оценки прочности.

Студентка 2 курса 13 группы ИГЭС Червякова А. Д.

Студентка 2 курса 11 группы ИГЭС Кургузова Е. В.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. А. В. Пашков

ДИНАМИКА ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ТЕЛА С ПЕРЕМЕННЫМИ ИНЕРЦИОННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ В ГИДРОТЕХНИКЕ

Турбина в ГЭС – это основной преобразователь энергии движущейся жидкости в механическую энергию вала. Последние сто лет внесли относительно небольшой вклад в совершенствование строения гидротурбины. Хотя максимальные значения КПД находятся в диапазоне 94÷95% (для осевых турбин), 96÷97% (для радиально-осевых турбин), дальнейшая оптимизация гидротурбин затруднена. Кроме этого, данные значения достигаются лишь в ограниченном интервале режимов турбины. Это связано в первую очередь с тем, что в обычном режиме работы они применяются в широком диапазоне изменения напоров и мощности. Ввиду этого оптимизация работы гидротурбины должна подразумевать не столько повышение КПД, сколько работу гидротурбины при данных высоких значениях коэффициента полезного действия во всем многообразии режимов ее работы.

Вторая проблема оптимизации работы гидротурбины связана с расширением области изменяемых значений мощностей машин с жестко закрепленными лопастями.

Решение данных задач становится возможным благодаря использованию современных электрических двигателей, генераторов и силовой электроники, позволяющих конструировать агрегаты гидроэлектростанций, которые работают с переменной частотой вращения на базе известных типов гидротурбин (табл. 1). Данные генераторы используются как для решения первой, так и для решения второй задачи. Необходимо учитывать, что решение второй задачи требует также проектирования соответствующих лопастных систем.

Для получения переменной частоты вращения необходимо оснастить гидроблок вместо синхронного 12 генератора (и двигателя) асинхронной машиной с трехфазным переменным током, что влечет за собой изменение характера поля (магнитное вместо статического), окружающего ротор машины, который, в свою очередь влияет на изменение частоты тока путем изменения скорости вращения.

Для того, чтобы данное техническое решение имело место, применяется генератор, оснащенный цилиндрическим ротором, имеющий комплект коллекторных колец с преобразователем частоты тока, который изменяет скорость.

Необходимо понимать, что переменная частота вращения не влияет на коэффициент полезного действия турбины, но при ее изменении можно достичь работы турбины с максимальным коэффициентом полезного действия при разных эксплуатационных напорах. Вследствие повышения средневзвешенного КПД следует увеличение получения энергии от постоянного объема воды, проходящего через лопасти турбины.

Таблица 1

Классификация турбин

Тип гидротурбины	Преимущества	Недостатки
Поворотно-лопастная	Возможность менять угол поворота лопастей, обеспечивая максимальный КПД	
Радиально-осевая	КПД в пределах 96÷97%	Для эффективной работы турбины она должна быть полностью погружена в воду
Ковшовая турбина	Данная турбина применяется при больших напорах, и относительно малых расходов воды	Не применяется при малых напорах; необходимо учитывать качество воды, поскольку частой причиной раннего износа являются частицы малого размера, которые поступают на турбину вместе с водой.

Стоит отметить, что при увеличении эффективности использования потока воды уменьшаются гидродинамические нагрузки на основные элементы проточного тракта, что, в свою очередь, увеличивает показатели надежности оборудования и продлевает срок эксплуатации.

Во время использования действующих ГЭС бывают случаи, когда значения собственной частоты колебаний агрегата находятся в одинаковых диапазонах с частотой возмущающейся гидродинамической силы. Ввиду малой осевой жесткости гидроагрегата частота его собственных колебаний в осевом направлении, как отмечается выше, находятся в одинаковых диапазонах с лопастной частотой действующей гидродинамической силы. Причиной данной сниженной осевой жесткости являются неподходящие решения данной проблемы, которые уже имеются в разработке проекта турбины.

Решение вопроса об исключении повышенных вибраций заключается в изменение собственных частот осевых колебаний агрегата за счет обновления строения подпятника с его жесткостью и увеличением массы вращающихся частей. Но если работа агрегата возможна с переменной частотой, тогда за счет трансформации оборотной частоты возможно повлиять и на лопастную частоту.

Применение переменной частоты вращения для обратимых гидромашин (ОГ)

ОГ характеризуются тем, что ночью они работают в насосном режиме, а утром и вечером (пик электропотребления) – в турбинном режиме. При этом максимальные значения КПД разные при различных режимах работы. При сравнении режимов следует отметить, что оптимум турбинного режима достигается на 10–12% меньших приведенных оборотов, чем оптимум насосного режима. Для выравнивания наибольших КПД считается, что ОГ необходимо работать в турбинном режиме с частотой вращения на 10–12% меньшей, чем в насосном режиме. Общий коэффициент полезного действия увеличится на 1–2%.

Выводы.

Применение генераторов с переменной частотой вращения дает следующие преимущества:

- регулирование диапазона мощностей;
- снижение повышенных вибраций и исключение резонанса;
- установка данного генератора на ОГ, что позволяет сблизить оптимумы насосного и турбинного режимов.

Таким образом, данное техническое решение позволяет достичь высоких показателей, как по производительности, так и по себестоимости и экономической эффективности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Васильев Ю.С.* Энергетика России: из XX в XXI век. Перспективы развития гидроэнергетики. // Гидротехника XXI век №3, 2012, С. 5357.
2. *Шакарян Ю.Г., Сокур П. В., Плотникова Т.В., и др.* Оптимизация работы гидротурбины посредством применения переменной частоты вращения // Гидротехническое строительство, 2013, № 2, С. 2-8
3. *Никитина М. И.* Перспектива применения гидрогенераторов с переменной частотой вращения // СПбПУ Петра Великого, 2017, С. 56

Студент 4 курса 14 группы ИСА Кудряцев М.В.

Студент 4 курса 5 группы ИСА Мошников М.С.

Научный руководитель - доц., к-т техн. наук, доц. А.Н. Шувалов

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОЙ АРМАТУРЫ ИЗ СТАЛЬНОГО СЕРДЕЧНИКА С ОБОЛОЧКОЙ ИЗ СТЕКЛОКОМПОЗИТА

Производство строительных материалов не стоит на месте, активно развивается и продвигает свою свежо созданную продукцию в обширную строительную отрасль. Это связано с высоким уровнем индустриализации городов. Создаются новые виды материалов и систем на основе их, взамен устаревших предшественников, которые позволяют увеличить темпы строительного производства, повысить надежность зданий и сооружений, обеспечить наиболее длительный срок эксплуатации, возможность применения в более сложных условиях эксплуатации за счёт своих усовершенствованных характеристик.

Композитная арматура является одним из перспективных современных материалов. Существует несколько основных видов данного материала, которые различаются по типу непрерывного армирующего наполнителя

АКП:стеклокомпозитная; базальтокомпозитная; углекомпозитная; арамидокомпозитная; комбинированная композитная.

Современными исследователями проведено множество экспериментов по изучению свойств композитной арматуры. В данной статье рассматривается комбинированная композитная арматура, ранее не описанная в открытых литературных источниках. Отличительной особенностью является наличие стального сердечника в виде арматурного стержня с наружным слоем из стеклокомпозита. (рис.1)

Образец был подготовлен к испытанию по ГОСТ 31938-2012 на осевое растяжение и заанкерован в стальные муфты с применением цементно-песчаного раствора. Предварительно для испытуемого образца был определен номинальный диаметр [1].

По результатам испытаний на растяжение была получена диаграмма «Напряжения/Нагрузка – деформация», используемая для определения характеристик по зарегистрированным параметрам на каждом этапе на-

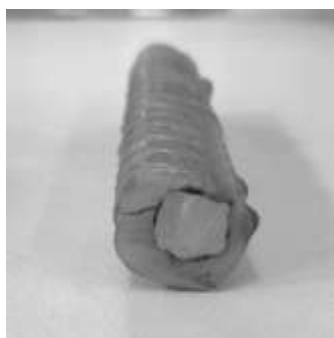


Рис. 1. Комбинированная арматура.

гружения. Наибольший интерес вызывает характеристика модуля упругости при растяжении комбинированного стержня. Величина модуля упругости материала стального сердечника и наружного слоя (оболочки) отличается в ~4 раза: модуль упругости стали - $E_{с.с.}=2,1 \cdot 10^5$ МПа, стеклокомпозита - $E_{комп.}=5 \cdot 10^4$ МПа. Перед испытанием на растяжение на образце был установлен контактный экстензометр (КЭ), который удалялся при достижении в сечении комбинированного стержня напряжения 400 МПа. После удаления КЭ, деформации фиксировались по перемещению обжимных стальных муфт. Полученные в результате испытаний по ГОСТ 31938-2012 характеристики АКК, стального сердечника и стеклопластиковой оболочки приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты испытаний

Определяемые характеристики	АКК	Сталь	Оболочка
Номинальный диаметр, мм	15	8	—
Площадь поперечного сечения, мм ²	176,63	50,24	126,39
Модуль упругости при растяжении, МПа	$1,35 \cdot 10^5$	$2,1 \cdot 10^5$	$5 \cdot 10^4$
Предел прочности при растяжении, МПа	820	680	1000
Предел текучести (физический), МПа	—	590	—

Для проведения сравнительного анализа были сопоставлены диаграммы деформирования АКК, стального сердечника и оболочки, полученные по данным КЭ (рис. 2).

Теоретическая нагрузка, воспринимаемая стальным сердечником ($N_{с.с.}$) и композитной оболочкой ($N_{комп.}$) комбинированного стержня на различных характерных этапах нагружения была получена аналитически из условия совместности деформаций (ϵ_i) отдельных компонентов на начальных (i) этапах нагружения [2]. Деформация отдельных компонентов приравнивалась к деформациям комбинированного стержня (ϵ_i), полученного по данным КЭ. Расчеты производились по формулам, где $A_{комп.}$ - площадь поперечного сечения оболочки из

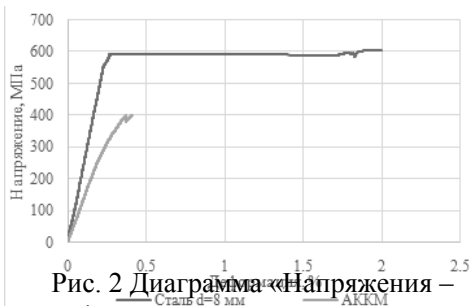


Рис. 2 Диаграмма «Напряжения – деформация»

стеклокомпозита, $A_{с.с.}$ - площадь поперечного сечения стального сердечника (1), (2).

$$N_{комп.} + N_{с.с.} = E_{комп.} \cdot \epsilon_i \cdot A_{комп.} + E_{с.с.} \cdot \epsilon_i \cdot A_{с.с.} \quad (1)$$

$$\Delta N = \frac{N_{\text{факт.}i} - (N_{\text{комп.}i} + N_{\text{с.с.}i})}{N_{\text{факт.}i}} \cdot 100\% \quad (2)$$

Результаты сравнения приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты сравнения

Этапы нагружения	$N_{\text{комп.}}$, кН	$N_{\text{с.с.}}$, кН	$N_{\text{комп.}} + N_{\text{с.с.}}$, кН	$N_{\text{факт.}}$, кН	ΔN , %
$\varepsilon_1 = 0,05\%$	3,16	5,28	8,43	12,20	30,86
$\varepsilon_2 = 0,1\%$	6,32	10,55	16,87	24,32	30,63
$\varepsilon_3 = 0,151\%$	9,54	15,93	25,47	36,49	30,19
$\varepsilon_4 = 0,2\%$	12,64	21,10	33,74	46,76	27,85
$\varepsilon_5 = 0,3\%$	18,96	31,65	50,61	62,47	18,99

Теоретическая нагрузка, определенная по фактическим значениям деформации компонентов АКК и их упругим характеристикам, оказывается существенно ниже (на 30%), чем фактическая нагрузка, воспринимаемая стержнем при этой же деформации. Это объясняется тем, что формула (1) не учитывает свойства материалов с учетом совместной работы в зоне контакта поверхностей стального сердечника и стеклокомпозита. Изменение погрешности определения суммарной нагрузки на стержень при фактической деформации 0,2% свидетельствует о нарушении совместной работы и перераспределении усилий внутри сечения вследствие сужения и удлинения стального сердечника при достижении физического предела текучести. Совместная работа компонентов комбинированной композитной арматуры может быть описана более подробно при наличии большего количества экспериментальных данных. По данным расчётов были составлены диаграммы «Нагрузка-деформация» (рис. 3).

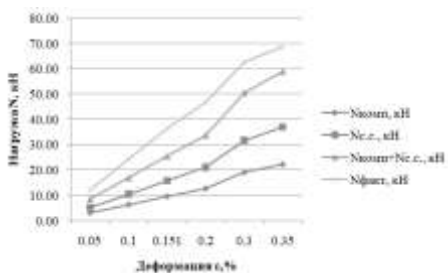


Рис. 2. Диаграмма «Нагрузка-деформация».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- ГОСТ 31938-2012 «Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Общие технические условия»;
- Ржаницын А.Р. Составные стержни и пластинки. - М.: Стройиздат, 1986. - 316 с, ил.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОСТЕЙШЕГО ПО ДЛЮ ПРОВЕДЕНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Металлографический анализ имеет большое значение не только для прогноза механических свойств изделия, но и в отдельных случаях является необходимым условием для установления соответствия требований к структуре металла. В этой связи программное обеспечение металлографических исследований позволит оперативно получить структурные характеристики металла [1].

В настоящее время известны работы по разработке и применению программных пакетов для количественного металлографического анализа микроструктуры сплавов (ThixometPro, Image ExpertPro 3, SIAMS 700TM 30 и др.), ориентированных на обработку изображений микроструктур [2, 3]. Однако эти программные пакеты имеют высокую стоимость. Поэтому цель данной работы — исследование возможностей и особенностей применения, распространенных и доступных неспециализированных программ (в том числе, которые распространяются как учебные версии) для металлографического анализа.

Поры исследовали по микрофотографии на примере образца алюминиевого сплава 6082 с применением системы двух- и трехмерного моделирования Autodesk AutoCAD 2017. Металлографический анализ осуществлялся по 1 фотографии данного шлифа (рис.1).

В классической металлографии используют три метода: планиметрический, линейный, точечный. В планиметрическом методе измеряется площадь структурных составляющих на микрошлифе. При линейном методе оценивается доля, занимаемая структурным элементом на единицу длины произвольной линии. В точечном методе линейная сетка накладывается на структуру или ее микрофотографию. В данной работе рассмотрена реализация планиметрического метода количественного анализа.

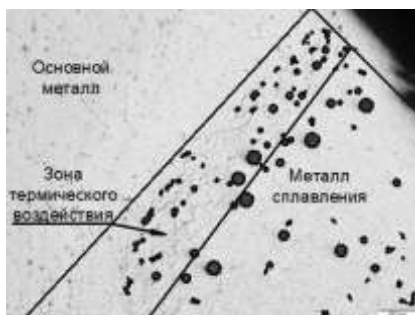


Рис.1 Шлиф образца.

При металлографическом исследовании с применением Autodesk AutoCAD 2017 можно оценить размеры пор, их площадь, процентное содержание и др. Соотношения этих величин позволяют судить о качестве сварки. База планиметрического метода основывается на стереометрическом соотношении, в котором объемная доля структурной составляющей (или фазы) в сплаве равна доле площади, занимаемой ею на шлифе. Метод сводится к измерению суммарной площади сечений микрочастиц структурной составляющей (или фазы) на ограниченной площади металлографического шлифа. Планиметрический метод отличается высокой точностью. Однако он весьма трудоёмок, поэтому его целесообразно применять к мелкодисперсной структуре и при малом содержании заданной фазы в структуре (порядка 5-10%) Для реализации планиметрического метода количественного анализа в системе AutoCAD 2017 необходимо выполнить следующие действия:

1. открыть программу Autodesk AutoCAD 2017;
2. открыть фотографию микрошлифа в среде Autodesk AutoCAD 2017. В падающем меню "Вставка" выбрать команду "Присоединить". В появившемся диалоговом окне выбрать необходимое изображение и нажать кнопку "Ok";
3. определить площадь микрошлифа в условных единицах (у.е.) на изображении:
 - 3.1 с помощью команды "Круг по трем точкам" на панели инструментов, находящейся слева, обвести контур на микрошлифе;
 - 3.2 выделить построенную окружность левой кнопкой мыши. Вызвать контекстное меню щелчком правой кнопки мыши в любом месте экране. В появившемся меню выбрать команду "Свойства". Среди свойств отображается и значение площади круга, измеренное в условных единицах;
4. определить площади пор:
 - 4.1 с помощью команды "Полилиния" на панели инструментов, находящейся слева, обвести контур пор;
 - 4.2 выделить построенную замкнутую линию щелчком по ней левой кнопкой мыши. Вызвать контекстное меню щелчком правой кнопки мыши в любом месте экрана. В появившемся меню выбрать команду "Свойства". Среди свойств отображается и значение площади, ограниченной построенной замкнутой линией, измеренное в условных единицах;
5. аналогично определить площади остальных пор.

Площади измеряются в условных единицах (у.е.), которые устанавливаются по умолчанию в Autodesk AutoCAD 2017 при вставке растрового изображения. Перейти к стандартным единицам измерения (миллиметрам) или настроить масштаб изображения можно в падающем

меню "Формат" командной строки. В данной методике в таких настройках нет необходимости, так как искомые характеристики пор определяются в процентах.

Результаты металлографического анализа образцов пор, полученные по изображению микрошлифа планиметрическим методом, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Сводный анализ

	Основной металл	Зона термического воздействия	Металл сплавления	Всего
$S_{\text{пов-ти}}$, (у.е.)	33603,96	19173,48	29250,04	82027,49
$S_{\text{пор}}$, (у.е.)	-	664,07	793,21	1457,29
Содержание, %	-	3,46	2,36	2,76
Кол-во пор, шт	-	68	42	110

Преимуществом представленной методики количественного анализа структуры сплава алюминия системы Autodesk AutoCAD 2017 являются доступность и относительно невысокая стоимость программного обеспечения, точность измерений, удобство, наглядность и сокращение времени на обработку результатов. К недостаткам можно отнести большую трудоемкость расчетов по сравнению со специализированными программными пакетами обработки изображений микроструктур [2,3] и субъективность при определении границ пор.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Волков Г. М.* Материаловедческая концепция перевооружения отечественного машиностроения // Технология машиностроения. С. 5—10. 2015. №27.
2. Автоматизация анализа металлографических структур / С. В. Литовченко, Т. В. Малыхина, П. Р. Шпагина, В. О. Шпагина // Вестник Харьковского национального университета. 2017. № 960. С. 215—223.
3. *Чубов А. А.* Автоматизация металлографического анализа и контроля сплавов с использованием методов цифровой обработки оптических изображений микроструктур // Дис. канд. техн. наук. Рыбинск, 2016.с. 209

Студент 4 курса 41 группы ИИЭСМ Лукьянов А.А.

Научные руководители – проф. д-р техн. наук, проф. А.В. Коргин и ст. преп. Л.З. Зейд Килани

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСЧЕТНЫХ СХЕМ АЛЮМИНИЕВОЙ ОРТОТРОПНОЙ ПЛИТЫ

При исследовании работы конструкций из алюминиевых сплавов при мостостроении был проведен ряд исследований. В том числе работа по определению наиболее рациональных методов расчета. Различные расчетные схемы сравнивались с результатами эксперимента [1, 3].

В ходе работы с алюминиевыми конструкциями, рассчитывали плиты, которые должны использоваться для реконструкции мостов, и сравнивали расчетные схемы, для определения наиболее подходящей. Один из вариантов к использованию ортотропных алюминиевых плит, которые легче своих стальных аналогов и отлично подходят для использования при реконструкции (Рис. 1). Жёсткость такой плиты различна в перпендикулярных направлениях, поэтому она и названа ортотропной. Это дает настилу возможность воспринимать нагрузку от транспорта и внести свой вклад в несущую способность моста.

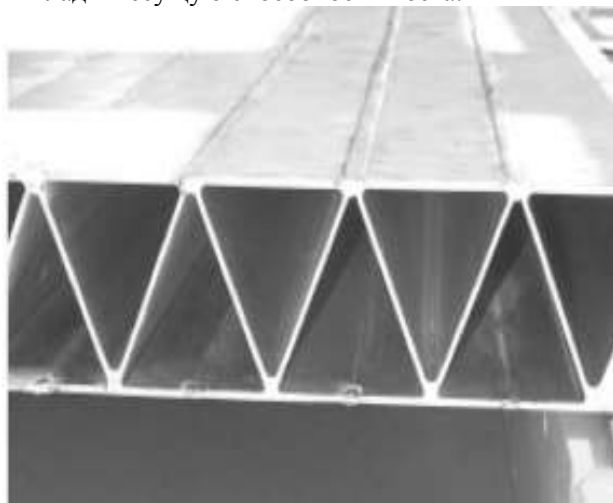


Рис. 1. Ортотропная плита

Проведен сравнительный расчет для определения наиболее подходящей расчетной схемы и подтверждения методики ручного расчета.

1. Модель из оболочек.
2. Модель из объемных элементов.

3. Ручной расчет.

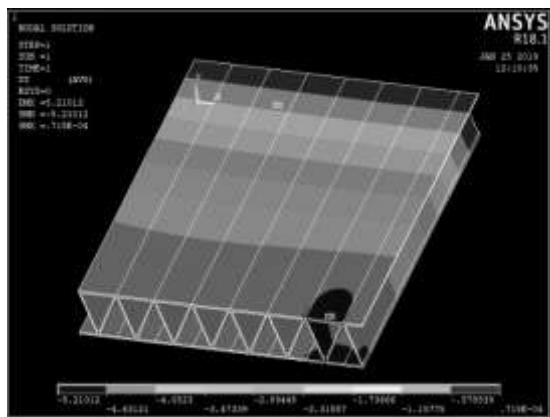


Рис. 2. Модель ортотропной плиты в Ansys

Для проектирования (в том числе на усталость) необходимы достоверные расчеты, поэтому за основу были взяты материалы польских инженеров «FEM modelling and analysis of a certain aluminium bridge deck panel» и по их данным были подобраны и проанализированы расчетные схемы (Рис. 3) ортотропных плит (Табл. 1, рис. 4).

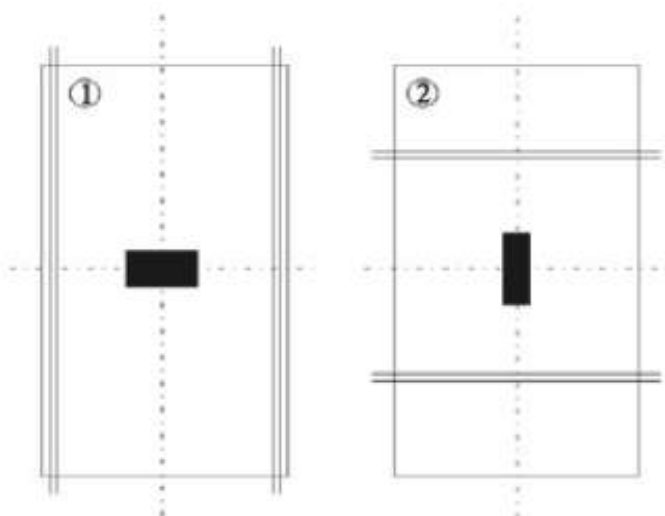


Рис. 3 Схемы нагружения.

Таблица 1

Сводная таблица результатов

Схемы нагружения	Напряжения (МПа)		
	Верхняя поверхность плиты		Нижняя поверхность плиты
	Сжатие	Растяжение	Растяжения
I	-171.57	66.08	31.78
II	-99.89	105.91	35.63
ANSYS I	-156.3	83.2	34.93
ANSYS II	-84.12	148.1	36.96

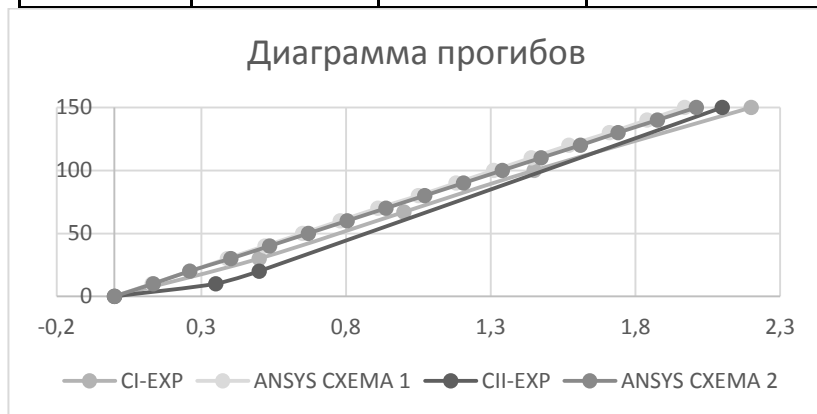


Рис.4. Сравнительный график зависимости прогиба от нагрузки

По выше приведенным данным можно сделать вывод, что данная расчетная схема позволяет достаточно точно определить напряжения возникающих при нагружении ортотропных плит.

Анализ для случая усталости, при расчете объемными элементами не было обнаружено концентраций напряжений, то есть данная конструкция плиты применима для работы при циклических нагрузках.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Siwowski T.* FEM modelling and analysis of a certain aluminium bridge deck panel, *Engineering Structures* 31 (2009)
2. *Siwowski T.* Aluminium Bridges – Past, Present and Future» *Engineering Structures* (2006)
3. *Siwowski T.* Structural behaviour of aluminium bridge deck panels *Engineering Structures* (2009)
4. *Каплун А.Б.* Ansys в руках инженера. Практическое руководство. — М.: Либроком, 2017. — 270 с.

ИСПЫТАНИЯ АНКЕРНОГО КРЕПЕЖА ДЛЯ ОБЪЕКТОВ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В УСЛОВИЯХ СЕЙСМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Сейсмическое воздействие на сооружение характеризуется усилиями и перемещениями разнообразной природы. С точки зрения расчёта, вынужденные ускорения точек сооружения являются основными внешними нагрузками, которые необходимо учитывать при проектировании анкерного крепежа. Колебания несущей конструкции вызывают, как показано на рис. 1 отклик и в прикрепляемом анкером оборудовании, что приводит к возникновению переменных растягивающих и сдвигающих усилий в теле анкерного болта.

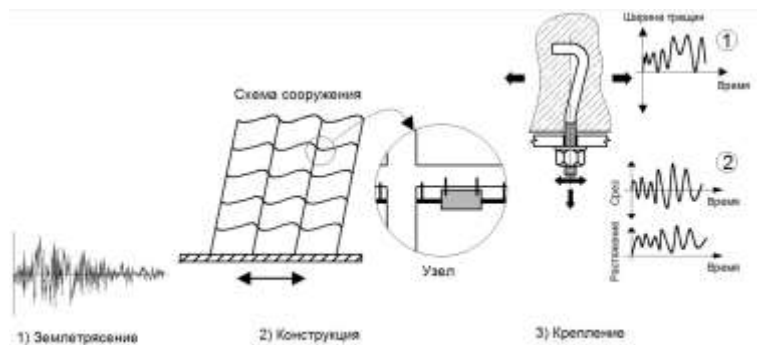


Рис. 1. Схема возникновения усилий на анкерный болт при воздействии землетрясения на сооружение

Колебание грунта, вызванное сейсмической активностью, приводит к колебаниям сооружения с большими амплитудами, числом циклов не более 30. При этом скорость деформаций составляет от 10-5 до 10-2 с-1.

Как показано на рис. 1, во время землетрясения, анкерный болт подвергается воздействию комбинированной вертикальной и горизонтальной нагрузок.

Рассматриваем испытание с приложением горизонтальной нагрузки на сдвиг. При подготовке к проведению испытания анкерного крепежа для объектов атомной энергетики в образце образуют и раскрывают трещину. Затем анкер подвергают синусоидальной нагрузке на сдвиг,

указанной на рис. 2 с частотой цикла не более чем 0,5 Hz, где V_{max} задано уравнением (1).

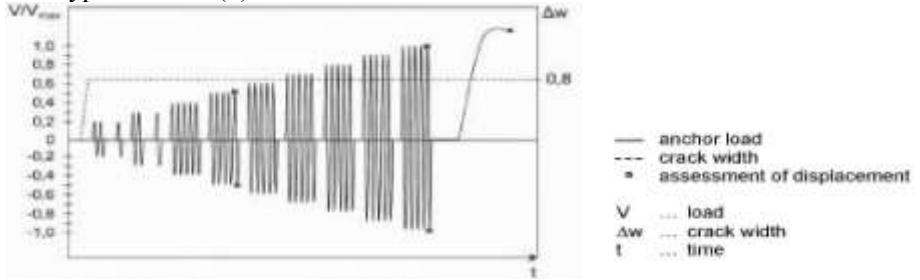


Рис. 2. Схема процедуры испытаний

$$V_{max} = 0.85 * V_{u,m} \left(\frac{f_{u,c2.2}}{f_{u,c2.4}} \right) \quad (1)$$

где

$V_{u,m,c}$ - значение мощности сдвига из исходных испытаний [N];

$f_{u,c2.4}$ - высшее значение предела прочности стали анкера, используемого в испытаниях [N/mm²];

$f_{u,c2.2}$ - высшее значение предела прочности анкера, используемого в испытаниях [N/mm²].

Нагрузка должна применяться параллельно направлению трещины. Чтобы уменьшить вероятность неконтролируемого скольжения во время изменения нагрузки, приближение двух полу-синусоидальных циклов нагрузки на требуемой частоте, связанное с пониженной скоростью, увеличение нагрузки (см. рис. 3б) или просто треугольные циклы нагрузки (см. рис. 3в) могут быть использованы вместо синусоидальных циклов (см. рис. 3а). Ширина щели должна находиться под контролем в течение всего цикла испытаний.

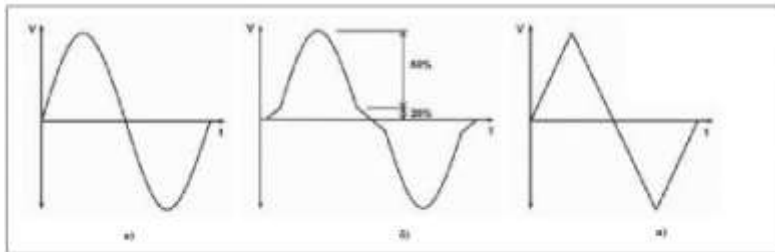


Рис. 3. Допустимый цикл сейсмического сдвига

В течение моделирования цикла сейсмического сдвига записывается ширина трещины, смещение анкера и примененная нагрузка на сдвиг.

Как показывают результаты исследований, при циклическом нагружении анкерного болта при уровнях внешней нагрузки не превышающей предельной разрушающей, разрушения анкерного крепежа не происходит, что проиллюстрировано графиками на рис. 4. Более того, поведение анкерного болта после снятия циклической нагрузки не сильно отличается от поведения анкерного болта при статически приложенной нагрузке.

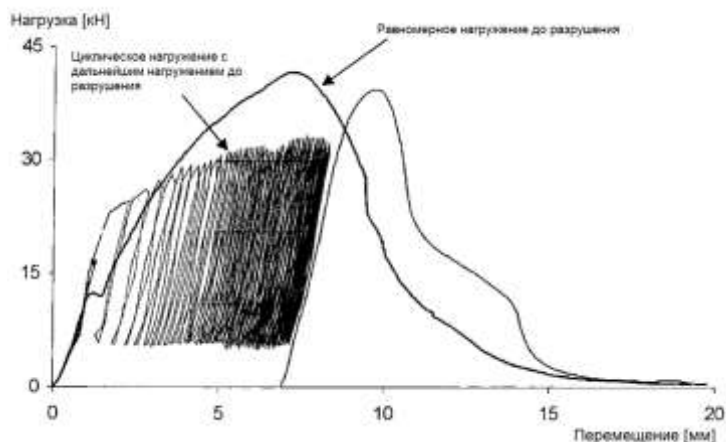


Рис. 4. Влияние циклического нагружения на поведение анкеров в бетоне с трещиной (предельная нагрузка – разрушение по бетону)

Основываясь на материалах экспериментальных исследований можно установить, что влияние трещин в бетоне на несущую способность анкерных болтов при действии на них ассиметричной циклической горизонтальной нагрузки (одного знака) вне зависимости от угла между плоскостью трещины и вектором приложенной нагрузки сопоставимо с результатами испытаний на статическую горизонтальную нагрузку.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Корпорация Hilti* HILTI Руководство по анкерному крепежу выпуск 2013
2. ETAG 001 2013г.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕМЕНТАРНОГО ФИЛЬТРА ДЛЯ АНАЛИЗА ДАННЫХ МОНИТОРИНГА НЕРАВНОМЕРНЫХ ОСАДОК ФУНДАМЕНТНОЙ ПЛИТЫ

На сегодняшний день в связи с повсеместным балансированием между архитектурными изысками и экономией ресурсов на первый план выходит научная мысль, уравнивающая противоположные стороны. Представителями науки на этапах строительства и эксплуатации являются мониторинговые службы. Их задачей является предупреждение аварийных ситуаций, связанных с неравномерными осадками грунта, кренами здания, прогибами конструкций. Однако, на пути решения этого вопроса возможно появление сложностей. Некоторые приборы, оказавшись в незапланированных состояниях, могут фиксировать неправдоподобные показания. Примером таких состояний являются высокие вибрации оборудования или местное воздействие от электроинструмента. Чтобы избежать подобного эффекта, для анализа данных был изобретён комплементарный фильтр.

Целью моей работы является проверка способности отсеивания противоречивых показаний однородных приборов комплементарным фильтром.

В качестве испытуемых приборов используются наклонометры ИН-ДЗц ± 720 . При помощи языка программирования Python написана программа, позволяющая производить сбор показаний и их фильтрацию.

Для анализа данной темы была рассмотрена возможность применения этого метода в летательных аппаратах. Тριο использования акселерометра, гироскопа и комплементарного фильтра в таких машинах позволяет нивелировать погрешности, вызванные особенностями приборов. При высоких частотах акселерометры дают неверные показания с завышенными пиками, а гироскопы из-за погрешностей интегрирования уводят ноль даже у покоящегося прибора. Комплементарный фильтр помогает решить этот вопрос. Он “смешивает” показания двух приборов при помощи введения весовых коэффициентов.

$$A = \frac{w_1 \cdot A_g + w_2 \cdot A_a}{w_1 + w_2}$$

A - скорректированный угол

A_g - значение угла по гироскопу

A_a - значение угла по акселерометру

w_1, w_2 - весовые коэффициенты

Перейдя к частному случаю, когда $w_1 = 1 - w_2$, где $w_2 = w$ и находится в диапазоне $\{0...1\}$ получаем:

$$A = (1 - w) \cdot A_g + w \cdot A_a$$

Таким образом остаётся определить только весовой коэффициент методом подбора. Его величина зависит от частоты вибраций прибора. Соответственно чем она выше, тем параметр w ниже.

Основываясь на алгоритме работы комплементарного фильтра, нами была рассмотрена возможность использования методики для отсеивания “шума” показаний наклономеров ИН-ДЗц ± 720 . Установка для исследования представляет собой 6 наклономеров (1), соединённых последовательно при помощи разветвителей (2). Напряжение для устройств подаётся с помощью лабораторного блока питания (3). Устройство, замыкающее цепь, соединяется с преобразователем сигнала МОХА (4), которое принимает данные с приборов через интерфейс RS-485 и отправляет их на компьютер посредством Ethernet по локальной сети. На выходе с приборов фиксируются измерения углов наклона φ_x, φ_y относительно осей X и Y. Вычисленный по формуле $\varphi = \sqrt{\varphi_x^2 + \varphi_y^2}$ угол наклона измерителя служит основной величиной исследования.

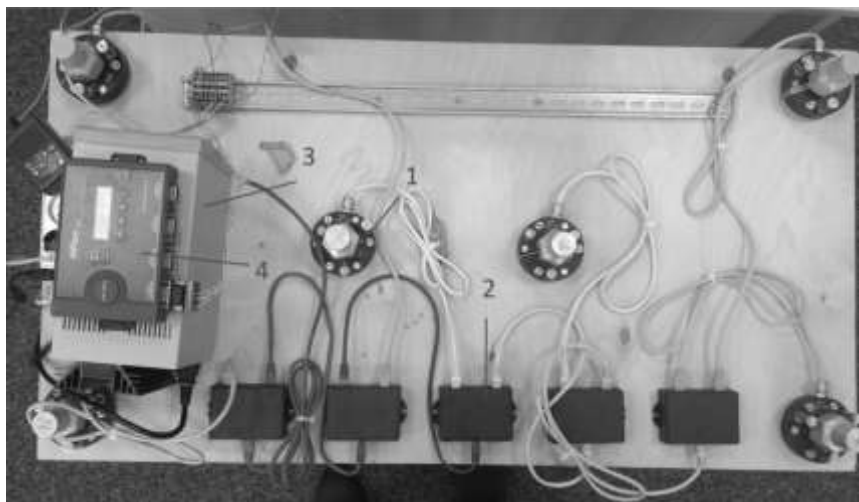


Рис.1. Стенд с наклономерами

Постановка задачи сводилась к следующему. Платформа с установленными датчиками служила прототипом фундаментной плиты. Ситуация возникновения высоких уровней вибраций моделировалась динамическим воздействием на определённый участок стола. По сформированной программе испытания датчикам, находящимся в экстремальных условиях присваивались весовые коэффициенты равные w , а другим $1-w$, так как они находились в стандартном состоянии. Данный подход предусматривает заранее известный список наклономеров, рядом с которыми прогнозируется выход из оптимального диапазона измерений. Вариант с возникновением динамического воздействия рядом с произвольным прибором будет рассматриваться в дальнейших исследованиях.

В результате эксперимента были получены углы наклона датчиков $\varphi = \sqrt{\varphi_x^2 + \varphi_y^2}$ в зависимости от времени и опробована возможность применения фильтрующей программы для анализа поступающих данных.

При проведении мониторинга конструкций часто возникают ситуации, когда показания приборов “не физичны”. То есть они выходят за рамки возможных значений, хотя в целом с наблюдаемым объектом всё в порядке. Примером такого случая служат неправдоподобные значения наклономеров, установленных на фундаментной плите. Динамические воздействия в области работы датчика исказят поступающие сведения, показывая деформации опоры здания, однако неравномерных осадок и других изменений конструкции не наблюдается. Чтобы избежать подобных неточностей существует возможность использования комплементарного фильтра. Этот инструмент позволяет выявить ошибки в определении параметров измерений путём опроса соседних датчиков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мансур М.Эл.Эл., Степанов О.А. Комплементарный фильтр в задачах комплексной обработки избыточных измерений/Всероссийская научная конференция по проблемам управления в технических системах. 2015. № 1. С. 380-384.
2. Ратайчук И.А., Кортунюв В.И. Анализ комплементарных фильтров для курсвертикали. В сборнике: XXIII Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам. Сборник материалов. 2014. С. 323-326.

Студент 4 курса 5 группы ИСА Мошников М.С.

Студент 4 курса 14 группы ИСА Кудрявцев М.В.

Студентка 4 курса 31 группы ИСА Добрина К.Е.

Научные руководители - доц., канд. техн. наук, доц. А.Н. Шувалов,
асп. В.А. Какуша

ИССЛЕДОВАНИЕ ЖЁСТКОСТИ БАЛОК, АРМИРОВАННЫХ СТЕКЛОКОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРОЙ

В данной статье рассмотрено влияние различного армирование на жесткостные характеристики изгибаемых бетонных элементов при испытаниях на статическую нагрузку для создания условий разрушения от чистого изгиба по нормальному сечению балки [1,2,3]. Были проведены испытания трех серий балок с различным армированием:

Характеристики арматуры Ø14 для серии №1:

- $\sigma_b = 1016,02$ МПа;
- $E_f = 50282,39$ МПа;
- $\varepsilon = 2,02$ %.

Характеристики арматуры Ø6 для серии №2:

- $\sigma_b = 1051,89$ МПа;
- $E_f = 48490,54$ МПа;
- $\varepsilon = 2,17$ %.

Характеристики арматуры Ø10 для серии №3:

- $\sigma_b = 1157$ МПа;
- $E_f = 55781$ МПа;
- $\varepsilon = 2,07$ %.

На рисунке 1 представлен чертеж каркасов балок. В таблице 1 приведены результаты испытаний бетона балок.

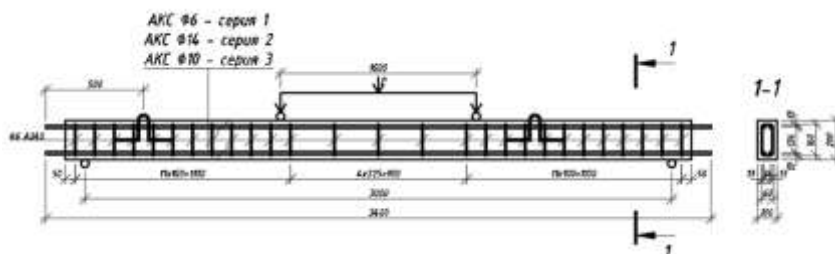


Рис. 1. Чертежи каркасов балок

Результаты испытаний колонн на сжатие

Маркировка балки	Средняя прочность бетона при сжатии R_c , МПа	Прочность на растяжение при изгибе R_{tb} , МПа	Призменная прочность бетона при сжатии R_{cb} , МПа	Модуль упругости бетона E_b , МПа
Б1.14.1	48,6	3,75	37,9	32194
Б1.14.2	48,6	3,75	37,9	32194
Б1.14.3	37,7	4,30	34,8	31251
Б1.6.1	29,2	2,90	24,6	25267
Б1.6.2	29,2	2,90	24,6	25267
Б1.6.3	29,2	2,90	24,6	25267
Б3	32,9	3,46	25,7	28869
Б4	32,9	3,46	25,7	28869

Теоретический прогиб балки при чистом изгибе на упругой стадии деформирования определяется по формуле:

$$f_T = \frac{23 \cdot Pl^3}{1296 \cdot EJ},$$

где: EJ - суммарная жесткость бетона и арматуры

Жесткость сечения бетона для балок Б1.14.1 и Б1.14.2:

$$EJ_b = 3219,4 \cdot \left(\frac{10 \cdot 20^3}{12} - \frac{4 \cdot 1,4^2 \cdot \pi}{4} \cdot \left(\frac{20 - 2 \cdot 2,7}{2} \right)^2 \right) = 2041 \cdot 10^4 \text{ кН} \cdot \text{см}^2$$

$$EJ_{\text{арм}} = \left(\frac{10 \cdot 20^3}{12} - \frac{4 \cdot 1,4^2 \cdot \pi}{4} \cdot \left(\frac{20 - 2 \cdot 2,7}{2} \right)^2 \right) \cdot 5028,24 = 328 \cdot 10^4 \text{ кН} \cdot \text{см}^2$$

$$EJ_{\Sigma} = 2369 \cdot 10^4 \text{ кН} \cdot \text{см}^2$$

Теоретический прогиб на 1 кН нагрузки:

$$f_T = \frac{f_{60,0} - f_{3,2}}{60,0 - 3,2} = \frac{97,50 - 0,85}{60,0 - 3,2} = 0,17 \text{ см}$$

По результатам испытаний прогиб в центре балок Б1.14.1 и Б1.14.2 на начальном упругом участке деформирования при нагрузке 3,2 кН составил 0,85 мм, что соответствует прогибу в пересчете на 1 кН $f_3 = 0,27$ мм.

По результатам испытаний прогиб в центре балки Б1.14.3 на начальном упругом участке деформирования при нагрузке 3,2 кН составил 0,80 мм, что соответствует прогибу в пересчете на 1 кН $f_3 = 0,25$ мм.

При увеличении нагрузки от 3,2 до 5 ÷ 6 кН для балок первой серии отмечался короткий участок нелинейного деформирования, соответствующий развитию трещины в защитном слое и зоне расположения арматуры. В дальнейшем рост перемещений практически линейный, что позволяет определить суммарную изгибную жесткость на стадии активного развития трещин до последнего этапа нагружения.

В пересчете на 1 кН прогибы f_3^* составили:

- для балок Б1.14.1 и Б1.14.2 $f_3^* \approx 1,6$ мм
- для балки Б1.14.3 $f_3^* \approx 1,4$ мм

По данным испытаний жесткость балок первой серии на основной стадии деформирования при нагрузках $P =$ от 6 до 60 (55) кН уменьшилась в 8,0 раз в балках Б1.14.1 и Б1.14.2 и в среднем составила $D = 294,9 \cdot 10^4$ кН·см²; в балке Б1.14.3 изгибная жесткость уменьшилась в 8,8 раз и составила $D = 263,5 \cdot 10^4$ кН·см².

Для балок второй серии установлено:

- суммарная изгибная жесткость на начальном участке деформирования $EJ_\Sigma = 1702 \cdot 10^4$ кН·см²;
- изгибная жесткость D уменьшилась приблизительно в 21,8 раз и составила: $D = 78,1 \cdot 10^4$ кН·см².

Для балок третьей серии установлено:

- суммарная изгибная жесткость на начальном участке деформирования $EJ_\Sigma = 1452 \cdot 10^4$ кН·см²;
- изгибная жесткость D уменьшилась приблизительно в 16,2 раз и составила: $D = 89,6 \cdot 10^4$ кН·см².

Установлено, что основная работа балок при нагружении происходит в условиях развития трещин, упругого растяжения арматуры и практически линейного увеличения прогибов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Какуша В.А., Горбунов И.А.* Анализ современного опыта применения композитной арматуры в бетонных конструкциях // Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов ИСА НИУ МГСУ, М. 2017. 820-822.
2. ГОСТ 31938-2012. Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Общие технические условия. М., 2014, -38 с.
3. СП 295.1325800.2017. Конструкции бетонные, армированные полимерной композитной арматурой. Правила проектирования. М., 2017, -52 с.

Студент магистратуры 2 года обучения 3 группы ИСА **Ярцев Н.О.**
 Студентка магистратуры 2 года обучения 2 группы ИСА **Плохотникова М.С.**
 Научный руководитель - доц., канд. техн. наук, доц. **Н.Б. Уварова**

РАСЧЕТ ИЗОТРОПНЫХ НЕРАЗРЕЗНЫХ ПЛИТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБОБЩЕННЫХ УРАВНЕНИЙ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ РАЗНОСТЕЙ

В работе приведен расчет тонкой изотропной неразрезной плиты.

Дифференциальные уравнения поперечного изгиба тонкой изотропной плиты [1] можно записать как систему двух дифференциальных уравнений второго порядка относительно безразмерных неизвестных [2]:

$$\frac{\partial^2 m}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 m}{\partial \eta^2} = -p \quad (1)$$

$$\frac{\partial^2 w}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial \eta^2} = -m \quad (2)$$

$$\xi = \frac{x}{a}; \quad \eta = \frac{y}{a}; \quad m = \frac{M}{q_0 a^2}; \quad M = \frac{M_x + M_y}{1 + \mu}; \quad \bar{p} = \frac{q}{q_0}; \quad w = \frac{WD}{q_0 a^4};$$

M_x, M_y - изгибающие моменты по направлению координатных осей; q_0 - интенсивность приложенной нагрузки в точке; a - длина стороны плиты; μ - коэффициент Пуассона; D - цилиндрическая жесткость плиты;.

Изгибающие моменты в безразмерном виде определяют по формулам:

$$m^{(\xi)} = \frac{M_x}{q_0 a^2}; \quad m^{(\eta)} = \frac{M_y}{q_0 a^2};$$

$$m^{(\xi)} = -(w^{\xi\xi} + \mu w^{\eta\eta}); \quad m^{(\eta)} = -(w^{\eta\eta} + \mu w^{\xi\xi}) \quad (4).$$

Для вычисления вторых производных используем известные уравнения МКР:

$$w_{ij}^{\xi\xi} = \frac{w_{i-1,j} - 2w_{i,j} + w_{i+1,j}}{h^2}; \quad w_{ij}^{\eta\eta} = \frac{w_{i,j-1} - 2w_{i,j} + w_{i,j+1}}{\tau^2}. \quad (5)$$

Численное решение задачи построено на сетке с шагом h в направлении вертикальной оси ξ и τ в направлении горизонтальной оси η . Участок сетки изображен на рис.1. Разностная аппроксимация дифферен-

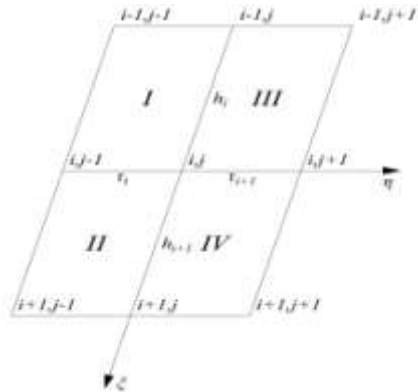


Рис. 1. Фрагмент сетки

циальных уравнений (1) и (2) с помощью обобщенных уравнений МКР следует из уравнения (2.2.7) [2], приведем ее:

$$\frac{\tau}{h} m_{i-1,j} + \frac{h}{\tau} m_{i,j-1} - 2 \left(\frac{h}{\tau} + \frac{\tau}{h} \right) m_{i,j} + \frac{h}{\tau} m_{i,j+1} + \frac{\tau}{h} m_{i+1,j} + \frac{1}{2} (\tau \Delta^{I-II} m_{i,j}^{\xi} + \tau \Delta^{III-IV} m_{i,j}^{\xi} + h \Delta^{I-III} m_{i,j}^{\eta} + h \Delta^{II-IV} m_{i,j}^{\eta}) = -\frac{1}{4} \tau h (\bar{p}_{i,j}^I + p_{i,j}^{II} + p_{i,j}^{III} + p_{i,j}^{IV}) \quad (6)$$

$$\frac{\tau}{h} w_{i-1,j} + \frac{h}{\tau} w_{i,j-1} - 2 \left(\frac{h}{\tau} + \frac{\tau}{h} \right) w_{i,j} + \frac{h}{\tau} w_{i,j+1} + \frac{\tau}{h} w_{i+1,j} = \tau h m_{i,j} \quad (7)$$

Величина разрыва безразмерной поперечной силы в направлении η в точке i,j :

$$\Delta^{I-III} m_{i,j}^{\eta} = {}^I m_{i,j}^{\eta} - {}^{III} m_{i,j}^{\eta},$$

Таким же образом определяются и другие подобные соотношения.

Далее запишем приведенные выше уравнения (6) и (7) для всех расчетных точек сетки внутри области интегрирования. При шарнирном опирании по контуру, где обобщенные моменты и прогибы равны нулю, данные уравнения являются достаточными для решения задачи.

Рассмотрим расчет 3-х пролетной неразрезной шарнирно опертой по контуру плиты, с равномерно распределенной нагрузкой в среднем пролете, безразмерное значение которой $\bar{p} = 1, \mu = 0.2$.

Для точек поля (2,2) - (2,7) запишем уравнения (6) и (7) с учетом краевых условий шарнирного опирания и симметрии.

Обобщенные уравнения МКР позволяют проводить расчет на линейные разрывные нагрузки - в данном случае это реакция промежуточной опоры $R_{2,5}$, которая входит в уравнении (6) в точке (2,5): $\Delta^{I-III} m_{2,5}^{\eta} = \Delta^{II-IV} m_{2,5}^{\eta} = R_{2,5}$; при этом учитываем, что прогиб $w_{2,5} = 0$.

Уравнения (7) для тех же точек в левой части отличаются только обозначениями: достаточно заменить m на w , принять $R = 0$, а правые части приравнять $(-\tau h m_{i,j})$. В ходе решения системы уравнений вычисляем m на w , по формулам (5) находим $w^{\xi\xi}$ и $w^{\eta\eta}$. Безразмерные значения изгибающих моментов определяем по (4).

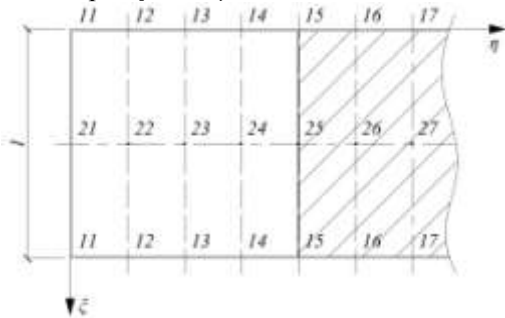


Рис. 2. Половина плиты с шагами $h = 0.5, \tau = 0.25$.

Результаты расчета плит, на разных сетках и сравнение с некоторыми имеющимися результатами приведены в таблице 1, которая иллюстрирует сходимость решения при уменьшении шага сетки и показывает целесообразность решения с разными шагами при увеличении числа шагов в направлении длины.

Таблица 1

Результаты расчета плит без упругого основания

	$m_{2,7}^{(n)}$	$m_{2,7}^{(\xi)}$	$m_{2,5}^{(n)}$	R	$m_{2,7}$
МКР $h = \tau$ $= 0.5$	0,0336	0,0336	-0,0132	-0,4605	0,0035
МКР $h = 0.5,$ $\tau = 0.25$	0,03464	0,0304	-0,0259	-0,4782	0,00305
[1]	0,0375	0,0317	-0,0381	-	-
[2] МПА $h = \tau$ $= 0.125$	0,0374	0,0319	-0,0381	-	0,0029

Все приведенные примеры расчета неразрезных плит с использованием обобщенных уравнений МКР служат иллюстрацией алгоритма, который позволяет построить более простое решение, чем решение с привлечением уравнений метода последовательных аппроксимаций [2],[3] и метод конечных разностей в традиционной форме [4],[5].

Предложенный алгоритм расчета неразрезных плит может быть рекомендован к применению в инженерных расчетах и в проверке решений, выполненных другими методами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тимошенко С.П., Войновский-Кригер С. Пластинки и оболочки пер. с англ. М., Изд-во Наука, 1966. С. 635 .
- 2.. Габбасов Р Ф., Габбасов А.Р., Филатов В.В. Численное построение разрывных решений задач строительной механики. М.: Изд-во АСВ. 2008. С. 280.
3. Ганджунцев М. И., Филатов В. В. Методика расчета монолитных балочных перекрытий зданий ткацкого производства с использованием разностных уравнений МПА//Технология текстильной промышленности, - 2017. №3. С. 203-207.
4. Киселев В.А. Расчет пластин. М: Стройиздат, 1973. С. 151
5. Варвак П. М., Варвак Л. П. Метод сеток в задачах расчета строительных конструкций. М: Изд-во Стройиздат, 1977. С. 154.

ФОРМИРОВАНИЕ ИСТОЧНИКА ВОЗМУЩЕНИЯ ПРИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯХ

Задачи сейсмостойкости являются одними из самых неизученных в современном проектировании, поскольку необходимо разрабатывать обоснованные критерии сейсмического риска и по возможности снижать затраты на антисейсмическое строительство. Для данных мероприятий важно понимать процесс формирования землетрясений.

Строение Земли

По результатам многолетних геологических и сейсмогеофизических исследований было принято, что земной шар имеет многослойную структуру и включает кору Земли (литосферу, состоящую из осадочного, гранитного и базальтового слоев), мантию (верхнюю и нижнюю части) и ядро (внешнюю оболочку и суб-ядро), которые характеризуются в сечении различными плотностями, скоростями распространения поперечных и продольных волн, давлениями и температурами [1].

А. Мохоровичич в 1909 г. обнаружил сейсмическую границу, которую впоследствии стали принимать за подошву земной коры и которая получила название поверхности Мохоровичича (М). Тот ф акт, что скорость продольных волн ниже этой границы может изменяться в очень небольших пределах подтверждает, что верхний слой мантии достаточно однороден по составу и более плотен, чем верхняя кристаллическая часть Земли (рис. 1) [2].

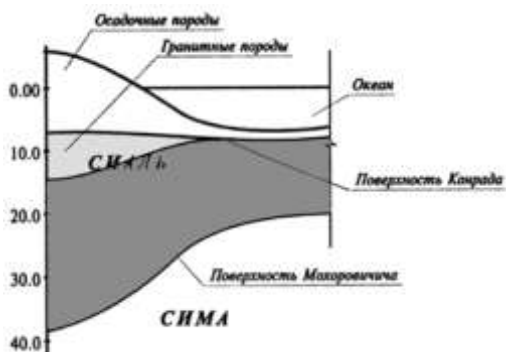
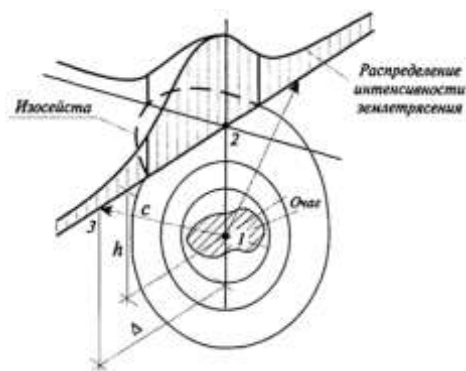


Рис 1. Геологическое строение Земли

Считается, что основной причиной сейсмической активности следует считать процессы геотектогенеза, характеризующиеся движениями вещества в верхних слоях Земли. Согласно этим представлениям, взаимные движения блоков связаны с колебательными движениями зем-

ной коры, обусловленными преобразованиями энергии внутри Земли и переходом вещества из одного состояния в другое.

Виды землетрясений



- 1 – гипоцентр (фокус)
- 2 – эпицентр
- h – глубина очага
- Δ – эпицентральное расстояние
- c – гипоцентральное расстояние
- $c = \sqrt{h^2 + \Delta^2}$

Рис 2. Модель землетрясения

Процесс накопления энергии упругих и пластических деформаций в сейсмических швах происходит постепенно на этапах, предшествующих возникновению землетрясений. Когда потенциальная энергия, накопленная в течение длительного времени, превысит энергию, отвечающую критерию прочности горных пород в области сейсмического шва, происходит переход потенциальной энергии в кинетическую, сопровождающийся колебаниями окружающей среды. Эти процессы называются землетрясениями, вызванными тектоническими процессами или **тектоническими землетрясениями** [2].

Землетрясения, возникающие в результате провала горных пород, называются **обвальными или провальными землетрясениями**.

Вулканические землетрясения связаны с процессами вулканической деятельности.

Сейсмическая шкала, используемая в РФ.

На территории России используется сейсмическая шкала Медведева-Шпонхойера-Карника (MSK-64). Магнитуда (M), балльность и глубина очага связаны зависимостью, полученной эмпирическим путём.

Несмотря на то, что сейсмичность на территории России имеет умеренный характер, угрозе землетрясений подвержено более 40% площади страны (рис. 3). По данным Института физики Земли представлены основные районы сейсмической активности интенсивностью от 7 до 11 баллов (M = 6.0-9.0).

Каждая сейсмическая катастрофа дает новые данные для усовершенствования проектных решений возведения зданий и сооружений, учитывающих механизмы возникновения землетрясений. Необходимо научиться предвидеть и заранее предпринимать меры по устранению последствий сейсмической активности.



Рис 3. Сейсмически активные зоны РФ по данным Института физики Земли [3]

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Амосов А.А., Сеницын С.Б.* Основы теории сейсмостойкости сооружений, Учебное пособие. Изд-во АСВ 2001, 96 с.
2. *Немчинов Ю.И.* Сейсмостойкость зданий и сооружений, В двух частях. – Киев: 2008. – 480 с.
3. Официальный сайт Института физики Земли им. О. Ю. Шмидта: <http://www.ifz.ru/>

Студентка магистратуры 1 года обучения 23 группы ИСА Степанова Е.А.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук В.А. Ермаков

ОБЗОР СИСТЕМ МОНИТОРИНГА КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КЛЕЕНОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Дерево, как строительный материал, имеет как достоинства: малый вес, возобновляемость ресурса, создание экологической среды по отношению к человеку и природе, так и недостатки: анизотропность механических свойств, низкая огнестойкость и легкая воспламеняемость, а также подверженность гниению. Однако появление новых технологий обработки и производства древесины в конце XX века дало возможность увеличить объем ее применения в строительстве.

Малая степень изученности работы клееных деревянных конструкций требует постоянного контроля их технического состояния. Решением данной проблемы является организация автоматической системы мониторинга. Данные мониторинга дают возможность судить об эффективности проектных решений и технологии изготовления, оценивать отклик конструкций на условия эксплуатации. При этом система мониторинга не должна быть очень дорогой, например может составлять 2-4% от общей стоимости строительства [1].

В рамках исследования рассмотрены три строительных объекта: здание Центра деревянных инноваций и дизайна (Канада, 2014), вантовый пешеходный мост (Швеция, 2011) и павильон Altice Arena (Португалия, 1995).

В первом здании [2] дерево применялось для стен, перекрытий, колонн и покрытий (Рис. 1). Конструктивная схема — стоечно-балочная. Контрольно-измерительное оборудование (табл. 1) установлено на срок 5 лет [3]. На тот момент в Канаде для 6-этажного деревянного здания были впервые разработаны стандарты и проект строительства. Необходимо было заложить методику проектирования для подобных зданий, чтобы подтвердить работоспособность применяемых конструкций.



Рис. 1. Центр Инноваций и Дизайна в Дереве (Wood Innovation & Design Centre).
Внутреннее пространство.

Таблица 1.

Контрольно-измерительное оборудование, выбранное для мониторинга Центра деревянных инноваций и дизайна

Контролируемый параметр	Оборудование
Вертикальные перемещения	Датчик перемещений проводного типа
Параметры окружающей среды (влажность, температура)	Метеозонд (метеостанция)
Влажность деревянных конструкций крыши	Игольчатый электродный влагомер;

Сбор и передача данных осуществляется с помощью проводной передачи в размещенные по зданию шкафы сбора данных.

Если рассматривать второй пример, мост [1], то его деревянную несущую основу составляют два пилона и дорожное полотно пролетом 130 м. Контрольно-измерительные устройства было решено установить только на одной половине моста, что позволило расположить их более плотно. Учитывались перемещения от кратковременных (температура, ветровая нагрузка, пешеходное и велосипедное движение) и длительных (увлажнение и последующее утяжеление деревянных конструкций, деформация связей и т. д.) нагрузок. Цель мониторинга – сокращение расходов на техническое обслуживание и разработка методики создания подобных систем в Швеции.

Контрольно-измерительное оборудование из Табл. 1 для моста отличается системой GNSS мониторинга и встроенными в дорожное полотно акселерометрами для измерения пространственных перемещений, а также дополняется тензометрическими датчиками натяжения в металлических тросах и веб-камерой. Веб-камера фиксирует движение пешеходов и велосипедистов по мосту для того, чтобы в дальнейшем анализировать полученные от датчиков данные изменения поведения конструкции в зависимости от изменения нагрузки. Программное обеспечение системы мониторинга настроено на передачу данных в режиме реального времени на веб-сайт.

На третьем объекте, Павильон Altice Arena [4], покрытие выполнено из 16 клееных деревянных арок, каждая длиной 122 м, усиленных системой деревянных и металлических распорных конструкций. Сверху покрытие защищено листами из цинка. Ввиду больших пролетов и перемещений конструкций организована система геодезического мониторинга (тахеометрическая съемка), деформационная сеть которой состоит из точек установленных на арках (первоначально 21 точка, позднее – 18), а опорная сеть – в виде 2 базовых станций на возвышенностях и 2

опорных точек на этих возвышенностях, расположенных вне зоны деформирования арок. Целью мониторинга являлась проверка надежности конструкции и изучение её поведения.

Таким образом, разнообразие решений мониторинга говорит о том, что единой нормированной методики для мониторинга конструкций из клееной древесины не разработано. Для создания системы мониторинга конструкций учитываются особенности материала, архитектура здания, конструктивные особенности, климатические параметры. Увеличение числа контролируемых параметров конструкции, а также повышение требований к точности (например, увеличение количества точек измерений) усложняет структуру и стоимость системы мониторинга. Трудности также сопряжены с выбором датчиков и их размещением. Датчики должны обладать достаточной точностью измерений, выдерживать тепловлажностные воздействия, не перекрывать сигналы друг друга (при беспроводном способе передачи), иметь унифицированные протоколы работы. При размещении датчиков предусматривают их защиту от повреждений и удобство для технического обслуживания и замены, в случае выхода из строя или необходимости проведения поверки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Niclas Björngrim*. Monitoring of a Timber Footbridge. URL: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:990622/FULLTEXT01.pdf> (Дата обращения: 08.02.2019).
2. Wood Innovation and Design Centre. A Technical Case Study. WoodWorks 2015. [электронный ресурс] URL: <http://wood-works.ca/wp-content/uploads/151203-WoodWorks-WIDC-Case-Study-WEB.pdf> (Дата обращения: 04.02.2019).
3. *Jieying Wang*. Field Measurement of Vertical Movement and Roof Moisture Performance of Wood Innovation and Design Centre: Instrumentation and 1ST Year's Performance. [электронный ресурс] URL: https://docs.smtresearch.ca/papers/FPI_WIDC.pdf (Дата обращения: 04.02.2019).
4. *Henriques, M.J. et al.*: Monitoring the behavior of MEO Arena roof. INGEO 2017 – 7th. [электронный ресурс] URL: http://repositorio.Inec.pt:8080/bitstream/123456789/1010121/2/21PR_TS3-1_Henriques.pdf (Дата обращения: 08.02.2019).

СЕКЦИЯ НАУЧНЫХ ОСНОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ

*Студентка 2 курса 12 группы ИИЭСМ Баранова В.А.
Научный руководитель – ст. преп. К.О. Ларионова*

ЦЕНТР ГЕЙДАРА АЛИЕВА

В 2012 году на проспекте Гейдара Алиева в Баку открылся культурный центр, ставший буквально символом современного Азербайджана (рис. 1). Наверное, на вопрос «как оно выглядит» будет трудно дать однозначный ответ. Каждая линия, кривая не существует сама по себе, одна вливается в другую, создавая свой собственный, не похожий на другой образ. Вглядываясь в формы, структуру, не только замираешь, утопая в этих белых волнах, но и невольно ловишь себя на мысли «Как это построили?». В самом деле — построить центр оказалось отнюдь не простой задачей. В ходе строительства перед инженерами встал ряд сложностей и проблем.



Рис. 1. Центр Гейдара Алиева, Баку, Азербайджан

И первое, с чего стоит начать — это климат. При проектировании зданий учет климатических параметров среды играет важную роль, этот вопрос рассмотрен многими авторами [1-3]. С древнего фарси Баку дословно означает «Город ветров». Сильные ветра дуют здесь на протяжении всего года, а их скорость может достигать до 16 м/с. Помимо ветра, в городе большую часть года царит жара, а сам Азербайджан неоднократно страдал от сильных землетрясений! Возникает вопрос, как оно держится?

Фундаментом центра служат железобетонные сваи, расположенные по периметру всего здания и уходящие под землю на глубину до 40 м. Такой фундамент способен выдержать землетрясение магнитудой до 7

баллов. Однако, фундамент не способен противостоять свирепствующим ветрам Баку. И здесь мы подходим к одному из наиболее интересных элементов здания – каркас.



Рис. 2. Пространственная решетка, ж/б ядро

В основе каркаса - пространственная решетка из стальных труб, скрепленных в узлы (рис. 2). Получается своеобразная паутина из металла. Однако её необходимо фиксировать. В противном случае, конструкцию просто “сдует”. И тут на помощь приходят поддерживающие балки и стержни, отходящие от железобетонного ядра здания.

Но чарует простого прохожего, не трубы и балки, а внешний вид здания. Ни один из традиционно используемых облицовочных материалов не способен создать равномерную и непрерывную матовую поверхность. Однако, помимо эстетичности, материал также должен отвечать ряду технических и практических требований. Прежде всего, сопротивлению ультрафиолетовому излучению и светоотражению. В конечном счете, было принято решение использовать стеклопластиковые плиты для внешней облицовки и стеклофибробетон для внутренней (рис. 3).

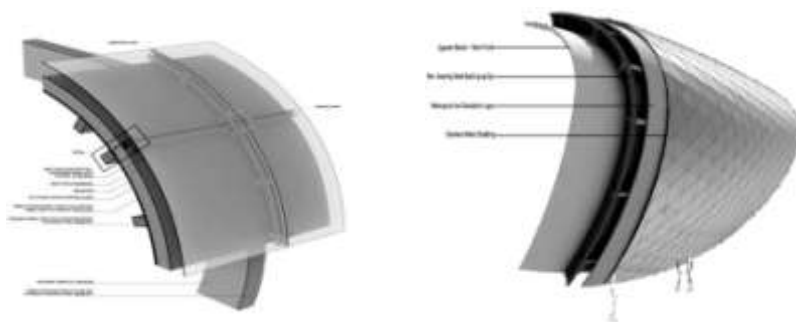


Рис. 3. Структура Внешней и внутренней отделки здания

По сути, стеклофибробетон это композит на основе портландцемента, кварцевого песка и стекловолоконной стружки - фибры. Оба материала достаточно легкие, что существенно упрощало их установку, а использование фибры позволило изгибать листы по контурам пространственной решетки без разрушения материала. В этом было основное преимущество стеклофибробетона перед обычным гипсокартоном.

Благодаря прорыву в технологиях проектирования, компьютерного моделирования [4] стало возможно воплощать в жизнь любые задумки архитекторов. Центр Гейдара Алиева тому яркое подтверждение. Однако с приходом новых технологий необходимо заново пересматривать буквально все циклы жизни зданий и сооружений. Возможно, создавать новые стандарты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Константинов А.П., Борискина И.В., Плотников А.А.* Особенности накопления снега на эксплуатируемых стеклянных куполах // Жилищное строительство - 2010. № 11. С. 38-41.
2. *Константинов А.П.* Вопросы расчета оконных блоков из ПВХ на ветровую нагрузку // Перспективы науки - 2018. № 1 (100). С. 26-30.
3. *Ларионова К.О., Алексеева А.А.* Влияние солнцезащитных устройств и светоперераспределяющих элементов на качество внутренней среды в помещениях гражданских зданий для условий жаркого солнечного климата // Научное обозрение - 2017. № 11. С. 39-43.
4. *Тихомиров А.М., Константинов А.П., Курушкина К.С.* Проектирование оконных конструкций с применением технологии информационного моделирования зданий // Наука и бизнес: пути развития - 2018. №11(89). С. 123-128.
5. HEYDER ALIYEV CENTRE [электронный ресурс] URL: https://faculty.arch.tamu.edu/media/cms_page_media/4433/HeydarAliyev/
6. *Zaha Hadid Architects*, Heydar Aliyev Center Baku, Azerbaijan [электронный ресурс] URL: <http://www.zaha-hadid.com/architecture/heydar-aliyev-centre/>
7. Воплощение фантазии: Культурный центр Гейдара Алиева от архитектора Захи Хадид [электронный ресурс] URL: <https://maistro.ru/articles/arhitektura-gradostroitelstvo-dizajn/voploshhenie-fantazii-kulturnyj-centr-gejdara-alieva-ot-arhitekтора-zahi-hadid>
8. Heydar Aliyev Cultural Center [электронный ресурс] URL: <https://en.wikiarquitectura.com/building/heydar-aliyev-cultural-center/>

ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ПРОЕКТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРИМЕРЕ ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ЗДАНИЯ

В ходе 1000-летий сооружения формировались статично, а их нацеленность обуславливается обыкновением и областными аспектами. Единственный из способов увеличения энергоэффективности здания заключается в том, чтобы сделать южные фасады здания с высоким остеклением и солнечными батареями, север – с минимальным остеклением и более отделенными стенками. Поворотные устройства для солнечных панелей, определенные в жилье по сути никак не используются, но можно построить сооружение, которое поворачивается за солнцем, как подсолнух, в течение светлых часов. Расскажем о вращающихся домах и подвижных элементах в строительстве.

Движущиеся архитектурные элементы были известны еще со средневековья: например, попасть в замок, окруженный рвом, можно было только с помощью разводного моста. Однако, что касается зданий со сложной инженерной системой, первые разработки появились только в XX веке, когда развитие технологий достигло подходящего уровня [1].

Современные архитекторы используют движущиеся части по нескольким причинам.

Во-первых, изучить возможности использования природной энергии в строительстве. Превращение солнечного света и воздушного потока в движущую силу архитектуры в таком масштабе стало возможным только лишь в минувшие 10 лет, и это тесно сопряжено с формированием строительных технологий и дизайна.

Вторая причина - это эстетическая потребность человека в постоянном изменении окружающей среды, которая также присуща самой смене времен года (в частности, эта идея была избита архитектором Робом Лей в его здании «май - сентябрь»).

В-третьих, и это, пожалуй, главная причина, помимо мощного экологического сообщения, вращающаяся архитектура неотделима от развлечений. Неудивительно, что первыми действительно крупными проектами, использующими кинетику, были Veltins-Arena с выдвигной крышей, построенной в начале двухтысячных в Германии, и знаменитый стадион Уэмбли в Лондоне, открытый в 2007 году [3].

Самыми обсуждаемыми в последнее время проектами были вращающиеся небоскребы в Дубае (рис. 1), фотографии которых постоян-

но становятся предметом обсуждения и споров на мировых архитектурных выставках.

Например, итальянская компания Dynamic Architecture предложила проект 59-этажного небоскреба в Дубае, полы которого приводятся в движение за счет турбин, которые преобразуют энергию ветра в электричество [3].

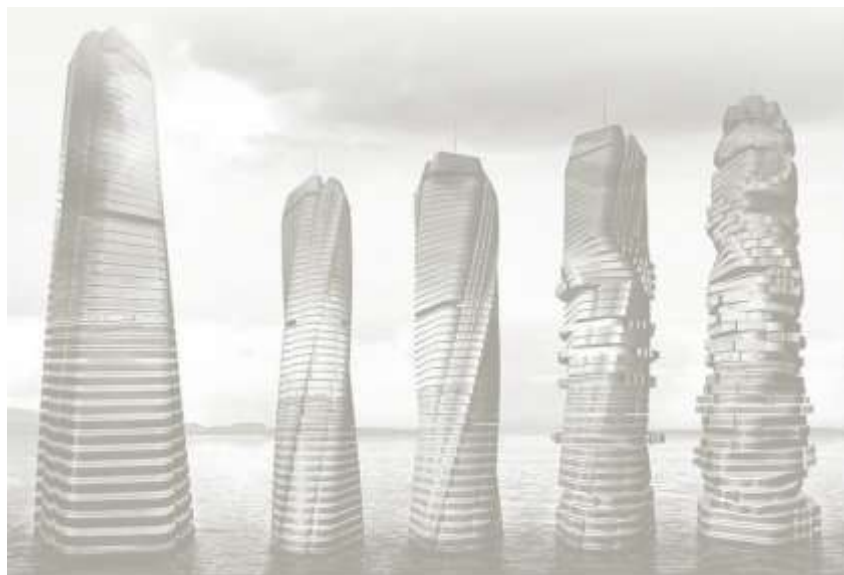


Рис. 1. Вращающиеся небоскребы в Дубае

Новейший высотное здание будет первоначальным домом подобного объема, произведенным на заводе. Любой ярус состоит из 12 единичных секций, оснащенных проточной водой, электрическими подключениями, кондиционерами и т. д. - все это будет производиться на заводе. [1, 2]

Технология постройки крутящихся высотных зданий, созданная Дэвидом Фишером, предполагает изготовление систем в единой основе, около каковой каждый ярус способен крутиться в 360 градусов.

59-этажное сооружение станет целиком снабжено энергией небесного светила и ветра. И архитектор заявляет, что это поможет создать позитивную энергию. Таким образом, оно будет почти невидимым.

Строительство планируется начать совсем скоро, и сейчас идет процесс подготовки планов строительства аналогичной башни в Москве.

Несмотря на то, что сегодня мобильные проекты по большей части остаются на бумаге, будущее за энергией, водой или светом в городских зрелищах, есть все шансы, что отношения между природой и ар-

хитектурой станут свободной тенденцией в строительстве в ближайшие годы.

Будущие движущиеся архитектуры – это дизайнерские решения, которые способны сочетать интеллектуальные инженерные решения, грамотный дизайн и привлекательный внешний вид, светотехнические качества [5-7].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кинетическая архитектура [электронный ресурс] <http://www.freepatent.ru/patents/2471044>, [дата обращения: 08.02. 2019.]
2. ITaLIVE это жизнь [электронный ресурс] <http://italife.ru/family/dom/438-porazitelnye-vrashchayushchiesya-zdaniya-foto-video>, <http://italife.ru/family/dom/438-porazitelnye-vrashchayushchiesya-zdaniya-foto-video>, [дата обращения: 08.02. 2019.]
3. Строительство [электронный ресурс] <https://kwt-stroy.ru/doma-sooruzheniya/111-dynamic-towers/>, / дата обращения: 08.02. 2019.]
4. LIVE интернет, [электронный ресурс] https://www.liveinternet.ru/community/vidi_veritas/post113239196/, [дата обращения: 08.02. 2019.]
5. *Стецкий С.В., Ходейр В.А.* Внутренняя световая среда в жилых зданиях при использовании комбинированной солнцезащиты // Вестник МГСУ. 2012. № 8. С. 39-45
6. *Стецкий С.В., Ходейр В.А.* Эффективные солнцезащитные устройства в гражданском строительстве регионов с жарким солнечным климатом // Вестник МГСУ. 2012. № 7. С. 9-15.
7. *Стецкий С.В., Ларионова К.О.* Светотехнические свойства противостоящей застройки при расчетах естественной освещенности в заглубленных помещениях с системой верхнего естественного освещения // Промышленное и гражданское строительство. 2015. № 3. С. 69-73.

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ИНДЕКСА ИЗОЛЯЦИИ ВОЗДУШНОГО ШУМА МНОГОСЛОЙНЫХ ВНУТРЕННИХ СТЕН

Вопросы звукоизоляции помещений являются важнейшими в строительной науке. При этом имеет значение как совершенствование расчетных методик, так и автоматизация проектирования для этой задачи. В этом случае представляется перспективным использовать для расчета твердотельное [1] и конечно-элементное моделирование, а для поиска рациональных параметров – алгоритмы, основанные на случайном поиске или эволюционном моделировании, уже используемые для несущих конструкций [2] и при организационно-технологическом моделировании процессов строительства [3].

В данной статье рассматривается подход к расчету индекса изоляции с помощью логарифмического суммирования и проверка его корректности путем сопоставления результатов расчета с формулой 26 СП 275.1325800.2016 (СП). Данный подход представляется возможным применять для предварительной оценки индекса изоляции внутриквартирных стен, конструкция которых не рассматривается в СП. В качестве примера рассмотрен расчет индекса изоляции для внутренней трехслойной стены, плотности слоев которой меняется незначительно. Полученное значение сравнивается со значением, вычисленным в соответствии с СП, где плотность берется средневзвешенной по толщине. Конструкция рассматриваемой стены представлена в таблице 1.

Таблица 1

Конструкция рассматриваемой перегородки.

№	Материал	Плотность, кг/м ³	Толщина, мм
1	Гипсовая штукатурка	1100	20
2	Кирпичная кладка из силикатного кирпича	1800	120
3	Гипсовая штукатурка	1100	20

Определим индекс изоляции воздушного шума R_w , дБ, приведя рассматриваемую стену к квазиоднородной путем среднего взвешивания плотности конструкции по толщине слоя:

$$m = \frac{2 \cdot 0,02 \cdot 1100 + 0,12 \cdot 1800}{0,02 + 0,02 + 0,12} \cdot 0,16 = 260 \text{ кг/м}^2$$

Тогда индекс изоляции по (26) СП:

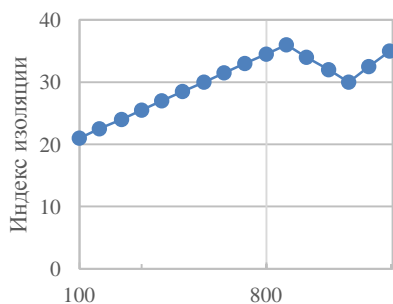
$$R_w = 37 \cdot \lg m + 55 \cdot \lg K - 43 = 37 \cdot \lg 260 + 55 \cdot \lg 1,1 - 43 = 48 \text{ дБ.}$$

Для расчета индекса изоляции на основе логарифмического суммирования выполним построения частотных характеристик отдельных слоев ограждающей конструкции и ее сопоставления с оценочной кривой по СП. Результаты определения Индекса изоляции на каждой из частот приведены в табл. 2, графики характеристик на рис. 1.

Таблица 2

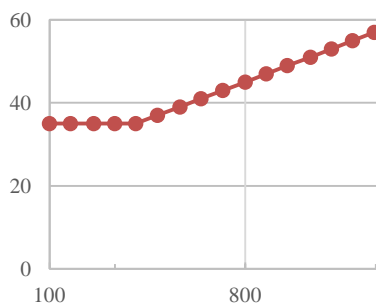
Определение частотой характеристики слоев.

i	Частота, Гц	Индекс изоляции I и III слоев R_i , дБ	Индекс изоляции II слоя R_i , дБ
1	100	21	35
2	125	22,5	35
3	160	24	35
4	200	25,5	35
5	250	27	35
6	315	28,5	37
7	400	30	39
8	500	31,5	41
9	630	33	43
10	800	34,5	45
11	1000	36	47
12	1250	34	49
13	1600	32	51
14	2000	30	53
15	2500	32,5	55
16	3150	35	57



Частота

а)



б)

Рис. 1. Частотная характеристика I и III слоев (а) и слоя II (б).

Строим график частотной характеристики многослойной конструкции путем логарифмического сложения величин изоляции на каждой из рассматриваемых частот. Покажем это на примере первой и четвертой частоты из табл. 2.

$$R_1^{tot} = 10 \cdot \lg(2 \cdot 10^{2,1} + 10^{3,5}) = 35,3 \approx 35; \quad R_4^{tot} = 10 \cdot \lg(2 \cdot 10^{2,55} + 10^{3,5}) \approx 36$$

Результаты вычисления показаны в табл. 3 и на рис. 2.

Таблица 3.

Частотная характеристика трехслойной конструкции

R_1^{to}	R_2^{to}	R_3^{to}	R_4^{to}	R_5^{to}	R_6^{to}	R_7^{to}	R_8^{to}	R_9^{to}	R_{10}^{to}	R_{11}^{to}	R_{12}^{to}	R_{13}^{to}	R_{14}^{to}	R_{15}^{to}	R_{16}^{to}
35	35	35	36	36	38	40	42	44	46	48	49	51	53	55	57

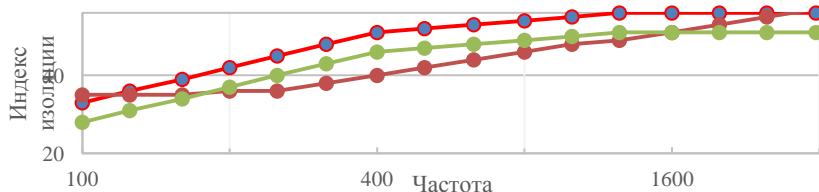


Рис. 2. Результаты расчета индекса изоляции существующей трехслойной стены

По результатам вычисления в программе MS Excel получен индекс изоляции $R_w = 47,6 \approx 48$ Дб. Результаты практически совпали с формулой (26) СП. Следовательно, предложенная упрощенная методика расчета звукоизоляции от воздушного шума с помощью логарифмического суммирования позволяет выполнять приближенную оценку индекса изоляции многослойных конструкций для вариантов, не рассмотренных в СП, в случае если плотности слоев, составляющих конструкцию, отличаются не более чем на 40%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Алексейцев А.В., Марченков П.А., Кашликов Р.М., Маненак С.В.* Применение твердотельного моделирования в концептуальном проектировании зданий и сооружений // Современные проблемы высшего профессионального образования материалы научно-методической конференции. 2013. С. 39-43.
2. *Алексейцев А.В., Безбородов Е.Л.* Эволюционный поиск параметров систем "протезирования" деревянных балочных конструкций // Строительство и реконструкция. 2018. № 2 (76). С. 3-11.
3. *Курченко Н.С., Алексейцев А.В., Галкин С.С.* Методика определения продолжительности строительства на основе эволюционного моделирования с учетом случайных организационных ожиданий // Вестник МГСУ. 2016. № 10. С. 120-130.

Студент 6 курса 11 группы ИГЭС Долгушев Т.В.,

Студентка 6 курса 2 группы ИСА Долгушева В.В.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук., доц. Л.Ю. Гнедина

ТРАНСФОРМИРУЕМЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Подвижные архитектурные элементы интересуют человечество с давних времен (вспомним подъемные мосты в замках, окруженных рвом). Не так давно (в середине XX века) конструкции, способные к изменению своей геометрической формы были редкостью и новаторскими изобретениями. Однако в век стремительно развивающихся технологий конструкции, изменяющие форму, такие как сворачивающийся мост "The Rolling Bridge" в Лондоне (Англия), стадион "Санкт-Петербург Арена" с раздвижной крышей в России, стали одним из современных направлений архитектуры и строительства.

"Трансформация" (от лат. *transformatio* - превращение) - это перемена вида, формы, преобразование [1]. Трансформация необходима как для мобильных сооружений, таких как бытовка, передвижной дом, инвентарное помещение, выставочные шатры, так и для общественных зданий (сцена-трансформер в Большом театре Москвы (Россия), Центр водных видов спорта в Лондоне (Англия) с бассейнами, меняющими размеры). Главная цель трансформации: расширение функциональных возможностей сооружений, повышение их комфортности. В строительстве с помощью преобразования конструкций решают следующие задачи: обеспечение многофункциональности архитектурных пространств, регуляция микроклимата помещений, транспортировка элементов сооружения к месту возведения.

Способы трансформации можно разделить на пространственные, конструктивные, световые и интерактивные [2]. В зависимости от поставленной перед архитекторами и инженерами задачей определяется прием трансформации. К примеру, если необходимо регулировать микроклимат в здании, обеспечить эффективную и экономичную систему вентиляции, защиту от перегрева, в постоянно меняющихся внешних условиях, то следует применить трансформацию ограждающих поверхностей (интеллектуальная система затенения на башнях Аль Бахар в Абу-Даби (ОАЭ) ; здание Kiefer Technic в Штирии (Австрия) с динамичными жалюзи из алюминиевых пластин на фасаде; волнообразный павильон для ЕХРО 2012 в городе Йосу (Южная Корея).

Пространственные приемы включают в себя приемы усложнения или упрощения формы пространства; разграничения, разделения или объединения пространства. В отдельном сооружении трансформация происходит благодаря элементам, разделяющим и объединяющим пространство. К примеру, трансформацию осуществляют с помощью раз-

движных перегородок, занавесов, переставных экранов, путем изменения объема и формы пневмосооружений, телескопического расширения в автодомах. В комплексах зданий - с помощью элементов, объединяющих площади. Элементы разделения и объединения, перемещаются в различных плоскостях, что позволяет разместить в сооружениях несколько функциональных процессов. Для Драматического театра Уайли в Далласе (США) трансформируемое пространство было необходимо в связи с тем, что театр используется для проведения мероприятий очень разной направленности. Благодаря применению пространственных приемов трансформации, архитекторы создали гибкую систему реконфигурации внутреннего пространства, за что здание прозвали "театромашинной".

Конструктивные способы изменения: трансформация ограждающих поверхностей (трансформация в плоскости стены, трансформация кровли); трансформация ограждающих архитектурных элементов (жалюзи, экраны, панели и т.п.); вращение. К примеру, фасад паркинга в аэропорту Брисбена (Австралия) состоит из подвижных перфорированных алюминиевых панелей, которые под воздействием ветра создают на поверхности стены "вертикальное озеро", превращая автостоянку в объект архитектурного искусства. В деревне Саффолк (Англия) лондонские архитекторы осуществили проект "Sliding House", в котором с помощью передвижения модуля, огибающего стены и крышу дома, меняется жилое пространство. В зависимости от погодных условий и потребностей жильцов, передвижением модуля обеспечивается защита от непогоды открытого бассейна, затенение панорамных окон стеклянной гостиной, создается навес для автомобилей и козырьком над входом в дом. Прием вращения всего сооружения применен в Верноне (Италия) при строительстве "Villa Girasole", за счет дизельных двигателей вилла следует по ходу движения солнца. А в жилом комплексе "Suite Vollard" (Италия) этажи вращаются независимо друг от друга на 360⁰.

Световые и интерактивные приемы трансформации осуществляются с помощью светопроекций и видеотрансляций на фасадах зданий. Примером использования световых и интерактивных приемов преобразования является фасад торгового центра The Galleria в городе Чэонан (Южная Корея), состоящий из светодиодов. Зеркальная поверхность ограждающих конструкций днем служит защитой от перегрева, а ночью - медиа-фасадом.

По механизму перемещения в пространстве изменяемые конструкции можно разделить на следующие группы:

- перемещающиеся в пространстве поступательно по прямолинейным или криволинейным направляющим. К примеру, спортивно-гостиничный комплекс Sky Dome в г. Торонто (Канада) имеет куполь-

ную крышу, разделенную на 4 модуля, первый модуль неподвижен, два других двигаются поступательно по прямолинейным направляющим, а четвертый осуществляет вращение вокруг оси стадиона, передвигаясь по криволинейным направляющим;

- перемещающиеся в пространстве путем поворота вокруг горизонтальной, вертикальной или наклонной оси. Крыши в спортивном комплексе Mercedes-Benz Stadium в Атланте (США) и в стадионе Чи Джонг в Шанхае (Китай) по механизму закрытия напоминают диафрагму фотоаппарата [3];

- перемещающиеся путем разворачивания или складывания (проект складного купола "Iris" Чака Хобермана).

Таким образом, выполненный обзор трансформируемых конструкций зданий позволяет сделать следующие выводы:

- применение трансформации позволяет адаптировать объекты под разные функции и условия работы, создавать многофункциональные пространства;

- изменяемые конструкции способствуют сокращению расходов на создание необходимого микроклимата в здании и на поддержание требуемых условий эксплуатации;

- применение архитектурной трансформации делает здание неповторимым и уникальным;

- за счет адаптации трансформируемых конструкций под изменение потребностей общества замедляется функциональный (моральный) износ сооружений;

- проектирование преобразуемых конструкций ведет к удорожанию строительства и эксплуатации сооружения;

- создание трансформируемых конструкций требует высокую точность проектирования, расчетов и монтажа;

- в связи с постоянным развитием компьютерного моделирования в строительстве, упрощается разработка и решение задач преобразуемых конструкций, увеличивается точность расчетов.

Трансформируемые конструкции имеют большое будущее.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ушаков Д.Н., Большой Толковый Словарь русского языка, издательство "Славянский дом книги", 2017.

2. Семенов В.С., Акбаралиев Р., Трансформируемые конструкции покрытий в современной архитектуре//Вестник КРСУ, Том 10, №2, стр. 25, 2010.

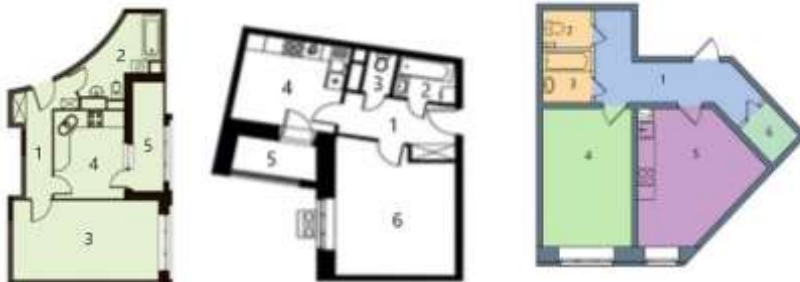
3. Пименова Е.В., Шумейко В.И., Трансформация в архитектуре уникальных общественных зданий//Электронный научный журнал "Инженерный вестник Дона", №4, 2016.

СУБЪЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ КВАРТИР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ ГРАФОВ

Вопрос рациональности планировочных решений, рассматриваемый ещё в 90-х годах 20 века [1], и по сей день представляется актуальным. При формировании планировочного решения общественных зданий компоновку помещений предлагалось выполнять на основе критерия минимизации суммы расстояний между центрами тяжести их площадей. Такой подход представляется применимым и для жилых квартир. Однако использовать только детерминированный математический подход при формировании планировки квартиры представляется не в полной мере объективным. Здесь нужно учитывать такие факторы как общее время, проводимое человеком в помещении, расстановку мебели, род профессиональной деятельности пользователя квартиры, его возраст, наличие несовершеннолетних детей. В настоящем исследовании приводятся некоторые результаты субъективной оценки комфортности планировочных решений для трёх вариантов однокомнатной квартиры с позиции затрат времени на переходы между помещениями. При этом показатели времени измерялись субъективно автором. В качестве исходных данных для всех вариантов планировок полагалось, что из 24 часов в рабочие дни человек проводит вне квартиры 9 часов и затрачивает на сон 8 часов, таким образом для деятельности остаётся в среднем 7 часов. Время переходов между помещениями рассчитывалось исходя из средней скорости движения по квартире, равной 1 км/ч. При этом учитывалось среднее количество повторяющихся переходов. Помещения квартиры представлялись в виде площадей с характерными точками, определяющими наиболее вероятные положения человека в комнате в процессе его деятельности а расстояние между помещениями вычислялось как среднее арифметическое расстояний по планировке между точками начала и конца перехода в помещениях. В качестве таких точек могут приниматься точки подхода к столу, кровати, шкафу и т.д, а также и точки центра тяжести площади помещения. При этом в случае оценки квартир с планировкой в двух уровнях для визуализации возможных путей можно использовать технологию твердотельного моделирования [2-4]. Рассматривались следующие планировки (рис. 1).

Каждый возможный путь в данных планировках представлен в виде неориентированных графов (рис. 2).

При этом для каждой планировки вес ребер графов вычислялся на основе матрицы повторов достижимости вершин (далее повторов) и субъективной оценки времени этого пути.



а) б) в)

Рис. 1 – Варианты планировок для субъективной оценки



а) б) в)

Рис. 2 – Графы планировок

Критерием комфортности является минимизация суммы веса всех ребер графа планировки. Пример матрицы повторов для планировки №1 представлен в табл. 1, время этих переходов в табл. 2.

Таблица 1- Матрица повторов для планировки 1,б

	Ванная	Кухня	Комната	Балкон	Прихожая	Кладовая	Сан.узел
Ванная	-	5	5	3	5	3	3
Кухня	5	-	10	5	5	10	10
Комната	5	10	-	3	10	3	10
Балкон	3	5	3	-	3	2	3
Прихожая	5	5	10	3	-	5	5
Сан.узел	3	10	10	3	5	5	-

Таблица 2 – Матрица времени, (с) для планировки 1,б

	Прихожая	Ванная	Сан.узел	Комната	Кухня	Балкон
Прихожая	-	4	6	6	8	10
Ванная	4	-	6	8	8	12
Сан.узел	6	6	-	8	8	10
Комната	6	8	8	-	10	5
Кухня	8	8	8	10	-	12
Балкон	10	12	10	5	12	-

Выполнив расчет суммы веса ребер графов планировок, получены следующие результаты. Время, которое затрачивается на переходы между помещениями для планировки на рис. 1,а составляет 17 минут; в планировке на рис. 1,б – 22 минуты, а для планировки на рис. 1,в – 27 минут. Таким образом, планировка на рис. 1,а является субъективно наиболее предпочтительной для выбора по рассматриваемому нами критерию. Данный подход можно развивать, учитывая возраст и род занятий пользователей квартир, однако усложнение планировок и многофакторный анализ могут потребовать использования специальных методов поиска решений, основанных на генетических алгоритмах [5, 6].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Нагинская В.С.* Автоматизация архитектурно-строительного проектирования. МИСИ им. В.В. Куйбышева. М.: Стройиздат, 1986. – 255 с.

2. *Алексейцев А.В., Марченков П.А., Кашильников Р.М., Маненак С.В.* Применение твердотельного моделирования в концептуальном проектировании зданий и сооружений // Современные проблемы высшего профессионального образования материалы научно-методической конференции. 2013. С. 39-43.

3. *Курченко Н.С., Рожнов В.С., Алексейцев А.В., Соболева Г.Н.* Об автоматизированном проектировании наружных инженерных сетей водоснабжения и водоотведения // Проблемы инновационного биосферно-совместимого социально-экономического развития в строительном, жилищно-коммунальном и дорожном комплексах материалы 4-й международной научно-практической конференции, БГИТУ. 2015. С. 96-100.

4. *Алексейцев А.В., Рожнов В.С., Курченко Н.С.* Применение твердотельного моделирования в инженерном благоустройстве территорий // Современные строительные материалы, технологии и конструкции. Материалы международной научно-практической конференции, «ГГНТУ им. Акад. М.Д. Миллионщикова». 2015. С. 625-630.

5. *Алексейцев А.В., Безбородов Е.Л.* Эволюционный поиск параметров систем "протезирования" деревянных балочных конструкций // Строительство и реконструкция. 2018. № 2 (76). С. 3-11.

6. *Алексейцев А.В.* Эволюционная оптимизация стальных ферм с учетом узловых соединений стержней // Инженерно-строительный журнал. 2013. № 5 (40). С. 28-37.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СВЕТОВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОЛЫХ ТРУБЧАТЫХ СВЕТОВОДОВ И СВЕТОВЫХ КОЛОДЦЕВ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

В практических условиях современного строительства не всегда представляется возможным или эффективным устройство наиболее классических светопроёмов. Весьма практичным решением в таких случаях является установка трубчатых световодов или световых колодцев, для обеспечения естественного освещения в помещении без попадания прямых солнечных лучей.

Полый световод – это светопроводящее устройство, принимающее световое излучение на крышах или стенах здания через приёмник, и передающее его на расстояние, по заданным траекториям, через световой канал, за счёт многократных отражений. Устройство световодов позволяет переносить естественный свет, как на глубину помещения, так и на нижние этажи здания, с минимальными потерями, сохраняя необходимые положительные качества природного света. Данная технология снижает теплопотери в здании, в сравнении с обычными светопроёмами, и способствует снижению теплопоступлений в тёплые времена года. Эти факторы снижают затраты на отопление, охлаждение, вентиляцию, а главное, на электроэнергию для освещения помещений, где освещение обычными светопроёмами невозможно.

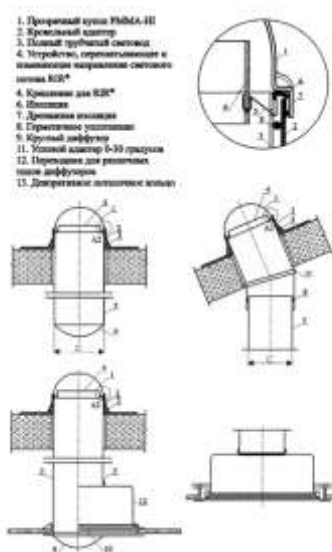


Рис. 1. Устройство световода.

Все положительные факторы в совокупности с относительно невысокой стоимостью и отсутствию необходимости в систематической эксплуатации и замене элементов, сделали технологию полых световодов весьма популярной в ряде зданий, включая общественные здания, в странах Северной Америки и Европы.

Для примера рассчитаем величину коэффициента естественной освещённости в помещении площадью 36 м^2 , высотой от пола до потолка

3,5 м, освещаемом световодами, типа *SOLARSPOT D=350*мм.

Расчёты показали, что при наружной освещённости при ясном небе $E_{cp} = (25000 \cdot 0.445) / 100 = 111,25$ лк. При пасмурном небе $E_{cp} = 66,75$ лк. Максимальная освещённость в Москве $E_{cp} = 236$ лк.

В данном случае помещение может использоваться для любых производственных работ или как элемент общественного здания, что позволяет сделать ряд помещений более эффективными с точки зрения экономики, экологии и значительно улучшить условия внутренней среды помещения.

Световые колодцы также являются эффективным способом передачи светового потока в здание, но в сравнении со световодами могут являться экономически выгодными, что обусловлено значительно более простой конструкцией. Рассмотреть применение световых колодцев можно на примере производственного здания швейной фабрики в г. Фучжоу (Китай). В данном случае первостепенной задачей было снизить значительное теплопоступление в здание, снизив тем самым дискомфортные условия работы. Для установки светового колодца было выбрано помещение, расположенное на втором этаже здания швейной фабрики. Объёмно-планировочное решение здания не выделяется уникальностью на фоне других производственных зданий. Первоначальный проект предусматривал большие, световые проёмы, с геометрическими характеристиками квадрата со стороной 2,5 метра, расположенные по двум сторонам.

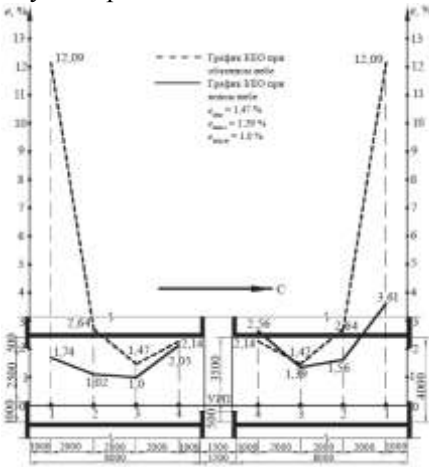


Рис. 2. Сводный график КЕО

Подобное решение не могло обеспечить необходимые условия естественного освещения в помещении, как при расчётах по стандартной методике с диффузным наружным освещением, так и по альтернативной методике.

По результатам обследования внутренней среды помещения, было установлено, что при попадании прямого солнечного излучения в светопроёмы, расположенные по двум сторонам помещения, значительно повышается нагрев в рабочей зоне. Также были установлены чрезмерные яркость и контрастности.

В ходе данного эксперимента, по реконструкции производственного здания с установкой световых колодцев, использующих систему солнцезащиты, было установлено значительное улучшение в состоянии качества световой среды. Улучшение качества световой среды повлекло за собой положительный результат как для внутреннего температурного режима, так и для светового режима. Эти результаты подкреплены не только теоретическими исследованиями, но и практическими измерениями с визуальной оценкой внутренней среды в помещении.

В ходе обследования было установлено, что КЕО при солнечном наружном освещении находится в пределах – от 1,6% до 1,39%. А при диффузном наружном освещении равен 1,47%. Приведённые показатели существенно выше показателей уровней КЕО до реконструкции.

Также затраты на электроэнергию, затраченную на искусственное освещение, составили 25000 кВт·ч за год, что равняется 240000 руб. в год в денежном эквиваленте.

Вывод. Системы освещения помещений, использующие световые колодцы и полые трубчатые световоды, являются эффективными для создания качественной внутренней среды и световой среды, что позволяет достичь экономии электроэнергии на цели искусственного освещения. Подобные системы могут быть успешно внедрены в повсеместное использование, при проектировании освещения общественных зданий. В совокупности с использованием автоматики может быть достигнута максимальная эффективность. Это позволит не только снизить общие затраты на эксплуатацию здания, но и окажет положительный эффект на экологию и здоровье находящихся внутри здания людей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Соловьев А.К.* Физика среды. М. : Изд-во АСВ , 2011.
2. СНиП 23.05.95*. Естественное и искусственное освещение. М. : Госстрой России, 2004.
3. СП 23-102-2003 Естественное освещение жилых и общественных зданий
4. *С.В. Стецкий, Чэнь Гуанлун* «Создание качественной световой среды в помещениях производственных зданий для климатических условий юго-восточного Китая//Вестник МГСУ, - 2012, - №7

Студентка 3 курса 35 группы ИСА Максакова А.В.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. А.В. Алексейцев

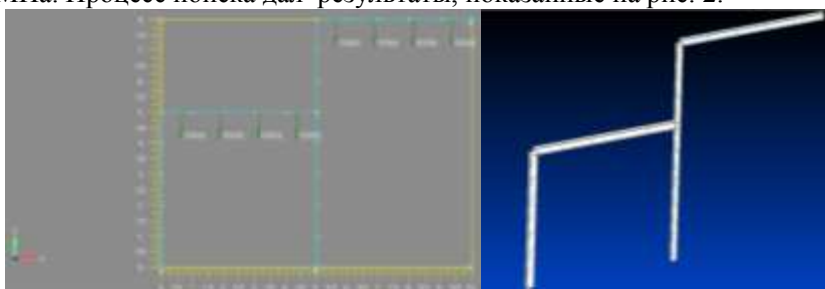
ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С УЧЕТОМ ОГРАНИЧЕНИЙ ПО ОБЩЕЙ УСТОЙЧИВОСТИ

С каждым годом строительство совершенствуется, конструкции усложняются и на первый план выходят проблемы поиска экономичных и безопасных решений. Для сложных конструктивных систем как оптимизация [1-5], так и расчеты [6, 7] конструкций выполняются с помощью эволюционных методов, содержащих в себе элемент случайности. Это происходит из-за того, что получить аналитические выражения для функции цели часто бывает затруднительно. Кроме того учет ограничений, связанных с обеспечением общей устойчивости для плоских конструкций представляется обязательным. В ряде алгоритмов [1-3] проверка общей устойчивости выполняется уже после поиска решения, что может привести к потере каких-то вариантов оптимальных решений. Актуальными представляются также и подходы к оценке напряженно-деформированного состояния конструкций, при построении которых могут использоваться как эксперименты [6], методы интегрирования движущейся системы [7], так и твердотельное моделирование [8, 9].

Одним из простых, но эффективных методов поиска решений на множествах размеров сечений стержневых элементов является метод Монте-Карло. Будем применять его для поиска решений в стержневой системе, где варьируется размер сечения элементов. Для каждого стержня формируем множество допустимых значений размеров сечений стандартных профилей. Вариант конструкции формируется случайным выбором сечения из этих множеств для каждого стержня. Цель оптимизации – минимизация расхода материала. Принимаем ограничения по прочности, жесткости и общей устойчивости. Пять вариантов конструкции с минимальной массой сохраняются и используются на следующих попытках случайного формирования других вариантов. Расчет вариантов конструкции выполняется в свободно распространяемой версии программы NX Nastran. Прочность и жесткость проверяются по результатам статического анализа (Static). Проверка общей устойчивости выполняется методом Эйлера (Eigenvalue) путем проверки значения коэффициента, равного отношению критической и действующей обобщенных сил.

Рассмотрим пример проектирования рамы, показанной на рис. 1. Рама имеет 5 стержней, разделенных на 5 конечных элементов. Для каждого из конечных элементов стержня сечение принимается одинаковым. Допускалось выбирать для каждого стержня сечение из множества, представленного в таблице 1. Все узлы соединения стержней жест-

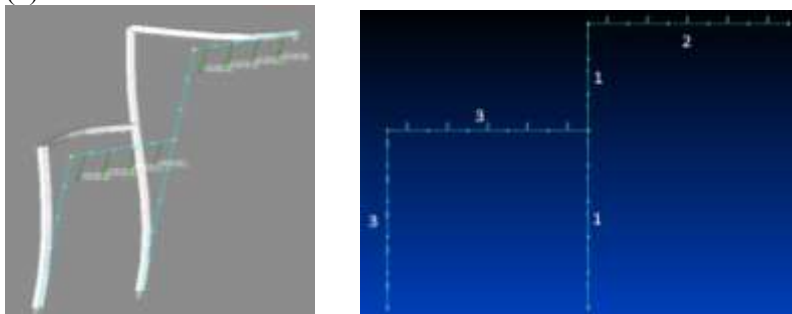
кие, опорные узлы также принимались жесткими. Расчетная схема показана на рис. 1,б. В качестве материала использовалась конструкционная сталь с модулем упругости 206000 МПа, и пределом текучести 255 МПа. Процесс поиска дал результаты, показанные на рис. 2.



а)

б)

Рис. 1. Объект оптимизации: расчетная схема (а), аксонометрия (б)



а)

б)

Рис. 2. Результаты оптимизации: форма потери устойчивости (а), сечения стержней (б); 1-3 – номера сечений из табл. 1

Таблица 1.

Множества размеров сечений (мм), допускаемых для выбора

Номер	Марка	Высота двугавра	Ширина полки	Толщина полки	Толщина стенки
1	20 Ш	193	150	9	6
2	23 Ш	226	155	10	6,5
3	26 Ш	251	180	10	7
4	30 Ш	291	200	11	8
5	40 Ш	368	300	14	9,5

Как видно, данная система имеет форму потери устойчивости из плоскости рамы, кроме того для стержней двугаврового сечения прове-

ряется устойчивость плоской формы изгиба. Коэффициент запаса устойчивости этой конструкции составил 11%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Алексейцев А.В.* Эволюционная оптимизация стальных ферм с учетом узловых соединений стержней // Инженерно-строительный журнал. 2013. № 5 (40). С. 28-37.

2. *Алексейцев А.В., Безбородов Е.Л.* Эволюционный поиск параметров систем "протезирования" деревянных балочных конструкций // Строительство и реконструкция. 2018. № 2 (76). С. 3-11.

3. *Алексейцев А.В., Серпик И.Н.* Оптимизация плоских ферм на основе генетического поиска и итеративной процедуры триангуляции // Строительство и реконструкция. 2011. № 2 (34). С. 3-8.

4. *Серпик И.Н., Алексейцев А.В.* Оптимизация системы стальной плоской рамы и столбчатых фундаментов // Инженерно-строительный журнал. 2016. № 1 (61). С. 14-24.

5. *Серпик И.Н., Лелетко А.А., Алексейцев А.В.* Эволюционный синтез металлических плоских рам в случае оценки несущей способности по методу предельного равновесия // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2007. № 8 (584). С. 4-9.

6. *Alekseytsev A.V., Kurchenko N.S.* Deformations of steel roof trusses under shock emergency action // Инженерно-строительный журнал. 2017. № 5 (73). С. 3-13.

7. *Серпик И.Н., Курченко Н.С., Алексейцев А.В., Лагутина А.А.* Анализ в геометрически, физически и конструктивно нелинейной постановке динамического поведения плоских рам при запроектных воздействиях // Промышленное и гражданское строительство. 2012. № 10. С. 49-51.

8. *Алексейцев А.В., Марченков П.А., Кашликов Р.М., Маненак С.В.* Применение твердотельного моделирования в концептуальном проектировании зданий и сооружений // В сборнике: Современные проблемы высшего профессионального образования материалы научно-методической конференции. 2013. С. 39-43.

9. *Алексейцев А.В., Рожнов В.С., Курченко Н.С.* Применение твердотельного моделирования в инженерном благоустройстве территорий // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова». Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова. 2015. С. 625-630.

Студент 3 курса 35 группы ИСА Карташов А.С.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. А.В. Алексейцев

ОРГАНИЗАЦИОННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ СЛУЧАЙНОГО ПОИСКА С ВВЕДЕНИЕМ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ОЖИДАНИЙ

Одной из главных задач организации производства на всех этапах строительства является календарное планирование работ. С помощью календарного планирования определяется как рациональная последовательность работ, так и сроки их начал и окончаний, назначаются необходимые ресурсы.

В настоящее время широко применяются такие методы календарного планирования, как метод критического пути (CPM - Critical Path Method) и метод оценки и пересмотр планов (PERT – Program Evaluation Review Technique). Суть метода CPM заключается в том, что время выполнения работ можно оценить с высокой точностью, данный метод позволяет вычислить длину критического пути, которая не содержит в себе резервы времени, следовательно, каждый последующий этап начинается в момент завершения предыдущего. Метод PERT позволяет оценить наибольшую продолжительность работ, в случае если фактическая продолжительность работ будет превышать ожидаемую. Данный метод учитывает неопределенность и исследует влияние этой неопределенности на продолжительность выполнения работ.

В ходе фактического строительства объектов сроки выполнения работ могут увеличиваться, вследствие человеческого фактора, поломки техники, погодных условий. Эти факторы приводят к корректировке продолжительности работ, а прогноз итогового времени строительства объекта становится весьма затруднительным. В работе рассмотрен подход к календарному моделированию производства работ с учетом вышеописанных случайных факторов. Для этого будем использовать метаэвристические алгоритмы. Они базируются на методах случайного поиска и были применены для решения задач оптимизации конструкций [1, 2] и в том числе при составлении календарных планов [3]. Предлагаемый нами метод предполагает введение случайных организационных ожиданий, которые представлены множеством значений в определенном интервале. Примером таких ожиданий могут быть данные, составленные на основе анализа научной литературы и опыта проектирования и приведенные в таблице 1.

Будем моделировать производство работ путем введения в топологию диаграммы Ганта, математически представляемую в виде ориентированного графа, случайных организационных ожиданий. Для вычис-

ления общей продолжительности работ для вариантов таких графиков будем использовать модификацию метода Монте – Карло.

Таблица 1.

Зависимость времени простоя от температуры

Город, регион	Количество часов простоя
Якутия	Продолжительность периодов с температурой ниже -20 °С достигает 3500 часов ~ (1-5) месяцев простоя
Территория Забайкалья	Продолжительность периодов с температурой ниже -30 °С достигает 850 часов ~ 1 месяц простоя
Дальний Восток, Камчатка, Сахалин	Продолжительность периодов с температурой ниже -20 °С достигает 750 часов ~ 1 месяц простоя
Норильск	Продолжительность периодов с температурой ниже -20 °С достигает 1400 часов ~ 1-2 месяца простоя

Формируя в системе MS Project n календарных планов, при этом в каждом из планов значения ожиданий назначаются случайным образом, каждое ожидание вводится в модель, как отдельная работа. Получив значения по k пробным точкам метода Монте – Карло, можно вычислить оценку общей продолжительности строительства в виде: $[t_{min}; t_{max}]$, где t_{min} – минимальная, а t_{max} – максимальная продолжительность строительства. Рассмотрим результаты применения этого подхода рис. 1, 2, 3.



Рис. 1. Календарный график с нулевым значением организационного ожидания

В данном элементарном случае показываются, что при наличии одного ожидания [15;60] дней на критическом пути интервальная оценка общей продолжительности будет определяться интервалом с шириной равной этому ожиданию. В сложных случаях, когда имеет место несколько ожиданий, расположенных на подкритических ветвях работ, для расчета продолжительности работ следует использовать более эффективные и высокопроизводительные методы случайного поиска, например, рассмотренные в работе [4, 5]. Рассмотренный подход к календарному моделированию дает возможность получить интервальную оценку про-

должительности работ при случайных ожиданиях, что может привести к экономии инвестиций.

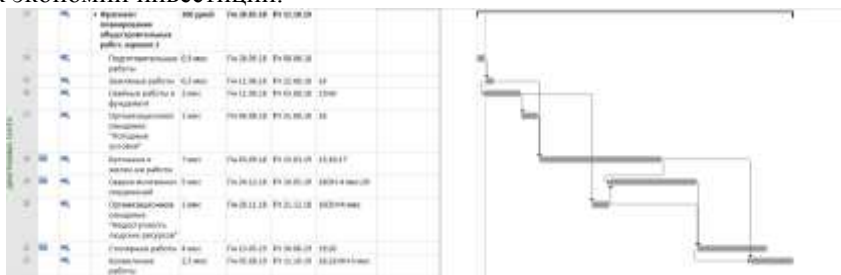


Рис. 2. Календарный график с минимальным значением ожидания (работа 20, $t_{min} = 360$ дней)

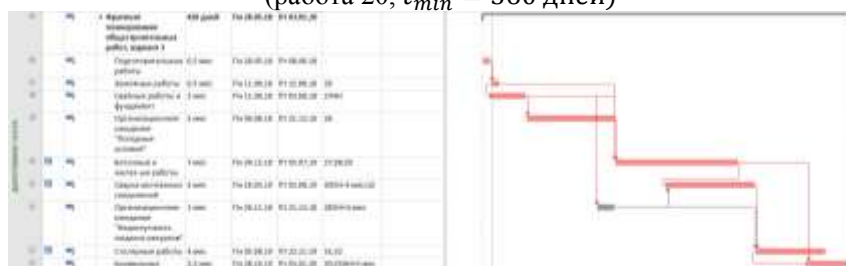


Рис. 3 Календарный график с максимальным ожиданием значением ожидания (работа 32, $t_{max} = 420$ дней)
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Alekseytsev A.V., Kurchenko N.S.* Deformations of steel roof trusses under shock emergency action // Инженерно-строительный журнал. 2017. № 5 (73). С. 3-13.
2. *Алексейцев А.В., Безбородов Е.Л.* Эволюционный поиск параметров систем "протезирования" деревянных балочных конструкций // Строительство и реконструкция. 2018. № 2 (76). С. 3-11.
3. *Курченко Н.С., Алексейцев А.В., Галкин С.С.* Методика определения продолжительности строительства на основе эволюционного моделирования с учетом случайных организационных ожиданий // Вестник МГСУ. 2016. № 10. С. 120-130.
4. *Алексейцев А.В., Сертик И.Н.* Оптимизация плоских ферм на основе генетического поиска и итеративной процедуры триангуляции // Строительство и реконструкция. 2011. № 2 (34). С. 3-8.
5. *Курченко Н.С., Алексейцев А.В.* Эволюционная модель поиска рационального распределения ресурсов при ограничении продолжительности строительства // Наука и бизнес: пути развития. 2017. № 4 (70). С. 19-23.

Студентки 4 курса 14 группы ИСА Ситникова М.С., Кондратьева А.А.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. Н.В. Линьков

ЗАЩИТА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ ОТ КОРРОЗИИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ

Одним из главных условий долговечности и надёжности сооружений является соответствующая защита металлических конструкций от коррозии.

Коррозия – самопроизвольный и необратимый процесс разрушения металлов и сплавов, её зависимость во времени имеет возрастающий характер. Выделяют два основных вида:

- химическую;
- электрохимическую.



Рис. 1 Коррозия металла.

Влажность воздуха определяет скорость процесса разрушения. Чем выше относительная влажность, тем стремительнее протекают коррозионные процессы. При влажности воздуха 50% и меньше коррозия почти отсутствует. Агрессивные примеси в атмосфере так же увеличивают скорость коррозии. Температура до +40 °С практически не влияет на коррозию. Её ускоряет только совместное воздействие высокой влажности и повышенной температуры.

При реконструкции зданий необходимо сперва определить причину, вызвавшую коррозию, и в последствие выбрать наиболее правильный вариант её устранения.

В свою очередь, выделяют *несколько случаев возникновения коррозии:*

- несвоевременное восстановление защитных покрытий в процессе эксплуатации;
- ненадлежащая эксплуатация систем электрохимической защиты;
- несоблюдение правил производства работ, которые направлены на защиту конструкций;

Таким образом, при выявлении первых двух причин необходимо разработать мероприятия по их устранению, при выявлении последних – отметить в технической документации на конструкции.

Как правило, существует 2 подхода к решению проблемы коррозии:

- отделить металл от среды - имеет место как в атмосферных, так и в заглубленных условиях;
- ограничить агрессивное воздействия среды – с учётом ее изоляции и замкнутости;

Рассмотрим технологию и методы защиты металла от коррозии в атмосферных условиях.

При выполнении ремонтно-окрасочных работ в действующих цехах высокую эффективность показали химические методы подготовки поверхности стальных конструкций. Например, использование специальных ингибиторных паст помогает избавиться от ржавчины на конструкциях. Массу наносят на повреждённые участки поверхности после полной очистки от старой краски, жира и грязи и выдерживают от 6 до 12 часов. После их промывают водой, наносят 3% раствор кальцинированной соды, далее высушивают.

При невозможности избавиться от ржавчины на конструкциях их окрашивают поверхностно. Окраску производят раскислителем из смеси ортофосфорной кислоты с жёлтой кровяной солью, выдерживают 2-3 суток. После того, как раскислитель высохнет, поверхности очищают от рыхлого слоя реагируемых продуктов и наносят фуриловый лак. Необходимо высушивать каждый слой минимум 24 часа.

Ингибиторы, являясь одним из самых эффективных способов защиты от коррозии, в 8-10 раз увеличивают срок службы металла. Они создают тонкую защитную плёнку, поэтому даже в малых количествах ограничивают химические процессы.

Если покрытия металла необходимо восстановить лишь частично, прибегают к газотермическому напылению цинка или алюминия, которые наносят исключительно после очистки участка от слоя ржавчины и старых покрытий.

Методы защиты конструкций от почвенной коррозии.

Для защиты конструкций от данного типа коррозии чаще всего используют битумные покрытия и электрохимический метод.



Рис. 2 Внешний вид трубы после трёхлетней эксплуатации в контакте с технической водой, не содержащей ингибитор (а) и содержащей ингибитор (б).

Битумные покрытия в свою очередь можно разделить на нормальные, усиленные, весьма усиленные. Однако в связи с тем, что герметичность подземных конструкций нарушается, применение данного способа является недостаточным. Электрохимическая защита предотвращает развитие коррозионных процессов. Для прекращения коррозии разность между катодными и анодными участками конструкции должна быть равна нулю. Чтобы разность потенциалов была равна нулю, нужно довести катодную поляризацию катодную поляризацию до общего потенциала, который равен первоначальному потенциалу анодного участка. При этом поверхность перестаёт корродировать из-за протекающих на ней только катодных процессов. Защита конструкций от почвенной коррозии электрохимическим методом производится с учетом срока службы сооружения, особенности грунтов, наличия в зоне сооружения блуждающих токов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бедов А.И., Габитов А.И., Знаменский В.В. Оценка технического состояния, восстановления и усиление оснований и строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений. Часть II. - Москва : Изд-во АСВ, 2017.
2. Федосова Н.Л. Антикоррозионная защита металлов. 2009. – 187 с.
3. Алцыбеева А.И., Левин С.З. Ингибиторы коррозии металлов. Под ред. Л.И. Антропова – 264 с.

Студент магистратуры 1 года обучения 5 группы ИСА

Крымишамхалов А.А.

Научный руководитель - доц., канд. культ. наук, доц. К.А. Соловьев

ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕСТАВРАЦИИ ЗДАНИЙ РОМАНСКОЙ АРХИТЕКТУРЫ

Каждый архитектурный стиль формировался в зависимости от: исторического периода, региона, религии. Выражение: «отчаянные времена требуют отчаянных мер» - наиболее приемлемо для меня к Романскому архитектурному стилю. Стилю, олицетворяющему: мощь, аскетизм средневековых времен, суровость периода раннего феодализма и междоусобных войн. Сам термин «Романское искусство», введенный в XIX веке, происходит от латинского названия Рима-Roma. Само по себе упоминание Рима всегда ассоциируется с нерушимостью, мощью, вечностью и завоеванием, что дало отражение в архитектуре того времени. Все это, казалось бы, внешний архитектурный вид сооружения, но Романский стиль дал отражение и в самом процессе строительства, отчасти эволюционировав его и дав старт для последующего активного развития Готической архитектуры.

Наиболее характерные новшества в строительстве того времени для Романской архитектуры можно отнести крупные своды, не использовавшиеся до этого, привычные своды исключительно для маленьких пролетов стали уходить в не бытие, отчасти, такие своды (полно сводчатый пролёт) можно назвать - Романский архитектурный прорыв.

Так же, первое что заставляет обратить внимание строителя глядя на Романские сооружения - это мощные каменные стены, которые давали даже простым монастырям и церквям вид военных крепостей, с аскетично оформленными стеклами в окнах. Из-за большого веса столь мощных каменных конструкций стало понятно, что обычные деревянные своды, используемые раньше, не подойдут для такой системы и их заменили каменными сводами. Ритмическое единство и целостность всему храму придавал цилиндрический свод, простой по своим очертаниям, но весьма сложный в конструктивном отношении. По всей длине таких сооружений, равномерно был распределен распор, что делало трудным создание в них значительных проемов, поэтому храмы, имеющие подобные своды отличались грузностью конструкций и малой освещенностью интерьера. В связи с этим всем, можно подумать, что Романская архитектура имела вид военных замков. Что давало преимущество на ново христианских землях, где шла борьба с язычниками.

Камень, используемый для строительства столь мощных стен, был самым доступным строительным материалом того времени, в связи с тем, что дорожная сеть была развита слабо, приходилось добывать ка-

мень на месте строительства. В основе своей это был известняк-который легко обрабатывался и был относительно легкий, применялся так же для облицовки наружных стен. Раствора служивший всегда крепким сцеплением каменных материалов, служил так же для равномерного распределения давления в кладке. Однако в Италии, отличительной чертой Романского строительства был мрамор, который передавал впечатляющие декоративные эффекты, что стало главной особенностью этого стиля в том регионе. Как строительный материал, камень использовался в виде отесанных блоков для создания тесовой кладки и бутовых для усиления стен. Дальше этот камень облицовывали плитами из тесанного камня, иногда с декоративными элементами. В Средневековые строительные блоки делались намного меньше, чем в Античности. Это связано с тем, что так строительный материал проще доставлялся к месту строительства.

В виду сложной конструктивной особенности зданий Романской архитектуры и ее объёмистых, массивных и тяжелых конструкций, процесс реставрации таких сооружений довольно тяжелый. Первоочередная задача реставрации - это изменение вида памятника архитектуры для более полного раскрытия его художественных качеств, усиление конструкций здания и устранение строительных дефектов.

На начальном этапе реставрации, самым важным, является укрепление самой важной части любого сооружения – фундаментов и грунтов оснований. Вначале производится укрепление фундаментов, которые с течением времени потеряли свои прочностные свойства. Производится перекладка уже существующих, но потерявших свою несущую способность фундаментов и установка новых фундаментов путем подведения обойм. Так же, устанавливаются буроналивные сваи, для ослабления нагрузок на грунты основания, которые из-за временного фактора частично или полностью утратили свою несущую способность. Когда завершилось укрепление уже существующих фундаментов буроналивными сваями, трещины уже в существующем изношенном фундаменте, а так же пустоты в области соприкосновения грунта и фундамента заполняются цементным раствором путем инъекциями.

Дальше проводят работы по установке гидроизоляции. Один из методов - это горизонтальная гидроизоляция стен в основании методом электроинъектирования. Сущность способа произведена в следующем: особый гидрофобный раствор на кремнийорганических субстанциях и органические растворители просачивают в кладку сквозь просверленные отверстия, при данном способе, вначале соскабливают штукатурку, тщательно вымывают просверленные отверстия и устанавливают инъекторы-электроды. Из многочисленных инъекторов-электродов получают сеть, точки пропитки раствора высушиваются, а к инъекторам

подключается система подачи раствора. После этого систему отключают вместе с подачей цементного раствора, а инъекторы вставляют в следующий ряд, но уже без электронного тока. Впоследствии сего демонтируем всю систему, отверстия замазываются известковым веществом. При электроинъектировании стен большой толщины, как романского стиля, электроинъектирование нужно проводить с обеих сторон стен. Аналогичный способ возможно использовать не лишь только к гидроизоляции стенок, но и к удалению трещин в стенах.

При частичном обрушении стен памятников романской архитектуры под действием агрессивной внешней среды, как правило есть два варианта их восстановления. Первый: замена разрушенных участков кирпичной или каменной кладки новым слоем по свойствам материала близкому к первоначальному, или же залить поврежденный участок цементным раствором. Первый вариант обычно выбирают при разрушении стен более чем на половину кладки вглубь, второй же если разрушении меньше половины. При замене каменной или кирпичной кладки новой, кирпич обрабатывают химическим или механическим методом.

С помощью современных технологий, описанных мною, люди могут сохранить архитектурные памятники романской культуры еще на многие века, однако новые горизонты в строительной области не всегда имеют основную роль в спасении многих исторических зданий, насущна проблема-это проблема гражданского общества во многих странах, не имеющего даже общего представления в важности спасения культурного наследия наших предков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Бессонов Г.Б., Подъяпольский С.С., Беляев Л.А., Постникова Т.М.* Реставрация памятников архитектуры, 2000. С. 65-98.
2. *Губер А.А., Колли Н.Д., Максимов П.Н., Мац И.Л., Нельговский Ю.А.* Всеобщая история архитектуры. Том 4. Архитектура Западной Европы. Средние века., 1966. С.83 – 323.
3. *Каптиков А.Ю.* Романская архитектура Италии. Ломбардия-Эмилия-Романья-Тоскана-Апулия-Сицилия, 2012. С. 26-65.

Студенты 4 курса 10 группы ИСА Жихарев Н.Д., Ланшов А.В.,
4 курса 8 группы Еремин К.Е.
Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. А.В. Алексейцев

ОСНОВЫ РАСЧЕТОВ ТРУБЧАТЫХ СТЕРЖНЕЙ, ЗАПОЛНЕННЫХ БЕТОНОМ И АНАЛИЗ ИХ ТОЧНОСТИ

Современные подходы к проектированию несущих конструкций предполагают обеспечение их надежности и безопасности. При этом они должны быть оптимальными с точки зрения материалоемкости. Вопросам безопасности и оптимального проектирования уделяется большое внимание [1-5]. Но для того, чтобы выполнить оптимизацию конструкции нужно определиться с методом ее расчета. Одним из перспективных конструктивных элементов для оптимального проектирования являются конструкции из трубобетона. Существует несколько методик его расчета, и выбор наиболее подходящей и точной является немаловажной проблемой современного строительства. На практике сейчас используется четыре из них: “Унифицированный китайский” метод, Метод Min Yu, Xiaoxiong Zha, Jianqiao Ye, Chunyan She (Китайский) [5], Метод Л.И. Стороженко [6], Метод Еврокода [7]. В данной статье производится сравнительный анализ результатов основных способов расчета сталетрубобетона.

Для того чтобы сравнить вышеуказанные методы, воспользуемся в качестве примера решением задачи по определению несущей способности трубобетонного элемента круглого поперечного сечения всеми из них. Диаметр образца $D=200\text{мм}$, высота $H=500\text{мм}$, толщина стальной стенки $t=3\text{мм}$, материал- бетон класса В20 и сталь марки S235.

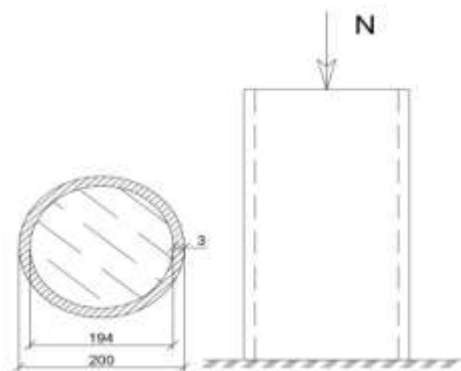


Рис. 1. Расчетная схема трубобетонного стержня

В результате расчетов несущая способность образца по “Унифицированному китайскому” методу равна 1128 кН, по Китайскому методу 980 кН, по методу Стороженко 815 кН, по Еврокоду 1045кН. Ниже рассмотрим методы с наибольшим и наименьшим расчетным значением несущей способности.

1. *Унифицированный китайский метод:*

Суть данного метода состоит в определении несущей способности элементов:

1) из условия прочности при осевом сжатии:

$$N_0 = (1 + \eta) \cdot (f_y A_s + f_c A_{ck}),$$

где η - коэффициент, учитывающий повышение прочности за счет сжатия бетона в трубе;

f_y и f_c - нормативная прочность бетона и стали, соответственно;

A_s - площадь сечения стали;

A_{ck} - площадь сечения бетона опорной части;

2) из условия устойчивости при сжатии вдоль центральной оси:

$$N_{st} = \varphi_{st} N_0$$

φ_{st} - коэффициент, учитывающий продольный изгиб, свойства применяемых материалов, гибкость λ_{sc} и изгибную жесткость трубобетонного сечения:

$$E_{sc} I_{sc} = E_c I_c + E_s I_s$$

где E_{sc} E_c E_s - модуль упругости трубобетона, стали и бетона, соответственно;

I_{sc} I_c I_s - моменты инерции трубобетонного элемента, бетона и стали, соответственно;

2. *Метод Л.И. Стороженко.*

В этом методе для выявления несущей способности трубобетонного элемента сперва вычисляется сопротивление бетона в стальной трубе, используя формулу:

$$R_b = 0,65B(1 + 16,1 \cdot \mu_{pb} \cdot \beta),$$

$$\mu_{pb} = \left(\frac{D}{D-2t} \right)^2 - 1$$

μ_{pb} - коэффициент, учитывающий армирование сечения;

После чего находим самую несущую способность:

$$N_{stb} = \gamma_{bs} (R_b \cdot A_b + \gamma_{s2} \cdot R_y \cdot A_{st});$$

γ_{bs} и γ_{s2} - коэффициенты, учитывающие совместную работу бетона и стали.

Сравнив максимальное и минимальное расчетное значение несущей способности, мы получили расхождение между ними в 32%. Исходя из этого можно сделать вывод, что несмотря на обширные изыскания в этой области, она по-прежнему малоизучена, что не позволяет нам увидеть полной картины состояния прочностных характеристиках трубобетона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Алексейцев А.В.* Оптимальный структурно-параметрический синтез систем усиления металлических ферм // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2014. № 2. С. 37-46.
2. *Алексейцев А.В., Курченко Н.С.* Обзор методов и результатов экспериментальных исследований стальных и сталебетонных конструкций при особых воздействиях // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2018. Т. 14. № 3. С. 205-215.
3. *Алексейцев А.В., Безбородов Е.Л.* Эволюционный поиск параметров систем "протезирования" деревянных балочных конструкций // Строительство и реконструкция. 2018. № 2 (76). С. 3-11.
4. *Alekseytsev A.V., Akhremenko S.A.* Evolutionary optimization of prestressed steel frames // Инженерно-строительный журнал. 2018. № 5 (81). С. 32-42.
5. *Курченко Н.С., Алексейцев А.В.* Эволюционная модель поиска рационального распределения ресурсов при ограничении продолжительности строительства // Наука и бизнес: пути развития. 2017. № 4 (70). С. 19-23.
6. *Цай Шаохуай.* Новейший опыт применения трубобетона в КНР // Бетон и железобетон. 2001. №3. С. 20-24.
7. *Стороженко Л.И., Ермоленко Д.А., Лапенко О.И.* Трубобетон. – Полтава: ТОВ АСМГ, 2010. - 306 с.
8. Eurocode 4. Проектирование сталежелезобетонных конструкций. Общие правила для зданий. Пер. С нем. - Полтава. ПНТУ. 1997. 180 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕЗОННО ОХЛАЖДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Введение: в докладе проведен анализ конструкций фундаментов промышленных зданий, в районах распространения низкотемпературных вечномерзлых грунтов. В этих районах грунты основания используются по первому принципу т.е. с сохранением мерзлого состояния в течение всего срока эксплуатации сооружения. Но в зависимости от назначения зданий, технологических процессов – от нагрузок и тепловыделений, конструкции фундаментов значительно изменяются.

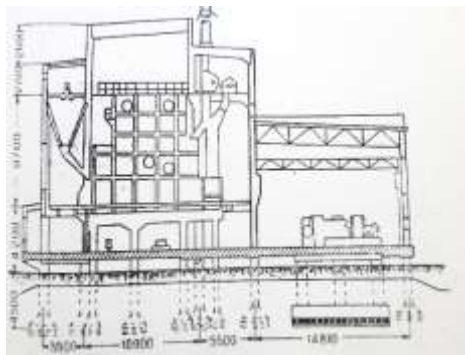


Рис. 2. Электростанция в Якутске

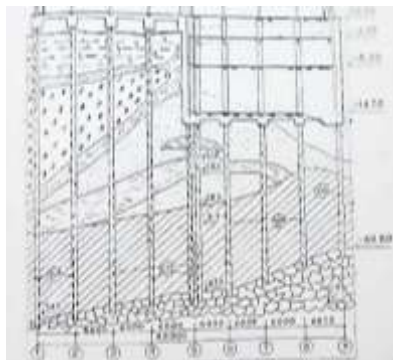


Рис. 2. Разрез промздания в Норильске.

Основными конструктивными решениями, позволяющими сохранить грунты основания в мерзлом состоянии являются открытое проветриваемое подполье, вентилируемые каналы, устройство высоких грунтовых подушек из непучинистого грунта. Дополнительным способом пространство под зданием - так называемое вентилируемое или охлаждения грунта сезонно(или самоохлсждающие) устройства – СОУ. Устройство подполья обеспечивает не только сохранение естественной температуры вечномерзлых грунтов, но и ее понижение. Первым примером такого промышленного является Якутская электростанция, построенная в 1937 году со столбчатыми фундаментами. Вначале подполье устраивалось невысоким, но ввиду ряда недостатков такой конструкции сейчас перешли на высокие подполья, а иногда и на устройство

технического полуэтажа этажа с размещением в нем хозяйственных служб.

Другим примером региона с низкотемпературными грунтами является Норильск, с мощной 400-м толщей вечномёрзлых грунтов с температурой -2°C - 4°C и ниже. В начальный период строительства в Норильске применялись столбчатые фундаменты в сочетании с холодным подпольем, но затем строители перешли на свайные фундаменты. Для промышленных зданий с тяжелыми нагрузками большими тепловыделениями сохранение грунтов и основания оказалось невозможным и строители применили II принцип – опирание фундаментов на скалу. Таким примером является промышленное здание в Норильске, построено на глубоких опорах, прорезающих толщу осадочных, льдонасыщенных мерзлых грунтов и опирающихся на скальные базальтовые породы.

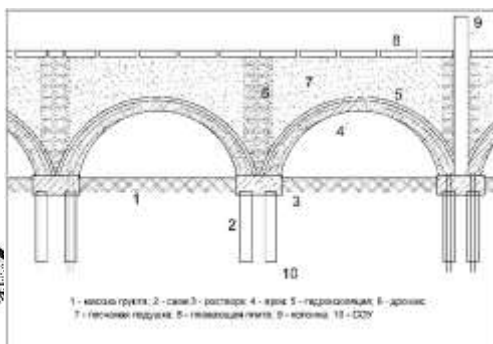
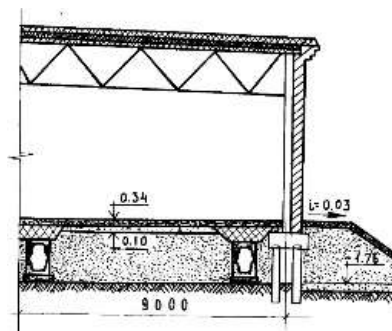


Рис. 3. Вентилируемые каналы

Рис. 4. Пример вентилируемого подполья

Другим решением охлаждения грунтов оснований промышленных зданий с повышенными нагрузками на полы является устройство каналов, вентилируемых холодным наружным воздухом укладываемых под всем зданием. Применение каналов большого сечения для охлаждения основания повышает надёжность охлаждающей системы в эксплуатации и значительно уменьшается вероятность образования ледяных пробок. В настоящее время в Якутске построено несколько промзданий с большими нагрузками на полы с охлаждением основания полупроходными каналами, проложенными в теле подсыпки, являющейся основанием под полы. Пример размещения каналов в основании здания и конструкции каналов приведены на рис. 3.

Ещё больший эффект может быть достигнут при совместном применении вентилируемых каналов, дополнительно охлаждаемых CO_2 .

Как показали результаты численных экспериментов, общая стоимость свайных фундаментов для здания в г. Мирном сократится почти в два раза по сравнению с традиционным решением.

СОУ, в зависимости от вида теплоносителя подразделяются: устройства с однофазным с двухфазным теплоносителем;

Устройства с однофазным теплоносителем представляет собой коаксиальную конструкцию типа «труба в трубе», заполненную незамерзающей жидкостью, за счет циркуляции которого и осуществляется охлаждение грунта. *Устройства с двухфазным теплоносителем* . работают в пленочном режиме теплоносителя, за счет фазовых переходов фреона. СОУ-2 широко применяются на объектах нефтегазовой добычи в Салехарде, Лабытнанги на Ямале. Недостатком СОУ-2 является меньшая надежность чем СОУ-1.

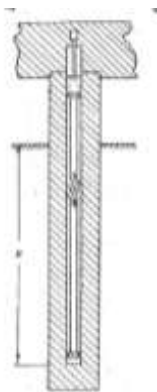


Рис. 5. СОУ-1.

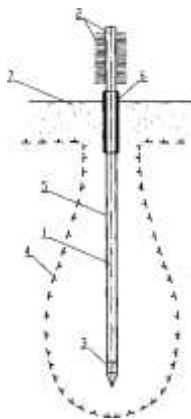


Рис. 6. СОУ-2.

Вывод: проведен анализ конструктивных решений фундаментов. Анализ показал: наиболее эффективными для современных промышленных зданий, таких как модульные нефтеперерабатывающие заводы или заводы по сжижению газа - являются свайные фундаменты, охлаждаемые СОУ. Для промышленных зданий под тяжелой нагрузкой наиболее эффективны фундаменты с вентилируемыми каналами в сочетании с охлаждающими устройствами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Воткойвский К.Ф.* Фундаменты сооружений на мерзлых грунтах в Якутии. - Наука – 1968.
2. *Алексеева О.И., Балобаев В.Т.* О проблемах градостроительства в криолитозоне // Криосфера Земли - 2007

СОВРЕМЕННЫЕ АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

С течением времени промышленная архитектура претерпела множество изменений. Промышленная архитектура XIX века может быть охарактеризована формами фортификационных и церковных строений. Фасады главных административных корпусов повторяли архитектуру дворцов, инженерные же конструкции имели формы башен. Большие пролеты напоминали нефы соборов [1].

С активным развитием промышленности в XX веке все меньше внимания уделялось архитектурным решениям. Поэтому, с течением времени, промышленные здания приобретали простую форму «коробки», которая удовлетворяла всем инженерным требованиям: обширное внутреннее пространство, в котором можно разместить оборудование для любого производства. Создание нового объекта все чаще осуществлялось без участия архитектора, а лишь инженерами, которые отказывались от любого рода украшательства в пользу практичности, целесообразности и рациональной эксплуатации.

Современный человек огромное внимание уделяет облику города, который состоит из совокупности всех сооружений и ландшафта. Именно это приводит к тому, что формы промышленных зданий эволюционируют. От «контейнеров» отказываются в пользу инновационных, порой даже дерзких, архитектурных решений. Производственные здания теперь умело сочетают в себе промышленные и общественные функции [2-3].

Ярким примером промышленного здания, которое не выглядит как завод, является завод по сжиганию мусора «Шпиттлау», расположенный в Вене и построенный по проекту Фриденсрайха Хундертвассера (рис. 1). Сооружение формирует облик города, превращая теплостанцию, работающую на мусоре, в городскую достопримечательность.

Очередное доказательство того, что промышленное здание может выглядеть необычно находится на Тайване. Завод по производству полупроводниковых элементов Inotera похож на музей современного искусства, но никак не на промышленное сооружение.

Здание завода Cristalchile в Чили (рис. 2) похоже на что угодно, но только не на индустриальное предприятие. Сооружение имеет стеклянные стены, пропускающие большое количество солнечного света, что неслучайно, ведь завод производит стеклянную продукцию.



Рис. 3. Мусоросжигательный завод в Вене.



Рис. 4. Завод Cristalchile в Чили

Но не только зарубежные страны могут похвастаться необычными промышленными зданиями. Цех «Высота 239» Челябинского трубопрокатного завода (рис. 3) можно считать одним из необычных промышленных сооружений. Реализация которого обошлась заводу почти в 21 млрд. рублей, но, глядя на него, невозможно и подумать, что внутри этой гигантской арт-инсталляции, на создание которой было потрачено более 70 тонн краски ярких цветов, производятся трубы. Интерьер цеха скорее напоминает торговый центр: много света и ярких красок, отполированный паркетный пол и даже живые растения. Крыша эксплуатируется в виде «уголка спокойствия» с садом камней и искусственных сакур.

У большинства обывателей трубопрокатная промышленность ассоциируется с душными, грязными предприятиями. Но «Высота 239» олицетворяет своим видом, что производство труб может быть совсем иным. Это первый проект в нашей стране «белой металлургии основанный на новейших технологиях», а также победивший в номинации «Выбор профессионалов» на конкурсе «Best Building Awards/Лучший Дом Года».

Очередным достижением в области промышленной архитектуры можно назвать и завод «ЭТЕРНО» (рис. 4), расположенный на базе Челябинского трубопрокатного завода. Да, цех имеет пресловутую форму «коробки», но уже не серой и однотипной, которая портит облик города и наводит тоску. Яркие краски, стекло, арт-объект у главного фасада в виде каравана верблюдов, который перевозит продукцию, производимую на заводе, а именно – соединительные детали трубопроводов диаметром до 1420 мм.

Помимо «Высоты 239» и «ЭТЕРНО» Челябинский трубопрокатный завод запустил комплекс «Железный Озон 32» в Первоуральске. Электросталеплавильный цех своим ярко-красным фасадом и футуристиче-

скими трубами никак не выдает секрет того, что происходит внутри. А внутри горячая сталь течет на производство стальных заготовок для труб. Завод не только хорошо вписывается в городской облик; более 1 млрд. рублей было направленно на экологическую составляющую.



Рис. 5. "Высота 239"



Рис. 6. Завод "ЭТЕРНО"

Архитектура промышленных зданий идет вперед с необычайно высокой скоростью, современные решения гибкие и многофункциональные. Но главной задачей архитекторов по-прежнему является обеспечение безопасности и эффективности технологических процессов, ведь без этого любая интересная форма перестает иметь смысл и становится недопустимой для города.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Соловьев А.К.* Основы архитектуры и строительных конструкций: учебник для академического бакалавриата. - Москва: Изд-во Юрайт, 2015. – 458 с.
2. *Викторова Л.А.* Архитектура промышленных предприятий в контексте современных архитектурных течений. // Архитектура и строительство России. №3. 2012. 12 с.
3. *Сазыкина Е.В.* Архитектура современных утилитарных промышленных объектов городской среды на примере мусороперерабатывающих заводов и станций по очистке сточных вод. // АМГТ. № 2(35). 2016. 13 с.

ОСОБЕННОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА ТРУБОБЕТОННЫХ СТЕРЖНЕВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Труبوبетонные стержневые конструкции в современной строительной индустрии получают все большее распространение. Свое применение они нашли в высотном строительстве, в мостовых конструкциях, в конструкциях элементов ферм. Эти элементы уже начали широко использоваться в таких странах, как США, Япония и Китай. Именно поэтому вопрос о преимуществах и недостатках труبوبетона является немаловажным в строительной науке.

В данной статье мы рассмотрим преимущества труبوبетонных стержней. Труبوبетон обладает исключительно высокой несущей способностью при небольших поперечных сечениях колонн, являясь прекрасным примером сочетания выдающихся способностей металла и бетона.

Труبوبетонные конструкции выгодно отличаются от остальных следующими преимуществами:

- высокая прочность элементов при сжатии, которая получается из-за всестороннего сжатия бетона трубчатой оболочкой при его деформировании;
- повышенная огнестойкость конструкции при сопоставлении с чисто металлическим каркасом;
- экономию материала за счет более эффективной его работы под нагрузкой;
- более высокую степень коррозионной стойкости, поскольку бетон защищен стальной оболочкой, а сталь противокоррозионными составами, что в итоге может повысить долговечность конструкции по сравнению с бетонной.

Актуальность использования труبوبетонных конструкций для высотных и многоэтажных зданий подтверждается высокой степенью живучести труبوبетона. То есть его способностью к длительному сопротивлению аварийным нагрузкам. Кроме того использованием бетона в трубе решается задача обеспечения повышенной местной устойчивости оболочки при высоких напряжениях.

Сталетруبوبетонные сжатые несущие конструкции содержат ряд проблем, одной из которых является обеспечение необходимой прочности контакта между стальной оболочкой и бетоном ядра. Есть два способа решения вышеставленной проблемы, первый из них-это прива-

ривание к внутренней поверхности обоймы анкерных стержней. Второй-применение в конструкции напрягающих бетонов

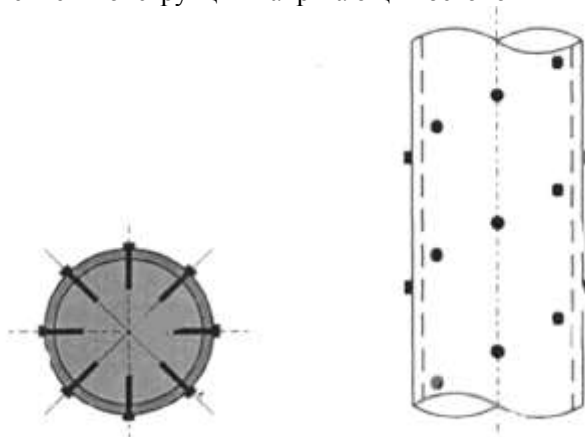


Рис. 1. Трубетонный элемент с анкерными стержнями.

Еще одной особенностью является его малоизученность. Несмотря на многочисленные исследования, существующие методики расчета не могут дать полностью верные значения несущей способности элемента, так как не учитывают в комплексе все свойства и особенности труббетона.

Работа труббетонных элементов на сжимающие нагрузки достаточно хорошо изучена. Но есть еще проблема изучения их работы на изгиб. Это связано с отсутствием достаточного количества экспериментальных исследований и нормативных рекомендаций к их проектированию. Использование труббетона создает определенные особенности проектирования узловых соединений, что формирует необходимость формирования рекомендаций к проектированию, учитывающих эти особенности.

Во время пожара существует опасность разрыва внешней металлической оболочки, в связи с чем принимаются следующие меры. Внутри каждого труббетонного элемента имеется канал, используемый для повышения огнестойкости конструкции. При возникновении пожара и повышении температуры датчик подает аварийный сигнал и автоматически включается подача охлажденной воды, ограничивающей разогрев труббетонной конструкции в допустимых пределах.

В итоге можно сказать, что труббетон обладает рядом значимых преимуществ для строительства. Но отсутствие нормативных документов регулирующих данную область мешает широкому распространению труббетонных конструкций.

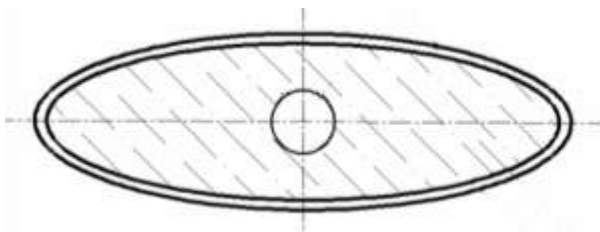


Рис. 2. Трубобетонный элемент в разрезе

Кроме этого, мы полагаем, что параметры трубобетонных конструкций можно оптимизировать различными методами, например, эволюционными [4-6] и использовать в качестве ключевых элементов в защите зданий от прогрессирующего разрушения [7]. Данные конструкции перспективны и дальнейшие их исследования полезны и необходимы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Стороженко Л.И., Ермоленко Д.А., Лапенко О.И.* Трубобетон.- Полтава: ТОВ АСМГ, 2010. - 306 с.
2. *Кришан А.Л.* Трубобетонные колонны высотных зданий / А.Л. Кришан, А.И. Заикин, А.И. Сагадатов // Монография. – Магнитогорск: ООО «МиниТип», 2010. – 195 с.
3. *Кришан А.Л.* Трубобетонные колонны с предварительно обжатым ядром / А.Л. Кришан // Монография. – Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2011. – 372 с.
4. *Алексейцев А.В.* Оптимальный структурно-параметрический синтез систем усиления металлических ферм // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2014. № 2. С. 37-46.
5. *Алексейцев А.В., Безбородов Е.Л.* Эволюционный поиск параметров систем "протезирования" деревянных балочных конструкций // Строительство и реконструкция. 2018. № 2 (76). С. 3-11.
6. *Alekseytsev A.V., Akhremenko S.A.* Evolutionary optimization of prestressed steel frames // Инженерно-строительный журнал. 2018. № 5 (81). С. 32-42.
7. *Алексейцев А.В., Курченко Н.С.* Обзор методов и результатов экспериментальных исследований стальных и сталебетонных конструкций при особых воздействиях // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2018. Т. 14. № 3. С. 205-215.
8. *Курченко Н.С., Алексейцев А.В.* Эволюционная модель поиска рационального распределения ресурсов при ограничении продолжительности строительства // Наука и бизнес: пути развития. 2017. № 4 (70). С. 19-23.

БЫСТРОВЗВОДИМОЕ ЖИЛЬЕ В РАЙОНАХ ЧС

Быстровозводимое жилье становится наиболее популярным видом строительства домов дачного типа, а также для круглогодичного проживания. Фактом остается то, что такие дома являются менее капитальными, труднозатратными в сравнении с классическим вариантом возведения дома.

Главная проблема обеспечения населения доступным жильем остается нерешенной. В районах с возможностью появления чрезвычайных ситуаций природного характера с каждым годом наблюдается тенденция увеличения бедствий. Предоставление экономичного, комфортного, экологичного, а главное быстрого по срокам жилья для населения в таких административных районах РФ как: Красноярский край, Республика Тыва, Иркутская область, Республика Бурятия, Забайкальский край, Амурская область, Хабаровский край, Приморский край; остается главной нерешенной задачей [3]. Возможность создать на основе быстровозводимого принципа дома для пострадавших групп населения в ЧС это не только решение проблемы обеспечения, но и формирования рынка, развития новых тенденций в строительной сфере, усовершенствование нормативных документов.

В настоящее время выделяют четыре технологии быстровозводимого жилья. К основным из них относятся:

1. Каркасно-щитовые дома;
2. Каркасно-рамочные дома;
3. Каркасные дома системы ЛСТК;
4. Модульные дома

Каркасно-щитовая система:

Дома каркасно-щитового метода полностью изготавливаются на заводе. Основными элементами являются панели, состоящие из несущего элемента в виде деревянного бруса, слоя утеплителя на минеральной или полимерной основе, обшивка в виде цементно-стружечной плиты (ЦСП) или ориентированно-стружечной плиты (OSB). После доставки несущих элементов – панелей на строительную площадку их устанавливают на нижнюю обвязку каркаса. Нижняя обвязка представляет собой брусья, уложенные на винтовой фундамент, с использованием гидроизоляции.

Достоинства, которыми обладает каркасно - щитовой: возможность автоматизирования тех. процесса, полная готовность дома происходит

за 4-6 недели; лёгкость конструкций, что позволяет не прибегать к помощи спецтехники; повышенные теплоизоляционные свойства.

К минусам можно отнести: экологичность домов.

Каркасно-рамочная система:

Конструкции каркасно-рамочного типа состоят из: основного каркаса, к которым относятся деревянные стойки; минераловатный утеплитель, закладываемый внутрь между стойками; а также внутренняя и внешняя обшивка с слоями пароизоляции и гидроизоляции [2]. Главное отличие каркасно-рамочного дома от каркасно-щитового в том, что первый собирается непосредственно на месте строительства без унифицированных заводских изделий.

Основными преимуществами являются: быстрота возведения, лёгкость монтажа и доступность технологии, что позволяет построить дом небольшой бригадой, прочность конструкции.

Недостатки каркасно-рамочного дома: ограничения при перепланировке, низкая звукоизоляция.

Система из ЛСТК:

Новейшей технологией строительства быстровозводимых зданий стало строительство каркасных домов, несущими элементами которых являются легкие стальные тонкостенные конструкции (ЛСТК). Размеры термопрофиля перед изготовлением на производстве определяются при помощи теплотехнического расчета и зависят от возможной толщины утеплителя, который будет заполнять полости каркаса. В основном, толщина такого профиля обычно варьируется в диапазоне от 0,7 мм до 3 мм. Обшивается стальной каркас различными листовыми материалами, такими как: стекломгнезитовые листы (СМЛ), гипсокартонный лист (ГКЛ).

Преимущества: экологичность, лёгкость и простота, всесезонность монтажа.

Недостатки: сварка, монтаж конструкции выполняются только высококвалифицированными специалистами; неразработанная нормативная база.

Дома из модулей:

В отличие от вышеперечисленных типов зданий, модульный дом – изготовленный и разделенный на несколько блоков дом, которые после доставляются на место установки [4]. На заводе выполнены все основные строительные операции, а именно: прокладка труб, электрических систем, внутренняя отделка, монтаж сантехники, отопления. Выполненные модули транспортируют на место строительства и при помощи крана устанавливают на уже возведенный фундамент.



а



б

Рис. 1. Варианты модульного быстровозводимого дома:

а) Модульный дом компании DUBLDOM (Россия),

б) Модульный дом компании Дом-Ковчег

Достоинства модульного дома: малые сроки строительства, не более 3 месяцев на изготовление и монтаж; возможность демонтажа, транспортировка и сборка в другом месте.

Недостатки модульного дома: скромный выбор архитектурных решений, сравнительно небольшие габариты помещений; не слишком продолжительный расчетный срок службы – около 50 лет.

Главным достоинством быстровозводимого здания является, конечно же, скорость возведения, не зависящая от времени года, что немало важно. А также возможность предоставить пострадавшим от ЧС комфортное, надёжное, энергоэффективное, дешёвое жильё. Основной задачей является поиск наиболее рационального жилья для районов ЧС в России, учитывая особенности климата каждого из них.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Соловьев А.К.* Физика среды. М.: Издат. АСВ, 2015. – 344 с.
2. Основы архитектуры и строительных норм/ Под общ. ред. д-р техн. наук, проф. *А.К.Соловьева*. – М.: Издательство «ЮРАЙТ», 2016.
3. [электронный ресурс] <http://www.mchs.gov.ru>
4. *Асаул А.Н., Казаков Ю.Н., Быков В.Л., Князь И.П., Ерофеев П.Ю.* Теория и практика использования быстровозводимых зданий в обычных условиях и чрезвычайных ситуациях в России и зарубежом / Под ред. д.т.н., проф. *Ю.Н. Казакова* - СПб.: "Гуманистика", 2004. - 472 с.

МАССОВОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО ЭКОДОМОВ

В современном мире здание должно быть многофункциональным, адаптировано под все категории людей и удовлетворять всем потребностям на протяжении длительного периода времени [1]. Под термином экологический дом в первую очередь подразумевается современный вид жилья, который не приносит вред окружающей среде. А как известно, в секторе строительства производится наибольшее количество отходов и затрачивается больше всего ресурсов. [1] Задачами экологического строительства является увеличение качества строительства и комфорта внутренней среды при уменьшении уровня потребления ресурсов на протяжении жизненного цикла здания.

При проектировании экодому необходимо максимально использовать условия данной местности (рельеф, направление ветра, инсоляцию, естественное освещение [2-3]), что позволит снизить потребление невозобновляемых ресурсов. Экодома строятся из доступных материалов, за счет чего существует возможность массового доступного строительства. Природный камень, кирпич глиняный или силикатный, профилированный или оцилиндрованный брус - все это натуральные материалы. [4]. Экодом должен быть энергоэффективным, безопасным и прочным. Строительство ведется поэтапно. Элементы дома располагаются относительно сторон света и местного ландшафта так, чтобы потери тепла из помещений были минимальны за счет высокой степени герметичности, при этом должна быть обеспечена достаточная вентиляция воздуха и освещенность [4]. Дома ориентируют на юг для максимального использования солнечной энергии. Выработка собственной энергии обеспечивается солнечными батареями, а ее сбор коллекторами. Это позволяет обогревать дом и обеспечивать подачу горячей воды круглый год. [4]. Требованиям экологичности отвечают энергоэффективные и энергопассивные дома. Энергопассивные дома считаются энергозависимыми за счет использования минимума ресурсов и энергии для отопления и поддержания климата. По всему миру уже существуют реализованные проекты. Они имеют разные названия: Velux (рис. 1а), Villa Nyberg (рис. 1б), Polygon Lab, но суть их одинакова. Проекты объединяют доступные передовые технологии под одной крышей и при этом удивляют простотой конструкции. Уникален пассивный дом Максима Гербута (рис. 1в). Для создания дома были проведены десятки экспериментов с различными материалами. Легкий каркас дома напечатан на 3d принтере и обладает прочностью, большей прочности стали в 6 раз. Толщина

стен 20см соответствует слою обычных кирпичей 7,5м. Они сделаны из фиброволокна. Пространство заполняется полиуретаном. Данный дом единая целостная конструкция, каркас которого может быть возведен за 8 часов.

Солнечные панели, встроенные в крышу, улавливают даже рассеянный солнечный свет для выработки электричества. Отопление -70 % энергетического баланса. Для обогрева дома при температуре -20 градусов за окном требуется всего 800Вт для обогрева. Окна такого дома даже теплее стен. Они состоят из 6 стекол, пространство между которыми удерживает тепло. Их толщина 35 сантиметров, а внутри этого пространства окна размещен уникальный вакуумный коллектор. Ловушка между стеклами поглощает инфракрасное излучение и отражает его в нужную сторону. С помощью миниатюрного термостата происходит управление и контроль всем домом в целом [5]. В мире уже давно существуют эко деревни - экологические поселения.

Первое появилось в 1984 году - Tuggelite (пригород Карлста). Ekesta (1990), Myrstacke (1992), Kloster (1994), Smeden (1994-95), Understenshojden (1995), Hagaby(1999) не могут похвастаться уникальными строительными технологиями будущего. Они построены из самых стандартных материалов. Представляют собой квартиры в двухэтажных домах, суперизолированных за счет тяжелого каркаса или целюлозно волоконными плитами, ориентированные на юг окнами, большими свесами. Имеют индивидуальные системы отопления и водоснабжения, помещения для компостирования, системы инфильтрации воды наличие участков для выращивания сельскохозяйственных культур позволяет эффективно использовать ресурсы [6]. В 2018 году появился проект ReGen. Это проект целой эко деревни, которая будет обеспечивать себя сама. Работать на возобновляемых источниках: энергии и воде, перерабатывать отходы, выращивать свою пищу. Все системы от электричества до канализации взаимосвязаны и контролируются.

Последними реализованными проектами экодомов доказано, что экодом-дом будущего, а существующие эко-деревни дают понять, что

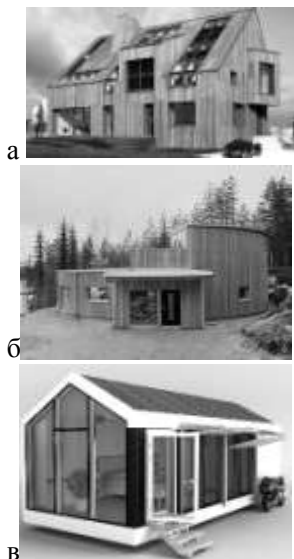


Рис. 1. Экодому
а) Проект VELUX (Россия)
б) «Villa Nyberg» (Швеция)
в) PassivDom (Украина)

запуск массового строительства не представляет собой проблемы. Строительство экоддома дороже всего на 10% и окупается через 7-10 лет. Вред окружающей среде от непосредственного строительства сведен к минимуму, а эксплуатация даже позволяет улучшить экологическую ситуацию в целом. Такие «здоровые» дома позволят восстановить нарушенный экологический ресурс, а если рассматривать проблему глобально-обеспечить качественное воспроизводство человеческой популяции.

Массовое строительство возможно уже сегодня: основные элементы экоддома такие же, как и у обычного, а при строительстве кроме современных технологий возможно использование традиционных конструктивных решений и материалов, не запрещенных санитарно-гигиеническими нормами. К тому же строительство группы домов, наиболее рационально. Синтез последних разработок и технология массового строительства экоддомов позволит создавать эко деревни.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мартынюк А., Подгайский Э. В., Попцова А. С., Сенова О. Н., Снисаренко А. Н., Сокол А. Я., Успенская Е. А. Энергосбережение в доме — шаг за шагом // Ред. О. Н. Сенова. Брошюра. «Друзья Балтики», СПб. 2008. - 20 с.

2. Константинов А.П. Вопросы расчета оконных блоков из ПВХ на ветровую нагрузку // Перспективы науки. 2018. № 1 (100). С. 26-30.

3. Ларионова К.О., Алексеева А.А. Влияние солнцезащитных устройств и светоперераспределяющих элементов на качество внутренней среды в помещениях гражданских зданий для условий жаркого солнечного климата // Научное обозрение. 2017. № 11. С. 39-43.

4. Огородников И.А., Макарова О.Н., Дубынина Е.С. Экодом в Сибири. Обзор литературы, оригинальные разработки, рекомендации специалистов. - Исар-Сибирь, Новосибирск, 2000-89с

5. [электронный ресурс] URL: <https://passivdom.com/>

6. Бокалдерс В., Мария Б. Экологические аспекты строительных технологий. Проблемы и решения-Москва, Издательство АСВ, 2014. - 480с.

7. Regen Villages [электронный ресурс] URL: <https://www.oeffekt.dk/regenvillages>

8. Круковец А.Е., Ларионова К.О. Применение отходов в строительстве // В сборнике: Строительство-формирование среды жизнедеятельности XXI Международная научная конференция: сборник материалов семинара «Молодежные инновации». 2018. С. 345-347.

9. Круковец А.Е. Использование отходов в строительстве // В сборнике: ДНИ СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУКИ. 2018. С. 1432-1434.

Студенты 4 курса 10 группы ИСА **Жихарев Н.Д., Ланшов А.В.,**
 4 курса 8 группы **Еремин К.Е.**
 Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. **А.В. Алексейцев**

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ТУБОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ

Вопрос о современных подходах к проектированию трубобетонных элементов стал значимой частью в строительной науке. В современном строительстве трубобетонные изделия обретают все большую популярность в связи со своими преимуществами в сравнении с обычными строительными конструкциями. Трубобетон появился еще в первой трети двадцатого века, однако свое применение он обрел только после появления достоверных методик расчета. Сейчас существуют пять основных методик расчета: метод Еврокода, метод А.И. Кришана [1-2], метод Л.И. Стороженко, “Унифицированный китайский” метод, и просто китайский, авторами которого являются X. Zha, J. Ye, C. She., M. Yu. Оптимизация параметров трубобетонных конструкций в настоящее время является важным направлением исследований, при этом перспективным для решения этой задачи является использование эволюционного моделирования [3-5], в т.ч. в вопросах стойкости от запроектных воздействий [6]. В данной статье мы подробнее остановимся на методе А.И. Кришана, расчете по Еврокоду и китайском подходе к расчету.

Метод M. Yu, X. Zha, J. Ye, C. She.

Следуя данной методике, находится предел текучести трубобетонного элемента по формуле:

$$f_{sc} = \left[1 + \frac{\Omega \cdot \xi_{sc}}{\left[2\Omega + 0,05\xi_{sc} + \xi_{sc} \cdot \Omega \left(0,2 \frac{f_{ck}}{f_y} - 0,05 \right) \right] (\Omega + \xi_{sc})} \right] \cdot [(1-\beta)f_{ck} + \beta f_y],$$

где $\Omega = \frac{A_c}{(A_c + A_k)}$ – отношение площадей бетонной части сечения и

площади всего стержня;

$\xi_{sc} = \frac{A_s f_s}{A_c f_{ck}}$ – отношение максимальных сжимающих сил, воспри-

нимаемых материалами составного сечения;

f_s и f_{cs} – максимальные допускаемые напряжения стали и бетона на сжатие;

Максимальная нагрузка которую сможет воспринять стержень:

$$N_0 = f_{sc} \cdot A_{sc},$$

где A_{sc} – поперечное сечение элемента;

Коэффициент:

$$\varphi_{sc} = \frac{1}{2\lambda_{sc}^2} \cdot \left[\lambda_{sc}^2 + 0,25\beta \cdot \lambda_{sc}^2 + 1 - \sqrt{(\lambda_{sc}^2 + 0,25\beta \cdot \lambda_{sc}^2 + 1)^2 - 4\lambda_{sc}^2} \right],$$

где λ_{sc} – гибкость трубобетонного элемента;

$\beta = \frac{A_s}{A_{sc}}$ – отношение площади стальной оболочки к общей попереч-

ной площади трубобетонного элемента;

Несущая способность по условию устойчивости:

$$N_{st} = \varphi_{sc} \cdot f_{sc} \cdot A_{sc}.$$

Метод Еврокода.

Определяем величину гибкости элемента:

$$\lambda = \sqrt{\frac{N_{Pi,Rk}}{N_{cr}}},$$

$N_{Pi,Rk}$ - сопротивление сжатию сечения, определяемое по нормам;

N_{cr} - критическая сила Эйлера или Ясинского в зависимости от величины λ элемента. В зависимости от этого значения находится максимальная величина силы:

$$N_{Pi,Rd} = A_a \cdot f_{yd} + A_c \cdot f_{cd}, \lambda > 0,5;$$

$$N_{Pi,Rd} = \eta_a \cdot A_a \cdot f_{yd} + A_c \cdot f_{cd} \left(1 + \eta_c \cdot \frac{t}{d} \cdot \frac{f_y}{f_{ck}} \right), \lambda \leq 0,5;$$

где $\eta_a = 0,25 \cdot (3 + 2\lambda) \leq 1$ – понижающий коэффициент для стали;

$\eta_c = 4,9 - 18,5\lambda + 17\lambda^2 \geq 0$ – понижающий коэффициент для бетона;

d – наружный диаметр круглого трубобетонного элемента;

t – толщина стальной оболочки;

Метод А.Л. Кришана. Определяется разрушающая нагрузка для короткого центрально сжатого трубобетонного элемента:

$$N_u = \sigma_{pz} A_p + R_{b3} A + \sigma_{su} A_s,$$

σ_{su} – максимальные напряжения в арматуре при сжатии;

R_{b3} – предел прочности сжатого бетона в трубе трубобетонного элемента;

σ_{pc} - сжимающие напряжения в стальной трубе-оболочке;

A - площадь бетона;

A_p - площадь стальной трубы;

A_s - площадь сечения арматуры бетонного ядра.

В современном строительстве наблюдается тенденция роста использования трубобетона. Представленные методики используются на практике, из чего можно сделать вывод, что они являются достаточно достоверными. Несмотря на это, до сих пор не существует общепризнанного подхода к проектированию данных конструкций и существует необходимость в развитии существующих методик или создании новых.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кришан А.Л.* Трубобетонные колонны высотных зданий / А.Л. Кришан, А.И. Заикин, А.И. Сагадатов // Монография. – Магнитогорск: ООО «МиниТип», 2010. – 195 с.

2. *Кришан А.Л.* Трубобетонные колонны с предварительно обжатым ядром / А.Л. Кришан // Монография. – Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2011. – 372 с.

3. Стороженко Л.И., Ермоленко Д.А., Лапенко О.И. Трубобетон.- Полтава: ТОВ АСМГ, 2010. - 306 с.

4. *Алексейцев А.В.* Оптимальный структурно-параметрический синтез систем усиления металлических ферм // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2014. № 2. С. 37-46.

5. *Алексейцев А.В., Безбородов Е.Л.* Эволюционный поиск параметров систем "протезирования" деревянных балочных конструкций // Строительство и реконструкция. 2018. № 2 (76). С. 3-11.

6. *Alekseytsev A.V., Akhremenko S.A.* Evolutionary optimization of prestressed steel frames // Инженерно-строительный журнал. 2018. № 5 (81). С. 32-42.

7. *Алексейцев А.В., Курченко Н.С.* Обзор методов и результатов экспериментальных исследований стальных и сталебетонных конструкций при особых воздействиях // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2018. Т. 14. № 3. С. 205-215.

8. *Курченко Н.С., Алексейцев А.В.* Эволюционная модель поиска рационального распределения ресурсов при ограничении продолжительности строительства // Наука и бизнес: пути развития. 2017. № 4 (70). С. 19-23.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И ПУТЕЙ ЭВАКУАЦИИ ДЕТЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ ИЗ ЗДАНИЙ ВРЕМЕННОГО ПРЕБЫВАНИЯ

Эвакуация детей при пожаре одна из самых сложных, всегда актуальных и постоянно развивающихся тем. Поведение людских потоков в экстренной ситуации при пожаре изучается уже многие десятилетия. Но исследования поведения самого незащищенного и непредсказуемого в условиях повышенной пожарной опасности слоя населения, а именно детей и подростков долгое время не проводились и до сих пор остаются не полными.

На 2018г в России насчитывается около 56000 детских садов и 53500 школ и их количество продолжает увеличиваться [6]. В связи с увеличением за последние десятилетия числа ДОУ и количества детей в них, исследования по пожарной безопасности и эвакуации детей стали особо актуальными и развивающимися.

Основные требования к пожарной безопасности закрепляются нормативно в СП 252.1325800.2016 «Здания дошкольных образовательных организаций. Правила проектирования» (п.6.2) [1].

По данным МЧС России [4] за последние 5 лет самыми распространенными причинами возникновения пожаров являются:

1. Отсутствие системы пожаротушения.
2. Незнание персонала ДОУ правил поведения при пожаре.
3. Устаревшая изношенная электропроводка.
4. Детская шалость.
5. Поджог.

Особое внимание уделяется обучению детей правилам пожарной безопасности в связи с чем, уменьшается время эвакуации и возможность возникновения паники. Для точной расстановки задач исследований и экспериментов необходимо понимать уровень подготовки к эвакуации детей в разном возрасте, в том числе с учетом их психофизического здоровья. Так же для более эффективного применения результатов наблюдений в проектировании объемно- планировочного решения здания и реализации плана эвакуации необходимо понимать психологическое состояние детей в условиях пожарной опасности.

Таким образом, задачей для реализации данной цели является проведение анкетирования детей разных возрастов, их воспитателей и учителей. Результаты опросов необходимо проанализировать и обозначить наиболее слабые места в уровне противопожарной подготовки, а также выявить наиболее опасные решения, вызванные психологическим со-

стоянием в момент пожарной опасности, которые могут повлиять на скорость эвакуации.

Эвакуация детей существенно отличается от эвакуации взрослых здоровых людей. Отличительные особенности этой группы обусловлены психофизиологическим состоянием их организма.

Трудности при эвакуации этой группы могут быть обусловлены различными факторами, а именно:

затяжное реагирование на систему сигнализации;

игнорирование звуковых и световых сигналов из-за малого возраста и отсутствия понимания происходящего;

малая скорость передвижения, сложности в преодолении препятствий;

чувствительное эмоциональное восприятие, подверженность панике.

Так же стоит учесть, что в России есть большое количество учреждений, в которых дети находятся и в ночное время (круглосуточные детские сады, школы-интернаты, детские дома и т.д.). В связи с чем стоит обратить внимание на поведение детей в ночное время при срабатывании системы сигнализации. Важно то, что после пробуждения дети всех возрастных групп как правило, не знают, что надо делать и им необходима помощь, чтобы сориентироваться в сложной ситуации, а это занимает дополнительное время при эвакуации.

Имеющиеся на данный момент исследования позволили установить особенности движения детей и подростков, в зданиях ДОУ, что повлияло на повышение безопасности заложенной при проектировании зданий указанного назначения. Но полный комплекс исследований пока не представлен, например, такой вид пути как дверной проем остался не изучен; результаты исследования движения старшей возрастной группы по лестнице не приводятся. В связи с чем необходимо продолжение исследований в ДОУ.

Еще одной уязвимой группой для эвакуации, которой нужны особые условия – дети с ограниченными возможностями. По данным ВОЗ, в мире около 150 миллионов детей с ограниченными возможностями, из них 568 тысяч детей зарегистрированы в России [5]. Количество школ, в которых сформированы условия для обучения детей-инвалидов на 2017 год, составило более 9500 шт., а дошкольных образовательных организаций около 7000 шт. [6].

Выделяют 4 группы заболеваний: с поражением опорно-двигательного аппарата (ПОДА), умственно - отсталые дети, дети с недостатками слуха и дети с недостатками зрения. Каждая группа имеет свои особенности при эвакуации:

1. Дети с ПОДА имеют повышенные габариты (костыли, коляски и т.д.) и меньшую скорость передвижения.

2. Умственно-отсталые дети практически не маневрируют. В их поведении в стрессовой ситуации выявлены две крайние позиции: чрезвычайная эмоциональная эвакуация с высокой скоростью и полный отказ от движения (в таком случае их необходимо выносить каким-либо другим способом).

3. Движение детей с недостатками зрения неуверенное, часто настороженное и нескоординированное, отмечается неравномерность ходьбы, практически отсутствует бег.

4. У детей с недостатком слуха существенных проблем при эвакуации практически не наблюдалось. Однако, сложность остается в их оповещении о необходимости покинуть помещение.

На данный момент исследований относительно эвакуации детей-инвалидов недостаточно для создания полностью безопасной среды в зданиях их пребывания. Поэтому ведется работа по определению времени начала эвакуации из различных помещений в стационарных учреждениях социального обслуживания для детей с ограниченными возможностями различных групп.

Таким образом, всё вышеизложенное свидетельствует о необходимости проведения дополнительных исследований и натурных наблюдений в области безопасности эвакуации детей при пожаре. Кроме физических данных (зависимость скорости от плотности людского потока в различных пожароопасных ситуациях), не менее важно располагать большим количеством данных о психологическом состоянии детей и взрослых в экстренной ситуации. Результаты таких исследований помогут разработать максимально безопасный и быстрый способ эвакуации детей из помещений различного назначения, а также усовершенствовать системы оповещения и пожаротушения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 252.1325800.2016 «Здания дошкольных образовательных организаций. Правила проектирования»

2. *Алексейцев А.В., Курченко Н.С.* Модель движения людских потоков с использованием индивидуального конечного автомата // Вестник инженерной школы ДВФУ. 2018. №4 С. 139-146

3. *Холщевников В.В., Самошин Д.А., Парфененко А.П., Кудрин И.С., Истратов Р.Н., Белосохов И.Р., Белосохов И.Р. и др.* Эвакуация и поведение людей при пожарах. -М.: Академия ГПС МЧС России, 2015. С. 183-203.

4. [электронный ресурс] <http://www.mchs.gov.ru/> (дата обращения: 01.02.2019).

5. [электронный ресурс] <https://www.who.int/countries/rus/ru/> (дата обращения: 01.02.2019).

6. [электронный ресурс] <http://www.gks.ru/> (дата обращения: 01.02.2019)

Студентка 4 курса 9 группы ИСА Мосолова А.С.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. А.В. Алексейцев

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ С УЧЕТОМ ЗАЩИТЫ ОТ РАДОНА

Радон – инертный радиоактивный газ, который не имеет цвета, запаха и вкуса. При длительном воздействии на организм человека радон способен вызывать серьезные заболевания дыхательных путей, причем наиболее подвержены воздействию радона дети и молодые люди до 20 лет. Радон выделяется из грунтов основания здания, также из некоторых строительных материалов, таких как гранит, пемза, кирпич из красной глины. Основной путь попадания газа в помещения зданий – трещины в стяжке, стенах подвалов, стыки конструкций, поэтому при проектировании зданий в радоноопасных зонах необходимо предусматривать противорадоновую защиту фундаментов и подвальных перекрытий.



Рис. 1. Радоноопасные зоны на территории РФ

В РФ отмечаются высокие концентрации радона в следующих районах: в Ленинградской области, в Карелии, на Кольском полуострове, в Алтайском Крае, в районе Кавказских минеральных вод, на Урале и т.д. Вопрос защиты зданий от радона поднимается на законодательном уровне по всему миру, в том числе в РФ в 1996 году вступил в силу Федеральный закон «О радиационной безопасности населения», который контролирует концентрацию содержания радона в помещениях. В на-

стоящий момент на территории РФ существуют 3 класса противорадоновой защиты зданий [1, 2], которые определяются в зависимости от плотности потока радона на поверхности грунта и нормируются отдельно для каждого региона (табл. 1).

Таблица 1

Классы защиты от радона

Характеристика противорадоновой защиты	Средняя по площади здания плотность потока радона на поверхности грунта, мБк/(м ² с)
1 класс - противорадоновая защита не требуется	менее 80
2 класс - умеренная противорадоновая защита	от 80 до 200
3 класс - усиленная противорадоновая защита	более 200

При проектировании зданий следует учитывать концентрацию газа в грунте, по возможности избегая потенциально опасных районов. При строительстве в радоноопасных зонах необходимо применять специальные методы защиты в зависимости от концентрации газа. Пути попадания радона в здание представлены на рис. 1.



Рис. 1. Проникновение в здание радиоактивного газа- радона

К методам противорадоновой защиты относятся:

1. Уменьшение концентрации газа в помещениях посредством принудительной вентиляции.
2. Герметизация швов сборных конструкций, трещин и других дефектов ограждающих конструкций и перекрытий зданий с применением.

3. Пропитка ограждающих конструкций суспензией или эмульсией на битумной, латексной или полимерной основе для заполнения пор и микротрещин.

4. Конструктивные меры предотвращения попадания радона в помещения, которые предполагают выполнение перекрытий из монолитного железобетона классом не ниже В20 в целях минимизации дополнительных стыков, а также устройство трещиностойких узлов для создания дополнительного барьера. (рис. 2).

5. Устройство сплошных мембран из наплавляемых или приклеиваемых рулонных материалов на битумной или битумно-полимерной основе, выполняющих одновременно функции гидроизоляции.



Рис. 2. Пример конструктивного решения конструкции пола

6. депрессия грунтового основания фундамента, то есть понижение давления при помощи гравийной подушки под фундаментом возводимого здания и организации дренирования или вентиляции основания.

Формирование проектных решений, отвечающих проиворадоновой защите следует учитывать в качестве ограничений при решении задач оптимизации конструктивных решений, например с использованием алгоритмов [3, 4].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. [электронный ресурс] <http://www.inn-t.com/> // [дата обращения: 08.02. 2019.]

2. СП 321.1325800.2017 Здания жилые и общественные. Правила проектирования противорадоновой защиты.

3. *Алексейцев А.В., Безбородов Е.Л.* Эволюционный поиск параметров систем "протезирования" деревянных балочных конструкций // Строительство и реконструкция. 2018. № 2 (76). С. 3-11.

4. *Алексейцев А.В., Курченко Н.С.* Обзор методов и результатов экспериментальных исследований стальных и сталебетонных конструкций при особых воздействиях // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2018. Т. 14. № 3. С. 205-215.

ОШИБКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ИХ ПРИЧИНЫ

Светопрозрачные конструкции (далее СПК) – это ограждающие элементы наружной оболочки здания, предназначенные, прежде всего, для обеспечения визуального контакта с внешней средой и обеспечения необходимых параметров микроклимата внутри помещения (уровня естественного освещения, продолжительности инсоляции, температурно-влажностного режима, звукоизоляции от внешних шумовых воздействий и пр.) [1-3].

Наиболее распространенными типами СПК, применяемых в настоящее время в строительстве жилых и общественных зданий, являются [4]:

- оконные блоки из ПВХ профилей и комбинированных профилей из алюминиевых сплавов;
- наружное балконное остекление из ПВХ профилей и «холодных» алюминиевых профилей;
- фасадное и кровельное остекление на основе профильных систем из алюминиевых сплавов (стоечно-ригельное, структурное и пр.).

Несмотря на их широкое применение современных типов СПК в проектах зданий различного функционального назначения на протяжении уже более 20 лет в существующей практике эксплуатации подобных конструкций на территории РФ возникает ряд типовых проблем. Они проявляются в нарушении полноценного выполнения ими возложенных на них функций. Основные причинами появления подобных ситуаций являются:

- недостаточная разработанность нормативно технической базы в области проектирования, изготовления и монтажа СПК;
- отсутствие обязательной проработки технических решений по устройству СПК на стадии разработки проектной документации [5].
- отсутствие системной подготовки на базе профессиональных образовательных учреждений рабочих по сборке и монтажу СПК, а также недостаточность освещения вопросов комплексного проектирования СПК в образовательных учреждениях высшего образования;
- недостаточная адаптация технических решений, технологий изготовления и монтажа СПК, созданных, преимущественно, в странах Западной Европы, к климатическим условиям РФ, отличающимся как значительно более низкими зимними температурами наружного возду-

ха, так и суточными перепадами температуры наружного воздуха в течение всего года.

-недостаток специализированных научных исследований по использованию современных типов СПК в климатических условиях РФ, а также преимущественная однонаправленность проводимых исследований (в основном – по тематике энергоэффективности и обеспечения тепловой защиты зданий с помощью СПК в зимних / летних условиях эксплуатации).

СПК выполняют в любом здании две взаимосвязанные функции: ограждающую и несущую. Ограждающая функция заключается в обеспечении заданных параметров микроклимата помещений, а несущая – требований к прочностным и жесткостным характеристикам отдельных элементов СПК, обеспечивающих соблюдение СПК ограждающих функций при воздействии действующих на них нагрузок и воздействий [6-9].

СПК являются в большинстве случаев изделиями заводского изготовления, поэтому технологические ограничения изготовления и монтажа также оказывают существенное влияние на вопросы их проектирования.

Среди типовых ошибок, которые возникают при назначении конструктивного решения СПК применительно к конкретному объекту строительства являются:

- расчет элементов СПК на ограниченный перечень нагрузок, регламентируемых действующими нормативными документами, без учета всего комплекса нагрузок, действующих на СПК в процессе эксплуатации;

- некорректное назначение расчетной схемы СПК, которая не соответствует фактическим условиям их устройства;

- отсутствие соблюдения технологических ограничений производителей СПК и их отдельных конструктивных элементов (системодателей профильной системы, производителей фурнитуры и т.п.).

На стадии эксплуатации объекта данные обстоятельства приводят к появлению следующих дефектов и повреждений СПК:

- нарушением температурно-влажностного режима эксплуатации помещений и нарушении требований тепловой защиты зданий как минимум в зимнее время;

- разрушению светопрозрачного заполнения (стеклопакетов);

- деформации и разрушение профильных элементов СПК, выражающиеся в нарушении их герметичности (воздухо- и водопроницаемости);

- нарушение целостности монтажных швов СПК к несущим элементам здания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Борискина И.В., Плотников А.А., Захаров А.В.* Проектирование современных оконных систем гражданских зданий. Учебное пособие. Санкт-Петербург: Выбор. 2008. 360 с.
2. *Борискина И.В.* Здания и сооружения со светопрозрачными фасадами и кровлями. Теоретические основы проектирования светопрозрачных конструкций. Санкт-Петербург: Инженерно-информационный Центр Оконных Систем. 2012. 400 с.
3. *Борискина И.В., Щуров А.Н., Плотников А.А.* Окна для индивидуального строительства. Москва: Функэ Рус. 2013. 320 с.
4. *Константинов А.П., Ибрагимов А.М.* Комплексный подход к расчету и проектированию светопрозрачных конструкций // Жилищное строительство. 2019. № 1-2. С. 14-17.
5. *Тихомиров А.М., Константинов А.П., Курушкина К.С.* Проектирование оконных конструкций с применением технологии информационного моделирования зданий // Наука и бизнес: пути развития. 2018. №11(89). С. 123-128.
6. *Константинов А.П., Борискина И.В., Плотников А.А.* Особенности накопления снега на эксплуатируемых стеклянных куполах. Жилищное строительство // 2010. № 11. С. 38-41.
7. *Константинов А.П., Плотников А.А., Борискина И.В.* Снег на светопрозрачных кровлях отапливаемых зданий // Вестник МГСУ. 2012. № 4. С. 51-55.
8. *Верховский А.А., Зимин А.Н., Потапов С.С.* Применимость современных светопрозрачных ограждающих конструкций для климатических регионов России // Жилищное строительство. 2015. № 6. С. 16-19.
9. *Константинов А.П.* Вопросы расчета оконных блоков из ПВХ на ветровую нагрузку // Перспективы науки. 2018. № 1 (100). С. 26-30

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ЭВОЛЮЦИОННОГО ПОИСКА ПАРАМЕТРОВ НАРУЖНЫХ СТЕН МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ МИКРОГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

В России строительство малоэтажных зданий развивается особенно быстро. Правительство Российской Федерации прогнозирует, что к 2020 году доля малоэтажного строительства относительно общего ввода жилья составит 70 %. Поэтому вопрос сбережения энергоресурсов стоит сегодня особенно остро. Поэтому очевидно, что здание может стать более энергоэффективным при уменьшении теплопотерь через ограждающие конструкции.

В современной научной литературе почти не рассматриваются вопросы оптимизации параметров наружных стен зданий. Данная статья посвящена постановке задачи для такой вычислительной схемы. Общий итерационный процесс будет базироваться на модификации смешанных стратегий эволюционного моделирования [1-4]. Для выбора рациональных параметров наружной стены будет использоваться микрогенетический алгоритм [2] и методика твердотельного моделирования [5]. Изменяемые параметры представляются дискретными множествами значений, а приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен R_o будем брать более требуемых значений R_{omp} , рассчитываемых при соблюдении условий энерго-сбережения и санитарно-гигиенических и комфортных условий.

Задача условной минимизации для достижения оптимизации параметров имеет следующий вид:

$$(C_r w_1 + C_m w_2) \rightarrow \min ,$$

где C_r – единовременные затраты, в состав которых стоимость всех строительных материалов ограждения; C_m – затраты на эксплуатацию ограждающей конструкции; w_1 , w_2 – коэффициенты, обозначающие (в долях от единицы) степень важности затрат на эксплуатацию системы и единовременных капиталовложений [1].

Величину C_r найдем по следующей формуле:

$$C_r = c_{mat} m_{mat} + c_n m_n + c_w ,$$

где c_{mat}, c_n – соответственно стоимости единицы массы утеплителя и основного материала с крепежными изделиями; c_w – стоимость работ при устройстве наружных стен; $m_{mat} = f(\{G_b\})$, – масса утеплителя; $m_n = f(\{G_n\})$ – масса основного материала и крепежных изделий.

Элемент множества $\{G_b\}$ варьируемых характеристик стенового ограждения представим в виде

$$G_b = \{A_i, h_1, h_2, h_3, h_4, b_1, b_2, b_3, b_4\},$$

где A_i – значение площади поперечного сечения слоя i стены; $h_1 - h_4, b_1 - b_4$ – координаты точек слоев, в которых вычисляются температуры, давления водяного пара или компоненты НДС.

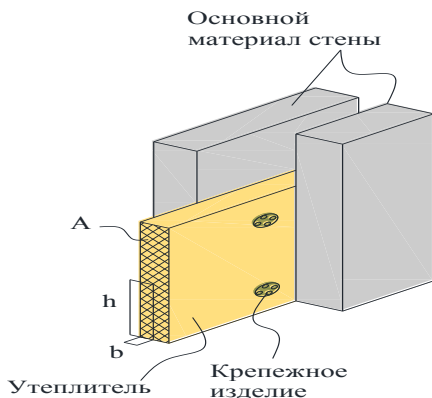


Рис. 1. Обобщенная схема ограждающей конструкции

Множество $\{G_n\}$ представим совокупностью элементов

$$G = \{\{m_l\}, m_{pl}\}, \quad l \in [1; M],$$

где m_l – масса крепежного изделия; m_{pl} – масса основного материала; M – общее число креплений, определяющее размер множества $\{G_n\}$. Коэффициент c_w возьмем приближенно, основываясь на анализе смет объектов-аналогов как часть от суммы пары слагаемых в формуле (2).

Формула затрат C_m имеет следующий вид:

$$C_m = \sum_{i=1}^{T_m} \frac{C_{\tilde{i}}}{(1+e)^{\tilde{i}}},$$

где $C_{\tilde{i}}$ – предполагаемые затраты на поддержание работоспособности (эксплуатацию) за год \tilde{i} , T_m – период работы эксплуатируемой восстановленной конструкции, e – коэффициент дисконтирования. Необходимыми исходными данными для расчета коэффициента C_m является информация о эксплуатационных затратах по годам на содержание рабочего состояния конструкции в виде множества $C = \{C_1, \dots, C_{T_m}\}$.

Ограничением принимаем условие $R_o > R_{опр}$ и в случае если основной материал является несущим необходимо соблюдение условия прочности и устойчивости ограждающей конструкции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Алексейцев А.В.* Оптимальный структурно-параметрический синтез систем усиления металлических ферм // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2014. № 2. С. 37-46.
2. *Алексейцев А.В., Безбородов Е.Л.* Эволюционный поиск параметров систем "протезирования" деревянных балочных конструкций // Строительство и реконструкция. 2018. № 2 (76). С. 3-11.
3. *Alekseytsev A.V., Akhremenko S.A.* Evolutionary optimization of prestressed steel frames // Инженерно-строительный журнал. 2018. № 5 (81). С. 32-42.
4. *Курченко Н.С., Алексейцев А.В., Галкин С.С.* Методика определения продолжительности строительства на основе эволюционного моделирования с учетом случайных организационных ожиданий // Вестник МГСУ. 2016. № 10. С. 120-130.
5. *Алексейцев А.В., Рожнов В.С., Курченко Н.С.* Применение твердотельного моделирования в инженерном благоустройстве территорий // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова». Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова. 2015. С. 625-630.
4. *Алексейцев А.В., Курченко Н.С.* Обзор методов и результатов экспериментальных исследований стальных и сталебетонных конструкций при особых воздействиях // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2018. Т. 14. № 3. С. 205-215.

Студентка 5 курса 27 группы ИСА Якушева К.В.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. Л.Ю. Гнедена

ИДЕИ ОТТО ФРЕЙЯ В СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЕ

Краткая историческая справка:

Ф.Отто родился в мае 1925 г. в Саксонии. Еще в юности Ф. Отто любил создавать модели планеров и самолетов. Подобный опыт создания легких конструкций повлиял на его поздние работы. В 1943 году Фрай Отто начал изучение архитектуры в университете Берлина, но вскоре началась война, на которую он ушел служить военным летчиком. После войны Фрай Отто окончил университет, защитил диссертацию и опубликовал свою работу «Висячие покрытия».

Различные университеты приглашали профессора на работу, от чего он не отказывался. Его основная мысль, передаваемая студентам – «...наше время требует легких, энергосберегающих, мобильных и гибких конструкций». В 89 лет Ф. Отто стал 40-ым призерам Нобелевской премии по архитектуре. У Ф. Отто много почетных наград за выдающиеся достижения. Дата смерти Ф. Отто 9 марта 2015г. Его с полной уверенностью можно отнести к нашим современникам. Открытия и идеи Ф.Отто в области архитектуры висячих конструкций продолжают активно развиваться и в наши дни.

Примеры реализации идей Ф. Отто:



Рис. 1. Всемирный павильон, Экспо 67, 1967, Монреаль, Канада



Рис. 2. Олимпийский Стадион, Мюнхен 1972 г.

Удачный ход архитектуры в условиях научно-технического прогресса неразрывно связан с использованием новейших достижений в различных областях науки и техники и с применением большепролетных конструктивных систем, новых эффективных строительных материа-

лов. В общественных зданиях широко используются и являются наиболее рациональными, для сооружений среднего пролета и большепролетных объектов, пространственные системы покрытий.

Из пространственных конструкций выделяются висячие покрытия. Из этих конструкций они являются наименее затратными, материалов требуется меньше, имеют большое количество объемно-пластических возможностей и художественно-декоративных качеств. Подобные системы заслуживают большого внимания инженеров-строителей, так как задача перекрытия площадей решается достаточно экономично и без применения промежуточных опор, а так же не требует сложных устройств в процессе возведения.

Функционально-технические процессы, которые могут меняться во времени, приспособляются с помощью снятия конструктивных ограничений на организацию гибкой планировки данного здания. Так же конструкция становится более универсальной во времени, потребности общественной жизни, быта, потребности производства в соответствии с этим удается распорядиться пространством.

В современной архитектуре висячие конструкции так же получили распространение. В таких конструкциях, ванты воспринимают основную внешнюю нагрузку. Частично эту же нагрузку, но в меньшей мере воспринимают листовые мембраны из тонколистового проката. Они работают только на растяжение. Ванты опираются (крепятся) на жесткие элементы (рамы, балки, арки, плиты, поддерживают пространственные фермы, и т.п.). Различают вантовые и тросовые конструкции. В тросовых конструкциях на тросы или тросовую сеть укладывают ограждающие элементы.

Висячие покрытия в зависимости от расположения вант могут быть с параллельными вантами, с перекрестными, с радиальными. По конфигурации в плане они могут быть: круглыми, овальными, прямоугольными, сложной формы. В зависимости от формы поверхности, образуемой несущими элементами – положительной и отрицательной Гауссовой кривизны. В качестве несущих элементов висячих покрытий могут использоваться: цепи, ванты, прокатный листовой и профильный металл. По способу предварительного напряжения для ветрового отсоса различают покрытия со стабилизирующими вантами и с пригрузом. По схеме расположения несущих и стабилизирующих вант покрытия делятся на однопоясные и двухпоясные.

Заключение. Системы разработанные Ф. Отто позволяют перекрывать большие пространства без промежуточных опор, что позволяет осуществлять свободную планировку независимо от назначения здания. При этом расход материала на 1 кв м перекрываемой площади минимален. Все это обеспечивает замедление морального износа сооружения

и создает условия для приспособления его к новым функциональным процессам.

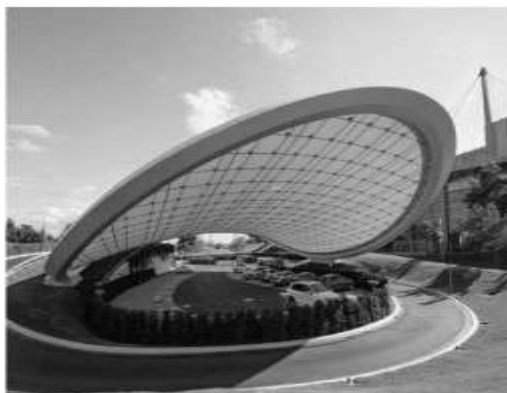
Примеры современных конструкций:



а



б



в

Рис. 3. Современные конструкции с применением методов Фрайа Отто: а) Остекленный тросовый сетчатый фасад свободной формы: Rhön Klinikum, Бад-Нойштадт, Германия; б) Ханский шатер, Астана, Казахстан, 2010г; в) Перекрытие парковки комплекса Volkswagen Austostadt, Вольфсбург, ФРГ, построено в 2012-2013 гг.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Отто Фрей* Висячие покрытия, их формы и конструкции [Текст] / Пер. с нем. архит. В. Г. Калиша ; Ред., предисл. и доп. канд. техн. наук И. Г. Людковского. - Москва : Госстройиздат, 1960. - 179 с.

2. *Логвинов В.Н.* Природа и архитектура: путь интеграции. Памяти И.З. Чернявского. – М., 2019. – 218 с.

К ВОПРОСУ МОДЕЛИРОВАНИЯ СВОБОДНОГО ДВИЖЕНИЯ ЛЮДЕЙ В ЗДАНИЯХ ПРИ ИХ НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Моделирование свободного движения людского потока является актуальной проблемой при проектировании зданий и застройки, и составляет одну из функциональных его основ. Людской поток – это процесс во много определяющий объемно-планировочную структуру зданий, сооружений, пешеходных коммуникаций территории и комплексов. Движение людских потоков - это сложный процесс, на который большое влияние оказывает как окружение (среда, в которой происходит движение) так и психологическое состояние людей, участвующих в движении. Основы теории движения людских потоков были разработаны [1, 2]. В развитии этих исследований рассмотрены как проблемы аварийной эвакуации людей [3], так и свободное движение [4]. С развитием информационных технологий расширились возможности по моделированию движения людских потоков. Одним из путей развития этой проблемы является методология имитационного моделирования, которая представляет значительный интерес в области описания движения людских потоков. Имитационное моделирование строится по принципу “черного ящика”, входными параметрами которого является геометрия пути и число людей, а выходным – считается величина скорости индивида. Другим перспективным направлением представляется твердотельное моделирование [5]. Которое на наш взгляд может позволить более достоверно описывать контекстное взаимодействие индивидов, их ориентацию при скоплениях. Исследователи утверждают, что методы расчета людских потоков, разделяющие людей по индивидуальным параметрам, зачастую не отвечают требованиям времени, поскольку в реальности присутствуют случаи нестандартного движения потоков, которые не могут быть обобщены статистическими моделями. Такие случаи можно исследовать с использованием усовершенствованных индивидуально-поточных методов.

Например, в статье [6] рассматривается такая модель, базируется на использовании индивидуального поведения каждого человека с учетом его особенностей. Зависимость скорости потока от его плотности учитывает фактическую степень сближения траекторий отдельных людей и наличия посторонних объектов.

В соответствии с классическими представлениями, габариты человека на плане представим в виде эллиптической проекции (рис.1, а). Расстоянием между центрами их максимального сближения определяются

тяжести проекций человека d_x и d_y (рис.1,б). Путь движения индивида представим в виде совокупности отрезков (рис.1,в). Для поиска направления движения разобьем область, в которой находится поток на клетки (рис.1, г). Размеры этих клеток соответствуют размерам эллиптических проекций (рис.1, д). В случае, если переход в соседнюю клетку возможен, и это приводит к сокращению общего пути, то такой переход осуществляется. В каждый дискретный момент времени каждый индивид может совершить один переход или находится в ожидании до выполнения всех условий, необходимых для перехода.

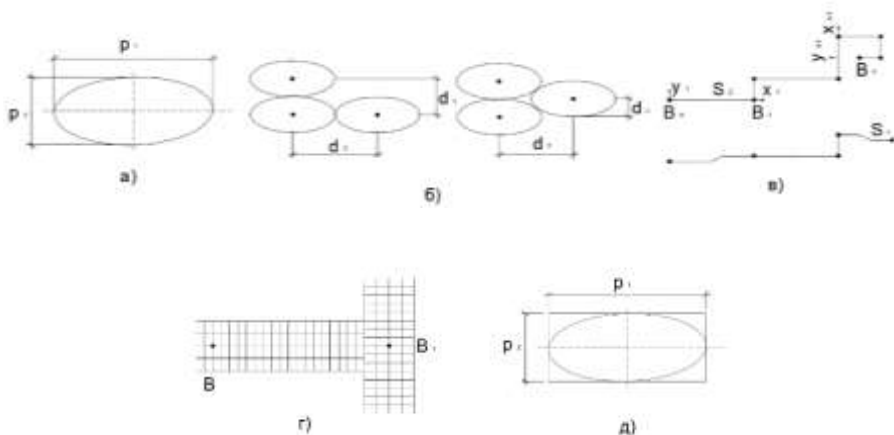


Рис. 1. Геометрическое представление движения потока

В случае аварийной ситуации скорость на свободных участках пути движения может возрасть в несколько раз, при этом на скорости движения каждого индивида будут влиять его переменные состояния (возраст, мобильность, зона видимости, психологическое состояние). Эти состояния моделируются коэффициентами, корректирующими значение скорости. Таким образом, скорость некоторых индивидов может стремиться к нулю, и они могут становиться случайными препятствиями.

Для моделирования слияния потоков будем использовать понятия фронт потока и приоритет вхождения в поток. Фронт потока - это общее число людей, имеющих шансы на одновременное вхождение в другой поток. Вероятность перехода людей из одного потока в другой определим, как приоритет вхождения в поток. При слиянии потоков из малого коридора в большой – особых проблем не возникает, так как движение будет продолжаться. В обратной ситуации приоритет вхождения будет зависеть от плотности потока, потоки с большой плотно-

стью будут иметь больший приоритет. Если поток, с которым должно произойти слияние уже имеет максимальную плотность, то его скорость должна уменьшиться, а вхождение индивидов в него определяется с вероятностью 0,5.

Модели движения людских потоков целесообразно использовать в единой системе автоматизированного проектирования. Перспективным представляется использование для этих целей твердотельного моделирования [7]. Кроме того, граничные параметры объемно-планировочных решений, на которые влияют потоки целесообразно включать в алгоритмы оптимизации строительных конструкций, например, генетические [8].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Предтеченский В.М., Милинский А.И.* Проектирование зданий с учетом организации людских потоков. М.: Стройиздат, 1979. 375 с.
2. *Холщевников В.В.* Людские потоки в зданиях, сооружениях и на территориях их комплексов: дис. ... д-ра тех. наук / МИСИ. М., 1983. 486 с.
3. *Парфененко А.П.* Методология моделирования людских потоков и практика программирования их движения при эвакуации // Пожаровзрывобезопасность. 2014. Т. 23, № 12. С. 46–53.
4. *Холщевников В.В., Шишов И.А.* Моделирование свободного движения людских потоков // Вестник ТГАСУ. 2011. № 2. С. 89–103.
5. *Алексейцев А.В., Марченков П.А., Кашликов Р.М., Маненак С.В.* Применение твердотельного моделирования в концептуальном проектировании зданий и сооружений // Современные проблемы высшего профессионального образования материалы научно-методической конференции. 2013. С. 39-43.
6. *Алексейцев А.В., Курченко Н.С.* Модель движения людских потоков с использованием индивидуального конечного автомата // Вестник инженерной школы ДВФУ. 2018. № 4 С. 139-146.
7. *Алексейцев А.В., Рожнов В.С., Курченко Н.С.* Применение твердотельного моделирования в инженерном благоустройстве территорий // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО «ГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова». Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова. 2015. С. 625-630.
8. *Alekseytsev A.V., Akhremenko S.A.* Evolutionary optimization of pre-stressed steel frames // Инженерно-строительный журнал. 2018. № 5 (81). С. 32-42.

ПАССИВНЫЕ ЖИЛЫЕ ЗДАНИЯ

Самые важные ресурсы в настоящее время представляются не воспроизводимыми. Преобразованное в энергию топливо можно в дальнейшем использовать в различных направлениях деятельности, к примеру, на отопления здания. Сооружения могут обогреваться разнообразными методиками: газом, деревом, углем, и не исключено использование печи или водяной обогрев. Все зависит от типа, размера и назначения сооружения.

Научная деятельность активно движется вперед и с каждым днем люди горят желанием придумать более конструктивный и в то же время не сильно затратный способ отопления своего жилья. К примеру, сказать, в Германии в настоящее время функционирует система отопления, при которой в коттеджах - свои котельные, а в многоэтажных домах - самостоятельное газовое оборудование, которое нагревает воду для отопительных приборов в отдельных квартирах. Возведение энергоэффективных зданий становится одним из главных течений в развитии гражданского строительства в Европейской части континента. Считается, что минимизированные затраты на отопление и здоровая окружающая обстановка - серьезные их преимущества.

Сооружение, главным отличительным фактором которого является неимение необходимости отопления либо небольшое энергопотребление, называется пассивным зданием (рис. 1).

При помощи теплоты, которая выделяется от проживающих в нем людей и от бытового оборудования, осуществляется основной обогрев пассивного жилого здания, если потребуется дополнительное отопление, рекомендуется использовать иные ресурсы энергии. ГВС также может осуществляться при помощи таких приборов, как тепловой насос либо солнечный коллектор. Для решения вопроса по охлаждению жилых помещений и здания в целом, на помощь приходят грамотные архитектурные решения, а при необходимости дополнительного кондиционирования можно использовать иные ресурсы энергии, как например, геотермальный тепловой насос. В совершенстве, пассивное здание должно быть самостоятельной энергосистемой.

Сильные стороны пассивного жилого здания:

- *благоустроенность и приятный микроклимат;*
- *Энергоэффективность;*
- *улучшенное состояние организма благодаря чистому воздуху;*



Рис. 1. Пассивный дом в Дармштадте (Германия)

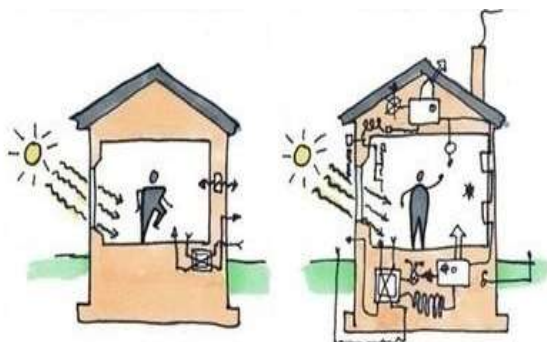


Рис. 2. Пассивное и типовое здание

- *денежные сбережения за счет сокращенных эксплуатационных затрат;*
- *экологическая защита окружающего мира.*

Единственным и на данный момент основным слабым местом является прайс строительства (в сравнении с обычным домом примерно на 15% выше).

Пассивный дом - энергоэффективный дом, в котором экономия энергии на отопление достигается за счет его архитектуры. Его объемно-планировочное решение позволяет захватить как можно больше солнечной энергии, передать ее в глубину дома, накопить ее там и отдать в нужное время, при этом потери тепла через стены, окна и крышу должны быть минимальными (повышенная теплоизоляция).

Ключевые позиции для создания пассивного дома:

1. Ориентация фасада с большими окнами на юг;

2. Сверхвысокая герметичность;



Рис. 3. Особенности пассивного дома

3. Возвращение (циркуляция) тепла при вентиляции;
4. Непроницаемость окон;
5. Использование инженерного оборудования для нагрева воды (солнечный коллектор либо тепловой насос);
6. Прогрев или охлаждения воздуха в грунтовом теплообменнике; (пункты 5 и 6 входят в активные системы потребления энергии солнца)
7. Неимение температурных мостов
8. Компактность сооружения
9. Снижение опасных выбросов на 65%

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Вольфганг Файст* Основные положения по проектированию пассивных домов. пер. с нем. под ред. А.Е. Елохова. М. : Изд-во АСВ, 2008.
2. Пассивный дом [электронный ресурс] https://ru.wikipedia.org/wiki/Пассивный_дом
3. Институт пассивного дома [электронный ресурс] <http://www.passiv-rus.ru/stati>
4. *Соловьев А.К.* Пассивные дома и энергетическая эффективность их отдельных элементов//Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 4
5. *Соловьев А.К.* Физика среды. М.: Изд-во АСВ, 2008.

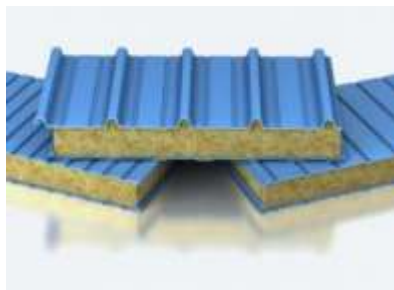
ВЫБОР НАИБОЛЕЕ ЭКОНОМИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНОГО РЕШЕНИЯ ДЛЯ СЭНДВИЧ-ПАНЕЛИ МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО

С каждым днем сэндвич-панели приобретают все большую популярность среди строительных материалов. Сэндвич-панели – это трехслойные конструкции, состоящие из тонких листов металла и среднего слоя – утеплителя. Эти панели отличаются простотой монтажа, легкостью, прочностью, а также богатой цветовой палитрой; обладают высоким уровнем тепло- и звукоизоляции. Сэндвич-панели широко используются в строительстве огромных складов, спорткомплексов, торговых павильонов или небольших частных жилых зданий.

Рынок строительных материалов предлагает нам широкий выбор сэндвич-панелей с различными материалами. Слой утеплителя может быть из минеральной ваты (МВ), пенополистирола (ППС) или экструдированного пенополистирола (ЭППС), пенополиуретана (ППУ), пенополиизоцианурата (ПИР), а внешний слой из оцинкованной стали, ПВХ, ДВП, гипсокартона (см. рис. 1). Для общественных зданий предпочтительны слои из оцинкованной стали, а выбор наиболее эффективного утеплителя не столь очевиден.



ПИР



Минвата

Рис. 1. Сэндвич-панель из ПИР и Сэндвич-панель из минеральной ваты

Рассмотрим варианты панелей для строительства спортивного комплекса к г.Москве. Базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций (стен): $R_0^{TP} = 2.38 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$ (СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий).

Одним из эффективных методов выбора состава сэндвич-панели являются методы случайного поиска [1-4, 7-10], в том числе и метод Мон-

те-Карло. Для этого формируем множество допустимых материалов с различным параметрами, такими как R [$\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$] (сопротивление теплопередаче), t [мм] (толщина утеплителя). Цель расчета – выбор наиболее экономически эффективной панели из условия минимальной стоимости:

$$C = (C_{\text{об}} + C_{\text{ут}}) \rightarrow \min,$$

где $C_{\text{об}}$ – стоимость обшивки, примем эту величину постоянной,

$C_{\text{ут}}$ – стоимость утеплителя, переменная величина,

$$C_{\text{ут}} = f \{y, \theta\},$$

$y = \{t_1, \dots, t_n\}$ – множество толщин утеплителя (50мм...200мм),

θ – множество типов утеплителя (МВ, ППС, ЭППС, ППУ, ПИР).

Ограничением в расчете служит условие: $R_0^{\text{тп}} \leq R$.

Алгоритм расчета:

1) сформируем множества y и θ , выбрав значения параметров;
2) случайным образом выберем из множества набор параметров и рассчитаем C_0 ;

3) проверим выполнение условия ограничения и, если условие выполняется, помещаем полученное C_0 в базу данных (БД) и называем его C_{min} ;

4) повторяем п.1-3 до тех пор, пока в течение 10 проб C не будет меняться. Полученные значения в каждой пробе сравниваем со значением C_{min} и, если $C_n < C_{\text{min}}$, то заменяем C_{min} в БД на C_n .

При вычислении объемов утеплителя применялось твердотельное моделирование [5, 6]. По данным расчета получили, что для здания спортивного комплекса в г.Москве подходят следующие утеплители в сэндвич-панелях: минеральная вата – 120мм, пенополистирол – 120мм, экструдированный пенополистирол – 100мм, пенополиуретан – 80мм, пенополиизоцианурат – 60мм. Таким образом, наиболее экономически эффективными будут сэндвич-панели со слоем утеплителя ПИР, $t = 60$ мм.

Теплоизоляция ПИР – это новый полимерный материал, который уже успел себя хорошо зарекомендовать на строительном рынке. Обладает такими свойствами, как несгораемость, минимальная водопроницаемость, а также уникальная теплопроводность, которая обеспечивает значительное уменьшение толщины плиты материала, в чем мы убедились, исходя из результатов расчета.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Алексейцев А.В.* Оптимальный структурно-параметрический синтез систем усиления металлических ферм // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2014. № 2. С. 37-46.

2. *Алексейцев А.В., Безбородов Е.Л.* Эволюционный поиск параметров систем "протезирования" деревянных балочных конструкций // Строительство и реконструкция. 2018. № 2 (76). С. 3-11.

3. *Alekseytsev A.V., Akhremenko S.A.* Evolutionary optimization of prestressed steel frames // Инженерно-строительный журнал. 2018. № 5 (81). С. 32-42.

4. *Alekseytsev A.V., Kurchenko N.S.* Deformations of steel roof trusses under shock emergency action // Инженерно-строительный журнал. 2017. № 5 (73). С. 3-13.

5. *Сертик И.Н., Курченко Н.С., Алексейцев А.В., Лагутина А.А.* Анализ в геометрически, физически и конструктивно нелинейной постановке динамического поведения плоских рам при запроектных воздействиях // Промышленное и гражданское строительство. 2012. № 10. С. 49-51.

6. *Алексейцев А.В., Марченков П.А., Кашииков Р.М., Маненак С.В.* Применение твердотельного моделирования в концептуальном проектировании зданий и сооружений // В сборнике: Современные проблемы высшего профессионального образования материалы научно-методической конференции. 2013. С. 39-43.

7. *Курченко Н.С., Алексейцев А.В., Галкин С.С.* Методика определения продолжительности строительства на основе эволюционного моделирования с учетом случайных организационных ожиданий // Вестник МГСУ. 2016. № 10. С. 120-130.

8. *Курченко Н.С., Алексейцев А.В.* Эволюционная модель поиска рационального распределения ресурсов при ограничении продолжительности строительства // Наука и бизнес: пути развития. 2017. № 4 (70). С. 19-23.

9. *Алексейцев А.В., Курченко Н.С.* Обзор методов и результатов экспериментальных исследований стальных и сталебетонных конструкций при особых воздействиях // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2018. Т. 14. № 3. С. 205-215.

10. *Курченко Н.С., Алексейцев А.В.* Эволюционная модель поиска рационального распределения ресурсов при ограничении продолжительности строительства // Наука и бизнес: пути развития. 2017. № 4 (70). С. 19-23.

ОЦЕНКА ЖЕСТКОСТИ КОМБИНИРОВАННЫХ ПРОФИЛЕЙ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

В настоящее время наряду с профильными системами из ПВХ для остекления гражданских зданий широкое применение находят также профильные системы на основе комбинированных профилей из алюминиевых сплавов [1-3].

Для изготовления светопрозрачных конструкций из алюминиевых сплавов в настоящее время используют комбинированные профили с дополнительной термовставкой. Данные профили являются составным и состоят из внутренних и наружных частей из полых алюминиевых профилей, а также средней части из полимерных материалов с низкой теплопроводностью. Применение термовставок позволяет значительно повысить теплотехнические характеристики составных профилей по сравнению со сплошными алюминиевыми профилями.

Одной из важнейших функций современных светопрозрачных конструкций при их работе в качестве ограждающих элементов здания является обеспечение сопротивления ветровой нагрузке с целью снижения теплопотерь здания в результате инфильтрации (эксфильтрации) воздуха [4, 5]. Для достижения данной цели расчёт светопрозрачных конструкций на действие ветровой нагрузки заключается в подборе необходимой жесткости их силовых профильных элементов (импосты, ригели, стойки), которые бы обеспечивали отсутствие сквозняков и продувания конструкции.

В настоящее время в отечественных нормативных документах, регламентирующих устройство светопрозрачных конструкций, не приведены детальные требования к расчету фактических моментов инерции их сечений. Поэтому целью данной работы является разработка упрощенной методики расчета моментов инерции их сечений.

При действии нагрузки в комбинированных профилях из алюминиевых сплавов возможен сдвиг их отдельных конструктивных слоев относительно друг друга. Согласно существующим требованиям, регламентирующим устройство комбинированных профилей из алюминиевых сплавов, усилие сдвига его отдельных слоев относительно друг друга не должно быть меньше 400 кг (для образцов длиной 100 мм) для неокрашенных профилей. Очевидно, что при незначительных прогибах профильных элементов усилие сдвига алюминиевых слоев относительно друг друга будет значительно ниже нормируемого усилия сдвига. Поэтому условимся, что при нормативных прогибах профилей в 1/200

пролета, регламентируемых действующими нормативными документами по проектированию светопрозрачных конструкций, их можно рассчитывать без учета сдвига слоев. При этом фактическое поперечное сечение профиля может быть заменено на условное поперечное сечение из алюминиевого сплава. В этом сечении геометрические характеристики термовставки вводятся с приведенными характеристиками, измененными пропорционально модулям упругости материала термовставки и алюминиевого сплава. Таким образом, коэффициент приведения с учетом ранее определенного фактического момента инерции алюминия составит $n = \frac{E_t}{E_{Al}}$.

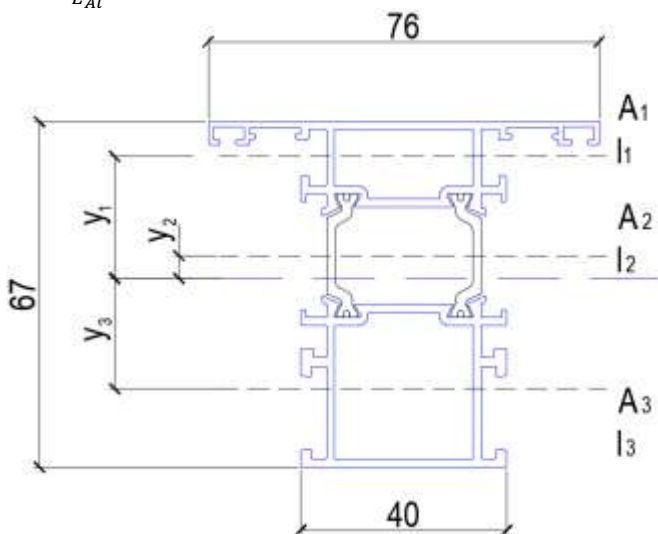


Рис. 1. Схема к определению фактического момента инерции комбинированного профиля из алюминиевых сплавов

Расчетный момент инерции приведенного сечения составных профилей может быть вычислен согласно формуле 1.

$$I_{pr} = I_1 + nI_2 + I_3, \quad (1)$$

где I_1 – момент инерции внешней части алюминиевого профиля относительно нейтральной оси, мм^4 ;

I_2 – момент инерции профиля термовставки относительно нейтральной оси, мм^4 ;

I_3 – момент инерции внутренней части алюминиевого профиля относительно нейтральной оси, мм^4 .

Моменты инерции каждого отдельного слоя могут быть вычислены по формуле 2.

$$I_i = I_i^* + A_i y_i^2, \quad (2)$$

где I_i – момент инерции i -го слоя относительно собственного центра тяжести, мм⁴;

A_i – площадь поперечного сечения i -го слоя, мм²;

y_i – расстояние от центра тяжести i -го слоя до нейтральной оси приведенного сечения составного профиля, мм².

В качестве расчетного примем комбинированный профиль из алюминиевого сплава, изображенный на рисунке 1. Данный тип профиля находит широкое применение для устройства светопрозрачных конструкций эконом-класса. Расчеты показывают, что жесткость термовставки не оказывает существенного влияния на суммарный момент инерции комбинированного сечения (для рассматриваемого профиля разница составила не более 1 %).

Таким образом, можно говорить, что ввиду значительной разницы между модулями упругости алюминия и материалом термовставки (полиамидом) при проведении инженерных расчетов светопрозрачных конструкций по прогибам на действие ветровой нагрузки можно не учитывать жесткость термовставки. Т.е. расчетное значение момента инерции поперечного сечения составных алюминиевых профилей из алюминиевых сплавов может быть определено только с учетом внешнего и внутреннего алюминиевого слоя.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Борискина И.В., Плотников А.А., Захаров А.В.* Проектирование современных оконных систем гражданских зданий. Учебное пособие. Санкт-Петербург: Выбор. 2008. 360 с.

2. *Борискина И.В., Шведов Н.В., Плотников А.А.* Современные светопрозрачные конструкции гражданских зданий. Справочник проектировщика. Том II Оконные системы из ПВХ. Санкт-Петербург: НИУПЦ «Межрегиональный институт окна». 2005. 320 с.

3. *Борискина И.В., Щуров А.Н., Плотников А.А.* Окна для индивидуального строительства. Москва: Функэ Рус. 2013. 320 с.

4. *Константинов А.П., Ибрагимов А.М.* Комплексный подход к расчету и проектированию светопрозрачных конструкций // Жилищное строительство. 2019. № 1-2. С. 14-17.

5. *Константинов А.П.* Вопросы расчета оконных блоков из ПВХ на ветровую нагрузку // Перспективы науки. 2018. № 1 (100). С. 26-30.

РАСЧЕТ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИМ ПРОГРАММ

Естественное освещение является неотъемлемой элементом нормальной жизнедеятельностью каждого человека. Во всем мире признана гигиеническая, психологическая и энергетическая важность естественного освещения. Оно напрямую влияет на здоровье, настроение, общее самочувствие и производительность труда человека.

На территории РФ нормативные требования и методы расчета естественного освещения регламентируются СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*» и СП 367.1325800.2017 «Здания жилые и общественные. Правила проектирования естественного освещения.» Расчет естественного освещения согласно данным нормативным документам производится из условия обеспечения заданного коэффициента естественного освещения (далее КЕО) в помещении, в зависимости от его протекающих в них процессов и соответствующего им разряда зрительной работы. При этом расчет КЕО предлагается производить по инженерным методикам с использованием графиков Данилюка. Данный способ определения КЕО является достаточно трудоемким.

Существующие программные комплексы расчета естественного освещения позволяют упростить расчет КЕО. С помощью отечественного программного комплекса СИТИС Солярис возможно производить расчет естественного освещения согласно действующим на территории РФ нормативным документам. Однако, проведение подобных расчетов связано с необходимостью разработки непосредственно в данной программе расчетной модели на основе исходных данных из архитектурных чертежей. Данный программный комплекс не имеет автоматической интеграции с комплексами архитектурно-строительного проектирования зданий, что делает невозможным в случае изменения данных проекта внести правки и получить автоматическое корректировки расчета КЕО.

Программные комплексы западных разработчиков (IES VE, Insignia 360 и др.) позволяют производить расчеты естественного освещения помещений на основе архитектурной модели здания, разработанной с использованием программных комплексов информационного моделирования зданий (далее BIM). Однако ни одна из них не адаптирована к использованию на территории РФ и не позволяет производить расчеты с учетом отечественных норм.

С учетом повсеместного внедрения технологий информационного моделирования зданий в строительную отрасль РФ перспективным видится максимальная адаптация программных комплексов BIM к отечественной нормативно-технической базе и создание интегрированных в BIM комплексы инструментов для реализации существующих методик проектирования зданий. В случае расчета естественного освещения этот процесс может быть интегрирован максимально просто, т. к.:

- все исходные данные для расчета (геометрические размеры помещения, коэффициенты светопропускания окон, коэффициенты отражения наружных и внутренних поверхностей здания и пр.) могут быть получены непосредственно из информационной модели здания;

- существующая методика расчета естественного освещения является аналитической и может быть реализована в любом программном комплексе BIM с использованием инструментов визуального программирования (Dynamo, Grasshopper).

В целях увеличения точности расчета естественного освещения непосредственно в BIM комплексах, данный расчет должен базироваться не на непосредственном расчете КЕО согласно методике СП 52.13330, а на физическом смысле коэффициента естественного освещения и законах строительной светотехники – законе проекции телесного угла (см. рисунок 1.) и законе светотехнического подобия. При этом КЕО может быть определен как отношение освещенности в какой-либо точке помещения (М), к освещенности под открытым небом.

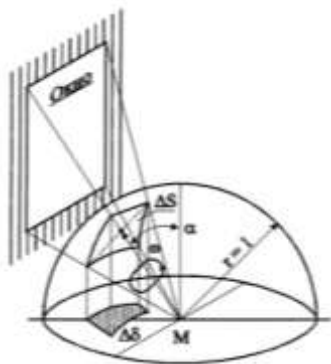


Рис. 1. Схема к описанию физического смысла КЕО

За счет использования аналитических формул как альтернативы графикам Данилюка возможно производить расчет геометрического КЕО [1] непосредственно в комплексе информационного моделирования.

Разработка и внедрение подобного способа расчета естественного освещения помещений имеет по сравнению с уже существующими программными решениями следующие преимущества:

- возможность проведения расчетов КЕО непосредственно в файле проекта, без применения сторонних программных комплексов.
- возможность оценки КЕО в любой точке расчетного помещения на любой стадии архитектурно-строительного проектирования объекта;

- возможность быстрого повторного проведения расчетов в случае изменения объемно-планировочного или конструктивного решения объекта;

- возможность его использования как инструмента для поиска оптимального конструктивного решения решения светопрозрачных конструкций проектируемого здания [2,3];

- универсальность метода, возможность его использования как для расчета бокового, так и верхнего естественного освещения, в т.ч. с учетом окружающей застройки [4-7];

- возможность получения наглядного решения в виде графиков распределения естественного освещения, наложенных на характерные разрезы непосредственно в комплексе BIM.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Соловьев А.К.* Учебник «Физика среды». 2008. 113-120 с.
2. *Тихомиров А.М., Константинов А.П., Курушикина К.С.* Проектирование оконных конструкций с применением технологии информационного моделирования зданий // Наука и бизнес: пути развития. 2018. №11(89). С. 123-128.
3. *Константинов А.П., Ибрагимов А.М.* Комплексный подход к расчету и проектированию светопрозрачных конструкций // Жилищное строительство. 2019. № 1-2. С. 14-17.
4. *Стецкий С.В., Ларионова К.О.* Затеняющее влияние окружающей застройки при системе верхнего естественного освещения гражданских зданий // Вестник МГСУ. 2012. № 9. С. 44-47
5. *Стецкий С.В., Ларионова К.О.* Расчет естественной освещенности помещений с системой верхнего естественного освещения с учетом светотехнического влияния окружающей застройки // Вестник МГСУ. 2014. № 12. С. 20-30.
6. *Ларионова К.О.* Светотехническое влияние окружающей застройки в помещениях с системой верхнего естественного освещения // Научное обозрение. 2015. № 14. С. 94-97.
7. *Стецкий С.В., Ларионова К.О.* Влияние противостоящей застройки на уровни естественной освещенности в помещениях заглубленных зданий при использовании в них системы верхнего естественного освещения // Промышленное и гражданское строительство. 2015. № 11. С. 77-80.

ОЦЕНКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ BIM ТЕХНОЛОГИЙ

Тематики энергоэффективности и обеспечения тепловой защиты являются одними из наиболее актуальных в современном строительстве гражданских зданий. В условиях внедрения в строительную практику технологий информационного моделирования зданий данные вопросы также должны решаться с использованием специализированных программных комплексов [1,2]. Один из них является EcoDesigner STAR, разработанный компанией Graphisoft. Данное программное обеспечение предназначено для создания и анализа энергетической модели здания BEM (Building Energy Modeling) на основе информационной модели здания BIM (Building Information Model). На основе анализа энергетической модели здания, включающей в себя данные о климатических условиях района строительства, конструктивном и объемно-планировочном решении объекта, применяемых в нем инженерных системах возможно получить оценочный расчет, содержащий информацию об энергоэффективности здания и затратах на его эксплуатацию. Особенностью EcoDesigner STAR является его полная интеграция с комплексом архитектурно-строительного проектирования зданий ArchiCAD, а также возможность проверки показателей энергоэффективности непосредственно на стадии архитектурного проектирования.

Целью данной работы является оценка возможностей применения программного комплекса EcoDesigner STAR на стадии концептуального проектирования для расчета базовых показателей энергоэффективности зданий согласно российским нормативным документам.

На стадии концептуального (эскизного) проектировании [3] здания архитектор руководствуется обобщенными критериями, влияющими на его энергоэффективность. Как правило, выбор формы здания в плане, его объемно-планировочного решения, а также назначение конструктивного решения ограждающих элементов здания (наружных стен, покрытий, светопрозрачных конструкций [4]) происходит с учетом следующих факторов:

- ориентации здания и его отдельных помещений по сторонам света с учетом обеспечения требуемых показателей естественного освещения и инсоляции помещений [5];

- функционального назначения здания и его отдельных помещений [6,7];

- особенности окружающего ландшафта и городской застройки [8-10];

- наличия подключения к энергоносителям для отопления и кондиционирования здания, а также заложенных в проект решений по инженерным системам здания.

В рамках работы было проведено сравнение результатов расчета показателя расхода энергии на отопление и вентиляцию здания по двум методикам – согласно [11] и по методике, заложенной в программный комплекс EcoDesigner STAR.

Расчет произведен для модели 3-этажного здания в г. Москве с размерами в плане 10x10 м и высотой этажа 3 м. Расчет EcoDesigner STAR проведен на основе 3D модели здания разработанного в программе ArchiCAD 22. Конструктивные решения ограждающих элементов здания были подобраны с учетом требований [11] и заложены в информационную и энергетическую модель объекта.

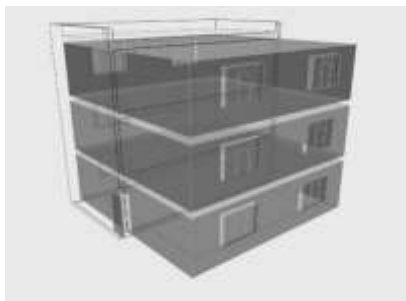


Рис. 1. Энергетическая модель здания

Для расчета в EcoDesigner STAR было смоделировано 3 термоблока в соответствии с количеством отапливаемых этажей здания (см. рисунок 1). Для каждого из термоблоков было задано центральное теплоснабжение и естественная система вентиляции. Климатических параметры региона строительства загружены с сервера StruSoft.

Расчеты показали, что расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период, определенный согласно методике [11] составил 20322,9 кВт·ч/год. По данным EcoDesigner STAR составил 21809,6 кВт·ч/год. Небольшое различие возникает из-за различных методик расчета площадей ограждающих элементов здания, а также расчетных периодов отопления ГСОП, заложенных в [1] и рассматриваемую программу.

Таким образом, можно говорить о том, что программный комплекс EcoDesigner STAR является эффективным вспомогательным расчетным инструментом для ArchiCAD для контроля энергоэффективности проектируемого здания. При этом, за счет использования данных информационной модели здания, привязанной к конкретным условиям строительства, расчет показателей энергоэффективности возможно выпол-

нять со значительно большей точностью по сравнению с методикой СП 50.13330.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Бурцева В.С., Денисихина Д.М., Тесля Е.С.* Энергетическая модель здания – шаг вперед в проектном процессе // *Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века.* 2013. № 12(179). С. 35-37.

2. *Коровина М.* Уровень детализации энергетической модели здания. *Строительство уникальных зданий и сооружений.* 2017. № 11(62). С. 93-102.

3. *Тихомиров А.М., Константинов А.П., Курушкина К.С.* Проектирование оконных конструкций с применением технологии информационного моделирования зданий // *Наука и бизнес: пути развития.* 2018. №11(89). С. 123-128.

4. *Константинов А.П., Ибрагимов А.М.* Комплексный подход к расчету и проектированию светопрозрачных конструкций // *Жилищное строительство.* 2019. № 1-2. С. 14-17.

5. *Ларионова К.О.* «Сравнительный анализ методик расчета коэффициента естественной освещенности для систем бокового и верхнего естественного освещения помещений» // *Научное обозрение.* 2016. № 15. С. 65-70.

6. *Константинов А.П., Борискина И.В., Плотников А.А.* Особенности накопления снега на эксплуатируемых стеклянных куполах. *Жилищное строительство* // 2010. № 11. С. 38-41.

7. *Стецкий С.В., Ларионова К.О.* «Вопросы естественного освещения помещений общественных учреждений, расположенных в одноэтажных пристройках к многоэтажным зданиям или на их первых этажах» // *Научное обозрение.* 2016. № 15. С. 42-47.

8. *Ларионова К.О.* «Светотехническое влияние окружающей застройки в помещениях с системой верхнего естественного освещения» // *Научное обозрение.* 2015. № 14. С. 94-97.

9. *Ларионова К.О.* «Натурные и теоретические исследования естественного освещения в помещениях с системой верхнего света с учетом светотехнического влияния окружающей застройки» // *Научное обозрение.* 2015. № 13. С. 58-62

10. *Стецкий С.В., Ларионова К.О.* «Светотехнические свойства противостоящей застройки при расчетах естественной освещенности в заглубленных помещениях с системой верхнего естественного освещения» // *Промышленное и гражданское строительство.* 2015. № 3. С. 69-73.

11. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003»

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО МАЛОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Архитектурные решения современных малоэтажных жилых зданий часто являются компромиссом между художественной выразительностью и стоимостью эксплуатации. Используя различные приемы для придания домам индивидуальности – ориентирование в пространстве, изыски внешних форм, новые сочетания и соотношения составляющих элементов, – архитектор не всегда уделяет должное внимание энергоэффективности будущего объекта. Следствием такого упрощения являются повышенные эксплуатационные расходы, которые для некоторых семей могут стать серьезной проблемой. Для предупреждения возможных проблем необходимо ознакомиться с базовыми принципами проектирования энергоэффективных зданий.

Следует выделить два основных аспекта. Первый аспект – это характеристики здания, связанные с сохранением тепла внутри помещения. Второй аспект – получение недорогой энергии и правильное ее использование. Первым пунктом в вопросах сохранения тепла стоит грамотное объемно-планировочное решение, при разработке которого необходимо обосновать величины и соотношения следующих параметров: длины и ширины здания, количества этажей, площади наружной ограждающей конструкций, приходящейся на единицу полезной площади. Сантехнические, вспомогательные помещения и лестницы следует располагать в центре здания, чтобы максимально приспособить площади фасада к обеспечению естественного освещения. Ощутимое снижение энергоэффективности жилого здания связано с ломаными линиями фасадов, выступами, западами, ризалитами и другими архитектурными приемами, которые увеличивают площадь фасада, а, следовательно, и площадь ограждающих конструкций, через которые происходят теплопотери. Необходимо учитывать преобладающее направление ветрового потока при ориентации здания по сторонам света. Максимальное остекление фасада следует выполнять с южной стороны здания, минимальное с северной. Для повышения комфортности проживания и сохранения тепла в помещении можно рекомендовать установленное в пределах от 1.4 до 1.6 соотношение длины и ширины комнат, поскольку квадратные в плане комнаты хуже противостоят наружным тепловым воздействиям, по сравнению с глубокими помещениями. Для окон рекомендуется применять многокамерные стеклопакеты, а их установку производить в

район утеплителя, чтобы уменьшить мостик холода. Известно, что 10 – 15% теплопотерь приходится на неутепленный фундамент, поэтому следует применять технологию утепленной шведской плиты (рис.1).

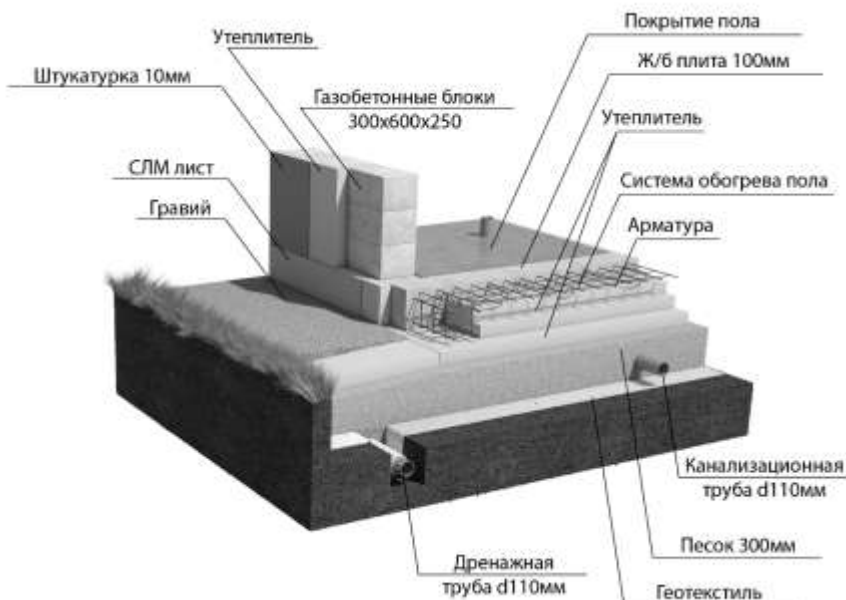


Рис. 1. Конструкция утепленной шведской плиты

Второй важный аспект темы — это получение недорогой энергии, то есть использование возобновляемых источников энергии. В настоящее время в строительной индустрии ВИЭ встречаются редко. Финансовая сторона вопроса требует детального анализа целесообразности применения ВИЭ. На сегодняшний день конкурентом традиционного отопления может выступить инфракрасное отопление, работающее по принципу лучистого теплообмена. При таком методе важную роль играет отделка помещений, которая будет выступать в качестве одного из элементов инфракрасного отопления. Применение приточно-вытяжной системы вентиляции и рекуператора позволит уменьшить затраты на подогрев входящего снаружи воздуха. Если планируется использование систем автоматизированного управления и учета, то имеет смысл установить геотермальный тепловой насос (рис.2).

Данное устройство позволяет производить подогрев входящего в дом холодного воздуха зимой, и охлаждение горячего воздуха летом за счет

использования тепловой энергии земли. Энергию солнца также можно использовать для выработки электроэнергии и аккумуляции ее в батареях. Полученной в течение дня энергии хватает для покрытия расходов на освещение в темное время суток. Рассмотренные способы использования ВИЭ являются наиболее распространенными в мировой практике. Тема ВИЭ очень обширна и требует изучения в рамках отдельной научно-исследовательской работы.

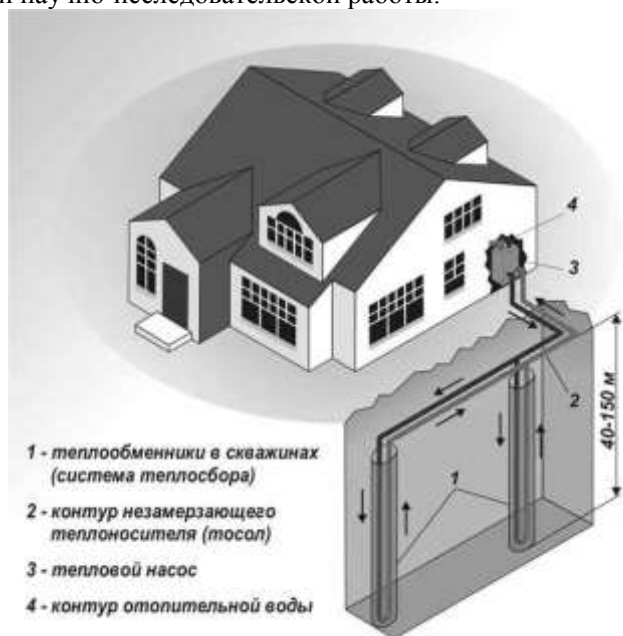


Рис. 2. Схема получения геотермальной энергии

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Бахмисова М.А.* Особенности энергоэффективного жилого дома и современных технологий в малоэтажном строительстве // Образование и наука в современных реалиях: материалы II Междунар. науч.–практ. конф. (Чебоксары, 5 нояб. 2017 г.)

2. *Бушов А.В.* Объемно-планировочное решение и его влияние на энергоэффективность и микроклимат помещения // Academia. Архитектура и строительство. 2010. №3.

3. *Мирвода Е.Д.* Возобновляемые источники энергии в архитектуре малоэтажных домов // Инновационная наука. 2016. №10-2.

ЗЕЛЕННЫЕ КРОВЛИ В ЮЖНЫХ РЕГИОНАХ РОССИИ

В статье рассмотрены особенности и преимущества зеленых кровель при их использовании для зданий, расположенных в южных регионах России. Автор приходит к выводу, что за счет проектирования зеленых кровель создаются новые возможности для туризма в городах рядом с которыми нет моря или оно находится достаточно далеко, уменьшается температурный фон города, повышается эстетичность зданий, уменьшается возможность затопления улиц и загрязнение городского воздуха.



Рис.1. Зеленая кровля

Сегодня производители предлагают различные виды кровельных материалов обладающих различными свойствами, однако не все могут эффективно использоваться в условиях южных городов. Согласно Свода правил СП 17.13330.2011 «Кровли», выделяются следующие виды кровли:

- из мелкоштучных изделий и гофрированных листов;
- из листов металла с защитным покрытием;
- из железобетонных панелей кровли с мастичной гидроизоляцией;
- с использованием рулонных материалов и мастик.

У всех этих материалов есть ряд преимуществ:

- простота перевозки и монтажа;
- прочность;
- небольшая стоимость.

Но в условиях южных регионов всплывают и существенные недостатки:

- перегрев помещений;
- токсичность.

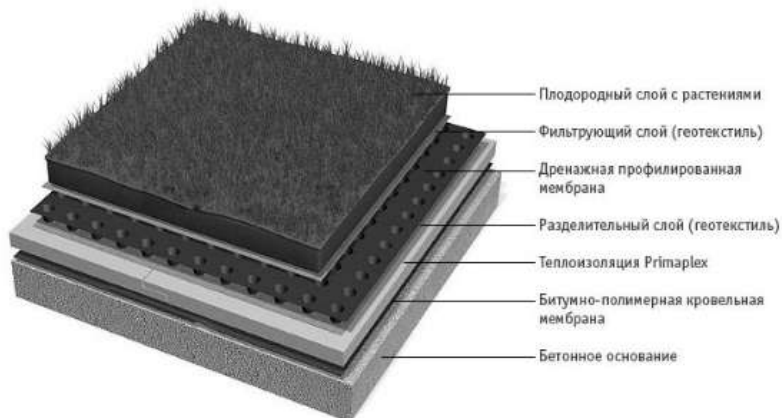


Рис. 2. Конструкция зеленой кровли

Эти проблемы могут быть решены использованием зеленых кровель так как они характеризуются следующими преимуществами:

1. Экологические преимущества. Зеленые кровли выступают природными оазисами в урбанизированном море, а пространство наверху крыши может быть засажено любой растительностью от кустов до деревьев, а сами крыши превращены в скверы. В условиях южных курортных городов это дает дополнительную площадку отдыха для гостей.

2. Тепловые преимущества и сокращение потребления энергии. Помимо решения проблемы теплого острова такая кровля уменьшает температурные колебания самого здания, что дает возможность нормальной эксплуатации верхних этажей и мансард без затрат на электроэнергию и кондиционирование.

3. Задержка воды и ливневые преимущества. К заметным преимуществам зеленых крыш также относят сохранение дождевой воды, которое там обеспечивает почва и растительность, что очень актуально в южных городах. С обычной крыши вода стекает быстро, и осадки попадают в систему дождевой канализации, а дальше направляются в ближайший водоприемник. Эти быстро движущиеся дождевые стоки с крыш в городских районах увеличивают шансы паводков во время частых ливней. Учитывая эту опасность, для совершенствования существующих программ управления ливневыми стоками необходимо умень-

шить объемы и интенсивность ливневых стоков, которые поступают в городские системы канализации. Зеленые кровли – это возможное решение рассмотренной проблемы: они способны задерживать достаточно воды, максимально снижая вероятность затопления.



Рис. 3. Проектируемый отель Shimao Wonderland

Intercontinental в Китае

Таким образом, при использовании таких кровель решаются многие критические проблемы южных регионов России.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Свод правил СП 17.13330.2011 «Кровли»
2. Современные крыши. Обзор технических возможностей и материалов // Современные строительные товары. 2000. № 1.
3. *Титова Н., Гордий И.* Озеленение крыш // Архитектура и строительство России. 1989. № 6.
4. *Гуляева Е.А.* Обустройство зеленых крыш при строительстве и реконструкции зданий. 2014.

ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ НЕБОСКРЕБ ЛАЗАРЯ ЛИСИЦКОГО

Сегодня, с быстрым темпом роста городского населения, возникает сложность в рациональном размещении жителей. Выходом из этой ситуации является поиск удачных архитектурных решений, используя минимальные площади в условиях плотной городской застройки в крупных городах так, чтобы сохранить и дополнить специфику и своеобразие облика города.

Ещё в 20-е века XX века необычное решение предложил выдающийся архитектор, представитель русского авангарда: Лазарь (Эль) Лисицкий. Его идея о горизонтальных небоскребах – это сочетание компактности и универсальности. На фоне других построек его задумка казалась крайне необычной. Данный проект предлагал возведение небоскребов на пересечении Бульварного кольца с основными радиальными магистралями. По замыслу предполагалось возвести восемь зданий в виде вытянутых горизонтальных двух или трехэтажных корпусов, с центральным коридором. Корпуса подняты над землей на высоту 50 метров и опираются на опоры (Рис.1).



Рис. 1. Проект Л. Лисицкого. (на месте современной Пушкинской площади).



Рис. 2. Здание Министерства автомобильных дорог Грузинской ССР, Тбилиси.

Все в этом здании пропитано функционалом: в опорах расположены лестницы и лифты, доставляющие граждан в корпуса небоскребов, а так же, что весьма необычно: одна опора уходит под землю, являясь станцией метрополитена, а остальные две с остановками трамваев, что,

несомненно, удобно для людей трудящихся в этих зданиях. Каждое здание предполагалось раскрасить в соответствующий цвет, что удобно для ориентирования по линиям метро, видишь на линию какого цвета входишь.

Хотя проект и произвел огромный фурор, но при жизни Лисицкого не был воплощен, только позднее нашел жизнь в работах других архитекторов. Так в конце XX века два советских архитектора Георгий Чахава и Зураб Джалагхания воспользовались задумкой Лазаря и спроектировали необычное сооружение: Здание Министерства автомобильных дорог Грузинской ССР в Тбилиси (Рис.2). Разработка и воплощение данного проекта, можно назвать чудом, так как один из архитекторов, а именно Чахава был не только архитектором, но и министром автомобильных дорог ГССР, и ему хватило смелости, чтобы воплотить такое авангардное здание. И если бы не он, возможно, задумка Лисицкого еще долго бы пылилась на полке.



Рис. 3. РЕС, Дюссельдорф, Германия



Рис. 4. "Сколково"

На данный момент, в условиях современных городов, тема с горизонтальными небоскребами приобретает все большее распространение. Одной из самых первых построек за рубежом такого характера можно считать проект Port Event Cente, Дюссельдорф (Рис.3). Реализация данной идеи в нашей стране это необычайно красивое здание: Московская школа управления "Сколково", которое запроектировал Д.Аджайе вдохновившись работами К. Малевича (Рис.4.). Одним из последних воплощений является штаб-квартира Союза южноамериканских наций в Кито в Эквадоре, разработанное Диего Гуаясамином. (Рис. 5)



Рис. 5. UNASUR Building, Эквадор

Было и будет создано множество оригинальных проектов горизонтальных небоскребов, но нужно отдать должное нашему соотечественнику, Лазарю Лисицкому он смог заглянуть в будущее. Преимущества такого решения есть как в практическом плане, так и в эстетическом, ибо подобные сооружения, очень эффектно смотрятся в ландшафте современного города, а также позволяют экономить территорию и сохранять исторические памятники архитектуры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Есть ли логика в горизонтальных небоскрёбах? [электронный ресурс] <http://www.berlogos.ru/article/est-li-logika-v-gorizontalnyh-neboskryobah/>
2. К 120-летию со дня рождения Эль Лисицкого. Горизонтальные небоскребы [электронный ресурс] <https://cocomera.livejournal.com/317229.html>
3. Горизонтальные небоскребы [электронный ресурс] <https://строй-россия.рф/новости/5817/>

УЗЛЫ СТАЛЬНЫХ КАРКАСОВ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

Широкое распространение металлического каркаса в современном строительстве обусловлено рядом его преимуществ (высокая несущая способность, малый вес конструкций, скорость возведения). Конструктивное решение сопряжения ригеля с колонной в таких системах влияет не только на несущую способность собственно узла и соединяемых элементов (колонна, ригель), но и на работу каркаса в целом [1-4]. Из-за большого разнообразия конструктивных решений таких узлов, изучение их действительной работы до сих пор остается актуальным.

Расчет и проектирование стальных каркасов в российской практике основывается на упрощенном делении этих узлов на 2 идеализированных модели – жесткая и шарнирная. В действительности же большинство применяемых узлов занимают промежуточное положение, обладая той или иной податливостью, характеризующейся зависимостью между углом поворота конца ригеля в узле и опорным моментом.

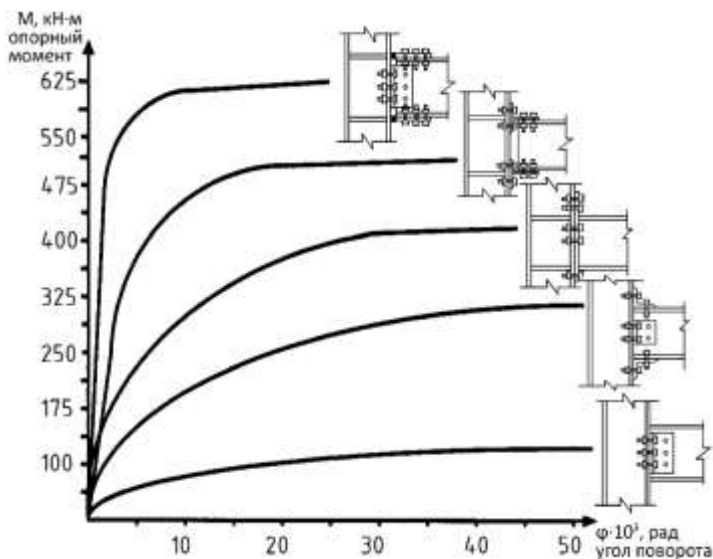


Рис. 1 Графики зависимости угла поворота от опорного момента для различных конструкций узлов

Зависимость «опорный момент – угол поворота» является нелинейной. Это в основном обусловлено тем, что узел представляет собой соединение нескольких элементов, которые взаимодействуют по-разному на разных уровнях приложения нагрузок и претерпевают большие деформации. Неоднородность материала соединения, локальная податливость соединительных элементов, концентрации напряжений, местная потеря устойчивости и т.п. - все это способствует нелинейности.



Рис. 2 Деформированная модель узла

Полужесткая модель поведения узлов была предложена давно. Она нашла отражение в Еврокод 3 и Американской (AISC LRFD) нормативной документации, в которых указаны критерии жесткости, и даны рекомендации по расчетам каркасов с такими узлами [5, 6]. В российских нормах на данный момент отсутствуют какие-либо критерии учета податливости узловых соединений ригелей с колоннами. Это объясняется объективными причинами.

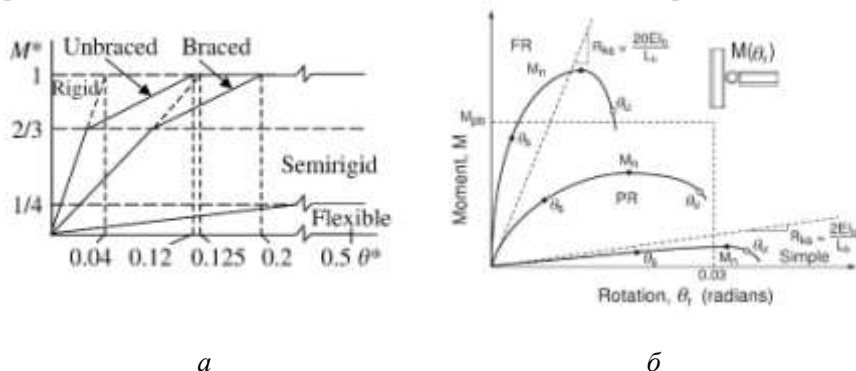


Рис. 3 Классификация жесткости узлов стальных конструкций по Eurocode 3 (а) и AISC LRFD (б)

В первую очередь сложность расчетов вызвана определением самой жесткости узла, так как она зависит от множества параметров (вид соединения, геометрические и физико-механические характеристики элементов и т.д.). Наиболее эффективными в данной ситуации являются экспериментальные исследования. Но как показывают данные научных работ, расчеты в программных комплексах, основанных на методе ко-

нечных элементов, дают результаты, близкие к экспериментальным. Это позволяет обойтись без дорогих и сложных в проведении лабораторных испытаний.

Во-вторых, учет податливости узлов значительно усложняет расчет конструкций. Было предложено несколько способов расчета. Современные программные комплексы позволяют получить достоверную картину напряженно-деформированного состояния каркасов без особых трудностей. В программных комплексах ЛИРА уже есть возможность задать жесткость при расчете.

Отечественные и зарубежные исследования показывают, что учет жесткости соединений ригелей с колоннами позволяет рассчитать близкую к реальности работу стальных каркасов, что в свою очередь сказывается на подборе конструктивных элементов, и позволяет сократить материалоемкость системы до 30 %.

Главная характеристика соединения ригеля с колоннами в стальных каркасах многоэтажных зданий – жесткость, характеризующаяся, прежде всего деформацией соединительных элементов, зависит напрямую от конструктивного решения узла. Это требует дальнейшего изучения данного вопроса, создания единой базы узлов на основе уже имеющихся исследований их характеристик, с дополнением ее результатами последующих исследований, и разработки рекомендаций по конструированию и расчету таких узлов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Туснина В.М.* Податливые соединения стальных балок с колоннами // Инженерно-строительный журнал, № 5, 2017.
2. *Chen W. F., Kishi N., Komuto M.* Semi-rigid connections handbook. J. Ross Publishing, Inc, 2011, pp. 365-378.
3. *Shemy S. Babu, S. Sreekumar* International Journal of Modern Engineering Research Vol.2, Issue.5, Sep-Oct. 2012 pp. 3517-3521.
4. *Naapio, J., Heinisuo, M.* Minimum cost steel beam using semi-rigid joints. Journal of structural Mechanics Vol. 43, No 1, 2010, pp. 1-11.
5. EN 1993-1-8:2005, Eurocode 3: Design of steel structures, CEN, 2005.
6. ANSI/AISC 360-16 Specification for Structural Steel Buildings, 2016

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТА ИНТЕГРИРОВАНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ОТЕЛЯ ПРИ СПОРТИВНОМ КОМПЛЕКСЕ «ДИНАМО» В ГОРОДСКУЮ ЗАСТРОЙКУ.

ЧАСТЬ 1. «ПРЕДПРОЕКТНЫЙ АНАЛИЗ»

Аннотация. В статье рассматривается проблема проектирования отеля спортивного назначения с объединением в себе нескольких функций: туристической, спортивно-образовательной, функции социального взаимодействия по интересам. Предложены решения эффективного интегрирования отеля в имеющуюся застройку.

Предмет исследования: особенности существующей городской застройки, транспортная доступность, пластика рельефа, экология местности и микроклимат района.

Цели: выявление особых архитектурных приемов проектирования отелей, с целью повышения уровня отдыха и развития туризма.

Материалы и методы исследования: системный анализ комплекса факторов, определяющих организацию среды в связи с прямым назначением объекта.

Результаты: выявлены проблемы проектирования отеля на данной территории, рассмотрены и проанализированы ключевые проектные предложения по поставленным задачам. Выбрана стратегия развития комфортной, экологической среды.

Выводы: предполагается прием организации здания отеля над землей, что решает сразу несколько важных задач (создание комфортного микроклимата, сохранение проезда на участке, увеличения площади двора). Применена концепция защиты объекта с наветренной стороны зелеными насаждениями на фасадах и участке, скрытие террас декоративными экранами. Внесено архитектурное разнообразие в застройку города путем использования стиля «постмодернизм», за счет которого произойдет объединение образа стадиона «Динамо» и лаконичных новостроек ЖК «Арена Парк».

Введение. В ходе исследования отельных и гостиничных зданий по городу Москва выявлено отсутствие зданий гостиничного типа в районе «Аэропорт». Инфраструктура района является неполной, так как эта территория располагает огромным культурным содержанием: пять библиотек, кинотеатры, центральный дом авиации и космонавтики, Петровский путевой дворец, Петровский парк, а также «Городок Художников». Рядом находятся памятники архитектуры и множество парков. Главной достопримечательностью района является спортивно-

зрелищный комплекс «Динамо», в котором проходят футбольные, хоккейные и др. соревнования. Наличие данного культурного объекта в САО обуславливает постоянный, большой поток зрителей спортивных зрелищ, спортсменов. Таким образом, наличие отеля для спортсменов на этой территории актуально. Общая градостроительная ситуация сложившейся застройки района приведена на рис. 1

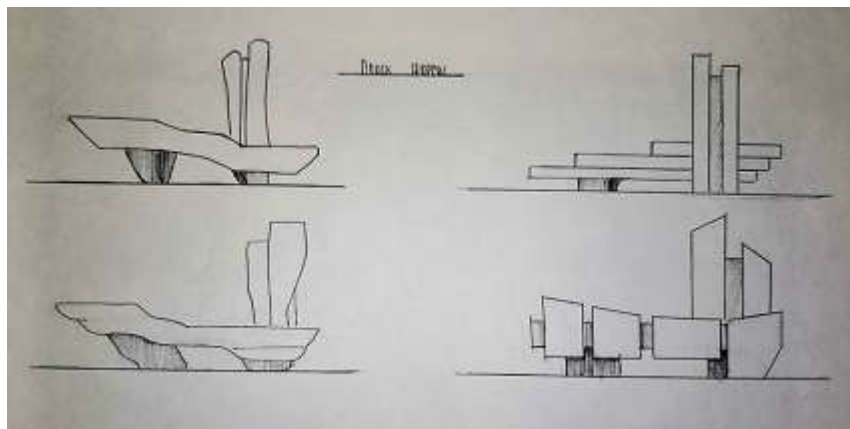


Рис. 1. Поиск формы.

Важные проблемы развития отелей в г. Москве: низкая экологичность материалов строительства, отсутствие смелых архитектурных решений и другие. Анализ проведенных исследований доказывает, что отель спортивного назначения может объединить в себе разные функции: развлекательную, активного и пассивного отдыха, питания, социального взаимодействия по интересам между зрителями соревнований и участниками. Варианты формообразования можно проследить на рис.2. Функциональное разделение объема здания приведено на рис. 3.

Анализ градостроительной ситуации указывает на проблему отсутствия или недостаточности парковочных мест в районе «Аэропорт».

Учитывая вышеизложенное, в проекте решены следующие задачи: сохранения имеющихся транспортных путей на участке; улучшение микроклимата в холодное время года; защита здания от СВ ветров; решение проблемы хранения автомобилей; объединение разностилевой застройки района; создание непривычной, новой архитектуры; использование экологических материалов и инновационных технологий.

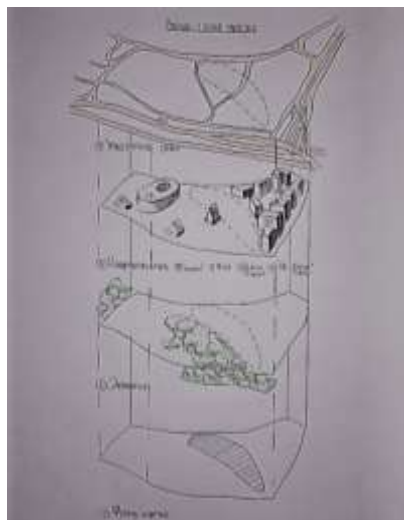


Рис. 2. Форма участка

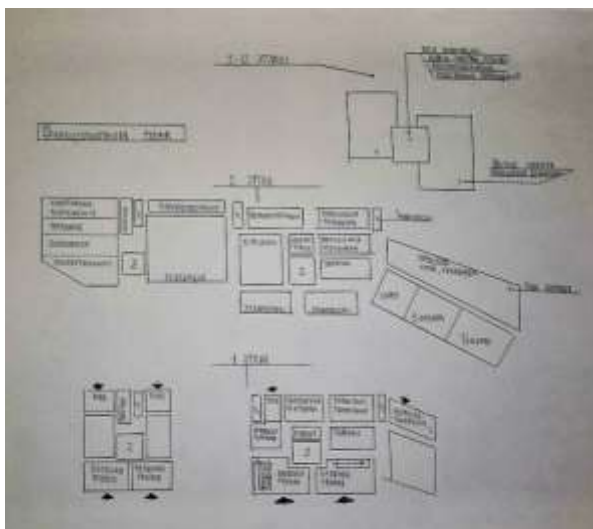


Рис. 3. Разделение объемов

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Свод правил СП-257.1325800.2016 "Здания гостиниц. Правила проектирования". АО "ЦНИИЭП жилища.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТА ИНТЕГРИРОВАНИЯ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ОТЕЛЯ ПРИ СПОРТИВНОМ
КОМПЛЕКСЕ «ДИНАМО» В ГОРОДСКУЮ ЗАСТРОЙКУ.
ЧАСТЬ 2 «МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ»

В основе решений использованы концепции современных ученых:

1. Духовная Л.Л. кандидат экономических наук Института Туризма и Гостеприимства, в своей статье «Инновационные технологии в туристическом бизнесе» пишет: *«Сейчас инновационность становится основной характеристикой современной экономики, поскольку базовые инновации являются мощным стратегическим и антикризисным инструментом».*

Автор рассказывает о способах внедрения инноваций на основе «зеленой экономики» и энергосбережения.

2. Крупный оператор гостиничного бизнеса НУАТТ в своем проекте обустройства фасадов отеля в Ростове-на-Дону внедрил разработку фасадного энергосбережения путем скрытых солнечных батарей

3. Синилова Л.Н. рассуждает на тему экологии в своей статье «Экопроектирование». На вопрос пресс-службы (Какие экологические решения можно предложить для современного жилого комплекса?) автор дает такой ответ:

«Экологически обоснованный объем среды обитания на одного человека, максимальное сохранение природной среды, существующего ландшафта и озеленение участка, создание общих инженерных систем для комплекса здания (экономия водопользования, очистка воды, использование солнечных батарей), применение современных энергосберегающих систем, материалов, учитывающих климатические характеристики района застройки».

Результаты исследований.

В результате анализа территории в застройке были выявлены два основных уровня этажности: не менее 5 этажей и не более 12 этажей. Первый уровень включает в себя застройку старого жилого фонда, зеленые насаждения петровского парка и аллеи, а также улично-дорожную сеть. Второй уровень составляют новостройки и спортивный комплекс «Динамо». Предполагается организовать форму отеля, применяя архитектурны прием террасированных зданий с изменением этажности.

Общественную функцию отеля предлагается разместить одним цельным протяженным остовом не выше 5 этажей, а жилую часть выне-

сти с одной стороны в виде двух башен, не более 12 этажей, над основным объемом. Данный архитектурный прием позволит объединить застройку и улучшить зрительное восприятие улицы. Такой метод позволяет рационально разделить функциональные потоки внутри здания.

На территории со стороны Ленинградского проспекта располагается широкая аллея. Участок разделен на две части проездом. Предлагается ствольная конструктивная схема здания отеля с консольными этажами. Наличие двух ядер жесткости и поднятие основного массива здания над землей, позволяет сохранить транспортную ситуацию и открывает вид на нестандартную форму объекта над аллеями. Это решение благоприятно скажется на микроклимате в здании и снижает затраты на теплоснабжение.

С целью повышения уровня пожарной безопасности предложено устройство технического этажа над общественной частью здания.

На основании исследования розы ветров г. Москвы выявлены наветренные участки с СВ стороны. Соседний район «Савеловский» располагает комплексом промышленных зданий. Решая проблему нейтрализации вредных выбросов и разнос северо-восточным ветром, предлагается использовать озеленение на С и В фасадах, которое поможет в защите от ветра, в комплексе с установкой декоративных экранов на террасах.

Сохранение площади и эстетического вида дворового пространства рекомендуется достичь, применив подземное размещение парковочных мест.

Фасады с южной и западной стороны предложено покрыть вставками фасадных жалюзи. На ламелях рассеивается солнечное тепло, здание не перегревается во время пиковых солнечных доз, что резко снизит потребность кондиционирования внутренних помещений. Облицовку фасадов предлагается выполнить из светоотражающих панелей. Предложенные решения фасадов позволяет в жаркое время года обеспечить здание дополнительной энергией.

В качестве утеплителя в ограждающих конструкциях применен материал «Геокар», обладающий тепло/шумоизолирующими и бактерицидными свойствами.

Отделка внутренних помещений выполнена из экологически безопасных материалов: натуральный камень-сланец и яшма, паркет-пробка и бамбук, водно-дисперсионные краски на основе растительных пигментов.

Заключение.

В результате исследования приняты эффективные методы решения задач. По итогам сформировалась эргономичная архитектура, которая хорошо вписывается в окружающий ансамбль застройки. На ряду с

этим, решены проблемы загруженности участка автомобилями, улучшена экологическая и климатическая ситуация объекта.

Реализация проекта позволит повысить число туристов в данном районе столицы России, и будет способствовать комфорту и взаимодействию иностранным/иногородним спортсменам и зрителям соревнований спортивного комплекса «Динамо».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Свод правил СП-257.1325800.2016 "Здания гостиниц. Правила проектирования" Свод правил выполнен АО "ЦНИИЭП жилища - институт комплексного проектирования жилых и общественных зданий" (руководитель работы - д-р техн. наук, проф. *С.В. Николаев*, научный руководитель работы - канд. архит., проф. *А.А. Магай*, ответственный исполнитель - канд. архит., доц. *Н.В. Дубынин*, исполнители - канд. архит. *А.О. Родимов*, *Ю.Л. Кашулина*, *Т.Г. Петлах*).

2. СНиП II-Л.17-65 "Гостиницы. Нормы проектирования" разработан Центральным научно-исследовательским и проектным институтом типового и экспериментального проектирования жилища (ЦНИИЭП жилища) Государственного комитета по гражданскому строительству и архитектуре при Госстрое СССР.

3. Экология. *Н. В. Гусакова, А. И. Забалуева, В.В. Румянцева*. Конспект лекций. Под ред. А.Н. Королева-Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2006.

4. *Духовная Л.Л.* Научная статья «Инновационные технологии в гостиничном бизнесе». Институт туризма и гостеприимства.

5. Экологически чистые материалы для строительства [электронный ресурс] <https://www.kp.ru/guide/iekologicheskie-chistye-materialy.html>

6. Экологическое проектирование. Статьи [электронный ресурс] <http://www.uralnias.ru/100000879.html>

7. Инновационные технологии в проектировании [электронный ресурс] <https://bsc.by/ru/story/innovacionnye-tehnologii-v-proektirovanii>

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОДЗЕМНЫХ ПРОСТРАНСТВ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

В современном мире развитие крупных зарубежных и российских городов не представляется возможным без использования потенциала подземных пространств. Оптимальные условия для обеспечения устойчивого развития и комфортного проживания в городе достигаются в том случае, если доля подземных сооружений от общего числа построенных объектов составляет не менее 20-25% [1].

Актуальность освоения и организации подземных территорий имеет ряд причин, среди которых необходимость снижения плотности застройки; нехватка наземных участков для строительства новых объектов; непрерывное развитие транспортной и инженерной городских сетей; сохранение историко-культурного облика в центрах городов. Еще один комплекс проблем представляет собой общая загрязненность городской среды отходами промышленной и транспортной деятельности, ограничение пешеходных зон и деформация архитектурного ансамбля.

Опыт подземного строительства по всему миру разнообразен и неоднороден, при проектировании необходимо учитывать наземную застройку городов, что требует от специалистов решения целого ряда технических и градостроительных вопросов. Но есть и специфические проблемы, характерные для России, по причинам которых проекты подземного строительства получают гораздо менее широкую реализацию, нежели в крупных городах других развитых стран.

Ключевым региональным фактором, определяющим сложность и дороговизну подземного строительства, является состав грунта на данной территории, а также глубина залегания грунтовых вод. И если территории стран-лидеров подземной урбанистики – Финляндии и Канады – сложены скальными породами высокого качества [2], то наиболее населенные центры России – Москва и Санкт-Петербург – располагают более слабыми грунтами. Проблема слабых почв существует и в других странах, например, Беларуси. В Минске подземное строительство ведётся за счёт закупки нового оборудования и использования специальных методик, в частности анкерования, а также укрепления грунта путём применения буро инъекционной технологии и метода «стена в грунте». Однако такие операции влекут за собой дополнительные расходы и повышают общую стоимость строительства.

Другой проблемой, связанной с природой, выступает потребность в естественном освещении подземных помещений общественного назначения. Это необходимо для создания психологического комфорта людей, пребывающих под землей в течение относительно длительного времени. Среди распространённых способов освещения подземных пространств – световые фонари различных конфигураций, внутренние дворики, система световодов и рассеивателей. При проектировании подземных сооружений в условиях высокой плотности застройки встает вопрос о попадании максимального количества солнечного света в помещение при минимальной наземной площади светового окна. Для этого используется сложная, например пирамидальная или полигональная форма атриумов, позволяющая улавливать лучи солнца под любым наклоном и отражать их в противоположащих гранях, рассеивая таким образом по большей площади под землей.

Один из наиболее важных аспектов при проведении подземных работ – наименьшее влияние строительства на жизнедеятельность города. Строительство, ведущееся закрытым способом, не требует создания строительной площадки на поверхности, в отличие от открытого способа, но увеличивает риск просадки грунта в случае долговременной стройки, что может привести к повреждению рядом стоящих зданий. Минимизировать сроки строительства и связанные с ним неудобства призвана чёткая организация строительного процесса на всех этапах, предварительное многовариантное проектирование, а также методики по типу мелкошагового строительства, когда объект строится секциями, что позволяет огораживать для стройплощадки меньшую территорию.

Самая актуальная для России проблема на сегодняшний день, сдерживающая рост крупных общественных подземных пространств – недостаточно конкретное освещение вопросов подземного строительства в законодательстве, а именно отсутствие чётких планов и методик комплексного освоения подземного пространства городов. Подземные территории Москвы освоены на 60%, но строительство ведётся бессистемно. В ходе строительства подземных объектов обнаруживают инженерные коммуникации, не нанесенные на единую карту подземного пространства, которые часто приходится разбирать и перекладывать на но-



Рис. 1. Купол железнодорожного терминала в Китае

вое место. Такая разрозненность подземного строительства присутствует в той или иной мере и в других странах. Единственным городом, для которого сейчас разработан генеральный план развития подземных территорий, является Хельсинки. План разрабатывался 40 лет, но строительство, проводимое в соответствии с ним, позволяет столице Финляндии по праву считаться и столицей подземного строительства.



Рис. 2. Стены римской крепости в переходе метро Софии
ментов.

Под землёй строители сталкиваются не только с неудачной прокладкой инженерных сетей, но и с остатками сооружений прошлого. Пример удачной интеграции исторического объекта в современное пространство можно увидеть в Софии, где римские колонны, раскопанные в ходе строительства метро, используются на станциях в качестве несущих элементов.

С учётом всех вышеизложенных проблем, основными задачами для успешной реализации проектов подземных сооружений в России выступают: разработка комплексного градостроительного плана развития подземного пространства с чёткими методиками последовательного выполнения работ, усовершенствование нормативной базы; привлечение инвестиций в освоение новейших технологий подземного строительства; проектирование многофункциональных подземных пространств, привлекающих большой процент населения для повышения окупаемости.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Теличенко В.И., Зерцалов М.Г., Конюхов Д.С.* Состояние и перспективы освоения подземного пространства г. Москвы. // Вестник МГСУ, - 2010. - № 4
2. *Демидова Е.В.* Опыт подземного строительства в городе Хельсинки// Академический вестник уралниипроект раасн, - 2015. - №1
3. *Корчак А.А., Стоянова И.А.* Опыт использования подземного пространства в крупных городах // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2011. № 12

ОБЗОР И АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

На протяжении всей истории человек стремится создать комфортные условия для работы и отдыха. Таким образом при возведении зданий и планировании внутренней отделки на передний план выходит проблема обеспечения качественной звукоизоляции от различных видов шумов.

Шум представляет собой беспорядочные колебания различной физической природы, отличающиеся сложностью временной и спектральной структуры. В повседневной жизни под шумом принято понимать звуковые помехи, препятствующие восприятию речи при разговоре, просмотру телевизора, прослушиванию музыки и т.п. При этом шум – не просто назойливый раздражитель, со временем он оказывает негативное воздействие на отдельные органы и весь человеческий организм. Определить степень воздействия можно по интенсивности звука, которая измеряется в дБ. Чем выше это значение, тем больше отрицательных последствий [2, 3].

Среди материалов, применяемых для звукоизоляции, можно выделить звукопоглощающие и звукоотражающие, в зависимости от того, какие качества в них являются преобладающими. На шумоизолированность же самого помещения будет влиять возможность изолирующих элементов эффективно поглощать или отражать воздушный и ударный звук. Поочередное применение слоев, направленных на отражение или на поглощение звука, является наиболее распространенным, т.к. наиболее эффективно достигает цели повышения акустического комфорта в помещении [4, 5].

По признаку используемого для изготовления сырья можно выделить следующие материалы: [1,2]

- Металлические (экраны и профили);
- Органические (пенополиуретан, винипор);
- Минеральные (плиты и маты);
- Композиционные (состоящие из нескольких компонентов, каждый из которых имеет собственные свойства);

Наименее долговечными являются вспененные материалы, теряющие акустические и прочностные свойства через 5-10 лет из-за распада молекул и схлопывания пузырьков воздуха. Зато такие материалы как стекловолокно практически не стареют [2].

Современные звукоизоляционные материалы имеют свойства изолировать различные виды шума (воздушный, ударный, структурный) и

свои преимущества, такие, как экологичность или долговечность, и недостатки (стоимость, горючесть).

Стекловолокно. Материал, содержащий множественные пустоты между волокнами, что обеспечивает хорошее поглощение звуковых волн. Преимуществами являются высокоэластичность, вибростойкость, отсутствие негативных последствий контакта с металлами.

Минеральная вата. Изготавливаемый из горнорудных и шлаковых расплавов материал, характерной особенностью которого является случайное расположение волокон относительно друг друга, что обеспечивает качественное поглощение звука. Обладает природной стойкостью к агрессивным веществам. Экологичен и относительно долговечен.

Многослойная панель. Комплексная готовая конструкция: несколько укрывных слоев, чередующихся с утеплителем. Позволяет сочетать в себе преимущества всех используемых материалов.

Пенополиэтилен. Наиболее часто используется для обустройства напольных покрытий. Является универсальным материалом, помимо шумоизоляции обеспечивающим также теплоизоляцию и гидроизоляцию, но неустойчивый в УФ-излучению и склонный к появлению плесени.

Резинопровковая подложка. Изготавливается из гранулированной пробки с добавкой резины. Помимо эффективного гашения ударных шумов, проявляет хорошие амортизационные свойства, гасит вибрации. Требует хорошей влагоизоляции.

Битумно-пробковая подложка. Высокопрочная целлюлозная основа с минеральными добавками, в процессе производства насыщаемая битумной пропиткой. Обеспечивает гидроизоляцию благодаря посыпке из пробковой крошкой.

Стеклохолст. Экологичный материал, производимый из минерального стекловолокна и органических смол. Обеспечивает хорошее прилегание к различным поверхностям. Имеет хорошую влагостойкость, не склонен к появлению грибков и плесени.

Прокладочный материал из кремнеземного волокна. Имеет хорошие экологические показатели, высокий уровень пожаробезопасности. Чаще всего применяется на стыках несущих элементов конструкции здания.

Эластомерные материалы. Полимеры, имеющие крайне высокую эластичность, что позволяет им легко принимать любую форму. Поглощают структурные шумы, передаваемые на строительные конструкции от внешних или внутренних источников.

Основные характеристики перечисленных звукоизоляционных материалов приведены в таблице.

Таблица

Параметры звукоизоляционных материалов

Вид шума	Тип материала	Индекс изоляции, дБ	Коэффициент звукопоглощения	Плотность, кг/м ³	Горючесть	Стоимость, руб
Воздушный	Стекловолокно	~47	0.8–0.85	13–86	НГ	1600–2000
	Минеральная вата	~56	0.87–0.95	35–160	НГ	1700–3000
	Многослойная панель	45–67	0.7–0.9	100–150	Г1	1600–2600
Ударный	Пенополиэтилен	~54	0.5	20–80	Г2	115–130
	Резинопробковая подложка	~37	0.85	250	Г2	75–90
	Битумнопробковая подложка	~64	0.7–0.95	200–250	Г1	135–150
Структурный	Стеклохолст	~55	0.85	25–30	Г2	225–250
	Кремнеземное волокно	~27	0.7–0.9	140–170	НГ	630–3200
	Эластомеры	~55	0.8	89–100	Г1	70–80

Таким образом, сочетая между собой необходимые качества материалов, можно подобрать лучший вариант шумозащиты [6].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Германова Т.В., Перцева И.И.* К вопросу обеспечения акустической безопасности городов // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. 2013. Т.2. С.81–86.
2. *Глушко Д.В., Антонова М.В., Беляева С.В.* Современные средства защиты от шума, применяемые в ограждающих конструкциях // Строительство уникальных зданий и сооружений, 2015, №3 (30).
3. *Жиганов Н.Е.* Шумовое загрязнение среды // Современные наукоемкие технологии. 2013. №8-1. С.13–14
4. *Богопелов И. И.* Строительная акустика. СПбГПУ. 2006. 324 с.
5. *Бобылев В.Н., Тишков В.А., Мониц Д.В., Щеголев Д.Л., Мурыгин Д.В.* Обеспечение акустического комфорта в помещениях гражданских и промышленных зданиях // Инновации. 2009. №3. С. 20–24.
6. [электронный ресурс]
<http://www.builderclub.com/statia/zvukoizolyacionnye-materialy-vidy-zvukoizolyacionnyh-materialov>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ ТЕРМООБРАБОТКЕ БЕТОНА

«Человечество обеспокоено стремительным изменением на планете природно-климатической среды его обитания. Возможным вариантом снижения неблагоприятного влияния человека на окружающую среду является введение в сферу потребления альтернативных видов энергии. При всей специфичности возобновляемых источников энергии их применение не нарушает экологического и энергетического равновесия на Земле. Если не будут найдены иные пути получения энергоресурсов, человечество вынуждено научиться пользоваться нетрадиционной энергией» [1].

Для эволюционного развития общества необходимо начать переход на альтернативные источники энергии. Одним из важнейших преимуществ таких источников над традиционными является их «экологическая безопасность», то есть, те источники, которые не производят вредных отходов в течение активной фазы их использования. К тому же, в сравнении с удорожанием традиционных источников, сроки окупаемости альтернативных источников не так значительны.

К числу наиболее известных альтернативных источников относят: ветроэнергетику, биотопливо, гелиоэнергетику, альтернативную гидроэнергетику и т.п. Когда речь заходит о гелиоэнергетике, энергии полученной от Солнца, мы представляем солнечные электростанции (СЭС), солнечные водонагреватели или отдельно стоящие панели. Однако изучение и использование подобной энергетики широко распространено в: сельскохозяйственных технологиях, транспортных инновационных технологиях, технологиях, обеспечивающих работу космической техники, солнечной архитектуре. Среди прочих имеются технологии, применяемые в строительстве, к ним же относится и термообработка бетона с использованием солнечной энергии.

Бетон справедливо относят к числу важнейших материалов современного строительства. Широкое использование бетона объясняется многими его преимуществами. Достаточно часто возникает необходимость ускорить процесс его твердение. Для этого используют различные способы тепловой обработки с обязательным поддержанием температурно-влажностного режима. Большую часть изделий сборного бетона получают путем тепловой обработки в печах автоклава, другую часть - с применением электропрогрева. Для осуществления данных

видов обработки необходимы такие виды ископаемого топлива как: уголь, нефть и газ. С течением времени запасы топлива снижаются, а их стоимость растет. В связи с этим, все больше внимания уделяется изучению гелиотехнологии. Неисчерпаемость, доступность и экологичность этого вида энергетики способствует росту темпов его развития.

Гелиотехнология [гр.*Helios*-солнце, + технология] – основана на накоплении и использовании солнечной энергии для ускорения твердения бетона с помощью специальных устройств [2].

Методы, гелиотехнические системы и устройства для термообработки бетона с использованием солнечной энергии[1]:

1) *Способ использования солнечной энергии*: Прямой нагрев бетона солнечной радиацией.

Способ тепловой обработки бетона: Нагрев бетона в условиях реализации принципа «парникового эффекта» в замкнутой системе. Форсированный нагрев бетона в опалубочных формах, ямных и индукционных камерах и инвентарных устройствах традиционными источниками до 65-70 ° С с посл. изотермическим выдерживанием его с использованием солнечной энергии.

2) *Способ использования солнечной энергии*: Преобразование солнечной энергии в тепловую в низкопотенциальных энергетических установках.

Способ тепловой обработки бетона: Нагрев бетона в воздушной среде переменной влажности, нагрев воды и заполнителя для приготовления предварительно нагретой бетонной смеси, а также сушка и подогрев заполнителей в зимнее время.

3) *Способ использования солнечной энергии*: Аккумулирование солнечной энергии в энергоемких материалах.

Способ тепловой обработки бетона: Круглосуточная тепловая обработка сборных монолитных конструкций с многосторонним тепловым воздействием на бетон. Одновременная тепловая обработка и пропитка бетона гидрофобными жидкими составами для повышения долговечности конструкции или подогрев изд. горячей водой.

Подсчитано, что за год наша планета получает энергию от Солнца 1018 кВт/ч, что в 10 раз превышает всю энергию, которую могут дать все известные человечеству виды ископаемого топлива. Потoki солнечного излучения, взаимодействуя с атмосферой, поступают на Землю в ослабленном виде. Следовательно, излучение включает в себя прямое (радиация) и диффузное (рассеянное). Только 47% лучистой энергии поглощается атмосферой (в том числе из-за глобального затемнения – эффекта, вызванного природным и техногенным загрязнением). Существует вероятность изменения альбедо земной поверхности при повсе-

местном внедрении солнечной энергетики, однако при современном уровне потребления она маловероятна.

Для термообработки бетона с помощью гелиотехнологии используются следующие методы:

1. Твердение бетона под однослойным прозрачным покрытием;
2. Твердение бетона под двухслойным прозрачным покрытием;
3. Теплоаккумулирующие стены и гелиокамеры;
4. Комбинированные гелиокамеры.

Экспериментальные данные и исследования этих методов показали достаточный набор прочности (50-80% R_{28}) набор прочности в суточном возрасте. Данные 1 и 2 методов широко рассмотрены в [3].

Важно обратить внимание на рациональное время тепловой обработки, с учетом набора критической (начальной) прочности, при которой внешние и внутренние напряжения не влияют на дальнейшее структурообразование.

Несмотря на то, что данная тема давно занимает ученых, она находится только на начальной стадии развития. Представленные в настоящее время результаты не претендуют на завершенность, и требуют дальнейших НИОКР в сфере гелиотехнологии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Подгорнов Н.И.* Термообработка с использованием солнечной энергии. М., Ассоциация строительных вузов (АСВ), 2010, 328 с.
2. *Ущеров-Маршак А.В.* Бетонovedение: лексикон. М.: РИФ Стройматериалы.- 2009. – 112 с.
3. Пособие по гелиотермообработке бетонных и железобетонных изделий с применением покрытий СВИТАП (к СНиП 3.09.01-85).

СЕКЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ И СТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Студент магистратуры 2 года обучения 31 группы ИСА Полковников Н.Д.

Научный руководитель – проф., д-р техн. наук, проф. Е.Г. Величко

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯГАЮЩЕГО БЕТОНА МОДИФИЦИРОВАННОГО МИНЕРАЛЬНЫМИ И ПОЛИМЕРНЫМИ ДОБАВКАМИ

В современном капитальном строительстве при традиционном устройстве гидроизоляции контура здания или сооружения, находящегося ниже уровня земли важными проблемами являются низкая водонепроницаемость и трещиностойкость самого бетона и, как следствие, потребность в нанесении на его поверхность различных гидроизолирующих составов на основе нефтепродуктов. В результате этого происходит дополнительное удорожание конструкции. В противоположность традиционному способу гидроизоляции используется тот, при котором гидрозащита осуществляется самим бетоном. В западных странах этот метод устройства подземной части сооружения получил название “Белая ванна”. В технологии данного метода используются, как правило, напрягающие бетоны и бетоны с компенсированной усадкой.

Напрягающие бетоны отличаются в первую очередь по энергии самонапряжения. Применение таких бетонов позволяет возводить бесшовные конструкции большой протяженностью с повышенной трещиностойкостью и водонепроницаемостью. При твердении напрягающего бетона происходит направленное кристаллообразование в цементном камне и тем самым обеспечивается необходимый объем расширения, которое происходит в пластической структуре материала, при этом в условиях ограничения расширения увеличивается самонапряжение [3]. Проблемой такого бетона является высокая цена из-за входящей в его состав расширяющейся добавки на основе глиноземистого цемента. Задачей исследования является оптимизация состава напрягающего бетона с заданными свойствами, путём использования различных модифицирующих добавок, включая вторичное сырьё полученное из отходов производства металлургии.

Объектом исследования является напрягающий бетон, в котором в качестве добавки был взят тонкомолотый доменный шлак и суперпластификатор на основе поликарбоксилата. В экспериментальных исследованиях использовались следующие материалы: стандартный полифракционный песок (ГОСТ 6139-91), напрягающий цемент со средней

энергией самоупрочения(ГОСТ Р 56727-2015), щебень с наибольшим номинальным размером зерен 10 мм(ГОСТ 8269.0-97), тонкодисперсный доменный гранулированный шлак. Была определена удельная поверхность шлака по Блейну. Для изучения свойств напрягающего бетона были изготовлены 4 серии образцов размером 10x10x10 см по 4 шт. в каждой пробе, с содержанием шлака 0, 15, 20, 25% соответственно.

В возрасте 28 суток были проведены испытания кубов на прочность при сжатии по ГОСТ 10180-2012. Затем были изготовлены образцы 4 составов, размерами 50x50x200 мм для определения самоупрочения по ГОСТ 32803-2014. Образцы твердели в динамометрических кондукторах. Измерения кондукторов проводились ежедневно в возрасте 1-7 суток и далее в возрасте 10, 14 и 28 суток. Затем расчётным путём было определено значение самоупрочения образца-призмы Sp.

Истинная плотность цемента и шлака составила 2,85 и 2,66 г/см³ соответственно, а удельная поверхность исходного шлака - 4685 см²/г по Блейну. Прочность бетона на сжатие в возрасте 28 суток четырёх разных составов представлена в табл. 1.

Таблица 1

Прочность напрягающего бетона с тонкодисперсным шлаком на сжатие

Проба	№ обр.	Размер образцов, см	Предел прочности при сжатии, МПа	
			Одного образца	Среднее значение
«1»	1	9,9x10x9,9	50,33	51,44
	2	10x10x9,9	51,91	
	3	10x10x10	52,08	
	4	9,8x10x10	50,17	
«2»	1	9,7x10x9,9	51,11	51,76
	2	10x9,8x9,9	49,94	
	3	10x10x9,9	52,85	
	4	9,8x10x10	51,32	
«3»	1	9,9x10x9,9	51,55	51,78
	2	10x10x9,9	52,47	
	3	10x9,9x10	51,33	
	4	9,8x10x10	50,56	
«4»	1	10x10x10	53,98	53,03
	2	10x9,9x10	52,91	
	3	10x10x9,9	52,20	
	4	9,9x10x9,7	51,36	

В результате обработки показаний согласно ГОСТ 32803-2014 снятых с динамометрических кондукторов, получены следующие значения самоупрочения (табл. 2)

Значения самоупругения бетона с тонкодисперсным шлаком

Проба	«1»	«2»	«3»	«4»
Самоупругение, МПа	9,95	12,01	13,93	16,40
Марка по самоупругению	Sp1,2	Sp 1,5	Sp 1,5	Sp 2,0

Проведённые исследования показали, что физические, гидрофизические и механические свойства самоупругающего бетона модифицированного шлаком с дисперсностью, превышающей удельную поверхность цемента, использованного в комплексе с жидким полимерным суперпластификатором на основе поликарбоксилатов(РСЕ) находятся на уровне, а по некоторым показателям даже превосходят свойства контрольного состава. Экспериментально подтверждён незначительный (2,9%,) прирост прочности на сжатие, а самоупругение бетона при определенной дисперсности шлака(пробы 1 и 4) увеличилось на 2 марки. Такое увеличение самоупругения бетона связано с тем, что шлак с большей дисперсностью, чем у цемента распределяется в основном в межчастичных пустотах, увеличивая концентрацию твердой фазы в единице объема и, как следствие увеличивая напряжение всей системы. Также установлено увеличение водонепроницаемости бетона на 1 ступень, определено снижение стоимости 1 кубометра готового продукта на 12%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Фурманов Н. Е.* Благоприятный состав бетона для изготовления водонепроницаемых конструкций по системе «Белая ванна» // Инженерно-строительный журнал, - 2009. - №3.
2. *Никиткова Е.В.* Технологии гидроизоляции Sika для подземных объектов // Технологии Мира, - 2011. - №6.
3. *Титов М.Ю.* Бетоны с повышенной прочностью на основе расширяющих добавок// Строительные материал - 2012. - №2.
4. *Кузнецова Т.В., Кривобородов Ю.Р.* Состав свойства и применение специальных цементов //Технологии бетонов. – 2014. - №2. – С. 8-11.

МЕТОДИКИ ЗИМНЕГО БЕТОНИРОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В настоящее время в России и мире возрастает необходимость расширения ресурсодобывающих отраслей в регионах, обладающих суровыми климатическими условиями. Наиболее актуальными являются задачи возведения зданий и сооружений в условиях низких температур.

При зимнем бетонировании необходимо не допускать замерзания воды, входящей в состав бетонной смеси, так как замерзание бетона в раннем возрасте предполагает значительное снижение прочности и даже разрушение конструкции.

Тем не менее, за последние 10-15 лет произошли существенные изменения в методах укладки и бетонирования конструкций и на сегодняшний день бетонирование при низких температурах может выполняться более эффективно [1-6].

На данный момент существует большое количество различных методов зимнего бетонирования. Наиболее распространены метод «термоса», использование противоморозных добавок и методы искусственного прогрева и нагрева бетона (рис. 1).



Рис. 1. Метод «термоса»

Сущность метода «термоса» заключается в том, что имеющую положительную температуру (в пределах 15-30°C) бетонную смесь укладывают в утепленную опалубку, где она сохраняет тепло и набирает прочность. Данный способ применяется при бетонировании массивных конструкций. Преимущества этого способа: простота применения и

экономичность, недостатки: небольшая эффективность при низких температурах, применение для конструкций с небольшой формы.

При низких температурах вода, находящаяся в составе бетонной смеси, начинает кристаллизоваться, что приводит к снижению прочностных показателей конструкции. При введении в бетонную смесь противоморозных добавок (ПМД) температура замерзания понижается и процесс твердения не останавливается. Дополнительно бетонные смеси укладывают в утепленные опалубки и накрывают слоем теплоизоляции. Преимущества: небольшая стоимость добавок, отсутствие дорогой аппаратуры, простая технология производства работ; недостатки: увеличение времени набора прочности бетона, снижение коррозионной стойкости арматуры [7,8].

Суть метода искусственного прогрева заключается в повышении температуры смеси и поддержании ее в течение времени, за которое бетон набирает требуемую прочность, за счет теплоты, выделяющейся при прохождении тока через бетонную смесь. Одним из наиболее распространённых и эффективных является метод электродного прогрева, при котором электроды вводятся в бетон или устанавливаются на его поверхности, после чего подключаются к трансформатору. Преимущества: высокая эффективность, легкость монтажа, прогрев любых конструкций; недостатки: большие энергозатраты, дополнительные трансформаторы, сложность работ с электродами (рис. 2).



Рис. 2. Метод электродного прогрева

Процесс прогрева греющими проводами проходит внутри конструкции. После установки греющих проводов их заливают бетоном и пускают по ним электрический ток. Кабель после завершения набора прочности бетона остается внутри. Преимущества: высокая эффективность, небольшая цена; недостатки: одноразовое использование, трудоёмкость.

В методе инфракрасного обогрева используют способность инфракрасных лучей поглощаться телом и превращаться в тепло. Для бетонных работ в качестве генераторов используют трубчатые металлические или кварцевые излучатели. Стоит отметить, что данный метод не работает при толщине бетона более 70 см. Преимущества: большая энергоэффективность, отсутствие дополнительных оборудований, небольшая энергоемкость; недостатки: малая площадь прогрета.

На сегодняшний день способствование развитию зимнего бетонирования является залогом эффективности бетонных работ в зимних условиях при температурах вплоть до -35°C . Самым экономичным и выгодным является метод «термоса», однако наиболее рациональным решением являются комбинированные методы с ПМД.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Рязанова Г.Н., Попова Д.М.* // Анализ существующих методов возведения конструкций бетона и железобетона в зимних условиях. Градостроительство и архитектура №1, 2018. С. 16-23.
2. *Теличенко В.И., Терентьев О.М., Лapidус А.А.* Технология строительных процессов. М.: «Высшая школа», 2007. С. 335-337.
3. *Гнам П.А., Кивихарью Р.К.* // Технологии зимнего бетонирования. СПбПУ: Строительство уникальных зданий и сооружений №9, 2016. С. 8-25.
4. *Кобылина М.А., Калошина С.В.* // Технологии зимнего бетонирования. Вестник ПНИПУ №13, 2005. С. 1-10.
5. *Ершов М.Н., Лapidус А.А., Теличенко В.И.* // Технологические процессы в строительстве. М.:АСВ, 2016. С. 100-101.
6. *Румянцев Б.М., Ляпидевская О.Б., Жуков А.Д.* Системы изоляции строительных конструкции: учебное пособие/3-е изд., перераб. и доп. Москва: Изд-во МИСИ-МГСУ, 2017. с.459-465.
7. *Ткач Е.В., Рахимова Г.М., Сейдинова Г.А., Икишева А.О., Дадиева М.К.* Влияние органоминеральных модификаторов на нормальную плотность и сроки схватывания цемента. Фундаментальные исследования. 2012. № 11-5. С. 1220-1223.
8. *Безгодов И.М., Пахратдинов А.А., Ткач Е.В.* Физико-механические характеристики бетона на щебне из дробленого бетона. Вестник МГСУ. 2016. № 10. С. 24-34.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ НАПРЯГАЮЩЕГО ЦЕМЕНТА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Современный мир требует от инженеров достижения поставленных в строительстве целей любого уровня сложности. Именно поэтому одной из главных задач, стоящих в области развития технического прогресса, является разработка, исследование и создание новейших строительных материалов, которые смогли бы обеспечить максимальные защиту и долговечность возводимым зданиям и сооружениям.

Одним из наиболее прочных строительных материалов является напрягающий цемент, который из-за высоких показателей свойств быстро стал востребованным в строительной промышленности. Учитывая ежегодное возрастание требований к проектированию и созданию различных конструкций в современных условиях, я решила исследовать перспективы дальнейшего развития и расширения применения данного строительного материала.

Для начала разберемся с самим понятием напрягающего цемента. Это гидравлическое вяжущее вещество, которое отличается сравнительно короткими сроками схватывания и твердения и расширяющимися свойствами, при указывании марок обозначается как НЦ. Обычный портландцемент, входящий в состав бетона, отличается низкими показателями водонепроницаемости, морозостойкости и устойчивости к агрессивным средам, что не всегда можно исправить даже при возведении бетонных конструкций с применением модификаторов. Вследствие необходимости решения данной проблемы была разработана особая группа составов саморасширяющихся и безусадочных цементов. Наиболее ярким представителем из этой группы стал напрягающий цемент, отличающийся наибольшей прочностью и удовлетворяющий многим эксплуатационным свойствам и требованиям укладки даже при сложных условиях.

Напрягающий цемент – это вяжущий состав, его изготавливают на основе сухого клинкерного порошка путем смешивания и помола смеси портландцемента, гипса, алюминатных и сульфоалюминатных материалов (глиноземистого шлака). Портландцемент дает нужную прочность при схватывании смеси, позволяя избежать появления трещин в будущем. Остальные материалы образуют напрягающий компонент, который придает цементу необходимые характеристики. В зависимости от пропорций составляющих компонентов сухого порошка время твердения и характеристики итогового раствора могут значительно изменять-

ся, поэтому из него получают напрягающие цементы с низкой, малой, средней и высокой энергией самонапряжения, которые соответственно определяются марками НЦ-5, НЦ-10, НЦ-20 и НЦ-30.

Технические характеристики напрягающего цемента обычно указываются на упаковке сухой смеси. К ним относятся:

- начало схватывания раствора – через 30 минут;
- прочность на изгиб через 48 часов – 3,8 МПа;
- прочность на изгиб через 4 недели – 5,9 МПа;
- самонапряжение – 2 МПа;
- линейное напряжение раствора – 0,3% (до 1,5%);
- рекомендуемая температура для проведения работ – от +5 до +35°C;
- прочность на сжатие через 48 часов – 14 МПа;
- прочность на сжатие через 4 недели – 49 МПа.

Если рассмотреть достоинства и недостатки напрягающего цемента, то так называемых «плюсов» будет значительно больше, чем «минусов». Во-первых, этот материал особенно ценится за отсутствие процесса усадки, вследствие чего повышается прочность изготовленных из него конструкций. Кроме этого, к положительным свойствам напрягающего цемента можно отнести высокие показатели прочности, морозостойкости, гидроизоляционных свойств и адгезионной способности, хорошую скорость схватывания, стойкость к влиянию агрессивных сред, абсолютную пожарную безопасность, отсутствие склонности к появлению трещин, и, как следствие вышеперечисленных факторов, способность увеличивать сроки эксплуатации строений более чем в 6 раз. Но, как и любой другой материал, напрягающий цемент имеет свои недостатки. Качество определяет цену, поэтому стоимость напрягающего цемента значительно выше, чем у обычного цементного раствора. Но учитывая сокращение лишних расходов при будущей эксплуатации объектов, этот недостаток материала с легкостью будет компенсирован его качеством. Другим недостатком является частичная потеря первоначальных качеств состава, что обычно проявляется в условиях возведения и использования конструкций при температуре свыше 35 градусов. Но эта особенность материала указывается в его технических характеристиках, что позволяет предупредить возможный риск и определить целесообразность его применения.

Положительные качества напрягающего цемента расширяют область его применения. Благодаря уникальным прочностным свойствам напрягающего цемента, его используют в строительстве таких конструкций и сооружений, как цокольные помещения с риском возможного затопления, полы промышленных предприятий, объекты для хранения агрессивных химических составов и токсичных материалов, пустотелые и

тонкостенные конструкции повышенной прочности, спортивные объекты. Также его используют в обустройстве дорожных и взлетных полос, изготовлении напорных трубопроводов и ремонте железобетонных конструкций. Из напрягающего цемента готовят самонапрягающийся железобетон и гидробетон, которые в дальнейшем используют при строительстве мостов, тоннелей, бетонных труб, бассейнов и различных резервуаров, требующих особой прочности и стойкости при эксплуатации. Устойчивость к воздействию неблагоприятных условий окружающей среды дает возможность использования напрягающего цемента при строительстве объектов, подверженных существенным динамическим нагрузкам, а водонепроницаемость и способность к хорошему сцеплению с бетонным основанием – применение при ремонте зданий, подверженных затоплению, а также при заделке трещин и швов.

Помимо вышеупомянутых объектов, где напрягающий цемент незаменим, его также можно использовать при обустройстве частных домов для создания печей и каминов, в строительстве бань, гаражей и подземных помещений.

Проведя подробное исследование изготовления, состава и свойств напрягающего цемента, я сделала вывод, что с каждым годом все больше людей и компаний отдают свое предпочтение данному строительному материалу благодаря его уникальным характеристикам, обеспечивающим гарантию качества и надежности возводимого здания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. [электронный ресурс] <http://www.stroy-podskazka.ru/suhie-stroitelnye-smesi/cement-nc/>
2. [электронный ресурс] <https://betonpro100.ru/instrumenty-i-materialy/napryagayushhij->
3. [электронный ресурс] <http://fb.ru/article/352650/napryagayuschiy-tsement-primenenie-dostoinstva-i-nedostatki>
4. *Ляпидевская О.Б., Безуглова Е.А.* Бетоны. Технические требования. Методы испытаний. Сравнительный анализ российских и европейских строительных норм. // Учебное пособие. - М.: ФГБОУ ВПО «МГСУ». - 2013. - 120 с.
5. [электронный ресурс] https://www.avtobeton.ru/statyi_o_cemente/napryagayushhij-cement.html
6. [электронный ресурс] <http://beton-cement-ru.ru/napryagayushhiy-tsement/>
7. *Понов К.Н., Каддо М.Б.* Строительные материалы и изделия. Учебное пособие. М. Высшая школа, 2001. – 367 с., ил.
8. ГОСТ Р 56727-2015 Цементы напрягающие. Технические условия.

ПРИМЕНЕНИЕ СУПЕРАБСОРБИРУЮЩИХ ПОЛИМЕРОВ В ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТАХ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ «ЧЕРНИЛ» В 3D-ПЕЧАТИ

Введение

В настоящее время технология 3D-печати в строительстве развивается и требует современных решений, в том числе в применяемых материалах. Основным материалом для 3D-печати является цементный тяжелый бетон или фибробетон [1], представляющие собой сухие смеси, приготовление которых осуществляется непосредственно перед печатью на месте строительства. При этом при экструзии смесей на гидравлических вяжущих веществах возникают проблемы интенсивной потери влаги вследствие большой открытой поверхности слоев, что неблагоприятно сказывается на эксплуатационных свойствах композитов и функциональности конструкций из них.

В качестве одно из способов сохранения воды в композите предлагается применение суперабсорбирующих добавок, представляющие собой гранулы или волокна полимера [2] (геля) размером более 200 мкм, насыщенные водой и способные отдавать ее при необходимости. Опыт [3] показывает, что применение суперабсорбирующих полимеров (САП) позволяет снизить усадки цементных композитов до 28 %. Однако наряду с этим наблюдается потеря прочностных характеристик, как в ранние сроки твердения, так и в марочном возрасте.

Таким образом, актуальным является разработка решений для снижения усадки цементных систем без потери прочностных характеристик.

Материалы и методы

В работе исследовано влияние суперабсорбирующего полимера на физико-механические свойства цементных растворов, где в качестве заполнителя использовался фракционированный кварцевый песок (фр. 0,16...0,63 мм) в соотношении Ц/П = 0,41. При постоянном В/Ц = 0,42 в составах варьировалось содержание водного раствора САП за счет количества воды с шагом 20 % до полной замены.

Результаты и выводы

Результаты проведенных исследований по оценке влияния раствора САП на свойства цементного раствора представлены в таблице 1, из которой видно, что замена воды раствором САП не приводит к изменению подвижности (диаметр расплыва составляет 149...150 мм), что достигается за счет низкой вязкости до гелеобразования. По показателю

предела прочности при сжатии можно сделать вывод о том, что используемый САП оказывает существенное влияние на механические свойства для каждого из условий твердения.

Таблица 1

Реологические и физико-механические свойства раствора с САП

№	Доля САП от количества воды в растворе, %	Диаметр расплыва, мм	Средняя плотность, $\cdot 10^3$ кг/м ³	Предел прочности при сжатии при твердении в условиях, МПа	
				T = 27...30 °C W = 51...54 %,	T = 25...27 °C W = 87...90 %,
1	0	150	1,94	3,6	15,9
2	20	149	1,96	4,8	24,3
3	40	149	1,98	6,4	26,2
4	60	149	1,98	5,8	26,5
5	80	149	1,99	5,9	25,9
6	100	149	1,98	5,7	23,6

Так, для серии образцов, твердеющих в комнатных условиях, видно, что введение раствора САП приводит к увеличению предела прочности при сжатии на 33,3...77,8 % по сравнению с составом с водой. Для серии образцов, твердеющей в нормальных условиях, увеличение предела прочности при сжатии составляет 48,4...66,7 %. Полученный результат можно объяснить увеличением степени гидратации вяжущего в составах с раствором САП. Присутствие распределенного в виде тонких пленок САП в цементном растворе, до определенного предела, оказывает положительное влияние за счет удержания воды в объеме, способствующей лучшей гидратации и препятствующей ее испарению, о чем косвенно свидетельствует незначительное уплотнение структуры.

Для подтверждения вышеизложенного с помощью калориметра HDSC PT1600 проведен дифференциальный термический анализ каждого состава из серии, твердевших при нормальных условиях.

Из таблицы 2 видно, что характер изменения энергии тепловыделения коррелируется с изменением физико-механических свойств растворов при увеличении количества САП. То есть увеличение доли раствора САП до 40 % от количества воды способствует увеличению прочностных показателей, как при нормальных, так и неблагоприятных условиях твердения, что объясняется лучшей гидратацией вяжущего (образования большего количества продуктов реакции). Дальнейшее увеличение содержания раствора САП, предположительно приводит к формированию дополнительных барьеров в виде пленок полимера, блокируя или

замедляя схватывание и твердение цемента, что отражается на уменьшении положительного влияния раствора. При этом каждый из контролируемых характеристик в таблице 1 и 2 для составов с раствором САП имеют не меньшие значения, чем без него.

Таблица 2

Результаты ДТА растворов с САП

№	Доля САП от количества воды в растворе, %	Энергия тепловыделения, Дж		
		1 эндозффект (130...150 °С)	2 эндозффект (470...500 °С)	3 эндозффект (745...770 °С)
1	0	-5,3	-2,7	-4,8
2	20	-10,1	-3,7	-5,0
3	40	-12,8	-3,8	-5,2
4	60	-10,0	-3,5	-5,0
5	80	-9,1	-2,6	-4,2
6	100	-5,9	-3,0	-4,9

Заключение. Показано, что использование раствора суперабсорбирующих полимеров в цементных системах позволяет управлять процессами гидратации вяжущего без влияния на подвижность смесей и способствует увеличению прочностных характеристик композита как при нормальных, так и неблагоприятных условиях твердения. Это подтверждает выдвинутую гипотезу о том, что использование таких полимеров в виде растворов с управляемым процессом гелеобразования в качестве компонента для регулирования баланса жидкости в материалах для 3D-печати сформирует в системе резерв воды для гидратации вяжущего, что будет способствовать достижению требуемых эксплуатационных свойств.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Иноземцев А.С., Королев Е.В., Зыонг Тхань Куи.* Анализ существующих технологических решений 3D-печати в строительстве // Вестник МГСУ. 2018. Т. 13. Вып. 7 (118). С. 863–876. DOI: 10.22227/1997-0935.2018.7.863-876.
2. *V. Mechtcherine, H.-W. Reinhardt (eds.),* Application of Superabsorbent Polymers (SAP) in Concrete Construction, RILEM State of the Art Reports 2. DOI 10.1007/978-94-007-2733-5_1.
3. *Лесовик В.С., Попов Д.Ю.* Повышение эффективности текстиль-бетона. Региональная архитектура и строительство. 2017. № 4 (33). С. 10-16.

Студентка 2 курса 2 группы ИСА Ахметзянова Д.Р.

Студентка 2 курса 1 группы ИСА Рассадникова А.А.

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН В СИСТЕМАХ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ

До появления современных гидроизоляционных материалов в качестве защиты подземных сооружений от грунтовых вод в практике широко использовалась глина. Вокруг здания из специально приготовленной перемятой глины создавали так называемый «глиняный замок». Однако из-за трудоемкости процесса и продолжительности работ на смену «глиняным замкам» пришли изделия из бентонитовых глин, которые являются более технологичными в применении [1, 2].

Бентонит — это глинистая горная порода, содержащая около 60% монтмориллонита, обладающего высокой пластичностью и способностью при увлажнении расширяться более чем в 15 раз. При вступлении в контакт с водой бентонитовые глины разбухают и становятся водонепроницаемыми. Это свойство глин и было использовано при создании гидроизоляции подземных конструкций. Превращаясь в гелеобразное вещество, бентонит заполняет все поры и трещины конструкции, таким образом достигается абсолютный показатель водонепроницаемости [3].

Бентонитовые маты

В настоящее время среди изделий, выполненных с использованием бентонитовых глин, наибольшее распространение получили бентонитовые маты. *Бентонитовые маты* – это рулонные материалы, состоящие из 2-х слоев нетканого или тканого геотекстильного полотна, скрепленных иглопробивным способом. Между ними расположен бентонитовый порошок (рис.1).



Рис. 1. Бентонитовые маты

Для создания водонепроницаемого слоя бентонитовые гранулы затворяются водой до сметанообразной массы. Укладку бентонитовых матов возможно осуществлять как на горизонтальные, так и на вер-

тикальные поверхности: на горизонтальные поверхности маты укладываются внахлест на заранее подготовленное основание и накрываются бетонной стяжкой; на наружные вертикальные поверхности маты внахлест пристреливаются дюбелями, а затем засыпаются песчаным грунтом с уплотнением. На зону соединения полотен наносится бентонитовая паста, либо это место заделывают шнурами из того же материала (рис. 2).



Рис. 2. Устройство гидроизоляции подвала с использованием бентонитовых матов

К основным достоинствам гидроизоляционных материалов на основе бентонитовых глин следует отнести: возможность применять в сложных гидрогеологических условиях (они способны выдержать гидростатическое давление до 7 атм); способность «самозалечиваться» при гидратации в замкнутом пространстве; низкая водопроницаемость; высокая долговечность, обусловленная неизменностью свойств на протяжении времени; простота монтажа; химическая стойкость к агрессивным водам, бензину, химическим удобрениям; высокая морозостойкость; экологическая безопасность.

Бентонитовые маты применяются при строительстве искусственных водоёмов; для изоляции вертикальных и горизонтальных поверхностей: тоннелей, фундаментов зданий, кровли подземных сооружений; для гидроизоляции дамб, каналов и т.п.

Инъекционная гидроизоляция

Подземная часть здания с некачественной гидроизоляцией подвержена инфильтрации уже через год-два после начала эксплуатации объекта, а порой уже в процессе его строительства. В результате нарушаются нормальные условия эксплуатации сооружения и постепенно уменьшается несущая способность бетона. Устранение локальных зон инфильтрации является довольно актуальной задачей, требующей немедленного решения.

Одним из наиболее эффективных способов восстановления водонепроницаемости является использование инъекционной гидроизоляции. Суть метода в том, что в горизонтальных и вертикальных поверхностях подземных сооружений сверлится ряд сквозных отверстий. Эти отвер-

ствия под давлением заполняются специальным бентонитовым раствором (рис. 3).

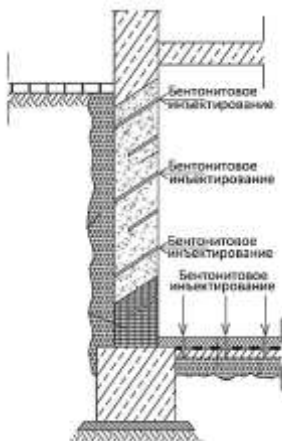


Рис. 3. Инъекционная гидроизоляция подвала

Данный раствор получается из смеси бентонитового порошка, состоящего из натриевого бентонита и полимерных добавок, с водой. Инъекционная гидроизоляция может использоваться при ремонте подземных торговых центров, парковок, коллекторов, подвалов. Таким образом, инъекционная гидроизоляция помогает восстановить сухость в подземных помещениях самым неэнергозатратным способом.

В результате проделанной работы, можно сказать, что существует не один способ устройства бентонитовой гидроизоляции. И каждый отдельный вид подходит для определенных условий. Бентонитовая гидроизоляция – это самая настоящая экономия рабочей силы, времени и денежных средств, а также надежный способ защиты здания или сооружения от разрушающих факторов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шилин А.А., Зайцев М.В., Золотарев И.А., Ляпидевская О.Б. Гидроизоляция подземных и заглубленных сооружений при строительстве и ремонте: учеб. пособие. -Тверь, изд. «Русская торговая марка», 2003.
2. Румянцев Б.М., Ляпидевская О.Б., Жуков А.Д. Системы изоляции строительных конструкции: учебное пособие/3-е изд., перераб. и доп. Москва: Изд-во МИСИ-МГСУ, 2017. с.454-538.
3. Мусаев Т.С., Ткач Е.В., Аубакирова Б.М. Производство гранулированных модификаторов//Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева. 2010. № 2 (63). С. 161-163.

*Студент 4 курса ДГ-403 группы ИМВХС РГАУ-МСХА имени К. А. Тумирязева **Белов И.В.***

*Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. **Г. Н. Горяева***

ИЗУЧЕНИЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕТОНА НА БЕСЦЕМЕНТНОМ ВЯЖУЩЕМ

В настоящее время наиболее актуальным является комплексное использование вторичного сырья, в том числе органических и минеральных отходов строительной и металлургической промышленности, например для изготовления конструкционно-теплоизоляционных изделий. К жестким теплоизоляционным материалам относятся автоклавные фибролит, арболит, шлакоблоки, опилкобетон и другие, достаточно широко применяемые в строительстве.

В качестве вяжущего обычно применяют портландцемент, который является дорогим материалом, поскольку изготавливается по энергозатратной технологии. Альтернативой цементному являются бесцементные смешанные: известковые-шлаковые, известково-золевые и другие вяжущие композиции.

Во многих работах [1,2] исследователи, занимающиеся разработкой смешанных вяжущих, принимали за основу известково-гипсовые композиции, добавляя другие компоненты в их состав в зависимости от поставленных задач.

В связи с чем, нами в данной работе была принята известково-гипсовая смесь с добавлением молотого шлака, поскольку в его состав входят активные кремнеземистые компоненты, а дробление и помол способствуют увеличению активизации при химическом взаимодействии с гидроксидом извести, сульфатом кальция при тепловлажностной обработке изделий в пропарочной камере при температуре до 100 °С [3,4].

Образовавшиеся в результате химических реакций под воздействием тепловой обработки продукты твердения совместно с силикатами и гидросиликатами кальция и натрия, гидросульфалюминатами, этрингитом, содержащимися в составе кристаллических и аморфных новообразований композитной системы, должны повысить прочность бетонного сформировавшегося камня.

С этой целью были проведены эксперименты с различными составами образцов, представленными в таблицах. Для того, чтобы выяснить влияет ли известь на прочность изделий, в таблице 1 принят состав №1 бесцементного вяжущего, в который входят следующие компоненты: полуводный гипс, строительная известь, растворимое стекло, молотый шлак (ГИС).

В качестве заполнителя приняты мелкий кварцевый песок и опилки.

Таблица 1

Состав № 1 на бесцементном вяжущем ГИС

Маркировка образцов	Компоненты вяжущего, гр				Компоненты заполнителя, гр	
	Гипс	Известь	Жидкое стекло	Шлак	Опилки	Песок
ГИС	104	259	155	518	540	1425

Заформованные образцы подвергались различным видам тепловой обработки:

- тепловлажностной обработке (ТВО) в пропарочной камере при температуре до 100⁰С;

- хранились в нормально – влажностных условиях (н.в.у.).

Образованные продукты твердения, особенно силикаты кальция, должны повысить прочность шлакоопилкобетона, подтверждение данного предположения получаем экспериментальным путем после испытания образцов и обработки результатов.

С этой целью для заформованных образцов были определены физические свойства (W , W_m , λ , ρ), представленные в таблице 2.

Образцы на бесцементном вяжущем состава №1 обладают плотностью 940 кг/м³, со средней влажностью 26%. Кроме физических свойств, определены механические свойства. Теплоизоляционный бетон имеет коэффициент теплопроводности $\lambda=0,36$ Вт/м⁰С.

Таблица 2

Физические свойства образцов состава №1

Маркировка образцов	Влажност W , %	Водопоглощен. W_m , %	Коэффициент теплопровод. λ , Вт/м ⁰ С	Средняя плотность ρ , кг/м ³
ГИС	26	32	0,36	940

Для увеличения прочности негашеную известь заменили портландцементом, в размере 30 % от массы вяжущего. Для этого были заформованы образцы состава №2 с содержанием шлака, портландцемента, жидкого стекла, гипса, в качестве заполнителя приняты также опилки и мелкий песок, состав бетона представлен в таблице 3.

Для образцов состава №2 были определены физические свойства, представленные в таблице 4. Образцы состава №2 с портландцементом имеют среднюю плотность больше, чем с известью и составляет 1100 кг/м³. Таким образом введение цемента увеличивает среднюю плотность в 1,2 раза.

Таблица 3

Состав № 2 на бесцементном вяжущем ГСЦ

Маркировка образцов	Компоненты вяжущего, гр				Компоненты заполнителя, гр	
	Гипс	Жидкое стекло	Портланд-цемент	Шлак	Опилки	Песок
ГСЦ	104	155	311	466	540	1425

Теплоизоляционный бетон на бесцементном вяжущем второго состава соответствует классу В10 с коэффициентом теплопроводности $\lambda=0,42$ Вт/м⁰С.

Таблица 4

Физические свойства образцов состава №2

Маркировка образцов	Влаж-нос. W, %	Водопогло-щен. W _m , %	Кoeffици-ент тепло-провод. λ , Вт/м ⁰ С	Средняя плотность ρ , кг/м ³
ГСЦ	23	31	0,42	1100

Это говорит о том, что шлакоопилкобетон можно получать в условиях тепловлажностной обработки в пропарочной камере, что подтверждает наше предположение о возможности твердения бетона по безавтоклавной технологии. Соответственно стоимость конструкций из таких бетонов будет дешевле, чем изделий на традиционном портландцементе.

Таким образом, нам необходимо продолжить исследования по оптимизации составов конструкционно-теплоизоляционного шлакоопилкобетона на малоцементном вяжущем и изделий на его основе, твердеющих в нормально-влажностных условиях и при тепловой обработке в пропарочных камерах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Степанов В.В.* Разработка теплоизоляционного материала на основе древесных отходов // Автореферат. Казань, 2013. – 13 с.
2. *Ефремова О.В.* Разработка состава и технологии древошлакового композиционного материала // Автореферат – СПб, 2013. – 15с.
3. *Горяева Г.Н.* Влияние компонентов смешанного вяжущего на свойства шлакоопилкобетона // Вестник научно-методического совета по природообустройству и водопользованию. – М.: ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2017. №10. С. 79-84.
4. *Лятидевская О.Б., Безуглова Е.А.* Бетоны. Технические требования. Методы испытаний. Сравнительный анализ российских и европейских строительных норм. // Учебное пособие. - М.: ФГБОУ ВПО «МГСУ». - 2013. - 120 с.

Студент 4 курса 10 группы ИСА Вако К.Д.

Студент магистратуры 2 года обучения 32 группы ИСА Жуков А.Ю.

Научный руководитель – преп. Е.Р. Пятаев

ПОЛИМЕРБЕТОН НА ОСНОВЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

Отделочные материалы в фасадных облицовочных системах испытывают значительные нагрузки, связанные с атмосферными и механическими воздействиями. Использование облицовочной плитки, обладающей высокой стойкостью и возможностью релаксации деформаций позволяет получать высокоэффективные облицовки для строительных систем [1–3].

В статье приводятся результаты подбора составов и технологий композиционных материалов на основе тонкомолотых высокоактивных отходов производства портландцемента, минерального вяжущего, добавки на основе поликарбоксилатов MC-6995, а также полимерной добавки MC- Adhesive. MC-Adhesive полимерная добавка, применяющаяся для: значительного повышения прочности при изгибе; снижения модуля упругости; повышения водонепроницаемости; повышения связности бетонных смесей; изготовления покрытий с высокими требованиями к истираемости, низким пылением и высокой стойкостью к агрессивным веществам [4–6].

Целью исследований является подготовка и проведение эксперимента, ориентированного на создание основ технологии облицовочных изделий на основе отходов производства минеральных вяжущих.

В качестве базового принят классический вариант технологии изготовления полимербетонных плитных изделий, основанный на конвейерном способе. С учетом использования, ранее не применяемых в данных технологиях полимерных добавок, осуществлена разработка методики подбора состава полимерцементной композиции.

В эксперименте варьировались следующие факторы: расход дисперсного отхода (X_1) в интервале от 60 до 80 кг/м³; расход пластификатора (X_2) – в интервале от 0,8 до 1,2 %; расход полимерной добавки (X_3) – в интервале от 4,6 до 5,4 %.

Эксперимент по подбору и оптимизации состава проводился методами математического планирования эксперимента. В основу матрицы эксперимента был положен квадратичный D-оптимальный рототабельный план. Обработка результатов эксперимента осуществлялась по принятым для данного метода способам.

Интервалы изменения факторов устанавливались исходя из анализа априорной информации и целей эксперимента. Сами факторы являются независимыми и операбельными. Расходы цемента, песка, щебня и во-

ды в эксперименте не изменялись. Расход цемента был принят равным 264 кг/м^3 , расход песка – 900 кг/м^3 , расход щебня 1050 кг/м^3 , расход воды $210 \text{ дм}^3/\text{м}^3$.

Математическая обработка результатов эксперимента позволила получить уравнения регрессии для средней плотности (Y_2) и прочности при сжатии (Y_1). Получены следующие математические модели (полиномы):

- для прочности при сжатии:

$$Y_1 = 32,6 + 2,8X_1 + 1,9X_2 + 1,8X_3 - 1,4X_1X_3$$

Доверительный интервал для прочности при сжатии $\Delta b_1 = 1,1 \text{ МПа}$.

- для средней плотности:

$$Y_2 = 2415 + 21X_1 - 14X_2 + 12X_3 + 10X_1X_3 + 8X_2^2$$

Доверительный интервал для средней плотности $\Delta b_2 = 7 \text{ кг/м}^3$.

На прочность образцов полимербетона оказывает наибольшее влияние расход тонкомолотого отхода (коэффициент при X_1 равный 2,8), а так как этот отход обладает свойствами гидравлического вяжущего, то увеличение его расхода ведет к росту прочности при сжатии, при содержании тонкомолотого отхода не более 20%. Расход пластификатора и расход полимерной добавки влияют на увеличение прочности в меньшей степени (коэффициенты при X_2 и X_3).

Средняя плотность полимербетона зависит от варьируемых факторов в меньшей степени. Наибольшее влияние на среднюю плотность оказывает расход тонкомолотого отхода (коэффициент при X_1 равный 21). Увеличение расхода пластификатора ведет к некоторому снижению средней плотности, причем эта зависимость не является линейной (коэффициенты при X_2 и X_2^2 равные соответственно «-14» и 8).

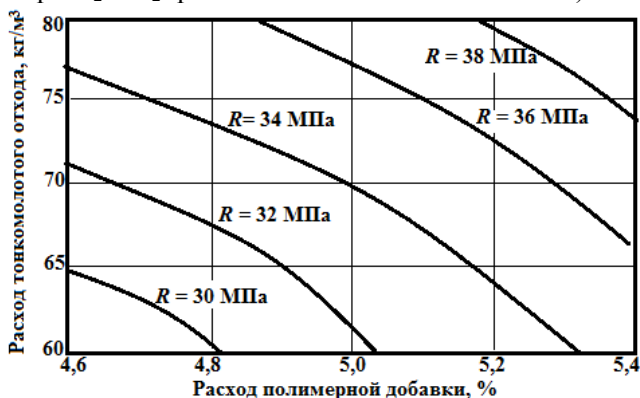


Рис. 1. Зависимость прочности бетона от расходов тонкомолотого отхода и полимерной добавки при содержании пластификатора $1,15 \pm 0,2 \%$

По результатам выполненных работ установлено, что прочностные характеристики полимербетона средней плотностью 2370–2450 кг/м³ в наибольшей степени зависят от расходов тонкомолотого отхода и полимерной добавки.

Осуществляем графическую интерпретацию зависимости прочности при сжатии от расхода тонкомолотого отхода (X_1) и расхода полимерной добавки (X_3). В результате получаем номограмму (рис. 1), с помощью которой можно прогнозировать прочность полимербетона или выбирать оптимальные расходы компонентов. Так же разработан алгоритм расчёта состава полимербетона в зависимости от устанавливаемых характеристик материала и подготовлена программа для ЭВМ.

Разработанная методика подбора состава и оценки свойств полимербетона в зависимости от изменения состава позволила установить оптимальные дозировки основных компонентов. Расход цемента составляет 264 кг/м³, расход песка – 900 кг/м³, расход щебня – 1050 кг/м³, расход воды – 210 дм³/м³. Для получения полимербетона прочностью не ниже 36 МПа расход отхода принимаем равным 75 кг/м³; расход полимерной добавки – 5,1 %; оптимизированный расход пластификатора – 1,15 %.

После получения расчетных значений является обязательной их экспериментальная проверка на основе пробных замесов и испытаний в возрасте 28 суток с необходимой коррекцией составов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жуков А.Д., Тер-Закарян К.А., Боброва Е.Ю. Инновационные технологии сельского строительства // Московский экономический журнал (QJE.SU) № 5/2018

2. Жук П.М., Жуков А.Д. Нормативная правовая база экологической оценки строительных материалов: перспективы совершенствования // Экология и промышленность России. 2018. № 4. С. 52–57.

3. Pyataev E.R., Pilipenko A.S., Burtseva M.A., Mednikova E.A., Zhukov A.D. Composite material based on recycled concrete. FORM 2018. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 032015(2018) doi:10.1088/1757-899X/365/3/032041

4. Жуков А.Д., Романова И.П., Исаченко С.Л., Кодзоев М.Х., Жуков А.Ю. Дисперсное армирование в технологии бетонов // Инновации в жизнь 2017. №2(21). С. 229–234

5. Жуков А.Д., Чугунков А.В. Локальная аналитическая оптимизация технологических процессов // Вестник МГСУ. 2011. № 1-2. С. 273–278

6. Румянцев Б.М., Жуков А.Д., Смирнова Т.В. Энергетическая эффективность и методология создания теплоизоляционных материалов // Интернет-Вестник ВолГАСУ. 2014. № 4 (35). С. 3.

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БИТУМНО-МИНЕРАЛЬНОГО ВЯЖУЩЕГО НА ОСНОВЕ НАПОЛНИТЕЛЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО НАНОЧАСТИЦАМИ СЕРЫ

Введение

Для улучшения свойств асфальтобетонов традиционным способом является применение различного рода добавок, в том наночастиц [1]. Распространенным и эффективным модификатором для асфальтобетона является сера, применение которой позволяет увеличить подвижность смеси и стойкость к образованию колеи композита [2]. Перспективным направлением в технологии асфальтобетона является применение нетрадиционных минеральных порошков функционализированных различного рода добавками.

Одним из таких решений, позволяющих модифицировать поверхность зерен минерального порошка из отходов производства, является функционализация наночастицами серы.

Материалы и методы

Для исследования реологических свойств битумно-минеральных вяжущих на основе наполнителя модифицированного наночастицами серы изготавливались смеси с объемной степенью наполнения 0,1, 0,2, 0,3 и 0,4. Исследовались влияния на реологические свойства наполнителей из доломита, модифицированных различным количеством полисульфида кальция с отношением $CaS_n/MP-1$ равным 0,125, 0,25 и 0,375.

Технология модифицирования включает в себя этап смешивания полисульфида кальция с минеральным порошком в указанных пропорциях, этап сушки в сушильном шкафу при температуре 70 °С в течение 12 часов и при необходимости дополнительного этапа помола в шаровой мельнице.

Составы битумно-минерального вяжущего представлены в таблице 1.

Таблица 1

Составы битумно-минерального вяжущего

Наполнитель	Объемная степень наполнения для составов																
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
МП	–	0,1	0,2	0,3	0,4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
CaS ₁	–	–	–	–	–	0,1	0,2	0,3	0,4	–	–	–	–	–	–	–	–
CaS ₂	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,1	0,2	0,3	0,4	–	–	–	–
CaS ₃	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,1	0,2	0,3	0,4

Примечание: МП – минеральный порошок МП-1; CaS₁ – МП, модифицированный полисульфидом кальция в соотношении $CaS_n/MP-1 = 0,125$; CaS₂ – то же $CaS_n/MP-1 = 0,25$; CaS₃ – то же $CaS_n/MP-1 = 0,375$;

Реологические свойства исследовались по показателям вязкости и предельного напряжения сдвига, определение которых осуществлялось с использованием ротационного вискозиметра Rheotest MCR 101, Anton Paar при динамическом показателе скорости сдвига от 1 до 3500 с⁻¹ и температурах 110 до 140 °С.

Результаты и выводы

Заданные условия эксперимента позволили получить реологические кривые, по которым определялись параметры вязко-пластичных дисперсных систем в соответствии с реограммой структурированных жидкостей [3]: v – скорость сдвига, с⁻¹; τ – напряжение сдвига, Па; η_0 – наибольшая предельная вязкость практически не разрушенной структуры; η_m – наименьшая предельная вязкость разрушенной структуры; P_k – условный предел текучести; P_r , P_m – граничное напряжение, соответствующие практически не разрушенной и разрушенной структуре, соответственно.

Зависимость реологических параметров битумно-минеральных дисперсных систем различных составов от температуры представлены на рисунке 2.

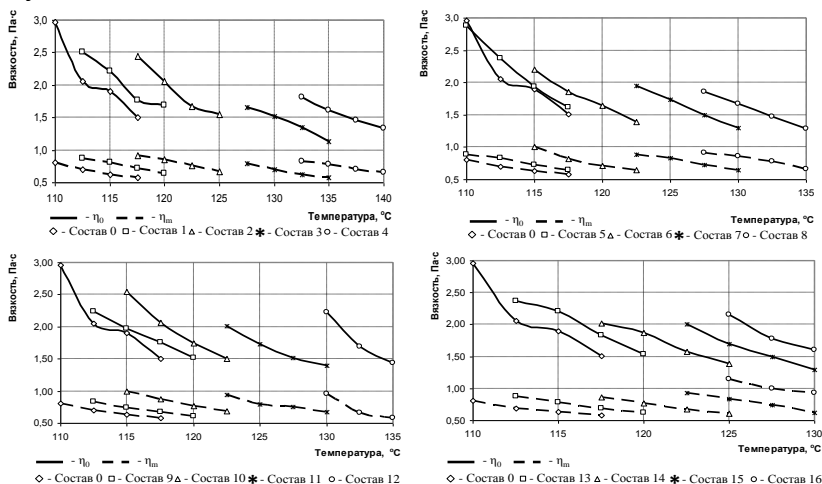


Рис. 2. Зависимость вязкости структурированных битумно-минеральных систем

Для анализа влияния содержания наночастиц серы на термочувствительность битумно-минеральных систем определялись температурные коэффициенты для практически не разрушенной и предельно разрушенной структуры, соответственно [3]:

$$K_0 = \frac{-d \lg \eta_0}{dt} \text{ и } K_m = \frac{d \lg \eta_m}{dt}.$$

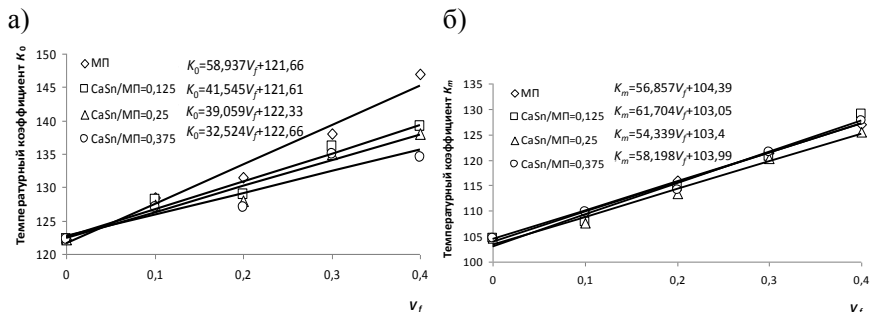


Рис. 3. Зависимости термочувствительности: а – для практически не разрушенной структуры; б – для предельно разрушенной структуры

Закключение. Показано, что использование минеральных порошков с различным содержанием на поверхности зерен наноразмерных частиц серы приводит к изменению реологических свойств битумно-минеральных дисперсных систем. С увеличением содержания наполнителей вязкость закономерно увеличивается, что объясняется увеличением степени структурированности битума. Увеличение количества модификатора на поверхности зерен минерального порошка приводит к уменьшению термочувствительности дисперсной системы. Таким образом, повышение термочувствительности битумно-минерального вяжущего свидетельствует о потенциальном увеличении теплостойкости асфальтобетона с использованием наполнителя, модифицированного наночастицами серы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Иноземцев С.С., Гришина А.Н., Королев Е.В.* Модель комплексного наноразмерного модификатора для асфальтобетонов // Региональная архитектура и строительство. 2013. № 3. С. 15-21.
2. *Гладких В.А., Королев Е.В., Хусид Д.Л.* Стойкость сероасфальтобетонов к образованию колеи // Вестник МГСУ. 2016. № 12. С.70-78.
3. *Горшенина Г.И., Михайлов Н.В.* Полимер-битумные изоляционные материалы. Изд. Недра. Москва. 1967. 238 с.

ЛЕГКИЕ САМОУПЛОТНЯЮЩИЕСЯ БЕТОНЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВУЛКАНИЧЕСКОГО ТУФА

К самоуплотняющимся относят бетоны, изготовленные из бетонных смесей, способных уплотняться под действием собственного веса (СУБ). Еще с конца XX века СУБ начали использовать такие страны как: Япония, Европа и США. В связи с этим, накопилось довольно много материала, описывающего применение СУБ при производстве железобетонных изделий и при монолитном строительстве [1, 2].

Разработанные составы и технологии СУБ в основном касаются тяжелых бетонов. Однако крайне перспективным представляется разработка легких самоуплотняющих бетонов (ЛСУБ), к основным преимуществам которых можно отнести: снижение веса на 30-40% и повышение термического сопротивления ограждающих конструкций.

Основная проблема технологии ЛСУБ заключается в получении реологически стабильной консистенции бетонной смеси при использовании пористых заполнителей. Это происходит по причине того, что чем сильнее средняя плотность зерен заполнителя отличается от средней плотности окружающей его растворной части, тем большей склонностью к расслоению обладает смесь [1,2].

Для получения стабильной смеси эти значения, в настоящей работе, приближают друг другу, способом, основанного на применении пористого заполнителя – вулканического туфа – как в составе растворной части (0-5 мм) и в качестве крупного заполнителя (5-10 мм) (таблица 1).

Таблица 1

Основные свойства вулканического туфа

Каменского месторождения (Республика Кабардино-Балкария)

Показатель	Значение
Истинная плотность, кг/м ³	2340
Средняя плотность, кг/м ³	1650
Пористость, %	30
Водопоглощение по массе, %	16
Коэффициент размягчения	0,72

Данный заполнитель полифракционного состава был выбран из-за одного из важных преимуществ, а именно гидравлическая активность тонких фракций, проявляющая в твердеющем цементном бетоне. Так же, стоит отметить, применение тонких фракций, получаемых при измельчении туфа, положительно влияет на прочностные характеристики бетона еще и по следующей причине. В туфовом песке (фракция 0-5

мм), доставляемом из карьера, присутствует 16-18% зерен менее 0,14 мм. При этом во фракции 0-0,14 мм около 60% составляют зерна менее 0,08 мм. Наполнитель с размером зерен 0,05-0,08 мм может заменить часть цементного вяжущего (до 30-35%) без потери прочности цементного камня, а зерна размером менее 0,05 мм повышают прочность цементной матрицы, уплотняя структуру цементного камня [1,2].

Для подбора экспериментальных составов ЛСУБ применялись следующие материалы: портландцемент ЦЕМ I 52.5Н, микрокремнезем МК 85, туфовый песок (0-5 мм), туфовый щебень (5-10 мм), суперпластификатор Melflux 2561 F, В/Ц = 0,9 (таблица 2).

Таблица 2

Составы, свойства смесей и затвердевшего бетона

Компонент / показатель	Расход компонентов, кг/м ³ , составы		
	Состав № 1	Состав № 2	Состав № 3
Портландцемент ЦЕМ I 52.5Н	300	400	500
Микрокремнезем МК 85	30	40	50
Туфовый песок (0-5 мм)	950	950	950
Туфовый щебень (5-10 мм)	220	220	220
Суперпластификатор	3,0	4,0	5,0
Вода	270	360	450
Свойства бетонной смеси			
Диаметр расплыва конуса, см	96	90	84
Свойства затвердевшего бетона (28 сут)			
Прочность при сжатии, МПа	22,7	42,0	61,8
Средняя плотность, кг/м ³	1612	1795	1930

Цель исследования – разработка оптимального состава ЛСУБ, обладающего необходимой прочностью при наименьшем значении средней плотности бетона и наибольшем диаметре расплыва конуса.

Для определения расхода цемента, было изготовлено 3 состава (таблица 2) и проведены испытания бетона. За базовые показатели приняты расходы туфового песка и щебня. Как следует из полученных результатов, с увеличением расхода цемента плотность увеличивается, а диаметр расплыва конуса уменьшается. Согласно EN 206-1 для бетонирования армированных конструкций этот показатель должен составлять более 85 см [3,4]. Поэтому оптимальным принят состав № 2.

Для определения влияния доли крупного заполнителя на среднюю плотность ЛСУБ были приготовлены смеси с содержанием туфового щебня 5-10 мм, отличным от базового в большую и меньшую стороны приблизительно на 20%. При этом сумма масс мелкого и крупного за-

полнителей оставалась неизменной. Составы, свойства смесей и затвердевшего ЛСУБ приведены в таблице 3.

Таблица 3

Составы и свойства смесей и затвердевшего ЛСУБ

Компонент / показатель	Расход компонентов, кг/м ³		
	Состав №1	Состав №2	Состав №3
Портландцемент ЦЕМ I 52.5Н	400	400	400
Микрокремнезем МК 85	40	40	40
Туфовый песок (0-5 мм)	906	950	994
Туфовый щебень (5-10 мм)	264	220	176
Суперпластификатор	4,0	4,0	4,0
Вода	360	360	360
Свойства бетонной смеси			
Диаметр расплыва конуса, см	82	90	93
Свойства затвердевшего бетона (28 сут)			
Прочность при сжатии, МПа	43,54	42,0	38,5
Средняя плотность, кг/м ³	1800	1795	1776

Согласно полученным данным, при увеличении содержания крупного заполнителя, варьирование средней плотности затвердевшего ЛСУБ сводится к минимуму. Это происходит из-за близких значений плотностей мелкого и крупного заполнителя. Увеличение содержания крупного заполнителя способствует некоторому росту прочности, при этом наблюдается уменьшение диаметра расплыва конуса. С уменьшением фракции 5-10 мм происходит небольшой рост расплыва конуса, однако наблюдается снижение прочности.

На основании проведенных исследований, можно сделать вывод, что применение полифракционного заполнителя (песка и щебня размером до 10 мм) из вулканического туфа позволяет получить реологически стабильную самоуплняющуюся бетонную смесь пониженной плотности с диаметром расплыва конуса 90 см, прочностью при сжатии затвердевшего бетона 42,0 МПа и средней плотности 1795 кг/м³.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *О. Hajime, О. Masahiro* Self-Compacting Concrete // Journal of Advanced Concrete Technology, - vol. 1(2003), №1, P. 5-15.
2. *Бычков М.В., Удодов С.А.* Легкий самоуплотняющийся бетон как эффективный конструкционный материал // Науковедение, - 2013, - №4.
3. *Ляпидевская О.Б., Безуглова Е.А.* Бетоны. Технические требования. Методы испытаний. Сравнительный анализ российских и европейских строительных норм// Учебное пособие. -М.: МГСУ, 2013. -120 с.
4. *Безгодов И.М., Пахратдинов А.А., Ткач Е.В.* Физико-механические характеристики бетона на щебне из дробленого бетона// Вестник МГСУ. 2016. № 10. С. 24-34.

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Гидроизоляционные материалы – это материалы, которые предназначены для защиты строительных конструкций, материала от проникновения или вредного воздействия воды. Гидроизоляция необходима для нормальной эксплуатации оборудования и сооружений. Кроме того, применение таких материалов способствует увеличению срока эксплуатации и надежности конструкций.

Стоимость гидроизоляционных материалов и работ может составлять от 1 до 15 % от общей стоимости возводимого объекта. На гидроизоляции нельзя экономить, так как это может привести к весьма печальным последствиям: в случае некачественного обустройства возникнет необходимость восстановления и ремонта гидроизоляционного покрытия, а это превышает стоимость гидроизоляционных работ на этапе строительства в 2-3 раза.

Стремление сэкономить на материалах, заменяя проектные материалы более дешевыми, является, пожалуй, одной из главных проблем. Как результат, уменьшение несущей способности и эксплуатационного срока здания, а также нарушение внутреннего микроклимата и возможность появления грибка, пагубно влияющего на дыхательные пути человека. Поэтому необходимо уделять особое внимание вопросу гидроизоляции, а именно делать акцент на качестве материалов.

Материалы на битумной основе являются самыми распространенными и наиболее дешевыми. Они используются в изоляции фундаментов, стен, плоских кровель. Для того чтобы уменьшить себестоимость и усовершенствовать свойства мастичного или рулонного материала, в состав гидроизоляционных материалов на основе битумов вводят наполнители. Так как эксплуатационные характеристики гидроизоляционных материалов в основном зависят от свойств мастичного вяжущего, широкое распространение получило направление повышения именно его долговечности.

Есть несколько путей повышения качества битумного вяжущего: наполнение битумов минеральными наполнителям, модификация битумов полимерами, введение в состав композиций пластификаторов.

Одним из простейших способов повышения показателей физико-механических свойств гидроизоляционных материалов на основе битумных вяжущих является способ, который состоит в наполнении их порошковыми, волокнистыми или комбинированными минеральными

наполнителями. Такими как известняковый, доломитовый порошки, каолин, тальк, молотый песок, зола ТЭЦ, цемент, а также асбест и базальтовое волокно.

Для повышения деформационных свойств битумных гидроизоляционных мастик при низких температурах вводят пластификаторы. А именно сланцевое масло, латексы, дибутилфталат, маловязкие битумы, кубовые остатки ректификации стирола, мазута, гудрона.

С целью повышения теплостойкости, морозостойкости, эластичности, водонепроницаемости и стойкости к старению битумных вяжущих модифицируют разными полимерными добавками. Такими как этиленбутилакрилат (ЭБА), этиленпропиленовые каучуки, бутилкаучуки, полиэтилены, латексы (СКС-30, СКД-1, СКЭП), резиновая крошка, полиизобутилен, полистирол и т.д.

Другим способом повышения гидроизоляционных свойств являются химические добавки, используемые в тонкослойных цементных композициях (ТЦК) поверхностного и проникающего характера. В качестве добавок используют коллоидные растворы кремниевой кислоты. Они способствуют повышению трещиностойкости, адгезионной прочности, водонепроницаемости и морозостойкости материала. При введении этих добавок происходит следующее: усиливается гидратация; поры заполняются дисперсиями различных размеров; повышается водонепроницаемость и клеящая способность из-за наличия коллоидальных частиц кремнезоля.

В результате донорно-акцепторного взаимодействия между гидросиликатами, образующимися в наносимом покрытии, и поверхностью бетона, усиливается адгезия, которая приводит к повышению степени сцепления между поверхностью бетона и гидроизоляционной ТЦК. Установлено, что степень адгезии прямо пропорционально зависит от количества гидросиликатов.

Присутствие коллоидного раствора кремнезоля приводит к тому, что в результате гидратации образуются низкоосновные гидросиликаты. Они в значительной мере способствуют повышению прочностных свойств ТЦК. Это подтверждается опытным путем.

Известно также, что способность ТЦК проникать в бетонное основание обуславливается введением электролитов солей, их взаимодействием с поровой жидкостью бетона и свойством образовывать труднорастворимые гидроксиды в нем, они будут препятствовать продвижению частиц ТЦК вглубь бетона. Проникающая способность ТЦК обратно пропорционально зависит от количества труднорастворимых гидроксидов.

При добавлении в состав ТЦК 0,3% процентов кремнезоля улучшаются прочностные характеристики, для любого вида цемента, исполь-

зуемого в ТЦК, а именно установлено повышение предела прочности при сжатии и изгибе, что интересно, наибольший прирост прочности наблюдается при изгибе (40%). Также опытным путем установлено повышение морозостойкости ТЦК на 50%. Марка по морозостойкости достигает значения F300. Повышается на 33% водонепроницаемость с марки W12 до W16.

Толщина ТЦК составляет от 1 до 20 мм. Каждые 2,5 мм ТЦК способствуют росту водонепроницаемости на 0,2 мПа. Притом практически зафиксировано, что наиболее эффективной является толщина равная 10 мм: наблюдается повышение водонепроницаемости всей композиции на 0,8 мПа. Весьма примечателен тот факт, что с помощью ТЦК с кремнеземом можно увеличить класс водонепроницаемости бетона с В15 до В30.

Из всего выше сказанного следует, что результатом применения добавки в виде коллоидального раствора кремневой кислоты является повышение важнейших физико-механических характеристик ТЦК: водонепроницаемости, морозостойкости, адгезионной прочности, трещиностойкости. Все это в совокупности даст прекрасный гидроизоляционный материал повышенного качества.

Таким образом, можно сделать вывод, что применение различных добавок повышает физико-механические свойства гидроизоляционных материалов, что способствует росту эксплуатационного срока здания и увеличению несущей изолируемой конструкции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Румянцев Б.М., Ляпидевская О.Б., Жуков А.Д.* Системы изоляции строительных конструкции: учебное пособие/3-е изд., перераб. и доп. Москва: Изд-во МИСИ-МГСУ, 2017. с. 454-538.

2. Гидроизоляционные материалы улучшенного качества [Электронный ресурс] - URL: <http://www.allbeton.ru/article/377.html> (дата обращения 20.02.2019)

3. Совершенствование гидроизоляционных материалов для защиты искусственных сооружений [Электронный ресурс] – URL: <https://sibac.info/conf/tech/xxxvii/> (дата обращения 23.02.2019)

Студент 2 курса 12 группы **Соловьев Ф.В.**

Студентка 2 курса 14 группы **Кудина В.С.**

Научный руководитель – д-р тех. наук проф. **Е.В. Ткач**

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПО ТЕХНИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ И ТРЕБОВАНИЯМ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫМ К ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫМ СИСТЕМАМ В ПОДЗЕМНЫХ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЯХ И СООРУЖЕНИЯХ

В течение своего существования здания постоянно подвергаются влиянию влаги различного происхождения, которая, аккумулируясь в материалах ограждающих конструкций и фундаментах, стимулирует преждевременное их разрушение.

Устройство защиты строительных конструкций и зданий от проникновения воды, для обеспечения нормальной эксплуатации зданий, повышения их надежности и долговечности называют

гидроизоляцией, а материалы, с которых устраивают гидроизоляцию – *гидроизоляционными*[1].

По назначению гидроизоляция бывает:

- противокапиллярная – для защиты стен и подземных конструкций зданий от капиллярной влаги; устраивается горизонтально по обрезу фундамента и (или) на высоте не менее 150 мм от планировочной отметки земли;
- антифильтрационная – для защиты от проникновения воды через толщу конструкций в подземные пространства зданий; устраиваются со стороны фильтрации воды по всему контуру здания;
- противонапорная – для защиты стен и пола подвала от действия гидростатического напора грунтовых вод при их высоком уровне; устраиваются на стенах и в конструкции пола подвала со стороны действия напора;
- антикоррозионная – для защиты материала конструкций от химически агрессивных вод; устраиваются по всем смачиваемым поверхностям [2].

В большинстве случаев на практике гидроизоляция является универсальной.

Для проведения работ по гидроизоляции подвалов используют:



Рис.1. Разрушение конструкций под действием влаги

- рулонный способ, который предусматривает использование рубероида, гидроизола и других традиционных недорогих материалов;
- окрасочный способ, который предусматривает применение битумной мастики или жидкой резины;
- проникающий способ — предусматривает использование жидкого стекла, которое проникает глубоко в поры поверхностей стен и пола, или проведение инъекций специальным агрегатом.

По способам устройства выделяют: металлическую, инъекционную, оклеечную, обмазочную.

Условия работы гидроизоляционных материалов: постоянное воздействие влаги или агрессивных водных растворов, часто под давлением; стабильные температурные условия работы; отсутствие солнечного облучения; возможность развития гнилостных процессов.

Требования к гидроизоляционным материалам : полная водонепроницаемость; коррозионная стойкость и гнилоустойчивость, обеспечивающие долговечность; сохранение сплошности материала при различных внешних механических воздействиях; технологичность; экономичность. В своей статье мы подробно расскажем про самые распространенные типы гидроизоляции [2].

Оклеечная гидроизоляция

Представляет собой приклеенные к основанию рулонные материалы. Чаще всего материалы укладываются в несколько слоев от 2 до 5.



Рис.2 Рулонный материал

Назначение. Применяется только для внешней противонапорной гидроизоляции. Рулонные материалы можно приклеивать как к вертикальным, так и к горизонтальным – поверхностям.

Достоинства. Оклеечные материалы можно укладывать на

бетон, металл, дерево. Материалы устойчивы к агрессивным средам, влагонепроницаемы и экономичны.

Недостатки:

- Требуется тщательная подготовка поверхности. Не допускаются неровности больше 2 мм.
- Температура во время работ должна быть не ниже + 10 °С (есть исключения – эластомерные и термопластичные материалы).
- Поверхность бетона при наклеивании должна быть абсолютно сухой. С мокрым бетоном отсутствует адгезия.
- Необходимо контролировать качество всех сварных швов и нахлестов материала.

Обмазочная гидроизоляция

Представляет собой покрытие поверхности различными мастиками, однокомпонентными или двухкомпонентными эластичными составами толщиной от 2 мм до 5 – 6 мм [2].

Назначение. Используется как обработка фундамента для защиты от грунтовых вод и обработка плоской крыши для защиты от осадков. С помощью обмазочной гидроизоляции закрываются трещины на стенах. В качестве обмазочной гидроизоляции используются *битум* и все *битумсодержащие материалы*.

Достоинства. Дешевый материал.

Недостатки:

- Битум становится хрупким при температуре ниже 0 °С и теряет эластичность. Любые деформации в период отрицательных температур неизбежно приведут к появлению трещин и разрывов, а со временем материал отслоится от поверхности. Срок службы гидроизоляции из битума 5 – 6 лет
- Восстановление обмазочной гидроизоляции вследствие повреждения может обойтись в 3 – 4 раза дороже, чем первоначальное нанесение.

Вопросы подземной гидроизоляции являются одними из самых важных при строительстве и реконструкции сооружений. Несмотря на новые технологии в этой области, проблема гидрозащиты остается актуальной.



Рис.3 Нанесение обмазочной гидроизоляции

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ляпидевская О.Б.* Современные фасадные системы Электронный ресурс: учебное пособие/Ляпидевская О.Б. — Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016.— 56 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/48040.html> .— ЭБС «IPRbooks

2. *Румянцев Б.М., Ляпидевская О.Б., Жуков А.Д.* Системы изоляции строительных конструкций: учебное пособие/3- издание., перераб. И доп. Москва, 2017.-С.454-538.

ТЕПЛОВИЗИОННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Современные методы оценки качества строительных конструкций, и в первую очередь, фасадных частей здания, предусматривают мониторинг потерь тепла через изоляционную оболочку здания, который осуществляется, в том числе тепловизионными методами.

Эти методы позволяют выявить места наибольших тепловых потерь как неутепленных, так и утепленных зданий. Наиболее уязвимыми, с точки зрения тепловых потерь, являются мостики холода: участки изоляционной оболочки здания, через которые происходит «утечка» тепла из обогреваемых помещений.

Теплоизоляционная съемка блочных и панельных домов (рис. 1) показала, что основными «мостиками» теплопотерь являются стыки плит, оконные обрамления, выступающие части эркеров, перекрытия здания, элементы инженерных систем расположенные вплотную к наружным стенам без дополнительной теплоизоляции.

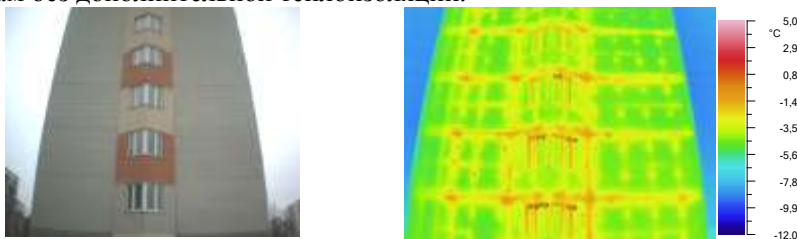


Рис. 1. Тепловизионная съемка неутепленного здания

В утепленном здании потеря тепла по глади стены значительно снижается, при этом, пропорционально большие потоки тепла сохраняются через светопрозрачные элементы (рис. 2), по стыкам теплоизоляционных плит и через конструкции перекрытий и лоджий (рис. 3).

Если исследовать свойства светопрозрачных заполнений, можно получить следующие результаты. Рядовой стеклопакет имеет термическое сопротивление (R_0) порядка $0,56\text{--}0,64\text{ м}^2\cdot\text{°C}/\text{Вт}$, при этом нормативное термическое сопротивление по глади стены (R_c) должно быть не менее $3,2\text{ м}^2\cdot\text{°C}/\text{Вт}$.

Приняв процент остекления равный 10 %, мы можем оценить значения приведенного термического сопротивления 1 м^2 поверхности стены ($R_{пр}$) по формуле:

$$R_{np} = \frac{R_o \times R_c}{0,9R_o + 0,1R_c} = \frac{0,6 \times 3,2}{0,9 \times 6,6 + 0,1 \times 3,2} = \frac{1,92}{0,88} = 2,18 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

Приведенное термическое сопротивление пропорционально проценту остекления, термическому сопротивлению стеклопакета и, в рассмотренном примере, не может получиться более $2,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$.

При анализе работы стеклопакета в качестве элемента изоляционной оболочки установлен еще один интересный факт. В результате понижения температуры «на улице», воздух в стеклопакете охлаждается и уменьшается в объеме, соответственно стеклопакет превращается в двояковогнутую линзу с переменным термическим сопротивлением внутри ее (рис. 2). Отметим, что эффект линзы нормативами не учитывается, но снизит дополнительно термическое сопротивление изоляционной оболочки.

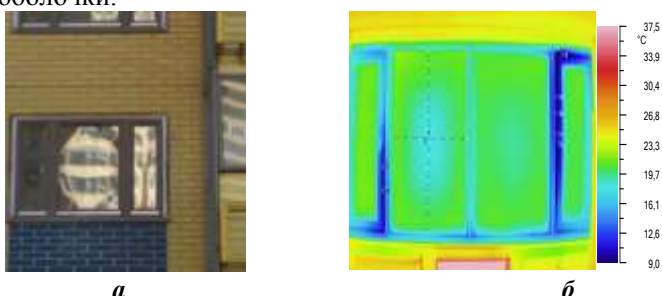


Рис. 2. Эффект линзы; а – деформированный стеклопакет; б – термовизионная съемка

Потери тепла через перекрытия (рис. 3) может быть значительно снижены за счет применения термовкладышей на этапе монтажа конструкций. Термовкладыши изготавливают из экструзионного пенополистирола (XPS), материала имеющего низкую теплопроводность и высокую водо- и биостойкость, а так же низкую паропроницаемость, что обеспечивает стабильность свойств изоляции во времени.

Даже сравнительно небольшая изоляция плиты перекрытия (в соотношении 1/1) использованная в узлах перекрытия приводит к уменьшению удельных тепловых потерь через поверхность перекрытия в среднем в 1,5 раза, что исключает возможность промерзания стены и перекрытия в стандартных условиях (при заморозках от минус 15 °C).

Соотношение теплоизоляция/бетонная переемычка в соотношении 3/1 является типовым в условиях возведения монолитных конструкций. Опасности промерзания нет и данный тип изоляции вполне эффективен для стен с сопротивлением теплопередаче до $3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$.



Рис. 3. Теплоизоляция монолитных перекрытий XPS термовкладышами

Для энергоэффективных конструкций рассмотренное решение узла сопряжения перекрытия и стены может оказаться недостаточным. В этом случае, меры по снижению тепловых потерь через данный элемент могут заключаться либо в дальнейшем увеличении толщины изоляции (что может привести к ослаблению жесткости соединения), либо в дополнительном увеличении термического сопротивления изоляционной оболочки, как за счет увеличения изоляционного слоя, так и за счет минимизации других мостиков холода.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Жук П.М., Жуков А.Д.* Нормативная правовая база экологической оценки строительных материалов: перспективы совершенствования // *Экология и промышленность России*. 2018. № 4. С. 52–57.
2. *Жуков А.Д., Тер-Закарян К.А., Бессонов И.В., Семенов В.С., Старостин А.В.* Системы строительной изоляции с применением пенополиэтилена // *Строительные материалы*. 2018. №9. С. 58–61.
3. *Zhukov A. D., Ter-Zakaryan K. A., Semenov V. S., Kozlov S. D., Zinovieva E. A. and Fomina E. D.* Insulation systems for buildings and structures based on polyethylene foam. МГСУ. IPICSE. Published online: 14 December 2018. DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201825101014>
4. *Румянцев Б. М., Ляпидевская О.Б., Жуков А. Д.* Системы изоляции строительных конструкций. 3е издание: учебное пособие. – Москва: МГСУ, 2017. – 530 с.
5. *Ляпидевская О.Б.* Современные фасадные системы [Электронный ресурс]: учебное пособие – Электрон. текстовые данные. – Москва: МГСУ, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016. – 56 с. – Режим доступа – ЭБС «IPRbooks», по паролю
6. *Zhukov A.D., Konoval'tseva T.V., Bobrova E.Yu., Zinovieva E.A., Ivanov K.K.* Thermal insulation: operational properties and methods of research. МГСУ. IPICSE. Published online: 14 December 2018. DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201825101016>

ПЕНОПОЛИЭТИЛЕНОВЫЙ УТЕПЛИТЕЛЬ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Вспененный полиэтилен используется в системах изоляции зданий на металлическом каркасе или в системах изоляции бескаркасных зданий, в частности ангаров, гаражей [1–3], а так же овощехранилищ. Система изоляции перечисленных сооружений должна обеспечивать определенные требования не только по энергосбережению, но и выполнять ряд не менее важных задач.

Достижение максимального термического сопротивление утепленной металлоконструкции, в том числе и минимизация мостиков холода и путей инфильтрации воздуха или паровоздушной смеси, обеспечивает экономию энергии, сохранность материалов и несущей конструкции, и изоляции, и, в результате, снижение эксплуатационных затрат, в некоторых случаях до 50 %.

Низкая плотность материалов изоляционной оболочки и масса крепежных элементов позволяет нивелировать механические нагрузки на металлический каркас, а так же на фундамент сооружения. Для создания эффективной изоляционной оболочки, монтируемой с внутренней стороны профилированного металлического листа, очень важным является бесшовное соединение изоляционных элементов. Формирование бесшовного стыка технологически возможно только для двух материалов – вспененного полиэтилена и напыляемого полиуретана [4–6].

Напыление пенополиуретана является технологически непростой задачей. Во-первых, существует температурный интервал (как правило, от +5 до +35 °С), когда напыление возможно. Во-вторых, является очень важным тип и состояние поверхности, на которую происходит напыление. В-третьих, фиксация материала на поверхности осуществляется только за счет адгезионных сил и ослабление прочности контакта может привести к разрушению изоляционной оболочки.

В качестве материала основания в бескаркасных конструкциях используется металлический оцинкованный профилированный лист. Пенополиуретан (полиуретан) и металл покрытия имеют различные коэффициенты линейного теплового расширения (КЛТР). Для металла и сталей в КЛТР составляет $(10-13) \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, а для полиуретана – $(35-57) \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

Далее осуществляется соединение листов в замок и сварка поверхностей контакта горячим воздухом. В результате формируется бесшовное изоляционное покрытие.

Как уже отмечалось, наибольшее распространение получили металлические каркасные и бескаркасные инженерные решения, а так же постройки тентового типа с утеплением (рис. 1).



Рис. 1. Интерьеры теплоизолированных стоянок

Каркасные и бескаркасные конструкции с использованием металлического профилированного листа применяют так же при устройстве складов, хранилищ и др. хозяйственных и сельскохозяйственных объектов. Эти аспекты их применения были подробно проанализированы в ранее опубликованных статьях. Конструкции подобного типа, во-первых, обеспечивают защиту от несанкционированного проникновения; во-вторых, эксплуатационную сохранность техники и в третьих, благоприятные условия труда.



Рис. 2. Монтаж тентового покрытия

Тентовые сооружения, как правило, каркасного типа позволяют сформировать теплоэффективную изоляционную оболочку (рис. 6) и используются в при возведении большепролетных конструкций: спортивных сооружений, хранилищ, складов. В качестве каркаса использу-

ются либо деревянные конструкции (в том числе большепролетные из клееной древесины), а так же каркасные системы из профилированного металла, легких металлических конструкций.

Монтаж тентовой системы (рис. 2) осуществляется в следующей последовательности. На несущий каркас монтируется обрешетка; по обрешетки раскладывают рулонный пенополиэтилен, толщиной 100... 200 мм листы закрепляют механически; формируется замковое соединение листов и осуществляется их сварка. Далее растягивается тентовое покрытие и механически закрепляется по периметру и ребрам жесткости конструкции. Подобное тентовое покрытие хорошо защищает систему от всех видов атмосферных воздействий, но не является препятствием для несанкционированного проникновения. Поэтому подобные тентовые конструкции рекомендуется устанавливать на охраняемых территориях.

Теплоизоляционный материал на основе вспененного полиэтилена экологически безопасен, прост в эксплуатации и применении, имеет высокую эксплуатационную стойкость. При расчёте экономической эффективности, утепление производственного помещения вспененным полиэтиленом даёт явное преимущество по сравнению с применением утеплителей других видов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жуков А.Д., Тер-Закарян К.А., Боброва Е.Ю. Инновационные технологии сельского строительства // Московский экономический журнал (QJE.SU) № 5/2018
2. Жук П.М., Жуков А.Д. Нормативная правовая база экологической оценки строительных материалов: перспективы совершенствования // Экология и промышленность России. 2018. № 4. С. 52–57.
3. Zhukov A. D., Ter-Zakaryan K. A., Semenov V. S., Kozlov S. D., Zinovieva E. A. and Fomina E. D. Insulation systems for buildings and structures based on polyethylene foam. МГСУ. IPICSE. Published online: 14 December 2018. DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201825101014>
4. Zhukov A. D., Ter-Zakaryan K. A., Semenov V. S. Insulation systems with the expanded polyethylene application. ScienceDirect IFAC PaperOnLine Volume 51, Issue 30, 2018, Pages 803-807. DOI: 10.1016/j.ifacol.2018.11.191.
5. Безденежных М. А., Муниева Э.Ю., Жуков А.Д. Строительные материалы и экология // Перспективы науки 2017 №11. С. 33–36
6. Rumiantcev B.M., Zhukov A.D., Zelenshikov D.B., Chkunin A.S., Ivanov K.K., Sazonova Yu.V. Insulation systems of the building constructions / MATEC Web of Conferences. Vol. 86 (2016).

Студент 4 курса 13 группы ИСА Кодзоев М.-Б. Х., студент 4 курса 17 группы ИСА Исаченко С. Л.

Научные руководители – доц., канд. техн. наук, доц. А.Д. Жуков, аспирант М.О. Асаматдинов

ГЛИНОГИПСОВОЕ ВЯЖУЩЕЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Использование местных строительных материалов является эффективным вкладом в экономию минеральных ресурсов, которые используются для производства основных строительных материалов – цемента, бетона, штукатурных покрытий и др, что и предопределяет их экономическую и экологическую целесообразность. Глиногипсы являются местным сырьем во многих регионах страны и некоторых стран СНГ. Это сырье относится к группе осадочных горных пород, залегает близко к поверхности земли, что упрощает его добычу [1–3].

Глиногипсовое вяжущее, может использоваться в качестве основы штукатурных составов. Имеются значительные запасы сырья, но в настоящее время оно не используется индустриально. Причин несколько и, основная из них, отсутствие научно обоснованной теории твердения глиногипсового вяжущего и формирования его свойств без добавок и с модифицирующими добавками. Исследования подтверждают возможность использования глиногипсового вяжущего в составе сухих штукатурных смесей для внутренних декоративных работ в помещениях.

Использование местных строительных материалов является эффективным вкладом в экономию минеральных ресурсов, которые используются для производства основных строительных материалов – цемента, бетона, штукатурных покрытий и др, что и предопределяет их экономическую и экологическую целесообразность. Глиногипсы являются местным сырьем во многих регионах страны и некоторых стран СНГ. Это сырье относится к группе осадочных горных пород, залегает близко к поверхности земли, что упрощает его добычу [1–3].

Вяжущие из глиногипса в практике не применяются в связи с малой изученностью технологии его получения и дальнейшего использования ввиду особенности состава (нестабильное содержание гипса и высокое содержание примесей в некоторых месторождениях). Решение вопроса создания эффективных глиногипсовых вяжущих лежит в плоскостях разработки основ теории твердения композиционных материалов подобного типа; создания научно обоснованных методов переработки глиногипсового сырья и получения модифицированного глиногипсового вяжущего.

В процессе испытаний изменялась величина водотвердого отношения в интервале допустимой подвижности штукатурного глиногип-

сового раствора 8–12 см. Расчётная толщина штукатурного слоя была принята равной 20 мм. Результаты экспериментов представлены в табл.1. Сдвиг нижнего торца нанесенного на основание штукатурного фрагмента фиксировался в течение 10 секунд.

Табл. 1.

Свойства штукатурных растворов глиногипсовых смесей

Водотвердое отношение, В/Т	Плотность ρ , г/см ³	Предельное напряжение сдвига $\tau_{сд}$, г/см ²		Сдвиг нижнего торца Δ за 10 сек, мм
		$\tau_{сд}$ 1, сек	$\tau_{сд}$ 10, сек	
0,46	1,51	4,7	4,9	0*
0,48	1,42	4,2	4,3	5*
0,50	1,40	3,9	4,1	6*
0,52	1,40	3,5	3,9	11

Δ^* , соответствуют условию отсутствия стекания

С целью выбора оптимальных параметров технологии нанесения штукатурных смесей проводились испытания по определению влияния технологических факторов на тиксотропию этих смесей (рис. 3, 4). В том числе, исследовалось во времени влияние водотвердого отношения на реологическое поведение штукатурного состава на основе глиногипсового вяжущего.

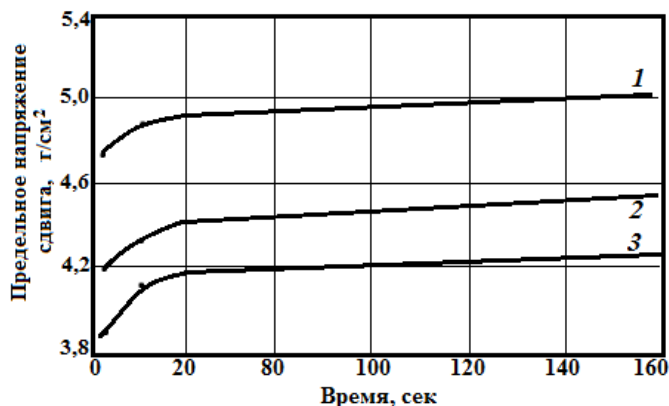


Рис. 4. Влияние водотвердого отношения (В/Т) на тиксотропные свойства: 1 – В/Т = 0,52; 2 – В/Т = 0,48; 3 – В/Т = 0,46

Исследования, результаты которых представлены в табл. 1 и на рис. 1 показали, что штукатурные растворы можно считать пригодными для нанесения, если их «сползание» в процессе эксперимента не превышает 3 % для любого типа основания: бетонной поверхности, кирпичному и гипсокартонному. Помимо реологических свойств самих штукатурных смесей, стабильная адгезия зависит от плотности поверх-

ности основания, его неровности, впитывающей способности, влажности, степени загрязнения. Не менее важно то, чтобы характеристики затвердевшего штукатурного раствора (прочность на сжатие, а так же при растяжении и изгибе, паропроницаемость и пр.) соответствовали нормативным требованиям.

Исследованиями установлено, что водотвердое отношение в значительной степени влияет на тиксотропные свойства штукатурных растворовных смесей на основе глиногипсового вяжущего. Соответственно, управление тиксотропными свойствами раствора осуществляют изменением водотвердого отношения в пределах допустимых нормативами значений, а именно в интервале от В/Т 0,46–0,50.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Kodzoev M.-B. Kh., Isachenko S. L., Kosarev S. A., Basova A.V., Skvortzov A.V., Asamatdinov M. O. and Zhukov A. D.* Modified gypsum binder // MATEC Web of Conferences, Vol. 170, 03022 (2018) Published online: June 2018. DOI: <https://doi.org/10.1051/matecconf/201817003022>

2. *Жук П.М., Жуков А.Д.* Нормативная правовая база экологической оценки строительных материалов: перспективы совершенствования // Экология и промышленность России. 2018. № 4. С. 52–57.

3. *Asamatdinov M.O., Medvedev A.A., Zhukov A.D., Zarmanyan E.V., Poserenin A.I.* Modeling of the composition of ecologically safe clay-gypsum binder. журнале MATEC Web of Conferences. Published online: August 2018 DOI: <https://doi.org/10.1051/matecconf/201819303045>

4. *Жуков А.Д., Коровяков В.Ф., Наумова Т.А, Асаматдинов М.О.* Штукатурные смеси на основе глиногипса / Научное обозрение. 2015 № 10 (часть 2). С. 98–101.

5. *Жуков А.Д., Коровяков В.Ф., Асаматдинов М.О., Чукин А.С.* Модифицированные вяжущие из гипсового мергеля. / Научное обозрение. 2016. №7. С. 86–90.

6. *Жуков А.Д., Коровяков В.Ф., Асаматдинов М.О.* Кинетика тепловыделения глиногипсового вяжущего / Инновации в жизнь 2017. №1(20). С. 104–113.

РУЛОННЫЙ ВТОРИЧНЫЙ ПЕНОПОЛИЭТИЛЕН И СИСТЕМЫ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

Вспененный полиэтилен является одним из немногих полимеров, который в настоящее время нашел столь широкое применение в различных отраслях промышленности и быта. Пенополиэтилены характеризуются низкой теплопроводностью, звукоизолирующей способностью, эластичностью и гидроизоляционными свойствами. Материал имеет низкую среднюю плотность и низкую паропроницаемость. Разработанные современные методики применения этого материала и технологические приемы его применения (в частности замковое соединение с последующей сваркой горячим воздухом) позволяют сформировать бесшовную изоляционную оболочку здания [1, 3].

Практический интерес представляет изучение вопроса о возможности применения вторичного полиэтиленового сырья. Во-первых, это позволит осуществить утилизацию бытовых отходов, а, во-вторых, позволит сокращать содержание ценного синтетического продукта в материалах строительного назначения [3, 4].

Использование в составе пенополиэтилена отходов полиэтилена или вторичного полиэтилена может оказывать непрогнозируемое влияние на свойства продукта – несшитого вспененного полиэтилена, а именно его на среднюю плотность, эластичность и стабильность эксплуатационных показателей во времени. Необходимо установить процент содержания добавки, при котором не происходит ухудшение основных эксплуатационных показателей.

Обработка результатов эксперимента по оценке влияния добавки на свойства осуществлена с применением методики аналитической оптимизации. Концепция этой методики (разработана в НИУ МГСУ) основана на двух утверждениях. Во-первых, полученная математическая модель (в виде полином) адекватна реальному процессу, то есть описывает его с установленной степенью точности. Во-вторых, полученная математическая модель является алгебраической нелинейной функцией нескольких переменных: с этой функцией можно осуществлять все типы действий с использованием аппарата математического анализа [5, 6].

По сути, аналитическая оптимизация заключается в определении экстремумов функции нескольких переменных по каждой из переменных (для чего находят частные производные по каждой из переменных и приравнивают их нулю); решение полиномов с учетом найденных

экстремальных функций и получение уравнений регрессии, оптимизированных по одной или нескольким переменным.

В качестве варьируемых факторов приняты: расход вторичного полиэтилена (X_1): интервал изменения в эксперименте – от 10 до 30 %; расход порофора (X_2): интервал изменения в эксперименте – от 5 до 7 %; и давление в экструдере (X_3): интервал изменения в эксперименте – от 80 до 100 кПа. В качестве функций отклика приняты: средняя плотность изделий из пенополиэтилена (Y_1 , кг/м³) и прочность плит на сжатие при 10 % деформации (Y_2 , кПа).

Установлена функциональная взаимосвязь между варьируемыми факторами и результатами:

$$Y_1 = 34 + 3X_1 - 6X_2 - 3X_3 + 2X_1X_3$$

$$Y_2 = 160 + 33X_1 + 25X_2 + 28X_3 + 14X_2X_3 - 16X_2^2;$$

В результате интерпретации функций отклика (рис. 1) получена рецептура состава для изготовления пенополиэтилена. Расход вторичного полиэтилена принимаем равным 25 %; расход модификатора 7,8 %. Состав пенополиэтилена связан с технологическими параметрами и в данном случае, с давлением в экструдере. Чем выше давление (в пределах области, рассматриваемой в эксперименте), тем выше прочность получаемого пенополиэтилена.

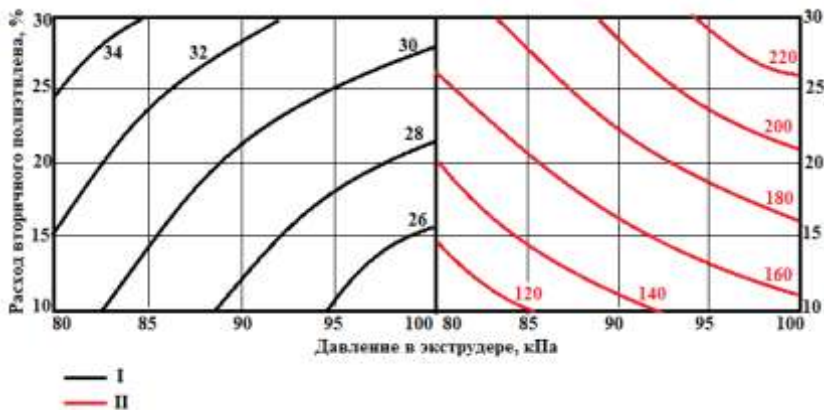


Рис. 1. Номограмма для определения расхода вторичного полиэтилена: I – средняя плотность, кг/м³; II – прочность на сжатие при 10% деформации, кПа

Проведенные исследования показывают, что свойства пенополиэтилена с добавкой 25 % вторичного полиэтилена принципиально не отличаются от свойств несшитого вспененного полиэтилена на чистом сырье. Соответственно, все возможности нового материала сохраняются.

Разработанный материал можно использовать для создания бесшовной изоляционной оболочки с минимальным количеством мостиков

холода и высокой степенью однородности по теплотехническим характеристикам. Можно использовать в качестве тепло- звукоизолирующего основания в плавающих полах; в качестве изоляции каркасных зданий и бескаркасных объектов (складов, ангаров, хранилищ), выполненных из профилированного металла.

Технологические особенности создания нового материала заключаются в том, что при введении в чистый полиэтилен ранее полимеризованного вторичного полиэтилена изменяются как температуры получения расплава необходимой для вспенивания вязкости, так и условия его вспенивания. С одной стороны вязкость расплава возрастает, что предполагает увеличение температуры в реакторе и изменение давления в компрессоре, так как вспучивание происходит кинетическим воздействием газового потока. С другой стороны, молекулы полимера (пришедшие в расплавленную смесь вместе со вторичным полиэтиленом) становятся центрами во круг которых начинает формироваться матрица нового материала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жуков А.Д., Тер-Закарян К.А., Боброва Е.Ю. Инновационные технологии сельского строительства // Московский экономический журнал (QJE.SU) № 5/2018
2. Жук П.М., Жуков А.Д. Нормативная правовая база экологической оценки строительных материалов: перспективы совершенствования // Экология и промышленность России. 2018. № 4. С. 52–57.
3. Zhukov A. D., Ter-Zakaryan K. A., Semenov V. S., Kozlov S. D., Zinovieva E. A. and Fomina E. D. Insulation systems for buildings and structures based on polyethylene foam. МГСУ. IPICSE. Published online: 14 December 2018. DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201825101014>
4. Zhukov A. D., Ter-Zakaryan K. A., Semenov V. S. Insulation systems with the expanded polyethylene application. ScienceDirect IFAC Paper-OnLine Volume 51, Issue 30, 2018, Pages 803-807. DOI: 10.1016/j.ifacol.2018.11.191.
5. Безденежных М. А., Муниева Э.Ю., Жуков А.Д. Строительные материалы и экология // Перспективы науки 2017 №11. С. 33–36
6. Rumiantsev B.M., Zhukov A.D., Zelenshikov D.B., Chkunin A.S., Ivanov K.K., Sazonova Yu.V. Insulation systems of the building constructions / MATEC Web of Conferences. Vol. 86 (2016).
7. Жуков А.Д., Тер-Закарян К.А., Бессонов И.В., Семенов В.С., Старостин А.В. Системы изоляции каркасных коттеджей // АСА-DEMIA.2019. №1. С. 122–127

Студент магистратуры 1 года обучения 32 группы ИСА **Петровский Е. С.**, студентка 4 курса 32 группы ИСА **Фомина Е. Д.**, студентка 2 курса 5 группы ЭОУИС **Жукова Е. Ю.**

Научные руководители – доц., канд. техн. наук, доц. **А.А. Медведев**, доц., канд. техн. наук, доц. **А.Д. Жуков**

СЭНДВИЧ ПАНЕЛИ НА ОСНОВЕ ЭКСТРУЗИОННОГО ПЕНОПОЛИСТИРОЛА

Создание комфортных условий в помещении, то есть оптимального температурно-влажностного режима, связано с решением группы общестроительных и инженерных задач [1–3]. Во-первых, это использование эффективных инженерных систем воздухообмена: приточной вентиляции, рекуператоров, систем климатконтроля; во-вторых, это формирование систем изоляции проектируемого объекта: создание эффективной изоляционной оболочки. Изоляция в рассматриваемом контексте это и тепло- водо- пароизоляционные барьеры, это и защита от всех видов атмосферных и механических воздействий, приходящихся на фасадные части здания и на кровельные системы [4, 5].

Одним из видов современных изделий, сочетающих все эти функции, являются *сэндвич панели* (рис. 1) – легкие трехслойные изделия заводского изготовления, состоящие из двух внешних листов обкладки и внутреннего сердечника из эффективной теплоизоляции.

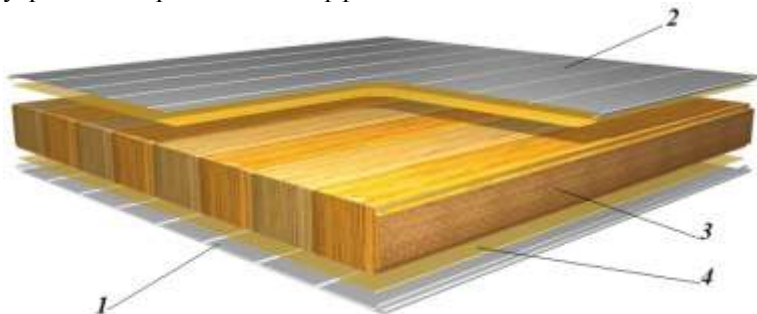


Рис. 1. Устройство сэндвич панели: 1 – нижняя обшивка (обкладка); 2 – верхняя обшивка (атмосферостойкая обкладка); 3 – теплоизоляционный сердечник; 4 – слой клея

Сэндвич панели классифицируют по типу обкладочного материала и по виду теплоизоляционного сердечника. Наиболее распространенным материалом обкладки являются профилированные оцинкованные металлические листы и такие же листы с полимерным защитно-декоративным покрытием. Листы с покрытием формируют наружную

сторону сэндвич панели, без покрытия (просто оцинкованные) – внутреннюю сторону.

Современные требования к дизайну внешних поверхностей предполагают современные архитектурно-художественные решения. Одним из таких инновационных материалов являются панели обкладки которых выполнены из нержавеющей стали или оцинкованного металла с нанесенным принтом. Покрытие выпускается на основе модифицированного полиэстера и PVDF.

Реже в качестве обкладочных используют плоские листы из фибро- и хризотилцемента, аквапанели, а для внутренней облицовки гипсокартонные и гипсоволокнистые листы.

Важным элементом сэндвич панели является конструктивное замковое соединение на ее боковых поверхностях, допускающее соединение в замок (с защелкиванием или без оно) с формированием плотного непроницаемого и атмосферостойкого стыка [6, 7]. Изготовление сэндвич панелей осуществляется на внепоточных установках или конвейерных линиях. Как правило, отверждение клея осуществляется термическим путем на специальных прессах с обогревом.

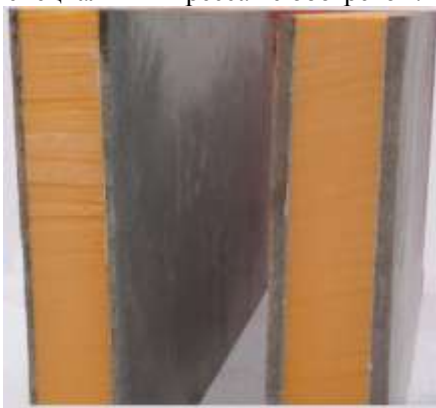


Рис. 2. Плиты XPS-Панель

С учетом теплофизических показателей и стоимости наиболее подходящим материалом сердечника являются панели из экструзионного пенополистирола. Особенности этого материала, как и большинства видов вспененных пластмасс, применяемых в строительстве является его горючесть и низкая паропроницаемость.

Эти особенности необходимо учитывать при размещении материалов в конструкциях и при разработке инженерных систем обеспечения; в противном случае особенности материалов превращаются в их недостатки.

XPS-Панель это двух-трехслойное изделие, ядром (теплоизоляционным сердечником) которого являются XPS-плиты с наклеенным на них с одной или двух сторон цементно-стружечным листом (рис. 2), который выполняет защитные функции; противовандальную защиту; защиту сердечника от прямого доступа пламени. Такие изделия эффективно применяют при изоляции чердачного помещения, например, при проведении ремонтов и реконструкций.

Целью использования слоистых плит является улучшение качеств и тепловой эффективности изоляционной оболочки. При выполнении работ по реконструкции предварительно проводятся все ремонтные, восстановительные работы, осуществляется санация поверхностей. Определяют фактическое термическое сопротивление существующего изоляционного пирога и только потом определяют необходимую толщину дополнительной теплоизоляции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Жук П.М., Жуков А.Д.* Нормативная правовая база экологической оценки строительных материалов: перспективы совершенствования // Экология и промышленность России. 2018. № 4. С. 52–57.

2. *Rumiantcev B.M., Zhukov A.D., Zelenshikov D.B., Chkunin A.S., Ivanov K.K., Sazonova Yu.V.* Insulation systems of the building constructions / MATEC Web of Conferences. Vol. 86 (2016).

3. *Zhukov A., Semyonov V., Gnip I., Vaitkus S.* The investigation of expanded polystyrene creep behavior // MATEC Web of Conferences. Volume 117, 24 July 2017, Номер статьи 0018426th R-S-P Seminar 2017 Theoretical Foundation of Civil Engineering, RSP 2017; Warsaw; Poland; 19 August 2017 до 21 August 2017; Код 129222

4. *Румянцев Б. М., Ляпидевская О.Б., Жуков А. Д.* Системы изоляции строительных конструкций. 3е издание: учебное пособие. – Москва: МГСУ, 2017. – 530 с.

5. *Румянцев Б.М., Жуков А.Д.* Базальтовое волокно и тканые материалы на его основе / "Известия вузов. Технология текстильной промышленности" Ивановский государственный политехнический университет. 2017 №. 3. С. 114-116

6. *Rumiantcev B.M., Zhukov A.D., Bobrova E.Yu., Romanova I. P., Zelenshikov D.B., Smirnova T.V.* The systems of insulation and a methodology for assessing the durability / MATEC Web of Conferences. Vol. 86 (2016). DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/mateconf/20168604036>.

7. *Ляпидевская О.Б.* Современные фасадные системы [Электронный ресурс]: учебное пособие – Электрон. текстовые данные. – Москва: МГСУ, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016. – 56 с. – Режим доступа – ЭБС «IPRbooks», по паролю

Студентка 4 курса 11 группы ИСА Прусакова М. Ю., студентка 4 курса 19 группы ИСА Изюмова Е. В.

Научные руководители – доц., канд. техн. наук, доц. А.Д. Жуков, аспирант К.К. Иванов

МАТЕРИАЛЫ ИЗОЛЯЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ И ТРУБОПРОВОДОВ

Сбережение энергии обусловлено, во-первых, необходимостью экономного использования природных ресурсов, во вторых, сохранением полезных ископаемых и земель, в-третьих, снижением вредных выбросов в окружающую среду. Учитывая то, что в городской застройке в нашей стране в основном реализовано централизованное водоснабжение, грамотная и эффективная теплоизоляция теплопроводов и теплотрасс является актуальной задачей [1–3].

Если говорить о структуре тепловых затрат, то наибольший процент неоправданных потерь тепла приходится на трубопроводы горячего водоснабжения и пароснабжения. Основной причиной является недостаточная эффективность изоляционных систем, и деградация их свойств во времени.

В качестве теплоизоляционной компоненты в изоляционной оболочке трубопроводов горячего водо- и пароснабжения используются материалы стойкие к температурным воздействиям и температурным перепадам: изделия на основе минеральных волокон и изделия на основе пеностекла с рабочей температурой до 650 °С. пеностекло в настоящее время в РФ в промышленных объемах не производится и доставляется по импорту только для объектов высокой степени ответственности. Поэтому основным материалом являются изделия на основе минеральных волокон: базальтовых, каменных, стеклянных [4–6].

По соотношению энергоемкости производства. Цены и качества предпочтение отдается изделиям на основе каменных волокон: матам, полуцилиндрам, цилиндрам, сегментам. На свойства изделий и, особенно, на стабильность этих свойств в процессе эксплуатации, оказывают влияние свойства волокон, механизм их переплетения в изделии, стойкость связующего и его адгезия к поверхностям волокон.

Целью исследования являлась разработка изделий на основе минерального волокна для теплоизоляции трубопроводов и тепловых агрегатов, работающих в температурном интервале до 650 °С.

Задачей исследования была апробация эпоксидного термоотверждаемого связующего с латентным отвердителем в качестве связующего вместе с минеральным волокном производства компании ROCKWOOL и исследование, а так же оптимизация режимов тепловой

обработки минераловатных изделий. Исследования проводились по четырем направлениям: получение минерального волокна без замасливателя и с удалением связующего (фенолоформальдегидное связующее вводится минераловолокнистый ковер при его осаждении после воонообразования); разработка механизма введения связующего в условиях лаборатории; разработка режимов конвективной тепловой обработки минераловатных изделий разработка методики выбора параметров тепловой обработки методом прососа теплоносителя через слой ковra.

В соответствии с программой исследований ранее были изучены свойства эпоксидного термоотверждаемого связующего ТПК-14 в плане возможности его применения в качестве связующего для изготовления минераловатных изделий. Состав разработан «ММП-ИРБИС» и ВИАМ совместно с ИХФ РАН как отечественный аналог клеевой композиции АSАНІ СА-35. После удаления фенолформальдегидного связующего к минеральному было добавлено эпоксидное термоотверждаемое связующие с латентным отвердителем ТПК-14 в размере 3 % от получившейся массы волокна (187,825 грамм) 3,5 грамма. Подготовленные образцы прошли термическую обработку в сушильном шкафу SNOL при температуре 125 °С в течении 6 минут.

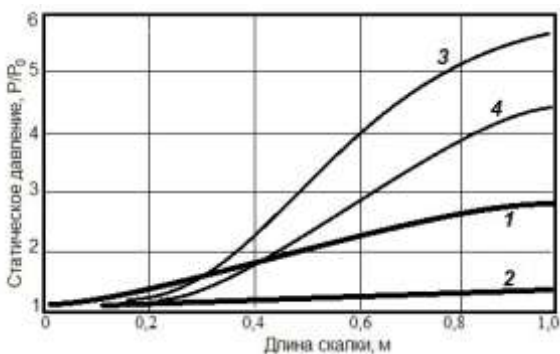


Рис. 1. Давление при продувке скалки: 1, 2 – со слоем волокнистого материала при равномерном и неравномерном распределении перфорации; 3, 4 – без волокнистого материала при равномерном и при неравномерном распределении перфорации

При оценке параметров тепловой обработки и формировании математической модели процесса необходимо учитывать неравномерность истечения теплоносителя через перфорацию скалки и тот факт, что движение теплоносителя по каналу скалки происходит турбулентным потоком с выходом теплоносителя через перфорацию в обогреваемый материал (навитые минераловатные слои).

Основной задачей систем технической изоляции является обеспечение термического сопротивления изоляционной оболочки и стабильности тепловых потоков на весь период эксплуатации. В этом требовании учитывается и начальные (стартовые) характеристики системы изоляции и сохранение этих характеристик на весь период эксплуатации.

Структура минераловолокнистых изделий характеризуется открытой пористостью, поэтому становится архиважным применением различных способов гидрофобизации минераловатного ковра и защита поверхности изделий от внешней капельной влаги. Учитывая то, что современные типы волокон, получаемых из материалов базальтовой группы, имеют высокую стойкость в щелочных средах, то для повышения эксплуатационной стойкости изделий становится необходимым повышение надежности связующего и его адгезионной способности.

Применением связующего на латентных модифицирующих компонентах, отверждаемого при температурах до 150 °С, с одной стороны способствует увеличению степени отверждения связующего, а с другой стороны обеспечивает снижение энергетических затрат на тепловую обработку минераловатных цилиндров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жуков А.Д., Тер-Закарян К.А., Бессонов И.В., Семенов В.С., Старостин А.В. Системы строительной изоляции с применением пенополиэтилена // Строительные материалы. 2018. №9. С. 58–61.

2. Жук П.М., Жуков А.Д. Нормативная правовая база экологической оценки строительных материалов: перспективы совершенствования // Экология и промышленность России. 2018. № 4. С. 52–57.

3. Zhukov A. D., Ter-Zakaryan K. A., Semenov V. S., Kozlov S. D., Zinovieva E. A. and Fomina E. D. Insulation systems for buildings and structures based on polyethylene foam. МГСУ. IPICSE. Published online: 14 December 2018. DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201825101014>

4. Zhukov A.D., Konoval'tseva T.V., Bobrova E.Yu., Zinovieva E.A., Ivanov K.K. Thermal insulation: operational properties and methods of research. МГСУ. IPICSE. Published online: 14 December 2018. DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201825101016>

5. Румянцев Б. М., Ляпидевская О.Б., Жуков А. Д. Системы изоляции строительных конструкций. 3е издание: учебное пособие. – Москва: МГСУ, 2017. – 530 с.

6. Ляпидевская О.Б. Современные фасадные системы [Электронный ресурс]: учебное пособие – Электрон. текстовые данные. – Москва: МГСУ, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016. – 56 с. – Режим доступа – ЭБС «IPRbooks», по паролю

СЕКЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Студент 2 курса 16 группы ИСА Гутников Д.А.

Научный руководитель - ст.преп., канд. техн. наук Н.И. Шестаков

ПРИМЕНЕНИЕ АКТИВАТОРОВ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ХОЛОДНОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ

В настоящее время массовая автомобилизация населения приводит к значительному росту нагрузок на существующие дорожные покрытия, эксплуатационных расходов и т.д. Как быстро и с меньшими затратами провести ремонт?

При реконструкции автомобильных дорог существует множество методов восстановления покрытия дорожной одежды с применением регенерации асфальтобетона. Среди них можно выделить следующие:

- горячая регенерация непосредственно на месте (использование разных способов разогрева, разрыхления и восстановление свойств старого асфальтобетона с его последующей укладкой);
- холодная регенерации на участке (старое покрытие снимают с помощью фрезерования, обрабатывают битумной эмульсией или цементом и укладывают в нижний слой нового покрытия);
- холодно-горячая регенерации (комбинированный метод).

Технология холодной регенерации заключается в измельчении покрытия фрезерованием, затем введении в образовавшийся асфальтобетонный гранулят (АГ) нового скелетного материала, различных вяжущих и добавок, смешивании всех указанных компонентов с получением асфальтогранулобетонной смеси (АГБ-смесь) с её дальнейшим распределении в качестве конструктивного слоя и уплотнении.

Основным материалом технологии холодной регенерации является асфальтогранулобетон (АГБ). Также применяются вяжущие, выполняющие функцию «омоложения» старых плёнок битума АГБ. Предлагаемая технология использует водно-органическую эмульсию.

Для определения устойчивости эмульсий был выбран метод визуальной оценки. Суть метода заключается в фиксировании скорости расслоения эмульсии, путём измерения высоты (объёма) отслоившейся фазы через равные промежутки времени после получения эмульсии. Для качественной



Рис. 1 Полученные суспензии

оценки расслоения дисперсионная среда подкрашивалась красителем для полярных растворителей, каким и является вода. При введении всех компонентов эмульсии наблюдается чёткая граница раздела жидкостей. После диспергации компонентов эмульсии при высокооборотном вращении агрегата устройства для интенсивного взбивания в течение 5 минут были получены дисперсионные системы, представленные на рис. 1.

Таблица 1

Составы полученных эмульсий

№ состава	Кол-во воды, %	Кол-во керосина, %	Кол-во толуола, %
1	40	60	-
2	50	50	-
3	60	40	-
4	40	-	60
5	50	-	50
6	60	-	40

Оптимальное количество эмульсии определялось по методике определения максимальной плотности и оптимальной влажности грунта, т.к. процессы структурообразования и создания максимальной плотности зерновой упаковки можно сравнить с достижением максимальной плотности грунтов. Данный метод регламентируется ГОСТ 22733-2016 «ГРУНТЫ. Метод лабораторного определения максимальной плотности (с Поправкой)».

Высушенный до постоянной массы асфальтобетонный гранулят просеяли через сито с отверстиями диаметром 5 мм и добавили начальное количество воды, которое составило 2% от массы АГ. Далее, количество воды увеличивали с шагом 2% и определяли максимальную плотность. Полученные значения представлены в таблице 2.

Таблица 2

Максимальная плотность асфальтогранулята

№	Кол-во воды, %	Плотность гранулята, г/см ³	Плотность скелета асфальтогранулята, г/см ³
1	2	1,90	1,86
2	4	1,93	1,86
3	6	1,97	1,86
4	8	2,08	1,93
5	10	2,12	1,94
6	12	2,07	1,85

На данный момент существуют 2 технологических способа получения АГБ-смеси. Первый подразумевает наличие автономной установки, в которую сначала загружается АГ, а затем по вертикальному скипу он попадает в смеситель. Сверху в него подаётся активатор. Полученная смесь через накопитель нагружается на самосвал и транспортируется к месту ремонта дороги. Второй способ предполагает введение активатора на месте ремонта с последующей укладкой и уплотнением.



Рис. 2 Технологические схемы:
 а) Автономная установка для получения АГБ
 б) Производство холодной регенерации в ресайклере

Подводя итоги, можно сказать, что холодная регенерация – это перспективное направление в ремонте дорожного покрытия, т.к. она значительно сокращает время перекрытия полосы движения и снижает денежные расходы (примерно на 110% в сравнении с методом горячей регенерации).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 22733-2016 Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности (с Поправкой)
2. Горнаев Н.А., Никишин В.Е., Кочетков А.В., Холодный регенерированный асфальт // Вестник СГТУ. 2007. №3.
3. Курицын Д.Г. Холодная регенерация дорожного полотна на полную глубину [электронный ресурс] <https://docplayer.ru/45155091-Holodnaya-regeneraciya-dorozhnogo-polutna-na-polnuyu-glubinu.html>
4. Эмульсии: получение, свойства, разрушение: Метод, указ. к лаб. работам/Самар. гос.техн. ун-т; Сост Л.В. Кольцов, М.А. Лосева. Самара, 2012. 18 с.

КЛЕЕНАЯ ДРЕВЕСИНА ИЗ ШПОНА С ОДНОНАПРАВЛЕННЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ ВОЛОКОН

В строительстве применяют множество конструкционных материалов, таких как сталь, бетон, керамика, древесина и др. Древесина по сравнению с прочими обладает рядом преимуществ: легкость, высокая прочность, экологичность, удобство обработки и соединения. В то же время, как конструкционному материалу, ей также присущи «естественные» недостатки: наличие пороков, ограниченность размеров пиломатериалов, их подверженность короблению и растрескиванию. Эффективным приёмом сведения к минимуму негативных особенностей древесины является получение на основе древесных элементов (реек, шпона или стружек) материалов с использованием технологии склеивания.

Одно из таких направлений – изготовление слоистых материалов из лущёного шпона [1]. К этой группе, наряду с фанерой относится многослойный брус клеёный из шпона хвойных пород - LVL (от англ. «Laminated Veneer Lumber» – пиломатериал из слоёного шпона). В соответствии со стандартным определением «ЛВЛ представляет собой композиционный материал на основе древесного шпона, волокна которого в основном ориентированы в одном и том же направлении» [2].

ЛВЛ элементы были созданы в США и первоначально предназначались для изготовления самолётных пропеллеров. Позднее их стали использовать в несущих конструкциях: двутавровых строительных балках, фермах и т.д.

В России предприятие по производству материала LVL расположено в г. Торжок (Тверская обл.). На заводе склеивание пакетов листов шпона, в отличие от классической «фанерной» технологии, осуществляется в ленточном прессе непрерывного действия, что позволяет изготавливать изделия практически неограниченной длины.

Технологии производства ЛВЛ-бруса и фанеры, в целом, схожи между собой. Изначально подготавливается сырьё, осуществляется лущение чураков, производится контроль качества шпона, его сушка и склеивание. Методом налива наносится фенолформальдегидный клей, имеющий повышенную водостойкость и низкий класс эмиссии E1. Брус производится из 9 и более слоёв шпона толщиной 3,2 мм, которые укладываются в продольном направлении изделия и склеиваются между собой.

Существенным отличием технологии производства ЛВЛ-бруса от технологии изготовления фанеры является сортировка шпона не только по визуальным характеристикам, но и по показателям прочности: тестер ультразвуковым методом контролирует величину плотности сухого шпона, по результатам которой определяется условный показатель прочности. Следующее отличие – технология склеивания. Предварительный микроволновый нагрев уменьшает вязкость клея, что способствует лучшей пропитке им листов шпона. Температура в прессе достигает 155-165 °С, а давление при прессовании в зависимости от толщины заготовки варьируется от 1,8 до 2,8 МПа.

Продукция производится в виде плит и брусьев длиной от 2500 до 20500 мм (с градацией 500 мм), шириной от 40 до 1250 мм, толщиной от 24 до 100 мм. При необходимости получения ещё большей толщины, готовые балки склеивают между собой. Кроме продукции с параллельным направлением волокон древесины, также возможен выпуск изделий, где отдельные слои шпона имеют взаимно перпендикулярное расположение.

В таблице для сравнения свойств различных видов древесины (древесина цельная, фанера, LVL-брус) приведены показатели расчетных сопротивлений и модуля упругости [3].

Таблица 1

Вид напряженного состояния	Древесина цельная 1-й сорт, МПа	Фанера ФСФ из лиственницы толщиной 8 мм и более, МПа	LVL-брус, МПа
Изгиб вдоль волокон при нагружении пласти	15	18	27,5
Сжатие вдоль волокон	15	17	23,5
Растяжение вдоль волокон	12	9	22,5
Скалывание вдоль волокон по клеевому шву	-	0,6	2,6
Модуль упругости	10000	7000	14000

Показатели, полученные при испытаниях на изгиб и растяжение ЛВЛ-бруса вдоль волокон, выше аналогичных показателей цельной древесины и фанеры, что свидетельствует о более высокой прочности ЛВЛ. Данные, полученные при испытании на скалывание вдоль волокон по клеевому шву ЛВЛ, превосходят показатели фанеры, что важно для клеёных конструкционных материалов.

Основные преимущества ЛВЛ:

- Высокая прочность, достигаемая за счёт особой технологии склеивания и слоистой структуры материала.
- Возможность изготовления большеразмерных балок. Размеры балок из массива ограничены естественной длиной (6 - 9 м), а размеры ЛВЛ ограничены только возможностями транспортировки.
- Снижение массы. При несущей способности, как у стальных и железобетонных конструкций, ЛВЛ имеет значительно меньшую массу.
- Однородность, достигаемая за счёт отсутствия сердцевины в слоях материала, а также из-за нарушения структуры сердцевинных лучей, которые, обычно, вызывают растрескивание древесины.

Как древесный материал, ЛВЛ нуждается в защите от огня, влаги и биологических воздействий. Поэтому помимо конструктивных мер защиты необходимо использовать химические средства. Наиболее эффективными являются вспучивающиеся огнезащитные составы на основе жидкого стекла, а от гниения и насекомых – биозащитные препараты. В целом, методы защиты являются традиционными для древесины.

Основное применение ЛВЛ находит в качестве несущих конструкций, как для большепролетных зданий, так и для малоэтажного жилого строительства. Второе место по применению ЛВЛ занимают двутавровые деревянные балки, где брус используется в качестве полки. Также, использование ЛВЛ-бруса эффективно при реконструкции старых зданий и сооружений. Высокая прочность и низкий вес ЛВЛ позволяют не проводить дополнительных работ по усилению фундамента и несущих стен, что значительно снижает стоимость и трудоёмкость работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 99-2016. Шпон лущеный. Технические условия.
2. ГОСТ 33124-2014. Брус многослойный клееный из шпона. Технические условия.
3. СП 64.13330.2011. Деревянные конструкции.

ПОВЕДЕНИЕ ОТХОДОВ ГИДРОАБРАЗИВНОЙ РЕЗКИ МЕТАЛЛОВ В СОСТАВЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ КЕРАМИКИ

Процесс гидроабразивной резки металлов сопровождается образованием отходов в виде шлама, содержащего гранатовый абразив, претерпевший разрушения в процессе резки, частицы разрезаемого металла и воду. Проведенное ранее комплексное исследование исходного абразива - гранатового песка и сухой части отходов резки стали позволило проследить процесс образования отходов и охарактеризовать их как очень мелкие практически двухфракционные (фракция 0,16-0,315 мм - 70,5%, фракция менее 0,16 мм - 27,1%) тяжелые пески с большим содержанием пылевидной фракции, в химическом составе которых преобладают оксиды железа, кремния и алюминия. Такая характеристика отходов позволила наметить возможные пути их использования, одним из которых является производство строительной керамики [1].

Особенностью отходов гидроабразивной резки стали как добавки к глинистому сырью является наличие металлического компонента, поведение которого при обжиге керамики предстояло изучить. Исследованиями на растровом электронном микроскопе FEIQUANTA 200 установлено, что частицы разрезаемого металла входят в мельчайшую пылевидную фракцию отходов (менее 0,16 мм) [1]. Это косвенно подтверждается тем, что с уменьшением размера частиц растет значение истинной плотности соответствующей фракции отходов (табл. 1).

Таблица 1

Гранулометрический состав и плотность фракций отходов
гидроабразивной резки стали

Размеры отверстий контрольных сит, мм	Частные остатки, %	Полные остатки, %	Истинная плотность, г/см ³
0,25	10,3	10,3	3,65
0,125	67,16	77,46	4,04
0,063	13,33	90,79	4,075
Менее 0,063	9,21	100	4,47
Всего	100	-	3,92

Для проверки поведения отходов в составе керамической массы и керамического черепка были изготовлены серии образцов на двух видах

полиминерального легкоплавкого глинистого сырья: глины Новоподрезковского месторождения и глины с технологической линии ОАО "Голицынский Керамический Завод" [1,2]. Пробные испытания образцов состава 50% глины и 50% отходов (по массе) показали, что после обжига при 900°C не наблюдалось деформации образцов, растрескивания, аномалий цвета. Металлический компонент визуально никак себя не проявил. В минеральном составе керамического черепка помимо продуктов преобразования глинистых минералов идентифицированы альмандин и гематит, поступившие из отходов.

Однако, известно, что альмандин при температуре выше 900°C разлагается с образованием ферромагнитного королька из герцинита, железистого кордиерита и фаялита. Этот возможный процесс потребовал дополнительного исследования [2]. Были изготовлены образцы-кубики с ребром 4 см из смесей составов: 20% глины и 80% отходов, 40% глины и 60% отходов, 65% глины и 35% отходов и смесь без отходов.

После обжига при 950°C у образцов не наблюдалось деформаций, однако на некоторых образцах образовались небольшие трещины, причем у всех образцов, включая составы без отходов. Это говорит о необходимости оптимизации режимов сушки и обжига. Цвет образцов менялся от светло-красного в составе без отходов до темного красно-коричневого при максимальном содержании отходов в смеси, что связано с высоким содержанием в отходах красящих оксидов железа, а также вишнево-красного минерала альмандина.

Результаты испытания образцов после сушки и после обжига приведены в табл. 2. Установлено, что чем больше содержание отходов в смеси, тем выше средняя плотность сырца и меньше воздушная усадка, то есть добавка отходов ведет себя как отошающая добавка.

С увеличением содержания отходов в смеси растут средняя и истинная плотность обожженных образцов (керамического черепка), что связано с высокой плотностью самих отходов. Наблюдалось существенное снижение огневой усадки: в 1,8 раза при содержании отходов 35%, а при содержании отходов 80% - в 3 раза, что говорит о сдерживающем действии добавки отходов на объемные изменения при обжиге.

Введение отходов в количестве 60% практически не сказывается на прочности образцов, а оптимальным явилось содержание отходов 35% - прирост прочности составил более 50%. В этом же составе наблюдалась минимальная пористость.

Определение минерального состава керамического черепка выявило наличие неизмененного альмандина в образцах с отходами. Это говорит о том, что температура обжига 950°C для данных составов и условий явилась недостаточной для температурных превращений альмандина.

Однако, учитывая хорошее качество керамического черепка, дальнейшее повышение температуры нецелесообразно.

Таблица 2

Физико-механические свойства образцов

Содержание отходов по массе, %	Воздушная усадка, %	Средняя плотность сырца, г/см ³	Огне-вая усадка, %	Средняя плотность черепка, г/см ³	Истинная плотность, г/см ³	Пористость, %	Предел прочности при сжатии, МПа
0	12	2,03	-1,07	1,79	2,68	33,07	10,69
35	5	2,27	-1,9	2,08	3,05	31,79	16,36
60	4,58	2,37	-2,79	2,17	3,35	35,28	10,29
80	2,83	2,47	-3,23	2,26	3,53	36,04	8,47

Поведение отходов гидроабразивной резки стали в составе керамической массы и керамического черепка показало, что по составу и свойствам они хорошо сочетаются с компонентами глинистого сырья и при этом играют активную роль: уменьшают воздушную и огневую усадку, повышают плотность и прочность образцов, позволяют понизить температуру обжига, дают возможность варьировать цвет изделий. Проведенные исследования позволяют сделать вывод о возможности использования отходов гидроабразивной резки стали для изготовления керамических изделий в качестве полифункционального компонента.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Skanavi N., Dovydenko T.* The use of waterjet cutting wastes in the production of building materials. / Skanavi Natalia, Dovydenko Timofei//FORM 2018. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 365 (2018)- 032025.

2. *Skanavi N., Dovydenko T.* Effects of waterjet cutting waste addition on properties of building ceramics/ N. Skanavi, T. Dovydenko// MATEC Web of Conf., **Volume** 196, 2018 XXVII R-S-P Seminar, Theoretical Foundation of Civil Engineering (27RSP) (TFoCE 2018), Article Number 04057.

КОНСТРУКЦИОННЫЙ (САМОНЕСУЩИЙ) БУМАЖНО-СЛОИСТЫЙ ПЛАСТИК

Декоративный бумажно-слоистый пластик (ДБСП) является широко распространенным и популярным декоративным слоем, применяемым в качестве облицовки для создания рабочих поверхностей мебели и других элементов оборудования [1].

Но в последние годы становится все более популярным в строительной индустрии использование конструкционных панелей из слоистого пластика для устройства вентилируемых фасадов, а также внутренней отделки помещений в тех случаях, когда к конструкциям облицовки предъявляются высокие эстетические и функционально-технические требования [3].

В международной терминологии для такого материала принято использовать наименование HPL (high pressure laminate) Compact [3]. Он является конструкционным, композитным листовым материалом, состоящим из параллельно расположенных и соединенных между собой термореактивными смолами слоев бумаги, получаемых в процессе прессования под требуемым давлением и температурой.

Сырьем для его производства HPL Compact служат: бумага в разных ее исполнениях: декоративная, беленая и крафт-бумага, термореактивные смолы и огнезащитные составы (антипирены) [1].

Технология производства HPL Compact разделяется на четыре основных этапа: 1) Пропитка бумаги синтетическим связующим. 2) Сушка бумаги, сматывание в рулоны, где преждевременное слипание плёнок в рулоне предупреждается сушкой благодаря неполной поликонденсации полимера на поверхности пленки, или резка на листы и укладка в пакеты. 3) Горячее прессование по одному пакету за цикл на прессах при 140-150 С°, давления более 9 МПа и продолжительности процесса более 90 минут. Необходимая текстура поверхности изготавливаемого материала обеспечивается текстурой поверхности прокладочного листа, соприкасающимся с пакетом в процессе прессования. 4) Обрезка, обработка, отбраковка и упаковка^[1].

Макроструктура HPL Compact включает в себя следующие слои: ЗАЩИТНЫЙ СЛОЙ (число листов в пакете – 2 на обе лицевые поверхности панели) – это беленая бумага с высокой способностью поглощения смол, пропитанная меламиноформальдегидной смолой, улучшающая износостойкость поверхности изделия и защищающая печатный

рисунок от негативного воздействия моющих средств и агрессивных химических веществ из атмосферы.

ДЕКОРАТИВНЫЙ СЛОЙ (2 листа) пропитан меламиноформальдегидной смолой, имитирует разнообразные декоративные поверхности: однотонные, камень или породы дерева.

БАРЬЕРНЫЙ СЛОЙ (2 листа) между декоративной и крафт-бумагой, исключая химическое воздействие смол друг с другом.

КРАФТ-БУМАГА (>17 листов) - существенная составляющая бумажно-слоистых пластиков, пропитанная эластичными фенолформальдегидными смолами коричневыми по цвету, образует внутренний несущий слой, придающий панели прочность, жесткость и требуемую ударную вязкость [1].

На данный момент в Российской Федерации нет нормативного документа на HPL Compact, однако производители и потребители для оценки его свойств ориентируются на европейский стандарт EN 438-4 2016.

Полученный по такой технологии слоистый пластик плотностью 1.4 г/см³ является однородным и монолитно целостным. Он обладает высокой механической и поверхностной прочностью. Его предел прочности на изгиб более 80 МПа и на растяжение более 60 МПа, а ударная прочность характеризуется высотой падения не менее 2,5 м стального шарика массой 324 гр. и диаметром 42,86 мм и предельно допустимым диаметром отпечатка на поверхности не более 10 мм без образования расслоений и трещин. Ударная вязкость, определяемая толщиной пластика, более 4.5 кДж/см²[1]. Фиброцементная плита, такой же частый облицовочный материал, имеет ударную вязкость более 2 кДж/см² и предел прочности на изгиб более 21,5 МПа.).

Показатель водопоглощения по массе не более чем 4-6%. Повышенная морозостойкость более 150 циклов при снижении предела прочности на изгиб менее 10%, значительная термическая стойкость в пределах температур от -60 до +120 °С и достаточная светостойкость [2]. Все это делает его особенно удобным для многоцелевого использования: столы для тенниса, скамейки, элементы внешнего и внутреннего декорирования и т.д.

Теплофизические свойства - группа горючести Г1 (слабогорючий), группа воспламеняемости В2 (умеренновоспламеняемый), коэффициент дымообразования Д2 (умеренное дымообразование) и показатель токсичности Т2 (умеренноопасный) - соответствуют интегральному показателю пожарной опасности КМ2, что является лучшим результатом для органических материалов [2]. Вышеперечисленные свойства отвечают требованиям, предъявляемым к материалам защитно-

декоративной облицовки для устройства вентилируемых фасадов зданий.

Установка панелей может осуществляться со скрытым и с видимым (на заклепках и винтах не с потайной головкой) креплением. Скрытое крепление может быть выполнено для полноценных панелей с помощью разжимного анкера (кайловое крепление) расширяющегося при погружении в отверстие, но минимальная толщина панели при этом 12 мм, что может являться с определенной точки зрения не эффективным для системы (вес конструкции и ее стоимость). Так же скрытый способ предусматривает установку длинных нешироких листов внахлест при помощи кляммеров [2]. Производители предусматривают номинальные размеры панелей 4100*1854 мм, что в сравнении с традиционными фасадными материалами дает некоторые преимущества [3].

Особенностью HPL-панелей является их антивандальные свойства. Граффити может быть с легкостью удалено с помощью моющих средств. Однако в силу того, что панель имеет декоративный слой с двух сторон, ее можно установить с обратной стороны^[2]. Установка элементов системы кондиционирования может нарушить архитектурную целостность фасада, поэтому уличные короба устанавливаются за перфорированные панели с максимальным зазором между стеной и панелью 700 мм [3].

С учетом нестабильности линейных размеров из-за температурно-влажностных условий окружающей среды при установке панелей предусматривается зазор для свободного расширения и усадки панелей [1]. Также для обеспечения люфта винтов и заклепок отверстия для них выполняют большого диаметра [2].

Ламинаты в силу своих антикоррозионных свойств часто используются для отделки стен в чистых помещениях различного назначения: лаборатории, палаты и коридоры в больницах и операционные [3]. В этом случае панели толщиной 4-6мм можно крепить шурупами или приклеивать с применением строительных клеев с высокой адгезионной способностью к вертикальным направляющим из фанеры.

Важным показателем для материала, используемого в помещениях с повышенной влажностью, является устойчивость к влаге, чему отвечают панели HPL Compact. Поэтому он идеально подойдет к использованию в кабинках душевых и шкафчиках в раздевалках общественных зданий [3].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Бараш Л. И. Слоистые пластики, декоративные поверхности / Л. И. Бараш; науч. ред. С. Д. Каменков. - Санкт-Петербург: Химиздат, 2007. - 255с.
- 2 Фасадные решения на основе HPL-панелей ARNELIT 2010 г.
- 3 Каталог продукции High-Tech for Decorating 2016 г.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ АЭРОГЕЛЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Климатические условия большей части территории Российской Федерации предполагают длительный отопительный период. По разным данным на отопление расходуется до 18-20 % общего расхода энергетического ресурса. Эффективного снижения расхода тепловой энергии можно добиться лишь при комплексном подходе.



Рис. 1. Аэрогель

Задача снижения потерь тепла должна решаться двумя путями: первый – законодательный; ужесточение нормативов теплопотерь при проектировании, строительстве и реконструкции зданий и сооружений;

второй – технический; улучшение теплозащитных свойств и долговечности теплоизоляционных материалов.

Теплопотери возможны как при подаче тепла с ТЭС, так и в самом здании. В самом здании - это теплопотери через ограждающие конструкции, чердачные перекрытия, окна и вентиляционную систему. Повышение термического сопротивления ограждающих конструкций за счет применения теплоизоляционных материалов - основной путь снижения энергетических затрат.

За последние два десятилетия рынок теплоизоляционных материалов в РФ вырос более, чем в четыре раза. Объем выпуска теплоизоляционных материалов по итогам 2017 года составил приблизительно 400 м^3 на 1000 жителей.

Лидирующее положение занимают изделия из минеральных волокон, что объясняется сочетанием положительных свойств при неограниченной сырьевой базе и отработанной технологии производства. Так как при решении общей задачи экономии энергоресурсов необходимо учитывать затраты энергии на производство самих теплоизоляционных материалов предпочтительны такие материалы, как пенопласты с плотностью не более 200 кг/м^3 и коэффициентом теплопроводности менее $0,06 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$.

Несмотря на то, что нижний предел возможной средней плотности теплоизоляции практически достигнут (плотность газонаполненных пластмасс - $10...50 \text{ кг/м}^3$), продолжают поиски высокопористых материалов, пригодных для использования в качестве эффективной негорючей теплоизоляции.

Новые теплоизоляционные материалы могут быть получены по мере развития нанотехнологий. Среди таких материалов интерес вызывает аэрогель, имеющий исключительно низкую теплопроводность, сравнимую с теплопроводностью воздуха ($\sim 0,017 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$) [5].

Для снижения теплопотерь через оконные проемы в строительной отрасли могут быть востребованы не только теплоизоляционные, но и светопропускающие свойства аэрогеля. Сочетание светопропускания и высоких теплоизоляционных свойств делает возможным его применение для заполнения межстекольного пространства. Возможность создания прозрачных стеклянных конструкций представляет особый интерес для архитекторов-проектировщиков.

Аэрогель - это синтетический пористый сверхлегкий материал, полученный из геля, в котором жидкий компонент геля заменен газом Согласно IUPAC, аэрогель определяется как гель, состоящий из микропористого твердого вещества, в котором дисперсная фаза представляет собой газ [5].

Аэрогель состоит из отдельных частиц или глобул, размером в несколько нанометров, образующих сложную трехмерную структуру, благодаря которой он обладает высокой пористостью и удельной поверхностью, низкими теплопроводностью, коэффициентом преломления света, диэлектрической проницаемостью и скоростью распространения звука [1, 2].

Наиболее изученные неорганические аэрогели на основе диоксида кремния обладают уникальным сочетанием свойств: пористость до 98 %, диаметр пор $10-100 \text{ нм}$, площадь удельной поверхности - до $1200 \text{ м}^2/\text{г}$, плотность - от $0,003 \text{ г/см}^3$ [2, 3], теплопроводность составляет $0,005...0,1 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ [4].

Аэрогель синтезируют методом золь-гель. Твердые наночастицы растут и образуют трехмерную сплошную сетку с порами, заполненными растворителем. В геле создается раствор, а затем жидкость осторож-

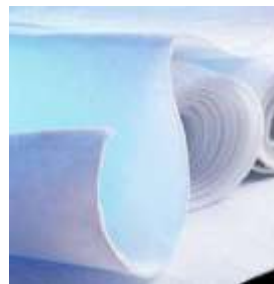


Рис. 2. Утеплитель на основе аэрогеля

но удаляется, оставляя аэрогель неповрежденным (образование золя). Для обеспечения прочности структуры гель выдерживается в «маточном растворе» и обездвиживаются в растворителе для завершения реакции. Растворитель удаляется при сохранении сплошной аэрогелевой сетки либо путем сушки, либо в естественных условиях. Удаляют растворитель экстракцией в текучей среде или растворителем. Самым распространенным растворителем для экстракции является жидкий диоксид углерода, имеющий относительно низкие критические температуры и давление.

На сегодняшний день теплоизоляционные материалы с использованием аэрогеля считаются наиболее перспективными и высокоэффективными для строительства. Аэрогель имеет крайне низкую теплопроводность ($\sim 0,017$ Вт/м·К), сравнимую с теплопроводностью воздуха. Это объясняется несколькими причинами. Во-первых, кремнеземные аэрогели содержат небольшое (1-10%) количество твердого диоксида кремния. Во-вторых, сам диоксид кремния состоит из очень мелких частиц, образующих сложную трехмерную структуру в виде трехмерной сети со множеством «мертвых концов» и величина такого теплового переноса невелика. Еще одно важное при использовании материала в качестве теплоизоляции свойство – гидрофобность. Аэрогели характеризуются низкой паропроницаемостью, которая может быть объяснена с точки зрения размера пор.

После разработки относительно недорогого способа совмещения аэрогеля с тканью началось его практическое использование для теплоизоляции труб и оборудования, а также для изоляции городских трубопроводов теплоснабжения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Юсубова О.Р., Бавина Е.В. Высокотехнологичные материалы в строительстве. Молодой ученый. 2017. №2(136) с. 70-73.
2. Каддо М.Б., Синотова М.В. Перспективы применения аэрогеля в строительстве//Наука и бизнес: пути развития, №12, 2018, стр. 47-50.
3. Ляпидевская О.Б. Современные фасадные системы [электронный ресурс]. М.:МГСУ, ЭБС АСВ, 2016.
4. Румянцев Б.М., Ляпидевская О.Б., Жуков А.Д. Системы изоляции строительных конструкций. М.: МГСУ, 2017.
5. Аэрогель [электронный ресурс]. Систем. требования: Yandex. URL <http://www.aerogel-russia.ru/> (дата обращения: 22.02.18).
6. Higa K., “Aerogel—the insulative frozen smoke,” Illumin, vol. 14, no. 3, p. 1, 2014.

БЕЗУСАДОЧНЫЕ СМЕСИ ДЛЯ ПОКРЫТИЙ ПОЛОВ

Пол является одним из важнейших элементов здания и наиболее затратным: около 40% от стоимости отделочных работ составляет стоимость работ по устройству пола. Поэтому большое значение придается технологичности применяемых материалов [1].

В зданиях и сооружениях пол представляет собой горизонтальную многослойную конструкцию, каждый слой которой имеет определенное функциональное значение. В соответствии с положением СП 29.13330.2011 различают следующие элементы в конструкции пола: основание, подстилающий слой, слои звукоизоляции, теплоизоляции, гидроизоляции или пароизоляции, стяжка, прослойка, покрытие. Наиболее уязвимым элементом пола является покрытие, непосредственно подвергающееся различным видам воздействий.

Приоритетное развитие технологии самовыравнивающихся стяжек заключается в использовании наливных полов на основе минеральных вяжущих и комплекса полимерных и минеральных добавок, которые в свою очередь регулируют технологические свойства смеси и строительно-технические свойства раствора [2].

Анализ материалов и работ, имеющихся в рассматриваемой области, позволил сформулировать комплекс технологических требований к самовыравнивающимся бетонным композициям для покрытий полов: компоненты смеси должны представлять собой порошкообразные материалы, позволяющие получить сухие смеси заводским способом; после затворения водой смесь должна приобретать свойства самовыравнивания; в период от укладки до конца схватывания в смеси не должна происходить седиментация; потеря текучести и начало схватывания не должны проявляться ранее 30 минут с момента затворения; скорость твердения композиции должна быть такова, чтобы её прочность при сжатии была не менее 5 МПа через 6-8 часов; деформации композиции при твердении должны обеспечивать трещиностойкость покрытия [3, 4].

Для получения безусадочных смесей и композиций, удовлетворяющих всем вышеперечисленным требованиям, были выбраны глиноземистые цементы SRB 710 (Франция) и ВГКЦ-70-1 (Россия), содержащие не менее 70% Al_2O_3 (табл. 1). В качестве второго компонента вяжущего использовался полуводный строительный гипс марки Г-7. В исследовании был принят состав вяжущего ГЦ : полуводный гипс = 70 : 30.

Таблица 1

Химический состав алюминатных цементов, (%)

Состав	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	SO ₃	R ₂ O
ВГКЦ-70-1 (Россия)	не менее 70	не менее 20	не более 1	не более 2	не более 0.15	не более 0.5
SRB 710 (Франция)	68.7 – 70.5	28.5 – 30.5	0.1 – 0.3	0.2 – 0.6	< 0.3	MgO < 0.5 TiO ₂ < 0.4 K ₂ O+Na ₂ O < 0.5

При выборе вида химических добавок и назначении их дозировки необходимо учитывать их совместимость с цементом и минеральными добавками, входящими в состав сухой смеси, а также их взаимодействие между собой. Совместное применение комплекса химических и минеральных добавок обеспечивает получение саморастекающейся смеси, способной в течение нескольких часов сохранять заданную подвижность, набирать через сутки достаточную для хождения прочность.

С учетом требуемых технологических свойств растворной смеси для наливного пола и физико-технических свойств затвердевшего раствора были использованы химические добавки: Sika Viscocrete 105P (поликарбоксилат) и Melflux PP 100 F (модифицированный полиэтиленгликоль).

Влияние параметров состава смеси на ее подвижность определялось по расплыву кольца по ГОСТ 31356-2007 через 5 и 15 мин, а если смесь сохраняла подвижность, то расплывы продолжали определять в течение 1,5 ч через каждые 15 мин.

Как видно из табл. 2, при расходе суперпластификатора 0,5% от массы дисперсных компонентов смеси подвижность в составах с добавкой Sika значительно выше, чем с добавкой Melflux. Кроме того, суперпластификатор Sika позволяет в течение 15 минут сохранять начальную подвижность смеси в отличие от Melflux, которая за это время быстро теряют пластифицирующий эффект.

Экспериментально установлено, что применение суперпластификатора Sika Viscocrete 105P позволяет получать смеси для покрытий полов, сохраняющие подвижность в течение 30 минут в зависимости от дозировки добавки. Исходя из этого дальнейшие исследования будут посвящены введению в полученный состав загущающих добавок эфиров целлюлозы для сохранения подвижности и связности смеси для покрытий полов.

Зависимость расплыва раствора по кольцу Вика

Производитель ГЦ	Добавка	Количество, %	Время, мин	Подвижность Р _к , мм
SRB 710 (Франция)	Sika Viscocrete 105P	0,5	5	300
			15	297
			30	210
		0,8	5	300
			15	303
			30	307
	Melflux PP 100 F	0,5	5	271
			15	172
			30	63
		0,8	5	300
			15	248
			30	146
ВГКЦ-70-1 (Россия)	Sika Viscocrete 105P	0,5	5	300
			15	301
			30	288
		0,8	5	301
			15	322
			30	314
	Melflux PP 100 F	0,5	5	177
			15	102
			30	—
		0,8	5	259
			15	217
			30	146

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Kaddo M.* Possibilities of using aluminate cement in high-rise construction. E3S Web of Conferences Ser. High-Rise Construction 2017, HRC 2017-2018. С. 020.
2. *Kaddo M., Sinotova M.* Study of dry mixes with aluminate cements for self-leveling floors. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 21, Construction - The Formation of Living Environment. 2018. С. 032035.
3. *Кадров М.Б., Синотова М.В., Федорова Э.А.* Безусадочные композиции для покрытий полов//Перспективы науки. 2018. № 2 (101). С. 46-48.

Студент магистратуры 1 года обучения 4 группы ИИЭСМ Голосной С.А., студент бакалавриата 2 года обучения 37 группы ИСА Черняк Н.А.

Научный руководитель - доц., канд. техн. наук, доцент. М.Б. Кадров

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ АСБЕСТОЦЕМЕНТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Для производства строительных материалов асбест начал применяться в самом начале XIX века в смеси с портландцементом. Из приготовленной смеси изготовляли блоки, но из-за большого расхода асбеста стоимость их была очень высока. Экономически выгодным оказалось производство тонких листов на машинах для производства картона, предложенное Л. Гатчиком из Чехии. В настоящее время производство кровельных и облицовочных листов, труб для водоснабжения и водоотведения на основе асбестоцемента стало неотъемлемой частью строительной индустрии.

Широкое использование асбеста не только в строительстве, но и в других технически сложных областях, в том числе в ракетостроении и ядерной технике, объясняется уникальным сочетанием свойств этого природного минерала.

Асбест – название группы тонковолокнистых минералов класса гидросиликатов, которые образуются в земной коре из ультраосновных изверженных пород под воздействием гидротермальных вод. Принято выделять два основных минерала – асбест хризотилевый (хризотил-асбест) и асбест амфиболовый, которые различаются составом, структурой и некоторыми свойствами. Крупнейшие месторождения хризотилового асбеста расположены в России, Казахстане и Канаде [2].

Хризотил-асбест ($3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) - гидросиликат магния (химический состав сравним с хорошо известным минералом тальком - $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), т.е. с химической точки зрения такие соединения безвредны для организма человека и животных (табл. 1).

Кристаллы хризотил-асбеста имеют необычное для минералов строение: они представляют собой тончайшие полые трубочки-фибриллы (диаметром приблизительно $2,6 \cdot 10^{-5}$ мм и длиной до 3 см). Поэтому эластичные кристаллы напоминают мягкие целлюлозные волокна хлопчатобумажной ваты. Неорганические волокна хризотил-асбеста не горят и могут выдерживать достаточно длительное воздействие высоких температур. Однако при нагреве до 700°C хризотил-асбест теряет химически связанную воду, и тончайшие волокна-трубочки становятся хрупкими. Температура плавления хризотил-асбеста около 1500°C .

Таблица 1

Химический состав хризотил-асбеста

SiO ₂	MgO	FeO	Fe ₂ O ₃	CaO	Al ₂ O ₃	Na ₂ O+K ₂ O
43-49%	39-42%	1-2%	1-2%	< 1%	< 1%	следы

Благодаря высокой адсорбционной способности волокна хризотил-асбеста прекрасно сцепляются с твердеющим цементным камнем, а высокая прочность на растяжение волокон (выше, чем у стальной проволоки) позволяет использовать материал в качестве дисперсного армирования. Поэтому такими востребованными и оказались асбестоцементные (хризотилцементные) композиционные материалы, имеющие высокие прочность и водостойкость при низкой плотности.

Хризотил-асбест дает прочные ударостойкие композиционные материалы и с полимерными связующими; такие материалы незаменимы как электроизоляционные и уплотняющие прокладки, работающие при повышенных температурах (например, для двигателей внутреннего сгорания, паропроводов и т.п.).

Хризотил-асбест стоек в нейтральных и щелочных средах, но разлагается в кислотах с образованием аморфного геля кремнезема.

Хризотил-асбест – материал с удивительной совокупностью физико-механических свойств, которой не обладает ни один из природных или искусственных материалов (табл. 2). Поэтому многотоннажные отходы асбестоцементной промышленности, содержащие значительное количество ценного хризотила, сами являются ценным сырьевым материалом и их необходимо перерабатывать, например, для получения мелкозернистых бетонов на портландцементном вяжущем [1, 3, 4].

Таблица 2

Основные свойства хризотил-асбеста

№	Свойство	Значение
1	Плотность г/см ³	2,4-2,6
2	Цвет	от белого до желтовато-зеленого
3	Блеск	шелковистый
4	Температура плавления	1500°С
5	Коэффициент трения по стали	0,8
6	Модуль упругости недеформированного волокна	175-185 ГПа
7	Прочность при растяжении волокон длиной 2-10 мм	3200-4300 МПа
8	Удельное электрическое	10 Ом/см

В НИУ МГСУ для исследований были использованы асбестоцементные отходы с предприятия ОАО «Белгородасбестоцемент», специализирующегося на производстве хризотилцементных волнистых и плоских листов, напорных и безнапорных труб и муфт и асбестового картона. В ходе работы обоснована возможность создания эффективных бетонов на основе портландцемента за счет использования отходов асбестоцементной промышленности в составе органоминеральной добавки, которая положительно влияет на прочностные показатели мелкозернистого бетона на цементном вяжущем. Разработаны составы мелкозернистого бетона на портландцементном вяжущем и получен мелкозернистый бетон с прочностью при сжатии до 45 МПа, при растяжении 5,8 МПа и маркой по морозостойкости F200.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Mezhov A., Shokodko E., Kaddo M.* Mortars prepared with mechanochemical treated asbestos-containing waste. MATEC Web of Conferences 251, 01009 (2018).
2. *Понов К.Н., Каддо М.Б.* В чем вредность асбеста? М.: Строительная орбита. 2007. № 1. С. 30.
3. *Пуляев С.М., Каддо М.Б., Пуляев И.С.* Исследование процесса раннего структурообразования бетона на щебне из бетонного лома. Вестник МГСУ. 2012. № 1. С. 68-71.
4. *Ляпидевская О.Б.* Бетоны. Технические требования. Методы испытаний. Сравнительный анализ российских и европейских строительных норм. М.: МГСУ, 2013. -120 с.

ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЙ БЕТОН

Гидротехнический бетон — это такой вид бетона, который предназначен для зданий и сооружений, находящихся в водной среде или периодически соприкасающиеся с ней.

Гидротехнический бетон классифицируют на:

- 1) Бетон наружной зоны:
 - a) Бетон подводный (Находящийся постоянно в воде)
 - b) Переменного уровня воды
 - c) Надводный
- 2) Бетон внутренней зоны

Предъявляемые требования к бетонной смеси

Для приготовления гидротехнического цемента используется:

- Портландцемент
- Пластифицированный цемент (пластификатор – сульфитно-спиртовая барда)
- Гидрофобный цемент (в качестве гидрофобизирующей добавки применяют – мылонафт, олеиновую кислоту, окисленный петролатум)
- Пуццолановый шлаковый цемент (обладает высокой стойкостью к пресным и минерализованным водам).
- Сульфатостойкий цемент

В качестве мелкого заполнителя в бетонную смесь добавляют кварцевый песок, а в качестве крупного - гравий или щебень. Они уменьшают расход цемента, уменьшают уровень деформаций и увеличивают морозостойкость. К песку установлены высокие требования: он должен относиться к высшей категории, минимально содержать сторонние примеси, плотность песка должна находиться в диапазоне: 2.2-2.8 т/м³, размер зерен <2 мм.

Данный бетон имеет марки по морозостойкости, водонепроницаемости, а также классы по прочности на сжатие. В отличие от обычного портландцемента, прочность на сжатие определяют на кубках размером 15 см в возрасте 180 суток в условиях нормального твердения.

Класс бетона варьируется от В10-В40.

По водонепроницаемости гидротехнический бетон делится на: W2, W4, W6, W8, W12. Бетон марки W2 в 180-ти суточном возрасте не должен пропускать воду при давлении 0.2 МПа, для марок W4 - W8 - значение изменяются 0.4 МПа до 0.8 МПа соответственно

По морозостойкости бетон варьируется: F50-F500. В этом случае марка определяет число циклов попеременного замораживания и оттаивания в возрасте 28 суток в водонасыщенном водой состоянии ,после которого прочность бетона снизилась не более чем на 25%.

Таблица 1

Значения марки бетона по водонепроницаемости от напорного градиента

Напорный градиент	До 5	5-10	10-12	12 и более
Марка бетона по водонепроницаемости	W4	W6	W8	W12

Водопоглощение бетона характеризуется величиной капиллярного всасывания при погружении образцов в воду в возрасте 28 суток:

- Водопоглощение бетона переменного уровня воды: $\leq 5\%$ (От массы высушенного образца)
- Для бетона других зон: $\leq 7\%$

Линейная усадка бетона при влажности 60% и температуре 18 градусов не должна превышать:

- В возрасте 28 суток - 0,3 мм/м
- В возрасте 180 суток - 0.7 мм/м

Предельные величины набухания:

- В возрасте 28 суток - 0,1 мм/м
- В возрасте 180 суток - 0.3 мм/м

Еще одним отличием от обычного портландцемента является то, что гидротехнический цемент должен удовлетворять дополнительному требованию: не впитывание капли воды, нанесенной на поверхность образца цемента в течении 5 минут.

Применение

Как уже было ранее сказано, данный вид бетона применяется для строительства различных гидротехнических сооружений, например , Керченского моста. В данном проекте при сооружении конструкций нулевого цикла использовались буронабивные сваи из гидротехнического бетона, также были применены металлические забивные сваи с последующей заливкой их гидробетоном. Исходя из этого , можно сделать вывод , что гидротехнический бетон является современным и актуальным на сегодняшний день материалом.

Заключение

В заключение, необходимо подчеркнуть достоинства и недостатки данного материала. Главным преимуществом гидротехнического бетона, по сравнению с обычным, является возможность использования

данного материала в агрессивных средах, также он обладает повышенными: морозостойкостью, водонепроницаемостью и сопротивлением на растяжение и сжатие. К недостаткам можно отнести высокую стоимость и сложность строительства с использованием данного бетона. Требуется тщательного подбора состава. Несмотря на это, гидробетон является одним из основных материалов при строительстве гидротехнических сооружений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. [электронный ресурс] <http://tehnobeton.ru/beton/vidy/vodonepronicaemost.html>
2. [электронный ресурс] <https://shopcarry.ru/top/editorial/primenenie-novih-tehnologiy-pri-stroitelystve-kerchenskogo-mosta/>
3. [электронный ресурс] <http://www.betonmo26.ru/gidrotekhnicheskij-beton.html>
4. [электронный ресурс] <http://gidroguide.ru/vid/gidrobeton.html>
5. *Соловьев В.И., Орешкин Д.В., Ткач Е.В., Баландина И.В. Ткач С.А.* Объемная гидрофобизация – эффективный путь повышения качества и конкурентоспособности бетона//Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым инженерлік академиясының хабаршысы. 2014. № 1. С. 66.
6. *Ляпидевская, О. Б.* Бетоны. Технические требования. Методы испытаний. Сравнительный анализ российских и европейских строительных норм. Учебное пособие/ О.Б. Ляпидевская, Е.А. Безуглова. -М.: МГСУ, 2013. -120 с.

ВЫСКОПРОЧНЫЙ БЕТОН

В настоящее время массовое строительство высотных зданий, мостов, тоннелей, дорог требует применения значительного объема строительных материалов, наиболее соответствующих своим технико-экономическим показателям. Анализ научно-технической литературы показал, таким материалом является высокопрочный бетон. При сопоставлении с традиционными строительными материалами, высокопрочный бетон находится вне конкуренции благодаря таким свойствам как: высокая механическая прочность, газонепроницаемость, водонепроницаемость, коррозионная стойкость, стойкость к воздействию агрессивной среды и к истиранию.

Известно, что бетон имел широкое применение еще в Древнем Риме. Спустя столетия из-за увеличения населения планеты и глобальной урбанизации, а также мощнейшего технического прогресса, возникла необходимость в высокопрочных материалах. Термин «высокопрочный бетон» был введен в 1929 году в Америке. Там же впервые были получены бетоны с прочностью на сжатие 130 МПа в лабораторных условиях в 30-е годы, при исследовании новых его составов. В Европе они появились в 40-е годы.

На сегодняшний день к высокопрочным относят бетоны с прочностью на сжатие 60 МПа и выше. Для их изготовления разработаны определенные нормы и правила, которым необходимо следовать при создании бетона той или иной прочности.

Именно структура определяет свойства бетона, в особенности структура цементного камня, поэтому необходимо крайне внимательно отнестись к процессу ее формирования [1]. Важными этапами при создании бетона с требуемыми свойствами являются: подбор сырья, расчет состава, приготовление, укладка и уплотнение смеси, схватывание и твердение.

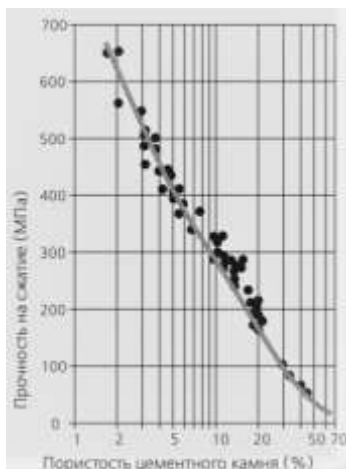


Рис. 7. Принципиальная зависимость между пористостью и прочностью на сжатие цементного камня

Для создания высокопрочного бетона, его пористость должна быть минимальна, а прочность цементного камня должна иметь высокие показатели. Это достигается за счет водоцементного отношения. Значение В/Ц варьируется в пределах от 0,35 до 0,20 [2]. Принципиальная зависимость между пористостью и прочностью на сжатие представлена на рис. 1. Нижний предел определяется достаточной удобоукладываемостью, которая в реальных условиях достигается лишь за счет увеличения содержания вяжущего и добавления пластификатора. Применение пластификаторов в качестве химических добавок является обязательным при изготовлении высокопрочного бетона [4, 5]. Также используют минеральные добавки: микрокремнезем, зола-унос каменного угля, метакраин, нанокремнезем (кремневая кислота) и каменная мука [2].

В качестве вяжущего вещества возможно применение любых стандартных цементов, но лучше всего себя зарекомендовал портландцемент с низким содержанием трехкальциевого алюмината (C_3A). Продукт твердения C_3A имеет повышенную пористость, низкие прочность и долговечность, при его высоком содержании невозможно создание качественного высокопрочного бетона.

Ощутимое влияние на структуру и свойства бетона оказывает заполнитель. Зерна заполнителя должны обладать высокой прочностью и по возможности высоким модулем упругости, а также хорошим сцеплением с матрицей цементного камня. Диаметр самого крупного зерна должен колебаться в пределах от 8 до 16 мм [1]. Для достижения необходимой прочности рекомендуется использовать мелкий базальтовый, габбровый или гранитный щебень.

Основные требования к высокопрочному бетону освещены в ГОСТе 26633-2015 «Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия». Затвердевший бетон должен обеспечивать предельную прочность на сжатие, выдерживать заявленное количество циклов по морозостойкости, иметь водонепроницаемость не менее W10, плотную структуру и низкую истираемость, водопоглощение не более 1% [6].

Переход на применение высокопрочного бетона в строительстве является мировой тенденцией [3]. Одним из наиболее ярких зарубежных примеров использования высокопрочного бетона, при возведении сооружений, является виадук вантовой системы, расположенный во Франции не-



Рис. 2. Мост Мийо, Франция.

подалеку от города Мийо, имеющий внушительной высоты опоры из высокопрочного бетона. В России также имеется опыт применения высокопрочного бетона - в городе Москва при строительстве комплекса высотных зданий «Москва - Сити».

Производство высокопрочного бетона осложняется его высокой стоимостью. Снижения стоимости можно добиться использованием рационально подобранного состава смеси, местного сырья и промышленных отходов, также за счет использования отходов повысится его экологические преимущества. В связи с этим в ближайшее время применение высокопрочного бетона будет возрастать за счет его уникальных свойств.



Рис. 3. «Москва - Сити», Россия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Баженов Ю.М., Чернышов Е.М., Коротких Д.Н.* Конструирование структур современных бетонов: определяющие принципы и технические платформы //Строительные материалы. 2014. № 3. С. 6-14.
2. *Ваучский М.Н., Иванов А.Н.* //Высокие технологии XXI века. Строительная газета. № 1 (10012). 1 января 2009.
3. *Яковлев Г.И., Федорова Г.Д., Полянских И.С.* Высокопрочный бетон с дисперсными добавками //Промышленное и гражданское строительство. 2017. № 2. С. 35-42.
4. *Нгуен Тхе Винь Т.В., Нгуен Динь Чинь Д.Ч., Баженов Ю.М* Разработка органоминеральных модификаторов для получения высокопрочных бетонов с компенсированной усадкой//Вестник МГСУ. 2012. № 1. С. 72-76.
5. *Ляпидевская О.Б., Безуглова Е.А.* Бетоны. Технические требования. Методы испытаний. Сравнительный анализ российских и европейских строительных норм. -М.: МГСУ, 2013. -120 с.
6. ГОСТ 26633-2015 «Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия».

НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗОЛЫ И ШЛАКОВ ТЭС В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

При сжигании твердого топлива в тонкодисперсном состоянии на тепловых электростанциях (ТЭС) образуется несоргаемый остаток - зола и шлак. Как правило, минеральная часть топлива содержит глинистые минералы, кварц, полевые шпаты, оксиды и гидроксиды железа, кальцит, магнезит, слюды, сульфиды железа и др. Эти минералы в процессе сжигания топлива изменяются, вступают в реакции друг с другом и образуют новые соединения, в результате чего образуются золы и шлаки различного химического и минерального состава в зависимости от температуры сжигания топлива (1200-17000С) и состава его минеральной части [1].

Более 80% минеральной части угля переходит в золу, остальные 20% образуют шлак. К золе относят частицы менее 1 мм (по некоторым классификациям менее 0,315 и даже менее 0,16 мм), а размер самых ценных с точки зрения использования сферических частиц с остеклованной поверхностью колеблется от нескольких микрометров до 50-60 мкм. Зола уносится из топки с дымовыми газами и улавливается из них при очистке в золоуловителях. Размер зерен шлака от 1 до 40-50 мм; он образуется в результате слипания размягченных частиц золы в объеме топки и накапливается в шлаковом бункере [1].

Среди многотоннажных промышленных отходов золы и шлаки ТЭС занимают одно из первых мест по объемам выхода. Ежегодно в РФ их образуется примерно 30 млн т [2], а утилизируется не более 10% (по некоторым данным, 3-5%) от этого количества. Остальное поступает в отвалы, в которых уже накоплено 1,5- 2,0 млрд т этих отходов, а площадь отвалов составляет около 20 тыс. кв. км. Сконцентрированные в отвалах отходы отрицательно влияют на все компоненты окружающей среды.

Работы по использованию золошлаковых отходов в производстве строительных материалов ведутся давно, но интерес к ним не ослабевает, так как составы и свойства их таковы, что допускают использование при изготовлении практически всех строительных материалов и изделий (рис. 1). Ни один другой вид многотоннажных отходов промышленности не имеет такого широкого спектра применения. Что же мешает их широкому использованию?

Из дымовых газов золу извлекают с помощью золоуловителей: циклонов, батарейных циклонов, скрубберов, электрофильтров. Все они

имеют разную эффективность очистки и улавливают частицы определенной крупности. Из бункеров золоуловителей на большинстве отечественных ТЭС зола удаляется простым и надежным гидравлическим способом, когда уловленные различными устройствами фракции золошлаковых отходов поступают в единую систему гидроудаления. В результате в отвалы сбрасывается неоднородная по составу и свойствам шлакозольная пульпа, которая к тому же неравномерно распределяется по площади отвала. Все это затрудняет использование таких отходов [1].

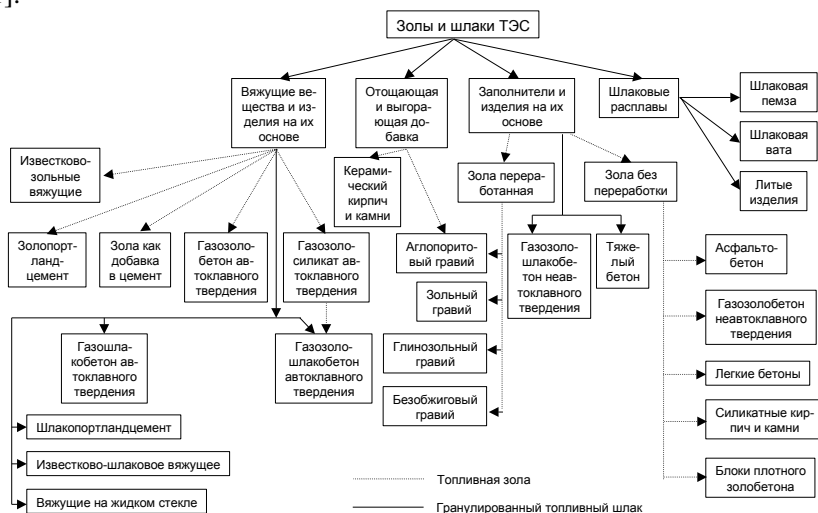


Рис. 1. Направления использования зол и шлаков ТЭС в производстве строительных материалов

Несравненно более качественные продукты можно получить путем сухого отбора золы (пневматическим способом) непосредственно из электрофильтров и циклонов, а шлака – от котлоагрегата. Сухой способ в наилучшей степени удовлетворяет технологическим требованиям при использовании зол в производстве строительных материалов. При сухом отборе отходов резко сократятся площади отвалов, на устройство и содержание которых затрачиваются немалые средства.

Переход на новые эффективные системы улавливания и отбора золошлаковых материалов позволяет получать кондиционные продукты, разнообразные по составу, свойствам, гранулометрическим характеристикам, которые составляют конкуренцию традиционному природному сырью. Среди таких новых продуктов наибольший интерес представляют так называемые алюмосиликатные полые микросферы (АПМС) - мельчайшая фракция золы-уноса [3]. Их состав и строение таковы, что

позволяют придавать уникальные свойства различным материалам. Микросферы имеют диаметр от 10 до 500 мкм, толщина стенки микросфер 2-10 мкм, а их насыпная плотность - 580-690 кг/м³. Содержание алюмосиликатных полых микросфер в золе очень небольшое - десятые доли процента, однако на крупных теплоэлектростанциях их "выработка" может достигать нескольких тысяч тонн в год.

Несмотря на относительную новизну этого направления применения золы предложен целый ряд вариантов использования АСПМ: для изготовления сверхлегких цементных растворов и бетонов, в том числе высокопрочных, теплоизоляционных жаростойких бетонов, для получения облегченных тампонажных материалов, огнеупорной керамики, а также при изготовлении красок, грунтовок, антикоррозийных покрытий, полимерных материалов (сферопластики) различного назначения, композитных материалов в автомобилестроении и др.

Есть и другие новые интересные направления работы с золшлаковыми отходами: изготовление строительной керамики только лишь из золы без использования глины, получение ферросплавов, извлечение из золы ценных металлов - Zn, V, Ge, Au и др.

Таким образом, вопросы использования зол и шлаков ТЭС в производстве строительных материалов представляют неослабевающий интерес, что связано с целым рядом особенностей их образования, состава, свойств. Вовлечение новых углей, использование новых режимов сжигания топлива, совершенствование способов улавливания и отбора золы и шлака открывают новые перспективы работы по использованию этих отходов при изготовлении строительных материалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Данилович И.Ю., Сканава Н.А.* Использование топливных шлаков и зол для производства строительных материалов: Учеб. пособие для СПТУ.- М.: Высш. шк.,1988. -72 с.
2. Государственный доклад "О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году".- Минприроды России.- Декабрь 2018.
3. *Иноземцев А.С., Королев Е.В.* Полые микросферы - эффективный наполнитель для высокопрочных легких бетонов.//Промышленное и гражданское строительство: журнал- 2013.-№ 10.- с.80-83. ISSN 0869-7019.

СЕКЦИЯ ПРИКЛАДНОЙ ХИМИИ

Студентка 4 курса 36 группы ИСА Кольцова Е.И.

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

ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА - 150 ЛЕТ

«Периодическому закону будущее не грозит разрушением, и только надстройкой и развитием обещается» – Дмитрий Иванович считал, что за систематизацией развитие науки.

Ровно 150 лет назад 1 марта (17 февраля) 1869 года, в возрасте 35 лет, Дмитрий Иванович Менделеев открыл Периодический закон, который впоследствии способствовал созданию Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева. В честь такого фундаментального для науки открытия 2019 год Генеральная ассамблея ООН объявила международным годом Периодической таблицы химических элементов.

К моменту открытия Периодического закона учеными было сделано более 50 попыток систематизировать элементы по разным признакам, но все они были недостаточно удобными. Так, одна из первых попыток была сделана в 1808 году Джоном Дальтоном. Он составил перечень химических знаков некоторых элементов и их атомных весов. Но этот список не содержал повторяющихся групп с элементами.

Предпринял попытку и шведский химик Й.Я. Берцелиус в 1814 г. Он разделил все элементы на металлы и неметаллы на основе различий в свойствах образованных ими простых веществ и соединений. Такое разделение определило, что металлам соответствуют основные оксиды и основания, а неметаллам – кислотные оксиды и кислоты [1]. Получилось всего 2 больших группы, которые не учитывали наличие амфотерных оксидов и гидроксидов у некоторых металлов.

Также попытку предпринял и немецкий химик И.В. Дёберейнер, который в 1829 году объединил некоторые сходные по своим свойствам элементы в четыре триады: Li, Na, K; Ca, Sr, Ba; P, As, Sb; S, Se, Te; Cl, Br, I. У среднего элемента каждой триады масса равна арифметической массе двух крайних элементов. Такая закономерность подтвердила мысль об определенной связи между атомными массами и свойствами элементов. Систематизировать остальные известные в то время элементы он не сумел.

Французский ученый А. Бегье де Шанкуртуа (1862 г.) в своей попытке элементы расположил по спирали (спираль Шанкуртуа) или в порядке возрастания их атомных масс образующей цилиндра. Это по-

зволило заметить сходство свойств веществ, образуемых элементами, если они попадают на одну и ту же вертикальную линию цилиндра, располагаясь один под другим. Основным недостатком Спирали было то, что в вертикальную группу химических элементов попадали не имеющие ничего сходного с ними химические элементы.

Испытал удачу и английский ученый Дж.А. Ньюлендс в 1865 году. Расположив элементы в порядке возрастания их атомных масс, он обнаружил, что каждый восьмой элемент имеет сходство со свойствами первого (закона октав). Такая аналогия к формулировке Периодического закона была близка, но Ньюлендс не смог объяснить обнаруженную закономерность: в таблице не было места для неоткрытых элементов.

Ученые старались создать завершенную картину без места для неоткрытых элементов, а Д.И. Менделеев рассматривал остававшиеся пустыми клеточки Таблицы (знаки вопроса на рис.1), как важнейшие ее составляющие, что сделало возможным предсказывать открытие еще неизвестных элементов и их свойств.

Во время преподавания в Петербургском университете Д.И. Менделеев раздумывал над тем, как подать и систематизировать материал таким образом, чтобы знания о химических свойствах элементов не выглядели набором разрозненных фактов.

В своей работе ученый опирался на атомные массы (атомные веса) элементов, хотя строение атома тогда было ещё не изучено. В процессе определения их иерархии, а на тот момент их было 63, Д.И. Менделееву удалось сформулировать фундаментальный закон природы, расположив их в порядке возрастания: свойства простых тел, а также формы и свойства соединений элементов находятся в периодической зависимости от величин атомных весов элементов. Сегодня этот закон получил название Периодического и звучит так: свойства простых веществ, а также свойства и формы соединений элементов находятся в периодической зависимости от заряда ядра атомов элементов (порядкового номера). Эти формулировки совершенно не противоречат друг другу: место понятия «атомный вес» заняло понятие «заряд ядра».

В 1868 году Д. И. Менделеев установил, что существует связь между элементами с разными свойствами, изменяющимися с возрастанием их атомной массы, и в периодическом повторении изменений.

Изначальный вариант Таблицы был представлен в виде графически выраженного Периодического закона, и впервые был опубликован в виде листка под названием: «Опыт системы элементов, основанной на их атомном весе и химическом сходстве».

В 1871 году, в итоговой статье «Периодическая законность



Рис. 8. Первый вариант Периодической таблицы.

щелочноземельных металлов (начинается с Be), были перенесены с крайней правой стороны на левый край таблицы. В результате получилась не удобная для пользования длиннопериодная Таблица. Поэтому, для удобства, f-элементы выносились за пределы основной таблицы и помещались под ней. Так появился вариант известной сегодня Периодической таблицы.

С момента появления Периодического закона химия перестала быть описательной наукой. Как образно заметил известный русский химик Н.Д. Зелинский, Периодический закон явился «открытием взаимной связи всех атомов в мироздании».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Миттова И.Я., Самойлов А.М. История химии с древнейших времен до конца XX века: Учебное пособие. В 2 т. – Долгопрудный: «Интеллект», 2009. – Т.1. – 343с.
2. Корольков Д.В. Основы неорганической химии. – М.: Просвещение, 1982.– 271с.
3. Менделеев Д.И. Новые материалы по истории открытия периодического закона. – М. –Л.: Изд-во Акад. наук СССР,1950. – 145с.

химических элементов» Менделеев опубликовал сокращённый вариант Таблицы.

Спустя время, Шарль Жане, предложил вариант, основанный на использовании недавно открытой квантовой теории: расположение элементов, основанное на электронных конфигурациях. В Таблице Жане оставил 120 свободных клеток для элементов, несмотря на то что в то время было известно только 92 элемента (сегодня – 118).

В этой Таблице группа щелочных металлов (начинается с Li), и группа

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ СИЛИКАТОВ

Водные растворы силикатов широко используются в промышленности и строительстве (клеи, кислотоупорные бетоны, теплоизоляционные материалы и многое другое). В настоящее время известны 4 вида водорастворимых силикатов: щелочные силикаты (ЩС), четырехзамещенные аммониевые силикаты (ЧЗАС), аминосиликаты (АС) и металлокомплексные силикаты (МКС) [1]. В промышленных масштабах изготавливаются только ЩС (в основном, силикаты натрия и калия), в также – в значительно меньших масштабах – ЧЗАС.

Третий тип водорастворимых силикатов – аминосиликаты, то есть силикаты с катионом аммония, в котором один или два атома водорода замещены на углеводородные радикалы. Метод их получения был разработан в МИСИ в 80-х годах [2]. Он состоит в растворении твердой поликремневой кислоты в водных растворах алифатических аминов, которые значительно сильнее как основания, чем аммиак.

Зависимость растворимости кремнезема показана на рисунке 1. Растворимость кремнезема в растворах аминов имеет немонотонный характер, причина которого еще не выяснена окончательно. Вблизи максимума растворимости получают растворы с достаточно высокой концентрацией кремнезема, порядка 10-25%.

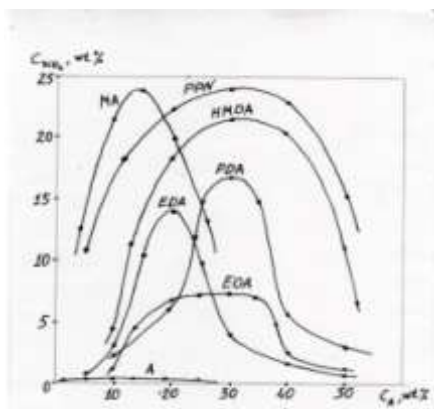


Рис. 9. Зависимость растворимости SiO_2 в водных растворах аминов от массовой доли амина в растворе

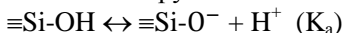
Растворы МКС также получают только в лаборатории взаимодействием оксида металла-комплексообразователя со смесью NH_4OH или амина с коллоидным раствором кремнезема или растворением в водном растворе амина твердой поликремневой кислоты и оксида металла-комплексообразователя. Оба последних типа (АС и МКС) водорастворимых силикатов были предложены к использованию в производстве негорючих теплоизоляционных материалов.

Известно, что в водных раство-

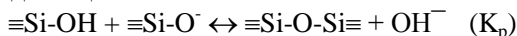
рах любых типов силикатов при средней и высокой концентрации происходит процесс поликонденсации силикатных анионов с образованием олигомерных или полимерных частиц [1]. Конечным продуктом поликонденсации в растворе являются высокополимерные анионы, например, метасиликат (один из его типов – волластонитовая цепочка) и диметасиликат (один из типов – каолининовая сетка).

В водных растворах силикатов могут иметь место пять типов ионно-молекулярных равновесий с соответствующими значениями констант равновесия, в свою очередь, зависящих от температуры. Это:

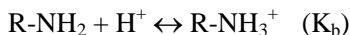
1. Диссоциация силанольных групп:



2. Поликонденсация силикатных анионов:



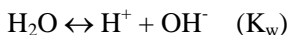
3. Протонизация амина :



4. Распад комплексного катиона:



5. Диссоциация воды:



В растворах ШС и ЧЗАС существуют равновесия 1, 2 и 5, в растворах АС – 1, 2, 3 и 5, в растворах МКС – 1, 2, 4 и 5.

Для описания существенных химических и физико-химических свойств водных растворов силикатов (кроме МКС) в МГСУ на кафедрах ОХ (до 2017г.) и СМиМ (после 2017г.) проводилась разработка математических моделей водных растворов силикатов различной сложности. Главным допущением этих моделей является независимость величин K_a и K_p от структуры и степени полимеризации силикатных анионов. Последняя модель [3] отличается от предыдущих более полным учетом баланса катионов и анионов в растворе, что несколько усложнило расчеты (в разумных пределах), зато позволило включить в рассмотрение, кроме щелочных растворов, также растворы силикатов и кремневых кислот с нейтральной и слабокислой реакцией.

Входными параметрами модели являются: химический состав раствора, т.е молярные концентрации кремнезема и катиона, а также значения четырех констант равновесия (K_a , K_p , K_b и K_w) и тепловые эффекты соответствующих реакций. На выходе получались: величина pH раствора, средняя основность силикатных анионов, а также концентрации различных полимеризационно-гидролизных структур.

Примером возможности описания математической моделью экспериментально установленных эффектов является график в координатах pK_a (ось абсцисс) – pK_b (ось ординат), представленный на рис.2. На всем поле графика правильно описывается реологическая аномалия

(прямая зависимость вязкости от температуры) в растворах АС, в синей и зеленой зонах – экспериментально доказанный мономерный характер кремневой кислоты в разбавленных водных растворах, в желтой и зеленой зонах – правильно воспроизводятся величины рН коммерческих образцов жидкого стекла. Таким образом, все три эффекта правильно описываются в зеленой зоне графика.

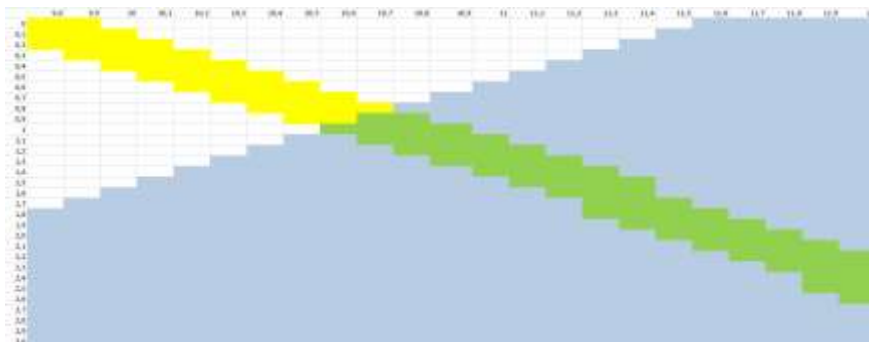


Рис. 2 математическая модель водных растворов силикатов

Разработанная модель позволяет объяснить структуру и физико-химические свойства водных растворов силикатов и кремневых кислот. Показана возможность количественного описания с одним набором входных параметров трех нетривиальных, но экспериментально установленных эффектов:

- реологической аномалии в водных растворах АС;
- ее отсутствия в водных растворах ЦС и ЧЗАС;
- мономерную структуру кремневой кислоты в разбавленных водных растворах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Айлер Р.К.* Химия кремнезема, ч. 1. М.: Мир, 1982.
2. *Сидоров В.И., Хрипунков А.Н., Малявский Н.И.* Получение и исследование водных растворов силикатов некоторых алифатических аминов. Журнал прикладной химии, 1989, Т. 62, №4, С. 901-904.
3. *Maliavski N., Zhuravlova O.* Calculation of polycondensation equilibria in aqueous solutions of silica and silicates. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2018, Vol. 4, Issue 6 (94), P. 48-55.

*Студенты 4 курса 32 группы ИСА Смирнова А.М., Сосновский Н.Ю.
Научные руководители – доц., канд. хим. наук, доц. Л.С. Григорьева,
канд. техн. наук М.Г. Бруяко*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ НА СВОЙСТВА ВОДЫ

На данный момент использование и применение вяжущих веществ является неотъемлемой частью строительства. Изготовление растворов на основе минеральных вяжущих невозможно без использования воды.

От количества воды затворения и ее свойств зависят реологические характеристики изготавливаемого раствора, скорость гидратации, время твердения и набора прочности, а также показатели уже готового материала, его прочность и пористость [1,2].

В связи с этим актуальным является исследование способов модификации свойств воды и систем затворения на ее основе.

Воздействие на свойства воды могут быть химическими и физическими. Примеры физического воздействия: механическое, магнитное, электрическое, температурное, звуковое и другие. Методы модификации также могут оказывать комплексное влияние.

На данный момент известны несколько способов модификации воды, отличных между собой по принципу воздействия. Одним из наиболее известных является метод омагничивания. В основе данной обработки лежат определенные изменения физико-химических и физических свойств за счет пропускания воды через магнитное поле, а именно увеличивается скорость химических процессов, интенсифицируются процессы коагуляции примесей, снижается выпадение солей из воды. Метод ультразвуковой модификации оказывает влияние на свойства воды за счет звукового воздействия, проходя сквозь воду, звуковая волна расходует свою энергию на продольные колебательные смещения кластеров и несвязанных молекул воды. Данное воздействие звукового и ультразвукового диапазонов уменьшает концентрацию малых и средних кластеров и приводит к формированию более крупнозернистой структуры воды [3].

Существует также физико-химический способ модификации при помощи низкотемпературной неравновесной плазмой (НТНП). Принцип действия заключается в пропускании потоков жидкости через ионизированный газ, образованный пропусканием сжатого воздуха в области разряда.

Обработка происходит под влиянием нескольких факторов. Внутри электрического поля вода подвергается воздействию свободными электронами, образованными электрическим пробоем. Данное воздействие

приводит к разрушению кластеров и разложению их на менее крупные образования и свободные молекулы, которые повышают активность воды. Дополнительное влияние оказывает высокая концентрация свободных частиц, вызванная ионизацией газа под действием локального нагрева. Данные ионы вступают в реакцию с обрабатываемыми компонентами, приводя к появлению новообразований. При обработке низкотемпературной плазмой происходит комплексная модификация благодаря электромагнитному, тепловому, волновому и механическому воздействиям. В процессе исследования, основной задачей для нас являлось изучение изменений показателей воды до и после плазмохимической обработки. Основными контролируруемыми параметрами были выбраны кислотность, окислительно-восстановительный потенциал (ОВП), температура и жесткость. Измерение кислотности проводилось при помощи рН-метра KL-009(I). Окислительно-восстановительный потенциал воды измерялся прибором ORP-2069. Определение уровня минерализации воды осуществлялись прибором TDS метр 3. Измерения показаний проводились в соответствии со стандартными методиками указаний по использованию приборов. Для выявления степени влияния обработки в низкотемпературной неравновесной плазме на свойства воды сравнивались показатели воды до обработки и после, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Результаты измерений

Номер	Температура, С°	рН	ОВП, мВ	TDS, мг/л
Контрольная				
1	23	7,9	210	183
2	23	7,8	204	180
3	23	7,8	209	183
4	23	7,8	210	182
Итого:	23	7,8	208	182
Плазмомодифицированная				
1	23	8,3	189	175
2	23	8,3	189	178
3	23	8,1	187	178
4	23	8,3	188	176
Итого:	23	8,3	188	177

В следствие плазмомодификации воды наблюдалось увеличение водородного показателя, уменьшение окислительно-восстановительного потенциала и изменение концентрации солей.

Были проведены испытания по определению зависимости свойств гипсового вяжущего от свойств воды, для этого измерялись скорость схватывания и водопотребность гипса. Испытания проводились в соот-

ветствии с ГОСТ 23789-2018 «Вяжущие гипсовые. Методы испытаний». В качестве испытываемого материала был взят алебастр марки Г-5 Б II в соответствии с ГОСТ 125-79 «Вяжущие гипсовые. Технические условия». Результаты испытаний представим в таблице 2.

Таблица 2

Характеристики гипсовой смеси

Номер	В/Ц	Начало схватывания, с	Конец схватывания, с
Контрольный			
1	0,7	393	573
2	0,7	390	600
3	0,7	368	578
Модифицированный			
1	0,6	236	326
2	0,6	221	311
3	0,6	234	324

Результаты проведенных исследований показали ускорение начала и сокращение сроков схватывания, уменьшение количества необходимой воды затворения, с сохранением прочностных характеристик.

Согласно полученным данным можно сделать вывод, что изменение свойств плазмохимическим методом влияет на показатели гипсовых вяжущих. Данное исследование показывает существенную зависимость вяжущих от характеристик воды затворения и открывает перспективы дальнейшего исследования данного направления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ермолаев Ю.М., Радионов Б.Н., Родионов Р.Б., Стехин А.А., Чистов Ю.Д.* Повышение прочности пенобетона при использовании структурированной воды // *Технология бетонов.* 2006. №2. С. 54-55.
2. *Радионов Б.Н., Стехин А.А. и др.* О релаксации свойств активированной воды и применение ее в строительстве. // *Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века.* 2007. №9. С. 24-25.
3. *Коваленко В.Ф., Глазкова В.В.* Влияние акустических волн на структурные свойства воды. // *Биомедицинская инженерия и электроника.* 2013. №3. С. 2-14.

ПЛАЗМОХИМИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ ВОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОБИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Человеческая жизнь и его деятельность напрямую зависят от воды. Человек сам более чем на половину состоит из воды, он употребляет ее в качестве питья, использует в быту, обеспечивает ей санитарно-гигиенические условия в местах своего пребывания, с водой он может связывать свой досуг или применять ее в профессиональной деятельности от сельского хозяйства до строительства.

Возможная область применения воды определяется ее характеристиками. Техническую воду не стоит применять в качестве питьевой, а дистиллированная вода будет не лучшим выбором для применения в строительстве и сельском хозяйстве. Для каждой цели вода должна обладать определенными свойствами, которые в первую очередь зависят от качественного и количественного состава примесей, содержащихся в ней. Другим значимым фактором, оказывающим влияние на свойства воды, является ее кластерное строение. В зависимости от сложности и формы выстроившихся с помощью водородных связей ассоциатов меняется степень межмолекулярного взаимодействия молекул воды, что в значительной мере влияет на ее физико-химические характеристики.

Разработка методов по изменению характеристик воды может оказаться перспективным направлением для исследований. Одним из наиболее востребованных процессов в данном направлении является очистка вод, однако, традиционные способы очистки являются довольно трудоемкими процессами, включающим в себя множество этапов.

Одной из наиболее важных может оказаться задача по очистке сточных вод. Недостаточно очищенные выброшенные в окружающую среду сточные воды могут стать причинами экологических катастроф разного размера.

Особенно остро данная проблематика может выражаться в очистке вод от биологических примесей, в том числе, включающих в себя болезнетворные бактерии. Сброс таких вод в водоемы может оказать значительное пагубное влияние на здоровье примыкающих к нему населенных пунктов.

Одной из важнейших задач при очистке сточных вод является удаление биогенных химических соединений азота и фосфора, наличие которых обусловлено, в первую очередь, попаданием в воды удобрений и пестицидов.

В связи с высокой стоимостью и трудоемкостью возведения классических водоочистных систем в отдаленных районах со слабо развитой инфраструктурой данные сооружения могут оказываться дефицитными, что обуславливает необходимость в поиске более компактных и простых систем очистки сточных вод.

Решением данного вопроса могут оказаться мобильные установки по очистке воды [1,2]. Учитывая высокие объемы потребления воды деятельностью человека, возникает интерес разработок энергоэффективных методов по ее очистке сточных вод. К таким методам можно отнести использование ультразвука, магнитной обработки, ультрафиолетового излучения[3], а также плазмообработки[4]. Низкотемпературная неравновесной плазмы (НТНП) способна оказать комплексное влияние на обрабатываемую воду, начиная от химического и заканчивая целом спектром физических воздействий. В данной работе проводилось исследование эффективности плазмохимического воздействия от мобильной установки для очистки сточных вод. В качестве модельного раствора была использована вода с добавлением «пептона основного сухого» в качестве питательной среды для накопления холеры вибриона.

Данный модельный раствор был пропущен через поле плазмы на установке для плазмохимической обработки воды, описанной на рисунке 1.

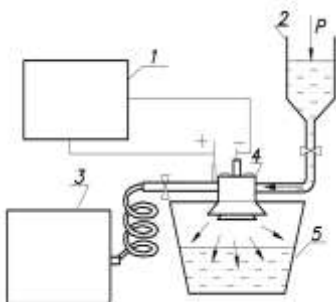


Рис. 1. Схема установки плазмохимической обработки.

1 – высоковольтный источник (с выходным напряжением 220В и частотой 50Гц), 2 – патрубок подачи воды, 3 – компрессор, 4 – плазмохимический генератор, 5 – приемный накопитель для обработанной воды

После обработки отобранные образцы (обработанный и контрольный) были исследованы в лаборатории НОЦ «ВИВ» НИУ МГСУ в соответствии с методиками, указанными в таблице 1.

Таблица 1

Результаты химического анализа проб

Показатель	Размерность	Концентрация		МВИ
		Контр.	Плазм.	

Аммоний-ион	мг/дм ³	41,8	25,5	ПНД Ф.14 1.2.4.262-10
Азот аммонийный	мг/дм ³	36,1	17,9	По расчету
Фосфат-ионы	мг/дм ³	5,11	2,55	ПНД Ф 14.1.2.248-07
Фосфор фосфатов	мг/дм ³	1,42	0,76	По расчету
БПК ₅	мг/дм ³	108,4	19,9	ПНД Ф 14.1.2.4.154-99

Результаты исследований показали значительное понижение ионов азота и БПК₅. Также было продемонстрировано частичное снижение содержание фосфатов и фосфат-ионов.

Небольшие габариты установки и малое энергопотребление при производительности до 200 литров в час позволяют судить об эффективности использования данной системы с целью очистки сточных вод.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Муллакаев М.С., Абрамов В.О., Векслер Г.Б.* Мобильный сонохимический комплекс очистки сточных вод // Сб. научных трудов VI-ого Международного научно-технического Симпозиума «Современные энерго- и ресурсосберегающие технологии СЭТТ - 2017». 2017. С. 125-129.
2. *Ероцев С.Ю.* Мобильная станция комплексной очистки воды // патент на полезную модель RUS 94570 24.02.2010.
3. *Матафонова Г.Г., Батоев В.Б.* Энергоэффективность очистки природных и сточных вод от органических микрополлютантов уф излучением эксилампы. // Успехи современного естествознания. 2016. № 11. С. 23-27.
4. *Бруяко М.Г., Григорьева Л.С.* Передвижная установка для водоподготовки и очистки сточных вод // Научно-технический вестник Поволжья. 2018. № 10. С. 69-71.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ НОВОГО МАТЕРИАЛА ПУТЁМ ГОРЯЧЕГО ПРЕССОВАНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Синтетические материалы конструкций повышенной прочности характеризуются либо слишком высоким весом, либо сложной технологией производства, что приводит к высокой стоимости (например материалы на основе полимера и бionических композитов). Натуральная древесина это дешёвый и легкодоступный материал, который использовался тысячелетиями как материал для строительства. Но механические характеристики натуральной древесины не являются удовлетворительным для множества передовых инженерных конструкций. Для повышения прочностных показателей деревянных конструкций обычно используется предобработка паром при высокой температуре, аммиаком, а также холодная прокатка, после этого следует уплотнение материала, что приводит к улучшению механических характеристик натуральной древесины [1]. Но перечисленные выше методы приводят к неполному уплотнению, что обуславливает недостаток структурной прочности, особенно во влажных условиях, и древесина, обработанная таким способом, может разбухнуть и утратить прочность.

Натуральная древесина содержит много трубчатых каналов диаметром 20-80 мкм вдоль направления роста древесины. Химическая обработка приводит к существенному сокращению содержания лигнина / гемицеллюлозы в натуральной древесине, и незначительному уменьшению содержание целлюлозы, в основном из-за разной устойчивости этих трех компонентов к раствору NaOH / Na₂SO₃. При частичном удалении лигнина и гемицеллюлоз из стенок древесных клеток древесина становится более пористой и менее жесткой.

При горячем прессовании (при 100°C) в перпендикулярном направлении по отношению к росту волокон, стенки пористых древесных ячеек полностью сжимаются, в результате чего уплотненный кусок дерева уменьшается примерно до 20% от изначального объема, при этом плотность увеличивается в три раза. Уплотненная древесина имеет уникальную микроструктуру: полностью разрушенные стенки древесных клеток плотно переплетаются вдоль их поперечного сечения и плотно komponуются вдоль направления волокон [2]. Напротив, чистое горячее прессование натурального дерева без частичного удаления лигнина / гемицеллюлозы может лишь слегка уплотнять древесину, оставляя много промежутков между сжатыми стенками клеток.

Механические свойства уплотненной древесины не только значительно превосходят механические свойства натуральной древесины, но также превосходят механические свойства многих широко используемых конструкционных материалов (например, пластмасс, стали и сплавов). Уплотненная древесина демонстрирует рекордно высокую прочность на разрыв 587 МПа, что в 11,5 раз выше, чем у необработанной натуральной древесины, а также намного выше, чем у типичных пластмасс (таких как нейлон, поликарбонат, полистирол и эпоксидная смола) и других уплотненных древесин. Прочность на изгиб уплотненной древесины примерно в 6 раз и в 18 раз выше, чем у натуральной древесины вдоль и перпендикулярно направлению роста, соответственно. Прочность на сжатие уплотненной древесины примерно в 5,5 раз и в 33-52 раза выше, чем у натуральной древесины вдоль и поперек волокон [2]. Частичное удаление лигнина позволяет обеспечить максимальную плотность полученной древесины с наилучшей прочностью на разрыв, работой разрушения и осевой прочностью на сжатие. Без удаления лигнина не возможно с помощью горячего прессования натуральной древесины добиться компактной упаковки волокон. Однако полное удаление лигнина приводит к образованию древесины, которая может быть легко измельчена во время горячего прессования, вероятно, из-за отсутствия связующего.

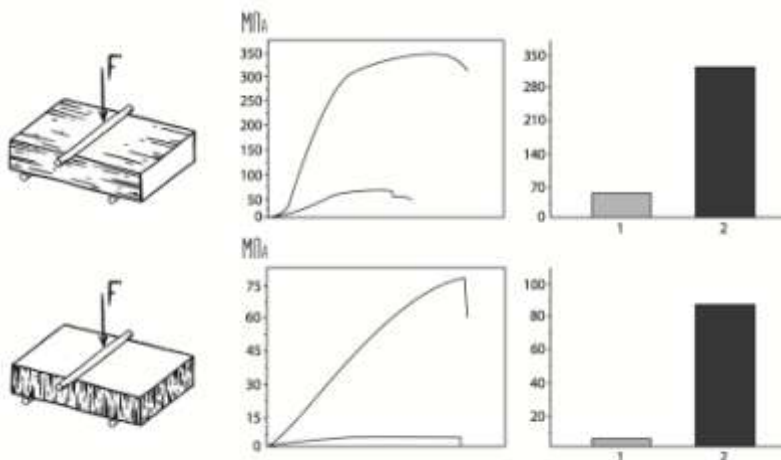


Рис. 1. Прочностные испытания [2]

1. Натуральная древесина 2. Модифицированная древесина

В своей работе мы рассматриваем трехстадийный метод трансформации натуральной древесины в высокопроизводительный конструкционный материал с более чем десятикратным увеличением прочности.

Трехстадийный процесс включает частичное удаление лигнина и гемицеллюлозы из натуральной древесины с помощью процесса кипячения в водной смеси NaOH и Na₂SO₃ с последующей обработкой в растворе боразотных соединений [3] и горячим прессованием, что должно привести к полному коллапсу клеточных стенок и значительному уплотнению натуральной древесины. Такая обработка универсальна для любых пород. Мы предполагаем, что переработанная таким образом древесина лиственных пород будет иметь более высокие прочностные показатели, 100%-ную биостойкость (за счет введения боразотных соединений в состав материала), это сделает ее дешевой, высококачественной альтернативой основным конструкционным материалам.

На основании проведенных теоретических исследований можно сделать следующие выводы. Древесина лиственных пород может успешно применяться в современных строительных технологиях благодаря физико-химическому модифицированию. Горячее прессование предварительно модифицированной боразотными соединениями лиственной древесины способно обеспечить высокую механическую прочность, а использование боразотных модификаторов – 100%-ную биостойкость. Проведенные теоретические исследования лягут в основу дальнейших экспериментальных исследований и, мы надеемся, повысят объемы использования древесины лиственных пород в строительстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кошелева Н.А., Шейкман Д.В.* Улучшение эксплуатационных свойств древесины лиственных пород с целью расширения области ее применения / Н.А. Кошелева, Д.В. Шейкман / Труды БГТУ № 2 (166) БГТУ. – Минск. - 2014 – 235-237 с.
2. *Dong-Li Li, Sheng-Bo Ge, Wan-Xi Peng* Chemical structure characteristics of wood/lignin composites during mold pressing// Polymer composites, Volume 38, May 2017, p. 955-965.
3. *Котенева И.В.* Боразотные модификаторы поверхности для защиты древесины строительных конструкций: монография/ГОУ ВПО Моск. гос. строит. ун-т. М.: МГСУ, 2011. - 191с.

СЕКЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ И БЕТОНОВ

Студент 4 курса 32 группы ИСА Амбарян С.К.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. О.Ю. Баженова

ВЛИЯНИЕ ПЛАСТИФИКАТОРОВ НА ВЯЗКОСТЬ И СЕДИМЕНТАЦИЮ ИНЪЕКЦИОННЫХ СУСПЕНЗИЙ

Очень часто для придания материалу новых свойств или повышения его качества производят специальную пропитку, которая позволяет заполнить капилляры и поры изделия особыми составами, увеличивающими срок его службы. В настоящий момент для пропитки строительных материалов минерального происхождения, имеющих капиллярно-пористую структуру, существует несколько способов.

Главным недостатком большинства способов является низкая проникающая способность состава. Разрабатывались варианты повышения качества и скорости пропитки с помощью различных вспомогательных методов. Было отмечено, что лучше всего пропитка пор и капилляров в материале происходит в вакууме под давлением [1].

Одним из главных факторов, влияющих на скорость пропитки, является вязкость пропиточного состава [1]. При повышении температуры заметно уменьшается вязкость жидкости и соответственно возрастает скорость пропитки.

Для уплотнения и упрочнения грунтов, являющихся тоже капиллярно-пористыми телами, также можно использовать инъекционные растворы. Для их получения используют полимерные и минеральные вяжущие. Суспензии на минеральной основе показывают более высокую прочность при укреплении грунтов, поэтому их использование является более предпочтительным

Однако, при традиционных методах инъекции использование растворов на минеральной основе ограничено характеристиками грунтов - коэффициентом фильтрации и дисперсностью материала, используемого для приготовления инъекционных растворов. Для укрепления малопроницаемых (песчаных, супесчаных) грунтов используют растворы на основе силикатов и смол. Но растворы карбамидных смол и силикатные гели обладают некоторыми значительными недостатками, такими как разрушение при переменных нагрузках, маленькая прочность укрепляемых грунтов (0,1-0,5 МПа), загрязнение окружающей среды и некоторыми другими [2, 3].

Более эффективными для инъекции рыхлых горных пород, оказались тонкодисперсные вяжущие «Микродур» [4], получаемые на основе воздушной сепарации портландцемента СЕМ I 52,5 (ПЦ Д0 М600) и

тонкоизмельченных доменных шлаков. Эти вяжущие используются для закрепления конструкций подвалов, фундаментов, туннелей, мостов, а также для закрепления и уплотнения грунтов.

В качестве исследуемых материалов для уплотнения и укрепления грунтов использовался тонкодисперсное вяжущее «Микродур» (ТВ) двух марок R-U, R-F. Марка «R» содержит наряду с портландцементным клинкером большое количество доменных шлаков и обладает повышенной стойкостью к сульфатной коррозии.

Для пропитки капиллярно-пористых материалов готовят суспензию. Смесительная установка должна обеспечивать скорость вращения активатора не менее 2800 об/мин. Мощность двигателя смесительной установки должна быть не менее 1 кВт на каждые 20 л приготавливаемой суспензии. Время замеса 5 минут.

В работе определялись такие технологические характеристики инъекционной суспензии как вязкость и седиментация, а также их изменение в зависимости от водовяжущего отношения и содержания пластификатора.

Из табл.1 видно, что для суспензий с водовяжущим отношением от 3,0 и выше, вязкость раствора практически не меняется или меняется незначительно. Она сравнима с вязкостью воды. Вязкость воды тоже определяется с помощью воронки Марша и при 20 С будет равна 28 с. Если рассматривать вязкость суспензий с В/В меньше 3,0, то видно, что она заметно увеличивается с уменьшением водовяжущего отношения и при В/В=1,0 достигает 36-37 с.

Таблица 1

Определение времени истекания суспензии из воронки Марша

Марка ТВ	Время истекания суспензии при В/В, с				
	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
R-U	36	30	29	28	28
R-F	37	30	29	29	28

С целью снижения вязкости суспензии в ее состав предлагается вводить до 2,0% суперпластификатора С-3 (табл. 2), что приводит к уменьшению времени истекания суспензии, что особенно заметно при В/В=2,0 и ниже.

Показатели водоотделения или седиментации, которыми характеризуется стабильность суспензии, увеличиваются при возрастании водовяжущего отношения. Если в инъекционный раствор ввести суперпластификатор, то у суспензии должна повысится стабильность. При этом увеличивается проникающая способность инъекционного раствора.

При использовании пластификатора С-3, как видно из табл. 3, стабильность суспензии повышается.

Таблица 2

Влияние пластификаторов на вязкость суспензии

Количество пластификатора от массы ТВ, %	Снижение времени истекания суспензии при В/В, %		
	1,0	2,0	3,0
1	3	2	0,5
2	6	4	1

Кроме того, введение суперпластификатора эффективно для суспензий при инъекции грунтов с пониженной проницаемостью (глинистые пески, пылеватые пески, трещиноватые скальные грунты).

Таблица 3

Влияние пластификатора на седиментацию суспензии ТВ

Количество пластификатора от массы ТВ, %	Водоотделение, %, через					
	15 мин.	30 мин.	45 мин.	60 мин.	90 мин.	120 мин.
-	1,2	2,4	2,9	3,6	4,8	6
1	0,8	1,9	2,4	3,0	4,1	4,7
2	0,5	1,2	1,6	2,0	2,6	3,1

В заключение можно сказать, что тонкодисперсное вяжущее позволяет обеспечить укрепление грунтов, каменных и бетонных конструкций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Опытное изготовление бетонополимерных изделий / Е.Л. Гуревич, Б.В. Гусев, У.Х. Магдеев, К.Г. Хабахпашев // Промышленность строительных материалов Москвы. – 1976. - № 6. С. 13-16.
2. Применение цементационных растворов повышенной проницаемости. / В.А. Ашихмен // Энергетическое строительство.1992. №1. С. 19-21.
3. Свойства и применение высокопроницающих цементных тампонажных растворов (ВЦР) / А.В. Абакумов // Строительные материалы. 1997. №5. С. 21-23.
4. *Панченко А.И., Харченко И.Я.* Особо тонкодисперсное минеральное вяжущее «Микродур»: свойства, технология и перспективы использования // Строительные материалы. 2005. №10. С. 26-30.

Студент магистратуры 2 года обучения 31 группы ИСА Арутюнов Г.М.

Научный руководитель - доц., канд. тех. наук С.И. Баженова

МОДИФИЦИРОВАНИЕ БЕЛОГО ЦЕМЕНТА ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОЙ ДОБАВКОЙ НА ОСНОВЕ ГАШЕНОЙ ИЗВЕСТИ И МЕТАКАОЛИНА

За белым цементом, далее БЦ, сохраняется широкая номенклатура строительной продукции, в которой он используется чаще, чем серый портландцемент. К ней относятся сухие строительные смеси для фасадной штукатурки, элементы облицовки фасада, парковой архитектуры и ландшафтного дизайна.

Основными ориентирами для модифицирования цементных составов при производстве мелкоштучных изделий из белого и цветного бетона являются: ранний набор прочности, высокая подвижность и степень уплотняемости бетонной смеси, исключение возможности появления высолов и искажения колеров.

Для модифицирования составов БЦ было принято решение выбрать высокоактивный метаксаолин ВМК-45, далее ВМК, гашеную известь-пушонку и суперпластификатор MasterPolyheed 3043. При введении ВМК в систему с гидратной известью свободные оксиды кремния вступают в реакцию с гидроксидами кальция. Такая реакция позволяет использовать сочетание двух минеральных добавок как известково-пуццолановое вяжущее. Согласно исследованиям [1] максимальный рост прочности образцов наблюдается при дозировке 7,5% ВМК от массы вяжущего, помимо этого введение 10% ВМК увеличивает В/Ц на 37% относительно бездобавочного состава. Таким образом, добиться увеличения прочности системы можно лишь в системе ВМК+СП.

В ходе исследований была принята попытка модифицирования отдельно БЦ, путем совместного помола в БЦ М500 вводились 5% ВМК, 5% гашеной извести и 0,5% суперпластификатора С-3. Данные дозировки были подобраны исходя из требований ГОСТ [2], которые ограничивают содержание активных минеральных добавок общим содержанием до 10% и пластификатора до 0,5%. Введение добавок производилось при разном времени помола: 15, 60 и 180 минут. Испытание проводилось по ГОСТ 30744-2001. Из таблицы 1 видно, что замена 10% вяжущего на 5% гашеной извести и 5% метаксаолина дает прирост прочности до 10%.

В качестве дальнейших исследований, было принято решение отказаться от ограничений, предъявляемых требованиями ГОСТ 965-89 по содержанию активных минеральных добавок непосредственно в вяжу-

шем и перейти к модифицированию состава мелкозернистого бетона. Для определения оптимального состава, пригодного для формирования художественной облицовочной плитки, было изготовлено 9 составов мелкозернистого бетона таблица 2.

Таблица 1

Испытание на прочность при сжатии и изгибе

Время помолта мин.	R _{сж} МПа	R _{изг} МПа
15	58,71	9,12
60	24,48	4,69
150	39,51	6,18

Таблица 2

Составы для испытания МЗБ

№	БЦ (г)	Известь пушонка (г)	ВМК -45 (г)	MasterPol yheed 3043 (г)	Песок (г)	Вода (г)	Расплав конуса (см)
1	900	50	50	20	2330	350	19,9x21,6
2	800	50	150	20	2330	350	14,4x14,3
3	900	50	50	20	2330	400	23,4x23,2
4	800	50	150	20	2330	400	24,5x23,5
5	900	50	50	20	2330	375	22,4x22,6
6	800	50	150	20	2330	375	19,6x18,1
7	850	50	100	20	2330	350	16,5x16
8	850	50	100	20	2330	400	27,7x28,3
9	1000	-	-	20	2330	350	16x16,3

Для оценки подвижности бетонной смеси измерялся диаметр расплава конуса после 15 ударов на встряхивающем столике, используемом в ГОСТ 310.4-81. Изменение подвижности наиболее заметно на примере составов №1 и №2 таблица 2, где увеличение дозировки ВМК на 10% значительно снижает подвижность.

Также визуальные изменения видны на поверхностях панно рис. 1. У состава №1 поры покрывают менее 10% поверхности, в свою очередь у состава №2 поры шириной 1-2 мм. покрывают 20-25% поверхности. Также разница наблюдается при сравнении внешнего вида состава №3 с составами №5 и №6 рис. 1.

Формование образцов МЗБ в форме панно показало, что составы, обладающие расплывом конуса меньше 18 см менее пригодны для изготовления облицовочного материала с выразительным рельефом. Также длительное формование на вибростоле косвенно приводит к увеличению пор на поверхности. Что можно сказать при сравнении 1,5,6 составов. Наиболее пригодными для формования рельефных изделий показали себя составы №1, №3.



Состав 1



Состав 2



Состав 3



Состав 5



Состав 6



Состав 8

Рис. 10 Составы МЗБ в форме панно

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Морозов М.Н., Боровских И.В. Влияние метаксаолина на свойства цементных систем// Известия КГАСУ, 2015, №3 (33) с. 127-130
2. ГОСТ 965-89 Портландцементы белые. Технические условия

САМОУПЛОТНЯЮЩИЙСЯ БЕТОН ДЛЯ МОНОЛИТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Самоуплотняющиеся бетоны (СУБ) получают в результате затвердевания сырьевых смесей, способных уплотняться под действием собственного веса и, поэтому, не требующих принудительного виброуплотнения, что важно в условиях монолитного домостроения при бетонировании тонкостенных и густоармированных конструкций, а также таких их мест, где виброуплотнение физически затруднено или практически невозможно [1,2]. Они появились в Японии в 80-е гг. XX века благодаря научным исследованиям группы ученых под руководством профессора Х. Окамуры и нашел свое применение при строительстве большепролетных мостов между островами.

Для того, чтобы бетонные смеси обладали эффектом самоуплотнения помимо соблюдения определенного уровня качества сырьевых материалов необходимо включение в их состав эффективных водоредуцирующих суперпластифицирующих добавок, позволяющих многократно увеличить подвижность смесей вплоть до литой консистенции, благодаря чему появляется возможность их транспортировки к месту будущей укладки с помощью бетононасосов [3-5]. При этом, достигаются низкие значения водоцементного отношения, что позволяет получать высокопрочные бетоны с плотной структурой.

Помимо суперпластификаторов в состав самоуплотняющихся бетонных смесей необходимо введение тонкодисперсных минеральных водоудерживающих добавок как инертного характера, так и обладающих пуццоланической или гидравлической активностью. При этом, использование суперпластифицирующих и тонкодисперсных минеральных добавок является обязательным условием получения СУБ-смесей, позволяющим регулировать как их реологические и технологические свойства и, в первую очередь, удобоукладываемость, так и свойства получаемых в результате их затвердевания бетонов, а также устранять нежелательные побочные эффекты [6].

Кроме того, чтобы получить самоуплотняющуюся бетонную смесь необходимо выполнение следующих требований [7, 8] :

- следует использовать цементы классов ЦЕМ I и ЦЕМ II по ГОСТ 31108-2016. «Цементы общестроительные. Технические условия» с нормальной плотностью цементного теста не более 26% и содержанием трехкальциевого алюмината не более 8%, пески с модулем крупности 1,1-3,0 и крупный заполнитель фракций не более 20 мм;

- расход цемента должен находиться в диапазоне от 300 до 500 кг/м³ для тяжелого бетона и от 400 до 650 кг/м³ для мелкозернистого бетона;
- общее количество тонкодисперсных компонентов бетонной смеси (цемента, минеральных и органо-минеральных добавок) должно быть от 550 до 600 кг/м³;
- объем цементного теста, включая тонкодисперсные минеральные и органические добавки, должен составлять от 350 до 400 л/м³ бетонной смеси;
- доля песка в объеме растворной части бетонной смеси должна находиться в пределах 40-50%, а его доля в смеси мелкого и крупного заполнителей должна составлять от 0,45 до 0,5.

Следует отметить, что в остальных требованиях к сырьевым компонентам для получения самоуплотняющихся бетонов, а также методики расчета их составов применяются такие же, как и для традиционных тяжелых и мелкозернистых бетонов и в составе таких бетонов допускается присутствие дисперсно армирующей фибры (как правило, стальной или полимерной), которая повышает их стойкость к растягивающим и изгибающим усилиям, а также трещиностойкость, сопротивляемость к ударным и истирающим воздействиям и стойкость к воздействию пламени и высоких температур в условиях пожара.

К основным достоинствам СУБ следует отнести их высокую прочность, плотность, коррозионную стойкость, а следовательно качество и долговечность в случае правильного определения состава с учетом вышеизложенных рекомендаций, а также при соблюдении технологии получения и требований к транспортировке и укладке бетонных смесей. Высокая прочность таких бетонов позволяет получать экономический эффект за счет уменьшения размеров сечения элементов конструкций зданий и сооружений, а также в результате исключения необходимости использовать вибрацию для уплотнения бетонной смеси, что снижает уровень шума и способствует сохранению здоровья рабочих.

В качестве недостатков, сдерживающих в настоящее время более широкое применение самоуплотняющихся бетонных смесей в монолитном домостроении и на заводах сборного железобетона, стоит отметить высокую стоимость СУБ, в первую очередь вызванную большим расходом цемента, которая в настоящее время ограничивает экономически целесообразную область их использования в основном строительстве большепролетных мостов, высотных зданий и ответственных сооружений, а также изношенностью парка форм на заводах ЖБИ, не способных удерживать литые и особо подвижные смеси.

Тем не менее, суммируя вышесказанное, есть все основания считать, что самоуплотняющиеся бетонные смеси и высокопрочные бетоны на их

основе являются весьма перспективными материалами, объемы использования которых в современном строительстве будут возрастать.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Телешев В. И., Ватин Н. И., Марчук А. Н., Комаринский М. В.* Производство гидротехнических работ. Часть 1. Общие вопросы строительства. Земляные и бетонные работы.- М.: Изд. АСВ. 2012. 488 с.

2. *Комаринский М.В., Червова Н.А.* Транспорт бетонной смеси при строительстве уникальных зданий и сооружений//Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 1(28). С.6-31.

3. *Комаринский М.В.* Производительность поршневого бетононасоса//Строительство уникальных зданий и сооружений. 2013. № 6(11). С.43-49.

4. *Ватин Н.И., Барабанищikov Ю.Г., Комаринский М.В., Смирнов С.И.* Модификация литой бетонной смеси воздухововлекающей добавкой // Инженерно-строительный журнал. 2015. № 4(56). С.3-11.

5. *Комаринский М.В.* Возведение железобетонных гидротехнических сооружений с применением бетононасосной технологии // Автореф. дисс. к. т. н. // Ленинградский политехнический институт им. М. И. Калинина. Л. 1989.

6. *Галузин В.М., Комаринский М.В., Телешев В.И.* Выбор машин и оборудования для производства бетонных работ. С-Пб. 1995. 55 с.

7. *Александров Я.А.* Выбор сырьевых материалов для производства самоуплотняющихся бетонов // Технология бетонов. 2011. №№ 3-4. С. 18-19.

8. Рекомендации по подбору составов бетонных смесей для тяжелых и мелкозернистых бетонов. Методические указания. - М.: Мин. строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ. 2016. 100 с.

ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ НА ОСНОВЕ СТЕКЛОВОЛОКНА И ЭПОКСИДНОГО СВЕЖУЮЩЕГО

Бетон является одним из самых востребованных материалов в строительной отрасли. Это прочный, долговечный материал, отличающийся высокой морозостойкостью и водонепроницаемостью. Основной проблемой бетона является то, что его прочность на изгиб, меньше прочности на сжатие примерно в 10 раз.

Армирование бетона стальной арматурой позволило использовать бетонные изделия (плиты перекрытия, балки, фермы и др.) в конструкциях, которые подвержены растягивающим напряжениям. Железобетонные конструкции служат основой при возведении жилых, общественных, промышленных зданий и сооружений специального назначения.

Однако в последнее время рассматриваются альтернативные способы армирования бетона. Это связано с рядом причин: снижением расхода стали, уменьшением трудоёмкости изготовления конструкций (за счёт исключения предварительного натяжения арматуры), отдельные бетонные изделия должны отвечать требованиям по электропроводности. Но наиболее значимой причиной является коррозия стальной арматуры, что влияет на потерю несущей способности, как отдельного конструктивного элемента, так и здания в целом.

Решением данной проблемы может служить применение композитной стеклопластиковой арматуры (АСП). Композитная стеклопластиковая арматура изготавливается из стекловолокна, пропитанного эпоксидным компаундом. По внешнему виду она представляет собой стеклопластиковый стержень со спиралевидной намоткой периодического профиля. Эпоксидный компаунд, в свою очередь, состоит из эпоксидных смол, отвердителей и ускорителей для улучшения свойств состава. Данный вид арматуры получают методом полтрузии на полностью автоматизированной производственной линии с минимальным участием человека.

Процесс производства композитной арматуры состоит из следующих технологических переделов:

1. Ровинг подготавливается с помощью скрутки нитей. Скрутка происходит равномерно на всем протяжении намотки на шпулю. Благодаря возможности регулирования скорости намотки, исключается продавливание или разрыв нити. Подача стеклоровинга осуществляется со

шпулярика: нити попадают на устройство, где происходит их натяжение, сушка и предварительный подогрев.

2. Этап пропитки: через пропиточную ванну осуществляется пропитка ровинга смолой с последующим отжимом лишнего компаунда.

3. Намотки периодического профиля: формирование стержня арматуры. Создание рельефной поверхности необходимо арматуре для обеспечения адгезии с бетоном. Кроме этого, поверхность АСП может посыпаться песком для улучшения характеристик сцепления.

4. Этап отвержения арматуры происходит в печах полимеризации при температуре 160-280°C.

5. Этап охлаждения: на предприятиях применяют два вида охлаждения арматуры: воздушное - для стержней больших диаметров, а систему жидкого охлаждения - для стержней с малыми диаметрами. Это необходимо для того, чтобы избежать резкого перепада температур и тем самым предотвратить образования дефектов арматуры.

6. Завершающий этап: в конце осуществляется протяжка арматуры на тянущем устройстве ременного типа с системой пневмоприжима и нарезка арматуры на отрезном устройстве.

Так как материал является относительно новым на рынке, его производство полностью автоматизировано, что позволяет достичь точности при производстве и высокого качества готовой продукции.

Композитная стеклопластиковая арматура, благодаря особому составу и технологии производства, обладает рядом преимуществ по сравнению с металлической:

1. Полимерная арматура практически невосприимчива к агрессивным средам, она особенно хорошо подходит для фундаментов, где близко расположены грунтовые воды. АСП не корродирует и не разрушается, не теряет своих свойств, поэтому ее можно использовать в прибрежных сооружениях, или объектах химической промышленности, при строительстве бассейнов, водных каналов и мостов.

2. Низкая электропроводность данного материала позволяет применять его при возведении электростанций, атомных электростанций, железнодорожных путей и метрополитена.

3. Радиопрозрачность и магнитоинертность дает возможность использовать арматуру в медицинских центрах с МРТ, аэропортах и других объектах с чувствительным электрооборудованием.

4. Малый вес. По сравнению с металлической арматурой одного и того же диаметра, АСП легче в 9-11 раз.

5. Простота транспортировки. Композитная стеклопластиковая арматура продается в бухтах по 100 метров. Это снижает затраты на транспортировку материала и уменьшает отходы производства, т.к. арматура нарезается на стержни нужной длины для конкретного объекта.

Кроме положительных характеристик, стоит отметить имеющие недостатки в данном материале:

1. Низкая термостойкость. Стеклопластиковая арматура не является огнестойким материалом и по горючести относится к классу Г1. При нагреве от 2000°C компаунд, связывающий волокна арматуры, начинает размягчаться, деформативность стеклопластиковой арматуры увеличивается, что резко снижает прочностные характеристики конструкции, которую она армирует. Поэтому применение АСП возможно только в тех зданиях и сооружениях, где исключена возможность воздействия высоких температур.

2. Низкий модуль упругости. Модуль упругости композитной арматуры в 4 раза ниже, чем у стальной при равных диаметрах (модуль упругости стальной арматуры 200 ГПа, стеклопластиковой – 50 ГПа). Относительное удлинение стальной арматуры класса А400 составляет 0,18%, а стеклопластиковой 2%. Таким образом, композитная арматура более, чем в 10 раз деформативнее, чем стальная. На основании данных характеристик можно сделать вывод, что применение АСП в таких несущих конструкциях, как балки и плиты покрытия ограничено и требует дополнительных расчётов.

Композитная стеклопластиковая арматуры может служить достойной заменой традиционной стальной арматуре, но при этом нельзя забывать об ее физико-химических особенностях и учитывать их при проектировании отдельных конструкций и соблюдать условия эксплуатации отдельных зданий и сооружений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 5781-82. Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия (с Изменениями N 1, 2, 3, 4, 5).
2. ГОСТ 31938-2012 Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Общие технические условия.
3. *Степанова В.Ф., Степанов А.Ю., Жирков Е.П.* Арматура композитная полимерная. – М. – 2013. – 101 С.
4. *Баженов Ю.М.* Технология бетона: Учеб. пособие для технол. спец. строит, вузов. 2-е изд., перераб. — М.: Высш. шк., 1987, -415 с

ВЛИЯНИЕ НАНОГЛИНЫ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНЫХ РАСТВОРОВ

Наиболее распространенными и доступными наноразмерными наполнителями для полимеров являются слоистые силикаты. Это группа минералов, как природных, так и синтетических, наиболее близких по составу и строению, к глинам.

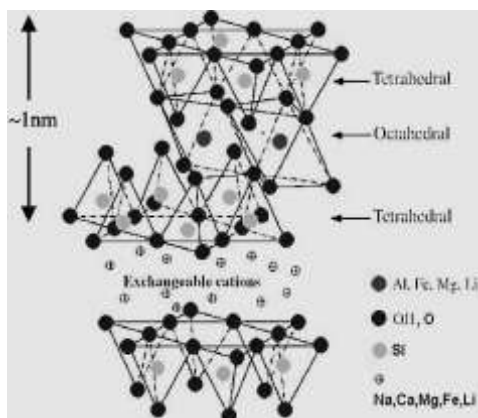


Рис. 1 – Кристаллическая решетка монтмориллонита

Достаточно часто их так и называют — наноглины (монтмориллонит). Монтмориллонит (ММТ) – это природный слоистый алюмосиликат, принадлежащий к группе смектитов. На рис. 1 представлена кристаллическая решетка ММТ, состоящая из слоев, уложенных плотными стопками.

Элементарная ячейка монтмориллонита имеет размеры 1 нм в толщину и до 200 нм в длину и ширину. При этом наночастица может содержать несколько элементарных ячеек. Такие наночастицы обладают большой удельной поверхностью (700-800 м²/г) и анизотропией размеров, они очень прочные и жесткие, поэтому могут рассматриваться как макромолекулы жестких неорганических полимеров высокой молекулярной массы (примерно 1,3·10⁸). Поэтому при равномерном распределении наночастиц в объеме полимера обеспечивается существенная площадь взаимодействия полимера с наполнителем, чем в обычных композитах, что приводит к изменению многих показателей нанокон-

позита по сравнению с ненаполненным полимером. Как и любой материал природного происхождения, наноглины характеризуются широким диапазоном проявления свойств.

После успешного включения глины в нейлон 6 Toyota в начале 1990-х годов [1, 2], различные промышленные отрасли, такие как перевозка, строительство, упаковка и медицина начали использовать улучшенные механические свойства глины и полимерных нанокompозитов.

Использование слоистых силикатов в качестве функциональных добавок позволяет добиться существенного улучшения целого ряда свойств полимерных материалов при значительно меньшем содержании самой добавки в сравнении с классическими наполнителями. Так при добавлении всего 3-5% монтмориллонита достигается такое же увеличение механических свойств (в частности прочности при растяжении и изгибе), как и при добавлении 20-60% классических наполнителей (каолина, талька, углерода, стекловолокна). Наноструктурированные поверхности таких материалов за счет особого рельефа обладают весьма низкими энергиями адгезии, таким образом, изделия приобретают грязеотталкивающие свойства, улучшается их внешний вид и потребительские качества. Кроме того, значительно уменьшается проницаемость материала для газов, паров, запахов, улучшаются его механические свойства, например, модуль упругости, деформационная теплостойкость и твердость, увеличиваются теплостойкость, формоустойчивость и огнестойкость; при полном расслоении глины достигаются наилучшие характеристики.

Благодаря хорошим механическим и термическим свойствам, а также соответствующей химической стойкости эпоксидных смол, они широко используются в волокнистых композитах в качестве матриц, а также в качестве клеев. Но эпоксидные системы обычно имеют низкую вязкость разрушения как основной недостаток их применения [3 - 7]. Добавление наночастиц может устранить этот недостаток, и, таким образом, наноглина считается наиболее экономичным решением для улучшения ударной вязкости и других механических свойств эпоксидных смол.

Так в США предлагают использовать полимер с эпоксидными концевыми группами для повышения совместимости наноматериала и матричного полимера. Формирование нанокompозита производится на стандартном оборудовании для компаундирования. Получаемый нанокompозит имеет хорошо сбалансированный набор свойств, таких как жесткость, удлинение при разрыве, стабильность размеров, стойкость к диффузии органических растворителей. Разработанный материал может применяться для изготовления различных изделий, в частности, емко-

стей, контейнеров, пленок, пластин, панелей стандартными методами – литье под давлением, экструзия, горячее прессование.

Создание технологий для прогнозирования механических свойств наноглины / полимерных композитов играет решающую роль в понимании их поведения и может дать представление об их возможностях для будущего промышленного применения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Usuki A, Kojima Y, Kawasumi M, Okada A, Fukushima Y, Kurauchi T, Kamigaito O.* Synthesis of nylon6-clay hybrid. Journal of material research 1993; 8: 1179-1184.

2. *Kojima Y, Usuki A, Kawasumi M, Okada A, Fukushima Y, Kurauchi T, Kamigaito O.* Mechanical properties of nylon6-clay hybrid. Journal of material research 1993; 8: 1185-1189.

3. *Zamanian M, Mortezaei M, Salehnia B, Jam J.E.* Fracture toughness of epoxy polymer modified with nanosilica particles: particle size effect. Engineering fracture mechanics 2013; 97: 193-206.

4. *Hamdia K.M, lahmer T, Nguyen-Thoi T, Rabczuk T.* Predicting the fracture toughness of PNCs: A stochastic approach based on ANN and ANFIS. Computation material science 2015; 102: 304-313.

5. *Zappalorto M, Pontefisso A, Fabrizi A, Quaresimin M.* Mechanical behavior of epoxy/silica nanocomposites: Experiments and modeling. Composite: Part A 2015; 72: 58-64.

6. *Liu H, Wang G, Mai Y, Zeng Y.* On the fracture toughness of nano particle modified epoxy. Composites: Part B 2011; 42: 2170-2175.

7. *Msekh A, Cuong N.H, Zi G, Areias P, Zhiang X, Rabczuk T.* Fracture properties prediction of clay/epoxy nanocomposites with interphase zones using a phase field model. Engineering fracture mechanics 2017; 188: 287-299.

ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

Высотное строительство – современный вариант развития мегаполиса. На сегодняшний день растет спрос на офисные и жилые площади, а в больших городах существует проблема высокой плотности застройки города. За рубежом данный вид строительства уже является традиционным, но для нас данное направление только начинает набирать обороты. Из экономических соображений в России также вызван интерес к строительству высотных зданий. С инвестиционной точки зрения, строительство высотных зданий выгодно из-за увеличения количества квадратных метров на единицу площади «земли».

Несмотря на то, что важную роль в составе высотных зданий играют несущие конструкции, воспринимающие все основные нагрузки, внешний вид и структурный объем задают ограждающие конструкции. Ограждающими конструкциями называются такие конструкции, которые разделяют здание на отдельные комнаты и ограничивающие их площадь. Это могут быть стены, перекрытия, заполнения проемов, покрытия, перегородки. Однако чаще всего бывает так, что несущие и ограждающие функции совмещены в одной конструкции, например, стены, перекрытия, перегородки.

Предмет изучения данной статьи - ограждающие конструкции высотных зданий, их классификация, требования к этим конструкциям.

Классифицировать такие конструкции можно по различным критериям. Например, по способу изготовления бывают сборные, которые монтируются из готовых элементов и те, которые возводятся непосредственно на месте строительства. Такие ограждающие конструкции называют монолитными (по материалам: бетонные, железобетонные и кирпичные).

Также они могут быть простыми и составными (комплексными). Простые, или как еще их принято называть «однослойные» конструкции, выполняются из однородных изделий (ими могут быть гипсовые перегородки, кирпичные стены, легкобетонные панели). Комплексные или «многослойные» ограждающие конструкции состоят из нескольких элементов или слоев (отделочных, изоляционных, несущих).

Ограждающие конструкции подразделяются на внешние и внутренние. Так, внешние (наружные) служат для защиты от всевозможных атмосферных воздействий, в то время как внутренние – для звукоизоляции и разделения на части внутреннего пространства.

Внешние конструкции, в свою очередь, подразделяются на навесные и поэтажно самонесущие. Навесная стена может быть выполнена из железобетонных или легких панелей, которые опираются на каркас здания. Также современным решением навесных стен могут быть светопрозрачные фасадные конструкции, в состав которых входят алюминиевые профили и стеклопакеты (обычно 2-3 слоя). Большой популярностью пользуются системы европейских разработчиков алюминиевых профилей Veritum, Reynaers Aluminium, Alumax, SCHUCO, Мосмек. По своим свойствам светопрозрачные фасадные панели похожи на легкие навесные панели. Самое значимое преимущество заключается в том, что они дают высокую освещенность помещений в отличие от остальных видов ограждающих конструкций.

Что касается легких панелей, то здесь активно применяются термопанели или панели «нулевой толщины». Новая перспективная технология, основанная на энергосбережении и использующаяся в высотном домостроении. Термопанели также выполняют функции фасадной системы с вентилируемым зазором. Они представляют собой навесные панели наружных стен с каркасом из стального термопрофиля. В среднем слое располагается эффективный минераловатный утеплитель, пароизоляция. С обеих сторон утеплитель и пароизоляционная пленка окружены обрешеткой. Легкие панели имеют сниженный вес, позволяющий снизить расход стройматериалов, увеличить высоту здания. Высокая потеря тепла через окна – главный недостаток легких панелей. При их использовании нужно устанавливать усиленную систему отопления.

Железобетонные панели состоят из трех слоев: первый и третий – из железобетона, а второй, он же средний – из пенополистирола. Такие конструкции имеют большой вес, превышающий вес облегченных панелей примерно в 14 раз. При этом ж/б панели обладают более высокими показателями надежности и долговечности по сравнению с остальными конструкциями, а также обеспечивают низкую теплопроводность.

Требования к ограждающим конструкциям. Независимо от того, какую несущую способность имеет конструкция, к ней предъявляются требования в соответствии с тем, какие функции выполняются данной конструкцией.

Для них существуют следующие параметры:

- 1) воздухопроницаемость;
- 2) паропроницаемость;
- 3) теплоустойчивость;
- 4) термическое сопротивление
- 5) долговечность
- 6) морозостойкость
- 7) биостойкость.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Баженов Ю. М.* Ограждающие конструкции с использованием бетонов низкой теплопроводности. М. - 2008.
2. Современное высотное строительство // ИТЦ Москомархитектуры. 2007.
3. Ограждающие конструкции высотных зданий // Высотные здания. 2007. № 3.
4. Энергосбережение в высотных зданиях // Высотные здания. 2007. №3.
5. *Кузьменко Д. В., Ватин Н. И.* Ограждающая конструкция “нулевой толщины” - термопанель // Инженерностроительный журнал. 2008. №1.
6. *Расс Ф. В.* Легкие ограждающие конструкции зданий и сооружений. 2005.
7. СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции»
8. *Немова Д. В.* Навесные вентилируемые фасады: обзор основных проблем // Инженерно-строительный журнал. 2010. №5.

Студент магистратуры 2 года обучения 31 группы ИСА Дмитриев Н.С.

Аспирант 4 года обучения 28 группы ИСА Наруть В.В.

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРУПНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ БЕТОНОВ

Во всём мире повсеместно происходит снос устаревших по разным причинам зданий и домов, в результате которого остаётся большое количество строительного мусора. Основная его часть – это лом конструкций из бетона и железобетона. В частности, в Москве запущена программа реновации, предполагающая снос пятиэтажных домов и строительство новых домов на их месте. Это гигантские объёмы бетонного лома, которые необходимо хотя бы частично использовать в новом строительстве. Из бетонного лома путём дробления в несколько стадий получают щебень из бетонного лома. Он отличается по свойствам от щебня из карьеров тем, что на его зернах есть налипший цементный камень, количество которого на зернах щебня зависит от технологии получения щебня из бетонного лома на стадиях дробления.

Из-за наличия цементного раствора с развитой сетью капиллярных пор на таком заполнителе он обладает повышенным водопоглощением. Кроме того, у бетонных смесей на рециклированном заполнителе в первые несколько минут после их изготовления заметно снижается подвижность. В затвердевшем бетоне есть два типа контактных зон между крупным заполнителем и растворной частью: старые (далее – СКЗ), которые уже есть в заполнителе из бетонного лома, и новые (далее – НКЗ), образующиеся в процессе формирования структуры бетона. Контактные зоны состоят в основном из непрочных минералов – этtringита и гидроксида кальция. В бетонах на щебне из бетонного лома такая зона может находиться между новой растворной частью и старой растворной частью (от бетонного лома), что делает это место ещё более уязвимым с точки зрения прочности. В статьях [1,2] авторы предложили 2 способа двухступенчатого перемешивания, которые должны укрепить СКЗ и НКЗ за счёт колыматации капиллярных пор в бетонном ломе и снизить водопоглощение щебня из бетонного лома:

-Двухступенчатое перемешивание с добавлением микрокремнезёма (далее – ДПМ), заключающееся в добавлении нескольких процентов микрокремнезёма в первой стадии перемешивания;

-Двухступенчатое перемешивание с добавлением микрокремнезёма и цемента (далее – ДПМЦ), заключающееся в добавлении нескольких

процентов микрокремнезёма и цемента в первой стадии перемешивания;

Двухступенчатое перемешивание состоит из нескольких стадий:

- 1) Перемешивание смеси всех заполнителей и бетонного лома вместе с микрокремнеземом (а в случае ДПМЦ – и с небольшой частью цемента) – 60 секунд;
- 2) Добавление половины воды затворения и перемешивание – 60 секунд;
- 3) Добавление всего цемента и перемешивание – 30 секунд.
- 4) Добавление второй половины воды и перемешивание – 120 секунд.

Кольматация капиллярных пор достигается за счёт обволакивания бетонного лома на второй стадии цементным тестом, а благодаря наличию микрокремнезёма связывается гидроксид кальция, в результате чего образуются низкоосновные гидросиликаты кальция, что в ещё большей степени кольматирует поры.

Чтобы доказать положительный эффект от ДПМЦ, были проведены испытания. Для построения графика зависимости периода формирования структуры (далее – ПФС) от водоцементного отношения цементного теста (W) для трёх цементных паст (с количеством воды, равное $0,876НГ$, $НГ$ и $1,65НГ$, где $НГ$ – коэффициент нормальной густоты, в нашем случае равный $0,2825$) были определены ПФС по ультразвуковому методу.

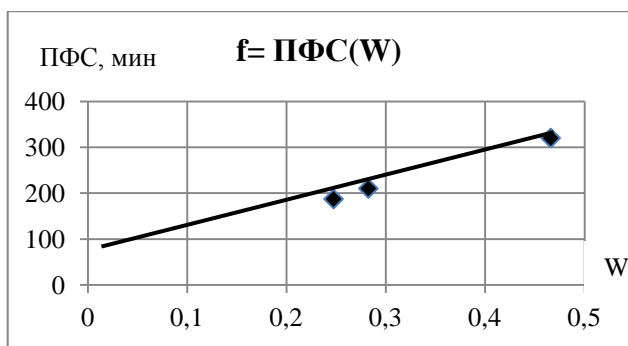


Рис. 1. График зависимости ПФС от водоцементного отношения цементного теста

Затем по способу определения водопотребности заполнителя в бетонной смеси из [2] была определена водопотребность бетонного лома, которая составила 7,5 %.

Вместо кремнезёма была использована зола уноса в количестве 10% от массы цемента. Замена гравия природным щебнем – 30 %.

Далее был подобран состав бетона, который был приготовлен обычным перемешиванием и ДПМЦ.

Таблица 1

Состав бетона

Компонент	Расход на 1 м ³ , кг	Расход на 4,5 л, кг
Цемент	398	1,791
Песок	717	3,23
Гравий	752,5	3,39
Щебень из бетонного лома (30% замена)	322,5	1,45
Вода	210	0,945
Зола уноса	39,8	0,179

Было заформовано 6 образцов 10x10x10см. Для образцы из 1 и 2 типа перемешивания был зафиксирован набор прочности во времени с помощью ультразвукового прибора Пульсар-2.2. Для обоих типов период формирования структуры составил 160 минут, которому соответствует $w=0,2$. Исходя из этого, на цемент приходится 79,6 литров воды, а на заполнители – 130, 4л, откуда водопотребность смеси заполнителей – 7,1 %. Все образцы были испытаны на прочность при сжатии.

Таблица 1

Результаты испытаний на прочность образцов

	Прочность, МПа			Плотность, кг/м ³		
	3 сут	7 сут	28 сут	3 сут	7 сут	28 сут
Одноступенчатое перемешивание	28,1	33,7		2325	2320	
ДПМЦ	32,6	36,4		2340	2320	

Повышение прочности от применения двухступенчатого перемешивания в нашем случае составило в среднем 10%.

Вывод: применение двухступенчатого перемешивания с добавлением активной минеральной добавки и части цемента на стадии предварительного перемешивания позволило увеличить прочность в среднем на 10 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Vivian W.Y. Tam, C.M. Tam Diversifying two-stage mixing approach (TSMA) for recycled aggregate concrete: TSMA and TSMAsc. Construction and Building Materials 22 (2008) 2068–2077.*
2. *Vivian W.Y. Tam, X.F. Gao, C.M. Tam. Microstructural analysis of recycled aggregate concrete produced from two-stage mixing approach. Cement and Concrete Research 35 (2005) 1195– 1203.*
3. *Баженов Ю.М., Горчаков Г.И., Алимов Л.А., Воронин В.В. Получение бетона заданных свойств. М., Стройиздат, 1978. 53с.*

ПОЛУЧЕНИЕ ТРЕБУЕМЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БИТУМНЫХ КОМПОЗИЦИЙ В ТЕХНОЛОГИИ КРОВЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Кровля является одним из наиболее ответственных элементов зданий и сооружений. От качества материалов, применяемых при возведении кровли, зависит исправное состояние и долговечность здания и его строительных конструкций. Требуемые свойства материалов для устройства кровельного ковра принимаются исходя из предполагаемых условий эксплуатации. Условия работы материала включают в себя такие факторы, как средние температуры воздуха, количество атмосферных осадков и солнечного излучения, уклон покрытия, а также назначение и расположение отдельного элемента на кровле. Важными показателями, характеризующими свойства кровельных гидроизоляционных материалов на основе нефтяных битумов, являются: стойкость к старению под воздействием искусственных климатических факторов (УФ-излучения, повышенной температуры и воды), максимальная сила растяжения и теплостойкость. Достижение данных показателей осуществляется путём модификации битума и тщательного подбора компонентов и их соотношения при приготовлении битумных композиций. Применение немодифицированных битумов не позволяет получить высокие эксплуатационные характеристики [1].

Существуют следующие способы улучшения свойств битумов: окисление, введение наполнителей, пластификаторов, структурообразователей и др. Полимерно-битумное вяжущее получают помолом и перемешиванием битума и полимера при термическом воздействии. Добавление в битум полимера изменяет реологические характеристики, улучшает деформативно-прочностные показатели и диапазон рабочих температур, увеличивает долговечность материала. Количество добавки определяется исходя из типа исходного битума, модификатора и требуемых свойств. В качестве добавок применяют различные группы полимеров: термопластичные эластомеры (блоксополимеры бутадиена и стирола), пластомеры (полипропилены, полиэтилены, полиолефины), реактивные полимеры и другие типы [3].

Важными показателями кровельных битумов являются температура размягчения, глубина проникания иглы и индекс пенетрации. В таблице 1 приведено сравнение характеристик различных битумно-полимерных композиций.

Таблица 1

Сравнение характеристик вяжущих веществ в технологии кровельных материалов (составлено по ГОСТ 9548-74 и [7, 10, 12])

Вид вяжущего	Количество вводимой добавки, % по массе	Температура размягчения, °С	Глубина проникающая иглы, 0,1 мм	Индекс пенетрации
Чистые битумы:				
БНК-90/30	0	80–95	25–35	–
БНК-40/180	0	37–44	160–210	1,0–2,5
ПБВ с добавкой:				
Атактический полипропилен (APP)	6	47	145	1,3
Блоксополимер типа стирол-бутадиен-стирол (SBS)	7	95	50	6,1
Этиленвинилацетат (EVA)	7	70	46	2,5
Этиленпропиленовый каучук (EPDM)	6	66	50	2,2
Блоксополимер типа стирол-изопрен-стирол (SIS)	6	66	82	3,6

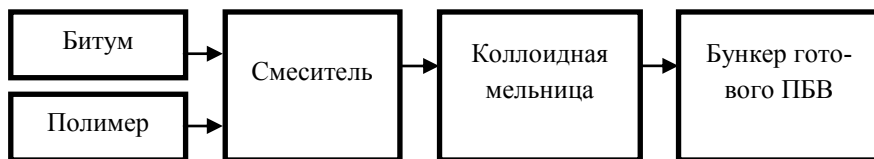


Рис. 1. Технологическая схема приготовления битумно-полимерной композиции

Наибольшая эффективность применения полимерных модификаторов достигается при соблюдении определённых требований. Эти требования обусловлены составом и свойствами битума и модификатора, их совместимостью и растворимостью.

На рисунке 1 изображена технологическая схема приготовления вяжущего.

На рисунке 2 представлена технологическая линия по производству битумной черепицы – кровельного материала на основе стеклохолста, пропитанного слоями модифицированного битума. Нанесение вяжущего происходит путём последовательного погружения основы в пропиточную и покрывную ванны. Композиции для пропиточного и покрывного слоя различаются по составу и свойствам. Соотношение масс слоёв устанавливается исходя из технологических и экономических факторов.

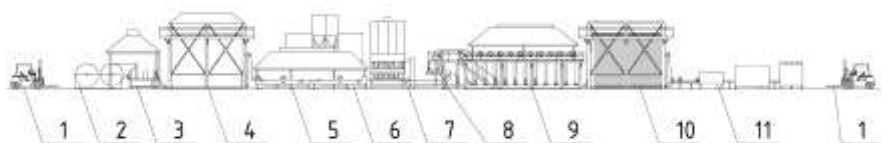


Рис. 2. Технологическая линия по производству битумной черепицы
1 – автопогрузчик; 2 – размоточное устройство; 3 – склеивающий станок; 4 – магазин запаса основы; 5 - пропиточная ванна; 6 – покрывная ванна; 7 – посыпочный агрегат; 8 – установка нанесения защитной плёнки и песка; 9 – охлаждающая установка; 10 – магазин запаса готовой продукции; 11 – нарезка и упаковка изделий

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Becker Y., Méndez M.P., Rodríguez Y. Polymer modified asphalt // *Vision Technologica*. 2011. Vol. 1. Pp. 39-50.
3. Polacco G., Filippi S., Merusi F., Stastna G. A review of the fundamentals of polymer-modified asphalts: Asphalt/polymer interactions and principles of compatibility // *Advances in Colloid and Interface Science*. 2015. Vol. 224. Pp. 72-112. DOI: 10.1016/j.cis.2015.07.010
4. Битумные материалы (асфальты, смолы, пеки). Под ред. А. Дж. Хойберга. Пер. с англ. М., Химия, 1974. 248 с.
5. Розенталь Д.А. Битумы. Получение и способы модификации. – Л.: ЛТИ, 1979. 86 с.
6. Ярцев В. П. Битумные композиты: учебное пособие. Тамбов: ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. 80 с.
7. Chen J.S., Liao M.C., Shiah M.S. Asphalt Modified by Styrene-Butadiene-Styrene Triblock Copolymer: Morphology and Model // *Journal Of Materials In Civil Engineering*. 2002. Vol. 3. Pp. 224-229. DOI: 10.1061/(ASCE)0899-1561(2002)14:3(224)

ПЕРСПЕКТИВНЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ - НАНОБЕТОН

В строительной индустрии прогресс в материаловедении возможен только по средствам современных наукоёмких и высокоразвитых технологий, которые должны обеспечивать высокое качество продукции, экологическую безопасность, экономию ресурсов и эффективное использование сырья. Это возможно только с использованием последних достижений химии, физики и других основных фундаментальных наук. На сегодняшний день наиболее востребованными и многообещающими являются нанотехнологии.

Использование нанотехнологий и наноматериалов в строительной отрасли открывает возможность получения новых и усовершенствования уже имеющихся строительных материалов и способов их производства. Управлением структурообразованием материалов на атомарном уровне можно получить композиты со специальными свойствами: с повышенными прочностными характеристиками, более плотные, с повышенной коррозионной стойкостью и т.д.

В настоящее время разработано большое количество материалов, обладающих уникальными свойствами [1-3]. Процессы самоорганизации и саморегулирования веществ, происходящие на наноуровне, который находится сразу же за атомарным, позволяют создавать объекты и материалы без внешнего воздействия. Это возможно достичь благодаря высокоразвитой поверхности наночастиц. Например, при введении их в состав цементной матрицы происходит во время твердения процесс самоармирования, позволяющий получать материалы и изделия с повышенными эксплуатационными характеристиками [4]. В данном случае, в строительной отрасли к инновационным и перспективным материалам, обладающим уникальными свойствами, можно отнести нанобетон.

В настоящее время в производстве бетона используются следующие компоненты: вяжущее вещество, вода и заполнитель. Для улучшения свойств бетонной смеси вводят различные пластифицирующие добавки на сульфонафталинформальдегидной, поликарбоксилатной основе и т.д., которые увеличивают срок эксплуатации конструкций, повышают морозостойкость и улучшают устойчивость к воздействию агрессивных сред. В связи с тем, что на поверхности частиц цемента адсорбируются молекулы пластификатора, количество воды в растворе сокращается и увеличивается подвижность бетонной смеси.

Главным отличием нанобетона от обычного является применение в его составе углеродных нанотрубок (УНТ), стабилизированных пластификатором [5-6].

УНТ представляют собой полые структуры, состоящие из свернутых в виде цилиндра лент с упаковкой атомов по типу графита [7] (рис.1). Диаметр нанотрубок варьируется от одного до нескольких десятков нанометров, но несмотря на это их прочность превышает 100 ГПа.

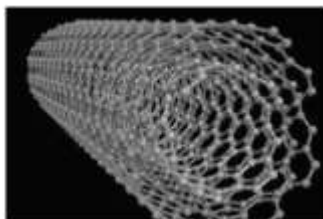


Рис.1 Вид углеродной нанотрубки

При введении углеродных нанотрубок в состав бетона наблюдается стабилизация его структуры. Нанотрубки, распределяясь равномерно в объеме вяжущего, выполняют функцию центров направленной кристаллизации новообразований, тем самым выступая в качестве армокомпонента. При дальнейшей гидратации армирующий каркас обрастает кристаллогидратами, формируя плотную и прочную структуру бетона. Например, авторами [8] получен наномодифицированный пенобетон, прочность которого выше в 2 раза по сравнению с немодифицированным, что подтверждает эффективность применения УНТ в составе бетона и открывает новые возможности в строительстве и проектировании.

Для получения повышенных прочностных характеристик нанобетона в состав вяжущего компонента необходимо вводить стабилизированные нанотрубки, иначе будет наблюдаться обратный эффект: неравномерное распределение наночастиц в объеме материала и снижение прочности [5,6]. Стабилизация нанотрубок обеспечивают пластификаторы. В результате не только наночастицы распределяются в объеме материала равномерно, но и значительно снижается потребность в воде вяжущей составляющей. Это способствует уменьшению общего веса конструкции почти в 6 раз и, как следствие, снижению вероятности образования трещин. Таким образом, в нанобетонах протекает процесс самоармирования, который позволяет исключить применение классических видов арматуры.

Перспектива развития такого строительного материала, как нанобетон, остаётся актуальной, поскольку он является достойным материалом будущего, способным заменить традиционный бетон. По данным экспертов, дальнейшее освоение и внедрение нанотехнологий в строительную отрасль способствует развитию научных достижений страны,

продвижению производства, строительству новых и реконструкции старых зданий и сооружений, а также развитию экономической составляющей страны. В будущем применение таких материалов, как нанобетон, позволит регулировать срок эксплуатации зданий, а разработки в области нанотехнологий позволят управлять сроками службы любого строительного материала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кожитов Л.В., Запороцкова И.В., Козлов В.В.* Перспективные наноматериалы на основе углерода // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 10: Инновационная деятельность. 2010. № 4. С. 63-85.
2. *Пекмесзи Б.* Наноматериалы в бетоне, содержащем минеральные добавки // ALITinform: Цемент. Бетон. Сухие смеси. 2012. № 2. С. 62-71.
3. *Зырянов В.В., Ковалевский В.В., Петров С.А., Матвиенко А.А.* Наноматериалы из шунгитовых пород // Неорганические материалы. 2012. Т. 48. № 11. С. 1234.
4. *Фаликман В.Р.* Наноматериалы и нанотехнологии в производстве строительных материалов // Строительные материалы. 2013. № 9. С. 77-81.
5. *Самченко С.В., Земскова О.В., Козлова И.В.* Модель и механизм стабилизации углеродных нанотрубок пластификатором на поликарбонатной основе // Вестник МГСУ. 2017. Т. 12. № 7 (106). С. 724-732.
6. *Samchenko S., Kozlova I., Zemskova O.* Model and mechanism of carbon nanotube stabilization with plasticizer // (2018) MATEC Web of Conferences, 193, № 03050. doi: 10.1051/mateconf/201819303050.
7. *Макурин С.А.* Применение наноматериалов в строительстве и экологическая безопасность // В сборнике: Дни студенческой науки Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры. 2017. С. 1160-1162.
8. *Яковлев Г.И., Кодолов В.И., Крутиков В.Д., Плеханова Т.А., Бурьянов А.Ф., Керене Я.* Нанодисперсная арматура в цементном пенобетоне // Технологии бетонов. 2006. № 3 (8). С. 68-71.

СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДОМ

В настоящее время нанотехнологии находят широкое применение в различных областях науки и техники, в том числе и в производстве строительных материалов. Их применяют с целью придания строительным материалам специальных свойств и улучшения их характеристик [1,2].

Разработан наномодифицированный коррозионностойкий серный композит на аппретированном кварцевом наполнителе. Он обладает практически универсальной стойкостью и может быть рекомендован для изготовления коррозионностойких бетонов [3].

С применением нанотехнологий разработан радиационностойкий бетон, при производстве которого был использован шунгит. Это наноструктурный реликтовый минерал с высокой запасной энергией, содержащий глобулярную углеродную матрицу, представляющую собой кластеры размером 10 нм. Применение природного фуллерена шунгита-шунгизита способно обеспечить высокие защитные свойства бетону при захоронении радиоактивных отходов (РАО) и отработанного ядерного топлива (ОЯТ) [4].

В производстве керамических изделий были синтезированы керамические материалы с использованием наночастиц оксида циркония, которые обладают улучшенными строительно-техническими свойствами, такими как высокая температура плавления, стойкостью к износу и коррозионному воздействию, высокой прочностью и низкой теплопроводностью [5].

Большое внимание уделяется изучению влияния наноразмерных частиц органической и неорганической природы на структурообразование и генезис цементного камня с целью улучшения физико-технических характеристик строительных материалов [6,7].

При гидролизе и гидратации минералов цементного клинкера происходит насыщение жидкой фазы ионами данного минерала. Зарождение и кристаллизация кристаллогидратов новой фазы происходят за счет коагуляции [8]. Наночастицы при их равномерном распределении в цементной матрице будут активно участвовать в формировании объемной кристаллогидратной матрицы и выступать центрами направленной кристаллизации, что приведет к появлению в композиционных материалах вяжущей матрицы с улучшенными физико-техническими свойствами [9].

Наряду с появлением новых эффективных материалов, полученных по нанотехнологиям остается еще много проблем синтеза наноматериалов, которые обусловлены тем, что наночастицы и наноматериалы характеризуются высокой нестабильностью из-за большой величины площади поверхностей раздела, что требует обеспечения их устойчивости при получении иначе в конечном итоге получаются укрупненные частицы или кристаллов. Это явление обусловлено слипанием или агломерацией наночастиц.

Для предотвращения этих явлений при применении наночастиц в составе строительных материалов широкое распространение получили суперпластификаторы, которые образуют вокруг наночастицы мицеллы в результате чего их можно равномерно распределить в объеме материала [11].

Существуют два широко применяемых подхода к синтезу наноматериалов и изготовлению наноструктур – «сверху вниз» и «снизу-вверх».

Обработка макромасштабного объекта или структуры с постепенным уменьшением их размеров до наноразмерных параметров относится к принципу формирования наноструктур «сверху-вниз».

Получение наноструктур посредством набора и выстраивания отдельных атомов или молекул в упорядоченную структуру относится к принципу формирования наноструктур «снизу-вверх».

Установлено, что введение в цементную матрицу золь-гелей неорганической природы в виде суспензий может выступать как подложка для роста и зарождения кристаллогидратов [6,7].

Золь-гель метод в настоящее время наиболее широко используется для получения нанопорошков [10].

В золь-гель методе сначала получают золь, состоящий из наночастиц, а затем золь переводят в гель.

Схема получения наночастиц золь-гель методом предусматривает получение наночастиц в водной среде, так как не агрегированные наночастицы в водном растворе являются золями. Изменение параметров процесса позволяет регулировать размеры наночастиц.

Посредством перевода золя в гель можно получать пленки или монолитные изделия. Однако получение подобным способом изделий больших размеров может приводить к возникновению механических напряжений и возникновению трещин, поскольку при сушке и обжиге усадка может составлять до 65-70%.

Использование гелей в качестве технологических связок особенно эффективно в технологии производства силикатных материалов, специальной керамики и стекла. А при твердении цементных паст всегда присутствуют элементы структур с наноразмерами.

Таким образом, наночастицы являются строительными блоками для

получения наноматериалов и нанокompозитов при создании функциональных строительных материалов по нанотехнологиям.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Свидиненко Ю.* Нанотехнологии в нашей жизни// Наука и жизнь. – 2005. - № 7. – с. 2 -5.
2. *Родионов Р.Б.* Инновационный потенциал нанотехнологий в производстве строительных материалов// Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2006. - № 8. – с. 72-75.
3. *Баженов Ю.М.* и др. Наномодифицированные коррозионно-стойкие серые строительные материалы. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2008. – 167 с.
4. *Комохов П.Г.* Нанотехнология радиационностойкого бетона// Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2006. - № 5. – с. 22-23.
5. *Кульментьева В.Б.* Керамические материалы на основе оксида циркония// Нанотехнологии и наноматериалы Пермского края: сборник статей/ под общей редакцией Анциферова В.Н. – Пермь: Пермский ЦНТИ, 2009. – с. 42 – 47.
6. *Samchenko S.V., Zemskova O.V., Kozlova I.V.* Ultradisperse slag suspensions aggregative and sedimentative stability // MATEC Web of Conferences 106, 03017 (2017) DOI: 10.1051/mateconf/201710603017 SPbWOSCE-2016.
7. *Svetlana Samchenko, Irina Kozlova, Olga Zemskova.* Use of industrial waste in the production of foam concrete based on slag Portland cement // 18 International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018. Section: 26. Green Buildings Technologies and Materials, Vol. 18, P. 451-458.
8. *Самченко С.В.* Формирование и генезис структуры цементного камня/ Монография – М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016. – 284 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49874>
9. *Королев А.С., Хакимова Э.Ш., Макридин Д.В., Волошин Е.А.* Полимеризация нанодобавками гидратной структуры цементного камня в композитах// Цемент и его применение. – 2007. - № 5. – с. 82 – 84.
10. *Беляков А.В.* Методы получения наноразмерных порошков из неорганических неметаллических материалов: учебн. Пособие – М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2011. – 192 с.
11. *Samchenko S.V., Zemskova O.V., Kozlova I.V.* The efficiency of application of the physical and chemical methods on the homogeneous dispersion of carbon nanotubes in water suspension // Cement, Wapno, Beton - № 5, 2015.- P 322-327

СУЛЬФАТНАЯ КОРРОЗИЯ БЕТОНА И МЕТОДЫ БОРЬБЫ С НЕЙ

Важным эксплуатационным свойством бетона является его долговечность, которая определяет срок службы бетонных конструкций. В агрессивных условиях внутри бетона могут произойти изменения, приводящие к снижению его прочности и других эксплуатационных характеристик. Факторами, приводящими к ухудшению качества бетона, являются его попеременное замораживание и оттаивание, истирание, коррозия стальной арматуры, а также химические воздействия, ухудшающие структуру бетона [3].

Решение проблемы повышения коррозионной стойкости осложняется с одной стороны, многокомпонентностью строительных материалов, как по химическому, так и по минералогическому составам, а с другой стороны, - сложностью химических процессов, протекающих в разнообразных агрессивных средах. Сам термин коррозия подразумевает собой разрушение горных пород под влиянием химического воздействия воды с образованием трещин, каналов, воронок, каверн и других пустот и углублений, особенно наглядно проявляется в местах развития легкорастворимых пород (гипс, известняки и др.).

Сульфатная коррозия является весьма сложным явлением и в некоторых случаях не полностью изученным. Сульфатная коррозия протекает как физико-химический процесс, который приводит к определенным физико-механическим последствиям, таким как изменения пористости и проницаемости, объемной стабильности, прочности на сжатие и изгиб, модуля упругости и твердости. Все эти последствия, в конечном счете, приводят к потере прочности и сокращению срока службы бетонных сооружений и конструкций. Сульфатная коррозия может быть результатом внутренних или внешних источников сульфатов и проявляется в виде расширения и растрескивания бетона. Она также может проявляться в постепенном снижении прочности и потери массы из-за потери целостности цементным камнем.

Основные методы защиты от сульфатной коррозией и повышение долговечности бетона делятся на два типа: активные и пассивные.

Активные методы позволяют улучшить структуру материала еще на стадии его изготовления.

Для улучшения структуры материала и повышения его коррозионной стойкости необходимо выполнение следующих требований: низкое

В/Ц отношение, мелкий заполнитель, применение минеральных добавок: микрокремнезема и золы-уноса пластифицирующих добавок.

Введение минеральных добавок и снижение В/Ц отношения позволяет получить цементное тесто с низкой пористостью и приводит к снижению капиллярной пористости (рисунок 1)[3].



Рис. 1 Микроструктура коррозионностойкого бетона

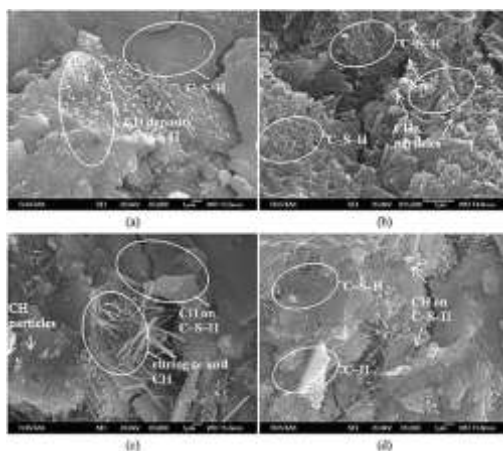


Рис. 2. Микроструктура цементных образцов в возрасте 28 суток

- a) портландцемент без добавок (коэффициент увеличения $\times 5000$),
- b) с добавлением нанокремнезема (коэффициент увеличения $\times 15.000$),
- c) с добавлением микрокремнезема (коэффициент увеличения $\times 5.000$),
- d) с добавлением золы-уноса (коэффициент увеличения $\times 5.000$).

Добавление микрокремнезема и золы-уноса приводит к уменьшению пористости в контактной зоне, снижению концентрации кристаллов СН и этtringита, а также к образованию более плотного геля С-S-H [4].

На рисунке 2 [5] показаны гидратированные цементные продукты в цементных системах, с добавлением нанокремнезема, микрокремнезема и золы-уноса. Из этого рисунка видно, как мелкие и крупные кристаллы диспергируются в бездобавочной системе, а также в смесях с добавлением золы-уноса и микрокремнезема. По сравнению с этими тремя смесями, текстура продуктов гидратации смеси нанокремнеземом плотнее, компактнее и не содержит больших кристаллов СН.

Из приведенной выше информации, можно сделать вывод, что микроструктура коррозионностойкого бетона является более однородной, чем у обычного бетона, из-за физического и химического влияния добавок, а также будучи менее пористой из-за снижения соотношения В/Ц в результате добавления суперпластификатора. Поскольку бетон имеет весьма неоднородную и сложную микроструктуру, очень трудно достоверно предсказать его поведение на основе теоретических моделей его микроструктуры.[6] Однако, знание микроструктуры бетона необходимо для получения материала, повышенной коррозионной стойкости.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Москвин В.М., Иванов Ф.М.* Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты. М.: Стройиздат, 1980. - 536 с.
2. *Брыков А.С.* Процессы химической коррозии в портландцементных бетонах: учебное пособие – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2016. – 200 с.
3. *Gao, X. F., Lo, Y. T. and Tam, C. M.* Investigation of micro-cracks and microstructure of high performance lightweight aggregate concrete. *Building and Environment*. 2002; Vol. 37: pp.485–489.
4. *Büyükoztürk, O. and Lau, D.* High Performance Concrete: Fundamentals and Application. Cambridge: Department of Civil and Environmental Engineering, Massachusetts Institute of Technology.
5. *Biricik, H. and Sarier, N.* Comparative study of the characteristics of nano silica-, silica fume and fly ash-incorporated cement mortars. *Materials Research*. 2014; Vol. 17: pp. 570–582.
6. *Mehta, P. K. and Monteiro, P. J.* Concrete: Microstructure, Properties and Materials. 3rd ed. London: McGraw-Hill; 2006. DOI: 10.1036/0071462899.

Студент 4 курса 37 группы ИСА Марков Н.Д.

Студент магистратуры 2 года обучения 4 группы ИСА Хохлов Д.С.

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

БЫСТРОТВЕРДЕЮЩИЕ ЦЕМЕНТЫ НА ОСНОВЕ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА И ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ

Наряду с появлением новых эффективных материалов и конструкций бетон продолжает сохранять одно из ведущих мест в строительстве. С каждым годом возрастает разнообразие видов бетонов, вяжущих композиций, технологических приемов производства сборного и монолитного железобетона.

Одними из перспективных направлений интенсификации производства строительных материалов являются применение быстротвердеющих цемента [1].

Быстротвердеющие цементы (БТЦ) отличаются от обычного портландцемента повышенной прочностью цементного камня на ранней стадии твердения (через 3 сут по стандарту РФ, на 2 сут по Европейскому стандарту) [1,2].

Организация производства таких цемента на многих заводах цементной промышленности позволит снизить трудоемкость возведения зданий и конструкций, сократить сроки строительства.

Анализ технической литературы показывает, что основными направлениями создания быстротвердеющих цемента являются:

1. Оптимизация технологии (использование реакционного сырья, обжиг при оптимальной температуре, высокая дисперсность цемента) [2,3,7,8].

2. Модифицирование клинкера (ввод легирующих оксидов в сырьевую смесь) [1].

3. Использование специальных клинкеров (фторированных, сульфатированных), с высокой гидратационной активностью [4,5].

4. Оптимизация состава и структуры цементного камня (уменьшение пористости камня, введение в цемент пластификаторов, «крентов», механоактивация и т.д.) [6].

Технология быстротвердеющих цемента включает:

1. Применение качественного сырья.
2. Тщательный помол и гомогенизация сырьевой смеси.
3. Обжиг при оптимальной температуре для обеспечения заданного минералогического состава клинкера.

4. Резкое охлаждение клинкера для получения мелкозернистой микроструктуры клинкера [3].

5. Тонкий помол цемента (создание оптимального гранулометрического состава цемента) [7,8].

В моей работе была изучена возможность получения быстротвердеющего цемента на основе портландцементного клинкера (ПЦК) Подольского цементного завода и гидравлической добавки из предварительно гидратированной суспензии сульфоалюминатного клинкера (САК). Составы используемых материалов представлены в табл. 1.

Таблица 1.

Химический состав исходных материалов

Наименование клинкера	Содержание оксидов, %						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	п.п.п.
ПЦК	22,03	5,15	4,86	65,41	1,20	0,34	0,21
САК	8,98	5,27	27,04	49,37	4,31	5,89	1,04

Портландцементный клинкер был размолот до удельной поверхности 464 (м²/кг) и содержал фракции менее 10 мкм порядка 55%. Большая доля мелких фракций (менее 10 микрон) обеспечивает быструю гидратацию цементов и получение высокопрочного камня уже на раннем этапе твердения и по достижении 28 сут. Для получения БТЦ, использовали добавку к портландцементу предварительно гидратированной суспензии сульфоалюминатного клинкера. Суспензию вводили в количестве 3-5% по сухому веществу.

Таблица 2.

Прочностные характеристики композиционных быстротвердеющих цементов

Шифр цементов	Расплав конуса, мм	Прочность (МПа) при твердении в течении (сут)					
		изгиб			сжатие		
		3	7	28	3	7	28
ПЦК	113	3,50	4,22	5,16	21,6	27,3	44,4
ПЦК+3%САК	114	4,95	6,31	6,82	29,3	48,4	54,4
ПЦК+5%САК	114	4,53	5,62	6,47	27,7	42,1	52,6

Исследования показали, что добавка САК в количестве 3-5% обеспечивает получение быстротвердеющих цементов (таблица 2). При большей концентрации САК цементы еще быстрее набирают прочность в ранние сроки, но к 28 сут прочность их ниже, чем у контрольного за счет расширения структуры.

Таким образом по работе можно сделать следующие основные выводы:

1. Для организации производства быстротвердеющих портландцементов с технологической точки зрения наиболее предпочтительными являются повышение дисперсности цемента и создание композиционных составов (цементов с добавкой специальных клинкеров).

2. Для создания быстротвердеющего портландцемента на основе клинкера ОАО «Подольск-Цемент» необходимо обеспечить более высокую дисперсность цемента, по сравнению с рядовым. Быстротвердеющий цемент должен иметь удельную поверхность в пределах 400 – 450 м²/кг.

3. Композиционные цементы, содержащие добавку сульфоалюминатного клинкера, характеризуются интенсивным набором прочности в ранние сроки (3-7 сут) твердения, что позволяет использовать их для создания быстротвердеющих цементов.

4. Оптимальный состав композиционного цемента: портландцементный клинкер – 97%, гидравлическая добавка сульфоалюминатного клинкера – 3% и природный гипсовый камень – 5%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кузнецова Т.В., Кривобородов Ю.Р., Самченко С.В.* Химия, состав и свойства специальных цементов /В сборнике: Химия и химическая технология на рубеже тысячелетий мат. науч.-прак. конф. Томский политехнический университет (ТПУ). 2000. С. 96-98.

2. *Гусев Б.В., Кривобородов Ю.Р. Самченко С.В.* Технология портландцемента и его разновидностей. Москва: НИУ МГСУ, 2016. 112с.

3. *Кузнецова Т.В., Самченко С.В.* Микроскопия материалов цементного производства. Москва, 2007. 304 с.

4. *Кривобородов Ю.Р., Самченко С.В.* Физико-химические свойства сульфатированных клинкеров Аналитический обзор / Москва, 1991. Сер. I Цементная промышленность Выпуск 2. 55 с.

5. *Самченко С.В.* Сульфатированные алюмоферриты кальция и цементы на их основе/ Монография – Федер. агентство по образованию, РХТУ им. Д.И. Менделеева, Изд. центр. Москва, 2004. 120 с. 5.

6. *Самченко С.В.* Формирование и генезис структуры цементного камня. Монография – М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016. – 284 с.

7. *Самченко С.В., Зорин Д.А., Борисенкова И.В.* Влияние дисперсности глиноземистого шлака и сульфоалюминатного клинкера на формирование структуры цементного камня//Техника и технология силикатов. 2011. Т. 18. № 2. С. 12-14.

8. *Самченко С.В., Зорин Д.А.* Влияние дисперсности расширяющегося компонента на свойства цементов//Техника и технология силикатов. 2006. Т. 13. № 2. С. 2-7.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ И ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ВИДОВ ЦЕМЕНТА В СТРАНАХ С ВЛАЖНЫМ И ЖАРКИМ КЛИМАТОМ

Страны с влажным и жарким климатом отличаются продолжительным знойным летом, высокими дневными температурами и высокой влажностью. К таким странам можно отнести страны Южной Азии, Латинской Америки, например Индия и Куба. Цементная промышленность этих стран находится в постоянном развитии. Это связано с большим спросом на цемент на местном рынке. Поэтому в этих регионах наблюдается большое количество мировых производителей, желающих приобрести большую часть рынка для реализации своей продукции. Вместе с этим актуальной задачей является применение дополнительных цементных материалов, чтобы заменить часть портландцементного клинкера в цементе и снизить количество выбросов CO_2 в атмосферу.

В качестве дополнительных материалов используют новый тип цемента, который называется LC3. LC3 - это инновационный смешанный портландцемент, в состав которого входят: метакралин (кальцинированная каолининовая глина) и известняк. Основные компоненты этого материала (Рис. 1): клинкер (50%), кальцинированная глина (30%), известняк (15%) и гипс (5%) доступны в больших количествах, экономически эффективны и не требуют капиталоемких модификаций существующих цементных заводов.

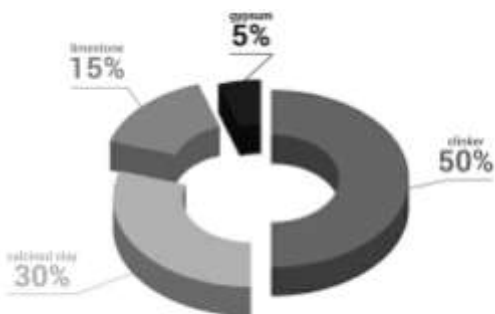


Рис. 1. Основные компоненты и их количество в LC3

Основным нововведением в LC3 является комбинированное использование широкодоступной, низкосортной каолининовой глины с дополнительными 15% известняка, без снижения механических характеристик. Прореагировав с молотым известняком, дополнительный оксид алюминия приводит к образованию менее пористого материала и, следовательно, обеспечивает равную прочность.

Выбросов CO₂ у LC3 примерно на 20 – 30% ниже, чем у обычного портландцемента, потому что:

- пониженное содержание клинкера приводит к уменьшению количества технологических выбросов от декарбонизации известняка в самом клинкере;
- на измельчение известняка расходуется меньше энергии, чем при его нагревании;
- обжиг глины осуществляется при температуре 800°C и при этом используется примерно 55% энергии, необходимой для клинкерообразования при температуре 1450°C.

Процесс изготовления LC3 включает прокаливание и измельчение. Для прокаливания необходима обычная вращающаяся печь, аналогичная по принципу работы вращающимся печам для клинкерообразования. В зависимости от ситуации могут быть применены различные другие варианты прокаливания - например, мгновенное прокаливание в специальном оборудовании в колонне прокаливания, технология кипящего слоя или статическое прокаливание. Преимуществом вращающихся печей является возможность использования низкосортного топлива, такого как нефтяной кокс или даже биомасса означает, что стоимость прокаливания может быть меньше, чем при производстве клинкера. Для получения наиболее эффективного вяжущего, портландцементный клинкер должен быть измельчен, а затем смешан с кальцинированной глиной и известняком. Раздельное измельчение позволяет уменьшить количество воды для затворения вяжущего и дозировки суперпластификатора.

Испытания, проведенные на Кубе и в Индии доказывают, что бетон может быть произведен из LC3 с точно такой же технологией, что и портландцемент и другие смешанные цементы, имея при этом такие же прочностные свойства.

Цементы, приготовленные на LC3 имеют более тонкую структуру пор, чем приготовленные на обычном портландцементе. Такая структура пор препятствует попаданию воды и других веществ внутрь бетона, снижая риск возникновения различных видов коррозии. Поэтому цемент LC3 применяют в странах с влажным и жарким климатом.

Что же делает LC3 реальным и жизнеспособным решением для низкоуглеродистого цемента, который нужно использовать на глобальном масштабе?

- можно использовать существующее оборудование. LC3 можно производить в существующем производстве, что приводит к незначительным вложениям в оборудование для прокаливания глины;

- низкая стоимость производства. Снижение содержания клинкера, снижение расхода топлива на кальцинирование по сравнению с клинкером способствуют снижению затрат на производство;

- известная технология. Системы клинкер - известняк и системы клинкер - кальцинированная глина хорошо известны. В LC3 речь идет не об изобретении новой технологии, а об оптимизации взаимодействия между двумя уже известными химическими системами.

Производство LC3 помогает без дополнительных разработок и переоборудования производства изготавливать цементы с пониженным содержанием клинкера, что способствует меньшему загрязнению окружающей среды, более низкой стоимости производства и не требует открытия новых карьеров для добычи глины в качестве сырья.

Таким образом, LC3 является оптимальным вариантом для достижения целей развития и охраны окружающей среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Scrivener K. Calcined clay limestone cements (LC3)/ Scrivener K. Martirena F., Bishnoi S., Maity S. // Cement and Concrete Research – 2018 – P. 1-25.- ISSN 0008-8846.*

2. Home – LC3 – Limestone Calcined Clay Cement [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.lc3.ch, свободный. – Загл. с экрана. (дата обращения 04.02.2019).

3. *Scrivener K. Cement substitution by a combination of metakaolin and limestone / Antoni M., Rossen J., Martirena F., Scrivener K. // Cement and Concrete Research – 2012 – P. 1-25.- ISSN 0008-8846.*

4. *Avet F. Investigation of the calcined kaolinite content on the hydration of Limestone Calcined Clay Cement (LC3)/ Avet F., Scrivener K. // Cement and Concrete Research – 2017 - P. 1- 134.- ISSN 0008-8846.*

5. *Dhandapan Y. Mechanical properties and durability performance of concretes with Limestone Calcined Clay Cement (LC3)/ Dhandapani Y., Sakthivel T., Santhanam M., Gettu R., G. Pillai R.// Cement and Concrete Research – 2017 – P. 1- 151.- ISSN 0008-8846.*

6. *Pillai R.G. Service life and life cycle assessment of reinforced concrete systems with limestone calcined clay cement (LC3)/ R. G. Pillai , Gettu R., Santhanam M., Rengaraju S., Dhandapani Y., Rathnarajan S., A. S.Basavaraj // Cement and Concrete Research – 2018 – P. 1- 9.- ISSN 0008-8846.*

ВЫСОКОПРОЧНЫЕ БЕТОНЫ С АКТИВНЫМИ МИНЕРАЛЬНЫМИ ДОБАВКАМИ

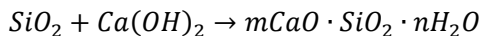
Одним из самых массовых строительных материалов на сегодняшний день является бетон, благодаря своей надежности, архитектурно-строительной выразительности, относительной простоте и доступности технологии, и почти неограниченной сырьевой базе.

В последнее время большую популярность приобретает высокопрочный бетон, который обладает высокими физико-механическим и эксплуатационным характеристикам и успешно используется при строительстве уникальных зданий и сооружений. Применение такого бетона в промышленном и гражданском строительстве позволяет уменьшать сечение конструкций при сохранении той же несущей способности, что ведет к снижению материалоемкости, трудовых и энергетических ресурсов; повышению темпов строительства [1].

Для повышения прочностных показателей бетона необходимо проанализировать процесс его структурообразования.

Во время гидратации цемента наряду с основными кристаллогидратами образуется также гидроксид кальция $Ca(OH)_2$, который выкристаллизовывается в виде гексагональных призм преимущественно в контактной зоне между заполнителем и цементно-песчаной матрицей. Крупные кристаллы $Ca(OH)_2$ являются наиболее слабыми местами вследствие низкой удельной поверхности и анизотропии.

Способом снижения содержания гидроксида кальция является введение активных минеральных добавок, обладающих пуццолановыми или скрыто-гидравлическими свойствами. Наиболее эффективной минеральной добавкой для получения высокопрочных бетонов является микрокремнезем, представляющий собой ультрадисперсные частицы аморфного диоксида кремния SiO_2 , вступающие в реакцию с $Ca(OH)_2$ по схеме:



в результате чего образуются низкоосновные гидросиликаты кальция, кратко обозначаемые CSH. Кристаллы CSH обладают вяжущими свойствами, упрочняя сцепление матрицы с заполнителем и повышая прочность затвердевшего бетона.

Целью данной работы было определение оптимального содержания микрокремнезема с различной степенью дисперсности для достижения максимальной прочности бетона.

С учетом рекомендаций отечественных и зарубежных исследователей [2, 3] предварительно был подобран состав бетона без добавки (таблица 1).

Таблица 1

Основной состав бетона

Наименование материала	Расход на 1 м ³ , кг
ЦЕМ I 42,5 Н	642,7
Кварцевая мука	76,7
Песок фр. 0-2,5	575,5
Щебень фр. 2,5-5	1009,6
Вода	160,7
Гиперпластификатор	8,35

Для исследования использовалось три вида микрокремнезема различного происхождения и с различной удельной поверхностью. Характеристики добавок представлены в таблице 2.

Таблица 2

Характеристики добавок

Маркировка	Происхождение	Удельная поверхность, см ² /г
МК-1	Побочный продукт при выплавке ферросилиция	18000
МК-2	Побочный продукт при производстве алюминия	24000
МК-3	Искусственно синтезированный	42000

Для определения прочностных характеристик формовались образцы-балочки размером 4x4x16 см. Дозировка микрокремнезема составляла: 5, 10 и 15% для МК-1 и МК-2 и 2,5; 5; 7,5 % для МК-3 в % от массы цемента. Проведение испытаний и обработка результатов производилась по ГОСТ 310.4-81.

По полученным численным значениям были построены зависимости прочности бетона на сжатие от количества введенной добавки. На рисунке 1 показано изменение прочности образцов на 28 суток твердения в зависимости от содержания микрокремнезема различного вида.

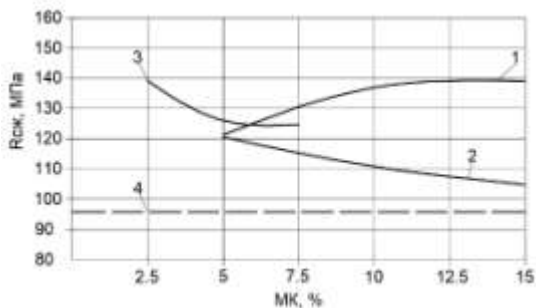


Рис. 1. Зависимость прочности бетона от дозировки добавки: 1- МК-1; 2 – МК-2; 3 – МК-3; 4 – контрольный состав.

По графику видно, что с увеличением удельной поверхности микрокремнезема уменьшается его оптимальная дозировка и составляет 5% для МК-2 и 2,5% для МК-3. Это связано с тем, что более мелкие частицы являются более реакционно способными.

Дальнейшее повышение дозировки сверх этих значений приводит, по всей видимости, к образованию флокул из мельчайших частиц микрокремнезема, обладающих высокой поверхностной энергией. Располагаясь между более крупными зёрнами цемента, они разуплотняют систему и приводят к снижению прочности.

При использовании добавки с относительно низкой удельной поверхностью (МК-1) наблюдается обратная зависимость: при повышении дозировки происходит рост прочности, который связан не только с протеканием пуццолановой реакции, но и с эффектом уплотнения.

Таким образом, расход активной минеральной добавки следует назначать в зависимости от степени ее дисперсности и с учетом требуемой прочности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Баженов Ю.М.* Технология бетона. - М., 2002. С. 5-6.
2. *Баженов Ю.М., Демьянова В.С., Калашиников В.И.* Модифицированные высококачественные бетоны / Научное издание. –М: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. С. 214-343.
3. *Schneider U., Horvath J., König G., Dehn F.* Materialverhalten von ultrahochfesten Betonen (UHPC) // Beton- und Stahlbetonbau-2001, Heft 7. S. 468-477.

ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ РЕНОВАЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В современном и бурно развивающемся мире, с появлением всё новых и новых технологий во всех сферах жизнедеятельности, так же растут и глобальные проблемы социума. Одной из таких проблем, является утилизация и переработка отходов.

В каждой стране ее решают по-разному. Германия одна из стран предводителей в этом деле. Она начала компанию по переработке и сортировке мусора уже в 80-х годах, и по сей день успешно развивается в этом направлении как на законодательном уровне, так и на бытовом. Так же в Европейских странах подобные компании имеют поддержку государства. В России же проблема с утилизацией отходов существует и является одной из глобальных проблем.

На территории нашей страны активно начались реновации старого жилья. Так в Москве начались массовые сносы домов уже в 2017 году. Но так как в России не развито направление по переработке отходов реновации, в большинстве случаев все идет на свалку, так как не учитывается потенциал для их повторного использования и вред окружающей среде. В то время как в Европейских странах используют почти до 100% продуктов от сноса домов.

Для дальнейшего использования отходов реновации, необходимо учитывать их прочностные характеристики (прочность, морозостойкость, влагостойкость и т.д.). Возможность для вторичного использования строительных элементов будет напрямую зависеть от их прочности.

Строительные отходы возможно использовать в различных целях. Бетон, который приготовлен с помощью щебня из бетонного лома, пригодится при производстве множества железобетонных конструкций, к которым относятся: фундаментные блоки, плиты для перекрытий, перемычки, а также лестничные площадки и марши. Стальная арматура употребляется при изготовлении бетонных конструкций. Кровельное покрытие используют при производстве гудрона. Изделия из древесины будут использованы в качестве опалубки и при изготовлении топливных брикетов, ДВП и ДСП. Из переработанного пластика получают: контейнеры, ПВХ-плёнку, линолеум, а из смеси пластика и песка получают тротуарную плитку.

Вторичное сырье не может являться полноценным строительным материалом, но в то же время оно способно заменить многие материалы, удешевив стоимость исходного продукта, придавая нужные характеристики материалу. Например, в процессе утилизации бетонных кон-

струкций, можно получить щебень из бетонного лома, который может заменить роль крупного заполнителя в тяжелом бетоне, что в свое очередь удешевит его производство как в экономическом плане, так и энергетическом. Испытания, которые провела лаборатория № 9 НИИЖБ, позволили сравнить основные характеристики щебня из бетонного лома и гранитного щебня (таблица 1).

Таблица 1

Сравнение характеристик рециклингового и гранитного щебня

№ п.п	Наименование характеристик	Результаты испытаний	
		Щебень из бетонного лома	Гранитный щебень
1	Прочность щебня фракции 5-20, %	18,9% (марка 600)	4,1% (марка 1400)
2	Морозостойкость щебня фракции 5-20	F25-F50	>F150
3	Истинная плотность щебня фракции 5-20, кг/м ³	2685	2718
4	Пористость и пустотность щебня фракции 5-20, %	51,1	47,5
5	Средняя насыпная плотность щебня фракции 5-20, кг/м ³	1219	1344
6	Водопоглощение щебня фракции 5-20, %	6,22	0,57

Данный анализ нам показывает, что щебень из бетонного лома по сравнению с гранитным имеет пониженные физико-механические характеристики, но в то же время соответствует требованиям ГОСТ 8267-93 «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия (с Изменениями N 1-4)» и годен для изготовления тяжелых бетонов общестроительного назначения.

Переработка отходов стекла в России практически отсутствует. Бой стекла может использоваться как добавка в производстве стекломагнелиевых плит, теплоизоляционных материалов, стеклокерамзита, стеклоблоков, пеностекла и ячеистых бетонов. Переработанные отходы из стекла экономят материалы необходимые для производства первичного стекла. Так, к примеру, из 1 тонны отходов можно получить до 650 кг песка, 150 кг кальцинированной соды и 200 кг известняка.

Отходы из керамики будут измельчаться в крошку для дальнейшего использования при отсыпке пешеходных дорожек. Щебень из глиняного кирпича, черепицы и другие отходы кладки используются в дорожном строительстве, а также как заполнитель дренажных систем.

Таким образом, к преимуществам использования отходов от сноса зданий и сооружений можно отнести: снижение объема отходов, снижения нагрузки на окружающую среду, посредством уменьшения добычи полезных ископаемых, сбережение невозобновляемых природных ресурсов. Но есть и недостатки в виде более низкого качества материалов, отсутствие выбора технических условий на материалы с применением вторичного сырья, отсутствие непрерывного потока перерабатываемого сырья и не столь большая популярность данного метода в России.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Волженский А.В.* Минеральные вяжущие вещества Стройиздат, 1986, с изменениями.
2. Отраслевой журнал Строительство [электронный ресурс] http://ancb.ru/files/pdf/mobile/Otraslevoy_zhurnal_Stroitelstvo_-_2018_god_06_2018_mobile.pdf
3. *Бальзанников М.И., Галицкова Ю.М., Семенова В.В.* Утилизация отходов производства строительных блоков с целью снижениязагрязнения окружающей среды// Материалы Международной научно-технической конференции. [Электронный ресурс] / Под. ред. М.И. Бальзанникова,С.В. Евдокимова. – Самара: СГАСУ.
4. *Алексанин А.В., Сборщиков С.Б.* Логистические принципы управления отходами строительного производства. Вестник МГСУ, №3 2013 г.
5. Строительные отходы и правила обращения с ними [Электронный ресурс] – Режим доступа:<http://vtorothodi.ru/utilizaciya/stroitelnye-otxody-klassifikaciya>.
6. *Галицкова Ю.М.* Подготовка строительных отходов к вторичному использованию// Материалы Международной научно-технической конференции. [Электронный ресурс] / Под. ред. М.И. Бальзанникова,С.В. Евдокимова. – Самара: СГАСУ. 2014.
7. *Сидякин П.А., Магомадов И.З., Палатов Р.Р., Стате Г.И.* Защита атмосферного воздуха от запыленности при проведении демонтажа зданий и сооружений // Технологии гражданской безопасности. 2014.

ВЛИЯНИЕ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ НА СВОЙСТВА СУЛЬФОАЛЮМИНАТНОГО ЦЕМЕНТА

В настоящее время одним из важных направлений развития цементной промышленности является производство эффективных строительных материалов с высокими показателями строительно-технических свойств. Большое разнообразие строительных конструкций, их возведения и существенные различия условий эксплуатации, а также разные виды агрессивных воздействий, действующие на эти конструкции, вызвали необходимость создания цементов со соответствующими техническими свойствами. Они получили бы широкое распространение при строительстве гидроэлектростанций, автомобильных дорог и аэродромов, морских и океанских сооружений, при промышленном производстве сборных обычных и преднапряженных железобетонных конструкций и др.

Организация производства таких видов цементов оказалась возможной, так как развитие технологии производства цемента и науки, связанной с ним. В настоящее время, на основе многочисленных исследований зарубежных и отечественных ученых, организовано и построено промышленное производство многих специальных портландцементов: быстротвердеющего, тампонажного, высокопрочного, пуццоланового, сульфоалюминатного, гидротехнического, дорожного и др.

Также весьма актуально и грядущее развитие, несмотря на очевидные успехи, достигнутые в области создания специальных цементов, ориентированные на расширение и улучшение качества строительных материалов;

Современными задачами научно-технического прогресса в области строительства являются удешевление и ускорение технологических процессов, облегчение конструкций, снижение трудоемкости и затрат на сопутствующие работы при возведении сооружений, находящихся под воздействием коррозионных сред, могут быть решены только использованием специальных цементов [1].



Рис. 1. Золошлаковые отходы

Свойства таких цементов определяются условиями гидратации и твердения сульфоалюминатов и алюминатов кальция, либо их аналогов, а также их смесей с минералами - силикатами кальция и гипсом.

Наряду с направлением, описанным выше, существует и другое – введение в состав цемента различных видов добавок. Существует множество видов и типов добавок, однако одним из высокоэффективнейших материалов в части экономии цемента: тонкомолотая зола тепловых станций (золошлаковые отходы). Этот материал примкнется как активная минеральная добавка в цемент. Неоспоримым преимуществом золошлаковых отходов является и параллельное решение экологической проблемы при использовании их в качестве компонента цемента. В технологии специальных цементов, таких как особобыстротвердеющих, напрягающих цементов сведений об использовании золошлаковых отходов практически нет, что предопределяет актуальность исследований в этом направлении [2].

Таблица.1.

Химический состав материалов

Наименование	п.п.п	Содержание оксидов, масс. %								
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	S O ₃	S	Ti O ₂	R ₂ O
САЦ	0,35	10,31	22,07	5,48	55,55	2,34	3,9	-	-	-
ЗШО	39,6	5,22	0,52	40,15	10,48	39,6	-	0,22	2,2	1,61
МК	1,6	90,1	1,7	2,0	2,3	0,8	0,6	-	-	1,9

При выполнении работы в качестве исходных материалов использовали: сульфоалюминатный цемент (САЦ) (производства АО «Подольск-Цемент»), золошлаковый отход (ЗШО), реактив СаО, микрокремнезем (МК).

После исследований мы получаем результаты:

1. Золошлаковый отход, характеризующийся высокой дисперсностью, имеет сроки схватывания близкими к срокам схватывания рядового портландцемента.

2. При использовании активизаторов твердения ЗШО (оксида и сульфата кальция) установлено, что наибольшее активизирующее действие оказывает оксид кальция. При добавлении к его к тонкоизмельченному золошлаковому отходу практически не изменяются сроки схватывания, но повышается прочность твердеющего камня.

3. Установлено, что использование золошлакового отхода к сульфоалюминатному цементу повышает его водопотребность, то есть в состав вяжущего необходимо вводить пластифицирующие добавки.

4. В присутствии золошлакового отхода, сроки схватывания цементных композиций практически не меняются, по сравнению с чистым сульфоалюминатным цементом. При ограничении количества ЗШО в составе цемента, прочностные характеристики практически не меняются во всем периоде твердения.

5. Дополнительное введение в состав композиционных сульфоалюминатных цементов оксида кальция в качестве активизатора твердения шлака приводит к незначительному увеличению прочностных характеристик.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Тейлор Х.* «Химия цемента» - М. Мир. 1996. - 560 с.
2. *Кузнецова Т.В.* «Алюминатные и сульфоалюминатные цементы» -М.: Стройиздат, 1986. - 208 с.

ПРИМЕНЕНИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПОЛУЧЕНИИ НОВЫХ ВИДОВ ЦЕМЕНТА НА ОСНОВЕ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА

Проблема ресурсосбережения и сохранности экологического состояния окружающей среды является актуальной для любого государства. Сегодня в России и ряде других стран наблюдается повышение стоимости строительных материалов и дефицит сырья при производстве цемента и других вяжущих веществ. Лучшим решением данной проблемы является использование техногенного сырья. Было выявлено, что при использовании вторичного сырья в производстве цементов резко сокращаются объёмы добычи дефицитного природного сырья и уменьшается количество загрязняющих окружающую среду веществ.

Цемент является крупнейшим промышленным продуктом на Земле по массе. В сочетании с водой и минеральными наполнителями он образует материалы на основе цемента (например, бетон). Это второе наиболее используемое вещество в мире после воды. Поэтому, решающим фактором в повышении эффективности цементной промышленности является разработка и внедрение ресурсосберегающих технологий. Это наилучший путь развития экономики страны и улучшения экологического состояния окружающей среды.

Одна из важных и устоявшихся стратегий – замена портландцементного клинкера другими материалами. Эта стратегия имеет преимущества, заключающиеся в снижении энергопотребления, а так же в увеличении производства без использования дополнительного оборудования. В цементной промышленности широко используются различные промышленные и побочные продукты, такие как: зола и золошлаковые отходы, металлургические и топливные шлаки, микрокремнезем, отходы химического комплекса, отходы древесины и так далее. Рассмотрим некоторые из них:

- микрокремнезем является побочным продуктом производства металлического кремния и сплавов ферросилиция из высококачистого кварца наряду с углеродистыми материалами, такими как кокс или древесной щепы. Для использования совместно с цементными растворами, микрокремнезем необходимо измельчить до крупности или тонкости цемента, поскольку это может повлиять на эффективность его работы в бетоне.

Из-за своего влияния на реологию и участия в гидратации в раннем возрасте микрокремнезем часто сочетают с летучей золой или домен-

ным шлаком для более медленной скорости их гидратации в высокопроизводительных бетонах;

- доменный гранулированный шлак является вторичным продуктом производства чугуна. Показателями качества для этих шлаков как дополнительных цементирующих материалов включают как физические, так и химические свойства. Так, например, реакционная способность шлаков повышается с увеличением содержания CaO , MgO , Na_2O , Al_2O_3 , а так же с уменьшением SiO_2 , FeO , TiO_2 и т.п.

Повышенное содержание глинозема положительно для развития прочности шлаковых цементов.

Содержание влаги в доменном шлаке является еще одним важным параметром. В зависимости от пористости доменный шлак после грануляции обычно имеет влажность примерно от 8 до 12%. Присутствие скрытой гидравлической реакционной способности приводит к немедленному началу гидратации при контакте с водой, так что, в некоторых случаях, вскоре после грануляции продукты гидратации могут быть видны на поверхности зерен шлака. Применение доменных гранулированных шлаков позволяет не только экономить ресурсы, но и сокращать энергетические затраты при обжиге клинкера.

- как говорилось ранее, в качестве дополнительных цементирующих материалов применяют так же материал называемый зола-унос, который представляет собой мелкозернистый материал в виде частиц, собранных из дымовых газов на электростанциях, работающих на угле. Применение этого материала с цементом улучшает реологию и долговечность.

Большинство золы-уноса содержат от низкого до высокого уровня кальция. Эта зола является пуццолановой, так как она реагирует с Ca^{2+} или $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и образуют новые связующие соединения в присутствии воды. Некоторые летучие золы класса С с достаточно высоким содержанием CaO могут использоваться в качестве единственного связующего в бетонах.

Хоть зола-унос и является отходом, полученным в результате другого производственного процесса, благодаря разработке быстрых и обще-



Рис. 1. Гранулированный шлак

принятым надежных методов определения характеристик, весь её потенциал, как дополнительного цементирующего материала, может быть определен и реализован в производстве. Так же в качестве добавки к цементу употребляют золошлаковую смесь из отвалов ТЭС.

- при производстве цементов так же используют отходы алюминиевого производства, например – нефелиновый (белитовый) шлак. Нефелиновый шлак по химическому составу приближен к цементу, который позволяет использовать его для получения высококачественного вяжущего. Опыт многих лет применения нефелинового шлака в цементной промышленности показал высокую его эффективность: производительность печей увеличивается в среднем на 25-30 %, расход топлива уменьшается на 20-25 %.

Использование техногенных отходов замещает до 40 % потребности производства в сырье и на 10-30% снижает затраты на производство цементов и вяжущих материалов, чем из натурального сырья.

Внедрение новых технологий в цементной промышленности – это сложный и противоречивый, но необходимый процесс, требующий немедленной реализации во многих развивающихся странах. Так как условия окружающей среды для жизни человека находятся на довольно невысоком уровне, мы должны различными способами сохранять природу и улучшать мир, в котором живем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Волженский А.В., Буров Ю.С., Колокольников В.С.* Минеральные вяжущие вещества (технология и свойства). М.: Стройиздат, 1979. 476 с., ил.
2. *Scrivenera K.L.* Eco-efficient cements: Potential economically viable solutions for a low-CO2 cement-based materials industry / UN Environment, *Scrivenera K.L., Vanderley M.J., Gartner E.M.* // Cement and Concrete Research – 2018 – Vol.x, No.x, P. 1-25.- ISSN 0008-8846.

НИЗКОПРОЧНЫЙ САМОУПЛОТНЯЮЩИЙСЯ БЕТОН

Самоуплотняющийся бетон (СУБ) получают из особого вида бетонной смеси, способной уплотняться под действием собственной тяжести, при этом заполняя весь объём формируемой конструкции. Перспективы применения данного материала очень велики. Его уникальные свойства позволяют отказаться от виброуплотнения, а следовательно, нет шума и вибрации, нет необходимости в громоздкой опалубке и нет дефектов, связанных с недостаточным или избыточным уплотнением.

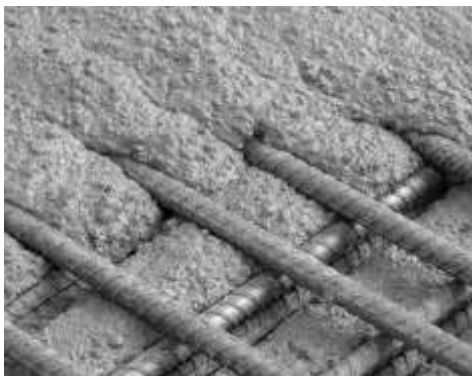


Рис. 1. Самоуплотняющийся бетон

Свои реологические свойства СУБ получил благодаря достижениям химической промышленности и, в первую очередь - синтезу поликарбоксилатных суперпластификаторов. В 80-х годах в Японии связи с необходимостью улучшать свойства высокопрочного бетона, для строительства уникальных сооружений, таких как мост Акаши Кайке, был разработан новый класс бетонов – самоуплотняющийся бетон. Самоуплотняющуюся бетонную смесь стало возможным транспортировать по трубопроводу, не боясь ее расслоения, свойства смеси стали более стабильными и предсказуемыми. Поликарбоксилаты увеличили сроки пластифицирующего действия до 3-4 раз по сравнению с предыдущим поколением пластификаторов. Помимо реологических свойств значительно возрасла прочность СУБ, их плотность, а следовательно и устойчивость к коррозии. Всё это позволило увеличить срок службы сооружений из так называемого высокотехнологичного бетона.

Помимо использования новых сырьевых компонентов, в СУБ необходимо соблюсти особое соотношение ингредиентов, чтобы смесь «поползла», т.е. обрела эффект самоуплотнения. Кроме того, предъявляются дополнительные требования к качеству инертных материалов. Так, например, предпочтительная форма крупного заполнителя – кубовидная. Для достижения наилучшего эффекта самоуплотнения применяются специально-подобранные инертные материалы с прерывистой

гранулометрией. Коэффициент раздвижки зёрен в самоуплотняющейся бетонной смеси должен быть в разы больше, чем у обычного товарного бетона, а следовательно значительно увеличивается объём растворной части. Такого эффекта можно добиться увеличением расхода цемента, но не во всех случаях это оправданно. Некоторые конструкции не требуют большой прочности и использование самоуплотняющегося бетона становится нецелесообразным из-за его дороговизны. Для снижения расхода цемента в состав вяжущего вещества вводят микронаполнитель, в роли которого чаще всего выступают зола-уноса или молотный известняк.

Существует проблема с уплотнением бетонной смеси в густоармированных конструкциях. В таких случаях приходится либо пересчитывать сетку арматуры под глубинные вибраторы, либо пользоваться самоуплотняющимися бетонами, которые по классам редко бывают ниже В35. С помощью микронаполнителя и тщательного подбора состава, можно снизить расход цемента до низких значений и сделать СУБ с классами по прочности на сжатие В20 – В25, прочности которых хватит в большинстве случаев, ведь, в густоармированных конструкциях, первоочередная задача бетона - защита арматуры от коррозии. При всей дороговизне и необходимой тщательности подбора состава и материалов, можно сделать самоуплотняющийся бетон более доступным и распространённым в монолитном строительстве и в заводских изделиях со сложной конфигурацией.

Преимущества бетонирования самоуплотняющимися бетонными смесями:

- Ускоряется темп бетонирования (монолитчикам следует только распределить смесь по поверхности).
- Количество рабочих при бетонировании можно сократить, следовательно экономить на фонде заработной платы.
- Исключается негативная роль человеческого фактора при вибрировании бетонной смеси.
- Достигается равномерная прочность по всей площади бетонирования.
- Наблюдается улучшенное сцепление с арматурой.
- Нет расслоения бетонной смеси.
- Появляется возможность бетонировать через низ опалубки.
- Нет необходимости учитывать в расчётах конструкций место под вибратор.

К минусам можно отнести:

- Дороговизну поликарбонатов и гиперпластификаторов на их основе

- Чтобы добиться эффекта самоуплотнения состав бетона можно получить только опытным путем.
- Повышенные требования к сырьевым материалам.

Исходя из вышеперечисленного, преимущества СУБ преобладают над его недостатками.

Следует провести дополнительные лабораторные исследования с целью получить бетон класса по прочности на сжатие В20–В25 с эффектом самоуплотнения бетонной смеси. В данном исследовании важна итоговая стоимость такого продукта, так как прежде всего оно направлено на повышение экономической эффективности и распространение самоуплотняющихся бетонов в массовом строительстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Беленцов Ю.А., Смирнова О.М., Шаманина Д.Д.* Самоуплотняющийся бетон с использованием наполнителя из молотого известняка. Статья в сборнике трудов конференции. ПГУПС22-25. 2016.
2. *Larsen O.A. Naruts V.V.* Self-Compacting concrete with limestone powder for transport infrastructure. National Research Moscow State Civil Engineering University. 2016.

БИОКОРРОЗИЯ БЕТОНА: ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ НЕЕ

В число самых актуальных проблем современного строительства входят проблемы коррозионного повреждения цементного камня, который является основой всех бетонных и железобетонных зданий и сооружений. Коррозионная деструкция – не что иное, как разрушение структуры цементного камня, которое приводит к снижению эксплуатационных характеристик объекта. Специалисты выделяют несколько видов коррозии: химический, физико-химический и биологический.

Биологическая коррозия - это процессы деструкции бетона, вызванные продуктами жизнедеятельности низших форм организмов. Бетоны обладают высокой поверхностной активностью и способны адсорбировать бактерии, микробы, грибы всех видов, мхи, так называемую биоматерию, на своей поверхности. Заселение и развитие представленных выше биодеструкторов на материале обусловлены структурой материала, его химическим составом, а также его технологией изготовления. Различные микроорганизмы, а так же грибы, проникающие в пористую структуру бетона, образуют в ней большой объем биологических соединений, что способствует появлению внутреннего напряжения и трещин в бетонной конструкции. Биодеструкторы проникают в слои цементного камня и вступают с ним в химическую реакцию, чем нарушают сцепление его компонентов за счет выделения минеральных и органических кислот. Тионовые, нитрифицирующие, углеводородокисляющие редуцирующие сульфат-бактерии, дрожжи и другие микроорганизмы образуют неорганические и органические кислоты, также сероводород.

Литотрофные бактерии самые коррозионно-активные. Они окисляют неорганические вещества: серу, сульфиды с образованием H_2SO_4 ; NH_3 с образованием HNO_3 .

Плесневые грибы способствуют окислительному брожению. Окислительное брожение происходит только в случае наличия у микроорганизмов особого фермента – редуктазы, которая способствует неполному разрушению углеводов в присутствии O_2 воздуха. Промежуточными продуктами этого биохимического процесса являются органические кислоты - глюконовая, щавелевая, янтарная и лимонная, которые вызывают не только коррозию бетонов, но и коррозию металлов и органических материалов: разъедание, снижение веса, изменение окраски, потерю прочности [1].

Меры защиты от биокоррозии разрабатываются на основании двух вариантов развития процессов биокоррозии.

При первом варианте развития биокоррозии происходит непосредственный контакт биодеструкторов с поверхностью бетона, которые через поры проникают вовнутрь его структуры. Происходит взаимодействие биоорганизмов с поверхностью материала, что приводит к снижению прочности и повреждению его структуры. При этом сокращаются сроки эксплуатации материала. Второй вариант основан на продуцировании биодеструкторами агрессивных по отношению к бетону веществ, при этом сами биоорганизмы не контактируют с поверхностью бетона. Коррозия происходит в отдалении от места скопления биодеструкторов и во времени. Например, на поверхности бетона имеется пленка из карбоната кальция, на которой размножаются серобактерии. Сначала происходит деструкция пленки за счет образования продуктов жизнедеятельности биодеструкторов в виде сульфид-ионов, сульфит-ионов, тиосульфат-ионов, сульфат-ионов, затем после разрушения пленки серосодержащие ионы проникают вглубь структуры бетона, вызывая и его разрушение.

Защита бетона от биокоррозии базируется на применении биоактивных химических веществ, ослабляющих или прекращающих жизнедеятельность микроорганизмов. Такие биоактивные вещества называются биоцидами. Введение в бетоны биоцидов является наиболее надежным способом защиты от биокоррозии [2]. Защитные биоцидные составы должны не только обладать долговечностью, но и быть безопасными для человека, животных и окружающей среды. Биоциды классифицируют по агрегатному состоянию: твердые (порошки), жидкие и газообразные (фумиганты, летучие фунгициды и другие); по признакам растворимости – водорастворимые, малорастворимые и растворимые в органических растворителях.

Для бетонов, содержащих минеральные вяжущие, необходимо выбирать биоциды, во-первых, совместимые с вяжущим, во-вторых, сохраняющие активность при тепловлажностной обработке, в-третьих, трудно вымывающиеся из бетона. Биоцидная добавка должна быть подобрана таким образом, чтобы не ухудшить эксплуатационные свойства материала. Использование в качестве биоцидов неорганических солей недопустимо, так как они активно вступают в реакцию с гидроксидом кальция и теряют свои защитные свойства. Например, применение солей меди в качестве биоцидов приводит к значительному снижению подвижности бетонной смеси и прочности цементного камня.

Для защиты бетонов в качестве биоцидов в настоящее время используются катапин и катамин, являющиеся четвертичными аммониевыми основаниями; ластонокс, АБП-40, латексный биоцид, относящиеся к

оловоорганическим соединениям. Аммониевые биоциды обладают фунгицидной и бактерицидной активностью, действие которых сохраняется и при тепловлажностной обработке. Они противостоят тионовым и аммонифицирующим бактериям бытовых и производственных сточных вод. Водные растворы катапина 0,1-0,2% концентрации токсичны к золотистому стафилококку, кишечной палочке, к плесневым грибам, как аспергиллам, пенициллиям, кладоспориям и др. Однако они хорошо растворяются в воде, поэтому быстро вымываются из защищаемого ими изделия, что приводит к понижению защитного действия. Оловоорганические биоциды не ухудшают физико-механических свойств бетонов и сохраняют биоцидную активность при тепловлажностной обработке бетона. Основным недостатком оловоорганических биоцидов - отсутствие бактерицидной активности, высокая токсичность.

Для защиты бетонов от биокоррозии используют биоцидные грунтовки и пропитки, например, гидрофобизирующие составы на основе полимеров и кремнийорганических жидкостей, действие которых основано на образовании на обрабатываемой поверхности гидрофобной пленки, препятствующей проникновению воды в поры цементного камня и предотвращающей возникновение условий, благоприятных для размножения микроорганизмов.

Исходя из выше изложенного, можно сделать вывод, что в настоящее время разработаны различные препараты, обладающие биоцидными свойствами, способные предотвращать разрушение бетона. Однако биоорганизмы склонны приспосабливаться к новым условиям существования, вследствие чего для их уничтожения требуется подбирать все новые биоцидные материалы и технологии их устранения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Василенко М.И., Гончарова Е.Н.* Микробиологические особенности процесса повреждения бетонных поверхностей // *Фундаментальные исследования.* 2013. №8-1. С. 85–89.
2. *Зарубина Л.П.* Защита зданий, сооружений, конструкций и оборудования от коррозии. Биологическая защита. М: "Инфра-Инженерия", 2015. 209 с.

ПОЛИМЕРЦЕМЕНТНЫЕ СОСТАВЫ С РАСШИРЯЮЩИМИ ДОБАВКАМИ

Оценка роли расширяющей добавки на структурообразование модифицированных полимером портландцементных композиций. Проверка предположения о влиянии расширяющей добавки в оптимальном количестве (10%) на кинетику твердения и продолжительность периода формирования структуры смеси.

В качестве минерального вяжущего применялся портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н в соответствии с ГОСТ 31108-2016. Кварцевый песок был применен в качестве мелкого заполнителя согласно ГОСТ 8736-2014 с $M_K=2$. В роли органической составляющей выступила добавка дисперсного порошка сополимера винилацетата и этилена Vinnapas 5010N. В качестве компонента, компенсирующего усадку, применялась расширяющая добавка на основе сульфоалюминатного клинкера, соответствующая ТУ № 5743-023-46854090-98. Эксперимент проводился в адиабатических условиях с помощью измерителя-регулятора Oven TRM-138.

Полученные данные свидетельствуют о том, что модифицированные полимером вяжущие материалы с расширяющей добавкой сокращают период формирования, который, вероятно, связан с образованием гидросульфоалюмината кальция. Получены данные по тепловыделению исследованных составов, на основании которых можно сделать вывод, что введение расширяющего компонента способствует более раннему структурообразованию и меньшему тепловыделению по сравнению с контрольным составом. При этом максимальное тепловыделение и сроки схватывания контрольного, модифицированного и модифицированного с расширяющим компонентом в количестве 10% соответственно составило 99,4 °С; 97 °С и 92 °С. При этом начало и конец схватывания соответственно составили 20 минут и 2 часа 30 минут. Установлено, что период формирования структуры зависит от начальных свойств смеси, таких как водоцементное соотношение, содержание расширяющейся добавки и полимерцементное соотношение.

Органические полимерные добавки применяются в смесях на основе цемента для снижения водопотребности смеси и ускорения набора прочности. Полимерные добавки вводятся в состав бетона в виде водных дисперсий полимеров [1], или в виде сухих редиispersируемых порошков [2].

Развитие усадочных напряжений в материалах на основе цемента приводят к развитию растягивающих напряжений, вызванных контракцией, которые могут увеличить риск образования трещин в раннем возрасте. Применение полимерных добавок в составе растворных и бетонных смесей сопряжено с усадочными деформациями. Для их уменьшения широкое применение получили расширяющие добавки.

Полимерцементные бетоны на основе композиционного вяжущего, состоящего из портландцемента и органического связующего, обладают рядом положительных качеств. Им присущи относительно сниженная пористость, износостойкость, долговечность, повышенная химическая стойкость, а также хорошие адгезионно-когезионные свойства [3, 4]. Добавление органического компонента часто изменяет гидратационные свойства цементной смеси. Это влияет на время схватывания раствора за счет замедления гидратации цемента. Это влияние особенно сказывается на прочности на сжатие.

Такие полимеры, как поливинилацетат, широко применяются в цементных материалах, предназначенных для клеевых, ремонтных и защитных составов [5].

Твердение полимерцементных композиций, особенно модифицированных поливинилацетатной дисперсией, сопряжено с усадкой, превышающей контракцию бетонов соответствующего состава. Данное явление объясняется суммированием усадки твердеющего цемента и высыхающего полимера. Несмотря на это, усадочные трещины в таком композите меньше, чем в аналогичных бетонах без добавления полимера. Поэтому является целесообразным введение расширяющих добавок. Такая процедура позволит снизить риск возникновения конструктивных деформаций с одной стороны, но может вызвать избыточные расширяющие деформации, приводящие к развитию дезинтеграционных процессов с другой стороны [6]. Расширение бетона, содержащего расширяющую добавку, происходит вследствие появления в структуре цементного камня новообразований, объем которых существенно превосходит объем вступающих в реакцию исходных веществ [7]. Формирование структуры свежих полимермодифицированных цементных смесей с расширяющей добавкой было эмпирически исследовано путем анализа данных о тепловыделении. Период формирования структуры зависит от начальных свойств смеси, таких как водоцементное соотношение, содержание расширяющей добавки и полимерцементное соотношение.

Спроектированные полимерцементные составы на основе портландцемента, полимерного составляющего и расширяющего компонента могут препятствовать появлению нежелательных усадочных деформаций, повышению трещиностойкости и служить промежуточной кон-

цепцией на пути к созданию на их основе составов с компенсированной усадкой. Такие составы, благодаря пониженной пористости, повышенной прочности на изгиб и морозостойкости и улучшенной адгезии к старому бетонному основанию могут найти свое применение в строительстве коррозионностойких конструкций, а также в ремонтных работах со старым бетонным основанием.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Wang Li L., Lu Q. R.*, Influence of polymer latex on the setting time, mechanical properties and durability of calcium sulfoaluminate cement mortar // *Construction and Building Materials*. 2018. Vol. 169. P. 911-922.
2. *Галкина О.А.* Повышение эффективности бетонов для монолитных полов полимерными добавками. Диссертация на соискание учёной степени канд. техн. наук. Москва. 2004. 179 с.
2. *Knapen E., Van Gemert D.* Polymer film formation in cement mortars modified with water-soluble polymers // *Cement and Concrete Composites*. 2015. Vol. 58. P. 23-28.
4. *Afridi M. U. K., Ohama Y., Zafar Iqbal M., Demura K.*, *Cem. and Concr. Comp.*, 17, 2 (1995)
5. *Cao F., Miao M., Yan P.*, *Constr. and Build. Mat.*, 183 (2018)
6. *Aattache A., Mahi A., Soltani R., Mouli M., Soufiane Benosman A.* Experimental study on thermo-mechanical properties of Polymer Modified Mortar // *Materials & Design*. 2013. Vol.52. P. 459-469.
7. *Jansen D., Goetz-Neunhoeffler F., Neubauer J., Haerzschel R., Hergeth W.-D.* Effect of polymers on cement hydration: A case study using substituted PDADMA // *Cement and Concrete Composites*. 2013. Vol. 35, Iss.1. P. 71-77.

ЩЕЛОЧЕ-СИЛИКАТНАЯ КОРРОЗИЯ БЕТОНА

Щелоче-силикатные реакции (ЩСР) приводят к расширению и растрескиванию многочисленных бетонных конструкций по всему миру. Расширение в структуре бетона возникает за счёт образования продуктов продолжительной химической реакции – щелочесиликатных гидрогелей. При этом появляются внутренние напряжения, которые, в свою очередь, служат причиной образования обширной сети микротрещин. Часто трещины могут быть заполнены самим щелочесиликатным гелем. При исследовании трещин на микроуровне видно, что в случае щелочесиликатной коррозии трещины направлены радиально от зерна заполнителя к цементному тесту.

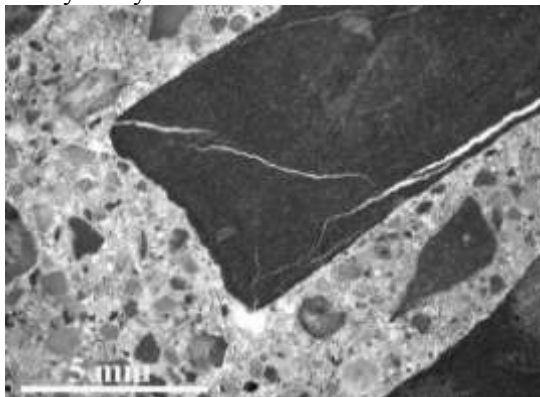


Рис. 1. Полированный участок исследуемого образца бетона. Повреждение ЩСР (трещины заполнены гелем)

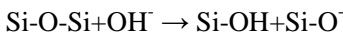
Необходимыми условиями протекания ЩСР являются достаточно высокое содержание оксидов щелочных металлов в цементе и реакционно-способной составляющей в заполнителе и наличие высокой влажности (не менее 80%) или воздействия воды.

Щелочные соединения могут поступать в бетон как при изготовлении бетонной смеси (с цементом, заполнителями, химическими добавками), так и при воздействии морской воды или противогололедных материалов. При реакциях соединений, содержащих эти ионы, их анионы входят в продукты с низкой растворимостью (этtringит, C-S-H, AFm-фаза) и одновременно образуется эквивалентное количество OH^- . Так как гидроксиды K^+ и Na^+ растворимы, это позволяет OH^- перехо-

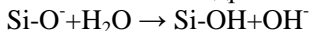
дить в поровый раствор. Содержание щелочных ионов в бетоне выражено эквивалентом Na_2O ($\text{Na}_2\text{O}_3 = \text{Na}_2\text{O} + 0,658\text{K}_2\text{O}$) и оно не должно превышать 3 кг/м^3 бетона.

К реакционно-способным заполнителям относятся тридимит, вулканическое стекло, андезит, опаловый известняк. Некоторые реакционно-способные заполнители, например андезит, могут содержать значительное количество щелочного оксида, который выделяется во время реакции. Все они содержат SiO_2 в качестве основного компонента и имеют либо нарушенную и/или открытую структуру (тридимит, промышленные стекла, частично кристаллизованная лава), либо очень мелкозернистую (опал). Поверхности, как наружные, так и внутренние, всех кремнеземистых материалов образованы силоксановыми связями.

Химически щелоче-силикатная коррозия заключается в разрыве связей между двумя атомами кремния через кислород в заполнителе под действием гидроксид-иона:



В зависимости от количества силоксановых связей, которые имеет атома Si, может быть от одного до четырех типов связности (от Q^1 до Q^4). Чем меньше становится силоксановых связей, тем более рыхлой становится поверхностная структура заполнителя. При этом увеличивается щелочность продукта реакции, благодаря чему он становится способным абсорбировать воду. По мере поглощения воды, продукт реакции превращается в щелочесиликатный гидрогель:



В состав геля входят преимущественно низкополимерные ионы кремниевых кислот и катионы натрия и калия, также в составе присутствуют катионы кальция из поровой жидкости. Кальций связывает отдельные силикатные ионы, с увеличением концентрации катионов кальция увеличивается твёрдость и компактность геля и, тем самым, понижается его абсорбционная способность.

В качестве средств по борьбе с ЩСР широко применяются активные минеральные добавки (АМД) и химические вещества-ингибиторы щелоче-силикатной коррозии. АМД позволяют повысить дисперсность системы и создать более плотную структуру, а также при замещении цемента снизить количество щелочных соединений, поступающих в бетон непосредственно из самого цемента.

В роли веществ-ингибиторов наиболее эффективными являются соединения лития (LiOH , $\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$, Li_2CO_3 , Li_2NO_3). Впервые работа об использовании соединений лития для защиты от ЩСР была опубликована в США в 1951 году. В этом исследовании были изучены более 100 различных химических соединений. Наиболее перспективными были признаны соединения лития, которые почти исключали расширение

бетона в течение 8 недель при воздействии температуры 38 °С. Соединения лития используются в качестве эффективной меры защиты от щелоче-силикатной коррозии, литий выполняет сразу несколько важных функций:

1. снижает скорость растворения кремнезема;
2. препятствует образованию щелочесиликатного геля;
3. уменьшает силы отталкивания между коллоидными частицами геля, таким образом, уменьшая его набухание;
4. литий, попадая в щелочесиликатный гель, может изменять его свойства и способность к расширению.

Несмотря на то, что были разработаны качественные меры по защите от ЩСР, тема щелоче-силикатной коррозии по-прежнему является важным предметом изучения среди учёных по всему миру.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Брыков А.С.* Щелоче-силикатные реакции и коррозия бетонов: учебное пособие. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2009. – 27 с.
2. *Тейлор Х.* Химия цемента. Пер. с англ. – М.: Мир, 1996. – 560 с.
3. *Kodjo A.S., Rivard, P. F. Cohen-Tenoudji, J.-L. Gallias.* Impact of the alkali-silica reaction products on slow dynamics behavior of concrete // *Cement and Concrete Research*. 2011. Vol. 41. P. 422–428. DOI: 10.1016/j.cemconres.2011.01.011.
4. *Rajabipour F., Giannini E., Dunant C., Ideker J.H., Thomas M.* Alkali-silica reaction: Current understanding of the reaction mechanisms and the knowledge gaps, // *Cement and Concrete Research*. 2015. Vol. 76. P. 130–146. DOI: 10.1016/j.cemconres.2015.05.024
5. *Chatterji S.* Chemistry of alkali-silica reaction and testing of aggregates, // *Cement & Concrete Composites*. 2005. Vol. 27. P. 788–795. DOI: 10.1016/j.cemconcomp.2005.03.005

Студентка 3 курса 33 группы ИСА Щербенева О.А.

Аспирант 1 курса Маркозаивили Д.И.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. О.В. Александрова

ВИДЫ ПЕНОСТЕКЛЬНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ ДЛЯ БЕТОНОВ

В последние годы строительная отрасль проявляет большой интерес к применению высокоэнергoeffективных материалов. В роли таких материалов выступают легкие бетоны на пористых заполнителях.

Одним из самых перспективных и востребованных заполнителей служит пеностекольный щебень, который состоит из обыкновенного стекла. Производство щебня проходит в несколько стадий, первая из которых - это предварительное измельчение стекла; затем измельчённый материал отправляется в печь, где достигает 950°C. В данном температурном режиме происходит окисление углерода с образованием углекислого газа, благодаря этому стекло вспенивается. Последней стадией производства является резкое охлаждение, в результате которого пеностекло превращается в пеностекольный щебень.

Полученный материал состоит из множества закрытых воздушных ячеек сферической и гексагональной формы, размер которых может быть от 0,1 до 1 см. Примерная толщина стенок ячеек изменяется в интервале от 20 до 100 мкм. Цвет щебня может быть различным от светлого до чёрного, также встречается и цветной, это полностью зависит от состава стекла и примесей.

По сравнению с традиционно применяемыми материалами, пеностекольный щебень является привлекательным пористым заполнителем, обладающим не только низкой плотностью – до 250 кг/м³, высокой прочностью, но и низкой водопотребностью (в пределах 5 %), которая в большинстве случаев, является главным фактором, снижающим эффективность применения пористых заполнителей в бетонах. Пеностекло не впитывает воду, либо в очень малых количествах в зависимости от состава шихты и технологии. Материал негорючий, долговечный, стабильный в размерах, стойкий к агрессивным средам, с высокими прочностными показателями. Многие отечественные производители выпускают материал, не уступающий по своим свойствам зарубежным аналогам.

При производстве пеностекла можно использовать любой стеклобой и отходы стекольного изготовления. Это способствует улучшению экологичности теплоизоляционных материалов, тем самым помогая избежать асбестосодержащих и пожароопасных пенопластов.

Из сравнительных характеристик (таблица 1) он является наиболее привлекательным материалом по своей плотности, прочности и стойкости по сравнению с другими материалами. Заменяв керамзит гранулами

или щебнем из пеностекла, можно получить значительно лучший результат при эксплуатации, так как прочность гранул выше в 3-4 раза, срок службы больше в 5 раз, чем у керамзита.

Таблица 1

Сравнительные характеристики насыпных теплоизоляционных материалов

Материал	Плотность насыпная, кг/м ³	Теплопроводность, Вт/м°С	Устойчивость в воде	Прочность (для использования и строит. смесях)	Фракции гранул, мм	Цвет
Керамзит	400-800	0,2-0,3	неустойчив	высокая	4-5	кирпичный
Перлит	60-200	0,05-0,08	неустойчив	низкая	0,1-0,5	белый
Вермикулит	50-150	0,05-0,07	неустойчив	низкая	0,5-1,0	серый коричн.
Зола-уноса ТЭС	400-600	0,09-0,2	устойчив	высокая	0,1 0,5	белый серый
Пеностекольный гранулят	100-250	0,06-0,062	устойчив	высокая	0,2-0,4	от серого до черного

К возможным недостаткам применения пеностекла в легких бетонах следует отнести возможность протекания деструктивных процессов за счет щелочесиликатной коррозии (ЩСК), которое заключается в том, что аморфный кремнезем может вступать в реакцию со щелочами цемента. Щелочная среда бетона способствует расщеплению силансодержащих связей кремнезема заполнителя под действием гидроксид-ионов.

Проведенные исследования по протеканию ЩСК в легких бетонах с различными видами пеностекольного щебня позволили установить общие закономерности данного процесса [6]:

- кристаллизованная (оплавленная) поверхность пеностекольного щебня препятствует протеканию ЩСК в бетонах, и сдерживает скорость развития физико-химических процессов;
- для интенсивного протекания ЩСК необходима выдержка материалов в условиях повышенной влажности – более 95 %, при

- пониженных значениях влажности интенсивность ЩСК значительно снижается;
- в большинстве случаев ЩСК приводит к расширению готовых образцов, без возникновения критических напряжений, приводящих к их растрескиванию.

Установленные особенности пеностеклянного щебня, позволяют определять его как весьма перспективный и современный насыпной пористый заполнитель, применение которого позволит получить эффективные легкие бетоны для устройства внутренних перегородок жилых зданий.

Сравнивая легкие бетоны на пористых заполнителях и ячеистые бетоны, первые обладают более высокими прочностными характеристиками, меньшей усадкой и ползучестью.

Применение таких бетонов на пеностеклянном щебне снижает массу и размер железобетонных конструкций, а также нагрузку на фундамент, создавая комфортные условия среды в помещениях. Не менее важным свойством в современном мире является долготеление материала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Саулин Д.В., Рожкова А.В.* Исследование щелочесиликатного взаимодействия пеностеклянных наполнителей с цементным вяжущим//Вестник ПНИПУ, - 2017, - №1
2. *Коровяков В.Ф., Федосеев А.В.* Пеностекло возвращается! [электронный ресурс] <http://www.stroyorbita.ru/index.php/item/2360-penosteklo-vozvrashaetsya>
3. *Бруссер М. И.* Заполнители для бетона: современные требования к качеству / М. И. Бруссер // Строительные материалы – 2004. – № 10. С. 62 – 63.
4. *Давидюк А. Н.* Конструкционно-теплоизоляционные легкие бетоны на стекловидных пористых заполнителях (диссертация). – Ростов-на-Дону: НИИЖБ, ФГУП "КТБ ЖБ", РГСУ, 2009. – 387 с.
5. *Брыков А. С.* Щелоче-силикатные реакции и коррозия бетона [Текст]: учебное пособие / А.С. Брыков. – СПб.:СПбГТИ(ТУ), 2009. – 27 с.;
6. *Морозова Н. Н.* Проблема щелочной коррозии бетонов в Республике Татарстан и пути её решения / Н. Н. Морозова, В. Г. Хозин, А. И. Матеюнас, Н. А. Захарова, Э. П. Акимова // Известия КГАСУ. – 2005. – № 2. С. 58 – 63.

ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНОСТИ РАСШИРЯЮЩЕГОСЯ КОМПОНЕНТА НА СВОЙСТВА ЦЕМЕНТОВ

В настоящее время большое внимание уделяется созданию строительных материалов с улучшенными характеристиками. В этом плане особый интерес представляют специальные цементы, способные не только образовывать плотный цементный камень, но и компенсировать его усадку, а при определенных условиях расширяться [1-3].

Расширяющиеся цементы готовят совместным помолом портландцементного клинкера, гипса и специальной добавки [4]. В качестве таких добавок широкое распространение получил сульфоалюминатный клинкер [3].

Основными факторами, определяющими технические свойства цемента, является его вещественный состав, природа расширяющегося компонента, минералогический состав портландцементного клинкера, гранулометрический состав цемента и его компонентов [1,2,5,6].

В данной работе изучалось влияние дисперсности расширяющегося компонента на свойства цементов.

В качестве исходных материалов в работе использовались – портландцементный клинкер Подольского завода, природный гипс Новомосковского гипсового рудника и сульфоалюминатный (САК) клинкер, выпущенный на Подольском заводе.

Известно, что этtringит кристаллизуется в различных морфологических формах, при этом могут образовываться игольчатые, призматические кристаллы различного габитуса, а морфология кристаллов зависит от размера фракций [7,8].

Изучение прочностных и деформационных характеристик различных фракций минералов показало, что к 28, а иногда и к 7 суткам образцы из средних и крупных фракций разрушаются, из-за образования большого количества крупных кристаллогидратов этtringита (таблица 1).

Поскольку в реальных условиях получение монофракционного состава расширяющей добавки не представляется возможным, то были проведены исследования по влиянию полифракционного состава минералов на морфологию кристаллов образующегося этtringита.

Проведенные исследования показали (таблица 2), что для расширяющих добавок на основе сульфоалюмината кальция предпочтителен полифракционный состав, где содержание минералов должно быть, как в мелких фракциях (<28 мкм), так и крупных

Таблица 1.

Прочностные и деформационные характеристики различных фракций сульфоалюмината кальция

Размер фракции (мкм)	Морфология кристалла	Габитус кристалла d/l**	Прочность при сжатии, МПа, через сут.			Расширение, % через сут.		
			1	7	28	3	7	28
28-40	Мелкие игольчатые	0,0751	17,0	32,7	51,5	0,02	0,05	0,08
40-63	Игольчатые	0,0478	13,3	9,8	2,1	0,95	1,2	2,1 (трещины)
>80	Длинные призматические	0,0486	8,3	5,5	-	1,3	1,8	Разруш.

Таблица 2.

Морфология этtringита при гидратации полифракционного состава сульфоалюмината кальция

Время гидратации, сут.	Кол-во ТГСАК	Габитус кристалла d/l**	Морфология кристалла этtringита
0,25	52,3	-	-
0,5	63,5	-	-
1	81,2	0,0488-0,0476	Игольчатые и призматические

фракциях (45-63 мкм), поскольку мелкая фракция обуславливает образование большого количества центров кристаллизации, а средние и грубые фракции способствуют росту призматических или длинных игольчатых кристаллов, которые обеспечивают расширение системы.

Таким образом, проведенные исследования позволяют заключить, что, варьируя фракционным составом расширяющегося агента в составе композиционного вяжущего, можно создавать условия для формирования кристаллов этtringита различной морфологии и различного его количества, и тем самым создавать широкую гамму специальных цементов.

Изучение процессов формирования структуры цементного камня с расширяющимся компонентом различной дисперсности показало, что при гидратации мелких фракций расширяющейся добавки за счет формирования мелкокристаллического этtringита происходит уплотнение

цементного камня, что приводит к снижению его пористости (на 20...28%) и повышению его прочности на 7,5...15МПа. Частицы грубых фракций обуславливают образование крупнокристаллического этрингита, вызывая тем самым расширение твердеющей системы (0,09...0,12 %).

Подводя итоги, можно заключить, что для получения расширяющихся цементов с большим эффектом расширения, расширяющаяся добавка на основе сульфатоалюмината кальция должна быть размолота до фракций 45-63 мкм и более.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кривобородов Ю.Р., Самченко С.В.* Физико-химические свойства сульфатированных клинкеров Аналитический обзор / Москва, 1991. Сер. I Цементная промышленность Выпуск 2. 55 с.
2. *Самченко С.В.* Сульфатированные алюмоферриты кальция и цементы на их основе/ Монография – Федер. агентство по образованию, РХТУ им. Д.И. Менделеева, Изд. центр. Москва, 2004. 120 с. 5.
3. *Кузнецова Т.В., Кривобородов Ю.Р., Самченко С.В.* Химия, состав и свойства специальных цементов /В сборнике: Химия и химическая технология на рубеже тысячелетий материалы научно-практической конференции. Томский политехнический университет (ТПУ). 2000. С. 96-98.
4. *Гусев Б.В., Кривобородов Ю.Р. Самченко С.В.* Технология портландцемента и его разновидностей. Москва: НИУ МГСУ, 2016. 112 с.
5. *Самченко С.В., Зорин Д.А.* Влияние дисперсности расширяющегося компонента на свойства цементов//Техника и технология силикатов. 2006. Т. 13. № 2. С. 2-7.
6. *Кривобородов Ю.Р., Самченко С.В.* Влияние дисперсности специального цемента на структуру твердеющего камня// Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2003. № 5-2. С. 238-240.
7. *Самченко С.В.* Формирование и генезис структуры цементного камня. Монография – М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016. – 284 с.
8. *Самченко С.В.* Роль этрингита в формировании и генезисе структуры камня специальных цементов/ Монография – Федер. агентство по образованию, РХТУ им. Д.И. Менделеева, Изд. центр. Москва, 2005. 154 с.

УЧЁТ СОБСТВЕННОГО ТЕРМОНАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ТВЕРДЕЮЩЕГО БЕТОНА ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ТРЕБУЕМЫХ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ КОНСТРУКЦИЙ КРЫМСКОГО МОСТА

Крымский мост – масштабный инвестиционно-строительный проект, интенсивно реализуемый в настоящее время в нашей стране. Известно, что его территориальное расположение, связанное, в том числе, с нахождением в глубоком проливе под постоянным воздействием морского течения, и другие технологические факторы потребовали серьёзного научно-технического подхода к проблемам его возведения и разработки мероприятий по достижению высокого качества железобетонных работ, основная задача которых заключается в обеспечении высокой долговечности объекта с учётом ограниченных сроков строительства, что связано с огромным социально-экономическим значением мостовой переправы. Наиболее важным условием при решении данной задачи видится выполнение требований по соблюдению высоких конструктивных свойств конструкции, и в первую очередь - прочности, морозостойкости, водонепроницаемости. К ответственным сооружениям из железобетона в известной степени предъявляются высокие требования по обеспечению качественных характеристик и свойств бетонной смеси, ритмичности процесса ее транспортировки и укладки, поддержанию требуемого ухода за бетоном в период набора им прочности. Но практика также показывает, что в процессе ухода за бетоном особенно важно принимать во внимание не только факторы, которые зависят от окружающей среды и процессов, связанных с формированием структуры цементного камня, но и также требуется учитывать различные виды температурных напряжений, возникающих в бетоне, среди которых - микронапряжения, макронапряжения, а также собственные температурные напряжения твердеющего бетона.

Температурными микронапряжениями называются напряжения, возникающие в твердеющем бетоне на уровне взаимодействия заполнителя и кристаллов цементного камня. Практика показывает, что чем оптимальнее температура, при которой твердеет бетон, тем оптимальнее и величина этих микронапряжений, а, следовательно, наиболее благоприятно твердение бетона при невысоких положительных температурах, что подтверждается многолетним практическим опытом и проведенными наружными экспериментами.

К температурным макронапряжениям относят напряжения, возникающие в твердеющем бетоне при непосредственном изменении

температур в нем в течение определенного периода времени. Эти напряжения визуализируются невооруженным глазом при распалубку конструкции и ее осмотре при наборе проектной прочности.

Наряду с описанными выше температурными напряжениями чаще всего в бетоне могут присутствовать и еще один вид напряжений – так называемые остаточные (собственные) температурные напряжения - макронапряжения, которые формируются в период равномерного распределения температур по массиву конструкции из бетона. Указанные напряжения могут повышать или понижать трещиностойкость бетонной конструкции, увеличивая или уменьшая допустимый перепад температур по ее сечению соответственно. Характер собственного термонапряженного состояния и, как следствие, величина этих напряжений в бетоне определяется по температурной кривой нулевых напряжений. За время образования этой кривой принимается время формирования в твердеющем цементном камне пространственной кристаллизационной структуры из гидросиликатов кальция в слое с наибольшим отставанием процесса гидратации цемента, которое соответствует времени перехода бетона в упругое состояние. Как правило, это происходит при наборе им прочности 25...30% от прочности в возрасте 28 суток. Следует иметь в виду, что учет и грамотное использование этого фактора позволяет в реальных условиях при возведении массивных объектов существенно увеличить величину допустимого перепада температур в твердеющем бетоне, что позволяет обеспечить высокие технологические свойства конструкции, в том числе с учётом обеспечения требуемого срока ее возведения. Самым простым способом подобного эффекта можно достичь путём первоначального выдерживания твердеющего бетона в опалубочной системе с заданным термическим сопротивлением тепловой изоляции до момента формирования в нем температурного поля нулевых напряжений.

Практика показывает, что с целью прогнозирования теплофизических процессов в бетоне в обязательном порядке при разработке проектной и технической документации необходимо проводить физическое моделирование теплофизических процессов твердеющего бетона конструкции с помощью расчетно-аналитических программ, основная задача которых состоит в расчёте допустимых перепадов температур по ее сечению на микроуровне с учетом описанных выше факторов. Таким программно-аналитический комплексом может быть, например, комплекс «ZA010», разработанный в НИИ транспортного строительства.

Для проведения теплофизических расчётов твердеющего бетона были выбраны следующие элементы опор моста: ростверки, тела, стойки, ригели, пролетное строение. При расчёте был задан материальный состав бетонной смеси, обеспечивающий приобретение им следующих

показателей качества, заданных рабочей документацией, В35, W12, F₂300 («в солях»), П4. С учётом архитектурной выразительности и массивности рассматриваемых элементов теплофизические расчёты проводились для всех конструкций в поперечном сечении, а также в исключительных случаях для особо массивных конструкций – дополнительно в продольном сечении. При проведении расчетов расход цемента принимался равным 480 кг/м³.

В ходе проведенных расчётов было установлено, что необходимость устраивать дополнительное утепление по всей конструкции отсутствует, а целесообразно это производить лишь по периметру ее основания с целью снижения оттока тепла в ранее забетонированную конструкцию, а также в местах наибольшего перепада температур между точкой максимального разогрева конструкции и наименее разогретыми выступами (консолями) конструкции. При этом перепад температур, в период которого обеспечивается условие трещиностойкости в соответствии с факторами, описанными выше, составляет в среднем 30...35°С, что выше привычных 20°С, принятых в действующих нормативных документах и на практике.

Проведённая работа позволила установить требуемые расчетные параметры термонапряженного состояния твердеющего бетона рассматриваемого объекта, разработать несложные мероприятия по предупреждению трещинообразования от температурного воздействия, а подтвердить ранее полученные результаты на практике. Кроме того опыт научного сопровождения строительства подобных объектов доказал, что с целью подбора эффективных конструкционных материалов и технологий строительства научное сопровождение объекта необходимо проводить начиная со стадии его проектирования и в течение всего срока возведения, что оправдывает себя в конечном результате как с финансовой, так и с практической точек зрения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Балючик Э.А., Величко В.П., Черный К.Д.* Изготовление блоков облицовки в зимний период строительства моста через реку Ангару // Транспортное строительство, № 10. М.: 2012. С. 4-7.
2. *Пуляев И.С., Дудаева А.Н.* Исследование температурного режима твердеющего бетона верхних ярусов верхней части пилонов при строительстве моста через р. Оку на обходе г. Муром. Научные труды ОАО ЦНИИС «Испытания и расчёты конструкций транспортных сооружений», №251. М.: ЦНИИС, 2009. С. 45-52.
3. *Пассек В.В., Соловьяничик А.Р.* Методика исследований температурного режима балок пролётных строений мостов в процессе тепловлажностной обработки. Сборник научных трудов ЦНИИС «Температурный режим и вопросы повышения устойчивости и долговечности транспортных сооружений на БАМ». - М.: ЦНИИС, 1980. С. 97-103.

ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ТЮБИНГОВ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ОБДЕЛКИ ТОННЕЛЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА

В настоящее время любой мегаполис немислим без метрополитена, который является одним из самых доступных и удобных средств передвижения. Однако строительство подобной транспортной системы относится к наиболее дорогим и сложным сооружениям современности. Главным образом, это связано с тем, что половину от общей стоимости занимают затраты на материалы, поэтому большое внимание оказывается попыткам заменить металл недорогими материалами. На первых этапах метростроения обделка тоннелей осуществлялась тюбингами из чугуна, но даже тогда появлялись отдельные попытки заменить чугун железобетоном. Со временем подобное решение укрепилось среди строителей, и уже в наши дни блоки железобетонной обделки для метрополитена являются основной современной и развивающейся конструкцией для данного типа строительства, позволяющей экономить до 250 тыс. металла ежегодно.



Рис. 1. Тюбинги в метро Шереметьевская, 2018г.

Технология производства тюбингов имеет ряд отличий от технологии производства любого другого железобетонного изделия. Все дело в том, что блоки железобетонной обделки должны обладать повышенной прочностью, долговечностью и водонепроницаемостью, отчего приходится вносить корректировки в технологию на ее начальном этапе, а именно на этапе расчета состава бетона. Для соблюдения вышеперечисленных требований к тюбингам при их изготовлении используется тяжелый бетон класса по прочности на сжатие В45 в соответствии с ГОСТ 26633-2015. Из-за того, что блоки армируются сварочными каркасами и сетками, выполненными из стержневой арматурной стали, размер зерен щебня, который выступает в роли крупного заполнителя, должен варьироваться от 10 до 20мм. Одним из ключевых моментов расчета является подбор добавок для получения желаемых характеристик. В данном случае для достижения водонепроницаемости до уровня W12 и морозостойкости F200, необходимо ввести пластифицирующие и

воздухововлекающие добавки, которые помимо повышения качества бетонной смеси, должны быть совместимы друг с другом. В роли таких добавок могут выступать MasterAir 125 и MasterGlenium ACE 430. Они специально разработаны компанией BASF для увеличения износостойкости бетонных структур и возможности создания бетонной смеси любой подвижности. Я рассчитала, что в среднем на одно изделие необходимо 1,8 кг MasterGlenium ACE430 и 0,5 кг MasterAir 125. На основе расчетов, вышеперечисленных материалов и учтенных нюансов создается бетонная смесь в бетоносмесительном участке непосредственно на промышленном предприятии.

Железобетонные туннельные кольца включают в себя несколько сегментов: нормальный, смежные и один замковый (рис. 2). Наличие

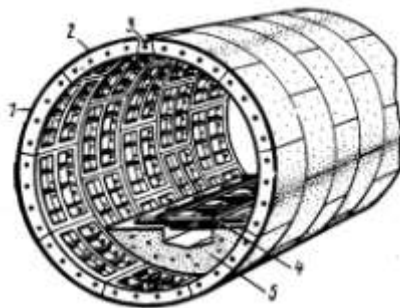


Рис. 2. Железобетонные туннельные кольца. 1 – нормальный сегмент, 2 – смежный сегмент, 3 – замковый сегмент, 4 – рельсовый путь, 5 – бетонное основание пути.

подобного количества составляющих в кольце предполагает создание нескольких отличных друг от друга по размерам каркасов и форм. Каркас – это «позвоночник» железобетонного туннеля, который изготавливается из стальных сеток в арматурном цехе. Связанные между собой сетки, представляющие единую конструкцию, поступают на формовочный цех, где складываются на выделенных под них постах.

Формовочный цех включает в себя механизированные технологические линии, которые позволяют выпускать десятки тысяч готовых изделий ежегодно. Несмотря на то, что технологическая линия состоит из большого количества современных технических средств, основную ее часть занимают формы. В них с помощью мостового крана помещаются каркасы, но перед этим проводится полная подготовка на предмет очистки и тщательной смазки. В случаях выявления механических повреждений и деформаций их незамедлительно устраняют. Как только каркас закреплен в форме, в нее начинает подаваться бетонная смесь, которую после разравнивают. На финишном этапе производства блоков железобетонных туннельных колец

бетонной обделки происходит термическая обработка изделия. Пар подается постепенно, чтобы предотвратить образования микротрещин, и весь процесс занимает не менее восьми часов. За это время тубинг наберет необходимую прочность и будет готов для распалубки. Далее изделия с помощью мостового крана перемещаются на пост выдержки, после чего так же мостовым краном перемещаются на пост выравнивания поверхности.

К числу важных задач при создании рациональной конструкции сборной железобетонной обделки относится сокращение до минимума отклонений геометрической формы и размеров обделки от проектных. По ширине и длине изделия не допускаются отклонения даже в несколько миллиметров. Причина отклонений заключается в неточности изготовления элементов конструкции. Заключительная проверка качества геометрических размеров, прочности блока железобетонной обделки и внешнего вида производится отделом технического контроля перед отправкой готовых изделий потребителю.

Производство блоков железобетонной обделки является процессом длительным, затратным и достаточно сложным, но имеет ряд преимуществ относительно чугунных блоков: происходит значительная экономия металла, облегчается сложность монтажа и транспортировки ввиду их меньшей массы, а, следовательно, и ускорение процессов строительства метрополитена. Такая обделка тоннелей возможна в грунтах различной категории (кроме скальной). Говоря иными словами, железобетонные тубинги для устройства обделки тоннелей метрополитена одни из самых актуальных, технологичных и современных изделий нашего времени.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волков В.П., Наумов С.Н. Тоннели и метрополитены. 1975. С 255-264.
2. ГОСТ 26633-2015 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия.

Студент 4 курса 37 группы ИСА Хацкевич Е.З.

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

Соруководитель – аспирант каф. ТВВиБ Е.С. Егоров

ВЛИЯНИЕ КРИСТАЛЛОГИДРАТОВ НА СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНЫХ ПАСТ

В результате взаимодействия цемента с водой при его твердении в бетоне образуются как кристаллические, так и гелеобразные продукты, которые создают трехмерный каркас цементного камня. Соотношение в твердеющей системе гелеобразных и кристаллических фаз влияет на формирование структуры затвердевшего камня и на прочность системы в целом [1]. Кристаллические гидраты срастаются друг с другом, образуя конгломераты, а гелеобразные продукты уплотняют этот сrostок [2,3]. Добавление аморфной кремнекислоты в состав цемента способствует образованию низкоосновных гидросиликатов кальция [4] и эффективно при введении в состав цементов, бетонов и сухих строительных смесей [5,6].

Создание строительных материалов с улучшенными характеристиками предопределило использование различных суспензий в качестве добавки в состав твердеющей цементной пасты [7,8]. В этом плане особый интерес представляют предварительно гидратированные цементы, способные за счет создания оптимального соотношения компонентов, обеспечивать наполнение твердеющей матрицы высокодисперсными минеральными частицами, что позволяет получать плотный цементный камень [9].

В данной работе изучалось влияние кристаллогидратов на свойства цементных паст.

В качестве исходных материалов в работе использовался цемент марки 500 Д0 (СЕМ I 42,5 Н) АО «Подольск-Цемент».

Как описано выше в первые часы взаимодействия цемента с водой образуются как гелеобразные, так и кристаллические кристаллогидраты, которые в виде суспензии можно вводить в состав твердеющих систем.

Гелеобразные и кристаллические кристаллогидраты в виде суспензии получали при смешивании цемента с водой при водоцементном отношении равном 0,7. Гидратация осуществлялась в течение 2 часов при непрерывном перемешивании. Полученная суспензия вводилась в воду затворения цементной пасты в количестве 2,5%, 5%, 7,5% от массы цемента.

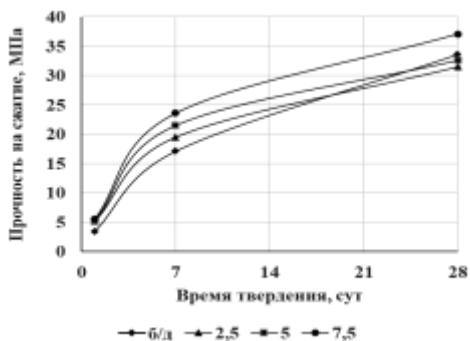


Рис. 1 Влияние кристаллогидратов на прочность при сжатии

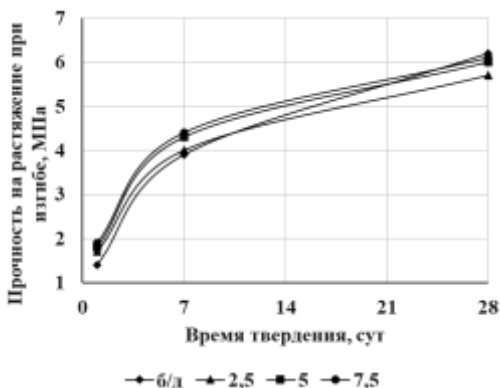


Рис. 2 Влияние кристаллогидратов на прочность растяжения при изгибе

Влияние кристаллогидратов на физико-механические характеристики оценивали на образцах 40x40x160 мм, изготовленных из цементно-песчаной смеси при соотношении цемента к песку 1:3. Образцы, после предварительного затвердевания в воздушно-влажных условиях, в последствие твердели в воде при нормальных условиях и испытывались на прочность при сжатии и растяжении при изгибе через 1, 7 и 28 суток. В качестве контрольного образца использовались образцы из без добавочного цемента. Полученные результаты представлены на рисунках 1 и 2.

В результате исследования установлено, что введение кристаллогидратов приводит к повышению прочности в первые сутки твердения в среднем на 50% - на сжатие и на 20% - на растяжение при изгибе, а на седьмые сутки рост составил 17% и 8% соответственно. В возрасте 28

суток наблюдается снижение прочности на сжатие на 3%-6% в диапазоне варьирования от 2,5 - 5%, но в количестве 7,5% приводит к росту прочности на сжатие на 10%.

Рост начальной прочности объясняется интенсификацией процессов гидратации за счёт увеличения кристаллических центров в виде затравок из кристаллогидратов, что позволяет повысить раннюю прочность образцов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Самченко С.В.* Формирование и генезис структуры цементного камня/ Монография – М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016. – 284 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49874>
2. *Кузнецова Т.В., Самченко С.В.* Микроскопия материалов цементного производства. М.: МИКХиС, 2007. – 304 с.
3. *Самченко С.В.* Роль этtringита в формировании и генезисе структуры камня специальных цементов. РХТУ им. Д.И.Менделеева. – М., 2005, 154 с.
4. *Самченко С.В.* Роль низкоосновных гидросиликатов кальция в синтезе прочности цементного камня. Материалы седьмых академических чтений РААСН «Современные проблемы строительного материаловедения» - Белгород – 2001. - ч.1. -С. 469 – 478.
5. *Каприелов С.С., Кривобородов Ю.Р., Шейнфельд А.В.* Влияние структуры цементного камня с добавкой микрокремнезема и суперпластификатора на свойства бетона. Бетон и железобетон. – 1992. – №7., с. 4-7.
6. *Самченко С.В., Макаров Е.М.* Модифицирование макро- и микроструктуры композиционных материалов гидросиликатами кальция // Техника и технология силикатов. М. – 2013. – №4. – С. 20-24.
7. *Samchenko S.V., Zemskova O.V., Kozlova I.V.* Stabilization of carbon nanotubes with superplasticizers based on polycarboxylate resin ethers //Russian Journal of Applied Chemistry. – 2014. – Vol. 87. – № 12. – pp. 1872 – 1876.
8. *Samchenko S.V., Zemskova O.V., Kozlova I.V.* Ultradisperse slag suspensions aggregative and sedimentative stability // MATEC Web of Conferences 106, 03017 (2017) DOI: 10.1051/mateconf/201710603017 SPbWOSCE-2016.
9. *Samchenko S., Kozlova I., Zemskova O.* Use of industrial waste in the production of foam concrete based on slag Portland cement // 18 International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018. Section: 26. Green Buildings Technologies and Materials, Vol. 18, P. 451-458.

СЕКЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИЗОЛЯЦИОННЫХ И ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Студенты 4 курса 32 группы ИСА Смирнова А.М., Гугас О.В.
Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. М.Г. Брюяко*

ВЛИЯНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФОРМОВОЧНЫХ МАСС

Глина один из древнейших материалов, который в настоящее время находит применение в различных сферах, таких как: медицина, металлургия, нефтедобывающая промышленность, строительство.

Глинистые минералы – это природные алюмосиликаты. Они обладают высокой дисперсностью и гидрофильностью.

Одним из главных свойств глиняных формовочных масс является набухаемость. Основные минералы глин представляют собой, двух или трехслойные пакеты со слабой силой связи между собой, благодаря чему они легко впускают в свою структуру воду.

Вода это сложная структура в которой помимо основных химических элементов имеется огромное количество примесей которые влияют на структуру воды и ее характеристики.

Раньше воду рассматривали как равновесную систему. При снятии внешних сил все изменения структуры, должны моментально вернуться в исходное состояние, и система должна принять прежние свойства. Однако большое количество работ на эту тему доказывают нежизнеспособность этой теории.

Оказать влияние на структуру воды можно как химически, так и физически. Воздействовать можно различными путями, высоким давлением, магнитной обработкой, плазмохимически, ультразвуком.

В настоящее время используется несколько способов модификации воды, отличающихся между собой по принципу воздействия. Мы остановились на обработке в низкотемпературной неравновесной плазме (НТНП), так как она оказывает комплексное воздействие (электромагнитное, тепловое, волновое и механическое). Принцип действия заключается в пропускании через потоки ионизированного газа через воду. Газ образуется во время прохождения сжатого воздуха через область разряда.

Влияние на воду происходит под воздействием свободных электронов, которые появляются в результате электрического пробоя. Такая обработка позволяет разрушить кластерную структуру воды и разделить ее на более мелкие объединения и свободные молекулы, что повышает активность жидкости.

В качестве исходного сырья нами была выбрана бентонитовая глина Латненского месторождения, Воронежской области.

В состав бентонитовой глины входит минерал монтмориллонит, каолинит, иллит и другие алюмосиликаты, также в ней могут быть песчаные примеси и карбонаты. Чистая порода, как правило, серого цвета. Глинистый материал в природе широко распространен.

Монтмориллонит – трехслойный глинистый минерал. Его поверхности находятся рядом друг с другом и сложены атомами кислорода, поэтому между пакетами водородная связь отсутствует. Пакеты связаны между собой лишь значительно более слабой ван-дер-ваальсовой связью. Вода имеет возможность легко проникать внутрь структуры и снижает молекулярное взаимодействие между ними.

Для определения скорости набухания был использован прибор определения предельного напряжения сдвига смеси.

В качестве холостых испытаний были использованы бентонитовые глины затворенные не обработанной водопроводной водой. В качестве исследуемых испытаний были использованы глины затворенные на обработанной в низкотемпературной плазме воде.

Испытания проводились при разных водо глиняных отношениях. В первом испытание, оно равнялось 0,6, во втором 0,7.

На рис.1 представлен график зависимости предельного напряжения сдвига смеси от времени. На нем мы можем заметить резкий набор жесткости у исследуемого образца по отношению к холостому.

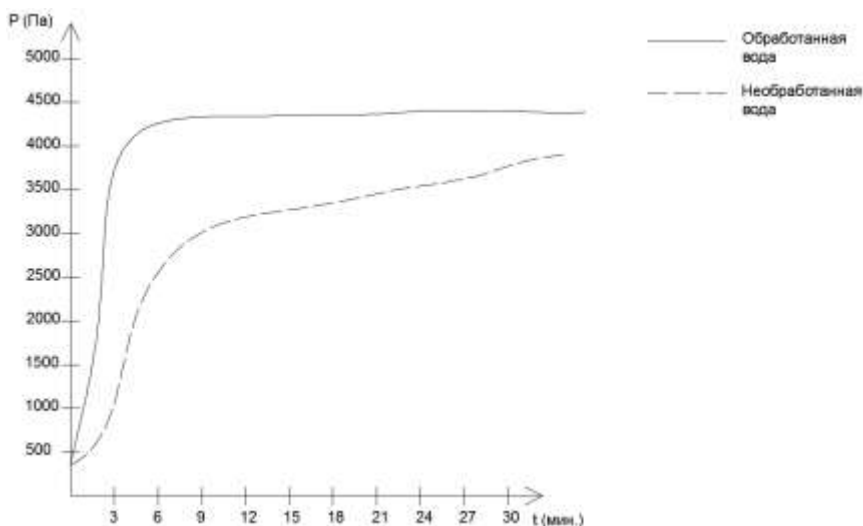


Рис. 1. График зависимости предельного напряжения сдвига глиняной массы при водоглиняном соотношении 0,6 от времени.

Также это заметно и на следующем графике (рис.2).

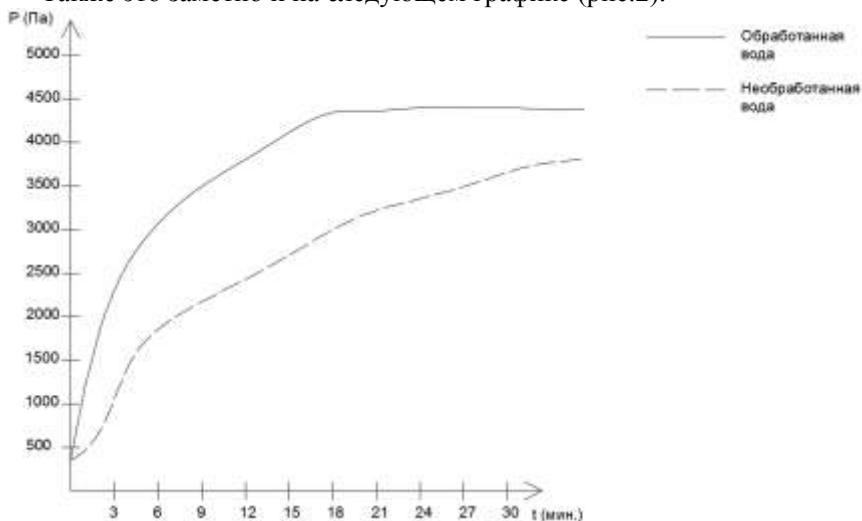


Рис. 2. График зависимости предельного напряжения сдвига глиняной массы при водоглиняном соотношении 0,7 от времени.

Результаты проведенных исследований показали ускорение набухания глины при использовании модифицированной воды, что дает массе более стабильные свойства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горюшкин В.В. Технологические свойства бентонитов палеоцена Воронежской антеклизы и возможности их изменения. //Вестник Воронежского университета. Геология. 2005. № 1. С.166-176.
2. Радионов Б.Н., Стехин А.А., Радионова С.В., Яковлева Г.В. О релаксации свойств активированной воды и применение ее в строительстве. // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2007. №9. С. 24-25.

ПЕНОПОЛИИЗОЦИАНУРАТЫ НА ОСНОВЕ ГИБРИДНЫХ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ ОЛИГОМЕРОВ

Пенополиизоцианурат (PIR) является современным и высокотехнологичным утеплителем. Этот огнестойкий пенополиуретан появился в России в 80-е годы и использовался в военных целях. В строительстве пенополиизоцианурат стал пользоваться спросом только в конце 80-х годов. Однако за рубежом, например, в США PIR использовали уже с 60-х годов XX века.

В наше время пенополиизоцианурат применяется для утепления наружных ограждающих конструкций, а также плоских и скатных кровель. Материал применяется как в виде сэндвич-панелей, так и плит с обкладками с двух сторон. В качестве облицовки используется крафт-бумага, алюминиевая фольга, стеклохолст.

Процесс получения PIR происходит за счет смешения полиола и изоцианата, в присутствии катализаторов и вспенивающего агента проходит реакция с выделением углекислого газа, благодаря этому материал вспенивается. Полимерная масса полностью отверждается в течение 2-3 мин, хотя химические реакции внутри материала все еще идут, поэтому на заводах уже готовые плиты выдерживают в течение 2-3 дней. Основным недостатком PIR является стоимость компонентов, в частности, изоцианата, который не производится на территории Российской Федерации, а импортируется из-за границы.

В нашей работе мы исследовали проблемы пенополиизоцианурата в России и выбрали варианты их решения. В связи с этим мы использовали терморасширяющийся, плазмомодифицированный окисленный графит для снижения горючести. В ходе экспериментов выяснилось, графит, помимо того, что является антипиреном, также снижает плотность и увеличивает коэффициент вспенивания материала на 15-20%, что значительно увеличивает материалоемкость продукции.

Проанализировав полученные результаты можно сделать вывод, что оптимальное содержание графита в композиции находится в области 2-3%.

Также в данном исследовании для улучшения физических свойств пенополиизоциануратов использовалось натриевое жидкое стекло (ЖС). С его помощью нам удалось значительно снизить плотность материала и пожароопасность. Однако, при использовании жидкого стекла снижается жесткость изделия за счет содержащейся в ЖС воды, сохраняя монтажную прочность.

Таблица 1

Опыт с графитом

№ опыта	1	2	3	4
Содержание графита, %	Контр (0)	1	2	4
Объем образца, м ³	0,000125	0,000125	0,000125	0,000125
Масса образца, кг	0,004063	0,003946	0,003464	0,003821
Плотность образца, кг/м ³	32,504	31,568	27,712	30,564

Таблица 2

Опыт с натриевым ЖС

№ опыта	1	2	3	4	5
Содержание ЖС, %	15	26	33,3	44,4	26
Содержание ПАВ, %	0	0	0	0	1
Плотность, кг/м ³	15,92	22	37	57	50

Исходя из полученных показателей делаем вывод о значительном снижении плотности пенополиизоцианурата. При использовании 15-20% ЖС получается наиболее подходящий состав для вспенивания пенопласта, удовлетворяющий эксплуатационным характеристикам.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Клемнер Д., Сендиджаревич В. Полимерные пены и технологии вспенивания, 2009г.
2. Старовойтова И.А. Гибридные органо-неорганические связующие вещества на основе полиизоцианатов и водных растворов силикатов натрия для композиционных материалов строительного назначения. Казанский государственный архитектурно-строительный университет, 2008г.

СПОСОБЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ГАЗООБРАЗОВАНИЯ И ПРИДАНИЕ ВОДОСТОЙКОСТИ ПОРИЗОВАННЫМ ГИПСОВЫМ ИЗДЕЛИЯМ

Продукция изготовленная на основе воздушных вяжущих, в частности гипсовом вяжущем, имеют множество положительных качеств, таких как: экологичность, технологичность и безграничные возможности для декора. Но всеми этими плюсами можно насладиться исключительно в сухих условиях, так как изделия из гипса имеют крайне низкую водостойкость.

Произведенные в заводских условиях пористые изделия на основе гипсового вяжущего широко применяются в строительстве. Альтернативой готовых заводских изделий может являться разработка сухих строительных смесей для получения ячеистых гипсовых строительных материалов в условиях строительной площадки. А для повышения водостойкости вместо воды затворения использовать раствор кремнеорганических соединений.

Целью исследования является разработка смеси для получения ячеистых гипсовых изделий и определение оптимальной концентрации раствора кремнеорганических соединений, которая позволит повысить водостойкость изделий из поризованного гипса.

В промышленности широко применяется тонкодисперсная алюминиевая пудра, которая при взаимодействии с химически активными соединениями, такими как оксида кальция, образует H_2 , который в свою очередь формирует ячеистую структуру. При этом важнейшую роль выполняют скорость и объём выделенного водорода. Для получения высококачественного продукта время формирования ячеистой структуры и твердения смеси должны быть приблизительно равны.

В работе приведены результаты исследования влияния химических модифицирующих добавок на регулирование процессов газообразования при формировании ячеистых структур в изделиях на основе гипсовых вяжущих, а также влияние раствора с использованием кремнеорганических соединений вместо воды затворения на водостойкость гипсового изделия.

Система газообразователей состояла из оксида кальция, газообразователем послужила алюминиевая пудра ПАП-2 [2], взятые в соотношении $CaO:Al$, как 2:1. В качестве регулятора скорости протекающего процесса фтористый натрий и аллюминий. В качестве системы затворе-

ния раствор с добавлением кремнеорганических соединений в четырех концентрациях: 0%, 10%, 25% и 40%.

Результатами исследований являлось определения начала и окончания газовой выделения, количество выделенного водорода и значения коэффициента размягчения при различных концентрациях раствора затворения. Ускорители процессов выбирались из NaF и AlF_3 , в пользу которых сыграла доступность на рынке и сравнительная дешевизна. В качестве кремнеорганических соединений применялись гидрофобизаторы «Пента» и «Аквасил». На основании проведенных опытов были подобраны оптимальные концентрации фторидов металлов по отношению к алюминиевой пудре и гидрофобизаторов по отношению к воде.

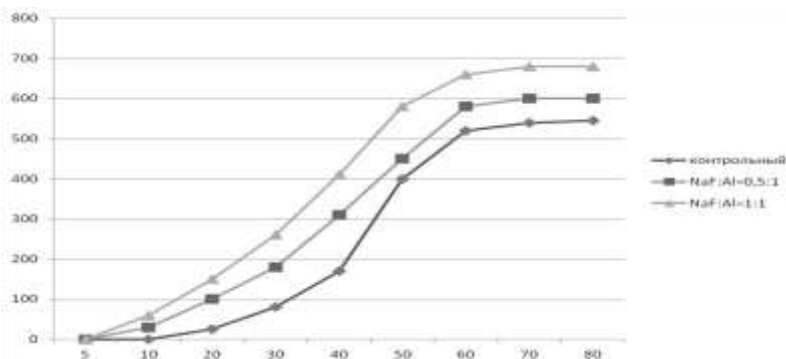


Рис. 1. Зависимость концентрации количества выделенного водорода от концентрации NaF во времени

Старт процесса определялся по выделению водорода. Теоретически это происходит с самого начала, но на практике активное выделение начинается в индукционный период, как показано на графиках. Время окончания процесса газообразования принималось как окончание активного выделения водорода. Коэффициент размягчения определялся в соответствии со стандартной методикой [3].

На основе полученных результатов можно сделать вывод, что более эффективным оказался NaF в концентрации 1:1 относительно алюминиевой пудры. При использовании этого ускорителя, количество выделенного водорода за фиксированный промежуток времени на 25% выше, чем у контрольного образца.

Повышение коэффициента размягчения до 0,81 было достигнуто при использовании «Аквасил» концентрацией 40%(рис.2), следовательно полученный материал является водостойким.

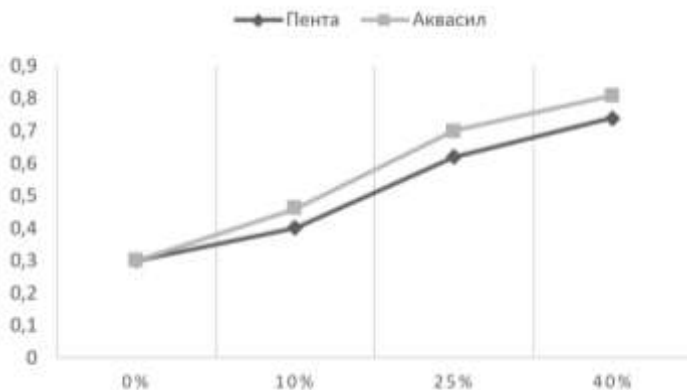


Рис. 2. Зависимость коэффициента размягчения от процентного содержания гидрофобизаторов

Данное исследование может служить частью решения задачи при разработке сухих строительных смесей для производства газогипса. В конкретных случаях водный раствор кремнеорганических соединений может быть применен для получения изделий, эксплуатируемых при повышенной влажности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пат. 2446126 РФ. Сухая строительная смесь для получения газогипса/ *М.Г.Бруяко* // Бюл. - 2012. - № 9. - С. 19.
2. ГОСТ 5494-95 Пудра алюминиевая. Технические условия
3. *Микульский В.Г.* и др. Строительные материалы (Материаловедение, Строительные материалы): Учеб. издание. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2004. – 536 с.

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ПЕНОСТЕКЛА

В последние годы, на фоне роста цен на энергоресурсы, всё больше и больше ужесточаются нормы по энергосбережению зданий. В связи с этим актуально применение высокоэффективных теплоизоляционных материалов.

В данной работе рассматриваются изоляционные материалы на основе пеностекла. Пеностекло появилось еще в 30-е гг. XX века и в настоящее время широко используется в конструкции плоских кровель, стенах подвалов, фундаментах мелкого заложения и даже в ландшафтных дизайнах.

Пеностекло – это жесткий ячеистый материал, который получают при высокотемпературном вспенивании размягченного натрий – кальций – силикатного стекла. В зависимости от области применения данный материал имеет как закрытые, так и частично закрытые поры, пористость материала колеблется от 80 до 90 %.

Пеностекло, используемое в теплоизоляции, должно обладать комплексом важных эксплуатационных характеристик, которые не изменяются во времени, важнейшей из них является теплопроводность.

В данной работе приводятся экспериментальные испытания на теплопроводность пеностекольного щебня с различной степенью уплотнения в сухом состоянии при температуре +25 °С по ГОСТ 7076. На наружную и внутреннюю грани каждого образца устанавливали датчики температуры, в то время как на внутреннюю грань устанавливали преобразователи (датчики) теплового потока по ГОСТ 25380. Датчики теплового потока устанавливали так, чтобы не допустить образования воздушных зазоров за счет нанесения слоя терморасты (рис.1). После установления стационарного теплового режима на образце проводили не менее десяти измерений температуры и плотности теплового потока с периодичностью 0,5 ч.

Испытания проводили в емкостях, использованных в процессе уплотнения щебня на вибро-пригрузочной установке. Наружные и внутренние крышки выполнены из текстолита и фанеры с известными коэффициентами теплопроводности и толщинами. Результаты определения теплопроводности представлены в таблице 1.



Рис.1. Проведение испытания на теплопроводность

Таблица 1

Результаты теплопроводности пеностеклянного щебня в засыпке в сухом состоянии при разных коэффициентах уплотнения

Коэффициент уплотнения	Теплопроводность пеностеклянного щебня в засыпке в сухом состоянии в зависимости от коэффициента уплотнения, Вт/(м ² С)
K_{\max} ,	0,097
$K_{\max-10\%}$,	0,084
$K_{\max-20\%}$,	0,070
$K_{\max-30\%}$,	0,084
$K_{\max-40\%}$,	0,085

Из приведенных в таблице результатов испытаний видно, что с повышением коэффициента уплотнения пеностеклянного щебня, его теплопроводность уменьшается (рис. 2).

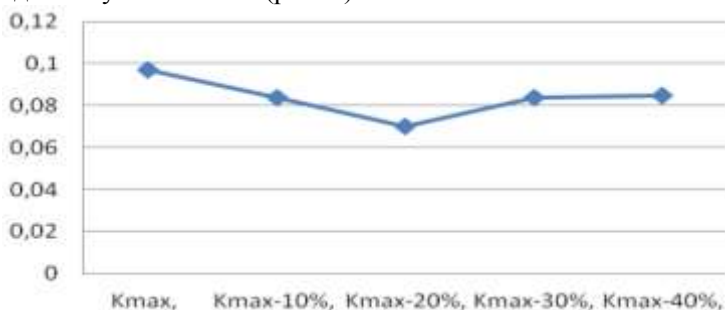


Рис. 2 График зависимости теплопроводности пеностеклянного щебня от коэффициента его уплотнения.

Таким образом, можно сделать вывод, что снижение теплопроводности пеностеклянного щебня с уменьшением степени его уплотнения от максимальной до -20% от максимальной объясняется снижением плотности засыпки при минимальном объеме межзернового пространства. При дальнейшем снижении степени уплотнения до значений -30% и 40% от максимальной наоборот наблюдается возрастание коэффициента теплопроводности, которое можно объяснить увеличением воздушной конвекции, вызванной ростом объема межзернового пространства в испытанных образцах пеностеклянного щебня.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Китайгородский И.И., Кешицян Т.Н.* Пеностекло. - М.: Промстройиздат, 1953. 80 с.
2. *Бессонов И.В.* Исследования стойкости фасадных систем наружного утепления с тонким штукатурным слоем к температурно-влажностным воздействиям. Строительная теплотехника: актуальные вопросы нормирования. Труды I Всероссийской научно-технической конференции. СПб: СПбЗНИиПИ, 2008. С. 199-208.
3. *Шубин И.Л., Бессонов И.В., Спиридонов А.В.* Перспективы применения материалов и изделий из пеностекла в системах тепловой изоляции// Бюллетень строительной техники (БСТ) - 2017. № 6. С. 12-13.
4. ГОСТ 7076-99. Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме.
5. ГОСТ 33676-2015. Материалы и изделия из пеностекла теплоизоляционные для зданий и сооружений. Классификация. Термины и определения.

ПЕНОПЛАСТЫ НА ОСНОВЕ РЕЗОЛЬНЫХ ФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ ОЛИГОМЕРОВ ПОНИЖЕННОЙ КОРРОЗИОННОЙ АКТИВНОСТИ

На сегодняшний день в мире существует широкий перечень полимерных композиционных материалов. Особое место среди них занимают пенопласты. Наибольшей популярностью для применения в качестве строительной теплоизоляции пользуются газонаполненные полимеры с полиуретановой и полистирольной полимерной матрицей. Однако, довольно эффективным строительным теплоизоляционным материалом является фенолформальдегидный пенопласт. Низкая стоимость производства и технологичность его изготовления в совокупности с хорошо развитой сырьевой базой делают изучение путей модификацию данного материала перспективным направлением исследования. Его использую для изготовления сэндвич панелей, штучных теплоизоляционных изделий в виде плит и скорлуп для трубной теплоизоляции, а также для теплогидроизолированных труб. Одним и наиболее перспективных направлений использования фенольного пенопласта на данный момент может оказаться производство утеплителей для теплосетей в виде предизолированных труб и скорлуп. В виду сложности конфигурации некоторых изделий такого типа, а также широкому диапазону размеров в номенклатуре данных изделий, наиболее эффективным кажется использование резольных фенолформальдегидных пенопластов. При этом, организация и производство трубопровода является дорогостоящим мероприятием. Поэтому повышение периода службы теплосетей является важной технологической задачей.

На срок эксплуатации изделий данного типа влияет множество факторов таких, как термическая устойчивость полимерной матрицы, прочность и морозостойкость внешней оболочки, устойчивость к коррозии и условия эксплуатации. Одной из наиболее значимых причин нарушения нормальной работы трубопровода является коррозия. Причинами возникновения коррозии металлических трубопроводов являются: высокие значения кислотного числа, вызванные остаточной непрореагировавшей кислотой, особенно, при совместном воздействии с высокими температурами, а также воздействие внешней среды и нарушение целостности защитного слоя. Понизить коррозионную активность можно несколькими путями, такими как создание композиционных пенопластов, замещение части вспенивающего агента, например, на легкокипящие жидкости, а также нанесением антикоррозионных по-

крытий. Добиться снижения коррозионной активности можно путем добавления в состав смеси щелочной добавки-нейтрализатора, которая приведет состояние кислотного числа ближе к нейтральному положению. Важными факторами, обуславливающими выбор модифицирующей добавки, является необходимость в том, чтобы процессы нейтрализации не проходили слишком быстро, тем самым, не препятствуя процессам вспенивания. Кроме того, важным критерием для выбора модифицирующей добавки являлось ее дешевизна и доступность. Понизить коррозионную активность позволит снижение материалоемкости изготавливаемого материала путем стимулирования процессов газообразования при введении в состав смеси модифицирующих добавок [1]. Ввиду того, что повышенная коррозионная активность обусловлена остаточной кислотой, внесенной в сырьевую смесь добавлением кислотного катализатора вспенивания ВАГ-3, изменение расхода данного продукта по отношению к фенолформальдегидному олигомеру способно привести к значительному понижению коррозионной активности материала.

Известно, что характер изменения кислотного числа пенофенопласта от количества применяемого ВАГ-3 носит линейный характер [2]. Влияние данного фактора было изучено на пропорциях используемого ВАГ-3 к ФРВ-1А, как 1:4, 1:5 и 15:100.

В данном исследовании в качестве добавки-нейтрализатора была выбрана гашеная известь $\text{Ca}(\text{OH})_2$, а в качестве катализатора процессов газообразования использовался CaF_2 . Испытания по определению кислотного числа проводились в соответствии с ТУ 6-55-1116-88 «Продукт ВАГ-3». Результаты измерения кислотного числа от количества вводимой добавки-нейтрализатора гидроксида кальция и доли используемого отвердителя ВАГ-3 представлены в табл. 1. Испытания по определению кратности вспенивания проводились в соответствии с ТУ 6-05-1104-78 «Смола ФРВ-1А». Результаты измерения кратности вспенивания образцов от количества вводимой добавки фтористого кальция и долей вспенивающего отверждающего агента представлены в табл. 2.

Таблица 1

Влияние гидроксида кальция на КОН при разных долях ВАГ-3

% масс ВАГ-3 от ФРВ-1А	Значения кислотного числа, мг КОН/г, при % масс $\text{Ca}(\text{OH})_2$ от ФРВ-1А				
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0
25% ВАГ-3	19,8	15,5	14,1	13,0	12,7
20% ВАГ-3	15,1	11,8	10,1	9,7	9,4
15% ВАГ-3	10,6	8,7	8,0	7,5	7,1

Влияние фтористого кальция при разных долях ВАГ-3

Содержание CaF ₂	Крестность вспенивания при использовании ВАГ-3, % массы от ФРВ-1А		
	25	20	15
0	14,9	12,8	10,1
0,25	15,5	13,4	10,5
0,5	16,4	14,2	11,1
0,75	17,1	14,7	11,6
1	15,6	13,4	10,4
1,25	13,7	11,8	9,2

Результатами проведенных исследований была продемонстрирована эффективность снижения коррозионной активности пенофенопластов путем применения гашеной извести вместе с фтористым кальцием, при сокращении используемого вспенивающего агента ВАГ-3. Наибольшая эффективность понижения КОИ была замечена при использовании 20% ВАГ-3, 0,75%CaF₂ и 2%Ca(OH)₂.

Использование данного представленного модификации фенолформальдегидных пенопластов в перспективе позволит увеличить долговечность систем, имеющих в своем составе фенолформальдегидные пенопласты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Львов С.А.* Снижение кислотного числа пенофенопластов // В сборнике: Строительство - формирование среды жизнедеятельности XXI Международная научная конференция: сборник материалов семинара «Молодежные инновации». 2018. С. 155-157.
2. *Бруяко М.Г., Григорьева Л.С.* Влияние фторсодержащих соединений на свойства резольных фенопенопластов // Научно-технический вестник Поволжья. 2018. № 12. С. 31-34.
3. *Ушков В.А.* Горючесть и эксплуатационные свойства наномодифицированных резольных пенофенопластов // Промышленное и гражданское строительство. 2017. № 5. С. 37-40.

ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ АКТИВНЫХ МЕЛКИХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ПЛАЗМООБРАБОТАННОМ СЫРЬЕ

Плазменная обработка – один из видов обработки материалов, выполняемая посредством частично или полностью ионизированным газом (плазмой). Такая обработка происходит за счет теплового и механического воздействия плазмы на материал. Плазменная обработка получила промышленное применение за счет большого диапазона регулирования мощности и возможности сосредоточения потока плазмы на материал [1].

Плазменную обработку можно рассматривать как способ активации поверхности порошков, сухих смесей и т.д. Активация будет достигаться за счет температурного воздействия плазмы на поверхность материала. Это представляет собой интерес для материалов, на поверхности которых можно создать реакционноспособные образования, и для которых можно увеличить удельную поверхность материала частично разрушая внешнюю поверхность зерен смеси, тем самым повышая его шероховатость. Такой метод активации выгодно отличают: высокий энерговыход, низкое энергопотребление, быстрый переход между рабочими режимами обработки [2].

В данной работе рассмотрен опыт получения аморфного кремнезема на поверхности кварцевого песка при его обработке в плазме [2, 3] и представлены результаты и ход работы по активации поверхности мрамора за счет плазменной обработки.

При обработке кварцевого песка низкотемпературной неравновесной плазмой в проточном режиме использовались мелкие фракции песка: 0,63 мм и 0,15 мм. Было установлено, что в результате обработки удельная поверхность частиц кварцевого песка уменьшалась на 10-20% и до 20% снижалась общая площадь поверхности пор. Распределение пор в кварцевом песке определялось по методу ВЖН.

Это позволяет сделать вывод, что происходит поверхностное оплавление частиц песка, что подтверждалось спектрограммой комбинационного рассеивания света (романская спектроскопия) на рис. 1.

При обработке мрамора использовалась мраморная крошка фракции 0-2,5. После отсева на стандартных ситах, были отобраны фракции: остаток на сите 0,315 мм и проход через сито 0,150 мм. От каждой фракции были взяты навески, которые подвергались обработке низкотемпературной плазмой в поточном режиме. Далее фиксировалось из-

мерение рН-показателя между обработанными и необработанными фракциями. В таблице 1 представлены результаты измерений.

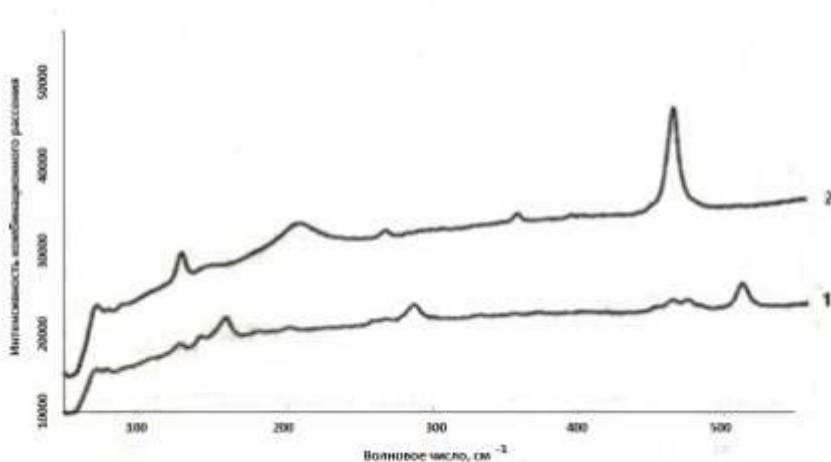


Рис. 1. Спектрограмма комбинационного рассеяния света:
1 – обработанный кварцевый песок; 2- необработанный кварцевый песок.

Таблица 1
Характеристики мраморной крошки до и после обработки плазмой

Тип материала	Размер частиц мрамора, мм	Удельная поверхность частиц, см ² /г	Показатель рН
Необработанный	0,315	1173	8,0
	0,150	1722	7,8
Обработанный	0,315	1191	8,5
	0,150	1799	11,2

Упираясь на полученные результаты можно сделать вывод, что под действием теплового эффекта низкотемпературной плазмы, на поверхности частиц мрамора произошла декарбонизация. Это подтверждается изменением показателя-рН, т.к. образуются свободные оксиды кальция, и изменением удельной поверхности материала, т.к. произошло частичное разрушение поверхности частиц.

Глубина декарбонизации будет зависеть от энергозатрат, а следовательно, и мощности электронов, воздействующих на материал, можно заключить, что глубина декарбонизации двух фракций одинаковая.

Применение получаемых результатов может быть полезно при получении мелкозернистых бетонов высокой прочности, особенно это может быть эффективно при использовании кварцевого песка для связывания свободного оксида кальция в гидросиликаты кальция при твердении бетона. Использование плазмохимически обработанного мрамора не будет целесообразным, т.к. лишние оксиды кальция будут связываться в гидроксиды кальция, кристаллы которого снижают прочность цементного камня. Есть перспектива для совместного использования обработанных низкотемпературной плазмы кварцевого песка и карбонатных пород для создания сухих смесей с активной поверхностью, которые в ходе химических реакций, вызванных при твердении бетона, вырабатывают дополнительные объемы гидросиликатов кальция. Данное направление является перспективных с ресурсно-экономической точки зрения, требуется составление научно-технической базы для более точного рассмотрения и понимания работы мелких заполнителей, поверхность которых подверглась плазмохимической активации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Плазменная обработка. Плазмотрон// Реферат – <http://www.tnu.in.ua/study/refs/d159/file1157>;
2. Наномодифицированные полимерные композиты пониженной горючести. Сборник докладов участников круглого стола Международной конференции «Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании», С.97, 12-13 ноября 2014 г.;
3. *Власов В.А., Волокитин Г.Г., Скрипникова Н.К., Волокитин О.Г.* Плазменные технологии создания и обработки строительных материалов., 2018, г. Томск.

ВАРИАТРОПНЫЙ ЯЧЕИСТЫЙ БЕТОН

Ячеистые бетоны – искусственные пористые материалы на основе минеральных вяжущих и кремнеземистого компонента. отличительная черта данного материала заключается в пустотах, заполненных воздухом.

По функциональному назначению разделяют:

- теплоизоляционный (плотностью до 500 кг/м^3);
- теплоизоляционный – конструкционный ($500-900 \text{ кг/м}^3$);
- конструкционный ($1000-1400 \text{ кг/м}^3$);

Существует ряд технологий для создания ячеистой структуры:

- газотехнология;
- пенотехнология;
- баротехнология;

Свойства ячеистого бетона зависит от плотности и пористости. Если газобетон будет насыщен водой, то его прочностные, теплоизоляционные характеристики, а также морозостойкость снижается. В связи с вышеуказанными данными у нас возникает потребность в более усовершенствованном материале, который будет обладать однородной по химическому и минералогическому составу матрицей. Именно такими характеристиками обладает вариатропный бетон, свойства которого закономерно меняется вдоль одной геометрической оси. При разной плотности от периферии к центру мы получаем плотную корку, которая ограждает от внешних воздействий, а низкая плотность в центре изделия допускает снизить теплопроводность.

Изготовление вариатропного ячеистого бетона производится в основном по газотехнологии. Необходимая структура создаётся за счет вспенивания ячеистого бетона в закрытой перфорированной форме. Благодаря избыточному давлению на выходе мы получаем изделие с различной плотностью в сечении.

В данном исследовании использовали соли, так как они достаточно активно влияют на процесс газообразования. Ионы фтора взаимодействуют с оксидной пленкой, покрывающей газообразователь. Таким образом, большее количество алюминия вступает в реакцию с гидроксидом кальция и выделяется больше водорода. Приходим к заключению, что чем выше концентрация, тем сильнее происходит выделение водорода.

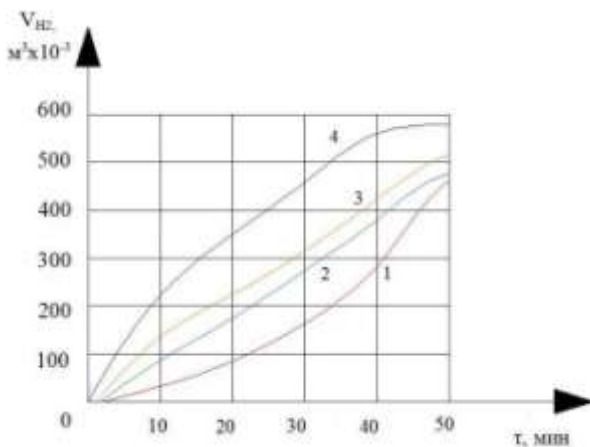


Рис. 1. Зависимости изменения газовыделения модельной системы $[\text{CaO}\cdot\text{Al}\cdot\text{H}_2\text{O}]$ от концентрации NaF

Изменение плотности у вариатропных материалов представлено следующей зависимостью (рис. 2) для K_1 равному 1,0; 0,8 и 0,7 соответственно.

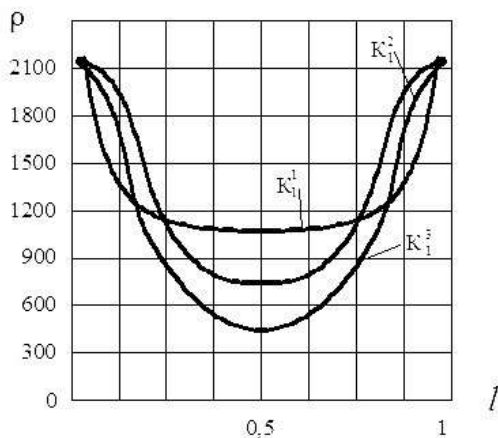


Рис. 2. Изменение плотности у вариатропных материалов

Из полученных зависимостей видно, что при увеличении давления в системе плотность внешних слоёв не изменяется, а повышается плотность центральной части изделия, отвечающей за теплопроводность, а теплоизоляционные свойства ухудшаются.

В ходе исследования определили зависимость изменения средней плотности от количества газообразователя. При отсутствии ускорителя газообразования плотность ячеистых бетонов при разной концентрации алюминия меняется незначительно. С повышением концентрации NaF мы можем наблюдать более значительное снижение плотности бетона. При концентрации NaF равной 10% и Al равной 20% плотность уменьшается почти в 4 раза, а при дальнейшем увеличении концентрации ускорителя до 20% изменения плотности практически не происходит, так как весь алюминий уже вступил в реакцию. В результате возможно получение плотности до 200 кг/м^3 и ниже.

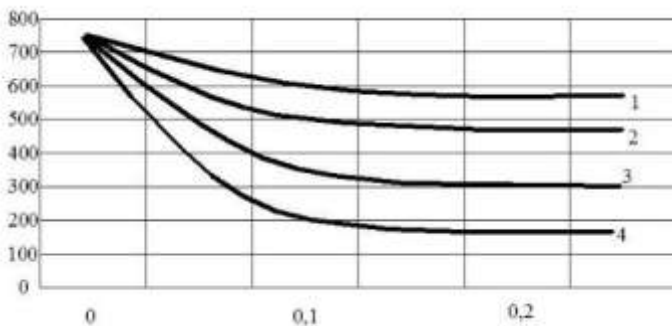


Рис. 3. Зависимость изменения средней плотности ячеистых бетонов от количества газообразователя Al и ускорителя NaF

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| 1- Концентрация Al-0,1 | 3- Концентрация Al-0,15 |
| 2- Концентрация Al-0,12 | 4- Концентрация Al-0,2 |

В результате проведенных исследований мы подтвердили особенности вариатропного бетона и его функциональное использование в области строительства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Большаков В.И., Мартыненко В.А.* Технологические аспекты производства мелкоштучных ячеистобетонных изделий из ячеистого бетона неавтоклавного твердения. - Киев. - НИИСМИ. - Строительные материалы и изделия. - 2002. - С. 1315;

2. *Большаков В.И., Мартыненко В.А., Ястребцов В.В.* Производство изделий из ячеистого бетона по резательной технологии. - Днепропетровск: Пороги, 2003. - 144 с.

ПОЛУЧЕНИЕ ФЕНОЛ-ФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ ПЕНОПЛАСТОВ ЗАЛИВОЧНЫМ МЕТОДОМ ПРИ ПОНИЖЕННОМ ДАВЛЕНИИ

В условиях современных урбанизированных городов человек вынужден большую часть свое времени проводить в помещениях. Здания, в которых прибывают люди, должны ограждать их от неблагоприятных воздействий внешней среды. Значительное влияние на комфортные условия внутри помещений играет тепло-влажностный режим. Отклонения температур от значений, установленных нормами, может привести к разной степени последствиям для здоровья человека, что особенно актуально в зимний период. Использование эффективной теплоизоляции может позволить сократить потери тепла как внутри помещений, так и в теплосетях подающих доставляющих дополнительное тепло внутрь зданий в отопительный период. Среди строительной теплоизоляции одними из наиболее низких коэффициентов теплопроводности обладают газонаполненные полимеры, такие как ППУ, ППС. Среди прочих среди полимерных теплоизоляционных материалов в связи с доступностью сырья и относительной дешевизной производства можно выделить резольный пенофенопласт, важной особенностью которого является устойчивость к повышенным температурам и низкая горючесть (Г1,Г2). Однако, в процессе производства и эксплуатации пенофенопласты выделяют не связанный фенол и формальдегид, которые являются токсичными соединениями, опасными для человека, что сдерживает их использование. В связи с этим возникает интерес поиска решений по снижению токсичности данного материала и повышению его эксплуатационных характеристик. Понизить токсичность фенол-формальдегидных пенопластов можно несколькими путями, например, существует метод связывания фенола в более тяжелые комплексные соединения комплексообразователями [1]. Кроме того, способствовать снижению выделения свободного фенола и формальдегида можно путем снижения материалоемкости производства, уменьшая плотность готового изделия. Этого можно достичь, добавляя в состав сырье газообразователи и катализаторы реакции поликонденсации фенола и формальдегида. Повышение уровня поликонденсации фенола и формальдегида также будет способствовать уменьшению содержания свободного фенола и формальдегида в изготавливаемом изделии. Для снижения содержания в помещении токсичных соединений при производстве пенофенопластов используются вытяжные системы в производственных зонах. Обеспечить отведение вредных соединений можно организовав

производство в камере пониженного давления. Кроме того, в данных условиях будет создаваться большая разница давлений между газовой фазой внутри изделия и разряженной средой в камере, что может повысить кратность вспенивания сырья. В связи с этим были проведены исследования по получению заливочных пенофенопластов в условиях пониженного давления, а также анализ и изучение их свойств и характеристик. Производилось вспенивание контрольной группы пенофенопластов и вспенивание в камере пониженного давления, объемом 50 л в которой с помощью насоса мощностью 1700 Вт создавалась разряжение воздуха. Определение кратности вспенивания проводилось по ТУ 6-05-1104-88 «Смола фенолоформальдегидная вспенивающаяся марки ФРВ-1А». Используемые материалы:

- резольная фенолформальдегидная смола ФРВ-1А ТУ 6-05-1104-88 «Смола фенолоформальдегидная вспенивающаяся марки ФРВ-1А»;
- отвердитель ВАГ-3 ТУ 6-55-1116-88 «Продукт ВАГ-3».

Компоненты смешивались в пропорциях 10:3, с навесками 250 г ФРВ-1А и 75 г ВАГ-3. Отвердитель вводился на протяжении 5-10 секунд, после чего включался секундомер, и начиналось интенсивное перемешивание смеси рамной мешалкой в течение 30 секунд и на протяжении 10 секунд обеспечивалось стекание смолы с мешалки. Далее до окончания индукционного периода смесь помещалась в камеру пониженного давления, после чего она закрывалась и включалась откачка воздуха из камеры. В момент отчетливого начала подъема смеси фиксировался конец индукционного периода. В момент окончания подъема смеси фиксировался конец вспенивания. Далее образец выдерживался в камере на протяжении 60 секунд, после чего производился постепенный сброс давления. Измерялась высота образца, и производился подсчет кратности вспенивания. После из цилиндра вырезались по 2 кубика со стороны 10 см с нижней и верхней части образца. Измерялась масса кубиков и по ним определялась плотность образцов. Ниже представлены результаты проведенных испытаний по определению кратности вспенивания и плотности образцов в виде таблицы 1.

Таблица 1

Результаты вспенивания образцов

№	Конец индукционного периода, с	Окончание вспенивания, с	Начальная высота, см	Конечная высота, см	Кратность вспенивания	Плотность	
						низ, г/м ³	верх, г/м ³
При атмосферном давлении							
1	91	144	1,8	41	22,8	57,6	53,2
2	94	145	1,8	39	21,7	51,9	56,0

3	81	137	1,8	43	23,9	47,1	50,8
4	98	145	1,8	41	22,8	49,4	53,2
5	94	153	1,8	40	22,2	50,6	54,6
При пониженном давлении							
1	85	136	1,8	60	33,3	33,8	36,4
2	84	133	1,8	61	33,9	33,2	35,8
3	81	127	1,8	55	30,6	36,8	39,7
4	87	140	1,8	58	32,2	34,9	37,6
5	87	135	1,8	62	34,4	32,7	35,2

Анализ полученных данных позволяет сделать предположение об эффективности такого метода производства фенолформальдегидных пенопластов с целью уменьшения их плотности и снижения материалоемкости производства. Кроме того, использование камеры пониженного давления позволит контролировать уровень свободных мономеров фенола и формальдегида в воздухе производственного помещения, а дальнейшее развитие данной технологии позволит улавливать отводимый фенол и формальдегид, направляя их в качестве вторичного сырья на перепроизводство.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Львов С.А., Филиппова В.В.* Пенопласт пониженной токсичности. методы снижения содержания свободного фенола в пенофенопластах // ДНИ СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУКИ Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры. . 2018. С. 1175-1177.
2. *Ушков В.А.* Горючесть и эксплуатационные свойства наномодифицированных резольных пенофенопластов // Про-мышленное и гражданское строительство. 2017. № 5. С. 37-40.
3. *Бруяко М.Г., Григорьева Л.С.* Влияние фторсодержащих соединений на свойства резольных фенопенопластов // Научнотехнический вестник Поволжья. 2018. № 12. С. 31-34.

*Студенты 4 курса 32 группы ИСА Морозов И.В., Локтионова А.А.
Научные руководители – доц., канд. техн. наук Н.А. Гальцева,
техн.спец., канд. техн. наук Д.А. Ильин*

ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ ПЕНОПОЛИИЗОЦИАНУРАТА

В современном быстроразвивающемся мире, где показатели потребности человека с каждым годом неумолимо растут, насчитывается большое количество заводов, каждый из которых осуществляет выброс вредных веществ, оказывая тем самым негативное влияние на природные экосистемы. Отходы, образующиеся в процессе производства продукции, подвергаются последующей утилизации либо вторичному использованию [1]. Первый вариант ликвидации подразумевает складирование мусора на полигонах. Утилизация подобного рода, как минимум, приводит к иррациональной эксплуатации земельного ресурса, а с течением времени к строгому запрету использования его в области сельского хозяйства. Иной способ утилизации предполагает сжигание отходов в инсинераторах. Технологический процесс мусоросжигания сопровождается разложением веществ. Метод характеризуется повышенной токсичностью и необходимостью установки специальных газоочистных систем, что в свою очередь является затратным в экономическом плане.

Безусловно, каждый из упомянутых методов утилизации имел свою актуальность в конкретный период времени, однако динамичный ритм жизни всего населения и неутешительная экологическая обстановка земного шара даёт импульс к поиску иных способов решения проблемы устранения отходов производства. Рециклинг по оценке и мнению большинства экспертов служит началом исправления сложившейся ситуации.

Вышеизложенное подтверждает неизбежность рассмотрения вопроса о возможности вторичного использования отходов производства.

Компонентом потенциально нового материала могут выступать отходы производства плит PIR, непригодные для последующей эксплуатации, образующиеся в ходе технологического процесса. Для PIR характерны качества высокой стабильности и, в первую очередь, термостойкости, химстойкости и т.д. Крайне ценное для готового продукта качество существенно осложняет процесс переработки отходов его производства, что на сегодняшний день представляет большую нерешенную проблему, стоящую перед заводом-изготовителем.

Гипсовое вяжущее вещество не уступает в применении цементу, а топливо, которое уходит на его производство, затрачивается в разы

меньше. Область применения обуславливают следующие характеристики: повышенная огнестойкость, гигиеничность и относительно невысокая плотность.

Охарактеризовав каждый материал в отдельности, интерес представляет их возможная совместная работа. Были изготовлены и выдержаны нормативное время образцы нового материала, представляющего комбинацию основных сырьевых компонентов отходов производства PIR и гипса в определённых пропорциях. Изготовленные образцы имели следующие типоразмеры: балочки, размерность которых 40x40x160 мм; пластины, имеющие размер 100x100x20 мм.

Если производить статическое сжатие образцов, то прослеживается уменьшение прочности состава на два пункта, иными словами используя марку Г-5, в итоге получаем гипс марки Г-3. При производстве стойкого гипсового изделия необходимо использовать более дорогостоящее гипсовое вяжущее, количество его уменьшится в исходном составе из-за наличия добавки.

В ходе испытаний прочности на изгиб было установлено, что результаты имели одинаковые значения, значение прочности на сжатие варьируются от 3-5 МПа. Это в свою очередь даёт право предполагать наличие небольшой погрешности при выполнении ручной работы, в промышленной области числовые показатели будут точнее.

Теплопроводность (λ) – это одна из основных характеристик материала, область применения которого связана с системами ограждающих конструкций.

Составленная диаграмма числовых показателей теплопроводности (рис.1) наглядным образом иллюстрирует, что полученные в ходе лабораторных испытаний изделия на основе PIR имеют близкие, но несколько отстающие значения λ , по сравнению с гипсокартоном, но, тем не менее, лучшие характеристики, чем у материалов, конкурирующих на рынке за те же области применения.

На заключительных этапах выполнения научно-исследовательской работы выявлено следующее:

1. добавка мелкой фракции PIR 2-5 мм, а также крупных в виде отходов из пенополиизоцианурата, являются хорошим наполнителем;
2. показатели теплоизоляции лучше, по сравнению с изделиями из гипса в аналогичной области применения.
3. перспективность исследования данной тематики, объясняющаяся созданием нового материала с высокой долей конкурентоспособности.

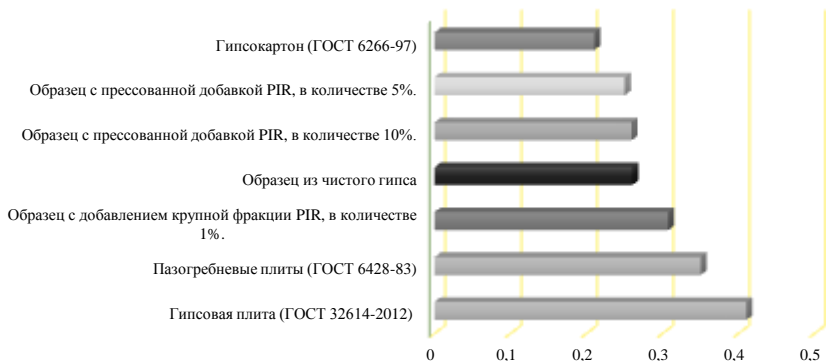


Рис. 1. Диаграмма показателей теплопроводности для различных материалов

Применение вышеуказанных отходов производства позволяют сократить количество используемого гипсового вяжущего вещества, что приводит к снижению денежных затрат в процессе изготовления материала. В ближайшем будущем такие изделия могут стать серьезными конкурентами гипсовым панелям и стенам, гипсокартону [2]. Конструкции с применением отходов производства при изготовлении теплоизоляционных плит на основе отходов производства PIR обладают большей теплоизоляционной способностью и, вполне вероятно, лучшей звукоизоляцией, имея за счёт этого неоспоримое преимущество.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Безденежных М.А., Муниева Э.Ю., Жуков А.Д.* Строительные материалы и экология // Перспективы науки. Тамбов. 2017. № 11 (98). С. 39-42.
2. *Бабков А.Ю.* Линии и установки по производству пенополиуретановых сэндвич-панелей // Пластические массы. Москва. 2007. № 3. С. 20-23.

ПЕРВИЧНЫЕ СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОТ КОРРОЗИИ БЕТОНА ВСЛЕДСТВИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВОДНОЙ СРЕДЫ

Несмотря на существующее многообразие строительных материалов, бетон остаётся наиболее востребованным, благодаря своим физико-механическим характеристикам. Из бетонных и железобетонных конструкций возводятся жилые, общественные, промышленные здания, а также сооружения специального назначения (мосты, тоннели, метрополитены, коммуникационные коллекторы, защитные сооружения гражданской обороны и др.). В процессе эксплуатации бетонные и железобетонные конструкции подвергаются воздействию различных агрессивных сред, что является причиной возникновения различных дефектов и повреждений, что ведёт к снижению их прочностных и эксплуатационных характеристик как отдельных конструктивных элементов, так и здания в целом. Одним из наиболее распространённых типов дефектов является коррозия бетона. Коррозия бетона – это разрушение цементного камня, происходящее под воздействием водной среды. Морская вода, сточные и грунтовые воды, содержащие растворённые в них кислоты, щелочи, технологические продукты являются причиной разрушения таких конструкций как: фундаменты, опоры мостов, трубы, конструкции подземных сооружений и т.д.

В соответствии с классификацией Москвина В.М. коррозию бетона можно разделить на 3 основных вида: выщелачивание, кислотная коррозия и солевая коррозия. Первый вид коррозии или «выщелачивание» при действии водных растворов происходит растворение составляющих цементного камня, в первую очередь, гидрата окиси кальция, и вымывание их из тела бетонной конструкции. Это сопровождается уменьшением плотности структуры бетона и потерей прочности до 50% [3]. Выщелачивание проявляется в виде белого налёта или потёков по поверхности бетонных и железобетонных конструкций. Второй вид коррозии «кислотная» определяется воздействием водных растворов, содержащих различные органические и неорганические кислоты, вступающие в химические реакции с цементным камнем. В результате образуются либо растворимые в воде продукты реакции, которые впоследствии вымываются из бетона, либо нерастворимые продукты в виде рыхлых аморфных масс по поверхности конструкций. Внешними признаками возникновения кислотной коррозии служат: рыхлая структура бетона, шелушение, отслоение защитного слоя кусками, лещадками и т.

д. Третий вид коррозии «солевая» связан с процессом кристаллизации солей в порах цементного камня в результате капиллярного подсоса солевых растворов и одновременного испарения воды из пор. Этот процесс сопровождается сильным давлением кристаллов солей на стенки пор, что ведёт к возникновению внутренних напряжений, вызывающих деформации в цементном камне и, как следствие, в бетоне. Внешними признаками протекания солевой коррозии являются: разбухание, искривление, растрескивание бетонных конструкций.

В соответствии с ГОСТ 31384-2008 «Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии» предусматриваются следующие способы защиты:

- первичный, связанный с оптимальным подбором сырьевых компонентов и расчёта состава бетона для обеспечения стойкости конструкции в процессе эксплуатации в соответствующей агрессивной среде;

- вторичный, связанный с применением защитных покрытий, ограничивающих или исключаящих воздействие агрессивной среды на бетонные и железобетонные конструктивные элементы.

Несмотря на то, что бетонные и железобетонные конструкции эксплуатируются в различных условиях, а также различен характер и степень воздействия на них агрессивной среды, можно определить общие технические решения первичного способа защиты, позволяющий снизить риск возникновения их коррозионного повреждения. Согласно требованиям ГОСТ 31384-2008 особые требования при проектировании бетонной смеси предъявляются к её сырьевым компонентам:

- в качестве вяжущего рекомендуется применять сульфатостойкие цементы, портландцементы, шлакопортландцементы (ГОСТ 22266, ГОСТ 10178);

- в качестве мелкого заполнителя рекомендуется использовать кварцевый или пористый песок (ГОСТ 8736, ГОСТ 9757);

- в качестве крупного заполнителя – фракционный щебень из изверженных пород, гравий и щебень из гравия марки по дробимости не ниже 800 (ГОСТ 8267);

Кроме того, стоит учитывать следующие требования:

- максимальное водоцементное отношение должно составлять 0,45-0,65;

- расход цемента - не менее 260 кг/м^3 ;

- минимальный класс бетона по прочности В25.

Одним из важных показателей для бетонных и железобетонных конструкций, эксплуатируемых в агрессивных средах является плотность бетона. Он достигается за счёт введения специальных добавок (уплотняющих, пластифицирующих и воздухововлекающих). Для повышения коррозионной стойкости бетона при воздействии солей целесообразно

применять гидрофобизирующие и пластифицирующие добавки. Примерами добавок, снижающих проницаемость бетонов служат добавки серии MasterLife WP производства компании BASF. Одной из них является комплексная сухая добавка MasterLife WP 3760, которая состоит из портландцемента, тонкомолотого кварцевого песка и различных активных химических веществ, которые, вступая в реакцию с водой, вызывают реакцию, приводящую к образованию нерастворимого кристаллического соединения во всех порах и капиллярах бетона. Дозировка составляет 1-2% от массы цемента. Применение данной добавки не влияет на сроки схватывания, не оказывает влияние на удобоукладываемость бетонной смеси и не снижает прочность бетонной конструкции. Примером другой добавки является MasterLife WP 1200. Это жидкая добавка, предназначенная для снижения проницаемости бетона и повышения стойкости к агрессивным средам на основе смеси специально подобранных компонентов. Снижение проницаемости достигается также за счет образования в порах нерастворимых продуктов кристаллизации. Её рекомендуется добавлять в бетонную смесь вместе с водой затворения. Рекомендуемый расход добавки составляет 2,0-4,0% от массы цемента. Для повышения эффективности её применения рекомендуемое водоцементное отношение в бетонной смеси должно быть не более 0,45. Обе вышеуказанные добавки применяются для всех видов бетонных конструкций, подверженных временному или постоянному воздействию воды: фундаменты, коколы, мосты, тоннели и т.д.

Подбор оптимального состава бетонной смеси при проектировании железобетонных конструкций с учётом особенностей эксплуатации объекта, позволит предотвратить возникновение коррозии бетона и продлить его срок службы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Баженов Ю.М.* Технология бетона: Учебн. Пособие для вузов. – М.: Высш. Школа, 1978. – 455 с., ил.
2. *Москвин В.М., Иванов Ф.М., Алексеев С.Н., Гузеев Е.А.* Коррозия бетона и железобетона. Методы их защиты. – М.: Стройиздат, 1980. – 536 с.
3. *А. В. Волженский, Ю. С. Буров, В. С. Колокольников.* — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1979. — 476 с., ил.
4. ГОСТ 31384-2008 «Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии».

РАЗРАБОТКА НОВОГО СОСТАВА ФАСАДНОЙ НЕГОРЮЧЕЙ КРАСКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАЛИЕВОГО ЖИДКОГО СТЕКЛА

Фасад здания является элементом, отвечающим за архитектурную выразительность и облик сооружения. Ограждающие конструкции больше всего подвержены воздействию атмосферных осадков, ультрафиолетового излучения и перепадам температур. В результате чего снижаются эксплуатационные характеристики фасада, ухудшается его внешний вид. Не менее важный фактор – пожарная безопасность. Одним из путей распространения пламени являются именно фасады зданий, которые зачастую содержат в своём составе пожароопасные материалы. С целью обеспечения безопасности необходимо применять огнезащитные покрытия, считающие в себе качественные показатели и долговечность.

Краски на силикатной основе относятся к долговечным и надежным отделочным материалам. Основными их компонентами являются полимерные дисперсии и жидкое калиевое стекло. Среди особенностей данного материала можно выделить: повышенный показатель влагостойкости, максимальное паро- и воздухопроницание, устойчивость к появлению плесени и грибков, высокая степень адгезии, устойчивая пигментация.

При разработке силикатной негорючей краски, необходимо руководствоваться ГОСТ 18958-73, ГОСТ 30244-94, а также техническим параметрам по DINEN 1062. Согласно этим нормативным документам, сухая пигментная часть красок должна удовлетворять следующим нормам [1], [2], [3]:

- Содержание влаги - не более 1,5 %,
- Тонкость помола, по ГОСТ 3584-73, остаток на сетке после мокрого просеивания - не более 3,0% [4].

Требования к жидкому калиевому стеклу:

- Внешний вид - жидкость желтоватого или зеленоватого оттенка
- Содержание оксида калия – от 10,2 до 12,5%
- Содержание двуоксида кремния – от 20,0 до 26,0 %
- Кремнеземистый модуль – от 2,5 до 4,0

Готовый продукт должен соответствовать следующим критериям:

- Цвет - должен соответствовать утвержденному эталону в пределах вилки цветов
- Укрывистость - не более 650,0 г/м²

- Период силикатизации - не более 8,0 ч.
- Вязкость по воронке ВЗ-4 – 14-16 с.

Помимо этого, готовый продукт должен быть пригодным для проведения наружных отделочных работ, обладать влагостойкостью и огнезащитными и термостойкими свойствами.

Одним из главных показателей для данного материала является группа горючести. Для проектируемого состава задана группа НГ. Пламя в данном случае не горит вообще, а выделяющаяся теплота не превышает 2,0 МДж/кг. При соблюдении всех требований и стандартов, готовый продукт будет обеспечивать прочность и долговечность покрытия, поддерживать параметры микроклимата внутри помещения, а, самое главное, - обеспечивать пожарную безопасность здания или сооружения.

В результате проведенных исследований и практических экспериментов был подобран оптимальный состав компонентов силикатной негорючей краски, который представлен в таблице 1. Для сохранения уникальности данной рецептуры процентное соотношение указано с некой дельтой, из чего следует множество вариантов возможных исполнений.

Таблица 1

Рецептура силикатной негорючей краски

Компоненты	Процентное соотношение, %
Вода	10,00-30,00
Диспергатор	0,20-0,60
Пеногаситель	0,10-0,50
Наполнитель (мрамор молотый)	25,00-40,00
Наполнитель (каолины)	5,00-10,00
Наполнитель (волокнистый)	0,20-0,60
Диоксид титана	4,00-7,00
Жидкое калиевое стекло	30,00-45,00
Растворитель	0,30-0,60
Силиконовая добавка	0,50-1,00

Полученная нами негорючая силикатная краска, соответствующая группе А2 по DIN 4102 [11], не является пожаровзрывоопасным материалом. При производстве, испытании и применении краски, нами соблюдались требования пожарной безопасности по Техническому регламенту о требованиях пожарной безопасности № 123-ФЗ и ГОСТ 12.1.004.

Итогом проведённой работы является готовый к применению негорючий, атмосферостойкий, высокопаропроницаемый материал на силикатной основе, содержащий в качестве связующего вещества жидкое калиевое стекло с органическими стабилизаторами. Данный продукт

можно использовать для покрытий минеральных фасадных подложек и для выполнения наружных отделочных работ во всех типах зданий и сооружений. Согласно полученным данным испытаний краска полностью соответствует как Российским нормативным документам, а именно ГОСТ 18958-73 и ГОСТ 30244-94, а также техническим параметрам зарубежных стран (DINEN 1062). Следовательно, полученная краска образует устойчивое покрытие и обеспечивает пожарную безопасность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 30244-94 Материалы строительные. Методы испытания на горючесть.
2. ГОСТ 18958-73 Краски силикатные.
3. DINEN 1062 Краски и лаки. Лакокрасочные материалы и лакокрасочные системы для наружной окраски минеральных поверхностей и бетона. Часть 1. Классификация.
4. ГОСТ 6613-86 Сетки проволочные тканые с квадратными ячейками. Технические условия.
5. ГОСТ 9980.2-2014 Материалы лакокрасочные и сырье для них. Отбор проб, контроль и подготовка образцов для испытаний.
6. ГОСТ 8784-75 (СТ СЭВ 5904-75) Материалы лакокрасочные. Методы определения укрывистости.
7. ГОСТ 8420-74 Материалы лакокрасочные. Методы определения условной вязкости.
8. ГОСТ Р 52020-2003 Материалы лакокрасочные водно-дисперсионные. Общие технические условия.
9. ГОСТ 31939-2012 (ISO 3251:2008) Материалы лакокрасочные. Определение массовой доли нелетучих веществ
10. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования.
11. DIN 4102 Огнестойкость строительных материалов и конструкций. Часть 1. Строительные материалы, термины и определения, требования и испытания.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ГЛАЗУРНОГО ПОКРЫТИЯ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ДЕКОРАТИВНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ КЕРАМИЧЕСКОЙ МАССЫ МКФ-2

В последнее время в связи с развитием декоративной керамики возникают новые техники декорирования, разрабатываются новые составы керамических масс, глазурей и ангобов. Особое внимание в процессе изготовления декоративной керамики уделяется задаче обеспечения совместимости керамического черепка и наносимых на него декоративных покрытий.

Глазури представляют собой стеклообразные покрытия, образующиеся на поверхности черепка в результате нанесения суспензии из шихты, плавящейся при обжиге полуфабриката. Составы и свойства глазурей существенно различаются в зависимости от вида керамических изделий и типа керамических масс. Показатели свойств глазурных покрытий и их составы различаются в широком диапазоне.

Физические свойства глазурей зависят от их химического состава, наличия кристаллических и газовых включений и физико-химических процессов, протекающих при температурной обработке глазурей.

Одним из важнейших показателей, характеризующим прочность сцепления глазури с керамическим черепком является температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР). К наиболее простым и точным методам расчета ТКЛР относится метод А.А. Аппена, который подразумевает расчет свойств глазурей и глазурных фритт по правилу аддитивности [1].

В работе были изготовлены декоративные изделия на основе керамической массы МКФ-2. Изделия были декорированы с использованием ангобов S-0620 и глазурей S-0119 и S-0128.

Керамическая масса МКФ-2 обладает хорошими формующими свойствами с температурой обжига 1000-1150 °С (рекомендованная производителем температура обжига составляет 1050-1080 °С) [2].

По методу А.А. Аппена был рассчитан температурный коэффициент линейного расширения черепа, который составил $48,6 \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

Используемая при декорировании глазурь S-0128 имеет следующие характеристики: интервал обжига 1180-1250 °С, ТКЛР - $64,6 \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. В свою очередь глазурь S-0119 имеет интервал обжига 1000-1200 °С, ТКЛР - $55,4 \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ [3].

При изготовлении декоративных керамических изделий были опробованы несколько способов нанесения и обжига глазурей. В первом

случае на отформованное и подсушенное изделие наносился ангоб, а затем достаточно толстый слой глазури S-0128. Был проведен однократный обжиг при температуре 1050 °С. На обожженном изделии наблюдалось интенсивное отслаивание глазури, пузырение и присутствовал цек.

Величина ТКЛР керамического черепка ($48,6 \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) значительно отличается от величины ТКЛР глазури S-0128 ($64,6 \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$). Достаточно большая разница в величинах ТКЛР черепа и глазури и наличие избыточно большой толщины слоя глазури обуславливает присутствие ярко выраженных дефектов в виде отскока глазури.

Разложение органики и карбонатов, содержащихся в керамической массе, при однократном обжиге изделия, способствует образованию в глазурном слое дефектов в виде пузырей. Поэтому предпочтительнее проведение двукратного обжига, для обеспечения улетучивания в процессе утильного обжига большей части газов, образующихся при разложении соответствующих компонентов, в результате чего значительно улучшается качество глазурного покрытия.

Для улучшения качества глазурного покрытия был проведен двукратный обжиг (утильный и политой) и нанесен более тонкий слой глазури. Полученные результаты показали удовлетворительное качество глазурного покрытия. Так же, как и в первом случае был нанесен ангоб, как промежуточный слой между глазурью и керамическим материалом. Необходимо отметить, что в этом случае наблюдалось незначительное количество дефектов поверхности в виде пузырей и трещин. Качество глазурного покрытия можно оценить, как удовлетворительное.

В третьем случае была использована глазурь S-0119. Термический коэффициент линейного расширения для этой глазури, рассчитанный по методу А.А. Аппена, составляет $55,5 \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Величины ТКЛР глазури и черепка достаточно близки, что позволяет провести однократный обжиг. Однако, во избежание нежелательных эффектов на глазурном покрытии обжиг проводился в два этапа. Как и во втором случае, утильный обжиг проводился с нанесенным на черепок ангобом. После нанесения глазури проводился политой обжиг, в результате которого было получено глазурное покрытие хорошего качества. На готовом изделии наблюдалось незначительное количество дефектов. В этом случае, на изделии не наблюдалось плавного перехода цвета ангоба под глазурным покрытием.

При обжиге керамического изделия на поверхности черепка протекают физико-химические процессы взаимодействия керамического черепка, ангоба и глазури. От интенсивности этих процессов зависит качество глазурного покрытия. Процесс взаимодействия глазури и керами-

ческого материала принято рассматривать как растворение кристаллической фазы в жидком глазурном расплаве.

Использованная при декорировании глазурь S-0128 имеет интервал обжига 1180-1250 °С, в то же время, производитель допускает использование этой глазури при более низких температурах обжига. Рекомендованный интервал обжига от глазури S-0119 составляет 1000-1200 °С. При взаимодействии глазури и керамического материала может происходить растворение кристаллической фазы в жидком глазурном расплаве. Вязкость глазурного расплава глазури S-0128 при температуре обжига 1050 °С значительно выше вязкости глазури S-0119. Поэтому возможно растекание ангоба под глазурью, что нарушает цветовые границы необходимые для точного соответствия изготавливаемого изделия первоначально заданному эскизу.

В то же время, вязкое глазурное покрытие, образовавшееся в ходе раннего плавления глазури, препятствует процессу растекания ангоба. Поэтому, несмотря на наличие большей разницы температурных коэффициентов линейного расширения для глазури S-0128 и керамического черепка по сравнению с глазурью S-0119, в качестве окончательного варианта для декорирования изделия была выбрана глазурь S-0128.

Таким образом, возможно использование обеих глазурей для керамической массы МКФ-2. При нанесении нескольких ангобов с эффектом перехода цвета рекомендуется применять глазурь S-0128. В этом случае, получается глазурное покрытие удовлетворительного качества и не происходит размытия цвета. Лучшие результаты при нанесении одноцветного ангоба показывает глазурь S-0119.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Сурков Г.* Светложгущиеся массы [электронный ресурс] <https://portalkeramiki.ru/index.php/horss-articles/43-ceramic-body/133-svetlozhgushchiesya-massy>. Дата обращения 18.02.2019
2. *Сурков Г.* Бесцветные прозрачные глазури. [электронный ресурс] <https://portalkeramiki.ru/index.php/horss-articles/44-glazuri/138-bestsvetnye-prozrachnye-glazuri>. Дата обращения 18.02.2019
3. *Надточий Л.А., Лепешкин А.И., Дудник Е.Д.* Влияние температурного режима на вязкостные свойства глазури / Л.А. Надточий // Вестник Камчатского государственного технического университета -2018. - №45.-с.43-49.

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ФЕНОЛЬНЫЕ ПЕНОПЛАСТЫ ДЛЯ ПРЕДИЗОЛИРОВАННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Россия является крупной страной, включающей в себя несколько климатических зон, однако, большую ее часть занимают территории, где для комфортного проживания человека в холодные сезоны требуется дополнительная поставка тепла в помещение. Неизбежно, на пути транспортировки теплоносителя к потребителю возникают значительные теплотери, что особенно актуально в России ввиду значительно износа существующих теплосетей.

Актуальной становится задача подбора теплоизолирующего материала для тепловых сетей, который можно будет эффективно использовать для снижения теплотерь при транзите теплоносителя по трубопроводу.

Хорошими эксплуатационными характеристиками обладают газонаполненные полимерные материалы. Одним из наиболее популярных теплоизоляционных материалов для предизолированных трубопроводов является пенополиуретан, которые обладают низкой плотностью и теплопроводностью при высокой технологичности производства. Однако высокая стоимость и неразвитость в России сырьевой базы для их производства сдерживает более широкое их применение.

Другим крайне распространенным теплоизоляционным полимерным материалом пенополистерол и его разновидности, который при относительно низкой себестоимости обладает высокой водостойкостью, а также низкой теплопроводностью. Однако сфера использования данного материала ограничена его высокой пожароопасностью, в то время как материал для изоляции тепловых сетей должен быть устойчив к повышенным температурам подаваемого теплоносителя, не должно происходить возгорания и термической деструкции.

Перспективным кажется использование фенолформальдегидных пенопластов, которые обладают низкой теплопроводностью и водопроницаемостью при высокой термической стойкости.

Наиболее технологичными в производстве являются заливочные резольные пенофенопласты. В России у них хорошо развита сырьевая база, а само сырье является недорогим и доступным.

Поиск путей повышения эксплуатационных характеристик кажется перспективным направлением исследования. Основным методом воздействия на свойства пенопластов является добавление в их состав различного рода модификаторов, с помощью которых можно влиять на

прочностные свойства пенопласта, его плотность, огнестойкость, токсичность, а также влиять на реологические характеристики сырья и время его вспенивания.

В данном исследовании было изучено влияние кремнефтористого натрия и окисленного терморасширяющегося графита на свойства резольного фенолформальдегидного пенопласта.

В качестве сырья для изготовления фенолформальдегидного резольного пенопласта использовались:

ФРВ-1А (ТУ 6-05-1104-78) – резольный фенолформальдегидный олигомер с добавкой пластификатора и алюминиевой пудры.

ВАГ-3 (ТУ-6-05-1116-88) – вспенивающий отверждающий агент кислотного типа.

Исследование по выявлению зависимостей изменения плотности готового фенолформальдегидного резольного пенопласта от количества добавляемого катализатора твердения Na_2SiF_6 представлены в виде графика на рисунке 1.



Рис.1. График зависимости плотности ФРП от концентрации Na_2SiF_6

Получившаяся в результате проведенных испытаний зависимость демонстрирует высокую эффективность использования кремнефтористого натрия в качестве стимулирующей процессы газообразования. Наилучший результат был показан при введении в сырьевую смесь 0,4-0,6% Na_2SiF_6 . Дальнейшее увеличение концентраций данной добавки приводила к появлению сильных усадочных процессов и появлению трещин на образцах спустя некоторое время после окончания процесса твердения образца.

В ходе данной работы также было проведено исследование по определению влияния добавления различных концентраций окисленного

терморасширяющегося графита на плотность изготавливаемого изделия, результаты чего были представлены в виде таблицы 1.

Таблица 1

Влияние окисленного терморасширяющегося графита на плотность пенофенопласта

Графит, % масс от ФРВ-1А	0,0	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,5
ρ пенопласта, кг/м ³	82,0	76,5	66,5	63,0	76,0	81,5	84,00

Использование окисленного терморасширяющегося графита при использовании его в пределах от 0,8 до 1,2 % от массы фенолформальдегидного олигомера позволяет снизить плотность готового пенофенопласта. Предположительно, данный эффект может быть достигнут за счет расслоения спаек пластин графита, внутреннее трение между которыми оказывается ниже адгезионных сил между графитом и полимерной матрицей в процессе вспенивания.

Применение при изготовлении фенолформальдегидного резольного пенопласта добавок, представленных кремнефтористым натрием и окисленным терморасширяющимся графитом, позволяет значительно повлиять на плотность изготавливаемого изделий, что открывает перспективы разработки пенофенопластов пониженной теплопроводности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бруяко М.Г., Григорьева Л.С. Влияние фторсодержащих соединений на свойства резольных фенопенопластов // Научно-технический вестник Поволжья. 2018. № 12. С. 31-34.
2. Зибарев П.В., Зубкова Т.П. Экологическая безопасность полимерных строительных материалов. анализ газовыделений // Экология промышленного производства. 2007. № 2. С. 27-33.
3. Львов С.А. Снижение кислотного числа пенофенопластов // В сборнике: Строительство - формирование среды жизнедеятельности XXI Международная научная конференция: сборник материалов семинара «Молодежные инновации». 2018. С. 155-157.
4. Бруяко М. Г. Эффективные теплоизоляционные материалы на основе модифицированных резольных пенопластов // автореф. дисс. канд. техн. наук. М., 2009.

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ НЕРАВНОВЕСНОЙ ПЛАЗМОЙ НЕОРГАНИЧЕСКИЕ СОРБЕНТЫ

В настоящее время особое внимание уделяется разработке эффективных составов сухих строительных смесей с расширенными функциональными возможностями. В связи с этим задействованы сырьевые ресурсы цеолитсодержащих горных пород, уникальность которых состоит в том, что они являются природными сорбентами, обладающими высокими адсорбционными и ионообменными свойствами. Область использования данных сорбентов достаточно большая:

- очистка питьевых, сточных вод, воздушной среды;
- очистка специальных отходов от токсичных и канцерогенных веществ;
- цементы, бетоны, тампонажные растворы;
- добавка в почву, к комбикорму;
- товары бытовой химии;

На основе данного материала выдвинута гипотеза о том, что возможно повысить эффективность цеолитов, модифицируя их с помощью низкотемпературной неравновесной плазмы (НТНП), тем самым расширив спектр функционального назначения при производстве строительных материалов и изделий на их основе.



а

б

в

Рис. 1. Структура цеолита при увеличении $\times 10$:
а) контрольный цеолит; б) цеолит, обработанный в течение 1 мин.;
в) цеолит, обработанный в течение 1,5 мин.

Для исследования изменения структуры цеолитов использован метод оптической регистрации. На контрольном цеолите (рис. 1) точками

А, Б, В, Г, Д указаны точки природных дефектов, в которых при воздействии НТНП образуются трещины. По полученным результатам можно сделать вывод о том, что происходит увеличение дисперсности, уменьшение размеров зерен, что говорит об образовании новых пор, которые позволяют поглотить большее количество сорбатов, чем ранее.

Также было проведено исследование структурных изменений плазмомодифицированных цеолитов методом комбинированного рассеивания.

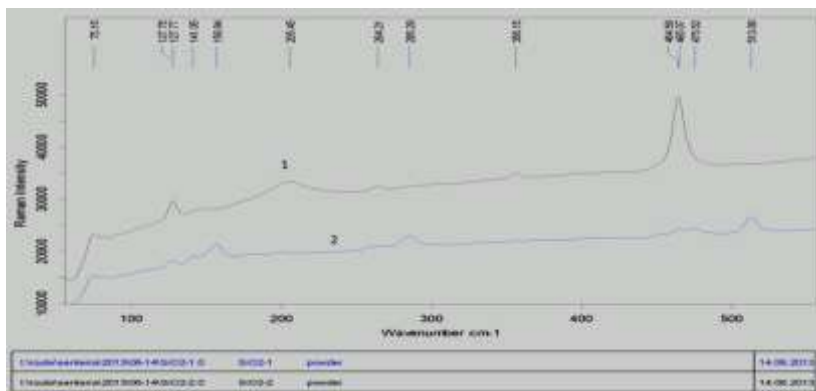


Рис. 2. Изменение поверхности SiO₂:
1 - контрольный кварцевый песок;
2 – кварцевый песок, пропущенный через НТНП

Цеолит имеет схожую структуру и состав с песком, поэтому был поставлен опыт на кварцевом песке, результаты которого могут косвенно доказать возможность изменения характера структуры цеолитов. При сравнении зависимостей (рис. 2), на кривой 1 заметен ярко выраженный пик, но после воздействия НТНП мы наблюдаем плавный переход, это говорит о том, что кристаллическая форма песка перешла в более аморфную.

В ходе экспериментальных исследований (рис. 3) было установлено, что сорбционная емкость и активность модифицированных цеолитов по отношению к используемому сорбату резко увеличивается.

Результаты следующего эксперимента (рис. 4), позволяют сделать вывод, что у плазмомодифицированных цеолитов происходит химическая сорбция, а следовательно и количество поглотившегося сорбата отдавать они будут в два раза меньше.

Все выводы, сделанные на основании проведенных исследований, позволяют утверждать, что воздействие плазмохимического модифи-

цирования НТНП на цеолитсодержащие породы позволяют получить эффективные строительные материалы.

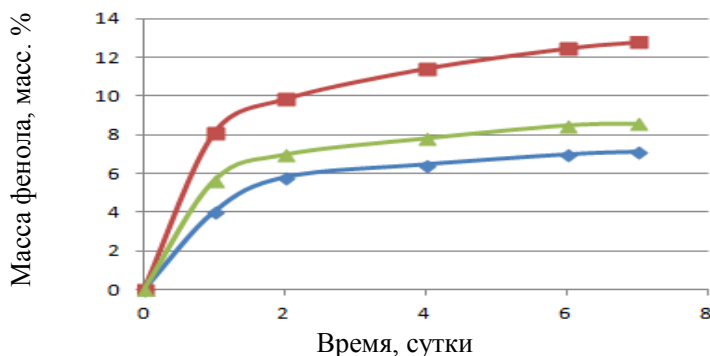


Рис. 3. Изменение сорбционной способности весовым методом цеолитов: 1 – цеолит контрольный; 2 - дегидратированный цеолит; 3 – цеолит, модифицированный НТНП в барьерном разряде.

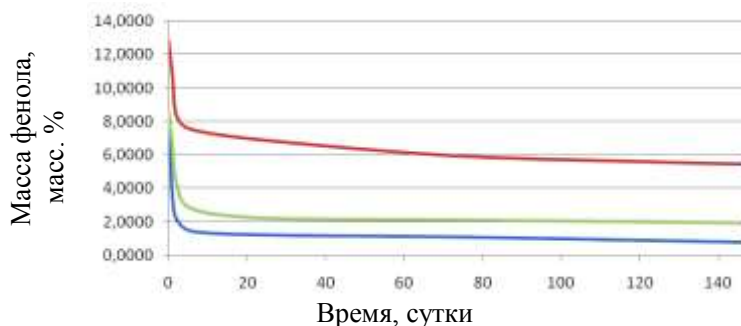


Рис. 4. Изменение десорбционной способности весовым методом цеолитов: 1 – цеолит контрольный; 2 - дегидратированный цеолит; 3 – цеолит, модифицированный НТНП в барьерном разряде.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Дистанов У.Г., Михайлов А.С. и др. Природные сорбенты СССР. М.: Недра. 1990. 208с*
2. *Нетрадиционные виды минерального сырья. / Под редакцией. Дистанова У.Г, Фимко А.С.. М.: Недра. 1990. 261с.*

СЕКЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Студент магистратуры 1 года обучения 22 группы ИСА Аманов Р.Р.

Студентка 1 курса 13 группы ИСА Бабаева И.

Научный руководитель – д-р техн. наук, проф. В.О. Чулков

ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ В УСЛОВИЯ ДЕФИЦИТА ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Сегодня есть множество как проблем, так и достойных решений, доставшихся нам от строителей прошлого поколения. Наша задача, как строителей, принять эту эстафету и пронести ее как можно дальше. Как часть этого механизма, хотелось бы обратить ваше внимание на такую проблему, как дефицит исполнительной документации в гражданском строительстве. Для начала давайте разберемся, что же такое исполнительная документация?

Строительная область, как и многие другие технические сферы, не может существовать без наличия отчетной, первичной и исполнительной документаций, которые помогают контролировать ход строительства и его продолжительность, быть в курсе о наличии строительных материалов и трудовых ресурсов и т.д.

Особое место, безусловно, занимает исполнительная документация в строительстве, которая представляет собой текстовые и графические материалы, отражающие:

- Организации ответственных лиц, принимающих участие в строительстве;
- Допуски технического заказчика, проектной организации, генподрядной организации, подрядной организации от саморегулируемых организаций, приказы уполномоченных лиц которые могут подписывать исполнительную документацию.
 - Наименования выполняемых работ
 - Объемы выполняемых работ
 - Проект, в соответствии с которым выполнены работы либо запись в журнале авторского надзора с отклонениями от проекта.
 - Материалы, которые применены для работы, освидетельствованной в акте.
 - Отражать действительное положение конструкций с привязкой к осям и ситуационным планом.

Исполнительная документация должна быть понятна любому человеку, владеющему навыками строительного производства, поэтому оформление и ведение исполнительной документации, которая отно-

ситься к рабочей документации строго нормируется ГОСТР 21.1101-2013.

При строительстве, реконструкции объектов капитального строительства, в том числе при проведении работ по сохранению объектов культурного наследия, затрагивающих конструктивные и другие характеристики надежности и безопасности таких объектов, исполнительная документация подлежит постоянному хранению у застройщика.

Действующее законодательство возлагает на подрядчика обязанность обеспечивать ведение и передачу заказчику вместе с результатом работы исполнительной документации, касающейся эксплуатации или иного использования предмета договора подряда (ст. 726 ГК РФ, п. 6 ст. 52 ГрК РФ). Но в последнее время наметилась тенденция, при которой подрядчики уклоняются от передачи исполнительной документации заказчику. Это может быть обусловлено несколькими причинами:

- подрядчики не оформляют или ненадлежащим образом оформляют исполнительную документацию;

- подрядчики удерживают исполнительную документацию до полной оплаты заказчиком выполненных работ и т.д.

Задержки в предоставлении и/или непредоставление исполнительной документации грозят подрядчику в отказе приемки выполненных работ, приостановлении оплаты выполненных работ, а также определенными санкциями.

Применение санкций является обоснованным, так как заказчик при отсутствии исполнительной документации в полном объеме сталкивается с многочисленными трудностями, а именно:

1. Не может проверить объем и качество выполненных работ на объекте. Т.к. органом государственного строительного надзора проводится оценка соответствия выполненных работ и примененных строительных материалов требованиям технических регламентов, иных нормативных правовых актов и проектной документации, в том числе требованиям в отношении энергетической эффективности и требованиям в отношении оснащенности объекта капитального строительства приборами учета используемых энергетических ресурсов.

2. Получить разрешение на ввод объекта в эксплуатацию.

3. Эксплуатировать объект или передать исполнительную документацию собственникам помещений.

4. Проводить плановый и/или экстренный осмотр, без дополнительных убытков, и соответственно вовремя устранять неполадки.

Ведение строительно-монтажных работ в условиях дефицита исполнительной документации вытекает в существенную проблему так же для производителя работ. К примеру

- облицовку поверхностей необходимо выполнять согласно ППР и после оформления акта на скрытые работы и подготовки облицовываемых поверхностей [2];

- Без исполнительных чертежей фактически невозможно прокладывать новые или реконструировать имеющиеся инженерные сети [3,4].

Наличие исполнительной документации играет важную роль не только при сдаче объекта капитального строительства, но и при эксплуатации, капитальном ремонте, реконструкции, а также демонтаже. И чем лучше подготовлена исполнительная документация, тем проще и дешевле станут эти процессы. Отсутствие любого документа, входящего в состав исполнительной документации, является проблемой, которая требует к себе внимания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. РД-11-02-2006. Требования к составу и порядку ведения исполнительной документации при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства и требования, предъявляемые к актам освидетельствования работ, конструкций, участков сетей инженерно-технического обеспечения.

2. ТР 94.06-99 Технический регламент операционного контроля качества строительно-монтажных и специальных работ при возведении зданий и сооружений.

3. *Липидус А.А., Шестерикова Я.В.* Формирование инструмента оценки комплексного показателя качества в строительстве//Системы. Методы. Технологии. 2018. № 1 (37) 2018. 90-93с.

4. *Липидус А.А., Шестерикова Я.В.* Исследование комплексного показателя качества выполнения работ при возведении строительного объекта//Современная наука и инновации. № 3 2017. 74-80с.

ОСОБЕННОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Задачей данной статьи является обзор особенностей возведения высотных зданий и сооружений. Рассмотрены методические указания по выполнению строительных процессов. В статье приведен анализ Международного Совета по высотным зданиям и городской среде.

Согласно Международному Совету по высотным зданиям и городской среде высотное строительство приобретает массовый характер, получая все больше развития. Многолетний международный опыт строительства мегаполисов показывает, что наиболее экономически выгодными, с точки зрения рационального использования земли в стесненных городских условиях, учитывая стоимость земельного участка, является возведение высотных зданий от 50 этажей и выше. Как и любая отрасль современного строительства, у высотных зданий есть свои особенности, связанные с работами нулевого цикла, конструктивными элементами возведения зданий, подъемно-транспортным и вспомогательным оборудованием, вплоть до установок ветрозащиты для поддержания производства работ в различных условиях. Небоскреб является отличительной чертой современного строительства. Самые высокие небоскребы мира удивляют своей уникальностью и современным техническим оснащением [6,7].

На сегодняшний день наиболее приемлемым материалом для возведения каркасоздания стал железобетон. Со временем инженерное общество сделало вывод, что монолитный бетон используется не в полной мере. Требования, выдвигаемые бетону, используемому в качестве материала для конструктивных элементов высотных зданий, ужесточаются. Без постоянных усовершенствований и современных модификаций данного материала не обойтись. Во время строительного процесса необходимо непрерывно поставлять бетонную смесь на объект. В повседневной практике используют два варианта: поставка бетона на объект от стационарного завода, либо используют приобъектные автоматизированные бетонные заводы. Второй вариант предпочтительнее, так как все процессы при заготовке смеси контролируются. Бетонная смесь подается автобетононасосами во время работ, связанных с нулевым циклом, и при возведении первых этажей.[1].

При возведении высотных зданий можно применять опалубочные традиционные системы, однако такой метод производства работ неэффективен. Поэтому для возведения ядер жесткости и ствольных элемен-

тов здания используют скользящую опалубку либо подъемно-переставную опалубку. Данные виды опалубки дают возможность обеспечить требуемое качество выполняемых работ. Опалубки для высотных зданий нося индивидуальный характер, поэтому проектируются и изготавливаются под конкретно строящийся объект [2].

Стационарные башенные краны транспортируют груз на высоту до 70-80 м. Его применение при большей высоте становится нерациональным. В таких случаях применяют приставные башенные краны, которые крепят к конструктивным элементам здания. В современном мире строятся небоскребы, высота которых превышает 130 метров. В таких случаях на замену приставного крана приходит самоподъемный, не имеющий ограничений при подъеме груза на высоту. После окончания работ кран складывают и по лебедкам спускают вниз. При строительстве высотных зданий необходимо поставлять мелкие грузы для отделочных работ и безопасно транспортировать рабочих на верхние ярусы. В таких случаях используют грузопассажирские грузоподъемники с вместимостью до 20 человек и грузоподъемностью до 3 т [3]. Подъемники применяют после возведения 8-10 этажей здания. За месяц возводится до 5 этажей. Необходимо одновременно вести возведение конструктивных и фасадных систем. Интервал при возведении каркаса и фасада составляет 5-7 этажей [4].

На высоте менее 75 м применяют леса и навесные подмости. Для безопасности работ следует применять фасадные платформы. Учитывая специфику и уникальность высотных объектов предлагается использовать установки, обеспечивающие безопасность, комфортные климатические условия. Усиленные ветра на большой высоте оказывают серьезные воздействия при монтажных работах. Для предотвращения аварийных ситуаций и в целях повышения качества производства работ и охраны труда предусматривают следующие мероприятия: ветровые установки и тепляки, которые способствуют благоприятным условиям для отделочных работ.

Особо важно обеспечить безопасность рабочих, в связи с чем предусматривают следующие системы.

- Предохранение от падения работников, выполняющих монтажные работы
- Предохранение от падения строительных материалов, отходов, инструментов [5,6,7].

Заключение

Актуальность строительства высотных зданий в России рассматривается только на научных конференциях. Основными преградами, оказывающими влияние на развитие этой сферы, являются отсутствие нормативно-технической документации и опыта у архитекторов, проек-

тировщиков, технологов. Однако инженеры понимают, что высотное строительство выведет Россию на новый научно-технический уровень.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Вильман Ю.А.* Технология строительных процессов и возведения зданий 2014, АСВ, с. 321-335.
2. *Макалакова Т.Г.* Высотные здания 2008, АСВ, с. 70-75.
3. *Олейник П.П.* Возведение монолитных конструкций зданий и сооружений 2018, с.73-84.
4. *Афанасьев А.А., Король Е.А., Каган П.Б., Комиссаров С.В., Зуева А.В.* Технологические особенности возведения высотных зданий 2011, Вестник МГСУ, с. 369-373.
5. *Теличенко В.И., Терентьев О.М., Липидус А.А.* Технология возведения зданий и сооружений 2004, Высшая школа, с. 160-171.
6. *Липидус А.А., Шестерикова Я.В.* Разработка математической модели оценки комплексного показателя качества при возведении многоэтажных жилых зданий// Наука и бизнес: пути развития. № 1(91). 2019.43-48с.
7. *Мирошникова И.М., Синенко С.А.* Комплексная модель системы выбора рациональных решений по организации строительных процессов при возведении многоэтажных зданий//Наука и бизнес: пути развития. 2018. № 6 (84). С. 71-75.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ ОБЪЕКТОВ

Начало XXI вв. связано с бурным развитием информационных технологий. В строительстве осуществляется поэтапный переход к интеграции информации о строительной продукции в информационных моделях. Внутренняя причина этого – повышение эффективности процессов строительства. Внешняя причина – повышение требований к качеству строительной продукции и цене.

Технологии информационного моделирования представляют из себя компьютерную модель нового здания, которая содержит все сведения о будущем объекте. В этих моделях рассматриваются технические, дающие общее и углубленное представление о концепции BIM-подхода к проектированию (строительству, эксплуатации) различных объектов.

Технологии информационного моделирования или BIM (*Building Information Model*) -это информационная модель здания, созданная для повышения качества и эффективности процесса проектирования. Такая модель позволяет разрабатывать архитектурные чертежи здания, управлять процессом строительства объекта, его эксплуатацией и средствами технического оснащения самого здания в течение всего жизненного цикла, управлять реконструкцией или ремонтом здания, сносом и утилизацией здания, а также осуществлять наблюдение и оптимизацию функционирования инженерных систем здания.

В ходе применения технологий информационного моделирования мы получаем:

- визуальную картину проектных решений;
- уменьшение ошибок при проектировании и вероятности аварийных ситуаций;
- повышение уровня комфорта;
- удобство управления строительством и эксплуатацией объекта;
- актуальные данные для реконструкции, модернизации и сноса объекта по окончании их жизненного цикла;
- предварительный анализ энергоэффективности объекта капитального строительства;

С экономической точки зрения - экономия энергии ресурсов, повышение срока эксплуатации.

Рассмотрим роль *BIM* при разработке проектной документации и строительстве объектов.

С помощью данной модели можно выполнять расчеты, анализировать элементы здания, проверять их на возможные коллизии, управлять инженерными системами здания и повысить функциональную надежность объекта.

Разработанная информационная модель проектируемого объекта строительства является основой и активно используется в проектах производства работ, организации строительства, работах по сносу или демонтажу зданий.

Подготавливается информационная модель в *BIM* с различными уровнями проработки.



Рис. 1 Уровни проработки информационной модели.

Система проработки включает в себя пять базовых уровней, характеризующих процесс разработки элемента от начального до состояния законченного строительством объекта. (Рис.1)

Первый и второй уровень (*LOD 100*, *LOD 200*) - это анализ в рамках которого модель представляется в виде укрупненных элементов с предварительными размерами, формой, пространственным положением и ориентацией. Для третьего уровня (*LOD 300*)-элемент представляется с более уточненными размерами, пространственным положением (входит в этап разработки проектной документации). Для четвертого уровня (*LOD 400*) - представлен в виде конкретной сборки с точными фиксированными размерами, включая размеры элементов узловых соединений. Этап выпуска рабочей документации, и использование модели на стадии СМР. *LOD 500* представлен в виде конкретной сборки с фактическими размерами, формой, пространственным положением и ориентацией. Используется на стадиях эксплуатации.

После завершения разработки модели - выпускаются чертежи проектной документации в стандартном оформлении, дополненные аксонометрическими схемами, разрезами и трехмерной демонстрацией отдельных узлов и деталей.

При помощи разработанной проектной документации мы переносим объект строительства на строительную площадку.

Стадия реализации *BIM* за счет цифровых цепочек процессов повышает эффективность всех видов работ, прозрачность, уровень взаимо-

действия и обеспечивает существенную логистическую поддержку. Всем участникам процесса доступна информация, на каком этапе находится реализация проекта, а также какие материалы, где и в какое время требуются. Это касается и соблюдения сроков: использование *BIM* предоставляет возможность построения графика работ и проверки его достоверности на базе постоянной визуализации.

Существенную роль *BIM* играет в эксплуатации и ремонте объекта, так как это весьма затратный этап жизненного цикла зданий, ведь расходы на содержание и текущий ремонт составляют 70% от всех затрат в период его существования. На этапе эксплуатации информационному моделированию открывается широчайшее поле для применения. Управляющая организация с использованием информационной модели здания всегда будет готова к очередной замене ламп в местах общественного пользования, будет иметь график обслуживания и замены каждого технологического устройства, будет иметь спецификацию на различные виды ремонтных работ, что позволит оперативно составить график производства работ, смету, определять исполнителей, а также проводить контроль выполненных работ.

Подводя итоги, убеждаемся, что информационное моделирование - неотъемлемая часть строительства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 333.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла

2. *Деменев А. В., Артамонов А. С.* Информационное моделирование при эксплуатации зданий и сооружений. [Электронный ресурс] URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/29TVN315.pdf>

3. *Лапидус А.А., Шестерикова Я.В.* Формирование инструмента оценки комплексного показателя качества в строительстве//Системы. Методы. Технологии. 2018. № 1 (37) 2018. 90-93с.

4. *Мирошникова И.М., Синенко С.А.* Комплексная модель системы выбора рациональных решений по организации строительных процессов при возведении многоэтажных зданий//Наука и бизнес: пути развития. 2018. № 6 (84). С. 71-75.

ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ ПРИ УВЕЛИЧЕНИИ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

В условиях непрерывного технологического и научного процесса появление новых строительных материалов, машин и инновационных технологий привело к тому, что ранее возведенные промышленные здания подверглись существенному моральному износу [1,5,6]. Оптимальным решением данной проблемы представляется реконструкция этих объектов путем увеличения их полезной площади. Однако с учетом того, что реконструктивные работы зачастую выполняются в условиях плотной городской застройки, расширение по горизонтали не всегда является возможным. При недостаточной высоте этажа невозможной устройство дополнительных перекрытий. В этом случае для увеличения полезной площади следует использовать расположенное под зданием подземное пространство [2].

Однако при таком способе реконструкции промышленных зданий существует ряд факторов, затрудняющих освоение подземного пространства, а именно:

- ограниченная возможность в использовании традиционно применяемых строительных машин и механизмов;
- весьма малая номенклатура специальных средств механизации, пригодных для производства строительного-монтажных работ в специфических для данного случая стесненных условиях;
- сложность соблюдения технологической последовательности производства работ;
- организация приобъектного складского хозяйства и временных подъездных путей.

Указанные условия вызывают сложности в организации труда строителей, требуют особого подхода к инженерной подготовке производства с учетом всех факторов, оказывающих существенное влияние на выбор организационных и технологических решений реконструктивных работ.

При освоении подземного пространства реконструируемых промышленных зданий наряду с переустройством фундамента значительный объем составляют земляные работы, а именно разработка и вывоз грунта, устройство противодиффузионных завес, крепление стенок котлована, обратная засыпка и уплотнение грунта.

На производство земляных работ в данном случае оказывают влияние следующие специфические условия:

- ограниченные параметры фронта работ, проездов и подъездов;
- недопустимость загазованности и запыленности выше нормативных показателей;
- возможная необходимость понижения уровня грунтовых вод;
- необходимость закрепления стенок разрабатываемого подземного пространства;
- ограниченные площади мест для временного хранения грунта на территории реконструируемого объекта;
- сложность применения отдельных технологических способов производства работ;
- ограничение применения необходимых средств механизации и оборудования;
- большие объемы ручных работ;
- выполнение в одной рабочей зоне параллельно с земляными других видов работ;
- насыщенность зоны производства работ машинами и рабочими.

Приступая к разработке подземного пространства, следует учесть, что высота будущего подземного помещения ограничена конструктивными особенностями здания, природно-климатическими условиями и особенностями грунта основания. В зависимости от этих параметров высота обычно варьируется от 1,8 до 3 м для одноэтажных промышленных зданий с отдельно стоящими ступенчатыми или ленточными фундаментами и до 4 м для многоэтажных на свайном фундаменте [3].

Крепление стенок котлована по периметру будущего подземного помещения следует выполнять методом «стена в грунте» [3].

При незначительной глубине залегания уровня грунтовых вод необходимо выполнять противофильтрационную диафрагму, а для водопонижения могут применяться электрические вакуумные мотопомпы.

Выбор землеройных и транспортных машин для освоения подземного пространства реконструируемого промышленного здания ограничен параметрическими показателями стесненности.

Разработка грунта в подземном пространстве может осуществляться гусеничными мини-экскаваторами Bobcat, снабженными сменным оборудованием и рабочими органами для механизации основных трудоемких процессов. Кроме того, технические характеристики данных машин позволяют выполнять обратную засыпку и уплотнение грунта при соответствующем оснащении.

Для перемещения грунта могут применяться гусеничные мини-погрузчики Bobcat.

Разработку грунта вручную следует производить только при небольших объемах работ, отсутствии фронта работ для применения существующих средств механизации, либо невозможности каким-либо способом подать землеройную технику к месту производства работ.

Выводы.

В условиях плотной застройки территории, расположенной в зоне реконструируемых промышленных зданий, использование подземного пространства под ними является одним из условий рационального увеличения полезных площадей. Однако малая номенклатура строительных машин и механизмов, пригодных для работы в таких специфических условиях, существенно осложняет освоение подземного пространства и развитие подобного способа реконструкции промышленных зданий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ширшиков Б.Ф., Ершов М.Н.* Реконструкция объектов (Организация работ. Ограничения. Риски). Монография: - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2010. – 120 с.
2. *Бадьин Г.М.* Современные технологии строительства и реконструкции зданий / Г.М.Бадьин, С.А.Сычев. – СПб.: БХВ-Петербург, 2013. – 288 с.
3. Организационно-технологические правила производства земляных работ при реконструкции промышленных предприятий. – К.: Министерство промышленного строительства УССР, 1984.
4. *Олейник П.П., Бродский В.И.* Организация реконструкции промышленных зданий и сооружений. Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2015. – 116 с.
5. *Латидус А.А., Шестерикова Я.В.* Исследование комплексного показателя качества выполнения работ при возведении строительного объекта//Современная наука и инновации. № 3 2017. 74-80с.
6. *Синенко С.А., Данилова Е.Д.* К вопросу совершенствования форм отображения норм и нормативов по организации и технологии строительства//БСТ: Бюллетень строительной техники. 2018. № 5 (1005). С. 54-55.

ОСОБЕННОСТИ ПРИ ПОДБОРЕ МОНТАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ УНИКАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

В связи с развитием технологий в строительном секторе мировые компании начали в большей степени осуществлять активное проектирование и строительство уникальных объектов капитального строительства. Для выполнения проектных решений на значительных высотных отметках необходима интеграция в технологическую среду монтажных механизмов. В настоящее время имеет место отсутствие аддитивной методики подбора монтажных механизмов, учитывающей архитектурно-технические, физиологические и другие объектные особенности.

Для решения данной проблемы необходимы акселерационные исследования, направленные на изучение отечественного и зарубежного опыта строительства уникальных зданий. Целью данной работы является сбор и систематизация опытных данных и сведений об особенностях, необходимых для учета при подборе монтажных механизмов для возведения уникальных объектов.

Словосочетание «уникальный объект» имеет множество вариаций трактовок. Градостроительный кодекс Российской Федерации диктует следующее значение словосочетания «уникальный объект»: объект капитального строительства, характеризующийся высотой порядка 100 м и выше, пролетами более чем 100 м, консолью более чем 20 м и (или) заглублением подземной части на 15 м и ниже планировочной отметки земли (статья 48.1). Однако, исходя из проведенного опроса и анализа мнений ряда специалистов, предлагается, как вариант, следующее понятие: «уникальный» объект – это объект с интегрированными принципиально новыми решениями, еще не прошедшими апробацию на реальных строительных объектах, не зависящими в большей степени от габаритов объекта.

В настоящей работе в качестве монтажных механизмов рассматриваются монтажные краны. Монтажные краны (с учетом требований Ростехнадзора России) классифицируются по следующим признакам: по конструкции, по ходовому устройству, по виду грузозахватного органа, по способу установки, а также по виду привода.

Существующие методики выбора монтажного механизма базируются на технико-экономическом сравнении возможных вариаций применения последних в конкретном проекте. При этом, как правило, производят сравнение следующих характеристик:

- *геометрические параметры монтажных механизмов;
- *грузовые параметры монтажных механизмов;
- *стоимость лизинга монтажных механизмов;
- *вес отдельных элементов подлежащих монтажу конструкций;
- *размеры объектов;
- *продолжительность монтажа.

Многие управления механизации и другие коммерческие группы компаний осуществляют лизинг стационарной грузоподъемной техники на территории РФ.

Изучение сведений и опытных данных, полученных от инженеров ведущих строительных компаний, позволило выявить обобщенные особенности, необходимые для учета при подборе монтажных механизмов для возведения уникальных объектов.

Выявлены следующие особенности, необходимые для учета при проектировании монтажных механизмов, и их решения в ППРк:

1. Основание под кран, требующее вмешательства в работу здания путем дополнительного нагружения, передаваемого от монтажного механизма на несущие конструкции здания; такими основаниями может выступать фундаментная плита, в которую монтируется анкерная система основания под стационарный кран;

2. При выявлении в характеристиках стационарного башенного крана необходимости в креплении башни крана на высоте, превышающей отметку возможной установки без крепления данного крана, требуется устройство такого крепления (индивидуально по паспорту устанавливаемого крана); также имеют место случаи, когда эти крепления не подходят по высотным отметкам и горизонтальным привязкам. В таких случаях требуются расчет и разработка индивидуальных ответных креплений, позволяющих решить вопрос нехватки расстояния по горизонтальной привязке. Ответные крепления разрабатывают организации, занимающиеся проектированием башенных кранов. Эта проблема относится к отечественным кранам, находящимся в эксплуатации. Для кранов зарубежного производства данная проблема не актуальна.

3. По высотным отметкам при несовпадении креплений крана с несущими конструкциями, для его крепления требуется разработка основания под кран, то есть заглубление или повышение отметки обреза фундаментных плит.

Не менее значимым аспектом при подборе монтажных механизмов является их привязка к проектируемому объекту. Грамотная привязка обеспечивает безопасность монтажных работ. Обоснование принятой схемы привязки прописывается в ОТД (организационно-технологической документации). [1,2,3,4]

Основными монтажными механизмами, применяемыми при строительстве наиболее известных отечественных и зарубежных уникальных объектов, являются стреловые краны башенного типа, стационарного и самоподъемного подтипа. В российской практике наиболее значимыми объектами, на которых применялись указанные разновидности кранов, являются расположенный в Санкт-Петербурге «Лахта-центр» и расположенный в Москве Московский международный деловой центр «Москва-Сити».

Известно, немецкая компания Liebherr разработала специальные виды монтажных механизмов для возведения уникальных объектов в ряде зарубежных стран. Разработка конструкции крана производилась с учетом специфических особенностей объекта строительства. Наиболее известными уникальными объектами, возведенными с учетом выявленных особенностей, являются следующие: SkyTree, BurdjHalifa, Taipei 101, SWFC, MiniSkyCity. В настоящее время возводится объект под названием «KingdomTower», высота которого согласно проекту составляет более километра.

Для акселерации производственных строительных процессов и безопасной эксплуатации объекта строительства в период его возведения в нашей индустрии имеется перспектива разработки и внедрения отечественной аддитивной методики подбора монтажного механизма, нацеленной на принятие правильных организационно-технологических решений при составлении ОТД уникальных объектов. Нельзя не отметить необходимость актуализации существующих методических рекомендаций (в т. ч. РД-11-06-2007).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНИП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования.
2. СНИП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство.
3. *Синенко С.А., Мирошникова И.М.* Формирование системы критериев комплексной оценки технологического уровня обеспечения строительства многоэтажных зданий//Системные технологии. 2018. № 2 (27). С. 69-73.
4. *Ланидус А.А., Шестерикова Я.В.* Разработка математической модели оценки комплексного показателя качества при возведении многоэтажных жилых зданий// Наука и бизнес: пути развития. № 1(91). 2019.43-48с.

Студентка магистратуры 2 года обучения 23 группы ИСА Толстая М. А.

Научный руководитель – проф., д-р экон. наук, проф. В.Н. Кабанов

ФОРМИРОВАНИЕ ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ЭЛЕКТРОННЫМ СПОСОБОМ

Качественное и своевременное ведение исполнительной технической документации одно из главных критериев в работе подрядных организаций. Уровень качества зависит от наличия соответствующего опыта ИРТ, времени, выделенного для составления исполнительной документации, и прочих факторов.

Осуществлять контроль хода строительства на должном уровне не позволяет внушительный объем документации.

Но как быть? Неужели в столь колоссальной индустрии не существует способов повышения уровня ведения исполнительной документации?

В данной статье рассмотрим основные требования к современному программному обеспечению по формированию исполнительной документации, а именно актов скрытых работ и ответственных конструкций, общий и специальные журналы работ в электронном виде.

База данных функционирует на сервере и обеспечивает одновременный доступ большого числа пользователей.

Каждому лицу, формирующему исполнительную документацию, выдается индивидуальный электронный ключ с логином и паролем. В котором уже заведомо имеется все информация об исполнителе.

Пользователю открыт доступ к информации, необходимой для выполнения его прямых обязанностей.

В базе данных программы содержатся шаблоны формирования журналов в соответствии с РД-11-05-2007², актов в соответствии с РД-11-02-2006¹. При необходимости, пользователь может самостоятельно настроить шаблон любого документа.

Программное обеспечение позволяет вести общий и специальные журналы работ в электронном виде, исключив однообразную работу по дублированию записей в различных документах. Обеспечен принцип многократного использования единожды введенной информации. Это значительно сокращает время при оформлении и ведении документа.

РД 11-02-2006 Требования к составу и порядку ведения исполнительной документации при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства и требования, предъявляемые к актам освидетельствования работ, конструкций, участков сетей инженерно-технического обеспечения.

Каждому журналу автоматически присваивается код для регистрации в органах надзора.

Автоматически заполняются поля журналов работ: наименование объекта капитального строительства, застройщик и уполномоченный представитель, заказчик и уполномоченный представитель, разрешение на строительство, лицо осуществляющее строительство и уполномоченные представители, лицо, осуществляющее подготовку проектной документации, общие сведения об объекте капитального строительства. Разделы: список инженерно-технического персонала, перечень журналов, в которых ведется учет выполнения работ, сведения о строительном контроле застройщика или заказчика, сведения о строительном контроле лица, осуществляющего строительство, перечень исполнительной документации при строительстве, сведения о государственном строительном надзоре.

¹ РД-11-05-2007 Порядок ведения общего и (или) специального журнала учета выполнения работ при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства;

Разделы №2 (перечень журналов, в которых ведется учет выполнения работ), №6 (перечень исполнительной документации при строительстве) синхронизируются с журналом общих работ. Это позволяет контролировать комплектацию документации.

Лицу, которое формирует исполнительную документацию, остается заполнить только «Раздел 3: Сведения о выполнении работ в процессе строительства». Который состоит из:

1. Номер по порядку. Присваивается автоматически.
2. Дата выполнения работ. Дата синхронизируется с датой в календаре, то есть появляется необходимость вести журнал каждый день. Так же есть возможность задать период выполнения работ.
3. Наименование работ выполняемых в процессе строительства. Необходимо выбрать вид работ из предложенных, уже заведомо внесенных в базу данных по конкретному объекту.
4. Должность, фамилия, инициалы, подпись уполномоченного лица осуществляющего строительство. Заполняется автоматически, так как электронный ключ привязан к каждому уполномоченному лицу.

Акты скрытых работ и ответственных конструкций так же потребуют приложить минимальные усилия.

Поля об объекте капитального строительства, застройщике, лице, осуществляющем строительство, осуществляющем подготовку проектной документации, представителях вышеперечисленных структур заполнены автоматически в существующем шаблоне.

После заполнения поля №1 «К освидетельствованию предъявлены следующие работы/ответственные конструкции», как и в журналах ра-

бот выбрать из предложенных, уже заведомо внесенных в базу. Мгновенно заполняет поле «Работы выполнены в соответствии», к каждому виду работ «привязаны» нормативные документы. И прикрепляются сертификаты, паспорта, документы о качестве, они внесены в базу в момент поступления материалов.

Программа сама заполняет поле «Разрешается производство последующих работ», если в технологию внесены изменения, то возможно ручным способом изменить последующую работу. Даты начала и окончания работ проставляет человек.

Программа обеспечивает ведение мониторинга состояния исполнительной документации. Программа визуализирует ошибки уже на этапе ввода данных, проверяя их по базе данных. После ввода формируются оперативные отчеты, которые не только показывают наличие ошибок и неточностей, но и дают рекомендации по их исправлению.

По завершению работы все данные синхронизируются с электронным архивом, тем самым придавая максимальный уровень безопасности.

Подведем итоги. Тема является актуальной на сегодняшний день, так как количество и объёмы документации растут.

Поэтому вопросы организации рабочего пространства являются определяющими с точки зрения эффективности функционирования подрядных организаций.

Внедрение системы электронного формирования исполнительной документации позволяет:

1. Сократить временные затраты рабочего времени сотрудников на ведение исполнительной документации;
2. Сократить непроизводительные затраты рабочего времени сотрудников;
3. Ускорить информационные потоки;
4. Изменить корпоративную культуру организации, то есть повысить статус организации в сравнении с другими.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Олейник П.П.* Основы организации и управления в строительстве / П.П. Олейник – Москва: Изд-во АВС, 2014 – 200 с. (Часть 1, 2);
2. *Кузьмина Т.К., Олейник П.П., Синенко С.А.* Деятельность заказчика в рыночных условиях Справочник. Москва, 2015;
3. *Жильников, Ю.А.* Электронный документооборот / Ю.А. Жильников, О.С. Михайлова // Территория науки №2, 2017. – 116-120 с.;
4. Системы автоматизации проектирования в строительстве / Гинзбург А.В., Баранова О.М. и др. Москва, 2014.

РИСКИ ПРИ ВНЕДРЕНИИ BIM-ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Согласно распоряжению правительства РФ от 28 июля 2017 г. № 1632-р была утверждена программа «Цифровая экономика Российской Федерации», в которой предусматривается как развитие уже существующих условий, так и создание новых для возникновения прорывных и перспективных сквозных цифровых платформ и технологий на основных рынках и отраслях экономики, в том числе и строительстве [1,4,5]. Основой технологической платформы формирующегося единого информационного пространства в строительстве станет BIM-технология—технология информационного моделирования зданий и сооружений, предназначенная для обеспечения участников инвестиционно-строительного процесса структурированной и постоянно актуализируемой информацией об объекте строительства в течение его жизненного цикла.

BIM может быть использована на протяжении всего жизненного цикла объекта: от стадии разработки проекта до сноса или реконструкции. Область применения обширна и включает: все этапы проектирования и разработки проекта, бюджетирование и планирование времени, лизинг, оперативное планирование, сертификацию и стандартизацию документов, анализ моделей строительства, управление объектами, техническое обслуживание и др.

Любая предпринимательская деятельность, а особенно новаторская и инновационная, связана с риском. Риски существуют на каждом этапе инвестиционно-строительного проекта, и избежать их невозможно. Поэтому они должны учитываться и быть управляемыми. В данной статье рассматриваются и анализируются риски и их факторы, связанные с внедрением BIM-технологий.

Факторы риска обуславливаются большим числом воздействий и процессов разнообразного характера. Одним из таких возмущающих воздействий является изначально неправильная организация проекта со стороны заказчика: нечетко определены полномочия и компетенция основных участников проекта, отсутствие учета интересов других участников проекта и мотивации их деятельности, а, как следствие, снижение эффективности и потеря координации деятельности участников проекта [2,3,4,5]. Также отмечаются повышенные риски, связанные с отсутствием эффективных практик и алгоритмов коллективной работы с едиными массивами данных об объектах, в том числе распределения

прав и ответственности, контроля над внесением изменений, неверной интерпретацией данных участниками[3]. Внедрение BIM-технологии влияет на систему организации взаимоотношений участников инвестиционно-строительного процесса. BIM технология—технология построения информационной модели объекта, которая содержит не только инженерные данные, но и стоимостные и временные данные об объекте. Она позволяет осуществлять заказ необходимых строительных материалов и ресурсов непосредственно из BIM-моделей, что формирует более благоприятные условия для работы системы закупок и привлечения к работе большего числа поставщиков. В таком случае организационный риск, связанный с неправильной организацией и распределением полномочий и компетенций среди основных участников проекта может быть управляем за счет его распределения между сторонами.

Ещё один фактор риска—доступ к информационным ресурсам. Объем информации, доступной предпринимателю, напрямую влияет на уровень предпринимательского риска, так как именно информационное обеспечение снижает неопределенность при принятии решений. BIM позволяет создавать базы данных объекта, к которым имеют доступ все заинтересованные участники строительства. Риск может быть снижен ввиду возможности более гибкого осуществления управления, технологического обеспечения проекта и повышения эффективности эксплуатации объектов и качества капитального ремонта.

Также одним из основных факторов риска является несовершенство нормативного регулирования. В зарубежных странах, таких как: Великобритания, Финляндия, Соединенные Штаты Америки и Сингапур—BIM поддерживаются на национальном уровне и действуют в рамках единых национальных стандартов. В то время как в России и ряде стран Восточной Европы BIM-технология находится на стадии освоения и применяется не так повсеместно. Поэтому необходимым условием для успешного внедрения BIM на российский рынок является установление единых государственных стандартов и норм для реализации строительных проектов с использованием технологий BIM. Программа «Цифровая экономика» предусматривает формирование комплексного законодательного регулирования отношений экономики к 2020 г. [1,4,5].

Не всегда необходимо принимать меры для управления риском: стоимость управления риском может оказаться выше потенциальной угрозы от его реализации, а потенциальные потери могут оказаться соизмеримы с уровнем риска, на который компания готова пойти для достижения поставленных целей. При принятии решения о внедрении BIM-технологии нужно исходить из стоимости внедрения, так, чтобы затраты на внедрение были приемлемыми и общая их стоимость была ниже полученной прибыли. Существует проблема расчета будущих за-

трат и прибыли. Эта проблема имеет неопределенность, которая нуждается в устранении. Возможным способом управления неопределенностью может быть установление зависимости между рисками, возникающими на этапе внедрения, и рисками после внедрения. Такая взаимозависимость и соотношение рисков позволит принимать управленческие решения при внедрении и определить ключевые факторы оптимизации при реализации BIM.

При внедрении новых технологий, строительная компания сталкивается с новыми возможностями и рисками. BIM-технологии позволяют минимизировать, а в некоторых случаях снизить риски, связанные с ошибками проектирования и ошибками, возникающими в процессе строительства. На рынке, компании подвержены инновационным рискам, которые необходимо контролировать, поэтому важно построить правильную бизнес-стратегию для использования BIM.

Использование BIM-технологий положительно влияет на управление рисками, помогает смягчать угрозы и открывать новые возможности. В тоже время, внедрение BIM само по себе связано с новыми рисками. Поэтому нужно применять подход к управлению рисками, который бы оценивал влияние каждого этапа на формирование рисков, оценивал и прогнозировал последствия и позволял скорректировать риски.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р программа "Цифровая экономика Российской Федерации".
2. *Sinenko S.A., Feldman A.O.* Efficiency Perfection of Organizational - Technological Decisionson the Basis of Information Flows in the Construction of Multi-Storey Residential Buildings//International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern technologies IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 463 (2018) 042010. IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/463/4/042010.
3. *Zoua Y., Kiviniemib A., Jonesa S.W.* A review of risk management through BIM and BIM-related technologies. Safety Science. 2016, no. 81, pp. 78–83.
4. *Мирошникова И.М., Сinenко С.А.* Комплексная модель системы выбора рациональных решений по организации строительных процессов при возведении многоэтажных зданий//Наука и бизнес: пути развития. 2018. № 6 (84). С. 71-75.
5. *Липидус А.А., Шестерикова Я.В.* Разработка математической модели оценки комплексного показателя качества при возведении многоэтажных жилых зданий// Наука и бизнес: пути развития. № 1(91). 2019.43-48с.

ФОРМИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ВЫСОТОЙ БОЛЕЕ 100М

Под научно-техническим сопровождением проектирования (НТСП) понимается комплекс работ научно-методического, экспертно-контрольного, информационно-аналитического и организационно-правового характера для обеспечения качества и безопасности при проектировании, строительстве и последующей эксплуатации зданий и сооружений [7].

Виды большепролетных, высотных и других уникальных зданий и сооружений [1] определены Градостроительным Кодексом Российской Федерации. Высотными зданиями и сооружениями являются здания и сооружения высотой более 100 м. Научно-техническое сопровождение таких зданий и сооружений должно осуществляться уже на стадии выдачи задания на инженерные изыскания. На сегодняшний день определяют следующие виды НТСП: оптимальный выбор конструктивной схемы; нормативное обеспечение; анализ возможности применения новых строительных материалов; математическое и физическое моделирование; разработка технологических регламентов; экспертиза проектных решений [9].

Анализ научно-технической литературы показал, что проведенные ранее исследования в области научно-технического сопровождения проектирования не имеет достаточного научного анализа и обобщения. Не существует:

- Утвержденной программы проведения;
- Четко сформулированных организационно-технологических аспектов научно-технического сопровождения проектирования зданий и сооружений высотой более 100 м.
- Нет ответа на следующие вопросы:
 - В каком документе можно найти полную информацию о программе проведения НТСП?
 - Компетентная/специализированная организация – это кто?
 - Требуется ли членство в СРО для организаций, осуществляющих научно - техническое сопровождение в проектировании?

НТСП уникальных зданий и сооружений и существующие рекомендации – это два направления, ориентированные на достижение единого конечного результата - готового объекта соответствующего функцио-

нального назначения, который отвечает всем современным требованиям эффективности и безопасности в течение всего периода эксплуатации.

В данной статье рассматривается упрощенный алгоритм для формирования организационно-технологических аспектов научно-технического сопровождения зданий и сооружений высотой более 100м, состоящий из трех этапов. Первый этап направлен на изучение существующих требований, рекомендации и специальных технических условий при проектировании зданий и сооружений высотой более 100м. На втором этапе планируется разработка программы научных исследований и создание научно-технической базы. Третий этап направлена разработкунаучно- технической базы и технологических решений, что, в свою очередь будет направлено на использование всех ресурсов научного потенциала и внедрение инновационных решений.

После проведенных исследований для систематизации организационно-технологических аспектов НТСП в данной статье предлагается рассмотрение следующих направлении состава научно-технического сопровождения проектирования:

1. Разработка технических рекомендации, не вошедших в действующие нормативные документы;
2. Участие в разработке новых, уникальных решений для создания проекта будущей конструкции;
3. Разработка программы мониторинга ответственных конструкций;
4. Разработка дополнений в проектную документацию строящегося уникального объекта.

Формирование аспектов научно-технического сопровождения, предназначаящаяся как проектировщикам, так и, государственным органам и инвесторам, позволит повысить эффективность и оптимизировать процесс строительства на каждом этапе жизненного цикла объекта. Крупные российские города будут расти вверх - такова мировая тенденция. НТСП — это то направление, которое надо внедрять и только комплексное использование ее всеми участниками строительного процесса позволит обеспечить эффективность и безопасность объекта строительства. На следующем этапе планируется разработка программы НТСП.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190ФЗ (ред. от 21.10.2013) (с изм. и доп. от 07.06.2013 N 113-ФЗ, вступившими в силу с 05.12.2013).
2. *Гусаков А.А.* Системотехника строительства. -М.: Стройиздат, 1993.

3. *Каган П.Б., Гинзбург А.В.* Автоматизация организационно-технологического проектирования в строительстве. / Автоматизация проектирования, 1997 № 4 - с. 36-45.
4. *Гинзбург В.М.* Проектирование информационных систем в строительстве. Учебное издание – М.: Издательство АСВ, 2008.
5. *Ланидус А.А., Бережный А.Ю.* Математическая модель оценки обобщенного показателя экологической нагрузки при возведении строительного объекта // Вестник МГСУ. 2012. № 3.
6. Технические рекомендации по научно-техническому сопровождению и мониторингу строительства большепролетных, высотных и других уникальных зданий и сооружений <http://docs.cntd.ru/document/1101205115>
7. Об утверждении Общих положений к техническим требованиям по проектированию жилых зданий высотой более 75 м <http://moscow-portal.info/2002/05/17/a94757.htm>
8. ГОСТ 32019-2012 Мониторинг технического состояния уникальных зданий и сооружений. Правила проектирования и установки стационарных систем (станций) мониторинга (с Изменением N 1, с Поправкой).
9. *Ланидус А.А., Шестерикова Я.В.* Исследование комплексного показателя качества выполнения работ при возведении строительного объекта // Современная наука и инновации. № 3 2017. 74-80с.
10. *Синенко С.А., Мирошникова И.М.* Внедрение методики оценки поставщиков как один из способов сокращения сроков строительства // Системные технологии. 2018. № 2 (27). С. 14-19.

ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ПРИ ВОЗВЕДЕНИЕ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ.

Строительство уникальных зданий с каждым годом возрастает всё больше и больше. В связи с этим, растёт и необходимость в создании необходимых условий для проектирования и строительства.

Всё это необходимо так как к уникальным зданиям применяют особые требования по безопасности, а также по функциональным составляющим конструкций. В процессе возведения уникального здания, необходимо чётко соблюдать проектные решения, а также иные технические регламенты и условия, для того чтобы обеспечить безопасность и надёжность всех процессов на строительной площадке.

Так как современная нормативная база не отражает всех необходимых решений при возведении уникального здания, введение научно-технического сопровождения является актуальной темой для решения возникающих вопросов, начиная от проектирования и заканчивая непосредственно строительством.

Мною в данной работе затрагивается проблема научно-технического сопровождения строительства при возведении высотных зданий.

Так как большая часть всех ошибок происходит именно на стадии строительства, то без должного контроля не возможно гарантировать положительный конечный результат.

В нормативных документах, высотными зданиями называют здания чья высота превышает 100 метров.

Научно-техническое сопровождение строительства (НТСС) - комплекс работ научно-аналитического, методического, информационного, экспертно-контрольного и организационного характера, осуществляемых специализированными организациями в процессе изысканий, проектирования и возведения объектов строительства для обеспечения качества строительства, надёжности (безопасности, функциональной пригодности и долговечности) зданий и сооружений, с учётом применяемых нестандартных проектных и технических решений, материалов и конструкций. [1,5,6]

Из определения следует, что НТСС необходимо предусмотреть техническим заданием на всех стадиях цикла возведения высотного здания.

А именно на стадии инженерных изысканий, проектирования и непосредственно строительства.

Основными целями НТСС являются:

- возведение зданий и сооружений высокого качества и пригодные для дальнейшей безопасной и комфортной эксплуатации;
- обеспечить безопасность зданий и сооружений, находящихся в непосредственной близости к объекту нового строительства;
- Проработка возможных чрезвычайных ситуаций, техногенных, природных и иных, которые могут повлиять на процесс возведения объекта.

Также в ходе НТСС решаются следующие задачи:

- проведение анализа полученных результатов мониторинга и строительного контроля;
- прогнозирование поведения несущих и ограждающих строительных конструкций при возможных чрезвычайных ситуациях при строительстве;
- прогнозирование поведения зданий, находящихся в непосредственной близости к месту строительства;
- прогнозирование изменения экологических и геологических особенностей территории из-за возводимых зданий и сооружений;
- своевременная разработка подходящих и необходимых решений при возникновении проблем во время возведения зданий, а также разработка необходимых улучшений не проработанных в проекте.

НТСС объектов строительства, а также мониторинг состоит из следующих этапов:

- подготовительные работы;
- основные работы;
- составление заключений.

Особое внимание при проектировании, возведении и эксплуатации ВЗ должно уделяться обеспечению надежности оснований и фундаментов в связи с большой изменчивостью и неопределенностью свойств грунтов, влиянием природных факторов.

На этапе строительства, устройство фундамента играет важнейшую роль.

Так как несущие конструкции высотных зданий имеют огромный вес, то конструкция фундаментов порой достигают размеров в несколько этажей. Из-за огромных размеров, конструкции фундамента залегают сразу на нескольких грунтовых пластах с различной сжимаемостью, всё это приводит к тому что могут возникать различные осадки по всей площади фундамента, которые приводят к крену всего здания.

Если рассматривать научно-техническое сопровождение как элемент прогнозирования, для дальнейшего предотвращения аварийных ситуа-

ций, то необходимо понимать, что те деньги которые будут затрачены заказчиком на реализацию НТС, будут намного меньше, чем затраты на экстренное устранение непредвиденных экстренных ситуаций при строительстве объекта. Прогнозирование внештатных ситуаций поможет в экстренную минуту в первую очередь обеспечить безопасность как для самого здания так и для работников на строительной площадке.

В следствие вышесказанного, работа специалистов по разработке научно-технического сопровождения, должна включать в себя создание своего рода регламента для каждого конкретного высотного объекта, для того чтобы выявить слабые стороны и заранее предусмотреть возможные пути решения.

В заключении хотелось бы сказать, что реализация научно-технического сопровождения, как строительства так и проектирования высотных зданий, даст возможность более детально подойти к процессу реализации объекта, а также сделает строительный процесс быстрее и безопаснее [2,3,4,5,6].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. МРДС 02-08 Пособие по научно-техническому сопровождению и мониторингу строящихся зданий и сооружений, в том числе большепролетных, высотных и уникальных.
2. ГОСТ 31937-2011 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния.
3. ГОСТ 32019-2012 Мониторинг технического состояния уникальных зданий и сооружений. Правила проектирования и установки стационарных систем (станций) мониторинга
4. Разработка организационно-технологической модели осуществления строительного контроля при возведении многоэтажных жилых зданий. Топчий Д.В., Скакалов В.А.
5. *Синенко С.А., Мирошникова И.М.* Внедрение методики оценки поставщиков как один из способов сокращения сроков строительства//Системные технологии. 2018. № 2 (27). С. 14-19.
6. *Липидус А.А., Шестерикова Я.В.* Формирование инструмента оценки комплексного показателя качества в строительстве//Системы. Методы. Технологии. 2018. № 1 (37) 2018. 90-93с.

Студентка магистратуры 1 года обучения 22 группы ИСА Клязьмина К.А.

Научный руководитель – д-р техн. наук, проф. Р.Р. Казарян

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ

В настоящее время многофункциональные здания представляют собой объекты коммерческой недвижимости с несколькими равнозначными функциями.[11] Данные здания являются активами, главная цель которых – максимизация прибыли при минимальных эксплуатационных издержках. В свою очередь, расходы на функционирование МФК и поддержание в нем комфортных физических условий реально сократить еще на стадии проектирования. Предотвратить расточительность энергоресурсов, например, при отоплении здания для обеспечения микроклимата помещений, можно путем применения эффективных наружных ограждающих конструкций.

В строительстве комплексов, имеющих большие объемно-планировочные решения, наблюдается тенденция отказа от традиционных однослойных ограждающих конструкций (например, только кирпич). Для достижения энергоэффективности ограждающих конструкций и необходимых характеристик уровня теплозащиты и долговечности, указанных в СП «Строительная климатология»[1], разрабатывают многокомпонентные ограждающие конструкции, состоящие из нескольких дополнительных слоев помимо традиционного. Кроме основных требований к теплозащите, в целом системы наружных ограждающих конструкций должны также обладать парогазоизоляционными качествами.

Таким образом, первыми на помощь в утеплении в 1974 году в Россию пришли сэндвич-панели (см. рис. 1). Это трехслойный материал из двух листов жесткого материала, между которыми располагается утеплитель (мин. вата, пенополиуретан, пенополистирол или др.). [2] Действует либо как самостоятельная ограждающая конструкция, либо крепится к существующим железобетонным массивам. При нарушениях транспортировки или монтажа возможны косметические дефекты внешнего облика конструкции или промерзание стыков, а внешние металлические части подвержены коррозии. Срок службы около 25 лет.



Рис. 1. Визуализация «сендвич-панели»

Также более десяти лет назад в России освоили технологию «мокрого фасада», подразумевающую обработку лицевой поверхности ограждающей стены клеевым составом, затем плита-утеплитель (мин. вата или пенополистирол), армирующая сетка из стекловолокна и слой декоративной штукатурки (см. рис. 2). Преимущество данного способа: монтаж на любую поверхность (от железобетона до бруса), сохранение архитектурного облика здания, нет ограничений в выборе оттенка. [3] Но, к сожалению, данная технология не зарекомендовала себя в качестве надежной, поскольку конструкция имеет недостаточные паро-гидроизоляционные свойства, подвержена трещинам и неустойчива к динамическим нагрузкам, поэтому способна прослужить не более 25 лет. [5]



Рис. 2. Визуализация «мокрый фасад»

Около 15 лет назад в России впервые применили систему «вентилируемый фасад», состоящую из нержавеющей кронштейнов, металлических профилей-направляющих, слоя утеплителя и облицовочных листов, а между утеплителями облицовкой остается воздушный зазор (см. рис. 3). [4] Такой способ решает проблему удаления конденсационной влаги из толщи стены, а воздух в данном случае – температурный буфер. Но полезной всецело эту систему не назвать, поскольку к материалу утеплителя предъявляются повышенные требования пожаробезопас-

ности, а воздушный зазор в 40-100 мм, регламентированный Сводом Правил, почти в 2 раза больше достаточных параметров, что чревато перерасходом материала крепежных элементов, а также созданием сильного воздушного потока, который может способствовать быстрому распространению пламени. Производители обещают срок службы порядка 50 лет.[10]



Рис. 3. Визуализация «вентилируемый фасад»

Современное развитие нанотехнологий позволяет исследовать и создавать новые теплоизоляционные материалы. Одной из современных разработок является «прозрачная теплоизоляция», защищающая помещения не только от теплопотерь наружу, но и использующая для отопления солнечную энергию извне. Материалом выступает акриловая пена, сотовый поликарбонат, капиллярное стекло, силикагель на основе кремниевой кислоты, аэрогель, имеющие пористую или трубчатую структуру, на 95% состоящие из воздуха, и, как следствие, в них практически нет конвекции воздуха (см. рис. 4).[6]Преимуществами «прозрачной теплоизоляции» являются прозрачность, прочность, рекордно низкая теплопроводность и малая толщина, что дает возможность использования как с массивными стенами, так и в конструкциях стеклянных фасадов. Микроскопические параметры дают внушительные результаты: силикагель 20 мм в 3 раза лучше сохраняет тепло, чем стена из кирпича 510 мм, а 10 мм слоя аэрогеля с SiO_2 способно заменить минераловатную плиту толщиной 50 мм. [7]Практическое применение подтверждает возможность получения до 120 кВт/час с 1 м² модернизированной конструкции, снижение потерь энергии на 70%, снижение эксплуатационных расходов удастся вдвое. Срок службы не менее 50 лет.



Рис. 4. Визуализация «прозрачная теплоизоляция»

Одной из самых эффективных изоляций на сегодняшний день является «вакуумная изоляция», представленная теплоизоляционными панелями из микропористых кремниевых пластин диоксида в вакуумной газонепроницаемой пленке (см. рис. 5), а также вакуумными изоляционными стеклопакетами с нанонапылением оксидом серебра. По сравнению с традиционной теплоизоляцией при одинаковой толщине пластины имеют коэффициент изоляции в 50 раз выше, а теплопроводность в 5-10 раз меньше. Положительная апробация случилась в Германии при модернизации жилого фонда, но в России успешно не закрепилась в виду высокой стоимости и конструктивных аспектов. Срок службы до 100 лет. [8,12]

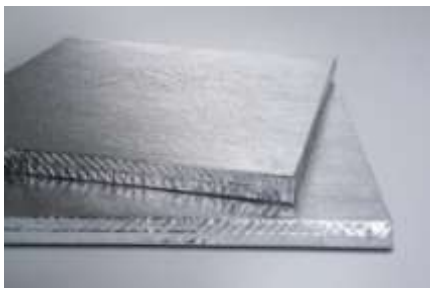


Рис. 5. Визуализация «вакуумная изоляция»

Инновационным изменениям подвергаются и оконные проемы в составе традиционной системы ограждающих стен. Исследователям из Калифорнии удалось разработать гибкие солнечные батареи с прозрачностью 70%, основой для которых является диэлектрическая тонкая пленка из полимерных материалов, а за ней – фотоэлементы на базе гидрогенизированного микрокристаллического аморфного кремния (см. рис. 6).[6] Они тоньше, легче, дешевле, не деформируются при сгибании и сохраняют жесткость по сравнению с солнечными батареями на основе кристаллического кремния, которые имеют значительный вес, чувствительны к малейшим повреждениям и требуют вложений на эксплуатационные расходы для очистки от атмосферных факторов.[7] Испол-

нение тонкопленочной технологии возможно на очень больших площадях и в различных оттенках для декоративного цветового оформления экстерьеров, например, для витражей соборов, офисов, музеев и многофункциональных зданий.

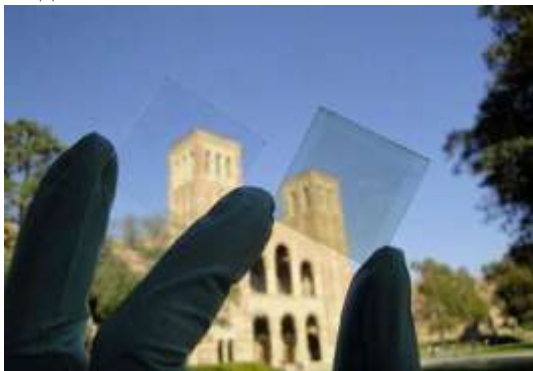


Рис. 6. Визуализация «прозрачная солнечная батарея-пленка»

По своим свойствам инновационные решения вполне составляют альтернативу традиционным принципам, могут применяться в зданиях с различными конструктивными системами (каркасная, бескаркасная), не зависимо от объемно-планировочного решения и применимы на больших площадях конструкций фасадов, кровли, оконных и панорамных проемов. [9] Ограждающие конструкции из легких новейших материалов, имея меньшую толщину и низкую теплопроводность в сравнении с традиционными решениями, занимают меньшую площадь, что немаловажно для коммерческой недвижимости на ограниченном земельном участке, при этом составляют они облегченные, и, как следствие, снижается нагрузка на фундамент и основание здания, что немаловажно, поскольку многофункциональные здания зачастую являются объектами высотного строительства. С точки зрения экономической целесообразности внедрения инновационных материалов в виду высокой стоимости, то для многофункциональных зданий это целесообразно, поскольку объекты коммерческой недвижимости – инвестиционные проекты, направленные на привлечение частных вложений и на получение дохода от функционирования здания при максимальном периоде эксплуатации, при этом с минимизацией затрат на содержание при обеспечении требуемого уровня надежности и долговечности, чему и способствует применение эффективных наружных ограждающих конструкций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* (с Изменениями N 1, 2) – Введ. 2013-01-01. М.; Изд-во: Минстрой России, 2012

2. *Фомина В.Ф.* Архитектурно-конструктивное проектирование общественных зданий: учебное пособие. М.: УлГТУ, 2007.
3. *Пилипенко В.М., Кузьмичев Р.В.* Эффективные конструктивно-технологические решения при реконструкции и возведении зданий // Строительная наука и техника – 2007, №4. С. 26-32.
4. *Фиалко И.Ф., Стаценко А.С.* Энергоэффективность систем утепления наружных стен зданий и сооружений с вентилируемыми воздушными прослойками // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ – 2009, №3. С. 13-15.
5. *Козлов В.А.* Пути повышения эксплуатационных качеств наружных ограждающих конструкций зданий, имеющих помещения с влажным и мокрым режимами эксплуатации // Academia. Архитектура и строительство, 2010. №3. С. 44-45.
6. *Латина О. А., Латина А. П.* Энергоэффективные конструктивные системы // ИВД – 2015, №1-2. С.23-25.
7. *Иванова Е.Ю.* Инновационные направления конструирования энергоэффективных ограждений // Известия КазГАСУ – 2017, №2. С.40-41.
8. *Барабанищikov Ю.Г., Шарифуллина А.Р.* Эффективность использования вакуумных теплоизоляционных панелей в строительстве // Синергия наук – 2017, №11. С. 815-821.
9. *Гинеева А.В.* Подбор внешних ограждающих конструкций при каркасно-монолитном строительстве // Молодой исследователь Дона – 2018, №1. С.9-10.
10. ППУ XXI век [Электронный ресурс]: Статьи по теплоизоляции, Утепление домов; 2018. URL:<http://www.ppu21.ru/article/565.html> (дата обращения: 29.01.2019)
11. *Латидус А.А., Шестерикова Я.В.* Формирование инструмента оценки комплексного показателя качества в строительстве // Системы. Методы. Технологии. 2018. № 1 (37) 2018. 90-93с/
12. *Жадановский Б.В., Синенко С.А., Кужин М.Ф.* Механическая обработка наружных стеновых панелей из легких бетонов // Системные технологии. 2018. № 1 (26). С. 53-57

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ВОЗВЕДЕНИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ, ПОВЫШАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

При современных темпах развития науки, техники и технологий, развитие строительной сферы не может стоять на месте, так как необходимо соответствовать требованиям сегодняшнего дня. В связи с этим совершенствование методов технологических процессов деятельности в строительной сфере становится важным фактором успеха предприятия на рынке, и способствует повышению его конкурентоспособности.

На сегодняшний день разработка и внедрение инноваций в сферу строительства является активно развивающимся направлением научно-технической деятельности. Внедрение современных технологий, инновационных разработок и модифицированного технологического оснащения необходимо для реформирования производственных и технологических решений в строительстве.

Инновационные строительные технологии должны соответствовать хотя бы одному из критериев: упрощать или ускорять процесс строительства, уменьшать стоимость строительства, увеличивать энергоэффективность объекта, повышать срок службы здания или сооружения [1].

Цель данного исследования связана с определением наиболее рациональной технологии возведения ограждающих конструкций, повышающей технологичность процессов производства работ, путем сравнительного анализа существующих методов монтажа ограждающих

В настоящей работе рассматривается строительство жилых зданий с наружными многослойными стеновыми конструкциями, в основе которых используются мелкоштучные стеновые материалы, в соответствии с этажностью строящегося здания, толщины и конструктивной части возводимой стены [2].

Помимо, данных критериев к факторам, влияющим на монтаж ограждающих конструкций можно отнести: ориентацию здания, природно-климатические условия, погодные условия, характеристики материалов, квалификацию рабочих.

В качестве сравнения рассмотрим две методики кладки многослойных ограждающих конструкций.

Первая метод возведения ограждающих конструкций осуществляется в два этапа. В основе первого этапа лежит создание несущего внут-

ренного слоя стеновой конструкции многослойной стены. Вторым этапом заключается в выполнении необходимых работ по утеплению несущей кладки и возведению облицовочного слоя стены [3]. Основным недостатком данной технологии является то, что вторым этапом выполняется только по окончании всех работ по возведению основного каркаса зданий, монтажу всех перекрытий и после завершения внутреннего слоя стеновой конструкции. Также, недостатком данной технологии является необходимость выполнения подготовительного этапа работ по монтажу инвентарных лесов на всю высоту здания и по ее периметру. В связи с чем возникают дополнительные трудозатраты и повышение стоимости всей работы по возведению стеновой конструкции второго этапа, связанные с монтажом и последующим демонтажем инвентарных лесов.

При этом данная технология имеет ряд преимуществ:

- Высокое качество выполняемых работ по монтажу теплоизолирующего и облицовочного слоя, в связи с условием хорошего визуального контроля исполнителя.
- Удобства при выполнении представленного цикла работ и высокий уровень безопасности.

Вторым методом возведения ограждающих конструкций осуществляется с перекрытия и включает в себя работы по формированию всех слоев внешней стены одновременно, с использованием системы подмащивания при наращивании слоев стеновой конструкции. В ходе реализации этапов работ по формированию многослойной стены по данной технологии, очередность возведения слоев начинается от внешнего облицовочного слоя к внутреннему несущему, методом «на себя», в той последовательности, при которой будет соблюдаться техника безопасности и необходимые условия труда.

Технология одновременной кладки многослойной стены с перекрытия и внутренних подмостей подразумевает развитие последующей технологической цепочки работ по ярусам от облицовки, возведения несущего слоя, слоя утеплителя, армирования кладки сооруженного яруса к устройству "опорных столиков" под облицовочным слоем.

Данная технология имеет ряд преимуществ:

- Общее сокращение сроков строительства объекта, за счет передачи готового участка работ последующим исполнителями, возможного при окончании цикла работ по возведению всех стен на этапе одного этажа.
- С применением данной технологии возможно строительство зданий различной высоты, без ограничений, в отличие от вышеописанной технологии, выполняемой в два этапа.
- Минимизация затрат на монтажную оснастку и нормокomплект бригады каменщиков.

Подводя итог, можно сделать вывод, что применяемые в настоящее время технологии возведения многослойных стен, выполняемые, как правило, в два последовательных этапа, нерациональны, так как подобная организация специализированных потоков по возведению несущего слоя стены и последующего ее утепления и облицовки сопряжена с увеличением продолжительности цикла каменных работ, и, что самое существенное, с повышением стоимостных затрат на эти работы, что обусловлено необходимостью использования комплектов инвентарных трубчатых лесов на втором этапе строительства для утепления и облицовки. В качестве альтернативы предлагается использовать более современный метод, который реализуется по схеме поочередного наращивания всех слоев, начиная от облицовочного, заканчивая внутренним основным слоем многослойной конструкции.

Предлагаемая технология возведения многослойных ограждающих конструкций использовать более современный метод, который реализуется по схеме поочередного наращивания всех слоев, начиная от облицовочного, заканчивая внутренним основным слоем многослойной конструкции позволит сократить трудозатраты производственного цикла возведения ограждающих конструкций многослойных стен, сократить продолжительность строительства надземного цикла возводимого здания, а также сократить общую сметную стоимость строительства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Жунин А.А.* Методы сокращения трудозатрат и улучшения контроля качества работ при возведении энергоэффективных ограждающих конструкций // Вестник гражданских инженеров. 2014. № 3 (44).
2. *Теличенко В.И., Терентьев О.М., Лapidус А.А.* Строительные технологии, «Технология возведения зданий и сооружений», г. Москва, высшая школа.
3. *Олейник П.П., Бродский В.И.* Организация строительного производства: подготовка и производство строительного-монтажных работ. Учебное пособие. - Москва: МГСУ, 2014.

ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПЕРЕУСТРОЙСТВА ФАСАДОВ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ С УЧЕТОМ ПРОЕКТНЫХ РИСКОВ

Актуальность работы:

Рынок капитального ремонта жилого фонда следует отнести к важнейшему стратегическому социально-экономическому сегменту строительных работ и услуг. По отдельным экспертным оценкам его емкость в настоящее время в Республике Армения имеет тенденцию увеличиваться, ввиду нарастания физического износа жилого фонда из-за отставания фактических программ текущего и капитального ремонта от нормативных требований по его воспроизводству. *Плохое состояние* жилого фонда, в том числе *фасадомногоквартирных домов, требует активного использования модели с акцентом на капитальный ремонт.* Как известно, стоимость ремонта (капиталовложения) жилья составляет 1/3 часть от стоимости нового строительства. При этом проектные риски по работе с существующим жилым фондом значительно меньше, так как существует значительное количество методов по их управлению. В этой связи, была поставлена цель написания настоящей статьи в виде обобщения опыта работы проведения работ и услуг по КР фасадов многоквартирных жилых домов в России с учетом выделения приоритета вентиляции и утепления фасадов для различных территорий Республики Армения.

Научная новизна настоящей работы заключается в обобщении опыта проведения работ и услуг по капитальному ремонту фасадов многоквартирных жилых домов в России, его адаптации с учетом выделения приоритета вентиляции и утепления фасадов для различных территорий Республики Армения с учетом специфики научно-методических рекомендаций по его реализации.

Цель работы - на основе изучения по литературным источникам конструктивных решений фасадов многоквартирных домов разработать варианты организации строительного переустройства фасадных систем, показать конструктивные, технологические особенности фасадов в Республики Армения и их влияние на процесс переустройства.

Для достижения поставленной цели решаются следующие основные задачи:

1. Обзор научных трудов российских и армянских ученых по исследованиям, направленным на обновление и переустройство фасадных систем.

2. Анализ конструкций существующих фасадов, существующих технологий строительства и переустройства фасадов для разработки новых вариантов переустройства фасадных систем в Республике Армения.

3. Изучение ГОСТ, СНиП, СП и ведомственных строительных норм по организации строительного переустройства.

4. Установление возможных проектных рисков при переустройстве фасадов.

5. Определение возможных путей совершенствования технологии переустройства фасадных систем с учетом проектных рисков.

6. Совершенствование элементов реставрации переустройства фасадных систем с учетом проектных рисков в условиях Республики Армения.

При анализе конкретных проектов, примеров переустройства и реконструкции применяются, в основном, *сравнительный* и *описательный* методы, что не исключает в необходимых фрагментах использования анализа и синтеза. Описание и сравнение реализованных проектов позволяет оценить их эффективность не только с помощью расчетов, но и результатов эксплуатации, что имеет не менее существенное значение при выдвижении собственных инициатив.

Согласно правилам архитектуры, фасад здания должен выглядеть красивым и аккуратным. В силу наличия в Армении сильного солнечного излучения некоторые виды туфа теряют первоначальную окраску, что приводит к потере зданием «свежести». Применение новейших красящих материалов пока не дает должного эффекта, поэтому при описании примеров переустройств особое внимание обращается на конечный внешний вид, который окончательно устанавливается после пятидесяти лет эксплуатации здания.

Результаты исследования *обобщаются формулированием гипотез*, которые вписываются, сравниваются с современными научными данными, чем достигается реализация *системного подхода* в научном изыскании, который предполагает учета всей системы характеристик, в том числе – рисков, необходимых для объективной оценки проекта.

Практическая значимость работы состоит в том, что результаты исследования могут быть применены в рамках действующей системы управления жилищным фондом Республики Армения в целях повышения эффективности капитальных вложений и повышения условий эксплуатационной пригодности жилых зданий

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Chulkov V.O., Kuzina O.N.* Organizational and technological criteria of arrangement of construction renovation varieties / Control for investment-construction and housing-and-municipal complexes]: International collection of research papers / edited by V.O. Chulkov.- M.:MGAKHiS, p.410-426 (2010)

2. *Chulkov V.O., Kuzina O.N.* Retrieving - innovative direction in a functional system of construction renovation / Current problems of housing and municipal services development in cities and population centers: International collection of research papers of the 9th International research and practice conference.- 30th May– 6th June, 2010.- Moscow-Saint Sophia-Kavala, p.439-443 (2010)

3. *Volkov A.A., Chulkov V.O., Chulkov G.O., Kazaryan R.R., Kyzina O.N.* Qualities of documentation management chain (part 1,2,3) / Advanced Materials Research Vols. 1065-1069, p. 2401-2404 (2015) Trans Tech Publications, Switzerland.- doi: 10.4028/www.scientific.net/AMR.1065-1069.2401.

4. *Lapidus A.A., Saydaev H.L.* Influence of parameters of construction company organizational structure development on the generalized index of environmental load. [Text] // Tehnologiya i organizatsiya stroitel'nogo proizvodstva [Construction technology and organization], 1 (2012)

5. *Kazaryan R.R.* Aspects of economic feasibility for the transport integrated use in favor of environmental security // MATEC Web of Conferences, 193, 01009 (2018)

6. *Kazaryan R.R.* Reorganization of buildings in accordance with the “human-technology-nature” system // MATEC Web of Conferences, 193, 04023 (2018)

7. *Kazaryan R.R., Khvan V.* Environmental protection in the integrated mechanization of technological processes of high-rise construction // MATEC Web of Conferences, 193, 02023 (2018)

8. *Kazaryan R.R.* The “man-technology-environment” system in the management of transport service of construction industry // MATEC Web of Conferences, 193, 01008, (2018)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТОРОВ СТЕСНЕННОСТИ В ЗАСТРОЕННОЙ ЧАСТИ ГОРОДА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗАЦИЮ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

На сегодняшний день наблюдаются существенные изменения как в строительстве в целом, так и в городском строительстве. Массовая урбанизация привела к тенденции на увеличение плотной и точечной застройки жилых кварталов. В связи с этим, я основательно подошел к изучению данной проблемы.

В статье рассмотрены основные вопросы, с которыми связано проведение строительных работ в стесненных условиях, а также факторы и характеристики данных условий.

К стесненным условиям можно отнести те, при которых проведение строительных работ ограничивается данными факторами:

- интенсивного движения транспорта и пешеходов в непосредственной близости от места проведения работы;
- находящейся в границах строительной площадки сети подземных коммуникаций;
- жилых или производственных зданий, а также требующих сохранения зеленых насаждений в непосредственной близости от места проведения работ;
- вызванная стесненностью нехватка мест для размещения строительных машин и складирования строительных материалов;[1].

При плотной застройке требуется принятие ряда организационных мер, что поднимает перед проектировщиками и строителями следующие технологические задачи:

- требующиеся мероприятия по укреплению грунтов при возведении подземной части, обеспечению надежности возводимых зданий и сооружений;
- рациональное уплотнение городской застройки с сохранением свободной территории, осуществлённое с соблюдением архитектурных норм и правил с учетом общей городской концепции;
- проведение мероприятий по реконструкции зданий и сооружений с учетом сложившихся особенности их исторической застройки;
- технологически правильные осуществления ряда аспектов социальных задач: переселение жильцов из домов, подлежащих сносу/демонтажу в возводимые в данном районе, налаживание инфраструктуры[2].

Для решения возникших задач требуется принятие и обоснование рациональных и эффективных методов возведения зданий и сооружений в стесненных условиях строительной инфраструктуры, а также рассмотрения возможных технологических операций, способствующих проведению необходимых работ.

Проводятся мероприятия по обнаружению физических препятствий на строительной площадке и прилегающей к ней территории. Определяются и ограничиваются по геометрическим размерам рабочие зоны (в том числе и подземные), места стоянок и проезда строительных машин.

В ходе проведения работы определяется степень риска, принимаются необходимые усиленные меры безопасности работающих на строительном производстве, а также находящихся рядом с объектом.

Ограждение выполняется из монолитной железобетонной «стены в грунте». Если размеры в плане подземной части превышают размеры верхнего строения, «стена в грунте» запроектирована несущей.

Для обеспечения устойчивости ограждающих конструкций против сдвига от горизонтальных нагрузок ограждение устраивается по заанкеренной схеме, для чего предусмотрено выполнить разработку грунта из котлована по схеме «сверху-вниз» («up-down»). Основным отличием технологической последовательности «сверху – вниз» от открытой разработки котлована является применение в качестве распорных конструкций, удерживающих стенки котлована от обрушения, междуэтажных плит перекрытий подземной части.

Применение плит перекрытий в качестве распорных конструкций в качестве распорок имеет ряд преимуществ по сравнению со стальными распорными конструкциями:

- большая жесткость конструкций;
- меньший радиус зоны влияния строительства на окружающую застройку;
- места для дополнительных площадок.

Технология «сверху – вниз» не лишена недостатков:

- увеличение стоимости и сроков разработки грунта из-под плит перекрытий;
- дополнительные сложности при бетонировании вертикальных конструкций подземной;
- дополнительные затраты на устройство/демонтаж временных свай-стоек.

После оценивания стесненности и последующего проведения необходимых технологических мероприятий разрабатывается организационно-технологическая документация с описанием безопасной работы механизмов и рабочих, находящихся в зоне строительства или в непосредственной близости.

На основании документации создаётся строительный генплан, на котором указываются: размещение всех объектов временной строительной инфраструктуры, включая грузопотоки материалов, полуфабрикатов и конструкций; габариты и масса вертикального и горизонтального транспорта с размещением и привязкой к объекту кранов, подъемников, лифтов; склады и площадки для складирования; проезды, сети коммуникаций [3].

Городское строительство в стесненных условиях подразумевает проведение ряда операций, связанных с оценкой проводимых работ, разработку организационно-технологической документации, рациональный и комбинированный подбор элементов строительного производства, способов возведения зданий и сооружений в стесненных условиях строительного участка и инфраструктуры, которые позволят осуществить решения, связанные с выполнением поставленных условий договора и минимальных издержек производства.

Учитывая особенности современного строительства, в котором отчетливо прослеживается ощутимое влияние данной проблемы, изучение основных вопросов данной тематики и поиски их решения будут особенно актуальны в последующие годы. Поэтому, в дальнейшем, я собираюсь продолжать работать в этой области для освещения наиболее оптимальных решений поставленных задач, а также нахождения менее затратных в ресурсном и временном плане путей их достижения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации, (МДС 81-35.2004) 2004г.
2. *Седов Д.С.* Факторы стесненности в условиях плотной городской застройки. МГСУ, 2010.
3. Возведение монолитных конструкций зданий и сооружений монография/[Олейник П.П., Жадановский Б.В., Синенко С.А., Кужин М.Ф., Бродский В.И., Пахомова Л.А.]; под общ. ред. П.П. Олейника; М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т – Москва. Изд. МИСИ-МГСУ, 2018. – 496 с.(Библиотека научных разработок и проектов НИУ МГСУ)

*Студентка 4 курса 13 группы ИСА Назарова К.А.,
Студент 4 курса 14 группы ИСА Шумбутов А.Д.
Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. М.Ф. Кузгин*

ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ОГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Ввиду того, что Минстрой России подписал приказ № 926/пр от 29 декабря 2014 года о поэтапном внедрении технологий *BIM* в области промышленного и гражданского строительства, актуальность исследования вопроса технологий информационного моделирования возросла, в том числе и с необходимостью осваивания специалистами программных комплексов на территории РФ.

Технология информационного моделирования применима на всех стадиях жизненного цикла объекта: разработка проекта на стадиях Р и П, возведение объекта и его эксплуатация. В данной статье будет рассмотрен только этап организационно-технологического проектирования.

В программных комплексах целесообразно работать над разработкой календарного планирования. Стоит отметить, что оно является фундаментальной базой при руководстве и координации проекта во многих отраслях производства, не в последнюю очередь и в строительстве. Причиной расширения сферы влияния календарного планирования является постоянное усовершенствование состава проектов и необходимость в повышении эффективности их осуществления.[1,5] Из соображения эффективного планирования инвестиционную стадию каждого проекта можно разделить на два этапа: процесс разработки и контроль над реализацией проекта. К первому этапу относятся задачи по определению состава работ, разработка укрупненного графика производства работ, ведомости в потребности трудовых и материальных ресурсах, расчет и оптимизация сроков производства, формирование графиков закупки и потребности в материалах и т.д. Для решения этих задач в настоящее время на рынке программного обеспечения представлено множество универсальных продуктов программного моделирования для проектировщиков, сметчиков и т.д.

При переходе на *BIM* специалистам предоставляется значительно больше возможностей, чем просто уменьшение возможных ошибок и усовершенствование процессов. Разработав в программном комплексе, по сути, реальную модель будущего здания, открываются новые возможности для усовершенствования уже имеющихся данных. К примеру, при разработке календарного графика в разделе ПОС специалистам представляется возможность увидеть процесс возведения сооружения в

среде моделирования по данным, полученным при составлении смет и календарных графиков, импортированных проектировщиками смежных отделов.

Однако составление календарного план-графика используется не только по отношению к объектам строительства, но также и к контролю сроков проектирования и выпуска проектной документации в проектных институтах.

Наиболее используемыми универсальными профессиональными программами являются: *MS Project*, *NevisworkAutodesk*, *PrimaveraProject* и т.д. Характерными особенностями каждой из программ являются ее уникальность и определенная трудность в процессе использования, из-за чего время работы увеличивается, но при этом они способны предоставить более гибкие результаты.[2]

MicrosoftOfficeProject (MSP) – «кит» программного обеспечения управления проектами со стандартным интерфейсом, который знаком пользователям *Microsoft*. Эта программа является самой распространенной на современном рынке. *MicrosoftProject* дает возможность эффективно управлять календарными планами и ресурсами, следить за ходом проекта и сопоставлять уже имеющиеся данные. Кроме того, благодаря интеграции этой программы с *MicrosoftExcel* или *Outlook* появляется возможность преобразовывать задачи в календарные планы.[3]

NevisworkAutodesk - программа для комплексного управления *BIM*-проектами на всех этапах его разработки, сопоставления моделей, поиска наиболее рационально приемлемых вариантов. Самой значимой особенностью данной программы является возможность разработки календарных планов с *4D* и *5D* информацией. Работы с *4D* представляют собой трехмерную *BIM*-модель с информацией о потенциально затраченном времени на строительство здания и возможных проблемах, возникающих при данной специфике работ, а с *5D* мы можем наблюдать данные о сроках и стоимости строительства. Она применяется для комплексной экспертизы архитектурно-строительных и инженерных проектов, в ней осуществляется проверка моделей и данных, получаемых от всех участников процесса проектирования на подготовительном этапе строительства.

Основными возможностями, представляемыми данной программой, являются:

1. Скорость работы с уникальными и «тяжелыми» объектами;
2. Интеграция с календарными графиками;
3. Подключение информации о плановых и фактических сроках строительства с вариантом дальнейшей корректировки полученных объемов;
4. Возможность использования «облака» для хранения данных.

PrimaveraProject - программное обеспечение, используемое для управления и контроля проектов, отслеживания ресурсов, материалов и оборудования. Как правило, эту программу используют в машиностроении и строительстве, где необходима поддержка сверхсложных объектов с большими объемами, к примеру проектирование атомных станций. [4,5] По мере развития проекта, также могут потребоваться дополнительные ресурсы, действия и задачи для удовлетворения требований заинтересованных сторон. В *PrimaveraProject* руководители проектов могут создавать прогнозы для ресурсов, действий и других потребностей проекта.

Таким образом, можно прийти к выводу, что на данный момент разработаны универсальные программные системы, отдельные программы и приложения, оптимизирующие уже имеющиеся пути решения частных и общих задач календарного планирования. Развитие и освоение этих программ необходимо всем специалистам для того, чтобы оставаться конкурентоспособными в условиях динамичного роста строительной индустрии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Никонова Е.З.* Использование MS Project в подготовке будущих инженеров//Вестник Нижневарттовского государственного университета, 2013
2. *J. Collins* 10 Advantages of the Oracle Primavera P6 Software, 2016
3. *Мазур И.И., Шапиро В.Д., Ольдерогге Н.Г. и др.* Инвестиционно-строительный инжиниринг, 2009 С. 763
4. *Лapidус А.А., Шестерикова Я.В.* Исследование комплексного показателя качества выполнения работ при возведении строительного объекта//Современная наука и инновации. № 3 2017. 74-80с.
5. *Синенко С.А., Данилова Е.Д.* К вопросу совершенствования форм отображения норм и нормативов по организации и технологии строительства//БСТ: Бюллетень строительной техники. 2018. № 5 (1005). С. 54-55.

ФАКТОРЫ, СВЯЗАННЫЕ С УПРАВЛЕНИЕМ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Неэффективное управление строительными ресурсами может привести к низкой производительности. Поэтому важно, чтобы подрядчики и менеджеры по строительству были знакомы с методами, позволяющими оценить производительность рабочих и строительного оборудования в различных направлениях. [1].

Основными проблемами строительной отрасли являются: снижение производительности и отсутствие стандартов производительности. Есть множество факторов, которые влияют на производительность труда. Эти факторы могут быть классифицированы как: отраслевые факторы; факторы, связанные с управлением; трудовые факторы[2].

Вот некоторые из наиболее признанных факторов управления, влияющих на производительность труда в отрасли:

1. Сверхурочные

Планирование продленных рабочих дней или недель, превышающих стандартный восьмичасовой рабочий день или 40-часовую рабочую неделю, снижает производительность труда и эффективность из-за физической усталости и плохого психического состояния.

2. Моральное состояние

Производительность может быть снижена из-за множества проблем, в том числе обострения конфликтов, споров, чрезмерной опасности, сверхурочной работы, чрезмерной проверки, множественных изменений контракта, нарушения рабочего ритма, плохих условий на площадке, прогулов, неопрятного рабочего пространства и т. д.

3. Усталость

Усталость может быть вызвана длительной или необычной физической нагрузкой.

4. Совместное размещение

Это происходит, когда работа запланирована с использованием одного и того же объекта или рабочей зоны, которая должна быть разделена или занята не более чем одним рабочим процессом, и это не предусмотрено в первоначальном проекте.

5. Стесненные условия

Это непосредственная близость от других возводимых объектов, существующих объектов или производственного оборудования, которое может вызвать излишние ограничения, помехи и пр.

6. Параллельные процессы

Это результат добавления операций к любой последовательности работ, которая уже запланирована, без постепенного и контролируемого выполнения этих дополнительных операций.

7. Прогулы и текучесть кадров

Потеря времени и денег связана с высокой текучестью кадров и прогулами рабочих. Заменяющий персонал обычно не знаком с работой и областью, и требуют, чтобы опытные работники прекратили работу и показали им, что делать.

8. Перемещение по объекту

Производительность может снизиться из-за потери времени, на перемещение работников из одного района или рабочего здания в другой.

9. Ошибки и упущения

Увеличение количества ошибок и упущений влияет на производительность труда, потому что тогда изменения обычно выполняются в аварийном режиме, не по порядку, что приводит к ослаблению контроля или любым другим негативным воздействиям.

10. Старт/Стоп

Это происходит из-за остановки работы, что может вызвать сбои в календарном графике и приводит к изменению начала/конца работ. Рабочие, как правило, общаются на отвлеченные темы во время отдыха и теряют предыдущий импульс из-за падения производительности, прежде чем вернуться к рутине.

11. Совмещение обязанностей (должностей)

При переназначении работников они сталкиваются с неожиданными или чрезмерными изменениями и нагрузками, потерями и другими проблемами, которые приводят к потере производительности.

12. Непредвиденные изменения в рабочем составе

Это нарушает первоначальный ритм команды и приводит к потере производительности.

13. Доступность внутри площадки

Является результатом вмешательства в удобный и запланированный свободный доступ к рабочим зонам. Это может быть происходить в результате заблокированных лестниц, дорог, пешеходных дорожек, недостаточных подъемников или перегруженных рабочих мест.

14. Логистика

Отсутствие достаточного контроля за поставками, может вызвать проблемы со сроками отгрузок и доставок, и с качеством материала.

15. Проверка, безопасность

Это может быть вызвано недостаточно организованными охранными мероприятиями. Работники могут красть внутренний инвентарь, что вызывает сдвигку по срокам и отражается стоимости строительства.

16. Обучение персонала

Для новых работников требуется время, чтобы ознакомиться с рабочими условиями. Они должны узнать объем работ, расположение инструментов, рабочие процедуры, технику безопасности и так далее.

17. Опасная рабочая зона

Происходит понижение эффективности при работе в зоне, которая классифицируется как опасная, требующая специального защитного снаряжения и одежды. Может ограничиваться время нахождения в этих зонах, что приводит к сокращению времени на монтажные работы.

18. Праздники

Если работники работают в праздничные дни, существует не только фактор затрат на повышенную оплату, но также обычно наблюдается потеря производительности из-за морального фактора.

19. Длина светового дня

Задержки могут привести к переносу работы с одного периода года на другой, что может повлечь за собой сезонные изменения.

20. Погода и сезонные изменения

Выполнение работ в изменение сезона, приводящее к работам, выполняемым либо в очень жаркую, либо в очень холодную погоду, в дождь или снег, может негативно повлиять на работников.

21. Сменность

Некоторые люди хорошо функционируют в начале дня, в то время как другие функционируют лучше всего днем, вечером или ночью. Некорректное составление графика работ, без учета индивидуальных особенностей, приводит к понижению продуктивности сотрудника.

22. Нехватка инструментов и оборудования

Это вызвано тем, что не хватает необходимого количества или качества инструментов и оборудования.

23. Излишние перерывы

Это результат добавленных перерывов на кофе или соблюдения определенных обычаев работников разных национальностей.

24. Расстояние до работы

Это вызвано работой в отдаленной зоне.

25. Переменные, смещенные или чередующиеся рабочие графики

В качестве примера можно привести смещенные бригады по 4–12 человек (работающие четыре дня, а затем четыре выходных или 2/2). Также, могут возникать трудности с наложением графиков отпусков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хализов С., Пак Ю. Планирование труда в строительстве М. Стройиздат. 1985г.
2. Степанов И. С. Экономика строительства М.: Юрайт, 2002г.

*Студентки 4 курса 23 группы ИСА Панкова Е.В., Юмашева А.Ю.
Научные руководители - доц., канд. техн. наук, доц.
Б.В. Жадановский, ст. преп. Л.А. Пахомова*

**ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ,
ПРОВОДИМЫЕ ПРИ ВЕДЕНИИ РАБОТ ПО УСИЛЕНИЮ НЕСУЩЕЙ
СПОСОБНОСТИ СИСТЕМЫ «ОСНОВАНИЕ-ФУНДАМЕНТ»
РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ БЕЗ ОТСЕЛЕНИЯ
ЖИЛЬЦОВ**

При реконструкции зданий и сооружений большое значение имеет усиление системы «основание-фундамент». Это объясняется тем, что в результате продолжительной эксплуатации зданий и сооружений, влияния природно-климатических особенностей местности, гидрогеологических условий территории застройки, характеристик грунта и других факторов появляется потребность в восстановлении параметров системы «основание-фундамент», а в случае последующего увеличения нагрузок и появления дополнительных воздействий на фундамент – в увеличении несущей способности грунта. Доля реконструируемых зданий и сооружений, в которых необходимо произвести эти работы, оценивается от 30 до 35%. Технология усиления основания шпальным распределителем представляет собой современный способ повышения несущей способности грунтов. Востребованность данного метода обусловлена наличием в эксплуатации зданий и сооружений, нуждающихся в поддержке технического состояния на должном уровне для обеспечения безопасности их эксплуатации [1, 2].

Устройство шпального распределителя позволяет не только повысить несущую способность грунтов до 3,3 раз, но и привести осадку и крен здания к нормативным значениям. Преимущество данной технологии состоит в том, что производимые работы не воздействуют на здания и сооружения, расположенные рядом. Реконструкцию системы «основание-фундамент» при данном способе можно осуществлять без отселения жильцов.

Выполнение работ с использованием усиления системы «основание-фундамент» следует выполнять по требованиям, указанным в утвержденной проектной документации на реконструкцию в рамках инновационной деятельности заказчика-застройщика [1, 2]. Для осуществления проектирования и последующего производства работ требуются следующие исходные материалы:

- задание на реконструкцию объекта капитального строительства;

- техническое заключение, содержащее результаты обследования фундаментов с определением их технического состояния;
- информация об изменении инженерно-геологических и гидрогеологических условий объекта, а именно: физико-механические характеристики грунтов основания, уровень грунтовых вод, их химический состав и оценка влияния на материал фундамента;
- результаты уточненного расчета несущей способности основания при обновленных условиях объекта реконструкции.

Работы на объекте производят по этапам. Подготовительный период работ на площадке должен включать организацию и выполнение работ по обустройству строительной площадки с целью безопасного производства работ [3, 4].

Для высокого качества выполнения работ по усилению фундаментов на этапе проектирования необходимо правильно выбрать машины и оборудование. Выполнить данную задачу можно с помощью универсальной мобильной самоходной установки, которая была разработана специально для горизонтального продавливания шпал [5].

Усиление системы «основание-фундамент» с помощью шпальных распределителей при реконструкции здания производится путем подведения конструктивных элементов под фундамент, а именно способом продавливания с помощью гидродомкратов и продавливающей установки в горизонтальном направлении шпал, хорошо сопротивляющихся деформациям, в сжимаемую зону основания. В качестве шпал применяются бесшовные стальные трубы диаметром 150-420 мм, в которые устанавливается арматурный каркас, а после их заполнения бетонной смесью. В зависимости от глубины сжимаемой зоны основания расположение шпального распределителя имеет различные варианты.

Особенно актуальна эта технология и организация работ для 5-этажных зданий с лишенными выразительности фасадами, построенными из кирпича, блоков или панелей по типовым проектам, с маленькими кухнями, небольшими совмещенными санузлами, низкой звукоизоляцией и несоответствующим тепло-влажностным режимом. В связи с крайне экономичными, почти неполноценными объемно-планировочными и конструктивными решениями таких жилых зданий, удовлетворяющих лишь самым минимальным требованиям, в настоящее время их эксплуатация становится невозможной по причине физического и морального износа. Ввиду этого появляется острая необходимость в реконструкции с целью улучшения качества застройки и увеличения количества жилой площади существующих зданий, для чего необходимо усилить грунты основания. В г. Москва в рамках программы реновации это реализуется, например, при помощи устройства вертикальных и наклонных свай по разрядно-импульсной технологии

путем бурения скважины, заполнения скважины бетонной смесью с дальнейшей ее обработкой по электроразрядной технологии и погружением арматурного каркаса. Согласно проекту, разработанному ГУП МНИИТЭП, сваи по разрядно-импульсной технологии были применены при реконструкции с надстройкой жилого дома по адресу: г. Москва, ул. Мишина, дом 32, благодаря чему из 4-этажного здания в аварийном состоянии в итоге получили 9 этажей жилья 1-ой категории комфорта. Для зданий, которые не вошли в программу реновации в г. Москва и которые расположены в других регионах, не подверженных реновации, можно использовать способ усиления оснований шпальным распределителем. Реализация данного метода более доступна в хозяйственном отношении, чем устройство свай по разрядно-импульсной технологии, в результате чего достигается положительный экономический эффект.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Олейник П.П.* Организация строительного производства. М.: МГСУ: Изд-во АСВ, 2010. 573 с.
2. *Новиков С.О., Курочкина В.А., Сапухин А.А.* Анализ эффективности применяемых технологий при выборе подходов организации строительства и ремонта трубопроводов. // Вестник МГСУ, 2013. №7. С. 96-105.
3. *Кузьмина Т.К.* Инвестиционная деятельность заказчика-застройщика. // Промышленное и гражданское строительство, 2010. №10. С. 31-32.
4. *Жадановский Б.В., Синенко С.А., Кужин М.Ф.* Рациональные организационно-технологические схемы производства строительно-монтажных работ в условиях реконструкции действующего предприятия. // ТОСП, 2014. №1. С. стр. 38-40.
5. *Саурин А.Н., Редькина Ю.В., Жадановский Б.В. и др.* Патент на полезную модель RUS72239,11.12.2007. Универсальная мобильная самоходная установка для горизонтального продавливания шпал с вспомогательным грузоподъемным механизмом.
6. *Латидус А.А., Шестерикова Я.В.* Разработка математической модели оценки комплексного показателя качества при возведении многоэтажных жилых зданий// Наука и бизнес: пути развития. № 1(91). 2019.43-48с.
7. *Синенко С.А., Данилова Е.Д.* К вопросу совершенствования форм отображения норм и нормативов по организации и технологии строительства//БСТ: Бюллетень строительной техники. 2018. № 5 (1005). С. 54-55.

АКТУАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ МОНТАЖА КРОВЛИ НА ПРИМЕРЕ 3-Х ЭТАЖНОЙ ШКОЛЫ

Современные методы монтажа кровли сегодня достаточно разнообразны. Это связано с развитием строительных технологий, а также с необходимостью повышения качества строительных работ.

Наряду с жилыми зданиями сегодня строительные компании осуществляют строительство инфраструктурных зданий, среди которых преимущество отдается детским садам и школам. Такие здания в последнее время чаще возводят на территории строящихся жилых микрорайонов, поэтому сроки из возведения достаточно ограничены по причине высокой востребованности услуг таких учреждений жителями жилого массива. Однако строительным организациям, наряду со скоростью строительства, необходимо обеспечить качественный результат, чтобы возводимые инфраструктурные объекты могли прослужить максимальное количество лет.

Среди структурных элементов возводимых инфраструктурных зданий, в частности, школ, достаточно важным является кровля. Чаще всего при строительстве школ используют плоскую кровлю, которая обычно не нуждается в возведении стропильного каркаса. Так как скаты на данной кровле отсутствуют, крыша не подвержена парусности, которая возникает под воздействием порывистых ветров. Но из-за конфигурации крыши не всегда возможен быстрый сход снежных залежей с поверхности.

При монтаже плоской крыши необходимо учитывать, что она состоит из ряда слоев: пароизоляции, покрывающей основание, которая защищает утеплитель от проникновения бытовых испарений; утеплителя, укладываемого в один либо два яруса, который необходим, чтобы предотвратить утечки тепловых волн через верхнее перекрытие; стяжки, создаваемой при недостаточной жесткости теплоизоляции или если отсутствуют уклоны для водостока; гидроизоляции, защищающей утеплитель и перекрытие от атмосферных осадков; финишного покрытия, придающего сооружению эстетический вид.

Чтобы уложить и зафиксировать перечисленные выше элементы кровли, стропильная конструкция не требуется: слои стелют прямо на основание, в качестве которого выступает перекрытие, созданная поверх него стяжка или же верхняя плоскость чердачной конструк-

ции. Чтобы скрепить систему с ПВХ покрытием, пользуются клеевым, механическим или балластным методом.

Учитывая эксплуатационные критерии, плоские крыши могут быть устроены на железобетонных перекрытиях, если планируют организовать полезное пространство над большепролетной кирпичной или бетонной коробкой; на стальных профилированных настилах по металлическим балкам, если сооружают неэксплуатируемую крышу, перекрывающую пролеты любой величины между стенами из кирпича или другого искусственного камня; на деревянных оплотах, созданных из доски, имеющей толщину 40-50мм, ширину до 180мм и древесностружечных и древесноволокнистых плит по деревянным балкам, применяемых для перекрытия малых пролетов деревянных и каменных построек в том случае, если крыша будет неэксплуатируемой.

Однако подходы к монтажу кровли при строительстве школ у разных компаний могут отличаться. Например, компания ООО «АВС инвест» при строительстве 3-х этажной школы была использована шатровая скатная крыша. Данный тип крыши был выбран потому, что сама коробка здания была квадратной. Шатровые скатные крыши, кроме того, экономичны и могут противостоять атмосферным явлениям.

В ООО «АВС инвест» шатровый каркас крыши при строительстве школы проводился по правилам, регламентированным технологией сооружения четырехскатных крыш, но с соблюдением собственной специфики. Конструкция не предусматривает конька, так его функция передана центральной опоре, в вершине которой происходит схождение всех несущих стропильных элементов.



Рис. 1. Четырехскатная шатровая крыша

Для устройства шатровой конструкции можно использовать два вида стропильных ног: наслонные (стропила, у которых имеются две надежные опоры в верхней и нижней части), их применяют при наличии внутренней стены, куда устанавливают центральную опору, и висячие (у этих стропил имеется только одна нижняя опора), которые устанавливают при отсутствии внутренней стенки и нецелесообразности монтажа центрального столба. В ООО «АВС инвест» при строительстве

четырёхскатной шатровой крыши использовались наслонные стропильные ноги для обеспечения надёжности опор с учетом специфики здания.

Для повышения жесткости конструкции и предупреждения провисания длинных наслонных ног в ООО «АВС инвест» под них устанавливаются дополнительные опоры. Как дополнительной опорой, используют или обычные стойки из бруса, или шпренгельные фермы Т-образной перевернутые низом вверх.

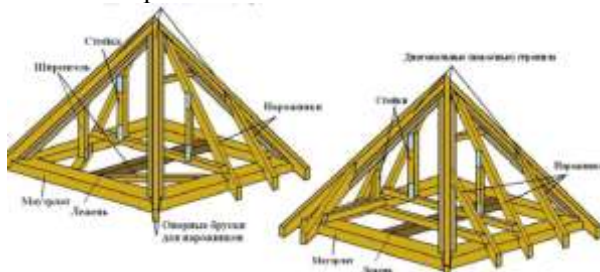


Рис. 2. Стропильная система шатровой четырехскатной крыши

В конструкции крыши, выполненной ООО «АВС инвест», единственной для шатра верхней опорой имеет опирание на соединенные уголками верхние пятки центральных вальмовых стропилин. Данный способ соединения на мауэрлат можно передавать распор, и по этой причине каждую вальму оснащают стяжкой-ригелем.

Таким образом, шатровая скатная крыша применялась в ООО «АВС инвест» при строительстве 3-х этажной школы по той причине, что такие кровли отличает высокая надежность и низкая парусность. Они способны переносить значительную ветровую нагрузку и не утрачивают прочность и внешнюю привлекательность. Такие кровли надежны, долговечны, хорошо сохраняют тепло и со временем требуют минимального ремонта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Белевич В.Б.* Кровельные работы. Учебное пособие. М. 1984. С.110-127
2. *Завражин Н.Н.* Кровельные работы. Справочник строителя. Учебное пособие. М., 1984. С. 31-37
3. Кровля. Современные материалы и технологии. В.И. Теличенко и др. М. Из-во Ассоциации строительных вузов, 2005. С.77-81
4. *Luchkina V.V.* The Prospects of Use of Eco-Friendly Materials in the Cement Industry, Materials Science Forum, Vol. 945, pp. 1043-1046, 2019

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ТЕХНОЛОГИИ УСТРОЙСТВА ФАСАДОВ ИЗ КОМБИНИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Комбинированные фасады - это сочетание двух или более различных фасадных технологий, примененных на одном здании. Внешний вид здания позволяет подчеркнуть его индивидуальность. Обилие различных технологий позволяет комбинировать широкий спектр строительных материалов на одном фасаде. Строение должно быть привлекательным и неповторимым, но при этом еще быть защищено от негативных воздействий внешней среды, поэтому облицовочный материал для фасада необходимо выбирать тщательным образом, принимая в расчет характерные свойства каждого материала в комбинации.

Учитывая достоинства и недостатки разных вариантов комбинаций, оптимальным становится применение комбинированной отделки фасада здания, позволяющей подобрать идеальный способ для конкретного объекта. Для комбинированной отделки могут использоваться как традиционные натуральные материалы, так и современные искусственные технологии. Каждый вариант имеет свои особенности, которые непосредственно влияют на функциональность здания [1,2].

Использование разных облицовочных материалов часто является самым лучшим способом создания надежного, привлекательного, но в тоже время экономного фасада. Комбинированная облицовка здания имеет ряд преимуществ:

- Позволяет получить индивидуальный и оригинальный фасад.
- При правильном сочетании материалов можно получить любой эффект: визуально удлинить, расширить, увеличить и уменьшить здание или его часть.
- Фрагментарное использование дорогих материалов придаст дому благородный вид, снижая при этом финансовые затраты.



Рис.1. Комбинирование по этажам (Комбинация из витража, кассет и фиброцементных панелей)

Что касается способов комбинирования материалов, то существует несколько вариантов:

- Сочетание материалов по всему периметру здания. В таком случае

разными материалами выделяются углы здания или другие его элементы. [3,4]

- Комбинирование по этажам. В таком случае разные этажи дома отделываются разными материалами, (рис. 1). За подобными категориями выделяют и другие варианты комбинации:



Рис.2. Комбинирование по вертикали. (Комбинация из витражей и плиток)

другим материалом, чем основная часть фасада. (рис. 2)

- Горизонтальная технология. В таком случае за счет комбинирования материалов выделяют горизонтальные участки дома – цоколь, этажи, кровлю и др. (рис. 3)

Комбинированная облицовка здания так же имеет ряд недостатков:

- Использование в комбинации неventилируемой фасадной системы допускается только при положительных температурах, требуется дополнительные затраты на выравнивание основания. [5,6]

- Использование в комбинации вентилируемой фасадной системы снижает теплотехническую однородность стены из-за высокотеплопроводных элементов несущего каркаса, требует повышенного расхода металла для здания со сложными архитектурными формами и на основаниях из легких конструкционных материалах имеют большую стоимость.

Вывод. Фасады - градостроительные объекты, носители историко-архитектурной, колористической информации города. Сегодня востребовано рациональное применение комбинированных фасадов, что позволяет выполнить ограждающие, конструкционные и эстетические функции, влияя на восприятие городской среды. Несмотря на положительные экономические и эстетические показатели не полностью изу-



Рис.3. Комбинирование по горизонтали. (Комбинация из кассет и фиброцементных панелей)

чены аспекты взаимного поведения различных по техническим характеристикам материалов в процессе эксплуатации. Данная тема нуждается в дальнейшем исследовании.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кучерова Э.А., Ильина Л.В.* Материалы и технологии для устройства современных фасадов. Новосибирск 2009. 7 с.
2. *Пенева Н.* Фасадные элементы. Москва Стройиздат 1986. 120 с.
3. *Овсянников С.Н.* Фасадные системы для сибирского климата. Томск 2006. 16 с.
4. *Лоскутов А.* Современные отделочные материалы. Ростов н/Д: Феникс 2001. 320 с.
5. [электронный ресурс] <https://ooprojekt.ru/>
6. [электронный ресурс] <https://alucor.ru/>
7. *Липидус А.А., Шестерикова Я.В.* Разработка математической модели оценки комплексного показателя качества при возведении многоэтажных жилых зданий// Наука и бизнес: пути развития. № 1(91). 2019.43-48с.
8. *Жадановский Б.В., Синенко С.А., Кужин М.Ф.* Механическая обработка наружных стеновых панелей из легких бетонов//Системные технологии. 2018. № 1 (26). С. 53-57

ЗАКРЕПЛЕНИЕ ГРУНТОВ МЕТОДОМ МОКРОГО ГЛУБИННОГО СМЕШИВАНИЯ- ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

Закрепление грунтов методом мокрого глубинного смешивания (англ., WetDeepSoilMixing, WDSM) впервые начали применять в 50-х годах 19 века в Японии и Скандинавии. На данный момент метод по закреплению грунтов WDSMполучил широкое распространение во всем мире.Он направлен на улучшение показателей основных характеристик грунтов.

Метод заключается в погружении в массив грунта буровойтрубы со специальным смесителем, состоящим из поперечных лопастей и специального режущего наконечника. Смеситель оснащен соплами для подачи под давлением вяжущей суспензии. С помощью режущего наконечника выполняется разрыхление грунта непосредственно в массиве без его извлечения. Одновременно в разрыхленный грунт нагнетается вяжущая суспензия и выполняется перемешивание с грунтом. После твердения на всем перемешиваемом интервале образуется прочный материал (Рис. 1).

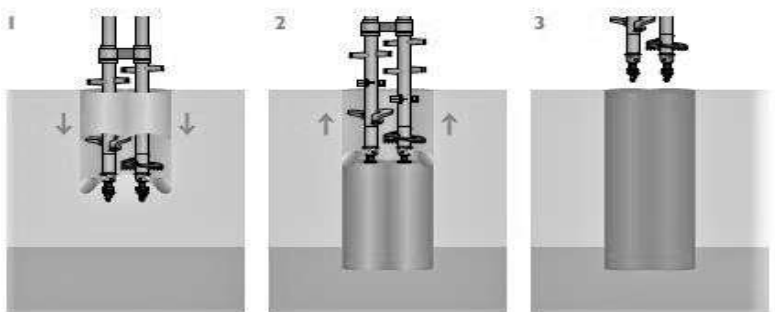


Рис. 1 Методика укрепления WDSM

Для примера рассмотрим в качестве вяжущей суспензии– водоцементный раствор. При его нагнетании в массив грунта образуются грунтоцементные сваи (Рис.2).

Прочность образованного таким способом грунтоцементного материала зависит от:

- вида укрепляемого грунта;
- нагнетаемого водоцементного раствора (марки цемента, соотношения в растворе цемента и воды, используемых добавок и присадок);
- давления и скорости подачи раствора;
- расхода раствора на 1 м^3 укрепленного грунта;

- типа смесителя и режущего наконечника;
- скорости вращения и поступательного перемещения смесителя;
- крутящего момента и усилия вдавливания.

Укрепление грунтов методом мокрого глубинного смешивания имеет существенные преимущества по сравнению с другими способами модификации грунтов, такие как:

- вариативность оборудования, позволяющее выполнять закрепление грунтов в стесненных условиях;
- оптимальность метода, применим практически для всех типов грунтов;
- возможность использования метода при сложных инженерно-геологических и гидрогеологических условиях. Выполнение качественных свай даже при высоком уровне залегания грунтовых вод;
- широкая применимость использования. Метод используется как для создания грунтовых оснований, так и для ограждения котлованов, укрепления оползневых склонов и прочих защитных сооружений.
- минимальные вибрационные и ударные нагрузки при использовании метода;
- возможность создания грунтоцементных свай разного диаметра (от 40 до 240 см) и форм;
- создание качественных однородных свай за счет тщательного перемешивания грунта с цементным раствором. На Рис. 3 представлены открытые верхушки грунтоцементных свай диаметром 2 м и глубиной 20 м, выполненных в массиве грунта двумя схожими методами: Jet-Grouting и WDSM. Сваи, образованные перемешиванием грунта с цементным раствором (WDSM) имеют четкую структуру и однородность по всему диаметру и глубине закрепления;
- скорость выполнения работ. В качестве примера можно привести время выполнения одной грунтоцементной сваи длиной 20 метров в пылеватых и мелких аллювиальных песках, которое составляет от одного до двух часов. На участке строительства АЭС Руппур в Республике Бангладеш за 70 дней 6 оборудованных буровых станков при работе в три смены, смогли выполнить 6000 свай диаметром 2 м и длиной 20 м. Сваи выполнялись с засечкой. Диаметр укрепленной области составил около 140 м;
- мощность укрепляемой толщи. Специальное оборудования позволяет выполнить укрепление до глубины 70 м;



Рис.2 Образовавшиеся грунтоцементные сваи.

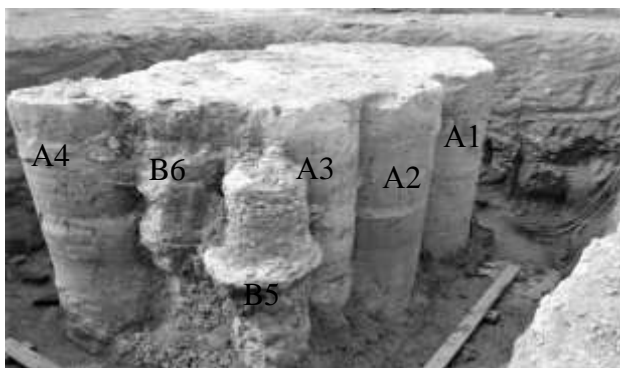


Рис. 3 Сваи А1, А2, А3, А4 выполнены методом WDSM, сваи В5, В6 выполнены методом Jet-Grouting

- улучшение характеристик грунта (физических, механических, динамических). В таблице 1 представлено сравнение характеристик грунта до и после укрепления. Данные получены при выполнении закрепления на объекте АЭС Руппур;

Таблица 1

Сравнение характеристик грунта до и после укрепления

<i>Характеристики грунта</i>	<i>До укрепления</i>	<i>После укрепления</i>	
Тип грунта	Аллювиальный песок	Грунтоцемент*	
Модуль деформации (полевые испытания), Е, МПа	28	590	
Предел прочности на одноосное сжатие в воздушно-сухом состоянии, R _c , МПа		2.9	
Предел прочности на одноосное сжатие в водонасыщенном состоянии, R _c , МПа		3.9	
Угол внутреннего трения, градусы	28	47	
Удельное сцепление с, кПа	25	220	
Скорость прохождения упругих волн, м/с	V _p	1650	2600
	V _s	270	1370
Примечание *приведены характеристики грунтоцемента на 28 день после выполнения сваи			

- возможность управления значениями характеристик грунта, получаемых в результате закрепления;

- накопление прочности со временем. В процессе затвердевания грунтоцементная свая продолжает существенный набор прочности, в том числе, после 28 дня с момента ее выполнения, а именно, с 28 по 90

день происходит увеличение прочности еще на 30 процентов, далее в течение двух лет прочность может увеличиться в два раза (данные получены по результатам лабораторных испытаний образцов отобранных из грунтоцементных свай, выполненных на площадке АЭС Руппур);

- отсутствие вредного воздействия на окружающую среду.

Поскольку данный метод в России применяется сравнительно недавно, основным недостатком его использования по сравнению с другими методами закрепления грунтов в массиве, такими как jetgrouting, виброуплотнение, трамбовки - является его стоимость.

Для выполнения работ по укреплению с использованием метода глубинного смешивания необходимо приобретение дорогостоящего оборудования (буровых установок, растворо-насосных станций, комплектов буровых штанг и грунтосмесительных наконечников), а также организация профессионального обучения персонала.

Однако, даже с учетом указанных расходов, метод является менее затратным по сравнению с методом полного замещения грунта.

Несмотря на довольно высокую стоимость выполнения работ, универсальность метода позволяет без ограничений укреплять грунты с любыми исходными характеристиками в практически любых условиях, в связи с чем освоение и продвижение данного метода рассматривается как перспективное.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Topolnicki M., Pandrea P.* Design of in-situ soil mixing. //ISSMGE – TC 211 International Symposium on Ground Improvement, 31 May - 6 Yuni, Brussel, 2012.
2. *M.P. Moseley and K. Kirsch* Ground Improvement. 2rd ed. //This edition published in the Taylor & Francis e-Library, 2005.
3. *Вагидов М.М., Зоценко Н.Л.* Грунтоцементные основания и фундаменты. //Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. № 26, 2012.
4. *Ф.Ф Зехниев, Д.А. Внук, А.И. Корнач.* Преобразование грунто-вых оснований с применением технологии глубинного перемешивания грунта. //Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура Т. 8, № 4, 2017
5. [электронный ресурс] <https://www.keller.com/>

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ТЕХНОЛОГИИ УСТРОЙСТВА ИНЖЕНЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ

В современном строительстве при внедрении технологии автоматизированной системы управления зданием все больше внимание уделяется детальному проектированию и комплексному устройству инженерных сетей. Устройство инженерных сетей и проведение пусконаладочных работ (ПНР) являются ресурсоемкими, в том числе из-за ошибок на стадии проектирования и в процессе монтажа. По количеству ошибок, допускаемых при проектировании инженерных коммуникаций, жилые многоквартирные здания можно разделить на два вида.

Вид первый – жилые престижные здания коммерческого класса. В здания такого класса закладывают современную систему отопления и центрального кондиционирования, а также механическую вентиляцию. Подраздел «ОВК» проекта таких зданий выполняется зачастую на высоком уровне, что сводит число погрешностей к минимуму.

Вид второй – муниципальные жилые здания. В таких зданиях производят уменьшение капитальных затрат. В ряде случаев наблюдается экономия, проявляющаяся в упрощении инженерных сетей здания, что вызывает существенное ухудшение качества микроклимата и комфортных условий.

Проанализируем преимущественно характерные погрешности, встречающиеся в подразделе «ОВК» проектов муниципальных жилых зданий.

В жилых зданиях этого вида зачастую предусматривается естественная вентиляция, и поступление воздуха подразумевается через неплотности стен, окон и перекрытий. [1]. Современные оконные блоки имеют высокую герметичность, а значит вентиляция по факту функционирует штатно исключительно при открытых окнах. Жители таких домов не открывают окон ни в холодную погоду, ни при наличии в воздухе атмосферных загрязнений в виде пыли или пуха. Также закрыты окна в комнатах, выходящих на оживленные шумные магистрали, что приводит к образованию этих помещениях плесени, конденсата, грибов. Существуют решения, которые максимально снижают негативные последствия данной ситуации: встраивание приточных клапанов в стены и окна, щелевое проветривание (Рис.1). Несмотря на доступность и известность данных решений, они не предусматриваются в проекте, а их устройством зачастую занимаются инициативные жители.



Рис.1 Приточные клапаны оконные и стеновые.

и не обеспечивают нормального обмена воздуха. Усложнить проблему могут жители квартир, которые вносят изменения в работу систем при ремонте, не обладая знаниями об инженерной инфраструктуре здания. Например, перерезание каналов вентиляции с целью устройства ниш в стенах кухни. Современное решение данной проблемы – установка регулируемых клапанов. Устройство автоматически регулируемых приточных клапанов и регулируемых вытяжных решеток позволяет создавать комфортные условия, обеспечивать требуемый микроклимат, решать задачи экономии энергии благодаря снижению воздухообмена в те часы, когда помещение не используется.



Рис.2 Схема гибридной вентиляции: 1 – приточный клапан, 2 – вытяжное устройство, 3 – вентилятор на вентиляционной шахте.

что движения воздуха посредством механики осуществляется только тогда, когда гравитационного и ветрового (естественного) напора не хватает (в теплый период года); в остальное время механика отключена – вентиляция естественная.

В проектах муниципальных жилых зданий по-прежнему не предусматриваются специальные места для размещения наружных блоков сплит-систем[3], подразумевая, что владельцы квартир соседним достатком не будут устанавливать себе дорогие системы. Наружные блоки кондиционеров различных марок нарушают облик фасадов здания, а неквалифицированная установка создает проблемы как для жителей

Следующая распространенная погрешность – это использование стандартных вентиляционных блоков, предназначенных для зданий с одной максимальной высотой, в зданиях более высокой этажности. В данной ситуации размеры проходного сечения вертикального канала получаются ниже требуемых и

получаются ниже требуемых и не обеспечивают нормального обмена воздуха. Усложнить проблему могут жители квартир, которые вносят изменения в работу систем при ремонте, не обладая знаниями об инженерной инфраструктуре здания. Например, перерезание каналов вентиляции с целью устройства ниш в стенах кухни. Современное решение данной проблемы – установка регулируемых клапанов. Устройство автоматически регулируемых приточных клапанов и регулируемых вытяжных решеток позволяет создавать комфортные условия, обеспечивать требуемый микроклимат, решать задачи экономии энергии благодаря снижению воздухообмена в те часы, когда помещение не используется.

Актуальна задача обеспечения нормальной работы системы вентиляции в теплый период года[2]. Перспективное направление, позволяющее решить задачу при минимальных капитальных вложениях – применение естественно-механической гибридной) вентиляции (Рис.2). Особенность данной системы состоит в том,

(шум капли конденсата), так и для самого здания (увлажнение фасадов конденсатом). Выделение специальных мест для размещения наружных блоков дает возможность бездополнительных капитальных вложений существенно снизить число случаев возникновения подобных проблем, одновременно улучшая внешний вид здания. Так, можно предоставлять жителям небольшое помещение при лоджии для установки инженерного оборудования, но оставлять им возможность выбора: использование помещения по прямому назначению или в качестве холодной кладовой при лоджии.

Рассмотренные примеры показывают, что недостаточно только качественно запроектировать систему – ее еще нужно бесперебойно и правильно эксплуатировать, и здесь определенное внимание надо уделять обучению конечных пользователей, разъяснению особенностей работы инженерных систем их здания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Семенова С.В., Баширова Н.С.* Преимущества автоматизированной системы управления инженерными системами зданий // Фотинские чтения №5, 2015.
2. *Бодров М.В., Кузин В.Ю., Морозов М.С.* Расчётное обоснование границ режимов работы систем естественной и гибридной вентиляции // Сантехника, отопление, кондиционирование. 2016. № 1 (169). С. 74-77.
3. *Крутиков П. Г.* Современные инженерные системы зданий // АВОК. 2000. №5.

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

Согласно градостроительного кодекса под понятием «реконструкция объектов» понимаются изменение параметров объекта капитального строительства, его частей (высоты, количества этажей, площади, объема), в том числе надстройка, перестройка, расширение объекта капитального строительства, а также замена и (или) восстановление несущих строительных конструкций объекта капитального строительства...» [1].

В условиях стремительного развития современного города, быстрого морального и физического износа основных фондов постоянно возникает необходимость выполнения ремонтно-восстановительных работ и реконструкции.

В настоящее время правительством Российской Федерации и территориальными органами местного самоуправления принято множество программ по реконструкции различных типов зданий и сооружений. Москве приняты программы городской реконструкции пятиэтажек, библиотек, домов культур и кинотеатров, а также других социально и стратегически значимых объектов [2].

Проведение реконструкций в условиях сложившейся застройки накладывает особенности на процессы проектирования и выполнения строительно-монтажных работ. Комплексный подход и всесторонний учет перспектив развития города позволит избежать проблем при проведении работ и улучшить технико-экономические показатели стройки. Технология реконструкции в плотной городской застройке в отличие от нового строительства имеет ряд особенностей:

- ограниченность условий и фронта работ;
- сложность организации мест складирования материалов и их транспортировки;
- специфика строительных работ (демонтаж строительных конструкций и оборудования, усиление конструкций и т.п.)
- необходимость дополнительных мероприятий для обеспечения техники безопасности;
- зависимость выбора методики работ от состояния сооружения на момент проведения обследования и предполагаемые изменения технико-экономических показателей. [4]

На сегодняшний день существует множество организационно-технологических схем для выполнения различной степени тяжести работ. В месте с тем несовершенна научно-методическая и нормативно-правовая база для оценки и выбора рациональных вариантов организационно-технологических решений реконструкций зданий.

В диссертации Владимира Георгиевича Караогланова целью исследования стала «разработка целостностной системы организационно-технологического проектирования реконструкции зданий, основанной на оценке и выборе рациональных организационно-технологических решений при реконструкции зданий, направленных на выпуск готовой продукции с минимальными затратами ресурсов и качеством, соответствующем нормативным требованиям». [3] По мнению автора, решения, принимаемые в проектной документации, должны быть направлены на сокращение материальных затрат и сокращение сроков. Данный подход требует вариантного проектирования с последующим анализом полученных данных.

МуйенХуддур в диссертации «Выбор организационно-технологических решений на основе моделирования строительных процессов» ставит цель совершенствования методов решения задач организационно-технологического проектирования на стадии подготовки строительного производства. Автор предлагает критерии оценки выбора решения на основе моделирования строительных процессов.

Городская программа по развитию социокультурных объектов в спальных районах Москвы, ставит перед строителями ряд задач. Так программа «Реконструкции советских кинотеатров Москвы» новый формат которых предполагает объединение досуговых, образовательных и торговых функций. Такой подход к проведению реконструкции объектов требует комплексного анализа исходных данных площадок и выбора технологий.

Оригинальное объемно-планировочное построение кинотеатров и индивидуальный подход к реконструкции определяет процессы при проведении работ. Большой процент физического износа требует проведение восстановительных работ в том числе это касается подземной части здания. Так же реконструкция может предусматривать частичный или полный демонтаж несущих конструкций, увеличение площадей за счет надстройки этажей или пристройки к основным объемам. Изменение назначения помещений и приведение здания к нормативным требованиям требует больших затрат труда.

Один из основных факторов ограничивающей выбор способа проведения работ является стесненные условия городской застройки обусловленных интенсивностью движения городского транспорта, разветвленной сети существующих подземных коммуникаций, в том числе

подлежащих перекладке, стесненных условиях складирования материалов или невозможности их складирования для нормативного обеспечения строительного производства.

Ограниченность во времени так же диктует определенные условия производства работ. Необходимо создать непрерывное производство работ и минимизировать риск непредвиденных ситуаций. Обеспечение безопасности при производстве работ при этом очень важный элемент. Комплексный подход к решению задач возникающих при реконструкции зданий и сооружений в условиях сложившейся застройки города требует внимательного изучения и анализа исходных данных и учета на всех стадиях строительства. Принятие решений по организации работ определяет успешность производства реконструкции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 25.12.2018)
2. Комплекс градостроительной политики и строительства города Москвы// [электронный ресурс] URL:<https://stroi.mos.ru> (дата обращения: 02.02.2019)
3. *Караогланов В.Г.* Оценка эффективности организационно-технологических решений при реконструкции зданий : диссертация ... кандидата технических наук : 05.23.08.- Москва, 2006.- 178 с.: ил. РГБ ОД, 61 07-5/1065
4. *Доста В.В.* Выбор рациональных организационно-технологических решений при реконструкции зданий :Дис. ... канд. техн. наук : 05.23.08.- Москва : РГБ, 2002
5. *ХаддурМуьен.* Выбор организационно-технологических решений на основе моделирования строительных процессов : автореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.23.08 / Лен. инж.-строит. ин-т.- Ленинград, 1991.- 19 с.: ил. РГБ ОД, 9 91-6/2064-2
6. *Латидус А.А.* Актуальные проблемы организационно-технологического проектирования // Технология и организация строительного производства. 2013. №3(4). С. 1.
7. *Олейник П.П., Бродский В.И.* О документации по повышению уровня организации строительного производства // Промышленное и гражданское строительство. 2017. №3. С. 100-103.

Студент 4 курса 21 группы ИСА Юрченко В.В.

*Научные руководители – доц., канд. техн. наук М.Ф. Кужин, ст. преп.
Л.А. Пахомова*

ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ ПРИ ДЕМОНТАЖЕ ИЛИ СНОСЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

Жилищный фонд России составляет свыше 2.0 млрд кв.м. общей площади. Из них большой объем приходится на здания первого индустриального поколения и многие из них находятся в критическом состоянии. Основу таких зданий составляют четырех- и пятиэтажные здания первого поколения, возведенные в период с 1954 по 1963 год [1].

Главная задача возведения таких зданий - вытянуть людей из деревень. В городах не хватало рабочей силы на производстве [2]. Если иногородний человек работал в Москве, при этом имея семью, то ему выдавалась квартира в жилом здании первого поколения. Исходя из этого, нужно было расселить население, построив, быстровозводимые панельные 5-этажные здания.

Дома первого индустриального поколения имели существенные недостатки такие как, низкая эксплуатационная характеристика (тепло- и звукоизоляция), малый объем помещений, невыразительность фасадов. Плохая изоляция подвальных помещений значительно увеличивала влажность на первых этажах. Средний срок эксплуатации таких зданий не превышало 25 лет [1].

Начало массовой модернизации жилищного фонда Москвы положено 6 сентября 1994 года. Было необходимо сносить пятиэтажные здания и строить на их месте современные многоэтажные здания. Это было выгодно, ведь вместо двух пятиэтажек, можно возвести один дом высотой 24 этажа, что позволяет увеличить со 196 квартир до 400 [1]. В период массовой модернизации с 1994 года по 1999 год жильцов пятиэтажек переселяли на окраину Москвы в новые районы, такие как Бутово и Марьино. Было много возмущений, жильцы не хотели съезжать со своего родного района. Но после 1999 года при модернизации жилищного фонда, бывших жильцов пятиэтажек оставляли проживать в своем районе. Переселяли в новые дома недалеко от привычного места проживания.

Важным этапом сноса здания является обследование внутренних конструкций. Целью обследования здания является определение физического износа железобетонных конструкций. К основным параметрам технического состояния железобетонных конструкций относят-

ся величина коррозии арматуры, наличие трещин в сварных швах, отслоение бетона от арматуры, ширина, глубина и длина трещин [1].

Перед сносом здания происходит оповещение, как жильцов сносимого дома, так и жильцов проживающих вблизи сносимого дома. При организации строительной площадки важно помнить, что сносимые пятиэтажные дома, как правило, располагаются в жилом, стесненном квартале, поэтому стоит обратить внимания на выбор метода сноса зданий [5, 1].

Методы демонтажа здания:

Способы	Отличительные особенности	Примечания
Ручной	Отбойные молотки; алмазная резка	Частичный демонтаж; капитальный ремонт
Механизированный	Спецтехника: экскаваторы, крышевые краны, бульдозеры, самосвалы	Снос любого вида зданий
Взрывной	Взрывчатки на несущие конструкции	Запрещены в России

В отличие от монтажа здания, все работы по сносу проводятся только в светлое время суток в одну смену. Из-за стесненности жилых кварталов следует уменьшить площадь строительной площадки. Для движения спецтехники по объекту использовать внутриквартальные дороги, местами укрепив их. Ограждения площадки производится 2-х метровыми панелями. Строительные леса обеспечены защитной сеткой [1].

При демонтаже здания используются строительные леса, обеспечивающие разбор внутренних коммуникаций сносимого здания. Крышевой кран выполняет кровельные демонтажные работы и спускает строительный мусор на грузоприемную площадку или на землю. Основную работу при демонтаже здания выполняет такая строительная техника, как “NOBAS”. Это экскаватор оснащенный телескопической стрелой с навесным оборудованием (гидромолотом или гидроразрывной). Бульдозеры расчищают зону от обломков, а ковшовый экскаватор предназначен для демонтажа фундамента и обеспечивают погрузку обломков в самосвал. Важно обеспечить постоянную вывозку строительных отходов из строительной площадки [1,5]. Около 80% отходов, получаемые при демонтаже, состоят из фрагментов тяжелого и легкого железобетона [4]. Демонтаж устаревших зданий является, несомненно, перспективной идеей. Идет прогресс в строительной сфере, и появляются новые идеи в архитектуре. Активно происходит переселение

жильцов в новые современные дома и благоустройство красивых жилых микрорайонов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Олейник П.П., Олейник С.П.* Организационные решения по разборке(сносу) жилых зданий типовых серий. 2008.
2. [электронный ресурс] <https://www.kp.ru/daily/26878/3921558/>
3. СП 48.13330.2011 Организация строительства
4. *Олейник П.П., Олейник С.П.* Организация системы переработки строительных отходов. 2009.
5. ВСН 41-85(р) Инструкция по разработке проектов организации и проектов производства работ по капитальному ремонту жилых зданий.
6. *Липидус А.А., Шестерикова Я.В.* Разработка математической модели оценки комплексного показателя качества при возведении многоэтажных жилых зданий// Наука и бизнес: пути развития. № 1(91). 2019.43-48с.
7. Возведение монолитных конструкций зданий и сооружений монография/[Олейник П.П., Жадановский Б.В., Синенко С.А., Кужин М.Ф., Бродский В.И., Пахомова Л.А.]; под общ. ред. П.П. Олейника; М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т – Москва. Изд. МИСИ-МГСУ, 2018. – 496 с.(Библиотека научных разработок и проектов НИУ МГСУ).

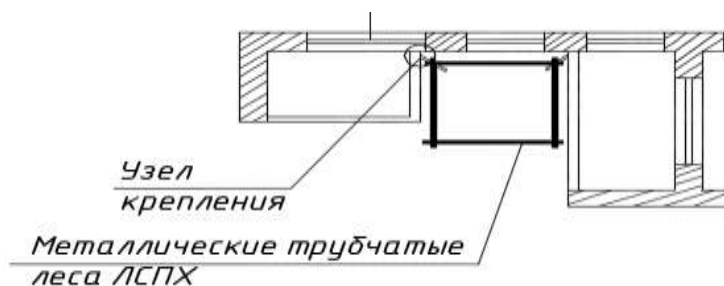
Студент 4 курса 21 группы ИСА Юрченко В.В.

Научные руководители – доц. Б.В. Жадановский, ст. преп. Л.А. Пахомова

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ ПО УСТРОЙСТВУ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ВЫНОСНЫХ ПЛОЩАДОК ИЗ ТИПОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ХОМУТОВЫХ ТРУБЧАТЫХ ЛЕСОВ

В настоящее время большинство зданий и сооружений, в частности, первого индустриального поколения, считаются устаревшими и многие из них находятся в критическом состоянии. В тоже время многие здания имеют изысканные и сложные фасады. Конструкция ЛСПХ (хомутовые трубчатые строительные леса) является незаменимым устройством при демонтаже или ремонта здания. Строительные леса – это пространственная конструкция, собранная из металлических стоек и имеющая грузоприемную площадку. Монтаж производится до определенной высоты, где надо возвести грузоприемную площадку, и крепятся к фасаду здания с помощью разжимных дюбелей. Отличительной особенностью ЛСПХ являются поворотные хомуты, благодаря которым, можно «подойти» к сложным фасадным элементам и надежно закрепить леса. Почему мы не можем использовать жесткие рамные леса? Они используются при работе с простым и ровным фасадом с не выделяющиеся архитектурой. В таких случаях жесткие рамные леса идеальный выбор. Использование рамных лесов, в этих целях, следует провести дополнительные работы по совершенству конструкции лесов и технологии монтажа.

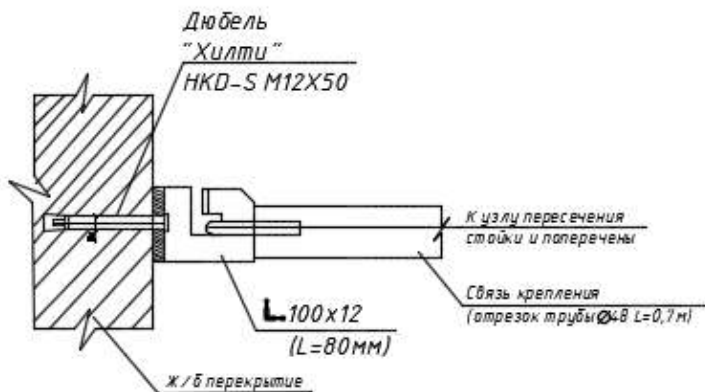
Схема привязки металлических трубчатых лесов ЛСПХ к существующим конструкциям ограждений [1].



При демонтаже здания важно соблюдать материальные и трудовые ресурсы. ЛСПХ монтируются на месте, в зависимости от ситуации и сложности объекта [2,5,6]. В основном леса в нужном объеме арендуются на весь период их эксплуатации. Это значительно дешевле, в отли-

чие от покупной выносной площадки, кроме этого, решается вопрос о хранении, так как выносная площадка требует дополнительного места хранения.

Узел крепления лесов “ЛСПХ” к ж/б перекрытию[1].



Выписка из паспорта мутовых лесов ЛСПХ-40:[3]

Диаметр трубы, мм	48
Максимальная высота, м	40 (60 по спецпроекту)
Высота рабочего яруса, м	2,0
Ширина рабочего яруса, м	1,0
Шаг по фасаду, м	1,5; 2,0; 2,5; 3,0
Максимальная нагрузка на настил, кгс/кв.м.	300; 260; 230; 200

Грузоприемная площадка из лесов может быть удобной конфигурации для производства работ в стесненных условиях при реконструкции, капитальном ремонте или ремонте внешних конструкций зданий, а также при отсутствии возможности разместить инвентарные средства подмащивания и механизмы.

Деревянные настилы для грузоприемных площадок из лесов для предотвращения возгорания обрабатываются огнезащитными составами и требуют дополнительные решения по безопасности труда. Для предотвращения пожара рядом с лесами должен располагаться противопожарный щит. Запрещаются сварочные работы, так как это способствует возгоранию и к порче фасада здания [2,4]. Грузоприемная площадка оснащена защитными деревянными настилами для предотвращения падения, как рабочих, так и строительных материалов. Рабочие должны быть оснащены монтажным поясом и страховочным тросом. Следует

организовать регулирование проезда автомашин и проход людей рядом с конструкцией [2, 4, 5, 6].

Важно соблюдать меру осторожности и правильную эксплуатацию лесов. К эксплуатации лесов допускаются работы только после полного окончания их монтажа; проверка собранного каркаса; правильность и надежность креплений; ежедневная проверка лесов перед эксплуатацией; не превышать допустимых нагрузок на леса [2]. Эксплуатация лесов не должна ухудшать экологическую обстановку на строительной площадке. Для этого леса своевременно должны очищаться от строительного мусора[2]. Конструкция лесов может быть использована практически во всех регионах строительства. Целесообразно продолжить исследования возможности применения рамных, хомутовых, клиновых и др. лесов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Проект производства работ АРХ.№301/02 ЗАО «Моспромстройинжиниринг» инженер Пахомова Л.А.
2. СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования.
3. [электронный ресурс] <https://www.metakon.ru/price/pasport-lsph-40.pdf>
4. СП 70.13330.2012 “Несущие и ограждающие конструкции”
5. *Мирошникова И.М., Синенко С.А.* Комплексная модель системы выбора рациональных решений по организации строительных процессов при возведении многоэтажных зданий//Наука и бизнес: пути развития. 2018. № 6 (84). С. 71-75.
6. *Липидус А.А., Шестерикова Я.В.* Исследование комплексного показателя качества выполнения работ при возведении строительного объекта//Современная наука и инновации. № 3 2017. 74-80с.

ПЛАНИРОВАНИЕ РЕМОНТНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА ОСНОВЕ СИСТЕМНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ

Жилищная сфера – это важнейшая сфера в экономике, которая обеспечивает необходимые потребности человека.

Нужны огромные инвестиции для проведения ремонта и совершенствования жилищного фонда. Планирование ремонтных домов имеет свою особенность на разных этапах. Календарное планирование работ имеет большие отличия по отношению к новому строительству. В основном календарное планирование используется для отдельных видов работ.

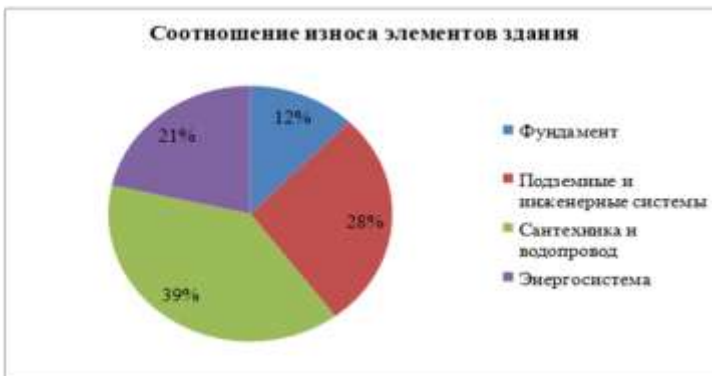
Описание исследования. Задача определения затрат на ремонт объекта недвижимости появляется уже на этапе прежде всего осмотра объекта недвижимости.

Схема обследования:

- ✓ Общий осмотр (фото).
- ✓ Знакомство с технической документацией.
- ✓ Выявление повреждений.
- ✓ Инструментальная проверка с выявлением повреждений.
- ✓ Выявление проверочных расчётов.
- ✓ Стоимость затрат на ремонт.
- ✓ Формирование заключения.

На этапе предварительного исследования объекта недвижимости у инвестора возникает необходимость определения затрат на ремонтно-строительные работы с целью оценки экономической рентабельности приобретаемого объекта недвижимости.

В исследовании ремонтно-строительные работы с учетом износа элементов строительных конструкций часто производятся также поэлементно в течение времени. В этом случае календарные планы ремонтно-строительных работ составляются на отдельные виды работ.



Основными шагами являются:

- Определение перечня строительных работ.
- Поиск базовых типовых моделей строительных работ.
- Создание нового модуля строительных работ.

Заключение.

На этапе предварительного обследования объекта недвижимости оценки затрат, на ремонтно-строительные работы могут использоваться два метода расчёта величины затрат на ремонт в зависимости от величины износа:

1. Линейная;
2. Полиномиальная.

Меньше затраты при расчёте по полиномиальной модели.

Календарное планирование ремонтно-строительных работ, обусловлена временным износом зданий, в связи с этим составляют отдельные виды работ.

Всё это позволит решать научные задачи,

отслеживать затраты на ремонт элементов и строить на их основе модели затрат на ремонт.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Volkov A.A., Chulkov V.O., Chulkov G.O., Kazaryan R.R., Kyzina O.N., Qualities of documentation management chain (part 1) / Advanced Materials Research Vols. 1065-1069, p. 2401-2404 (2015) Trans Tech Publications, Switzerland.- doi: 10.4028/www.scientific.net/AMR.1065-1069.2401.

2. Volkov A.A., Chulkov V.O., Chulkov G.O., Kazaryan R.R., Kyzina O.N., Qualities of documentation management chain (part 2) / Advanced Materials Research Vols. 1065-1069, p. 2405-2408 (2015) Trans Tech Publi-

cations, Switzerland.- doi: 10.4028/www.scientific.net/AMR.1065-1069.2405.

3. Volkov A.A., Chulkov V.O., Chulkov G.O., Kazaryan R.R., Kyzina O.N., Qualities of documentation management chain (part 3) / Advanced Materials Research Vols. 1065-1069, p. 2405-2408 (2015) Trans Tech Publications, Switzerland.- doi: 10.4028/www.scientific.net/AMR.1065-1069.2409.

4.C. Gini. - M.: Statistika [Statistics] (the latest foreign statistical researches). – transl.: Le Medi / CorradoGini.- Milano (2010)

5. Lapidus A.A., Saydaev H.L. Influence of parameters of construction company organizational structure development on the generalized index of environmental load. [Text] // Tehnologiyaiorganizatsiyastroitelnogoproizvodstva [Construction technology and organization], 1 (2012)

6. Kazaryan R.R. Aspects of economic feasibility for the transport integrated use in favor of environmental security // MATEC Web of Conferences, 193, 01009 (2018)

7. Kazaryan R.R. Reorganization of buildings in accordance with the “human-technology-nature” system // MATEC Web of Conferences, 193, 04023 (2018)

8. Kazaryan R.R., Khvan V. Environmental protection in the integrated mechanization of technological processes of high-rise construction // MATEC Web of Conferences, 193, 02023 (2018)

9. Kazaryan R.R. The “man-technology-environment” system in the management of transport service of construction industry // MATEC Web of Conferences, 193, 01008, (2018)

10. Kazaryan R.R. On certain development aspects of an ipsas-based system-target approach to evaluation of net asset sustainability level projects in high-rise construction // E3S Web of Conferences 33, 02071 (2018)

11. Khvan V., Kazaryan R.R. On certain development aspects of an ISPAS-based system-target approach to evaluation of net asset sustainability level // Journal of Physics: Conference Series 365(6),062004 (2018)

12. Ziyaltdinova G., Kazaryan R. Non-collapsible and collapsible systems for finishing buildings, constructions and their indoors // Journal of Physics: Conference Series 365(6), 062007 (2018)

СЕКЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

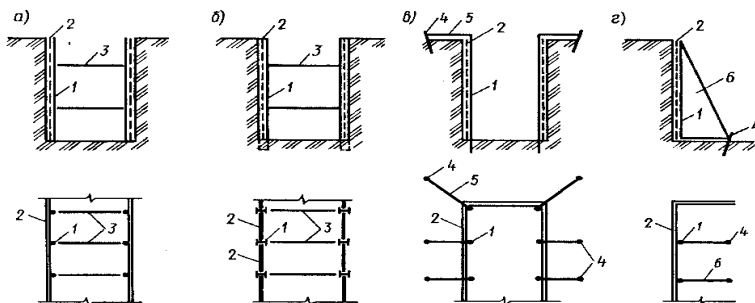
Студент 3 курса 14 группы ИСА Аветисян Р.Т.

Научный руководитель – ст. преп. Т.Х. Бидов

ВРЕМЕННОЕ КРЕПЛЕНИЕ СТЕНОК ВЫЕМОК И КОТЛОВАНОВ

На сегодняшний день известны следующие типы креплений: распорные, подкосные, консольные, консольно – анкерные, консольно – распорные. Тип конструкции крепления зависит от многих факторов: от свойств грунтов, назначения и размеров выемки, гидрогеологических свойств и условий производства работ.

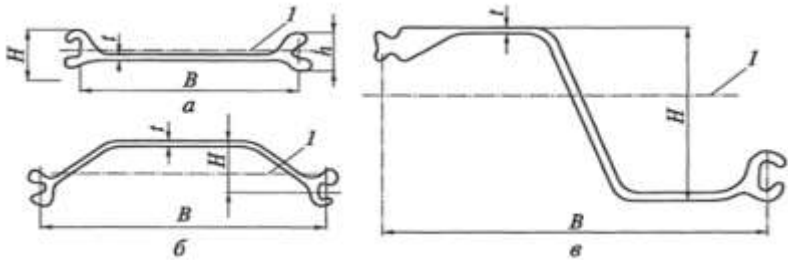
Наиболее распространенные в практике – распорные крепления. Их применяют для траншей глубиной не более 3 м. Они состоят из щитов, стоек, раздвижных распорок, рам. Стены выемок сразу же закрепляют после отрывки грунта. Такие крепления выполняют в виде деревянного или металлического шпунта, деревянных щитов с опорными стойками [1].



а) стоечно-распорное; б) консольное; в) консольно-распорное; г) анкерное; д) подкосное; 1 - щиты; 2 - стойка; 3 – распорка.

Рис. 1. Распорные крепления котлована

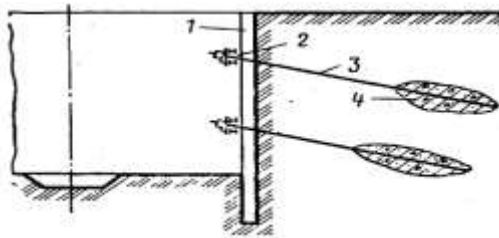
Следующим видом для крепления стенок котлована является шпунт. Он является самым дорогим, но и самым надежным видом крепления. Шпунт применяют в водонасыщенных грунтах. Его забивают на два – три метра ниже уровня дна котлована, тем самым обеспечивая его устойчивость. В качестве материала используют дерево либо металл. Металлические шпунты представлены прокатными профилями швеллера, двутавра, специально – выпускаемого прокатного профиля [2].



а) сталь шпунтовая плоская; б) сталь шпунтовая корытная; в) сталь шпунтовая зетовая; 1 - нейтральная ось; H - высота профиля шпунта; A - высота профиля замка; t - толщина шпунта; B - ширина шпунта.

Рис. 2. Схемы шпунтового крепления котлована.

Анкерное крепление предназначено для восприятия опрокидывающих сил, возникающих от действия массива грунта на шпунты, сваи. Их устраивают под углом к горизонту до 25° . Анкер состоит из металлической тяги или стального каната. Тягу одним концом крепят к конструкции стены, а другой – в грунт, инъецируя бетонным раствором [3].

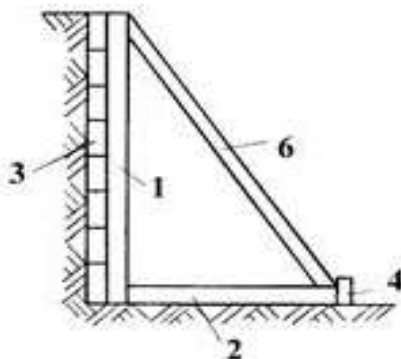


1) свая крепления котлована; 2) пояс из двух двутавров; 3) тяга анкера; 4) заделка анкера

Рисунок 3. Анкерное крепление котлована.

В случаях отрывки широкого котлована применяется подкосное крепление. Конструкции крепления расположены внутри котлована. Подкосное крепление дороже, чем анкерное, поэтому его применяют в тех случаях, когда иные формы креплений невозможны. Крепления состоят из щитов, прижимаемых к грунту и из наклонных подкосов и горизонтальных распорок. Такие системы крепления принимают в котлованах глубиной более 4-5 м [4], [5].

б) подкосное



- 1) стойка; 2) распорка; 3) щиты; 4) анкер; 5) стяжка; 6) подкос

Рисунок 4. Подкосное крепление котлована.

Из вышеперечисленных методов видно, что разработка грунта в слабых и водонасыщенных грунтах может осуществляться на большую глубину. Данные технологии позволяют инженерам охватывать огромный спектр решений по устройству котлованов. Однако в сложных условиях выбор метода должен основываться на технико – экономических показателях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ершов М.Н., Липидус А.А., Теличенко В.И.* Технологические процессы в строительстве 2016, с. 49-55
2. *Теличенко В.И., Липидус А.А., Терентьев О.М.*, Технологии строительного производства 2007, с. 59-63
3. *Ухов С.Б., Семенов В.В., Знаменский В.В., Тер-мартirosян З.Г., Чернышев С.Н.* Механика грунтов, оснований и фундаментов, с. 365-374
4. *Петрухин В.П., Колыбин И.В., Разводовский Д.Е.* Ограждающие конструкции котлованов, методы строительства подземных и заглубленных сооружений.
5. *Далматов Б.И.* Механика грунтов, основания и фундаменты 2012, с. 313-322

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ТРЕХСЛОЙНЫХ МОНОЛИТНЫХ И СБОРНО-МОНОЛИТНЫХ НАРУЖНЫХ СТЕН

Трёхслойные монолитные и сборно-монолитные стены предназначены для возведения жилых многоэтажных зданий в переставных опалубках (крупнощитовой, блочной) в районах с обычными условиями строительства, имеющих расчетную зимнюю температуру до -50°C .

Разработаны три конструктивно-технологических решения трёхслойных стен:

- монолитные с гибкими связями;
- монолитные с местными дискретными связями;
- сборно-монолитные. [1]

Внутренний и наружные слои всех типов стен выполняют из тяжелого монолитного бетона, средний слой – из пенополистирольных плит марок ППС10, ППС12, ППС13, ППС14, ППС15, ППС15Ф, ППС16Ф, ППС17, ППС20, ППС 20Ф, ППС23, ППС25, ППС30, ППС35, ППС40, ППС45 (ГОСТ 15588-2014). Толщина среднего слоя определяется теплотехническим расчетом.

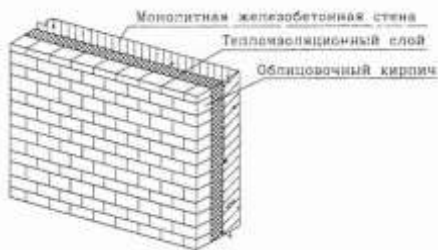


Рис.1. Общий вид трехслойной стены

Внутренний слой является несущим. Толщину слоя, класс бетона и армирование назначают из условий обеспечения прочности при действии эксплуатационных нагрузок, предела огнестойкости. Толщину слоя принимают не менее 12 см.

Наружный слой – самонесущий или ненесущий. Толщина наружного слоя по условиям паропроницаемости стены должна быть на 20% меньше толщины внутреннего слоя; её определяют согласно условиям технологичности бетонирования.

Монолитная стена с гибкими связями

Наружный слой – несущий, выполняемый из тяжелого монолитного бетона. Наружный и внутренний слои соединяются с помощью гибких арматурных связей диаметром 5 мм. Для гибких связей применяют сортовые горячекатаные низколегированные стали с повышенной стойко-

стью к атмосферной коррозии. Допускается применять обычную сталь с антикоррозионным покрытием, обеспечивающим сохранность связей в течении всего времени эксплуатации здания.

Гибкие связи устанавливают в трех уровнях по высоте этажа с шагом по длине стены не более 150 см. Необходимая длина анкеровки связей в бетонных слоях обеспечивается путем их отгиба.

Монолитная стена с жесткими дискретными связями.

Наружный слой – несущий, выполняемый из тяжелого монолитного бетона. Нагрузки с наружного слоя в пределах этажа передают на внутренний слой жесткими дискретными связями в виде железобетонных шпонок, организуемыми в уровне перекрытия. С этой целью в уровне горизонтального технологического шва наружный слой поэтажно разделяется упругими прокладками.

Сечение шпонок и шаг между ними определяют по результатам теплотехнического и прочностного расчетов. Шпонки армируют обычными сталями.

Слои монолитных стен армируют пространственными и плоскостными каркасами, отделенными стержнями. Арматура внутреннего слоя и шпонок определяется расчетом, наружного слоя – конструктивная.

Монолитные трёхслойные стены возводят поэтажно в крупнощитовых и блочно-щитовых опалубках в такой последовательности:

- устанавливают внутренние щиты опалубки;
- монтируют термоармопакеты;
- устанавливают наружные щиты опалубки;
- производят бетонирование слоев в едином технологическом цикле.

Термоармопакеты подразделяются на простеночные, подоконные и надоконные. Простеночные изготавливаются высотой на этаж, шириной не более 200 см.

Термоармопакеты включают пенополистирольные плиты, плоские каркасы, отдельные стержни, фиксаторы. Последние предназначены для удержания термоармопакета в проектном положении при бетонировании стены.

Сборно-монолитная стена.

Наружный слой – несущий; его выполняют из сборных панелей-скорлуп толщиной 8 см, которые изготавливаются из тяжелого бетона класса не ниже В12,5 в горизонтальном положении на приобъектном полигоне или в заводских условиях. Армирование скорлупы конструктивное. К скорлупам в процессе изготовления присоединяют слой утеплителя.

Панели-скорлупы с утеплителем, используемые в качестве несъемной опалубки, устанавливают в проектное положение до бетонирования внутреннего слоя.

Панели-скорлупы присоединяют к внутреннему слою за счет трех типов гибких связей:

- распорок, рассчитанных на восприятие усилий ветрового откоса;
- подвесок, обеспечивающих восприятие собственной массы панели-скорлупы;
- подкосов, предотвращающих смещение скорлуп по горизонтали нарушение слоя утеплителя.

Для гибких связей применяются сортовые горячекатаные низколегированные стали с повышенной стойкостью к атмосферной коррозии.

Вертикальные и горизонтальные стыки между панелями-скорлупами герметизируют пенополиуретаном.

Трёхслойную сборно-монолитную стену возводят поэтажно в такой последовательности:

- устанавливают внутренние щиты опалубки;
- монтируют панели-скорлупы с присоединением к ним утеплителя. С наружной стороны устанавливаются распределительные балки, которые соединяются с внутренними щитами опалубки стяжными болтами. Назначение распределительных балок – обеспечить восприятие нагрузок от свежесложенного бетона внутреннего слоя стены;
- производят бетонирование внутреннего слоя стены.

Применение трёхслойных монолитных и сборно-монолитных стен по сравнению с однослойными из легких бетонов на пористых заполнителях (керамзитобетон, аглопоритобетон) позволяет в расчете на 1 м^2 поверхности стен «брутто» снизить:

- приведенные производственные затраты на 20%;
- расход бетона и цемента на 50%;
- затраты условного топлива на 10 кг в год;

При этом повышаются расход стали до 30% и затраты труда на площадке до 20%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гликин С.М.* Прогрессивные конструкции стен: Учебное пособие – Москва: Учебно-образовательный центр при ОАО «ЦНИИПромзданий», 2011.

ПНЕВМОБЕТОНИРОВАНИЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БЕТОННЫХ РАБОТ

В данной материале рассмотрена технология производства работ при бетонировании конструкций способом пневмобетонирования. Эта технология успела себя зарекомендовать с положительной стороны на уже проектируемых объектах, поскольку имеет ряд преимуществ, по сравнению с другими методами. Кроме того, данный метод широко используется при усилении строительных конструкций, зданий и сооружений, которые находятся под защитой государства (памятников истории и архитектуры).

Суть метода пневмобетонирования заключается в том, что это нанесение на обрабатываемую поверхность пластичной бетонной смеси на мелкозернистом заполнителе. При этом смесь перемещается во взвешенном состоянии по трубопроводу со скоростью 70-90 м/с. Готовят бетонную смесь централизованно на заводе. Кроме того, приготовление смеси может быть осуществлено в мобильной бетоносмесительной установке (“Пневмобетон”) [1, 2, 5, 6].

Данный способ обладает рядом плюсов, которые будут описаны ниже.

При бетонировании данным методом водоцементное отношение будет оставаться неизменным. Стоит отметить, данное преимущество является крайне важным, поскольку данное соотношение является одним из факторов, которое сильно влияет на свойства бетона (физико-механические).

Кроме всего прочего, пыли и взвешенных веществ в воздухе (тумана) на рабочих местах становится меньше. Также, благодаря немалой скорости движения смеси, уменьшаются потери составляющих данной смеси.

Одним немаловажным плюсом также является уменьшение затрат труда на укладку одного кубометра бетонной смеси (на 20-30%). Кроме того, уровень квалификации рабочих может быть снижен.

При бетонировании другими методами (например, торкретированием) во время движения бетонной смеси по материальному трубопроводу происходит накопление статического электричества, однако при пневмобетонировании происходит снижение этого показателя.

Стоит отметить также и минус данной технологии, а именно – это увеличение расхода сжатого воздуха (примерно на 30-40%).

Данную технологию лучше всего использовать при устройстве железобетонных конструкций толщиной до 150 мм, однако при соответствующем обосновании есть возможность применения данного способа и на конструкциях большей толщины.

Также при проектировании особо сложных конструкций, данный метод необходимо опробовать на специально изготовленном фрагменте (он должен быть изготовлен в натуральную величину).

Стоит отметить, что необходимо при производстве работ способом пневмобетонирования соблюдать требования, которые будут описаны ниже [2, 3, 4].

Нанесение бетонной смеси должно производиться перпендикулярно как к вертикальной поверхности, так и к горизонтальной.

Необходимое расстояние от сопла до рабочей поверхности должно составлять 0,7-1,2 м с целью максимального уменьшения “отскока” и для того, чтобы предостеречь от преждевременного обрастания арматуры бетонной смесью.

Во время возникновения признаков сползания бетонной смеси важно сделать тоньше наносимый слой.

Бетонная смесь должна быть нанесена при вертикальном перемещении сопла (сопло движется поступательно).

Высота слоя, который наносится, должен быть меньше пятнадцати миллиметров – при устройстве горизонтальных поверхностей (нанесение осуществляется снизу вверх).

Высота слоя, который наносится, должен быть меньше двадцати пяти миллиметров – при устройстве вертикальных поверхностей;

Высота слоя, который наносится, должен быть менее пяти сантиметров – при устройстве горизонтальных поверхностей (нанесение осуществляется сверху вниз);

Перед тем, как нанести первый слой на опалубку или затвердевший бетон, необходимо заранее подготовить данную поверхность. Для этого специально изготавливают мелкозернистую бетонную смесь (она должна быть изготовлена на мелком песке), которая призвана уменьшить потери составляющих бетона. При этом толщина слоя этой смеси не должна превышать 10 мм.

Перед тем, как нанести последующий слой, необходимо дождаться окончания схватывания предыдущего.

Порой при работе возникают перерывы. В таких случаях, при необходимости нанесения следующего слоя поверхность ранее уложенного бетона должна быть увлажнена.

После нанесения последнего слоя на его поверхности могут оказаться неровности. Поэтому для выравнивания поверхности используют раствор на мелком песке. Сначала его наносят на невыровненную по-

верхность, после чего заглаживают. В результате чего образуется ровная, готовая поверхность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ершов М.Н., Липидус А.А., Теличенко В.И.* Книга 5. Технологии монолитного бетона и железобетона. 2016.
2. *Олейник П.П.* Организация строительного производства. 2010.
3. *Синенко С.А., Мамочкин С.А., Жадановский Б.В.* Основы нормативной базы в строительстве. 2016.
4. *Ширишков Б.Ф., Синенко С.А., Жадановский Б.В.* Организационно-технологические решения по безопасности труда в проектах производства работ. 2015.
5. СП 48.13330.2011. Организация строительства. 2011.
6. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции. 2013.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ НАТЯЖЕНИЯ КАНАТНЫХ АРМАТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ БЕЗ СЦЕПЛЕНИЯ С БЕТОНОМ

В последнее время все большее развитие получает технология преднапряженного монолитного железобетона, осуществляемая непосредственно на строительной площадке при возведении зданий и сооружений.

Возможно применение двух системы преднапряжения монолитного железобетона с предварительным натяжением арматуры:

- обеспечение сцепления напрягаемой арматуры с бетоном;
- без сцепления напрягаемой арматуры с бетоном.

Технология натяжения напрягаемой арматуры с обеспечением сцепления с бетоном заключается в пропуске арматуры, напрягаемой на бетон, в специальные каналы. Поэтому перед бетонированием в опалубку устанавливают каналобразователи в форме стальных труб или стержней с наружной проволочной обмоткой и специальной смазкой.

Во избежание сцепления с бетоном стальные трубы или стержни через каждые 15—20 мин поворачивают вокруг оси, а через 2—4 ч после окончания бетонирования их извлекают. Извлекаемые каналобразователи применяют при длине канала до 6 м.

По достижении бетоном проектной прочности через каналы протягивают арматуру в виде пучков высокопрочной проволоки или стальных канатов. Натягивают арматуру гидравлическими домкратами.

Технология предварительного напряжения без сцепления с бетоном заключается в армировании бетонных конструкций стальными арматурными канатами (монострэндами) покрытыми непрерывной полимерной оболочкой с прослойкой из специального антикоррозионного состава.

Раскладка арматуры выполняется строго по эпюре момента в поперечных и продольных направлениях. В пролетной части канатная арматура изгибается вниз, а над опорами вверх.

Передача усилий от каната на бетон осуществляется через установленные на торцах конструкции анкерные устройства. Которые разделяют на глухие и тяжные анкеры. Глухой анкер фиксирует конец каната на торце конструкции, а тяжной анкер закрепляет канат после напряжения.

Предварительное натяжение со сцеплением напрягаемой арматуры с бетоном имеет ряд недостатков: инъецирование каналов возможно производить только при температуре выше +5°C, минимальный диаметр канала 50 мм, закладывание труб для образования каналов и после-

дующим поворотом каждые 20-30 минут в течение 2-4 часов, что приводит к повышению трудоемкости.

Эти недостатки решаются путем применения предварительного натяжения без сцепления напрягаемой арматуры с бетоном. Используется при устройстве тонких перекрытий, силовых полов по грунту и так далее. Технология предусматривает использование семипроволочных канатов в оболочке («моностенд») с двойной антикоррозийной защитой, а в практике проектирования наибольшую эффективность показали диаметры от 12 до 15,7 мм.

Отличительной особенностью также является комплекс технологических операций по натяжению канатных арматурных элементов, который включает в себя:

- подготовительные мероприятия к натяжению канатных арматурных элементов, в том числе мероприятия по подготовке плиты перекрытия;

- натяжение и фиксация канатных арматурных элементов;
- технология контроля усилия натяжения канатной арматуры;
- обрезка концов канатной арматуры;
- мероприятия по заделке карманов.

Работы по натяжению канатных арматурных элементов выполняются рабочим звеном, состоящим из двух монтажников и оператора по обслуживанию насосной станции и гидродомкрата.

Процесс натяжения канатных арматурных элементов производится после подготовки оборудования, подведения оборудования к узлам вывода концов канатной арматуры и осуществления страховки насосной станции и рабочего персонала при помощи страховочных поясов и стальных тросов.

Натяжение канатных арматурных элементов может производиться как до, так и после демонтажа опалубки плиты перекрытия, при этом перед натяжением канатной арматуры в рамках подготовки плиты перекрытия необходимо демонтировать торцевую опалубку.

В случае, если натяжение канатных арматурных элементов производится после демонтажа опалубки, необходимо под плитой перекрытия оставлять временные опоры в середине пролетов ригелей и второстепенных балок.

Натяжение канатных арматурных элементов представлен в комплексе мероприятий и осуществляется по следующей последовательности.

На канатную арматуру надевается обойма анкера клинового плитного (АКП-1) со вставленными в нее конусными губками. После установки АКП-1 на канатную арматуру устанавливается гидродомкрат с упором вплотную к губкам АКП-1 для работы с цанговыми зажимами. Затем в гидравлический контур гидродомкрата при помощи насосной

станции подается давление, шток гидродомкрата перемещается назад, полуавтоматический зажим захватывает канатную арматуру и производит ее натяжение.

Натяжение канатной арматуры производится последовательно для каждого элемента до тех пор, пока давление в контуре не вырастет до необходимого усилия на канатной арматуре. После достижения необходимого усилия натяжения канатной арматуры гидродомкрат приводится в исходное положение, полуавтоматический зажим открывается и гидродомкрат снимается с канатной арматуры.

Натяжение канатных арматурных элементов производится только на элементах полностью забетонированных в плите перекрытия в один этап до расчетного значения усилия натяжения.

Контроль усилия натяжения канатных арматурных элементов осуществляется по давлению в гидравлическом контуре при помощи образцового тарированного манометра, установленного на прямой ход гидродомкрата и по удлинению канатного арматурного элемента после окончания натяжения.

Все результаты контроля усилия натяжения канатной арматуры оформляются в виде протоколов.

Данный способ производства использовался при строительстве ТРЦ «Ереван плаза», жилое здание «Дом Альянса», БЦ «Газойл плаза» и многие другие здания г. Москвы, г. Санкт-Петербурга. Показал свою технологическую эффективность.

Практика проектирования, осуществляемые компаниями АО «КТБ ЖБ», АО «СТЭФС», показывают, что использование системы предварительного натяжения без сцепления напрягаемой арматуры с бетоном экономит трудозатраты на производство работ на 10-20%, так как не требуется оставлять дополнительные конструктивные отверстия в монолитных конструкциях, так же сроки возведения конструктивной части сократилось на 14%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Латышев В.В., Леонович С.Н.* Технология предварительного напряжения монолитных железобетонных конструкций в построечных условиях – Мн., БНТУ, 2014. – 45 с
2. СТО 94430617-СП-2015 Система преднапряжения монолитных железобетонных конструкций

Студентка магистратуры 1 года обучения 23 группы ИСА Гнатусь М.А.

Научный руководитель – доц., канд.экон. наук И.Н. Дорошин

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ МЕТОДОМ НАТЯЖЕНИЯ АРМАТУРЫ

Железобетон – искусственный материал, состоящий из бетона и стальной арматуры, которые составляют единое целое и работают совместно за счет выгодного сочетания физико-механических свойств этих материалов.

Открытие железобетона произошло во второй половине XIX и на протяжении всего времени его использования человечество интересовал вопрос: как повысить прочность получаемых железобетонных элементов?

Одним из таких способов является предварительное натяжение арматуры. Предварительно напряженные конструкции – железобетонные конструкции, в которых создаются сжимающие усилия до начала приложения нагрузок. Их создание происходит в той зоне конструкции, которая в процессе эксплуатации будет растянут (нижний пояс). Данный процесс достигается путем натяжения высокопрочной арматуры.

В настоящее время есть два способа натяжения арматуры: на упоры и на бетон. Первый способ применяют до бетонирования конструкции, а второй – после твердения бетона. Предварительное напряжение используют как в сборных, так и в монолитных конструкциях и сооружениях, однако в последних больше распространено натяжение на бетон, именно на этом способе я бы хотела акцентировать свое внимание в данной статье.

При натяжении на бетон сначала изготавливается бетонный или слабоармированный элемент, но прежде в нем устраиваются специальные каналы для пропуска арматуры. Они представляют собой стальные гофрированные трубки, резиновые шланги и стальные трубы. Для беспрепятственного пропуска арматуры диаметр каналов должен быть больше на 5-15 мм.

Если используются резиновые каналобразователи, то после бетонирования (2-4 часа) шланг убирают. Стальные трубы через каждые 15-20 минут после укладки бетонной смеси немного вращают вокруг собственной оси, а через 2-4 часа полностью извлекают с помощью лебедки.

Любые извлекаемые каналобразователи применяют при сравнительно небольших пролетах конструкций (до 6 метров).

Гофрированные стальные трубки используются в большепролетных конструкциях, они являются неизвлекаемыми.

Далее через подготовленные каналы протягивают стержни арматуры или стальные канаты, после чего в зазор между арматурой и стенкой канала под давлением подают раствор. Данная процедура необходима для защиты арматуры от коррозии и для создания сцепления арматуры с бетоном.

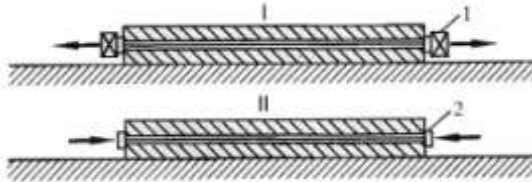


Рис.1. Схема создания предварительного натяжения арматуры на бетон
1 – домкрат, 2 - анкер

Натяжение арматуры производится с помощью гидравлических домкратов, которые опираются непосредственно на торцы бетонной конструкции. Один конец арматурного пучка запрессовывают в стаканый анкер, а другой с помощью цангового зажима закрепляют в противоположном торце канала. После вышеописанных процедур и проверки всех систем приступают непосредственно к натяжению.

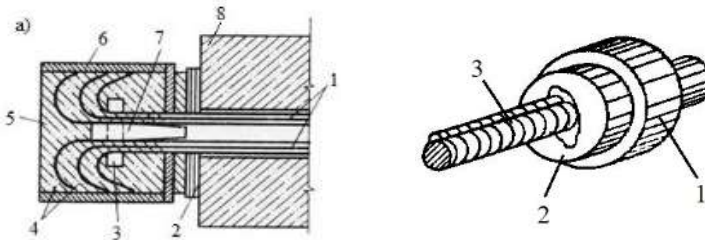


Рис.2. Крепление концов напрягаемой арматуры

- а) Стаканный анкер: 1 - напрягаемая арматура; 2 – стальные шайбы; 3 – кольцо; 4 – крюки на концах арматуры; 5 – бетон, запрессованный в анкер; 6 – стальной стакан; 7 – стальной стержень; 8 – преднатягаемая конструкция. б) Цанговый зажим: 1- гильза; 2 – обжимное кольцо; 3 – стержень с нарезкой

Натяжение происходит ступенями по 30-50 кг/см² до тех пор, пока значение на манометре не достигнет проектного. Затем давление в сис-

теме увеличивают на 5% и держат еще 5 минут. После этого давление плавно понижают до окончания натяжения и фиксации арматуры.

Усилие натяжения, созданное в арматуре после снятия домкратов, передается на бетон с помощью анкерных устройств и обжимает его. За счет этого в бетоне создаются сжимающие усилия. Поскольку натяжение арматуры происходит в растянутой зоне конструкции, находящейся ниже центра ее тяжести, то после прекращения воздействий арматура старается сжаться, приобрести прежнюю длину, за счет чего конструкция приобретает выгиб. Поэтому во время приложения эксплуатационной нагрузки конструкции необходимо сначала принять «обычное» состояние, а после этого она будет приобретать прогибы.

Так в чем же преимущества натяжения арматуры на бетон?

1. Возможность создания большепролетных конструкций (монолитных или из блоков). К таким конструкциям можно отнести: мосты, балки, плиты перекрытий, оболочки, а также силосы, резервуары, высотные сооружения;

2. Возможность создания конструкций сложной формы при использовании канатов, что повышает эффективность армирования;

3. Повышенный момент трещинообразования конструкции. Высокая трещиностойкость повышает жесткость, сопротивление динамическим нагрузкам, долговечность;

4. Достижимый экономический эффект за счет применения высокопрочной арматуры.

К недостаткам данного метода относится следующее:

1. Наличие сложного спецоборудования, точных расчетов, трудоемкого конструирования, обученных кадров;

2. Бережное хранение, транспортировка и монтаж, чтобы не вызывать аварийного состояния до начала использования конструкции;

3. Дороговизна используемых материалов.

В заключении можно отметить, что при всех имеющихся недостатках способ натяжения арматуры на бетон активно используется строителями за счет повышения прочностных характеристик железобетонных конструкций в сочетании с положительным экономическим эффектом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Теличенко В.И., Терентьев О.М., Ланидус А.А.* Технология строительных процессов. Часть II. М., 2005. С. 50-55.
2. *Байков В.Н., Сигалов Э.С.* Железобетонные конструкции. Общий курс. М., 1991. С. 60-65.

*Студент 4 курса 16 группы ИСА Бабушкин Е.С.
Студентка 4 курса 13 группы ИСА Зуева Д.Д.
Научный руководитель – преп. А.Ю. Юргайтис*

ТЕХНОЛОГИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИТНЫХ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Современное промышленное и гражданское строительство требует гибких объемно-планировочных решений, обеспечивающих комфортное пребывание пользователей внутри зданий и большие свободные площади. Это достигается путем сведения к минимуму неудобств, связанных с пересечением используемых внутренних площадей зданий с проектируемыми конструкциями. В железобетонном несущем каркасе зданий это сводится к увеличению шага вертикальных несущих конструкций, что приводит к увеличению пролетов горизонтальных несущих конструкций. Использование в данном случае балок и ферм зачастую не допустимо в виду больших габаритов поперечного сечения и отсутствия возможности уменьшения высоты этажей при их использовании. К тому же, тенденции современной строительной отрасли таковы, что при производстве всевозможных строительных конструкций желательно уменьшение материалоемкости.

В таких случаях в качестве горизонтальных несущих конструкций наиболее целесообразно использование композитных сталежелезобетонных балок, пролетами до 12 и более метров. Авторами данной статьи предложена принципиальная технология изготовления таких конструкций. Важным аспектом данной тематики и подтверждением ее новизны является то, что на сегодняшний день в России не известны подобные конструкции и технологии изготовления композитных балок.

Предложенные авторами конструкция и технология изготовления сталежелезобетонных балок состоит в следующем. Конструкция сталежелезобетонной балки (Рис. 1, Рис. 2) представляет собой сварную стальную несъемную опалубку, состоящую из полки и двух стенок из листовой стали, и бетонного профиля, армированного пространственным каркасом. При этом на внутреннюю грань стенок металлической части балки привариваются равномерно расположенные по длине балки арматурные прямолинейные выпуски с целью увеличения сцепления бетона с металлическим профилем балки. Также в боковой грани балки пустотообразователями могут устраиваться специальные сквозные отверстия с целью пропуска или заведения в них арматурных выпусков при устройстве монолитных железобетонных плит перекрытий. Крепление данной конструкции балки к другим несущим конструкциям зда-

ния может осуществляться путем сварки металлического профиля балки с металлическими закладными деталями вертикальных несущих конструкций. Также возможен вариант крепления данных балок на анкерные болты, выпущенные из консоли колонны. Защита металлических деталей от коррозии осуществляется путем обработки всех поверхностей металла защитными лакокрасочными составами. Монтаж балок осуществляется с помощью кранов за установленные в теле балки монтажные или инвентарные петли.

Заявленная балка обладает высокой жесткостью к изгибу благодаря высокой прочности железобетонного профиля на сжатие и высокой прочности стального профиля на растяжение. По предварительным расчетам, балки данной конструкции могут нести нагрузку с перекрытия до $1,5 \text{ т/м}^2$ при пролете 6 м и высоте поперечного сечения 20 см, до $1,4 \text{ т/м}^2$ при пролете 12 м и высоте поперечного сечения 50 см.

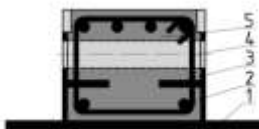


Рис. 1. Поперечный разрез сталежелезобетонной балки.



Рис. 2. Продольный разрез сталежелезобетонной балки.

1 – стальной профиль, выполняющий роль несъемной опалубки; 2 – пространственный арматурный каркас; 3 – арматурные выпуски для увеличения сцепления бетонного и стального профилей; 4 – отверстия для пропуска арматурных выпусков при устройстве монолитных железобетонных перекрытий ; 5 – бетонный профиль.

Предложенная конструкция балки может использоваться при устройстве сборных и монолитных железобетонных балочных перекрытий (Рис. 3, Рис. 4), а также перекрытий по деревянным балкам (Рис. 5).



Рис. 3. Пример использования сталежелезобетонной балки при устройстве монолитного железобетонного перекрытия.



Рис. 4. Пример использования сталежелезобетонной балки при устройстве монолитного железобетонного перекрытия по профилированному листу.



Рис. 5. Пример использования сталежелезобетонной балки при устройстве перекрытия по деревянным балкам.

Таким образом, благодаря большей жесткости на изгиб и прочности, применение предложенной конструкции сталежелезобетонных балок приведет к уменьшению габаритов поперечных сечений горизонтальных несущих конструкций и увеличению пролетов таких конструкций, при этом величина полезной нагрузки на данную балку также будет увеличена, по сравнению с типовыми стальными и железобетонными балками.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции.
2. СП 266.1325800.2016 Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования
3. Глазунов Ю.В. Техничко-экономические исследования и область применения сталежелезобетонных конструкций//Коммунальное хозяйство городов, 2008.
4. Бабалич В.С., Андросов Е.Н. Сталежелезобетонные конструкции и перспектива их применения в строительной практике России. Успехи современной науки, 2017.

Студент 4 курса 13 группы ИСА Кодзоев М-Б. Х.

Студент 4 курса 17 группы ИСА Исаченко С.Л.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. А.С. Болотова

ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ОТСЕЧНОЙ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ

В последние годы по всей России наблюдается волна присуждения зданиям и сооружениям статуса объекта культурного наследия, которое в свою очередь приводит к необходимости их реконструкции.

Возраст зданий и сооружений имеющие архитектурную, историческую или культурную ценность, как правило, превышает одно столетие. Эти объекты возводились по старинным технологиям, несоответствующим актуальным, на данный момент, нормам даже без учета износа.



Рис. 1. Реконструкция здания «Концертный зал».

Здание, возведенное из бутовых фундаментов, из деревянных перекрытий и покрытий в совокупности с изменениями во времени стали небезопасными и ненадежными.

Значительная доля таких зданий находится в Москве и в Санкт-Петербурге, где спрос на недвижимость особенно высок. Реконструкция таких объектов позволяет увеличивать их площадь, изменять их функциональность, превращать объекты архитектурного, исторического, культурного наследия в безопасные, современные, удобные в экс-

плуатации здания, в связи с этим реконструкция в данных районах особенно востребовано.

При реконструкции здание особое внимание уделяется укреплению и гидроизоляция существующих фундаментов, усиление основания, стен, перекрытий, дорогостоящие фасадные работы.

Одна из основных задач реконструкторских работ это восстановление горизонтальной гидроизоляции. Отсутствие ее приводит к капиллярному всасыванию, через щели и полости вода поднимается вертикально вверх, что под воздействием температуры снижает несущую способность фундамента и приводит к нарушению декоративности и к образованию грибка. Данную проблему можно решить с использованием горизонтальной отсечной гидроизоляции.

Горизонтальную отсечную гидроизоляцию выполняют следующим образом:

1) Производят работы по очистки поверхности и делают разметку мест бурения. В стене делаются шпуровые отверстия диаметром 18 мм и с шагом 150 мм в шахматном порядке, в два ряда. Глубина шпура составляет $2/3$ от толщины стены в месте прохода, с запасом 5-10 см, с противоположной стены. Шпуры должны располагаться равномерно по инжектируемому участку под углом $30-45^\circ$ к поверхности. При этом нижняя отметка шпур должна превышать уровень грунтовых вод не менее чем на 100 мм.

2) Далее производят работы по очистки отверстий от пыли и грязи и других частиц, которые будут препятствовать распределению гидроизоляционного материала.

3) После забивки шпуров, при обнаружении локальных крупных пустот в основании шпуров (по месту) необходимо произвести ремонтные работы по их устранению, смесью, усиливающей несущую способность кладки. Затем после истечения 3-х суток, повторно производят работы по разбуриванию локально усиленных мест.

4) Следующим шагом, прежде чем начать работы по внедрению смеси устанавливаются пакеры с обратным клапаном, для предотвращения вытекания раствора. И только после этого производят работы по нагнетанию инъекционного состава. Раствор подается под давлением до 10 атмосфер. Не ранее чем через 5-ть часов, необходимо произвести «допрессовывание» смеси (Рис. 2).

5) После схватывании раствора, пакеры срезаются заподлицо с поверхности стены. Отверстия заделываются раствором.



Рис 2. Подключения пакеров к насосу

Своевременно отреставрированная кровля, правильно разработанная и качественно выполненная вертикальная планировка, устройство эффективно работающей гидроизоляции, а также правильное совмещение и последовательность технологических строительных процессов позволят сделать реставрируемые здания надежными, безопасными, а также вернуть первоначальный облик, утерянный ими.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гусев Н.И., Кочеткова М.В., Паршина К.С.* Из опыта реставрации старых зданий / Н.И. Гусев, М.В. Кочеткова, К.С. Паршина // Региональная архитектура и строительство. 2014. № 1 (18). С. 128-132.
2. *Гусев Н.И., Кочеткова М.В., Паршина К.С.* Особенности реставрации культовых зданий / Н.И. Гусев, М.В. Кочеткова, К.С. Паршина // Наука и образование: Проблемы развития строительной отрасли: труды Международная научная конференция Пенза: ПГУАС, 2012. С.52-54.
3. *Гусев Н.И., Кочеткова М.В.* Качество реконструкции зданий / Н.И. Гусев, М.В. Кочеткова // Современное состояние и перспективы развития строительной отрасли: труды Международная научная конференция Пенза: ПГУАС, 2011. С.111-113
4. Реновир-Микросил [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.renovir.ru/produkcziya/gidroizolyacziya/ximicheskaya-otsechnaya-gidroizolyacziya/renovir-mikrosil.html> (дата обращения 04.03. 2019).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИБКИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РЕНОВАЦИИ

В статье сделан обзор зарубежной и отечественной научной литературы. В условиях влияния процесса реновации на строительную отрасль все большее значение имеет применение технологий, обладающих свойством гибкости, а именно способных адаптироваться к динамике внешних и внутренних воздействий, поддерживая на достаточном уровне эффективности показатели функционирования.

Качество и комфортность проживания в сложившиеся в XX веке в районах совсем не соответствует современным требованиям и действующим нормативным документам. Износ домов (преимущественно пятиэтажных) составляет более 41%. Теплофизические характеристики зданий в 3–4 раза меньше нормативных показателей. Массово строящиеся с конца 1950-х до середины 1970-х годов пятиэтажные кварталы бесплатного жилья были задуманы как временное решение проблемы переселения людей из бараков и коммунальных квартир, расселения работников вокруг промышленных предприятий (в основном ныне не действующих, территории которых подлежат реорганизации). Эти проблемы были решены, но кварталы сохранились. Капитальный ремонт не позволяет решить весь комплекс проблем пятиэтажного жилого фонда. В частности, потому что средств фонда капитального ремонта не хватает. Поэтому жилищную политику города Москвы характеризует реализация программы реновации.

Реновация – программа, которая направлена на переселение жильцов из ветхого малозэтажного жилого фонда, построенного в 1957—1968 годах, с последующим сносом этих домов и новое строительство на освободившейся территории.

В отличие от негибких, гибкие строительные технологии обладают свойствами вариантности, модульности, а так же информативности. Так как вышеназванные технологии обладают большим потенциалом экологической безопасности, который позволяет значительно снижать нагрузку от строительной деятельности на окружающую среду, то их исследование является актуальным в настоящее время.

Внедрение гибких строительных технологий на стадии строительства нового жилья по программе реновации позволит повысить экономическую эффективность на 3-5% за счет использования информационного моделирования всего здания как целостного объекта.

Использование классических принципов раздельного содержания информации об объекте нового строительства в ходе реновации приводит к коллизиям, которые могут возникнуть в результате архитектурно-конструктивных изменений на стадии возведения или ошибок на стадии проектирования. Исправление данных недочетов ведет к увеличению итоговой стоимости строительства 1м² готового жилья.

Под использованием гибкой строительной технологии подразумевается использование объектно-ориентированной цифровой BIM модели всего здания.



Рис.1 Пример цифровой модели BIM всего здания

BIM - **Информационное моделирование зданий** или же сокращенное от английского языка - Building Information Modeling).

Раньше в истории строительства было много случаев, когда уже после окончания строительства по его реальным характеристикам изменялось само предназначение объекта либо накладывались различные ограничения на условия его эксплуатации.

В результате использования BIM-модели, изменение элемента, параметра в одном месте отражается на всей модели в целом.

В идеале BIM – это виртуальная модель всего здания.

Так образом, важной задачей является внедрение информационного моделирования зданий. Применение данных технологий позволяет повысить эффективность, точность, скорость, координацию, а самое главное, согласованность выполнения проекта. Это важный фактор для владельцев, архитекторов, инженеров, подрядчиков и других специалистов строительной сферы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Киевский И.Л.* Реновация. Крупномасштабный городской проект рассредоточенного строительства. – М.: Русская школа, 2018 – с. 196.

2. *Талапов В.В.* Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 392с.: ил.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДЕСТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ НА НАДЕЖНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Одной из важнейших характеристик строительной компании является её технологическая надежность, зависящая от множества факторов, в том числе от выбора отвечающей условиям производства строительных работ технологии возведения здания.

В настоящее время существуют две наиболее масштабно применяемых технологии возведения жилых многоквартирных домов: монолитное бетонирование и панельное строительство.

Технология возведения монолитных зданий и сооружений была изобретена относительно недавно, но она быстро заняла достойное место в соответствующей нише и нашла массовое применение. Монолитные конструкции отличают такие неоспоримые достоинства, как неограниченные возможности применения самых разных архитектурных и планировочных решений, что особенно важно для строительства жилых домов; длительный срок службы здания по сравнению с панельными, кирпичными, блочными и другими зданиями. Наряду с положительными моментами необходимо сказать и о рисках [1], связанных с монолитными работами. Это высокая сложность технологии, требующая наличия квалифицированных кадров; увеличение и без того немалых по сравнению с панельным домостроением сроков строительства по причине зависимости от погодных условий; снижение качества итоговой продукции при несоблюдении установленной последовательности технологических процессов. Названные особенности напрямую влияют на надежность и устойчивость строительства. Особенно ощутимое влияние оказывает человеческий фактор: ошибки, допускаемые работниками при приготовлении бетонной смеси для замоноличивания; при сборке пирога стен, на этапах укладки утеплителя и устройства внешней и внутренней отделки; при несоблюдении сроков выдерживания железобетона, необходимых для схватывания и набора прочности, невыполнении правил ухода за бетоном. Всё это определяет качество будущей постройки, вызывает задержки, ввиду необходимости исправления ошибок, отклонение от календарного графика и срыв запланированного срока окончания работ, не исключено так же возникновение потребности в дополнительных материальных затратах, то есть нежелательное увеличение стоимости строительства.

Технология возведения монолитных зданий представляет собой последовательность определенных действий, производимых в строгом соответствии с нормативной документацией: установку опалубки в определенное проектное положение; вязку арматуры; укладку бетонной смеси по графику, включая периоды схватывания, затвердевания, набора прочности, ухода за бетоном; распалубку. Не допускается приступать к возведению последующего этажа до набора прочности конструкциями предыдущего, поскольку это может привести к деформациям. [2]

Панельное строительство за многолетнюю практику зарекомендовало себя как эффективное, быстрое и недорогое. Главными положительными чертами данной технологии являются простота монтажа, короткие сроки строительства, высокая заводская готовность панелей, значительно снижающая влияние человеческого фактора. К недостаткам можно отнести ограниченность архитектурных решений ввиду унификации элементов; потребность в специальной мощной технике, позволяющей перемещать на строительной площадке и монтировать элементы, вес которых может колебаться в пределах десяти тонн; наличие межпанельных швов, что снижает уровень звукоизоляции и увеличивает теплопотерю.

Актуальным в наши дни является панельно-каркасное строительство из структурных изолированных панелей. Преимущество СИП-технологии заключается в относительной простоте и сжатых сроках. [3]

Устройство пола первого этажа по указанной технологии подразумевает обязательную обработку нижней части СИП-панелей гидроизоляционным средством, данные меры позволяют увеличить срок безремонтной эксплуатации будущего здания. Панели соединяются между собой посредством заводских соединений типа шип-паз с использованием монтажной пены, фиксируются при помощи саморезов и обшиваются деревянными досками. Наиболее ответственным моментом является установка нижней обвязки. Здесь необходимо детальное соблюдение предписаний проекта, поскольку от этого зависит правильность монтажа всех последующих этажей. В первую очередь производится заблаговременная маркировка панелей. Затем по деревянному каркасу ведется сборка стен, которую начинают с угловых панелей. Корректность установки контролируется с помощью строительного уровня. После обработки верхней части установленных в проектное положение СИП-панелей первого этажа монтажной пеной приступают к укладке плит перекрытия. Последующие этажи возводятся в описанном выше порядке.

Применение любой, даже самой простейшей технологии неизбежно сопряжено с рисками, однако следует стремиться к их минимизации с

целью повышения организационно-технологической надежности производства. [4] Соотношение положительных качеств выбираемой для конкретного объекта технологии и возможных рисков, связанных с ней, должно обеспечивать эффективность и рентабельность. Приведем простейшую формулу для определения соотношения:

$$A = \frac{P}{R}, \text{ где}$$

P – совокупность положительных качеств,

R – совокупность возможных рисков.

Соотношение A призвано определить степень предполагаемой эффективности принятой к реализации технологии в текущих условиях конкретной строительной площадки. Оптимальное значение A стремится к нулю. Идеальное значение соотношения, при котором $A=0$, в реальности недостижимо.

Выбор оптимального технологического решения – важная и ответственная задача, требующая скрупулёзного анализа всех возможных вариантов и условий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Абрамов И.Л., Сараева Д.С.* Исследование системотехнических принципов организации строительного производства в условиях рисков и неопределенности // Наука и бизнес: пути развития. –2018. - №11 (89) С. 16-22.
2. *Герасимов Р.А.* Комплексный подход к применению инновационных материалов при бетонировании вертикальных несущих конструкций из монолитного железобетона // Дни студенческой науки – 2018. С. 1220-1222.
3. *Чотулов В.Ю.* Анализ и совершенствование технологии монтажа домокомплектов из SIP в России // Символ науки – 2017г.
4. *Жавнеров П.Б., Гинзбург А.В.,* Повышение организационно-технологической надежности строительства за счет структурных мероприятий // Вестник МГСУ – 2013.

ПРИМЕНЕНИЕ BIM ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

BIM расшифровывается как Building Information Modeling и в переводе с английского языка обозначает "информационное моделирование зданий". По аббревиатуре можно предполагать, что BIM технология применяющаяся в строительной отрасли. Впрочем, каждый по-своему понимает данный термин.

Многие думают, что под аббревиатурой BIM скрывается программное обеспечение которое создает 3D модели зданий. Но нельзя дать такого простого определения. Эта модель представляет собой полную информацию о здании. BIM технологии в проектировании опирается на создании цифрового прототипа трехмерной модели здания или сооружения, но в данном случае модель представляет собой не только текстуры и геометрические элементы. Но на самом деле это модель, состоящая из виртуальных 3D-элементов, обладающих физическими свойствами, которые будут реализованы в реальности. Эта технология и дает возможность спроектировать информационную модель здания, определить все процессы еще до начала строительства, которые будут в нем осуществляться.

Помимо этого, BIM дает возможность совершенно нового подхода к участию в коллективном процессе, где представители каждой из сторон совместно создают и используют информацию по проекту. Это позволяет им принимать обоснованные решения в ключевых точках жизненного цикла объекта строительства. Все представители сторон процесса - заказчик, инженер, архитектор, конструктор, эксперт, сметчик, планировщик - имеют доступ к ресурсу, где находится достоверная, актуальная и хорошо структурированная информация, которая подлежит машинной обработке.

В чем же заключаются преимущества BIM-технологии?

Первое - это сокращение времени проектирования. Автоматическое изменение чертежей при внесении корректировок, оптимизация графиков и более точное планирование. При этом возможность быстрого подсчета объемов материала. Точная оценка стоимости строительства и осуществление постоянного мониторинга затрат.

Второе - это получение более качественных проектов, при грамотном использовании BIM технологии. Конечно, он не заменит профессионализм проектировщика или планировщика. Результат будет более высокого качества, если в процессе работы команды проводится коор-

динация моделей по дисциплинам, а модель регулярно проходит и другие автоматизированные проверки.

Третье – это финансовые затраты. Результаты анализов проектов показали, что при применении технологии BIM затраты на строительство сократились до 10%. Так же примененная BIM технология для создания проектной документации необходимой для выполнения работ при возведении позволит избежать многих ошибок при строительстве и сэкономить финансовые средства.

Даже если при проектировании были применены традиционные технологии, и BIM технология не применялась, то все равно полезно создать объемную модель по чертежам, перед началом строительства. Обычно на 3D-модели можно обнаружить много проблем которые не заметны в традиционных проектах, которые заставляют изыскивать средства на их переделку и устранение.

Применение BIM-технологий позволяет объединить различные разделы и решения в одном многомерном пространстве. Заказчик может увидеть результат строительства до его начала. Очень часто «3D визуализацию» проекта сравнивают с «4D» и даже «5D». Это говорит о том, что можно рассмотреть объект со всех сторон снаружи и пройти по внутренним помещениям. Также BIM-технология позволяет использовать актуальный вариант проекта сразу всем участникам.

Обычно BIM-моделирование объекта производится следующим образом: создается техническое задание в форме чертежей, на его базе формируется конструктив будущих опор под оборудование который и направляется на согласование или доработку в отдел технологов.

Данный алгоритм действий требует очень много времени и трудовых затрат, включающих формирование как минимум трех моделей в различных средах: технологической, расчетная, конструктивная. Кроме того, в процессе проектирования неминуемо образуются различные коллизии, технические ошибки в расчетах, сложно поддающиеся контролю.

В нашей стране первые софтверные решения, реализующие подходы BIM, появились в начале 2000-х годов: это были уже получившие мировую известность ArchiCAD (от Graphisoft), Allplan (от Nemetschek) и другие.

Сложнее и противоречивее складывается ситуация с государственным регулированием отрасли. В декабре 2014 года Минстрой утвердил программу внедрению информационного моделирования строительства, подразумевающую, разработку и экспертизу пилотных проектов на основе BIM-технологий, а также разработку BIM-классификатора и перечня нормативной базы. По той же программе на 2017 год намечалось введение требования обязательного использования BIM при исполне-

нии государственных заказов на проектирование. Однако в 2018 году в электронном виде осуществляется только государственная экспертиза проектов на уровне электронных чертежей, а полный переход гражданских и промышленных государственных объектов на технологии BIM-проектирования «заморожен» как минимум до 2020-года.

BIM - технология позволяет создать 3D-модель объекта строительства, обладающую полной информацией о нем. Модель созданная по данной технологии может применяться не только для строительства, но и для дальнейшей эксплуатации здания или сооружения. Поэтому не стоит считать, что BIM - это исключительно графическая 3D-проекция модели. Масштаб возможных применений технологии очень обширен. Информационное моделирование BIM подразумевает совершенно новый подход к работе по созданию и управлению объектом строительства, в котором заложены и учтены все нюансы. Что позволяет избегать возможных переделок в проектировании, сокращать расходы на строительство, а главное - экономить время. Внедрение BIM позволило принимать правильные решения на всех стадиях жизненного цикла объектов строительства, от инвестиций до эксплуатации и даже сноса.

Технология BIM на данном этапе не является дешёвой. Для применения данной технологии на практике, необходимо приобрести специальное программное обеспечение и оборудование для работы и обучения. Однако данные затраты будут компенсированы за счет снижения расходов на проектирование и организацию строительного процесса. Развитие BIM технологии эволюционное будущее с сфере строительства и проектирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Абрамов И.Л.* Исследование влияния дестабилизирующих факторов на устойчивость функционирования строительных предприятий // Экономика строительства. 2018. N 6 (54). С. 32-36.
2. URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp> (15.02.2019).
3. URL: <https://cyberleninka.ru/> (12.02.2019).
4. URL: <http://fb.ru/article/324833/chto-takoe-tehnologiya-bim-ee-primeneniye-v-stroitelstve> (16.02.2019).
5. URL: <https://rengabim.com/press-rum/renga-v-smi/bim-ot-proekta-do-gotovogo-zdaniya-informacionnoe-modelirovanie-v-stroitelnoj-otrasli/> (15.02.2019).
6. URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp> (10.02.2019).
7. URL: <https://naukaip.ru/> (10.02.2019).

ИННОВАЦИИ КАК ФАКТОР ПОВЫШАЮЩИЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИВОДСТВА

Достижение стабильного и устойчивого функционирования строительного производства осуществляется путем внедрения мероприятий по модернизации производственных мощностей, в соответствии с современными требованиями и реалиями. Основным фундаментом процесса модернизации производства является практическое внедрение научных инновационных достижений.

На эффективное функционирование строительного производства влияют следующие факторы: природно-климатический; внедрение новых технологий и материалов; механизация труда; организация производства [1].

Авторами настоящей статьи для исследования был выбран инновационный фактор. Внедрение в строительную отрасль инноваций приобретает все большее значение, оказывая влияние на эффективность строительного производства и перспективное развитие участников строительства.

Целью статьи является рассмотрение инноваций технологического характера, выявление из них наиболее востребованных и часто применяемых в строительном производстве.

Существует большое количество факторов, препятствующих успешному внедрению инноваций: несовершенство нормативно-правовой базы; недостаточная мотивация застройщиков и проектировщиков; недостаточность финансирования; недостаточное взаимодействие между участниками строительства; отсутствие современной базы у предприятий для внедрения; высокая затратноёмкость на внедрение; отсутствие высококвалифицированных кадров[3,4].

Несмотря на все преграды, которые затрудняют внедрение новых инновационных продуктов в строительную отрасль, государство в полной мере осознает необходимость перехода России, а, следовательно, и всех строительных предприятий, на инновационный путь развития[2].

Авторами статьи были исследованы и выявлены основные инновации, которые на сегодняшний день активно применяются в строительном производстве: фибра для армирования бетона; добавки-пластификаторы для бетонной смеси; теплоизоляция жидкая «Корунд»; технология ВІМ; стеклопластиковая композитная арматура.

Каждая представленная инновация имеет ряд своих особенностей:

1) Фибра для армирования бетона. Материал был создан как дополнительная армирующая присадка, предотвращающая образование микротрещин на дорожном полотне из бетона. Данный материал достаточно давно применяется в строительстве в качестве замены металлическим сеткам или пруткам в укреплении бетонных блоков. Плюсом материала является его доступная цена. Недостатками служат: сложность применения в жилищном строительстве; необходимость учитывать технологические особенности.

2) Добавки-пластификаторы для бетонной смеси. Химические вещества из органических и неорганических соединений, изменяющие пластические свойства бетонных смесей, позволяют повысить такие качества, как морозостойкость, ускорение, твердение бетонной смеси в любых климатических условиях. Это дает возможность без перерывов производить технологические процессы, связанные с бетонированием.

3) Жидкий корунд. Сверхтонкий теплоизоляционный материал, представляет собой жидкое вещество на водной основе, главным его компонентом является полимерно-латексная композиция. Этот инновационный материал нашел широкое применение в эффективном изолировании труб горячего и холодного водоснабжения фундаментов и кровли. Применение данной технологии в строительном производстве гарантированно снижает трудозатраты на утепление.

4) Стеклопластиковая композитная арматура. Данная арматура является полимерным композитным материалом и состоит из переплетенных нитей углеродного волокна. По сравнению со стальной арматурой удельный вес данных изделий в 4-5 раз меньше. Поэтому использование стеклопластиковой композитной арматуры снижает трудозатраты и повышает производительность. Недостатком применения композитной арматуры является: отсутствием инструментов по выявлению данной арматуры в уже готовой бетонной конструкции; недостаточно разработана нормативная база и др.

5) Технология BIM. Данная технология достаточно актуальна на сегодняшний день, она затрагивает все подходы к управлению жизненным циклом объекта, предполагает сбор и комплексную обработку в процессе проектирования всей архитектурно-конструкторской, технологической, экономической и иной информации о здании. Технология BIM еще не в полной мере используется в строительном производстве, одним из главных минусов является небольшая продолжительность внедрения на предприятиях, связанная стекучкой кадров и соответствующими требованиями к квалификационному уровню работников. [5].

Для оценки технологий, используемых и внедряемых в строительное производство с целью повышения технико-экономических и временных показателей, авторами выбран экспертный метод, суть которого заклю-

чается в обобщении и обработке индивидуальных оценок квалифицированных экспертов. Указанный метод дает возможность получить коллективное мнение, являющееся наиболее достоверным и надежным.

Таким образом, был задан вектор научному исследованию, связанный с рассмотрением существующих технологий, которые активно применяются и внедряются в строительное производство. При помощи экспертов удалось выявить технологии, оказывающие положительный эффект на строительное производство и способствующие повышению качества общих технико-экономических показателей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Абрамов И.Л.* Исследование влияния дестабилизирующих факторов на устойчивость функционирования строительных предприятий // Экономика строительства. 2018. N 6 (54). С. 32-36.

2. *Васильева Е.В.* Проблемы управления инновационным развитием предприятия // Проблемы современной экономики. 2011. N 3 (39). С. 363-364.

3. *Ключникова Ю.В.* Проблемы внедрения инновационных технологий в строительстве // Евразийское Научное Объединение. 2015. Т. 1. N 2 (2). С. 111-112.

4. *Латидус А.А.* Проблемы внедрения инновационных решений в технологии и организации строительства // Технология и организация строительного производства. 2013. N 4. С. 1.

5. *Ушенин Д.В.* Системно-комплексное применение инновационных технологий в строительстве // Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры. 2018. С. 1290-1291.

ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

Современные научные разработки в сфере строительства находят широкое применение и в организации строительства, и в производстве строительно-монтажных работ.

Применение инновационных, управленческих и технологических решений в строительном производстве является главным условием, определяющим эффективное функционирование строительных предприятий [1].

Внедрение новых технологических решений практически всегда положительно влияет на общие технико-экономические показатели строительства.

В настоящее время в строительном производстве активно применяются такие инновации, как опалубка из композитных материалов, несъемная опалубка, композитная арматура, фибробетон, нанотеплоизоляция и др. Данные нововведения влекут за собой разработку соответствующих технологических решений.

Стоит отметить, что некоторые современные разработки, внедряемые в строительное производство, заимствованы из других, не менее важных для государства областей. Например, разработкой композитных материалов занимались инженеры в авиационной и военной промышленности. Целью исследований инженеров являлись снижение веса и повышение прочности материала. В 1970-х годах в Америке был изобретен материал, получивший название кевлар, его прочность выше прочности стали в 5 раз, а плотность - в 5 раз ниже.

Важный прорыв в повышении технологичности строительного производства произошел тогда, когда из композитных материалов начали производить арматуру. Она представляла собой стержни из стеклянных, базальтовых или углеродных волокон, пропитанных полимерным связующим. По прочностным характеристикам арматура из композитных материалов в разы превосходит стальную. Немаловажным положительным фактором является ее малый вес, а также технологические особенности изготовления каркасов из такой арматуры, предназначенных для усиления железобетонных конструкций.

Приведем один из примеров. Связями для закрепления углепластиковых арматурных стержней между собой могут быть использованы пластиковые хомуты. При соединении элементов такой арматуры нет

необходимости использовать сварку, что влечет за собой значительное сокращение трудозатрат и повышение производительности труда. Однако арматура из углепластика плохо гнется. Этот недостаток ограничивает ее использование при создании укрепляющих каркасов для бетонных конструкций.

Арматура из композитных материалов нашла свое применение во многих сферах строительного производства: при устройстве фундаментов и массивных сооружений в виде бетонного основания под дорожное асфальтное полотно, при малоэтажном и индивидуальном строительстве.

Стоит отметить особо прочный вид бетона – фибробетон, получаемый путем добавления в бетонную смесь особых фиброволокон. Такой вид бетона обладает повышенной прочностью, водонепроницаемостью, ударопрочностью, высокой пластичностью и отсутствием усадки.

Отдельного внимания заслуживает изобретение российских ученых под названием «Корунд». Этот теплоизоляционный материал представляет собой сверхтонкое покрытие, наносимое на поверхность в жидком виде кисточкой или валиком, в зависимости от формы и состояния теплоизолируемых поверхностей. Применение указанного покрытия значительно сокращает трудозатраты. Важно, что для выполнения данного процесса можно использовать технологические карты из проектов производства отделочных или покрасочных работ. Корунд имеет высокий диапазон рабочих температур (от -60°C до $+2000^{\circ}\text{C}$) и способен обеспечить наиболее низкую теплопроводность из всех известных на сегодня теплоизоляционных материалов. Показатель его теплопроводности равен $0,001 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{К}$, что в 44 раза ниже привычного пенополистирола (см. табл. №1) [2].

Табл. №1.

Сравнительная таблица основных характеристик теплоизоляционных материалов

Характеристика материала	Толщина, мм	Теплопроводность, Вт/м*К	Трудозатраты, чел. час/м ²	Срок службы
Традиционная теплоизоляция	50	0,034-0,052	10	5 лет
«Корунд»	1	0,001	1-2	> 10 лет

В области организации строительства прогресс тоже не стоит на месте. Для управления организационными структурами предприятия используется преимущественно электронный документооборот. Современные информационные технологии также позволяют наладить взаимоотношения между структурами предприятия и строительным производством на должном уровне [4].

«Документооборот – это движение документов с момента их создания или получения до определения их на архивное хранение или уничтожение, а также их использование в текущей деятельности предприятия» [3].

Основными функциями электронного документооборота являются:

- оформление первичных документов;
- утверждение документов соответствующими службами;
- перемещение документов между структурными подразделениями предприятия и строительным производством;
- обработка, хранение, регистрация и классификация документов;
- поиск документов, требующихся в процессе выполнения работ на строительном производстве.

Для осуществления электронного документооборота на предприятиях используется современное ПО, такое как IBM Notes, E1 Евфрат, Microsoft Office, Autodesk Vault и пр.

Подобные программные комплексы позволяют автоматизировать документооборот на предприятии и, соответственно, повысить эффективность деятельности организационных структур.

Применение описанных в данной статье инновационных технологических решений, материалов и программных комплексов позволяет повысить скорость выполнения строительного-монтажных работ в динамике строительного производства. Также упрощается процесс взаимодействия производственных отделов и организационных структур, как между собой, так и с динамично изменяющимся строительным производством.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Абрамов И.Л.* Исследование влияния дестабилизирующих факторов на устойчивость функционирования строительных предприятий // Экономика строительства. 2018. № 6 (54). С. 32-36.
2. *Герасимов Р.А.* Комплексный подход к применению инновационных материалов при бетонировании вертикальных несущих конструкций из монолитного железобетона // Дни студенческой науки. 2018. С. 1220-1222.
3. *Сиганова Т.В.* Делопроизводство и документооборот. Омск.: ОмГУ, 2004. 36 с.
4. *Ушенин Д.В.* Системно-комплексное применение инновационных технологий в строительстве // Дни студенческой науки. 2018. С. 1290-1292.

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Строительная отрасль имеет важное значение для экономики России, поэтому государство крайне заинтересовано в её развитии. Являясь двигателем экономики, строительство задаёт ритм прогрессу и другим отраслям. Планирование деятельности строительного производства как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективах требует скрупулёзного научного и практически применимого исследования.

При динамично прогрессирующих инновационных и организационно-технологических рыночных предложениях строительное производство сталкивается с определенными сложностями:

- необходимостью удовлетворять постоянно растущие потребности общества;
- необходимостью стратегического планирования рационального использования материально-технических и трудовых ресурсов.

Процесс деятельности строительного производства [1] включает в себя ряд ключевых направлений, на основании которых формируется его эффективное планирование:

Анализ традиционных и инновационных технологий

Целесообразность принятых технологических решений

Экономическая эффективность

Соответствующий профессионально-квалификационный уровень трудовых ресурсов

От грамотно сформированной базовой стратегии применения технологических мероприятий зависят качественные технико-экономические показатели.

Организационные и технологические структуры в строительном производстве тесно связаны между собой. Технология производства первична, поэтому организационные действия должны быть разработаны после принятия решений о применении соответствующих технологий.

Технология строительного производства - совокупность процессов переработки строительных материалов и превращения конструкций в готовую строительную продукцию - законченные и подготовленные к эксплуатации здания, сооружения.

Одним из направлений развития технологий строительного производства является использование инновационных материалов. Яркими

примерами таких материалов служат: композитная опалубка, арматура из полимерных материалов, теплоизоляционный материал «Корунд» и др. [2]

Строительство ведется по разработанным проектам, после получения комплексной информации обо всех особенностях будущего объекта строительства: конструктивных схемах; возможность применения инновационных материалов; планировочных и организационно-технологических решений.

Организационно-технологические решения (ОТР) – совокупность организационных, технических и технологических мероприятий, реализация которых обеспечивает достижение конечных результатов - ввода в эксплуатацию объектов согласно установленным срокам и требуемому качеству (см. Табл.1).

Таблица 1

ОТР для реализации строительства

В составе ОТР разрабатываются	Схемы электро-снабжения	Включают описание особенностей проведения работ в местах расположения подземных коммуникаций, ЛЭП и связи
	Схемы тепло-, газо- и водоснабжения	
	Схемы водоотведения	
	Схемы автоматизации объекта	Включают обоснование потребности строительства в трудовых и материально-технических ресурсах (рабочих кадрах, инженерно-технических работниках (ИТР), младшем обслуживающем персонале (МОП), строительных механизмах
	Схемы пожарной и охранной сигнализации объекта	Включают обоснование необходимости разработки основных проектных решений, обеспечивающих выполнение нормативных требований охраны труда, окружающей среды
	Схемы	Включают развитие транспорт-

	транспортной развязки на объекте и др.	ной инфраструктуры и опорной транспортной сети
	Схемы технологического оборудования в зависимости от специфики объекта	Включают перечень видов СМР, размеры и оснащение складских помещений и территории для складирования материалов, конструкций, оборудования

После проведенного анализа участники производственного процесса определяют наиболее оптимальные технологические решения, которые при наименьших трудо- и энергозатратах имеют наилучшие показатели эффективности и позволят получить наибольшую экономическую выгоду в процессе строительного производства [4].

В заключение стоит отметить, что без скоординированного взаимодействия всех участников строительства при принятии организационно-технологических решений могут возникнуть сбои и перебои в работе [3]. Это определенно приведет к нарушению главных принципов технического прогресса в строительстве, которыми являются: системность, безопасность, гибкость, ресурсосбережение, качество, эффективность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Латидус А.А., Абрамов И.Л.* Устойчивость организационно-производственных систем в условиях рисков и неопределённости строительного производства // Перспективы науки. 2018. N 6. С. 8-11.
2. *Герасимов Р.А.* Комплексный подход к применению инновационных материалов при бетонировании вертикальных несущих конструкций из монолитного железобетона // Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры. - 2018. - С. 1220-1222.
3. *Казарян Р.Р., Шатрова А.И., Чулков В.О.* О некоторых аспектах календарного планирования процессов и результатов переустройства строительных объектов // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2018. N 8(1008). С. 67-68.
4. *Шатрова А.И.* Организационно-технологические решения для повышения эффективности стратегического планирования строительного производства // Наука и бизнес: пути развития. 2018. N 12(90). С. 29-33.

ВЫБОР ОРГАНИЗАЦИОННОЙ ФОРМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА

Для успешного бизнеса нужно грамотно распределить обязанности, в частности и обязанности исполнительного директора (это может быть любой другой руководитель). Его функции состоят в том, чтобы обеспечить принцип работы отдельных звеньев и добиться того, чтобы он соответствовал параметрам работы всей организации.

Основная задача руководителя - прежде всего найти способы осуществления "подрывной" стратегии, а далее нужно понять, как распределяются ресурсы, то есть определить, сколько и каких ресурсов понадобится, и тогда действительно можно надеяться на успех.

«Подрывные инновации» могут изменять приоритеты на рынке, в этом случае прежние продукты теряют свою конкурентоспособность так как их особенности становятся неактуальными.

Такие «подрывные инновации» встречаются часто: телефон - подорвал телеграф, электронная почта - теперь повсеместно используется вместо традиционной почты. В строительстве на первый план вырвалась технология BIM, являющаяся подрывной инновацией.

Исполнительный директор осуществляет разные функции в течение всего проекта. Вначале он принимает решения в индивидуальном порядке, а затем осуществляет контроль всего процесса реализации идей.

Как выбирается организационная форма реализации проекта

Известно несколько схем функционирования организационных структур в управлении предприятием.

В структурах с *функциональной координацией* проектный отдел решают вспомогательно-координирующие задачи.

Руководитель проекта должен увязать, собрать в единую работу функциональных отделов и уже обеспечить выполнение всех задач. Руководитель проекта определяет, что это будет за проект, что вообще нужно и когда это нужно, какую выгоду принесет данный проект, а уже руководитель отдела будет решать, какими методами можно этого достичь.

Контроль проектных работ при внедрении инноваций невозможен без риска. В этом случае необходимо использовать современные методы менеджмента. Называется он - *концепцией контроллинга*.

Основная задача контроллинга определяется названием – это надзор

за осуществлением проекта, а также регулирование информационного обеспечения проекта.

Отдел контроллинга не уточняет план реализации инновационного проекта, это должен делать руководитель проекта. Вместе с тем методики и инструменты формирования планов должны быть определены и представлены проектировщикам специалистами, ответственными за контроллинг – *контроллерами*. Разработка инструкций, по которым ведется планирование и контроль также является функцией контроллера. Входными параметрами для контроллеров - это детализация задач проекта, сроки исполнения, бюджет на проект.

Что же тогда делают контроллеры? Они должны составить список решаемых задач, и подтвердить, насколько получилось соответствовать при исполнении проекта установленным срокам.

Контроль над реализацией проекта осуществляется периодически, затем предоставляется отчетность, и время предоставления определяется такими факторами как: цена проекта, наличие рисков, имеющаяся конкуренция и т.п. Некоторые подходы к определению стоимости проектных работ описаны в [1].

Возьмем проекты, над которыми надо будет работать 1-2 года.

Как часто следует выполнять контроль?

Текущий контроль специалисты должны проводить с частотой один раз в месяц, промежуточный контроль нужен для руководства, чтобы оно знало о положении дел и он делается раз в квартал, и для проектной группы нужно сообщать о том, все ли идет правильно, приблизительно раз в два месяца.

Этот элемент еще называют "двигателем подрывного роста". Итак, нужно определить специальную процедуру, т.е. процесс его реализации, а чтобы это было экономически реализуемо, необходимо составить план с четкими финансовыми параметрами.

Встречаются три главные модели создания команды проекта:

1. Модель, используемая для проектов, которые имеют ограничения по времени и ресурсам. В этом случае привлекается сторонний специалист, для которого данный проект фактически является дополнительной нагрузкой. Ему будет необходима информация по планированию и регулированию учета ресурсов, которые требуются для осуществления проекта.

2. «Предприятие в предприятии» (классическая модель). Данная модель реализуется для комплексных и объемных задач, когда необходимо тесно интегрировать проект с основными задачами предприятия. 3. Смешанные формы. Такая модель осуществляется на предприятиях среднего размера, реализующих инновационные проекты.

Состав и обязанности проектной группы зависят от размера, слож-

ности и других параметров проекта, однако всегда ее состав должен обеспечить реализацию проекта на высоком профессиональном уровне с решением всех поставленных задач.

Культура команды управления для различных проектов в принципе может быть представлена национальной, корпоративной, организационной и профессиональной. По степени участия в проекте в команде различают три группы исполнителей:

1. основная группа — сотрудники, непосредственно выполняющие проект в тесном контакте между собой и знающие каждого участника команды;

2. вторичная группа — является более широкой, чем основная, объединяет сотрудников и организации, которые содействуют основной группе, однако ее члены не участвуют напрямую в координации проекта и решении его задач;

3. вспомогательная группа — лица, влияющие на участников основной и вторичной команд и на исполнение проекта, но не реализующие с ними прямое сотрудничество.

Чтобы новый продукт или изобретение стало подрывной инновацией, оно должен отвечать двум условиям. Во-первых, он как правило начинает свой жизненный цикл как менее качественный, чем те, которые он подрывает, но значительно более выгодный в ценовом отношении. В этом случае потребители, уже использующие аналогичные товары, не будут покупать этот продукт, но других (еще не имеющих опыта использования данного товара) он притянет своей доступностью. Далее, чтобы действительно стать «подрывным», этот продукт постепенно повышает свое качество, и начинает привлекать потребителей прежних поколений данной продукции, однако в принципе продолжает быть доступным.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Дорошин И.Н.* Использование методов ценообразования при определении стоимости проектной продукции // Экономика и предпринимательство - М., 2014. - № 11.

2. *Кристенсен К.* Дилемма инноватора. Пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2004 – 239с.

3. *Друкер П.* Задачи менеджера в XXI веке. : Пер. с англ.: Уч. Пос. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2000. – 272 с. (Глава 5. Производительность работников умственного труда, с.181-212).

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ

В настоящее время в рамках технического регулирования в строительстве [1] актуален вопрос качества строительной продукции, выпускаемой в России. *Качество строительной продукции* является основным фактором, влияющим на экономичность и рентабельность законченного объекта строительства и обеспечивающим его долговечность и надежность.

На качество строительной продукции на всех этапах контроля влияет ряд причин, таких как: нарушение требований нормативных документов, регламентирующих процесс выполнения работ; нарушение технологии производства работ и ее неправильное планирование [2]; отсутствие проекта производства работ; отступление от рабочих чертежей; недоброкачественность используемых строительных материалов и конструкций и несвоевременная их поставка; низкий технический уровень используемого оборудования и машин; отсутствие возможности точной и быстрой оценки качества выполняемых работ и т.д.

Существует многоступенчатая система контроля качества [3] в строительной отрасли, первые три ступени которой, как правило, объединяют в один большой процесс - производственный контроль.

На рисунке 1 наглядно показана структура производственного контроля.

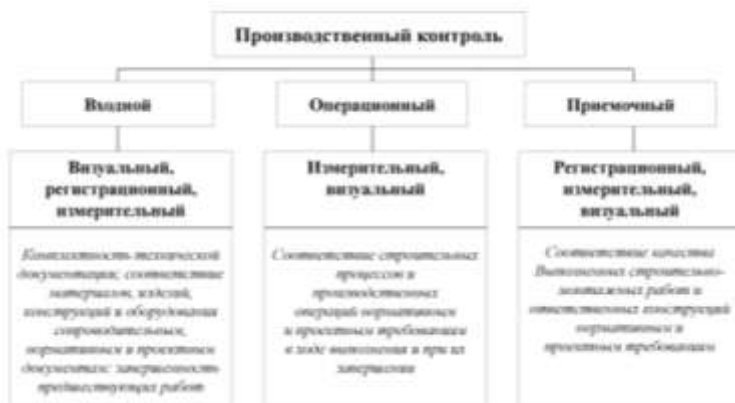


Рис. 1. Структурная схема производственного контроля

Из структурной схемы мы видим, что каждый этап производственного контроля имеет свои параметры, контролируемые определенными методами [4]. Рассмотрим эти методы подробнее на этапе операционного контроля.

Операционный контроль выполняется по окончании производственных операций с целью выявления дефектов и принятия оперативных мер по их устранению. Осуществление операционного контроля производится в соответствии со специальными схемами контроля, разрабатываемыми в составе проекта производства работ (ППР) [5]. Схемы содержат в себе: этапы работ, контролируемые операции, метод контроля и вид документации, подтверждающей проведение контроля. Для каждого вида работ прописывается контрольно-измерительное оборудование и ответственный исполнитель, осуществляющий операционный контроль.

На данном этапе возникает вопрос эффективности применяемых методов контроля и средств измерений для определенных видов работ. Нормативной документацией задаются определенные параметры строительных изделий и указываются допустимые отклонения, превышение которых является отступлением от установленных требований, что существенно влияет как на качество работ определенного строительного процесса, так и на качество конечной продукции в целом.

В современных реалиях, где основная задача лиц, осуществляющих строительство, выдавать результат работ, не нарушая сроки и при этом не выходя за рамки финансирования, вопрос выбора контрольно-измерительного оборудования сводится к наиболее доступным и бюджетным вариантам.

Так, например, при установке фундаментных блоков проверяются отклонения от вертикали плоскостей блоков стен и отклонения осей фундаментных блоков относительно разбивочных осей [5]. Для контроля данных параметров используются: нивелир, отвес, линейка металлическая, рулетка и правило. Сравнивая указанные средства измерения, можно сделать вывод о том, что использование металлической линейки является наиболее рациональным методом, не требующим больших затрат на закупку и ежегодную поверку, в то время как использование нивелира или тахеометра является методом наиболее дорогостоящим, кроме того данный прибор возможно использовать при определенных погодных условиях. Учитывая тот факт, что фундамент – это ответственная несущая конструкция, воспринимающая нагрузки всех вышележащих конструкций, точность измерений при контроле его параметров должна быть максимальной, чего обычная линейка обеспечить не сможет.

Управление качеством строительной продукции – это процесс, включающий в себя методы и виды деятельности, которые носят оперативный характер и используются для соблюдения и выполнения требований качества. Процедуры управления качеством включают в себя: контроль качества работ, разработку и реализацию мероприятий по корректировке процессов.

Основное назначение управления качеством при осуществлении производственного контроля – соблюдение качественного производства работ посредством обеспечения выполнения требований к соблюдению необходимой технологической последовательности при выполнении взаимосвязанных этапов работ, изложенных в рабочих технологических картах, и техническим контролем за ходом этих работ. Данный контроль качества строительно-монтажных работ начинается с момента поступления материалов и конструкций на строительную площадку и заканчивается при сдаче объекта в эксплуатацию.

Таким образом, управление качеством строительной продукции и методы его реализации можно охарактеризовать как разработку и внедрение определенного комплекса решений, связанных с техническими, экономическими и организационными аспектами, имеющих место на всех уровнях управления и производства строительной продукции. Данный комплекс реализуется посредством постоянного жесткого контроля за выполнением всех функций управления качеством.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Латидус А.А.* Повышение качества продукции - основная задача реформы технического регулирования в строительстве // Вестник МГСУ. 2011. № 8. С. 358-362;
2. *Абрамов И.Л.* Системно-комплексный подход совмещения смежных производственных процессов. Наука и бизнес: пути развития. 2018г. №2 (80) С. 6-9.
3. *Ватин Н.И., Макеев П.В., Вегера А.Г., Самопляс Т.В.* Контроль качества строительной продукции, Методические указания // МАМИ и МГУП, СПб, 2003;
4. *Никитин В.М., Платонов С.А.* Руководство по контролю качества строительно-монтажных работ. – СПб.: Изд-во KN, 1998. – 782 с.;
5. *В. М. Челнокова, Н.В. Балберова* Управление качеством: учеб. пособие / СПбГАСУ. – СПб., 2010 г. – 135 с.
6. *Забелина О.Б., Кунин Ю.С.* Выбор способа усиления кирпичных вертикальных конструкций после детального технического обследования объекта федерального государственного бюджетного учреждения культуры «Политехнический музей» // Наука и бизнес: пути развития. — 2018. — № 11(89) с.102-107.

ВНЕДРЕНИЕ «ЗЕЛЕННЫХ» СТАНДАРТОВ В ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

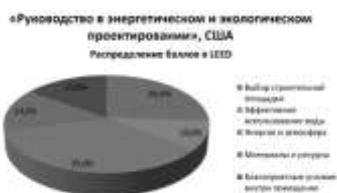
Организация строительного производства направлена на создание таких технологических, технических и организационных решений, которые способны обеспечить конечный результат - ввод в эксплуатацию объекта строительства.

Строительная индустрия находится на этапе **повышения экологической устойчивости производства и эксплуатации зданий, то есть уменьшения негативного воздействия на окружающую среду. Это означает, что во время** организации строительного процесса необходимо придерживаться ряда правил, обеспечивающих безопасность для окружающей среды. Эти правила называют «зелеными» стандартами.

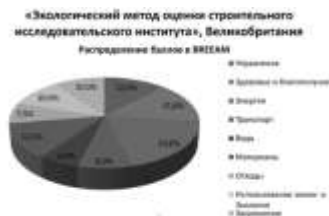
Цель настоящей работы заключается в исследовании возможности повышения экологической устойчивости строительного производства посредством соблюдения «зеленых» стандартов, при осуществлении соответствующих организационно-технологических процессов.

«Зелеными» стандартами предусмотрено применение «зеленых технологий». Зеленые технологии - это методы, средства и знания, которые используются для организации строительного производства, обеспечивают безопасные условия возведения здания, а также помогают в сохранении природной среды, рациональном использовании и воспроизводстве природных ресурсов [3].

Оценка экоустойчивости строительных объектов имеет три области: экологическую, экономическую и социальную. Эти области объединены ещё двумя категориями оценок: качеством технического исполнения и качеством процессов проектирования, строительства и эксплуатации зданий. Это помогает структурно описать задачи и достичь экологически грамотных результатов проекта [2].



а



б

Рис. 1. Распределение баллов в системах оценки экологической устойчивости

а) LEED

б) BREEAM

В американской системе оценки экоустойчивости LEED 26% баллов дается за грамотный выбор строительной площадки, 24% - за рациональное использование строительных материалов, воды. В BREEAM на управление объектом и использование земли в общей сложности приходится 22%.

Как видно, большое значение придается не только эксплуатации здания, но и его возведению, технологии и организации строительного производства. Для оценки качества технического исполнения в BREEAM существует две группы критериев: материалы и управление.

Материалы (Materials)	Управление (Management)
<ul style="list-style-type: none"> - M101 Спецификация материалов - M102 Доступные цены/формы - M103 Планирование использования строительных отходов - M104 Планирование использования строительных конструкций - M105 Ответственные источники материалов - M106 Упаковка - M107 Прочие критерии для материалов 	<ul style="list-style-type: none"> + M101 Ввод в эксплуатацию + M102 Конструктивные решения + M103 Безопасность строительной площадки + M104 Прочность строительных элементов + M105 Исследования стройплощадки + M106 Конструктивные решения с энергосбережением + M107 Биологичность строения + M108 Прочность обслуживания + M109 Качественная эксплуатация здания

а

б

Рис. 2. Критерии оценки экологической устойчивости BREEAM

а) Материалы

б) Управление

При выборе материалов стоит обратить внимание на то, что важным критерием является использование в здании вторсырья и конструкций, которые после сноса здания можно использовать повторно. Например, фасад башни Херст в Нью-Йорке выполнен из сетчатых оболочек, которые являются вторсырьем. Стеклые панели, изготовленные из материала, который поглощает видимый свет, а невидимый отражает, были использованы для верхней части башни.

Управление относится в основном к проведению предпроектных работ и изысканий, то есть тщательному исследованию стройплощадки, воздействию на нее строящегося объекта и т.д. Интересным является критерий под названием «Калькуляция жизненного цикла». Его выполнение стало возможно благодаря активному внедрению BIM-технологий, позволивших смоделировать полный жизненный цикл здания: от создания котлована до демонтажа [4,5].

Применение «зелёных» стандартов при строительстве и эксплуатации строительных объектов позволит снизить количество выбросов, перерабатывать больше отходов, использовать более экологичный транспорт, достигнуть баланса между земляными работами и зелёным насаждениями, более рационально распоряжаться ресурсами.

Развитие экоустойчивого строительства в России, которое пока не так широко применяется, возможно при востребованности его в обще-

стве. Эта востребованность базируется на мировоззрении, которое не противопоставляет человека и биосферу Земли друг другу.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Абрамов И.Л.* Исследование влияния дестабилизирующих факторов на устойчивость функционирования строительных предприятий // Экономика строительства. 2018. N 6 (54). С. 32-36.
2. Интервью с руководителем Российского экологического общества Рашидом Исмаиловым.
3. Официальный сайт организации LEAD. URL: <https://www.lead.org> 2019.
4. *Сараева Д.С.* Комплексный подход к освоению территории при строительстве // Дни студенческой науки. ИСА МГСУ. 2018. С. 1275-1277.
5. *Ушенин Д.В.* Системно-комплексное применение инновационных технологий в строительстве // Дни студенческой науки. ИСА МГСУ. 2018. С. 1290-1292.
6. Комплексно-механизированный подход к устройству отдельных частей здания Николаева И.В. В сборнике: дни студенческой науки сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры. Министерство образования и науки российской федерации, национальный исследовательский московский государственный строительный университет. 2018. С. 1269-1271.
7. Abramov Ivan, Stepanov Aleksander, and Ibrahim Joseph, Advantages of pre-fabricated reinforced concrete construction in Iraq, В сборнике: MATEC Web of Conferences 26. Sep. "RSP 2017 - 26th R-S-P Seminar 2017 Theoretical Foundation of Civil Engineering" 2017. С. 00001. DOI: 10.1051/mateconf/201711700001

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ «ЗЕЛЕННЫХ ФАСАДОВ» В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

В настоящее время, сложно не согласиться с мнением, что человечество оказывает огромное влияние на окружающую среду. Индустриализация, развитие технологий сделали нашу жизнь значительно легче. Однако всегда есть последствия. Изменение климата, обеднение флоры и фауны – все это является отголосками технологического «бума» прошедших двух столетий. Все чаще приходит осознание того, что для комфортной жизни требуются не только развитые технологии, но и гармоничное сосуществование с природой. В настоящее время понятия экологичность, и «зеленые» технологии, являются одними из самых важных практически во всех аспектах жизни человека [3]. Ниже будет одна из таких технологий - «зеленый фасад».

«Зеленая стена», также называемая «Вертикальный сад», является описательным термином, который используется для обозначения всех видов растительных стеновых поверхностей. Выбор типа фасада осуществляется, исходя из 3 параметров:

1. Расположение корней растений.
2. Тип поддерживающих конструкций.
3. Климатические условия.

Вьющиеся фасады – это система, в которой вьющиеся растения растут на специально спроектированных поддерживающих конструкциях, либо на стенах зданий. Чаще всего на полное покрытие стен требуется от трех до пяти лет. Корни растений могут распола-



Рис. 1 Вьющийся фасад с применением металлической сетки

гаться у основания здания; в карманах, расположенных на конструкциях или

даже на крышах. Потенциальная высота подъема растений генетически ограничена, от 2 до 20 метров, в зависимости от вида. Применяются модульные решетчатые панели или металлическая сетка, прикрепляемая при помощи скоб к стенам. Вес листвы зрелых растений трудно определить заранее, так как это зависит от ряда факторов, поэтому кон-

струкции проектируют с некоторым запасом. Обе системы используют нержавеющую сталь и дерево. Вьющийся фасад является наиболее простым и дешевым типом зеленых фасадов.

Живые стены- система, растения на которой не просто вьются вокруг поддерживающей сетки, прикрепленной к стене – они интегрируются в её структуру вместе с субстратом (земля или перлит). Здесь используются травянистые виды растений. Система построена путем крепления водонепроницаемого мембраной (для защиты стены) к фасаду. Один или несколько войлочных или текстильных слоев добавляются, когда растения вставляются между слоями, в карманы, прорезанные на крайнем войлочном слое, и со временем укореняются в материале. Существуют два типа живых стен. В первом случае карманы заполняются субстратом, во втором случае питательные вещества попадают к растениям через оросительные каналы.



Рис. 2 Живая стена

Модульная система из контейнеров – система с использованием рядов контейнеров, наполненных субстратом. Чаще всего они выполняются из пластика, но также могут быть деревянными или металлическими. Контейнеры устанавливаются на опорный каркас. Модульные системы часто предварительно выращиваются, обеспечивая мгновенный «зеленый эффект» после завершения установки.



Рис.3 Фасад с модульными контейнерами

Зеленые стены имеют большой потенциал для позитивного изменения окружающей среды в плотных городских районах, особенно, учитывая большие площади поверхности на зданиях, которые доступны для дооснащения этими технологиями.

В первую очередь, растения, будучи природными фильтрами, благоприятно влияют на состав и качество атмосферы. Переработка углекис-

слога газа в кислород, поглощение вредных примесей и снижение количества пыли - самые важные показатели данной категории. Углерод, поглощаемый 20 м² живой стены, эквивалентен тому, который поглощается деревом среднего размера.

Также растения помогают в снижении эффекта теплового острова. Согласно наблюдениям, в летний период температура озелененных территорий на 1,5-3 °С ниже.

Зеленые стены имеют высокую энергетическую эффективность, уменьшая движения тепла сквозь густую растительность и снижая окружающую температуру через затенение и растительные процессы эвапотранспирация [2].

Растения обладают высоким уровнем шумоподавления, что в условиях современного мегаполиса является очень важным показателем.

И не стоит забывать о том, что благодаря большому разнообразию цветов, форм и текстур зеленые фасады имеют значительную архитектурную привлекательность и оказывают положительный психологический эффект на жителей.

Применение технологии зеленых фасадов имеет ряд сложностей. Однако положительные качества этой системы с лихвой покрывают затруднения, связанные с ее обустройством.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Дорожкина Е.А.* Влияние растений на микроклимат помещений и организм человека – Международный научный журнал «Символ науки» – № 4 – 2015.
2. *Лучкина В.В.* Оптимизация проекта энергоэффективного строительства и анализ рынка энергоэффективных технологий при проектировании зданий / Системные технологии. – 2018. -№3(28).- 2018.- С. 5-13.
3. *Лучкина В.В.* Современное развитие и экономическая целесообразность экологического строительства в России / Экономика и предпринимательство. -2017.- № 3-1 (80-1). – С. 152-157.
4. Considerations For Advanced Green Facade Design; Presented By: greenscreen
5. GUIDELINES FOR GREEN FACADE PLANT SELECTION; Presented By: greenscreen
6. MMA Architectural Systems Ltd. Green Wall Benefits, "Green Wall Systems"

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Строительство уникальных зданий и сооружений – это сложная задача, которая требует максимальной ответственности, высокой квалификации и профессионализма.

Главная особенность таких зданий – это необходимость проектирования особых изделий, так как вполне возможно отсутствие типовых узлов, также возможно применение большепролетных конструкций, требуются усиленные фундаменты. Если речь идет о строительстве высоток, требуется учитывать большие ветровые нагрузки на здание плюс нагрузки от собственного веса. Также учитываются климатические условия – например, строительство в сухом жарком климате будет иметь свои особенности, учитывают требования энергоэффективности здания [1, 3]. При создании проекта необходимо провести ряд экспериментальных исследований, с помощью которых проверяется правильность расчетов и расчетной модели изделия, испытывается материал на определение напряженно-деформированного состояния и несущую способность, исследуется работа узлов и изделий.

Проектирование УЗиС - это прорыв в области архитектуры и культуры. Такие здания удивляют своими формами, колоритом и мощью. Они зачастую являются украшением города и, как правило, местом для посещения туристов. Например, здание «Бурдж-Халиф» в Объединенных Арабских Эмиратах восхищает и очаровывает своим видом. Этот небоскреб имеет высоту более 800 метров (163 этажа) и является самым высоким зданием в мире. При его создании были использованы не типовые строительные технологии. Здание имеет три отдельных входа: в отель, в апартаменты и в офисную зону. Если рассматривать основание здания сверху, то оно выполнено в форме трилистника. Здание стоит на висячих сваях. Объяс-



Рис.1 Бурдж-Халиф

нение такого проектного решения довольно простое – в пустыне невозможно найти скалистый

грунт, который смог бы выдержать вес здания, и закрепить на нём стоячие сваи. Поэтому было решено применить более 200 висячих свай, диаметр которых 1,5 метра, длина 45 метров. Возведение здания велось каждый день по 24 часа, с результатом 1 этаж в 3 дня. Для строительства была разработана специальная марка бетона, выдерживающая температуру до + 50 °С. Процесс укладки бетона осуществлялся только в ночное время, а в раствор добавляли лёд. Благодаря использованию ж/б конструкций и принципу монолитного строительства удалось построить сейсмически устойчивое здание, которое способно выстоять в сильные землетрясения.

Башня также была исполнена в необычной форме из-за сильных ветров. Чтобы минимизировать силы ветра было решено выстроить террасы по принципу спирали. Небоскрёб является энергонезависимым. В нём использован целый комплекс из солнечных панелей и ветровая турбина высотой 61 метр. Вентиляция – это конвекционная система, прогоняющая поток воздуха с низа до верха здания. Воздух в небоскребе не только вентилируется, но и охлаждается специальными мембранами, так что «Бурдж Халиф» имеет свой уникальный, запоминающийся аромат внутри помещений. Также здание оснащено уникальной системой сбора дождевой воды, которая используется затем для хозяйственных нужд.



Рис.2 Международный торговый центр

обнажая драматическую форму, напоминающую осколок синего стекла.

Еще одно не менее интересное здание - Всемирный торговый центр Бахрейна, расположенный в престижном месте с видом на Персидский залив, является центральным элементом генерального плана, который помогает «вдохнуть жизнь» в окружающую среду [2]. Две треугольные башни высотой 240 метров, сужающиеся к высоте, возвышаются над скульптурным трехэтажным подиумом. Каждая из них включает 50 этажей, 34 из которых отведены под офисные площади. Тема дизайна отчетливо заимствована из морского колорита с использованием динамики ветра. Каждая башня визу- ально прикреплена к земле с помощью

изогнутых, похожих на паруса, профилей, которые постепенно от-

кидываются, обнажая драматическую форму, напоминающую осколок

синего стекла.

Уникальное для этого здания решение проблемы использования возобновляемых источников энергии с устойчивой архитектурой. В конструкции предусмотрены 3 ветряные турбины, горизонтально поддерживаемые двумя башнями. Эти турбины, используют энергию ветра и преобразуют ее в электрическую, которая позволяет покрывать 10-ую часть потребности здания, а также создают прекрасный эстетический вид. Международный торговый центр – это первое высотное здание, на котором установлены ветряные турбины. Такое оригинальное проектное решение объясняется довольно просто. Здание размещено вдоль берега и подвергается сильнейшим ветрам, которые дуют перпендикулярно ему. Плюс ко всему, между башнями образуется очень сильный ветряной поток, поэтому проектировщики и решили разместить генераторы таким образом. Основой для турбин служат опоры 30-метровых мостов, соединяющих две башни, которые выдерживают вес турбин и колебания от их работы. При этом отклонение башен от оси за счет эластичных соединений до 0,5 метра. Внутри здание оборудовано 26 лифтами, 4 из которых прозрачные, выполнены из специального стекла и, поднимаясь на них на 42 этаж, можно наблюдать вблизи работу турбин.



Рис.3 Башня Strata SE1 в Лондоне

Идея с установлением турбин стала интересна и другим архитекторам. Например, через 2 года появились многоквартирный жилой дом Strata SE1 в Лондоне и офисный небоскреб Pearl River в Гуанчжоу. К сожалению, техническое решение не пошло на пользу внешнему виду. Здание Strata SE1, прозвали «Бритвой» из-за формы крыши, и оно получило титул одной из самых уродливых построек Британии. Так что уникальность не всегда есть красота и эстетический вид.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. "Градостроительный кодекс Российской Федерации" от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 25.12.2018)
2. *Robert Powel Atkins Architecture & Urban Design Selected & Current Works 2005.*
3. *Забелина О.Б. , Кунин Ю.С., Строительство учреждений здравоохранения. Особенности разработки генерального плана больничных комплексов – история, современность и перспективы развития // Наука и бизнес: пути развития. — 2018. — № 5, с. 37-43.*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОГО ЭКОЦЕМЕНТА В КАПСТРОИТЕЛЬСТВЕ

На современном этапе развития строительства отчетлива видна тенденция экологической разгрузки окружающей среды, иными словами, общество выдвигает вперед один из тезисов постиндустриального мира: ”снижение негативного влияния на людей и окружающую среду от процесса жизнедеятельности человека” [1]. Причиной этому стал экологический кризис, вызванный ухудшением состояния окружающей среды. Резолюция этой проблемы впервые за историю человечества было продискутирована на экологическом форуме “Рио-92”. Архитекторы, специалисты и градостроители признали возможным строительство городов, способных сохранять пошатнувшееся равновесие. На данный момент в мире, как и в России, много организацией сплоченных общей идеологией, однако общей идеи у исследователей не существует, так как обеспечить современного человека всем необходимым для качественной жизни, и при этом считаться с окружающей средой, является проблемой для современных исследователей. Так некоторые из них выдвигают модели городов компактных размеров, аргументируя тем, что густая заселенность позволит иметь все необходимое в шаговой доступности, что в свою очередь снизит необходимость личного автотранспорта, так же одно из немало значимых является возможность уменьшить площадь используемого рельефа. Другие же демонстрируют свое видение, в котором в городах присутствует плотная сеть общественного электротранспорта. Несмотря на то, что общее решение не было найдено, сегодня активно развиваются различные сферы экологического строительства такие как: заводы с уменьшенным выбросом отходов; градостроительство; добыча экологически чистой электроэнергии [2].

В данной статье я предоставляю к рассмотрению современный строительный материал, способный отчистить окружающую среду от смога, диоксида азота(NO₂). 7 июня 2014 года в Берлине прошла премия Европейской Патентной организации, другими словами, Оскар технологических инноваций. Нашего внимания удостоился представитель Италии профессор Луиджи Кассара с квинтэссенцией, которой, по моему мнению, так не хватало для создания эко-городов. Наименование этого революционного строительного материала удивляет своей лаконичностью: “цемент, поедающий смог”. Благодаря особой пленки, которая покрывает всю площадь цементных блоков, и ее реакции на солнечные лучи, внешние стены зданий способны не только способны ос-

таваться чистыми, но и противостоять матирующему эффекту смога. Новый материал способен нейтрализовать загрязняющие вещества и очистить воздух. Особый цемент был использован впервые при строительстве римской Церкви милосердного Бога-Отца. Строительство происходило под руководством знаменитого американского архитектора Ричарда Мейера. После окончания строительства церкви специалисты отметили явное отличие в сторону очищения воздуха. Оксид титана, который в свою очередь является одним из компонентов волшебного цемента, под воздействием солнечных лучей ускоряет распад загрязняющих веществ в воздухе и при этом сохраняет его безопасность для человека. Научные исследователи подтвердили 70%-ый распад оксида азота в воздухе вблизи построек из рассматриваемого цемента. Оксид азота – это вредное вещество, образующееся в мельчайшую пыль на очень низкой высоте. Так же специалисты отметили, что широкое применение в строительстве этого цемента поспособствует значительному улучшению качеству воздуха. К примеру, если в таком городе как Милан 15% всех строений будут выполнены из бетона с содержанием T_x Active, то в результате мы получим очищение окружающей среды от грязного воздуха на 50 %. Иначе говоря, тысяча метров квадратных прохода эквивалентны восьмидесяти вечнозеленым деревьям.

Данная технология уже захватила умы специалистов за океаном, а точнее в Чикаго. Звание «Самой зеленой улицы Америки» было присвоено данному проекту. Самый ожидаемый эффект – это опыт с коммерческим использованием рассматриваемого нами объекта [3,4]. В сочетании с использованием ветровой энергии для освещения, дождевой воды для орошения и расширенным применением вторсырья, бетон занял одно из ключевых мест.

Подводя итоги стоит отметить актуальность и повсеместную заинтересованность, которая в дальнейшем, по моему мнению, приведет к распространению, снижению стоимости и созданию удобной классификации по маркам для выигрышного подбора, исходя из потребности в его особенности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Василенко Р.Э.* Развитие социальной инфраструктуры города. МГИМО, 2018.
2. *Шульженко С.Н., Абрамов И.Л.* Особенности выбора строительных предприятий при развитии промышленных кластеров. Наука и бизнес: пути развития. 2018. № 11 (89). С. 36-39.
3. *Гайдуков П.В., Пугач Е.М.* Оптимизация конструктивно-технологических решений для опалубки из штучных материалов. НИУ МГСУ, 2018.
4. *ЕНиР-4-1.* Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. М.: Стройиздат, 1987.

МЕНЕДЖМЕНТ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСКОПАННЫХ МАТЕРИАЛОВ В УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Нынешние ставки расширения градостроительство требуют расширения рамок общественного транспорта, таких как метро, поезда и туннели. Это расширение также привело к развитию новых жилых и коммерческих зданий. В результате этих разработок будут произведены значительные объемы раскопок, материалов и многое другое. В этом исследовании, в настоящее время подход обработки раскопанного материала в строительстве инфраструктуры изучается с помощью обзора литературы. Кроме того, были обсуждены недавние исследования, касающиеся управления материальными ресурсами, для выявления недостатков в управлении материальными ресурсами. Было установлено, что традиционные подходы к обработке материалов, основанные на транспортировке материалов на свалки, могут быть изменены на более экологически ответственный подход. Такой подход максимизирует повторное использование и переработку материала и обуздывает развитие полигона.

В последние десятилетия Управление отходами не рассматривалось в качестве компонента строительства. Тем не менее, проактивная инженерия все о стоимости; следовательно, ненужные отходы плохое управление и сохранение мусора до минимума является необходимым условием для звукорежиссуры. Хороший инженер, подрядчик и клиент должны иметь в виду, что при правильной обработке материала стоимость переработки и повторного использования материала может быть намного меньше, чем стоимость покупки нового материала и утилизации выкопанного материала [1]. Оценка выкопанного материала не должна ограничиваться уравновешиванием.

Если порча считается отходом, то она не может быть использована повторно, поэтому обработка излишков как отходов имеет разрушительные последствия в экологическом и финансовом отношении [2]. С огромным количеством предстоящих строительных работ по всему миру и для удовлетворения потребностей, необходимость умного повторного использования раскопанного материала стала более важной, чем в прошлом. Ежегодно в Стамбуле образуется 14 миллионов тонн отходов. Как показано на рис. 1, ежегодно на выкопанный материал приходится более 50% отходов [3]. Как только он будет считаться отходами, он станет непригодным для использования грузом, который необходимо

сбрасывать на свалки. Кроме того, создание полигонов для такого объема отходов невозможно и может нанести вред окружающей среде и привлечь самые высокие затраты

В последнее десятилетие, особенно в некоторых европейских странах, наблюдается улучшение обращения с отходами. Традиционная тенденция обработки материала на свалках. Этот подход имеет много недостатков в экологическом и экономическом отношении. Развития ненужных свалок, стоимость транспортировки материала из раскопок на свалки и выбросы CO₂, некоторые недостатки этого подхода. Однако наиболее важным аспектом захоронения отходов на свалках является невозможность образования новых почв.

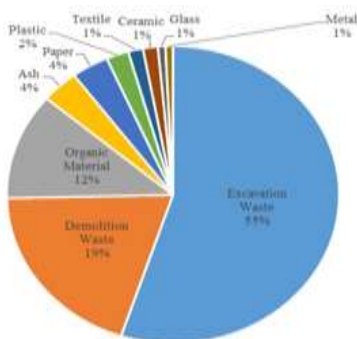


Рис. 1. Отходы Стамбула

Оно приходит от природных ресурсов, и если материал оставлен как отход, то его нельзя повторно использовать или повторно использовать. Необходимость рециркулировать или повторно использовать материал критическая для того чтобы уменьшить отрицательные влияния традиционный регулировать.

В настоящее время, с повсеместным развитием туннельных проектов по всему миру, есть неизбежный рост экологических проблем, связанных с использованием или утилизацией образующихся вынуженного грунта. Таким образом, существует явная возможность для широкого повторного использования этого материала в связи с высоким спросом на зернистые материалы, истощением существующих карьеров и экологическими ограничениями, препятствующими или задерживающими открытие новых карьеров [2]. Идея широкого повторного использования материалов, извлеченных из туннелей, возникла в 1990-х годах, когда растущие экологические проблемы и проблемы устойчивости, связанные с поставкой природных агрегатов стали одной из наиболее острых проблем в гражданском строительстве.

Важным аспектом управления значительными объемами добычи является поиск возможностей для их эффективного использования в качестве ценного ресурса, а не в качестве засыпки или отходов.. Самый важный аспект в управлении материально-ответственной обработке материала об экологических и экономических аспектах. Большинство исследований в рассматриваемой сфере повторного использования и

переработки материалов для уменьшения развития полигонов, перевозки между стройках и свалках, и стоимость сброса материала на свалках. Многие вопросы были рассмотрены в литературе, посвященной ответственному обращению с раскопанным материалом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Pumter.C., Галлер.Р.* Планирование работы тоннеля материал работ Туннелирование и подземные работы //космическая техника-2013.С. 193-201.
2. *Bellopede.P.* Основные аспекты переработки туннельного навоза. Американский журнал экологических наук- 2011.С. 338-347.
3. *Ocak I.* Экологические проблемы, вызванные раскопками стамбульского метро и предложения по восстановлению. Экологическая геология- 2009. С. 15-57.

ТЕХНОЛОГИИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО СТРОИТЕЛЬСТВА В ЖАРКОМ КЛИМАТЕ

Строительство – отрасль влияющая на экономическое развитие любого государства, одновременно требующая колоссальных энергетических затрат. В условиях постоянного роста цен на энергетические ресурсы проблема энергосбережения в строительном комплексе является актуальной. Экономить энергию необходимо на каждом этапе жизненного цикла объекта. При этом следует помнить, что большое влияние на выбор технологий энергосберегающего строительства оказывают климатические условия региона, где планируется вести строительство инвестиционного объекта-проекта [1].

Строительный проект - это не просто проект здания. В нем учтены все возможные параметры и характеристики, в том числе и энергосберегающий эффект в процессе строительства и эксплуатации. В настоящее время все большую популярность набирает технология энергосбережения под названием «Пассивный дом».

Пассивный дом - это добровольный строительный стандарт современных домов, который приводит к минимальному потреблению зданиями энергии, необходимой для отопления (в странах с холодным климатом) или охлаждения (в странах с жарким климатом). Такой эффект достигается за счет применения различных технологий, главной задачей которых является поддержание комфортного температурного режима внутри здания при низком потреблении энергии [2].

Проектирование пассивного дома, для примера, в жарком климате должно основываться на следующих принципах:

1. Уменьшение потребности в охлаждении.
2. Учет расположения дома относительно сторон света и применение соответствующих способов охлаждения.
3. Регулирование потоков воздуха.
4. Вентилируемые окна.
5. Соответствующая изоляция.
6. Использование защитных пленок и защитных нанопокровов для регулирования температурного режима в помещениях.
7. Использование зеленых насаждений как пассивного охлаждающего элемента.

В рамках настоящей статьи рассматриваются технологии, которые можно применять одновременно: пассивное охлаждение (passive

cooling), прямое затенение дома от солнечного света (shading) и применения инновационного материала.

Пассивное охлаждение - это лучший способ предотвратить нагревание корпусов зданий, минимизируя поглощение тепла из внешней среды и регулируя температуру в доме с помощью естественных источников охлаждения, таких как воздушное движение, холодный ветер, испарение.

Это самый дешевый способ охладить дом, к тому же он оказывает минимальное воздействие на окружающую среду.

Основными элементами пассивного охлаждения являются:

- терраса и крыша, они должны быть защищены от солнечных лучей, поэтому следует подумать о технологических решениях по затенению всего здания подвесной крышей;

- оптимизация эффекта внешней стены (стена затеняется виноградными лозами или зеленью таким образом, чтобы создавался эффект воронки для холодного ветра);

- пространство около стены должно быть свободным, это обеспечит необходимую вентиляцию и тепло (желательно, чтобы стена была с навесом), технологии по устройству вентилируемых фасадов широко применяются в различных климатических зонах;

- проектирование путей для создания хорошей перекрестной вентиляции (расположение окон в разных концах дома с целью обеспечения входа и выхода для поперечного ветра и т.д.), при этом количество стен и перегородок внутри здания должно быть минимальным, множество комнат мешает движению воздуха;

- создание на крыше вытяжных труб с воздушными полостями, идущими через мансардные окна;

- затенение двора вокруг дома деревьями или травой, чтобы уменьшить тепло, исходящее от земли;

- выбор максимально широких окон (с затенением);

- следует избегать фиксированных стеклянных дверей;

- оснащение потолочным вентилятором для создания воздушного потока при отсутствии ветра;

- использование хорошей тепло и холодо изоляции;

- в проекте придомовой территории необходимо предусмотреть зеленые деревья, чтобы обеспечить прохладу и защиту от сильного ветра.

При затенении дома и обустройстве внешнего пространства следует иметь в виду, что солнце, светящее прямо на стену, также создает тепло. Но при производстве работ применение технологий по устройству вентилируемых фасадов могут ограничить 90% этого тепла.

Затенение проектируют с учетом климата, расположения дома и с соблюдением следующих технологических принципов:

- с северной стороны над окнами размещаются фиксированные или регулируемые горизонтальные навесы, на окна устанавливаются ставни;

- на северо-востоке и северо-западе используется регулируемый навес;

- на юго-востоке и юго-западе для защиты от солнца высаживают деревья.

С северной стороны от здания рекомендуется высаживать сезонные деревья и кустарники, а с восточной и западной - вечнозеленые.

Виноградные лозы лучше расположить на расстоянии полуметра от стены. Тогда они будут создавать подвижную тень.

Оконное стекло должно быть покрыто специальным напылением теплоизоляцией, поскольку стекло без защиты является одной из причин проникновения холода или тепла.

Для окрашивания, отделки и покрытия внешних поверхностей здания (двери, крыша, стены) следует использовать краски и материалы светлых оттенков. Светлые поверхности отражают солнечный свет и не нагреваются.

Стоит отметить инновационный материал, широко используемый при строительном производстве - жидкий корунд. Сверхтонкий теплоизоляционный материал, представляет собой жидкое вещество на водной основе, главным его компонентом является полимерно-латексная композиция. Этот инновационный материал нашел широкое применение в эффективном изолировании труб горячего и холодного водоснабжения фундаментов и кровли. Применение данной технологии в строительном производстве-гарантированно снижает трудозатраты на утепление.

Сочетание технологии пассивного охлаждения и технологии прямого затенения дома от солнечного света позволяет добиться значительного снижения потребления электроэнергии в условиях жаркого климата.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Латидус А.А., Абрамов И.Л.* Календарное планирование производства работ при проектной подготовке организации строительства малоэтажных объектов – Научное обозрение. 2017. № 4. С. 6-9.

2. *Погодин Д.А., Механиков В.М., Бурнякова Е.А.* Ресурсосбережение при устройстве стен в индивидуальных домах. Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Сибирский государственный индустриальный университет, Архитектурно-строительный институт. 2016. С. 236-238.

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ДОШКОЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

В статье описаны основные вопросы, возникающие при строительстве и реконструкции дошкольных образовательных учреждений, продемонстрированы основные тенденции, на которые уделяют внимание при строительстве таких зданий, проанализированы характерные особенности проектирования детских садов прошлых десятилетий и возможность применения этих проектов в современных реалиях.

В настоящее время в связи с повышающимися требованиями к социальным объектам и перенаселением мегаполисов страны перед проектировщиками ставятся задачи по разработке проектов, отвечающих условиям комфортности, безопасности, технологичности, экономичности и востребованности конечным потребителем. Для достижения эффективного конечного результата при строительстве объектов социальной сферы важно соблюдать все эти условия. [1]. Если говорить о дошкольных образовательных учреждениях (ДОУ), то одной из главных задач является комфортное и безопасное пребывание детей в здании.

В современном мире ребенок рано начинает посещать детский сад, всевозможные развивающие кружки и спортивные секции. Важно, чтобы пребывание в образовательных учреждениях не причиняло вреда здоровью, было удобным и способствовало развитию ребенка. На данный момент качество услуг, которые предлагают детские учреждения, не всегда удовлетворяют требуемым запросам. Основными проблемами, связанными с детскими садами, является нехватка мест, малые площади и устаревшая материальная база. Решение этих проблем можно осуществить с помощью объемно-пространственной модернизации (реконструкции) уже имеющихся зданий и строительства новых многофункциональных дошкольных учреждений, соответствующих действующим нормам и правилам.

Большинство детских садов в России построено по проектам 70-80-х годов прошлого столетия, но есть среди них и здания, возведенные по проектам 60-х годов. Безусловно, требования, предъявляемые к дошкольным образовательным учреждениям сегодня, отличаются от тех, которые существовали 40–50 лет назад.

Основные недостатки зданий, построенных в предыдущие годы:

- нецелесообразные объемно-планировочные решения, приводящие к усложнению передвижения детей и проведения подвижных игр;

- нехватка места для оборудования второго зала;
- недостаточный объем здания;
- не всегда полностью соблюдены санитарно-гигиенические требования к помещению;
- помещения «казенные», ребенку, привыкшему к домашней обстановке, сложно адаптироваться в такой среде.

Стоит отметить, что жесткие и стабильные объемно-планировочные решения тех лет подразумевали строительство централизованных ячеек (помещения расположены в одном объеме) или ячеек блочного типа (подразумевает расположение ячеек в нескольких блоках, соединённых с помощью коммуникационных пространств), что усложняет реконструкцию зданий. Решение данных проблем осуществляется с помощью надстройки этажа над торцевыми или центральными блоками, ликвидацией групповых ячеек и их перемещением.

Как уже было отмечено, нехватка мест в детских садах еще не решена, имеющиеся детские сады перегружены, поэтому строительство ДОУ актуально как никогда. При этом за строительство во многих регионах берутся неохотно из-за дороговизны и сложности, лишь в Москве возведение дошкольных учреждений происходит активно. В период с 2011 по 2018 годы в столице было построено более 200 детских садов.

Основными тенденциями в строительстве ДОУ на данный момент являются:

- строительство универсальных образовательных учреждений, удовлетворяющих запросам потребителей (пожеланиям родителей);
- проектирование дополнительных помещений, имеющих специальное оборудование. Это позволяет обеспечить полноценное функционирование учреждения при изменении его вида;
- учет современных санитарно-гигиенических требований к помещениям;
- применение в отделке нетоксичных материалов, легко поддающихся дезинфекции;
- дружелюбный, привлекательный для ребенка дизайн здания и его внутренней отделки;
- привязка типовых проектов ДОУ к селитебной плотности, расположение таких зданий преимущественно в зеленой зоне;
- использование типовых технологических решений.

Стоит также отметить, что проектировщикам необходимо учитывать новые эффективные и экономичные технологические решения. Одним из них является возведение модульных зданий, которые представляют собой блоки-модули. При строительстве используются каркасные здания из металлических профилей с огнеустойчивым покрытием. Стены выполняют из сэндвич-панелей, состоящих в основном из металличе-

ских листов, утеплителя и внутренней обивки. Данные здания отличаются простотой возведения, относительно невысокой стоимостью используемых материалов и возможностью применения подобных конструкций в различных климатических условиях. Модульная технология возведения широко используется за рубежом и позволяет достичь хороших технико-экономических показателей. Для нетиповых проектов сложных объемно-пространственных форм используют технологии монолитного строительства. Это позволяет получить объемно-планировочные решения, не привязанные к строго определенному модулю. В элитных жилых комплексах в общем ансамбле могут быть запроектированы здания из кирпича.

В любом случае необходимо помнить, что ДОУ – это не просто отдельно существующие здание и земельный участок, а целый комплекс, предназначенный для учебно-воспитательной работы, физического воспитания, закаливания и других мероприятий, направленных на развитие детей. Поэтому при проектировании, строительстве или реконструкции таких зданий необходимо строго соблюдать требования нормативных документов [2,3,4], а также учитывать особенности места возведения и запросы потребителей. При данном подходе качество предоставляемых услуг ДОУ должно неуклонно улучшаться.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Забелина О.Б., Кунин Ю.С.* Строительство учреждений здравоохранения. Особенности разработки генерального плана больничных комплексов. История и перспективы развития. // Наука и бизнес: пути развития. - 2018. №5 (83). С. 37-43.
2. Пособие к МГСН 4.07-05 Дошкольные образовательные учреждения: утв. приказом Москомархитектуры 08.06.2007 г. N 116 // научное техническое издание /Правительство Москвы; Москомархитектура. - М.: ГУП "НИАЦ", 2007 год. – №116. - 8-27 с.
3. Рекомендации по реконструкции и модернизации зданий дошкольных учреждений: утв. приказом Москомархитектуры 01.07.1997 г. № 25 // М.: ГУП "НИАЦ", 1997 год. - №25. – 16-47с.
4. СП 252.1325800.2016 «Здания дошкольных образовательных организаций. Правила проектирования»: утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 17 августа 2016 г. N 573/пр. // Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2017 год. -№ 573. - 13-57с.

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ЭКО-СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Экологическая ситуация в мире заставляет искать решения как наносить меньше вреда окружающей среде. В связи с этим развивается идея эко-поселений или «родовых поместий». Эко-поселения стали возникать в разных странах в 60-е годы 20-го века, а мировое движение эко-поселений сформировалось в середине 90-х как ответ на давление современной цивилизации на природу и человека.

Эко-поселения – это конгломерация людей, стремящихся создать некую новую модель жизни, максимально не зависящую от глобальной индустриализации. Обычно численный состав эко-поселка не превышает 500 человек, и все они объединены одной общей идеей. Технология строительства эко-домов подразумевает использование безопасных природных материалов, энергоэффективность и полную автономность от традиционных централизованных систем жизнеобеспечения.

Первым и основным аспектом такого строительства является, конечно, экологический аспект - разрабатываются различные комплексы мер, которые способны снизить негативное влияние до минимума. Вторым аспектом является создание комфорта для самого человека за счет снижения вредного воздействия и улучшение среды обитания. Третий аспект – экономический. Все эти меры должны быть эффективны и выгодны инвестору [1].

В современном строительстве обычно предлагаются такие проекты эко-домов:

1. Проект дома, привязанный к конкретной местности, то есть учитывается рельеф, направление ветра, инсоляция помещений, источники водоснабжения и т.д.

2. Модульные эко-дома, состоящие из легких быстро-сборных конструкций. Добавив к ним необходимое оборудование, например, солнечные батареи или ветрогенератор, можно также получить жилье с необходимыми заданными характеристиками.

Эко-дом, как правило, располагается на отдельном участке земли и представляет собой единый комплекс, состоящий из нескольких построек и приусадебного ландшафта. В строительстве экододомов стараются применять технологию так называемого пассивного дома. Суть данной технологии заключается в том, чтобы снизить до минимума энергопотребление.

При строительстве используют как традиционные эко-материалы, так и строительные блоки из вторичного сырья. Когда речь заходит об экологически чистых материалах строительства, первое, что приходит в голову – это дома из бруса или те же проконопаченные срубы. Да, их можно назвать традиционными для средней полосы России эко-домами. Однако, далеко не в каждом эко-поселении такие дома можно встретить. Достаточно распространенным является каркасное и каркасно-щитовое строительство, за счет своей относительно небольшой стоимости и быстроты возведения. Сам каркас возводят из брусьев, а в качестве утеплителя используют прессованную солому, легкий саман (материал, представляющий собой смесь глины и соломы), минеральную вату или легкий костробетон. Также можно встретить дома из арболита и утрамбованной земли. В таких домах довольно низкая теплопроводность, что позволяет тратить меньше энергии на отопление.

Как правило, при строительстве эко-дома учитывают следующие основные моменты:

1. Стараются использовать местные строительные материалы. Они не столь затратны по способу добычи, не надо тратить дополнительные деньги на их перевозку и доставку;

2. При выборе технологии строительства стараются не задействовать тяжелую технику. После окончания эксплуатационного цикла эко-дом утилизируется на месте. Затрачивается минимум средств на его снос и демонтаж;

3. Одним из несомненных достоинств такого дома является возможность в случае изменения состава семьи расширить имеющуюся площадь помещений за счет дополнительных пристроек или надстройки второго, третьего этажа;

4. При эксплуатации дома применяют передовые биотехнологии для переработки и утилизации органических отходов, используют их для повышения плодородности почвы прилегающего к дому участка.

Корпус эко-дома должен механически прочен, долговечен, устойчив в соответствии с климатическими характеристиками данной местности. Конструкция фундамента закладывается на моменте проектирования и зависит от расчетного веса конструкции дома, типа грунта, уровня грунтовых вод [2]. Как правило, в эко-домах применяют фундаменты глубокого, мелко заложения и незаглубленные.

Также при строительстве таких домов предъявляют высокие требования по сохранению тепла в помещении. Такие требования могут быть соблюдены при проектировании буферных зон при переходе из холода в отапливаемое посещение (сени, веранды, зимние кладовые,

прочие подсобные помещения). Также применяют теплоэффективные конструкции окон, дверей, перегородок и т.п. [3].

Отапливать экодом можно при помощи воздушных солнечных коллекторов. Система такого обогрева состоит из самого коллектора, воздухопроводов и вентилятора. Коллектор имеет темную верхнюю поверхность, которая нагревается под воздействием солнечных лучей, и от нее нагревается воздух внутри коллектора. Далее по воздухопроводам он подается в помещения. Если в помещениях тепло, то горячий воздух поступает в тепловой аккумулятор. Также дома оборудуют традиционным печным отоплением.

Основным источником электроэнергии являются солнечные электроустановки. В отличие от солнечных коллекторов они работают всегда, когда светит солнце. Солнечные батареи вырабатывают электричество даже в облачную погоду, хотя и в меньшем количестве.

Также для обеспечения дома энергией используются так называемые «ветряки». Они относятся к электрогенераторам периодического действия и используются совместно с солнечными батареями. Реже используют энергию воды (бесплотинные микро ГЭС) и геотермальную энергию. Важным свойством экодому является накопление талой и дождевой воды и очистка бытовых стоков.

Эко-поселения могут быть автономными и при этом комфортными для постоянного проживания, составлять единый ансамбль, привязанный, например, к местному храму [4]. И определенная группа людей с удовольствием примет такой образ жизни.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Липидус А.А., Абрамов И.Л.* Календарное планирование производства работ при проектной подготовке организации строительства малоэтажных объектов – Научное обозрение. 2017. № 4. С. 6-9.
2. *Погодин Д.А., Механиков В.М., Рябцев С.С.* Конструктивные особенности фундаментов в энергоэффективных индивидуальных зданиях. Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России: труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. / Сиб. гос. индустр. ун-т; под общей редакцией И.В. Зоря, А.Ю. Столбоушкина, А.А. Оленникова. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2016. – С.248 – 251.
3. *Гилман Р.* Эко-деревни и устойчивые поселения— СПб.: Центр гражданских инициатив, 1991. — 60 с.
4. *Забелина О.Б. Котов В.И.* Восстановление объекта культурного наследия церкви Святых Петра и Павла в г. Белый Тверской области //Перспективы науки: – 2019. – №2 (113) с. 79-85.

ВОПРОСЫ ТИПИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ХРАМОВ. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: ОТ ДОРОГОГО К ДОСТУПНОМУ

Согласно последним исследованиям общественного мнения [1], храм становится социально значимым объектом. Однако на данный момент существует две проблемы: 1) количество существующих храмовых комплексов не может вместить всех желающих; 2) они расположены слишком далеко от домов прихожан. Этим объясняется реализация масштабной программы «200 храмов Москвы».

В условиях современной городской среды изменились восприятие храмов в пространстве, их композиционная роль, масштабные соотношения с окружающими объектами. Отсутствие опыта в области современного храмового зодчества приводит к копированию прошлых решений в условиях настоящего, а также к поиску новых направлений православного строительства.

На сегодняшний день в рамках городской программы построено только 48 храмов. Самый быстрый и простой способ решить проблему недостаточного количества культовых зданий — это типовое строительство. Предполагается, что новые храмы будут возведены по ускоренной схеме, с использованием укрупненных элементов заводского изготовления.

До начала XX века основным строительным материалом для храмов был кирпич. В настоящее время его использование заметно сокращено, для несущего каркаса используется монолитный железобетон. При этом вопрос применения современных или традиционных материалов остается актуальным.

Для нахождения оптимальных решений в статье сопоставлены результирующие показатели возведения несущих конструкций храма (без отделки) одного объема с использованием различных решений и материалов [2], а также эксплуатационные качества.

Традиционная каменная кладка храмов не отличается от гражданских сооружений, однако имеет свои нюансы [3] и должна выполняться сплошной, без слоев утеплителя. Толщина стен назначается в зависимости от конструкции покрытия, высоты, энергоэффективности и минимально принимается 770 мм. Несущие конструкции, выполненные из кирпича, способствуют комфортной среде для сохранности росписей и созданию хорошей естественной акустики [4].

Однако возведение каменных конструкций является одним из самых трудозатратных. Это связано с подготовкой фронта работ для рабочих, малой механизацией процесса, сложностью кладки толщиной в 3 и более кирпичей [6].

Применение *железобетона* при строительстве храмов разнообразно – фундамент, перекрытие между цокольным этажом и хором, вертикальные элементы каркаса [5]. Технология использования монолитного железобетона упрощает процесс и сокращает сроки возведения храмовых комплексов [5]. Однако эксплуатационные характеристики материала, связанные с низкой паропроницаемостью и высокой теплопроводностью, могут отрицательно влиять на долговечность отделанных поверхностей.

При сравнении вариантов (табл. 1), очевидно, что процесс каменной кладки является более трудоёмким по сравнению с возведением конструкций из монолитного железобетона, однако кладка обладает лучшими физическими и эстетическими характеристиками.

С целью ускорения процесса возведения и снижения затрат труда на кладку в построечных условиях может быть рекомендовано применение *укрупненных элементов из керамических кирпичей*. Эти детали должны быть заранее изготовлены в условиях сборочного цеха за пределами строительной площадки в виде блоков массой до 2,5-3 тонн и своевременно доставлены.

Монтаж блоков осуществляется с помощью крана поярусно, жесткость конструкции обеспечивается перевязкой - блоки верхнего ряда должны перекрывать блоки нижнего ряда не менее чем на 1/4 длины блока. Связь между продольными и поперечными стенами обеспечивается укладкой сварных сеток, соединенных поперечной арматурой в одной плоскости [7].

Таблица 1

Параметры возведения несущих конструкций

Показатель	Тип конструкции		
	Кладка	Монолитная железобетонная	Укрупненные кирпичные блоки
Затраты труда, чел.- дн.*	21	3,96	5,36
Количество исполнителей, чел.	8	4	3
УПТ, %	87,5	99	89,3
Общая продолжительность работ, дн.	39	26	26

*Прим. Данные представлены на возведение одного яруса высотой 1,4 м.

При сопоставимых темпах возведения зданий храмов из монолитного железобетона и укрупненных кирпичных блоков, применение последних позволяет получить конструкцию, качественно не отличающуюся от традиционных решений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Василенко Р.Э.* Развитие социальной инфраструктуры города. МГИМО, 2018.

2. *Гайдуков П.В., Пугач Е.М.* Оптимизация конструктивно-технологических решений для опалубки из штучных материалов. НИУ МГСУ, 2018.

3. *Забелина О.Б., Котов В.И.* Восстановление объекта культурного наследия церкви Святых Петра и Павла в г. Белый Тверской области //Перспективы науки: – 2019. – №2 (113) с. 79-85.

4. *МДС 31-9.2003.* Православные храмы. Том 2. Православные храмы и комплексы. М.: ГУП ЦПП, 2003.

5. *ЕНиР-4-1.* Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. М.: Стройиздат, 1987.

6. *ЕНиР-3.* Каменные работы. М.: Стройиздат, 1986.

7. *ЗНИИЭП.* Детали стен и перегородок жилых зданий. Стены из крупных кирпичных блоков. М.: ЦИТП, 1969.

СЕКЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Студентка 4 курса 34 группы института ИСА Атаманенко А.В.
Научный руководитель – доц., канд. техн. наук А.С. Болотова*

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МАЛОЭТАЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Малоэтажное строительство - это возведение жилых объектов небольшой этажности, чаще всего, до трех этажей. Развитие малоэтажного строительства на территории РФ обусловлено обширными территориями, упрощенными правилами контроля за проектированием и строительством, технологическими преимуществами, а также государственным стимулированием [3].

Почти половину жилищного строительства составляет малоэтажное строительство России. Возможно его увеличение до 60% в ближайшие годы. Около 30 процентов объема строительства приходится на сельскую местность, остальная часть – в городах и их областях на малоэтажные новостройки [1]. В общем объеме нового жилья растет процент построек, возведенных за счет собственных средств населения или заемных. Именно этот фактор оказывает воздействие на рост малоэтажного строительства.

Малоэтажное строительство имеет ряд множеством технологических и организационных особенностей. Организационные особенности:

1. Организационная структура становится гибкой за счет возможности применения более обширного перечня материалов и технологий, чем при многоэтажном строительстве [5].

2. Сокращение сроков строительства, упрощенные условия строительства и высокий спрос на квартиры в малоэтажных домах прямо пропорционально влияют на инвестиционную привлекательность.

3. Ввод в эксплуатацию малоэтажного многоквартирного дома проходит более оперативно, чем многоэтажного. Требуется только разрешение на ввод объекта в эксплуатацию [8].

Технологические особенности:

1. При строительстве малоэтажных зданий возможно и актуально применение облегченных материалов для конструктивных элементов, что значительно ускоряет и упрощает технологические процессы.

2. С конструктивной точки зрения, в качестве каркаса здания, помимо стандартных решений (ж.б.к., каменные конструкции), возможно применение деревянных, металлических и композитных материалов, при соответствующей защите от негативных факторов [2].

3. Технологии быстрого возведения зданий и сооружений наиболее применимы для строительства малоэтажных жилых домов.

В связи с недавним появлением, технологии СИП и ЛСТК применяются далеко не на всю мощность. Для использования всего потенциала и более широкого внедрения технологий необходимо адаптировать конструкции каркаса и ограждающие панели к условиям и требованиям, а также устранить присущие недостатки [9].

Структурная изолированная панель (СИП, англ. structural insulated panel, SIP) - это строительный материал, который состоит пенополистирола, заключенного между двумя плитами ОСП. Склеивание ОСП плит и пенополистирола друг с другом происходит под давлением, с помощью клея из полиуретана [7]. Схематичный вид СИП представлен на рисунке 1.

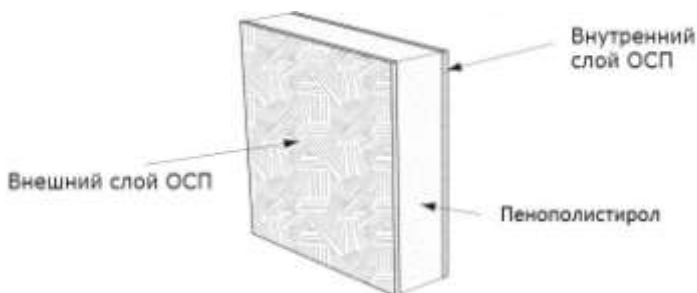


Рис. 1- Структура СИП

Технология ЛСТК- конкурент классической технологии СИП, каркас выполняется из конструкций металлопроката толщиной до 3 мм. Лёгкие стальные тонкостенные конструкции (ЛСТК) - строительные конструкции из тонкой стали. [4]

Конструктивными элементами каркаса являются детали, выполненные из стали в заводских условиях. Каркас выполняет несущую функцию, воспринимая вес здания, а также служит основой для отделочных материалов. Применение ЛСТК значительно сокращает вес здания.

4. С инженерной точки зрения, малоэтажное строительство имеет следующие особенности: дома не оснащаются лифтовым оборудованием и мусоропроводами [6].

Если поставить на поток строительство малоэтажного жилья, то станет возможно в краткие сроки решить полностью или частично жилищные проблемы. Ведь, малоэтажное жилищное строительство доступно широкому слою населения за счет своей экономичности, точнее, за счет приемлемого соотношения «цена-качество».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Малоэтажное строительство. Движение в правильном направлении [http://zakadom.ru/maloetajnoie_stroitelstvo]
2. *Болотова А.С.* Методика повышения организационно-технологической надежности монолитного строительства // Научное обозрение. – 2016. – №18. – С. 186–190.
3. *Петров В.Э.* Малоэтажное модульное жилое строительство на основе экологического подхода // Вестник волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. серия: строительство и архитектура – 2015. - № 41 (60) - С: 85-92.
4. *Топчий Д.В.* Оценка организационно-технологических и экономических параметров при выводе предприятий за пределы городской черты // Технология и организация строительного производства. – 2015. – №4-1. – С. 34–41.
5. *Липидус А.А., Толстова К.С., Топчий Д.В.* Организационно-технологические параметры, влияющие на критерий допустимости совмещения строительных процессов при производстве отделочных работ в жилых зданиях / Липидус А.А., Толстова К.С., Топчий Д.В. // Перспективы науки. – 2018. - № 6 (105), с. 12-16.
6. *Топчий Д.В., Мироненко С.В.* Тенденции развития контроля организационно-технологических параметров при возведении объектов капитального строительства. // Технология и организация строительного производства, № 4(5). стр. 52-54.
7. *Топчий Д.В., Кочурина Е.О.* Оценка степени влияния факторов окружающей среды на ведение строительства в условиях плотной городской застройки. // Системные технологии. 2018. № 26. С. 107—111.
8. *Топчий Д.В., Болотова А.С., Васильева Ю.А.* Технологический процесс устройства монолитных железобетонных перекрытий с вкладышами-пустотообразователями на примере технологии «Собіах» // Перспективы науки. – 2019. – №2(113). – С. 61–67.
9. *Топчий Д.В., Юргайтис А.Ю., Чернигов В.С., Кочурина Е.О.* Проведение тензометрического мониторинга за техническим и напряженно-деформированным состоянием подземной части зданий и сооружений в рамках научно-технического сопровождения строительства уникальных объектов // Системные технологии. 2018. № 3 (28). С. 140-148.
10. *Topchiy D.V.* Increase of efficiency of organizational-technological models of production operations in a constrained urban environment by reducing the impact on underground structures. / Topchiy D. V., Kokurina E. O. // Prospects of science. 2018. № 1 (100). p. 31-36.

*Студент 4 курса 13 группы института ИСА Зеленцов А. А.
Студент 4 курса 14 группы института ИСА Воробьев А. С.
Научный руководитель – ст. преп. А. Ю. Юргайтис*

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫЯВЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ ОБЪЕКТОВ ДОЛЕВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

В процессе приемки объекта долевого строительства собственники имеют в распоряжении 7 рабочих дней для осмотра и приемки квартиры после получения извещения от застройщика. По результатам осмотра предъявленной к приемке квартиры, в случае отсутствия повреждений и дефектов, собственник подписывает акт приемки-передачи квартиры. В противоположном случае, при обнаружении критичных повреждений, дефектов, данные отклонения фиксируются в акте осмотра, при этом дольщик отказывается от приемки объекта долевого строительства до момента ликвидации застройщиком выявленных повреждений [1]. В ходе осмотра объектов собственниками возникает множество проблем и прений, причиной которым служит отсутствие стандартизированного подхода к решению данного вопроса. При качественном выполнении работ застройщиком и успешном составлении акта приема-передачи, ответственность за техническое состояние объекта в процессе эксплуатации возлагается на управляющую компанию, с которой заключается договор. [2] На законодательном уровне установлен гарантийный срок, составляющий 5 лет с момента сдачи объекта, во время которого собственник имеет право потребовать от застройщика устранить повреждения в случае выявления скрытых дефектов конструкций.

Квалиметрические показатели выпускаемой строительной продукции полностью зависят от Застройщика, в том числе от наличия и работоспособности единого механизма сбора и анализа информации о качестве выпускаемой продукции. Для обеспечения возможности статистической оценки возникновения дефектов, а также контроля за их устранением, требуется разработка единой структуры классификации дефектов. [6,8].

В целях формирования структурированного подхода к решению вопросов дефектоскопии были получены и проанализированы данные о дефектах и повреждениях, выявленных в процессе передачи объектов долевого строительства, с реальных объектов [9].

Основопологающей причиной возникновения дефектов, выявляемых при приемке объектов долевого строительства собственниками, зачастую является низкий уровень квалификации отделочных бригад. По результатам статистической оценки появления повреждений и отклонений сформировано следующее процентное соотношение. В каче-

стве объектов исследования были выделены три жилых комплекса в городе Москве: ЖК Царицыно, ЖК Савеловский сити, ЖК Green Parkx [4,5].

Таблица 1.

Типовые дефекты чистовой отделки жилья

№ п/п	Группа дефектов	Дефекты	Устранимость
1.	Отделка стен	Некачественная подрезка обоев, образование воздушных пузырей, отслоений.	Неустранимый
		Следы краски, клея и другие загрязнения на обояных покрытиях.	Неустранимый
		Неровность стен, выступы или впадины на поверхности стен.	Неустранимый
		Неплотное прилегание плинтуса к стене (полу).	Неустранимый
2.	Отделка пола	Трещины, подтеки раствора, сколы в плиточных покрытиях.	Неустранимый
		Некачественная затирка плиточных швов.	Устранимый
		Вздутие покрытия пола.	Неустранимый
		Неплотное прилегание покрытия к основанию.	Неустранимый
		Некачественное устройство участка прохождения гильзы.	Неустранимый
3.	Отделка потолка	Отслоения краски и штукатурки	Устранимый
		Неровность потолка, выступы или впадины на поверхности стен.	Неустранимый
4.	Устройство дверных блоков	Повреждение дверных ручек	Неустранимый
		Повреждение дверных полотен.	Неустранимый
		Неплотное прилегание дверных наличников к стенам	Устранимый
		Затрудненное открывание, недостаточная регулировка фурнитуры	Устранимый
5.	Устройство оконных блоков	Наличие воды в стеклопакете	Неустранимый
		Наличие влажных участков на откосах	Неустранимый
		Продувание в местах сопряжения оконного блока со стеной	Устранимый

Таким образом, на сегодняшний день стоит задача максимально улучшить качество готовой строительной продукции долевого строительства, минимизировать количество спорных ситуаций будущих собственников жилья с Застройщиком при приеме объекта. Вектор регулирования в этом отношении должен быть направлен со стороны компании Застройщика, которая может организовать более строгий контроль при приемке выполненных объемов работ. [3]

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ФЗ от 30.12.2004 N 214-ФЗ (ред. от 14.12.2018).
2. *Зеленцов А.А., Юргайтис А.Ю.* Совершенствование квалитетической методики приемки готовых железобетонных конструкций при передаче объектов долевого строительства. // Дни студенческой науки. Сборник докладов. Стр. 460-462. 2018г.
3. *Зеленцов А.А., Юргайтис А.Ю.* Формирование стандарта сдачи-приемки объектов долевого строительства. // Строительство – формирование среды жизнедеятельности. Сборник материалов семинара. Стр. 334-337. 2018г.
4. *Топчий Д.В.* Комплексный строительный надзор: требования и необходимость // Технологии и организация строительного производства. – 2014. – № 1. – С. 46-47.
5. *Топчий Д.В., Кочурина Е.О.* Оценка степени влияния факторов окружающей среды на ведение строительства в условиях плотной городской застройки // Системные технологии. 2018. № 26. С. 107—111.
6. *Топчий Д.В., Токарский А.Я.* Методологические основы оценки воздействия государственного строительного надзора при реализации муниципальных проектов по перепрофилированию значительных городских территорий // В сборнике: Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы Сборник материалов семинара, проводимого в рамках VI Международной научной конференции. 2018. С. 234-238.
7. *Топчий Д.В., Юргайтис А.Ю., Чернигов В.С., Кочурина Е.О.* Проведение тензометрического мониторинга за техническим и напряженно-деформированным состоянием подземной части зданий и сооружений в рамках научно-технического сопровождения строительства уникальных объектов // Системные технологии. 2018. № 3 (28). С. 140-148.
8. *Topchy D.V., Jurgaitis A. Yu., Chernigov, V. S., and E. O. Kachurina* Conducting strain gauge monitoring of the technical and the stress-strain state of the underground part of buildings and structures within the scientific and technical support of unique objects construction. System technology. 2018. № 3 (28). P. 140-148.
9. *Topchy D. V.* Organisational and technological measures for converting industrial areas within the existing urban construction environments. International Journal of Civil Engineering and Technology. 2018. Vol. 9. No. 7. S. 1975-1986.

ПРОБЛЕМЫ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РЕШЕНИЯ

Научно-техническое сопровождение строительства (далее - НТСС) объектов капитального строительства в настоящее время достаточно часто встречается при строительстве зданий и сооружений различного назначения. В основном это высотные, уникальные объекты. Но что такое НТСС, на каких объектах оно должно проводиться и какие работы входят в его состав?

Застройщики и технические заказчики зачастую, заключая договора на НТСС соблюдают лишь формальную сторону закона, а фактически под данным понятием скрывается обычный строительный контроль. Главное отличие НТСС от строительного контроля это прогнозирование развития событий с достаточной точностью для принятия определённых решений о продолжении работ, в то время как строительный контроль фиксирует лишь случившийся факт соответствия или несоответствия требованиям технических регламентов и проектной документации[4].

Перечень форм обязательной и добровольной оценки соответствия зданий и сооружений и связанных с их возведением процессов определяется [3]. Формы обязательной оценки соответствия это экспертиза проектной документации, строительный контроль, государственный строительный надзор, которые базируются на соблюдении требований нормативных документов, включенных в перечни указанные в частях 1 и 7 статьи 6 [3], или требований специальных технических условий.

Одним из нормативных документов устанавливающих обязательные требования является [1], пункт 10.5 которого говорит, что для зданий и сооружений класса КС-3, имеющих повышенный уровень ответственности, должны предусматриваться научно-техническое сопровождение при проектировании, изготовлении и монтаже конструкций. Однако какие-либо требования к составу, форме ведения, квалификации организации и персонала, осуществляющих НТСС не установлены[5].

Учитывая, что НТСС входит в систему обязательной оценки соответствия, необходимо разобраться в перечне объектов, на которых должно быть обязательно предусмотрено НТСС, как уже было сказано это объекты класса КС-3:

- a) особо опасные и технически сложные объекты;

б) здания и сооружения, при строительстве которых используются новые конструктивные решения и технологии, применяемые впервые, не прошедшие проверку на практике строительства и эксплуатации;

в) объекты жизнеобеспечения городов и населенных пунктов и т.д.

Во-первых, под данную категорию попадают здания и сооружения особо опасных и технически сложных объектов, перечень которых установлен ст. 48_1 [2], а это объекты инфраструктуры железнодорожного и воздушного транспорта, портовые гидротехнические сооружения, линии электропередачи и другие объекты электросетевого хозяйства высокого напряжения 330 киловольт и более, тепловые электростанции высокой мощности, опасные производственные объекты, подлежащие регистрации в государственном реестре опасных производственных объектов.

В перечисленной категории объектов с обязательным проведением НТСС находятся здания и сооружения, не требующие никакого сопровождения с точки зрения конструктивной надёжности и безопасности, однако в соответствии с требованиями [1] на них должно осуществляться НТСС.

Во-вторых, подпункт «б» пункта 10.5 [1] относит к обязательности НТСС объекты, на которых при проектировании и строительстве используются новые, не проверенные конструктивные решения. Отсутствие конкретики данного пункта, может привести к обязательности НТСС практически на любом объекте капитального строительства.

Всё вышесказанное также можно отнести и к подпункту «в» - объекты жизнеобеспечения городов и населенных пунктов, что это за категория объектов не уточняется.

Таким образом, сегодня сложилась ситуация, при которой критерии отнесения объекта к НТСС очень неоднозначны, они не исходят от конструктивной сложности объекта, стеснённых условий строительства, сложных инженерно-геологических условий, обеспечения безопасности реконструируемых зданий с расширением подземного пространства.

При этом, имеющиеся критерии, которые исходят из сложности и потенциальной опасности, такие как высота здания более 100 м, консольные конструкции более 20 м, заглубление подземной части более чем на 15 м не обеспечивают однозначного отнесения объектов к НТСС. Например, не будет отнесено к НТСС строительство объекта с заглублением подземной части на 14,9 м в непосредственной близости от существующего эксплуатируемого здания, хотя потенциальные риски наступления негативных последствий в данном случае очень велики.

Только установив чёткие критерии отнесения объектов капитального строительства к НТСС можно говорить о его составе, форме проведения, установлению требований к квалификации организаций и персонала.

Обязательность осуществления НТСС необходимо устанавливать на стадии проектирования и

прохождения экспертизы проектной документации в зависимости от шкалы возможных рисков строительства и дальнейшей эксплуатации объекта.

Роль НТСС в современном строительстве, в городах с высокой плотностью застройки, при реализации масштабных инфраструктурных проектов невероятно высока. НТСС позволит внедрять при возведении объектов смелые, нестандартные решения, при этом будет обеспечена необходимая уверенность в отсутствии негативных последствий на определенный прогнозируемый период строительства и эксплуатации объекта.



Рис. 1 Строительство объекта в стеснённой застройке - НТСС не требуется

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 27751-2014 "Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения";
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации (с изменениями на 3 августа 2018 года) (редакция, действующая с 1 января 2019 года);
3. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений (с изменениями на 2 июля 2013 года).
4. *Topchiy D. V.* Evaluation of the structure of industrial enterprises subject to conversion and located within major cities.in the book: innovative technologies in the construction and geoecology proceedings of the II International scientific-practical conference. St. Petersburg state transport University named after Emperor Alexander I, Department of Engineering chemistry and natural Sciences. 2015. P. 37-41.
5. *Topchiy D.V., Kokurina E.O.* Green building as a tool to achieve the quality of construction products. science and business: ways of development. 2018. № 10 (88). P. 73-76.

КАЛЕНДАРНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

Одной из главных задач в экономике является оптимизация производства. Большое значение в планировании проекта уделяется задачам календарного планирования. В наше время существует достаточное количество современных средств и методов календарного планирования, которые помогают в оптимизации затрат, качества и времени производства. Календарное планирование – это эффективный метод управления проектами производства [4].

Строительное проектирование имеет системный характер, где одна фаза перетекает в другую. Задачи, устанавливаемые на этапе определенной фазы, обладают своими особенностями, рисками и возможностями.

На начальной фазе демонстрируются структура проекта, а так же основные показатели. Оценивать эффективность и возможность реализации проекта помогает календарное планирование, так же оно способствует получению информации о необходимом времени и ресурсах[1].

Инвестиционная фаза – основная, ее задачи: переговоры, заключение договора, определение стоимости ресурсов трудозатрат. Календарное планирование помогает разработать график производственных работ, финансирование, ведомости материальных ресурсов. Данную фазу принято делить на два этапа, когда происходит процесс разработки плана на строительство и когда производится контроль по выполнению проекта[3].

Существует множество современных систем для решения задач календарного планирования. Методы ресурсно-календарного планирования оптимизируют процесс организации строительного производства: определяют последовательность и сроки работ, составляют расчётный план ресурсов, расчёт затрат.

Можно выделить несколько способов календарного планирования в зависимости от того, каким методом решается задача календарного планирования [2].

Метод **PERT** (Program Evaluation and Review Technique). Этот метод базируется на сетевом планировании, подразумевает сокращение сроков строительства, не рекомендуется для использования в масштабных проектах, – при невыполнении плана увеличивается время работ, и компания терпит убытки.

Метод ГАНТТА (Gantt chart). Данный метод на графике иллюстрирует план работ, отображает сроки проекта, позволяет контролировать и отслеживать прогресс выполненных работ. Диаграмма Гантта – отличный метод для четкого выделения этапов строительства, выявления приоритетов поставленных задач, но при изменении в структуре плана, необходимо менять всю диаграмму. Также этот метод не показывает зависимость задач проекта.

Методы календарного планирования позволяют решить поставленные задачи, дают грамотную оценку сроков и необходимых ресурсов производства, повышают эффективность строительного процесса[6].

В настоящее время представлено множество программных пакетов, которые разделяют на профессиональные и непрофессиональные («настольные»). В основе этих программ лежат возможности планирования и расчёт времени, стоимости затрат и контроль за выполнением планов строительства[5].

Профессиональные предоставляют более точные и вариативные результаты, но требуют больших затрат по времени.

«Настольные» (непрофессиональные) программы отличаются простотой использования и быстротой получения требуемого результата.

Существуют так же дополнительные программы. Они позволяют подойти к проекту, учитывая индивидуальные особенности структуры поставленных целей, и выполняют следующие задачи: рассмотрение рисков, улучшение стратегии управления рисками, прогнозирование действия различных факторов, составление расписания в соответствии с задачами, составление расписания при ограниченных ресурсах, внедрении системы управления в корпоративные системы[2].

Необходимые возможности программных пакетов:

1. Возможность рассмотрения комплекса работ и связей между ними.
2. Возможность контролировать ресурсы затрат основных задач и отдельных работ проекта.
3. Возможность контроля в процессе строительства
4. Удобные графики, предоставление отчёта по проекту.

Программные пакеты для оптимизации процесса строительства:

Microsoft Project – одна из самых распространённых программ, проста в использовании, при этом даёт качественный результат.

SureTrak Project Manager – программа для несложных проектов.

Spider Project Desktop Plus – программа позволяет проводить расчеты расписания проекта, поддерживается управление портфелями проектов.

Open Plan Desktop, Project 98, Project Scheduler, Super Project, TimeLine – ресурсы непрофессионального универсального планирования.

Artemis Project View; Open Plan Professional; Welcome Home – ресурсы универсального планирования.

Primavera Project Planner – профессиональный пакет для управления большими проектами, обладает большой функциональностью, удобством в использовании, многообразием встроенных функций.

Выбор программы зависит от результата, который необходимо достичь в итоге. Реализуемые проекты требуют индивидуального подхода. Программное обеспечение позволяет решать общие и частные задачи проектирования. Для удобного пользования необходима простота в использовании и качественное проведение работы[3].

Календарное планирование с помощью современных программных средств значительно улучшает процесс строительного производства, в частности, помогает оптимизировать сроки, затраты и качество работ. В настоящее время разработано большое количество программ, позволяющих индивидуально найти подход к решению задач календарного планирования того или иного проекта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Сергеенкова О.А.* Календарное планирование строительства комплекса объектов с учетом особенностей программных средств // Строительство уникальных зданий и сооружений, 2014. №7 (22). с.176-193
2. *Грибус А.Ю., Боков И.И., Иванчук Е.В.* Анализ программ для календарного планирования в строительстве// Академическая публикастика. 2017. № 10. с. 15-22.
3. *Познахирко Т.Ю.* Современные компьютерные методы календарного планирования // Наука и бизнес: пути развития. 2019. №2 с. 118-121
4. *Познахирко Т.Ю.* Выбор методов СМР при формировании календарного плана // В сборнике: СТРОИТЕЛЬСТВО - ФОРМИРОВАНИЕ СРЕДЫ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ сборник материалов XIX Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных. ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет». 2016. С. 382-384.
5. *Topchiy D. V., Kokurina E. O.* green building as a tool to achieve the quality of construction products. science and business: ways of development. 2018. № 10 (88). P. 73-76.
6. *Topchiy D. V., Bunetskaya V. V..* Energy audit of buildings commissioned after conversion of industrial facilities. scientific review. 2017. No. 9. P. 114-117.

КЛЮЧЕВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ (КРІ) КАК СРЕДСТВО КОНТРОЛЯ И МОТИВАЦИИ

Типовым подходом для оценки эффективности в строительстве является оценка показателей эффективности строительной организации, которая выполняется по отчетным данным за календарные периоды. При этом в настоящее время единый подход к определению показателей эффективности и результативности организации в строительстве отсутствует. Общая эффективность строительной организации зависит от множества показателей: финансово-экономических, организационных, технико-производственных, социальных и т.д. «Ключевые показатели» позволяют компании проанализировать качество своей структуры, потенциал в решении задач. Оценка эффективности строительной организации в строительстве можно дать при помощи системы показателей КРІ.

КРІ – это система, позволяющая оценивать эффективность как сотрудников организации, так и самой организации на предмет достижения целей (стратегических и тактических). Наглядно взаимосвязь системы показателей КРІ приведена на рисунке 1.



Рис. 1. Система показателей КРІ

Виды ключевых показателей эффективности:

- КРІ результата – количественные и качественные показатели результата;
- КРІ затрат – количество затрат ресурсов;
- КРІ функционирования – насколько процесс выполнения соответствует установленному алгоритму;

-КРІ производительности – производные показатели, характеризующие соотношение полученного результата и времени, затраченного на его получение;

-КРІ эффективности (показатели эффективности) – это производные показатели, которые характеризуют соотношение полученного результата к затратам ресурсов [1].

Главная задача при внедрении системы КРІ («с нуля») – не допустить негативного отношения к ней со стороны сотрудников. Поэтому руководству фирмы необходимо доходчиво донести смысл и практическую пользу нововведений до каждого из подчиненных, чья работа подлежит последующей оценке на предмет эффективности.

Для расчета КРІ необходимо определить несколько показателей эффективности, которые будут критериями оценки организации, каждому из которых присваивается вес индикатора. Сумма всех индикаторов должна быть равна 1, в сравнение с которой противопоставляется конечное значение индексов КРІ. После анализа данных по индикаторам предполагается составление плана с показателями на будущее, который основывается на реальных цифрах за последние несколько месяцев или год.

Для расчета показателей необходимо воспользоваться формулой:

$$\text{"КРІ: индекс КРІ} = \text{Вес КРІ} \cdot \frac{\text{Факт}}{\text{Цель}} \text{"}$$

(1)

В строительном проектировании критерии эффективности зависят от специфики конкретной организации. Единой формулы расчета КРІ не существует, поскольку у каждой компании своя специфика и, следовательно, свои КРІ.

Важно помнить, что одно из важнейших средств мотивации персонала – заработная плата, которая, чаще всего, складывается из двух частей – окладной и премиальной. КРІ непосредственно влияет на размер премиальной части и является средством повышения мотивации и результативности сотрудника. Изначально, при введении показателя, мотивация и эффективность работы сотрудников будет возрастает, однако со временем воздействие КРІ ослабевает, возникает необходимость пересмотреть, модифицировать или вообще отменить данную систему.

Для примера эффективности системы показателей приведем пример компании «Drees&Sommer», являющейся ведущим немецким холдингом в области проектного менеджмента, архитектуры, инженерных изысканий и предоставления технических консультаций в этих областях. Главный офис компании расположен в г. Штутгарт, общее количество сотрудников 3200 человек [4]. Основные показатели эффективности, используемые для достижения целей и развития показаны в таблице 1.

Таблица 1. Показатели компании «Drees&Sommer»

Наименование показателей	Показатель по последний год
Количество имеющихся офисов	40 шт.
Строительные проекты	3 495 шт.
Объемы строительства (управления проектами)	15,3 млрд. €
Объем реализованных проектов (управление проектом)	46,0 млрд. €
Обороты группы компаний	380,0 млрд. €
Прибыль	45,0 млн. €

Учитывая тот факт, что одним из важнейших показателей эффективности компании являются именно экономически-финансовые значения, данный рост говорит об успешном применении внутренних ключевых показателей.

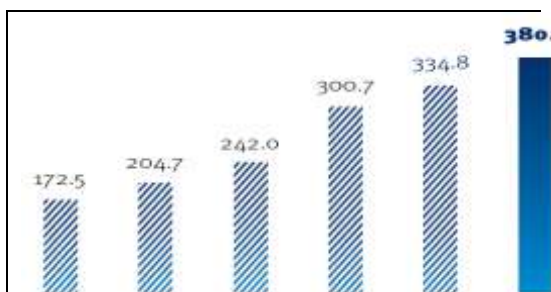


Рис.2-Диаграмма роста оборота компании «Drees&Sommer» за 5 лет

Система KPI уже далеко не первый год используется в развитых странах мира. Опыт показал, что ее применение способно сократить издержки, повысить эффективность производства и стать действенным рычагом в сфере мотивации персонала, так как от нее зависит в целом стратегическое развитие компании, в том числе и уровень заработной платы. Но далеко не во всех строительных организациях возможно использовать данную систему в связи тем, что система KPI показателей строится исходя из предположения или логики, что внешняя среда является стабильной и предсказуемой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Архипова, Н.Д.* Алгоритм оценки качества персонала на базе показателя эффективности KPI /Н.Д. Архипова, И.М. Поморцева, Татаринова Н.А.// Экономический журнал. - 2013. - №3.
2. *Коптева К. В.* Возможности применения системы KPI для мотивации персонала // Основы ЭУП. 2014. №4 (16).
3. *Олейник П.П.* Основы организации и управления в строительстве // Учебник.-М.: Издательство АСВ, 2014.-200 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ РИСКОВ ПРОЯВЛЕНИЯ НЕГАТИВНЫХ ФАКТОРОВ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ОБЪЕКТОВ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Период строительства является ключевым для обеспечения проектных характеристик объектов капитального строительства. Именно этот этап жизненного цикла характеризует адекватность принятых организационных и управленческих решений и определяет фактические показатели качества законченных строительством объектов [6].

Производство всех периодов и циклов при возведении объектов капитального строительства сопровождается рисками проявления негативных факторов различной природы проявления. Статистика исследований случаев, которые привели к проявлению отклонений от установленных показателей качества, показывает, что снижение качества строительной продукции практически никогда не бывает следствием какого-либо одного, а происходит в результате взаимодействия нескольких различных негативных факторов.

Риски проявления негативных факторов, связанные с утратой качества формирования строительной продукции, способны сформировать негативные последствия [2]:

- увеличения фактической стоимости объекта;
- неполное соответствие законченного строительством объекта заявленным в проекте функциям и задачам;
- недостаточно качественную или неполную реализацию организационно-технологической последовательности возведения.

Оценка возможных рисков может быть получена в результате системотехнического анализа следующих вопросов:

- какие благоприятные факторы внешней и внутренней среды необходимо принять к рассмотрению ?
- какую степень тяжести последствий следует ожидать ?
- как велика вероятность их проявления ?

Параметры рисков, полученные в результате проведения анализа, могут стать обоснованием для принятия решений и реализации мероприятий, направленных на снижение или профилактику проявлений соответствующих негативных факторов [2,3].

На Рисунке 1 представлена структурная модель анализа возможных последствий проявлений негативных факторов при возведении объектов капитального строительства.

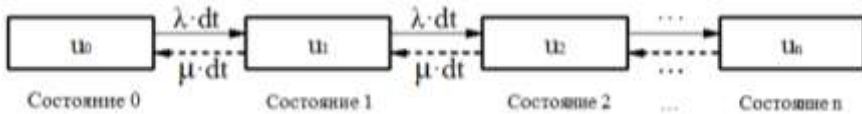


Рис. 1. Структурная модель анализа последствий

Для анализа возможных последствий проявления негативных факторов к рассмотрению принимается структурв промежуточных состояний модели $(u_0, u_1, u_2, \dots, u_n)$, вида [4]:

$$u_0 \leftrightarrow u_1 \leftrightarrow u_2 \leftrightarrow \dots \leftrightarrow u_i \leftrightarrow u_{i+1} \leftrightarrow u_n. \quad (1)$$

Анализ функционирования и поведения модели, характеризуемой случайным процессом марковского типа «гибель и размножение» (см. Рисунок 1) характеризуется следующей системой дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dP_0}{dt} = -\lambda_0 \cdot P_0 + \mu_1 \cdot P_1; \\ \dots \dots \dots \\ \frac{dP_k}{dt} = \lambda_{k-1} \cdot P_{k-1} - (\lambda_k + \mu_k) \cdot P_k + \mu_{k+1} \cdot P_{k+1}. \end{cases} \quad (2)$$

Каждое из принятых к рассмотрению состояний характеризует количественное выражение последствий проявлений негативных факторов и уровень возможностей по их устранению в виде:

$$\lambda_{ij} = \begin{cases} \lambda_i, & \text{при } j = i + 1; \\ \mu_i, & \text{при } j = i - 1; \\ 0, & \text{при } j = i + 1, i - 1. \end{cases} \quad (3)$$

Определение количественных значений параметров вида: λ_i и μ_i является предварительным этапом для последующего анализа последствий проявления негативных факторов.

Количество принятых к рассмотрению промежуточных состояний информационной модели характеризует степень соответствия модели реальным параметрам систем возводимого объекта капитального строительства [5]. Показатели вида λ_i и μ_i характеризуют вероятность: как для проявления негативных факторов, так и для парирования последствий их проявления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Тончий Д.В.* Оценка корреляционной зависимости материалоемкости строительных конструкции различных типов производственных

зданий, подлежащих демонтажу при при перепрофилировании промышленных территорий. // European research. 2015. №6(7) с.6-9

2. *Топчий Д.В.* Оценка структуры промышленных предприятий, подлежащих перепрофилированию и расположенных в черте крупных мегаполисов // В сборнике: инновационные технологии в строительстве и геоэкологии материалы II международной научно-практической конференции. Петербургский государственный университет путей сообщения имени императора Александра I, кафедра «Инженерная химия и естествознание». 2015. с. 37-41.

3. *Топчий Д.В.* Разработка организационно-управленческой модели реализации проектов перепрофилирования промышленных площадок // В сборнике: инновационные технологии в строительстве и геоэкологии материалы II международной научно-практической конференции. Петербургский государственный университет путей сообщения имени императора Александра I, кафедра «инженерная химия и естествознание». 2015. С. 42-60.

4. *Ланидус А.А., Толстова К.С., Топчий Д.В.* Формирование групп параметров, влияющих на критерий допустимости совмещения процессов при производстве отделочных работ // Наука и бизнес: пути развития. 2018. №6(84). с. 18-22.

5. *Топчий Д.В., Токарский А.Я.* Методологические основы оценки воздействия государственного строительного надзора при реализации муниципальных проектов по перепрофилированию значительных городских территорий // В сборнике: системотехника строительства. Киберфизические строительные системы сборник материалов семинара, проводимого в рамках международной научной конференции. 2018. С. 234-238.

6. *Topchiy D. V., Tokarski A. I.* Methodological bases of assessment of the impact of state construction supervision during the realization of municipal projects on a significant redevelopment of urban areas. In the collection: system Engineering construction. // Cyberphysical building systems Collection of materials of the seminar held in the framework of the VI International scientific conference. 2018. P. 234-238.

Студент 4 курса 13 группы института ИСА Кодзов М-Б. Х.

Студент 4 курса 17 группы ИСА Исаченко С.Л.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук А.С. Болотова

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ СОВМЕЩЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОТОКОВ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ МАЛОЭТАЖНЫХ МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ

На основании типовых организационно-технологических мероприятий производят организацию и управление строительными процессами разработанных в ПОС и ППР, или выполняемых с использованием эвристических и эмпирических выводов руководителя производства работ. Такие технологические мероприятия не учитывают различные изменения и отклонения в строительстве и имеют узконаправленное применение. Данный метод формирования организационно-технологических мероприятий является малоэффективным и приводит к излишним материальным, временным и трудовым затратам[2,3].

В последнее время наблюдается бурное развитие сети общественного и личного транспорта населения, с этим фактором тесно связано смещение основного места проживания населения в более экологичные районы. Основными типами малоэтажных многоквартирных домов в данных районах являются: дома из кладочных материалов, монолитные, каркасные, панельные и щитовые.

В зависимости от специфики объектов, в строительстве малоэтажных зданий выделяются три основные группы:

- Гражданское
- Коммерческое
- Хозяйственное

Строительство малоэтажных домов позволяет экономить затраты на фундамент, требует меньших временных и трудовых затрат по сравнению с документацией для высотных многоквартирных домов[8].

Основными типами малоэтажных многоквартирных домов в данных районах являются: дома из кладочных материалов, монолитные, каркасные, панельные и щитовые (см. рис.1).

Наиболее привлекательные, с точки зрения населения, дома, обладающие высокими эксплуатационными характеристиками и удовлетворительной ценой. В случае долевого строительства более предпочтительны будут дома с высокой скоростью строительства[4].



Рис. 1. Вариант малоэтажного многосекционного монолитного дома.

В настоящее время чаще всего при возведении малоэтажных домов, используется монолитная система [1]. Количество заводов-поставщиков бетона превышает количество заводов-поставщиков сборного железобетона на 25%, что помогает без труда найти поставщика материалов в удобной транспортной доступности до участка строительства.

На основании этого фактора для изучения организационно-технологических мероприятий было выбрано монолитная система малоэтажных многоквартирных жилых домов [5].

При тщательном анализе основных типов домов можно сделать вывод, что дома из монолитного железобетона в совокупности факторов дают наиболее ощутимую выгоду как для потребителя, так и для застройщика[6].

Главным методом увеличения скорости строительства, а соответственно уменьшение сроков ожидания готовой продукции, является совмещение производственных потоков. Арматурные, опалубочные и бетонные работы отлично вписываются в поточный метод строительства. Но если рассмотреть любой календарный график производства работ, то можно увидеть, что наибольшие временные затраты мы получаем, ожидая процесс схватывания свежееуложенного бетона. Это ожидание приводит к:

- потребности в большем количестве комплектов опалубки
- снижение оборачиваемости опалубки

- увеличение сроков строительства, а вместе с тем и увеличение затрат на аренду техники и оплату труда рабочих[7]

Основной задачей строителей является уменьшение сроков распалубливания. Общепринятым, согласно СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции, является срок- 72 часа. В этом возрасте бетон набирает порядка 70% марочной прочности, но на практике доказано, что возможно распалубливание вертикальных конструкций в возрасте 24 часов без риска потери формы. Испытания показывают, что наиболее распространённый класс бетона- В25, в возрасте 24 часов обладает прочностью 10,5 МПа, что примерно соответствует расчетной прочности на сжатие бетона класса В15. Это соответствие наглядно показывает возможность столь раннего распалубливания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Головнев С.Г., Беркович Л.А.* Технология ускоренного возведения зданий из монолитного бетона / С.Г. Головнев, Л.А. Беркович // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. - 2009. - № 1.
2. *Ширшиков Б.Ф.* Организация планирование и управление строительством / Б.Ф. Ширшиков // АСВ. - 2012. - С. 528.
3. СП 48.13330.2011 Организация строительства.
4. *Олейник П.П.* Организация строительного производства / П. П. Олейник // АСВ. - 2016. - С. 573.
5. *Колесник В.В.* Прогнозирование прочности бетона / В.В. Колесник // СЕВЕРГЕОЭКОТЕХ. -2016. – С. 154-158.
6. *Топчий Д.В., Кочурина Е.О.* Оценка степени влияния факторов окружающей среды на ведение строительства в условиях плотной городской застройки / Д.В. Топчий, Е.О. Кочурина // Системные технологии. - 2018. - № 26. - С. 107-111.
7. *Болотова А.С.* Методика повышения организационно-технологической надежности монолитного строительства / А.С. Болотова // Научное обозрение. - 2016. - №18. - С. 186–190.
8. *Топчий Д.В.* Комплексный строительный надзор: требования и необходимость // Технология и организация строительного производства. – 2014. – № 1. – С. 46-47.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МНОГОСЛОЙНЫХ И ТЕПЛОЭФФЕКТИВНЫХ СТЕН В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Многослойные стены – эффективное решение, получившее широкое распространение в современном строительстве. Не является исключением и наша страна, давно взявшая на вооружение эту технологию.

Рассмотрим распространённую классификацию многослойных стен:

- многослойные стены с вентилируемым фасадом;
- многослойные стены, возведённые обычной «колодезной кладкой»;
- многослойные стены, в которых дополнительным слоем служит утеплитель внутри квартиры;
- многослойные стены, в которых дополнительным слоем идёт наружный утеплитель.

Актуальное на сегодняшний день законодательство выдвигает особые требования к стенам новых зданий. Прежде всего, они должны быть многослойными, причём отдельным слоем считается только функциональный материал (например, теплосберегающий или несущий иные функции) [4]. При этом в регионах, не страдающих от сильных морозов, нецелесообразно ориентироваться на многослойные конструкции, гораздо больше подойдут технологии, нацеленные на газобетон и керамзит.

Многослойные сооружения обычно устроены следующим образом. Основной слой является твёрдым и крепким скелетом здания, за счёт которого оно держит свою форму и противостоит разрушению. Кроме стандартного утеплителя, ещё может присутствовать вентилирующий слой, предохраняющий от появления «испарины». Можно сделать гидроизолирующий слой, а можно и чисто декоративный (но влияющий на эксплуатационные свойства остальных материалов за счёт, например, опять же защитных качеств). В итоге, количество слоёв стены может



Рис. 1. Утепление стены внутри кладки

быть самым разным и ограничено только научным потенциалом застройщика.

Предлагаются разные способы перевязки многослойных стен:

- перевязка многослойных стен сплошной одно-двухрядной кладкой из кирпича через каждые 5-8 рядов;
- перевязка многослойных стен оцинкованной сеткой из стали через каждые 5-8 рядов (либо арматурными скрепами);
- перевязка многослойных стен железобетоном, укладываемым сплошным поясом через каждые 5-8 рядов (по вертикали или горизонтали).

Естественно, снаружи всё это следует замаскировать соответствующей облицовкой.

Технологию многослойного строительства выбирают за её неотъемлемые положительные качества:

1. Небольшой вес всей постройки (без потери прочности), что позволяет использовать менее дорогой фундамент.
2. Хорошо сохраняет тепло, что не только отвечает современным стандартам, но и придаёт особый комфорт эксплуатации.
3. Богатство вариантов облицовочных решений.
4. Минимизирует риск пожара (при соблюдении всех стандартов строительства и правил пожарной безопасности).
5. Позволяет сэкономить денежные средства.
6. Внесезонность строительства.

В сравнительно невысоких постройках (не выше пятого этажа) многослойная технология позволяет применять самые разные стройматериалы, но традиционно это строительные блоки разной типологии. Если же здание больше пяти этажей, берётся полнотелый (для несущих стен) или пустотелый кирпич, при этом состав кирпича может быть самый разный. Теплоизоляционным слоем обычно служит минеральная вата или пенополимеры.

Существуют разные способы возведения многослойных стен.

Широкое распространение получил метод, при котором сначала укладывают все слои, кроме теплоизоляционного, а уже потом – закладывают теплоизоляцию в оставленное для неё место шириной примерно 120 мм. Можно поступить и по-другому: возвести стену, утеплить её и закрыть всё это второй стеной (не забывая оставлять место для надлежащей вентиляции между теплосберегающим материалом и внешней стенкой). Если говорить конкретно о способе укладки теплоизоляции при таком методе строительства, то это делается с помощью обрешётки (которая не только позволяет закрепить на ней различные виды теплосберегающего материала, но и предохраняет зазор от чрезмерного суживания или расширения). При этом толщину кирпичного слоя расчи-

тывают исходя из показателей прочности стены и учитывая, что теплоизоляционные и облицовочные слои в идеале должны быть не толще и не уже половины кирпича. Перевязка многослойных стен при этом делается сеткой из нержавеющей стали через каждые 5-8 рядов (горизонтально – 600 мм), с использованием композитных арматурных конструкций, расположенных под углом к стеновой оси (обычно это 45 или 135 градусов) [1].

Есть и другие способы прикрепления утеплителя. Можно приклеить его к стенке вместе с сеткой различного способа изготовления и заштукатурить. Или же прикрепить его к уже завершённой стене и произвести облицовку.[3]

Бывают также готовые блочные материалы, уже содержащие в себе несколько слоёв будущего здания, включая теплоизоляционный. Их популярность обусловлена удобством и быстротой установки, так как из них, как из кубиков, можно легко и просто «составить» весь дом (не забывая о «перевязке»). Их укладывают в опалубку, не требующую удаления, дополняют конструкцию арматурными стержнями различной типологии и скрепляют бетонной смесью выбранного состава.

Каркас из арматуры при возведении многослойных стен можно сочетать практически с любыми теплоизоляционными плитами, размещая бетонную смесь слоями. Если же с его помощью планируется крепить перекрытия, то его располагают горизонтально на высоте крепления будущих перекрытий, распределяя по периметру всех несущих стен, и заливают сплошной пояс бетоном соответствующего состава, а после застывания – формируют перекрытия из плит.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 15.13330.2012 Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-22-81*
2. *Ищук М.К.* Отечественный опыт возведения зданий с наружными стенами из многослойной облегченной кладки//Строительные материалы № 4, 2008, С. 101–105
3. *Шершневский И.А.* Конструирование гражданских зданий, 2006г
4. *Лучкина В.В.* Оптимизация проекта энергоэффективного строительства и анализ рынка энергоэффективных технологий при проектировании зданий //Системные технологии. – 2018. -№3(28).- 2018.- С. 5-13.

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ГОРЯЧЕГО РЕМОНТА ФУТЕРОВОК НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Металлургия занимает важное место в экономике России, при этом она тесно связана с отраслью строительства. Строительно-монтажные организации обеспечивают металлургов производственным комплексом путем строительства заводов, реконструкции и перепрофилированию предприятий, ремонтно-восстановительных работ.

Футеровка - облицовка огнеупорными, химически стойкими и теплоизоляционными материалами, которыми покрывается внутренняя поверхность металлургического оборудования. Основные материалы для изготовления футеровок: огнеупорный кирпич, углеродные блоки, шамот, периклаз, торкрет-бетон и т.д. Конструкция защиты состоит из арматурного и рабочего слоев. Согласно [1] футеровка делится на: рабочую поверхность огнеупорного изделия (находится в контакте с материалом обжига) и шовную поверхность (поверхность соединения).

По технологии производства работ огнеупорная футеровка печей различного назначения делится на:

- а) Накладную – облицовку штучными или листовыми огнеупорными материалами, может быть выполнена целиком, либо на наиболее изнашиваемых участках;
- б) набивную – промазыванием кладки вручную вязкими жаростойкими составами;
- в) торкретированием – нанесение под большим давлением текучей жаростойкой смеси из специального аппарата жаропрочным бетоном.

Рассмотрим футеровки основного металлургического оборудования и основные причины повреждения во время технологического процесса.

1. Дуговая сталеплавильная печь (далее ДСП). Футеровка состоит из подины, стен и свода. Футеровка подины испытывает резкое охлаждение и механические воздействия, а также эрозионный и коррозионный износ от расплавленного металла. Поэтому разрушение происходит либо оплавлением и вымываем сегментов футеровки с пониженной огнеупорностью, либо при резком охлаждении происходит рассыпание в порошок поверхностного слоя. Футеровка стен испытывает большие нагрузки, так как происходит излучение, воздействующее на нее в процессе горения дуг. Причина разрушения - оплавление и стекание рас-

плавленной массы с пониженной огнеупорностью, либо сколы, вызванные температурными и структурными изменениями. Футеровка свода разрушается в результате спекания. [2]

2. Кислородный конвертер. Футеровка данного оборудования испытывает комплекс разрушающих воздействий, связанных с большой скоростью газового потока. Износ футеровки происходит из-за непрерывного роста обезуглероженной зоны в рабочей части футеровки. [2]

3. Сталеразливочный ковш. Футеровка ковша защищает его металлические конструкции от перегрева. Износ происходит, когда скорость нагрева превышает допустимые нормы эксплуатации значения. [2]

Таблица 1.

Частота потребности в ремонте оборудования	
Оборудование	Средняя частота износа
ДСП	
подина	после каждой сплавки
стены	100-150 сплавов (большие печи); 1500-2000(малые)
свод	120-150 плавов (футеровка центральной секции)
Кислородный конвертер	400-800 сплавов
Сталеразливочный ковш	
арматурный слой	1 раз в 6 месяцев
рабочий слой	10-15 наливок

Ремонты футеровок делятся на горячие (замена части футеровки) и холодные (как правило, замена всей рабочей части). Наиболее распространенными видами ремонта являются ремонт штучными изделиями и применение технологии торкретирования (факельное, мокрое и полусухое). Общая черта - использование недорогого сырья. Торкретирование характеризуется небольшим расходом бетона, в среднем 3,82 кг/т, оптимизацией производства работ в силу высокой механизации (80%) примерно на 20-30%, но большим износом и временем, так как требуется период схватывания и затвердевания массы. Также масса торкрет-покрытия является относительно рыхлой, что снижает его стойкость. Популярным является факельное торкретирование, так как при сгорании кокса в кислороде получается высокая температура (1800-2000°), что достаточно для расплавления огнеупорного порошка, хорошей свариваемости его с футеровкой и отсутствия потребности в обжиге. Кладка штучными материалами имеет строгие требования (п.5.1-5.9 [3]), предъявляемые к швам, что повышает потребность в высококвалифицированных кадрах. Кладка по уровню горизонта производственного процесса позволяет сэкономить и повысить эффективность работы и

срок службы футеровки. (Например, доменная печь: карбидокремниевые огнеупоры в нижней части и в области распара) [4,5].

Строительные организации в отношении выполнения ремонта футеровок имеют потенциал для конкуренции с профессиональным объединением металлургов за счет совершенствования стандартов, подготовки кадров и схожести технологических операций, организационных решений при горячем ремонте металлургических агрегатов инъецированием. Данная схема аутсорсинга была бы актуальна как для строительных компаний, так и для руководителей металлургических заводов, так как это позволило бы повысить ответственность исполнителей при выполнении работ – и как следствие, повысить надежность и качество.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 21436-2004. Межгосударственный стандарт. Изделия огнеупорные и высокоогнеупорные для футеровки вращающихся печей. Технические условия. Введ.01.01.2006.-М., 2005.36с

2. *Григорьев В.П., Нечкин Ю.М., Егоров А.В., Никольский Л.Е.* Конструкции и проектирование агрегатов сталеплавильного производства. М.: МИСИС, 1995. 511с.

3. СП 83.13330.2016. Промышленные печи и кирпичные трубы. Введ. 17.06.2017.-М., 2017. 106с.

4. *Металлургия чугуна: учебник для высших учебных заведений/ под ред. А.А. Фролова.* – 3-е изд., перераб. и доп. Москва: ИКЦ «АКАДЕМКНИГА», 2004. 774с.

5. *Юргайтис А.Ю., Кочурина Е.О.* Оценка потенциального воздействия организационно-технологических решений на экологическую обстановку при возведении объектов капитального строительства в условиях плотной городской застройки. // В сборнике: Строительство - формирование среды жизнедеятельности. Электронный ресурс: сборник трудов XX Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных. 2017. С. 419-421.

*Студентка 4 курса 13 группы ИСА Марченко В.А.,
Студент 4 курса 17 группы ИСА Миронов Д.А.
Научный руководитель – преп. А.Ю. Юргайтис*

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПО ОБЪЕКТАМ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ

Данная статья раскрывает основные понятия и классификации, необходимые для оптимального распределения трудовых ресурсов. А также приводится анализ работ, выполняемых при возведении многоэтажного монолитного здания, в ходе которого делается вывод о необходимости привлечения субподрядных организаций.

Строительное производство - совокупность связанных друг с другом строительных и монтажных процессов и работ, направленных на получение готовой строительной продукции, а именно частей или готовых к эксплуатации зданий или сооружений. Одной из основных особенностей данной продукции является высокий уровень ресурсоемкости, выраженный в трудоемкости процесса возведения и в материалоемкости объекта. Ресурсоемкость показывает результативность применения ресурсов, необходимых для изготовления строительной продукции.

В процессе выполнения любого вида работ, направленных на получение готовой продукции, используются разные виды ресурсов: материалы, трудовые ресурсы, машины и механизмы. В связи с этим, для систематизации данных ресурсов приводится многоуровневая классификация, которая объединяет ресурсы в совокупности по различным признакам, формирующим класс, подкласс, вид, тип, типоразмер.

Согласно данной классификации, ресурсы делятся по признакам - А (характер применения), Б (функциональное назначение), В (функциональная специализация), Г (профессиональная ориентация), Д (уровень квалификации).

Г-1, Д-1 — это уровни признака характерные для трудовых ресурсов. Уровень классификации Г-1 раскрывает признак “профессиональная ориентация” на такие группы - монтажники, бетонщики, штукатуры, маляры, машинисты, землекопы и т.д. Следующий уровень классификации Д-1 раскрывает признак “уровень квалификации”, который указывает на квалификационный разряд рабочего, а в случае инженерно-технических работников - на занимаемую должность в штатном расписании. Группировка трудовых ресурсов по данной классификации способствует рациональному распределению рабочих кадров в период возведения объекта. [1, с. 247-252]

Также трудовые ресурсы подчиняются принципу взаимозаменяемости и заменяемости, что наблюдается в освоении рабочими профессиональными навыками необходимыми для выполнения работ, не связанных с их основной специализацией.

Например, при установке опалубки, укладке бетона, снятии опалубки, а в необходимых случаях утепление опалубки производят одни и те же рабочие, имеющие в своей компетенции несколько профессиональных ориентаций (признак Г-1) и различные разряды по данным профессиональным ориентациям (признак Д-1), тем самым выполняя последовательно несколько различных технологических операций. Также очень часто несколько рабочих из бригады имеют разряд стропальщика, что позволяет им принимать опалубку с крепежными элементами, стойки, подкосы, арматуру, различные строительные материалы и т.д.

Данная многоуровневая классификация может быть использована для представления структуры строительной организации. Для эффективной работы строительной организации, необходима хорошо проработанная структура, гарантирующая продуктивное взаимодействие производственных единиц между собой. Она играет немаловажную роль в рациональном распределении трудовых ресурсов на различные виды работ в соответствии с их квалификацией. Обеспеченность высококвалифицированными профессиональными рабочими кадрами позволяет повысить мощность производства, т.е. увеличить количество выпускаемой продукции в единицу времени, а также использовать новые технологии при производстве работ, которые требуют определенных навыков и знаний.

Производственная мощность строительной организации - объем строительных работ, который данная организация может выполнить своими силами, используя имеющиеся у нее рабочую силу, машины, механизмы и другие ресурсы рационально и наиболее эффективно с использованием современных технологий, либо производственная мощность может планироваться по общему объему работ, т.е. с учетом привлечения субподрядных организаций на конкретные виды работ.

При ограниченных ресурсах перед организацией остро встает вопрос о их рациональном распределении. Особенно важным становится вопрос о распределении трудовых ресурсов, ведь правильный подбор работников под конкретные задачи может гарантировать высокое качество выполненных работ и высокую скорость их выполнения. Но как показывает практика не все организации могут выполнить весь перечень работ по объекту собственными трудовыми ресурсами, поэтому к некоторым работам привлекается субподрядная организация.

Но данное решение не всегда оправдано, так как снижается уровень контроля генподрядчика за строительным процессом на всех его этапах.

Этот момент характеризуется коэффициентом управляемости строительным производством, зависящим от нескольких факторов и принимающим значения от 0 до 1.

Рассмотрим это на конкретном примере возведения монолитного многоэтажного здания. Составим матрицу факторов, предположительно влияющих на коэффициент управляемости. В эту матрицу входят такие факторы, как степень стройконтроля за работами, которые выполняет субподрядчик, выполняет ли генподрядчик основные работы, минимальная доля работ, выполняемых генподрядчиком, конструктивный тип здания. Данные факторы в той или иной мере влияют на окончательный коэффициент управляемости.

В ходе анализа данных можно сделать вывод, что рациональнее всего прибегать к задействованию на строительном производстве субподрядных организаций в случае, если это способствует разгрузке основного производителя работ и позволяет ему перебросить ресурсы с второстепенных процессов на процессы, которые напрямую влияют на критический путь строительства, то есть задействовать силы субподрядчика на не критических работах. Также данное решение может ускорить выполнение доверенных субподрядчику работ, вследствие его более высокой квалификации, по сравнению с квалификацией основного производителя работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Олейник П.П.* Организация строительного производства: Научное издание. - М.: Издательство АСВ, 2010. - 576 с.
2. *Ширшиков Б.Ф.* Организация, планирование и управление строительством: Учебник для вузов. - М.: Издательство АСВ, 2012. - 528 с.
3. *Цай Т.Н., Грабовый П.Г., Большаков В.А. и др.* Организация строительного производства: Учебника для вузов. - М.: Издательство АСВ, 1999. - 432с.
4. *Олейник П.П.* Организация, планирование и управление в строительстве: учебник. Изд. 2-е, перераб.-М.: Издательство АСВ, 2017.-242с

ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МОНИТОРИНГА БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ ПОДКРАНОВЫХ ПУТЕЙ МОСТОВЫХ КРАНОВ БЕЗ ОСТАНОВКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА

В период эксплуатации на подкрановые пути оказывают большое влияние изменение температуры, неравномерность осадков фундамента колонн, воздействие от мостовых кранов и прочие факторы, в результате чего происходит смещение подкрановых путей от проектного положения [1]. Для обеспечения нормальной работы мостовых кранов инженерно-технический персонал предприятия или специалисты из других организаций должны периодически (не реже 1 раза в год) проводить плановую проверку [2], включающую в себя геодезический контроль положения подкрановых путей с целью определения фактического положения конструкций, которое не должно отличаться от проектного более чем на значение допустимого предельного отклонения.

Основой комплекса геодезических работ является исполнительная плано-высотная съемка подкрановых путей [3]. Для ее осуществления можно использовать способ прямой пространственной засечки. Данная методика по сравнению с другими обладает рядом преимуществ. Во-первых, обеспечивается безопасность производства работ, так как измерения проводятся не на уровне подкрановых путей. Во-вторых, применение данного метода экономически более выгодно, поскольку выполнение измерительных работ не требуют остановки технологического процесса мостовых кранов. Кроме того, реализация этого способа менее трудозатратна и для ее осуществления необходимо меньшее количество исполнителей. Стоит отметить, что вместе с тем на 30-50% снижаются затраты времени на выполнение съемки.

Суть методики заключается в следующем. Сначала в процессе полигонометрического хода, проложенного вдоль ряда колонн цеха, измеряются расстояния и углы между пунктами, которые закрепляются в полу металлическими штырями или стальными дюбелями. После вычисления координат точек хода и их отметок приступают к реализации схемы прямой засечки (рис.1). Для этого над первой точкой хода устанавливают теодолит, а над второй – штатив с визирной маркой. Вслед за этим зрительную трубу последовательно наводят на визирную марку сначала на штативе, затем на рельсе одного, а потом и другого подкранового пути, снимая отсчеты по горизонтальному и вертикальному кру-

гу. Переставив местами теодолит и штатив, измерения повторяют. Такой комплекс действий производят над каждой закрепленной точкой.

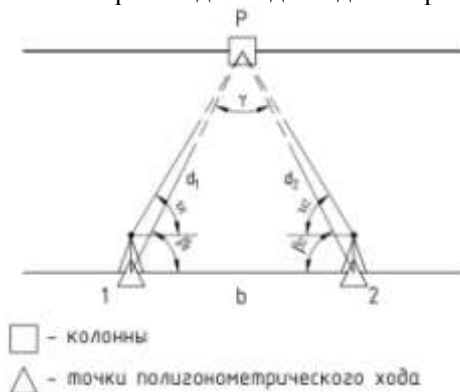


Рис. 1. Схема прямой засечки

При вычислениях используют следующие формулы:

1. Пространственные координаты снимаемых точек рельса подкранового пути x_p , y_p и отметка H_p определяемой точки P :

$$x_p = \frac{\frac{x_1}{\operatorname{tg} \beta_1} + \frac{x_2}{\operatorname{tg} \beta_2} + y_2 - y_1}{\operatorname{ctg} \beta_2 - \operatorname{ctg} \beta_1} \quad (1)$$

$$y_p = \frac{\frac{y_1}{\operatorname{tg} \beta_1} + \frac{y_2}{\operatorname{tg} \beta_2} + x_1 - x_2}{\operatorname{ctg} \beta_2 - \operatorname{ctg} \beta_1} \quad (2)$$

$$H_p = \frac{(H_1^1 - H_2^2)}{2} \quad (3)$$

2. Отметки H_p^1 , H_p^2 точки P , полученные с точки 1 и точки 2 хода:

$$H_p^1 = d_{1p} \cdot \operatorname{tg} \vartheta_1 + \text{ГИ}_1 \quad (4)$$

$$H_p^2 = d_{2p} \cdot \operatorname{tg} \vartheta_2 + \text{ГИ}_2 \quad (5)$$

3. Расстояния d_{1p} и d_{2p} от точек 1 и 2 определяемой точки P :

$$d_{1p} = \sqrt{(x_p - x_1)^2 + (y_p - y_1)^2} \quad (6)$$

$$d_{2p} = \sqrt{(x_p - x_2)^2 + (y_p - y_2)^2} \quad (7)$$

где x_1 , y_1 и x_2 , y_2 – координаты точек хода 1 и 2; β_1 и β_2 – горизонтальные углы, измеренные с точек 1 и 2 на определяемую точку P ; ϑ_1 и ϑ_2 – вертикальные углы, измеренные с точек 1 и 2; ГИ_1 , ГИ_2 – горизонты инструмента соответственно с точек 1 и 2.

Отклонения высотных отметок в снимаемой точке от точки с максимальной отметкой по двум рельсам подкранового пути (i, j) определяются по формуле:

$$\Delta H_{p_{ij}} = H_{p_{\max}} - H_{p_{ij}} \quad (8)$$

По результатам вычислений оформляются график высотного положения и исполнительная схема планового положения подкрановых путей с обозначением отклонений от проектных значений.

На основании превышения h между смежными точками 1 и 2 вдоль пути дается оценка состояния подкрановых путей:

$$h = H_{p2} - H_{p1} = d_{2p} \cdot tg\vartheta_2 - d_{1p} \cdot tg\vartheta_1 \quad (9)$$

По результатам анализа и оценки технического состояния подкрановых конструкций составляется техническое заключение, в котором приводятся рекомендации и ограничения по дальнейшей их эксплуатации, даются указания на рихтовку или ремонт, обеспечивающего восстановление работоспособности путей заменой или восстановлением элементов [4].

В заключение стоит отметить, что исполнительная съемка методом прямой засечки является востребованной на практике, так как в результате ее применения становится возможным избежать больших экономических потерь в связи с остановкой производства. Однако при выполнении работ следует учесть правила безопасности, согласно которым нахождение людей под транспортируемым грузом и в опасных зонах запрещено.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Потюхляев В. Г., Худяков Г. И.* Рекомендации о содержании и периодичности геодезического контроля цеховых подкрановых путей электромостовых кранов // Записки горного института-2013. Т. 204. С. 27-32.
2. *Sinenko S., Zhadanovskiy B. and Pakhomova L.* Assessment Of Complex Technological Processes Of Concrete Mixes Preparation With On-Site Automated Concrete Mixing Plants// IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 463 (2018) 032032
3. *Pakhomova L.A., Moiseeva S.A. and Tereshina K.O.* Air Pollution by Construction Vehicles// IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 463 (2018) 042041.

СОВРЕМЕННЫЙ ПОРЯДОК ПОДГОТОВКИ ИСХОДНО-РАЗРЕШИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Современное строительство развивается стремительными темпами. Создаются новые технологии возведения зданий и сооружений. Но неизменными остаются требования, с учетом нововведений. Речь идет о необходимой документации, начиная с идеи и заканчивая готовым объектом. Одним из важных документов является исходно-разрешительная документация. Она необходима для получения разрешения на строительство здания или сооружения. Пакет документов, собирает технический заказчик.

Исходно-разрешительная документация – обозначает перечень документов, составляющиеся на основе требований прописанных в [Градостроительном кодексе РФ, ст. 44-51], в том числе и для получения разрешения на строительство, и ввода объекта в эксплуатацию. Таким образом, ИРД - перечень документов, который является основой для разрешения строительной деятельности, и включает в себя предпроектные работы земельного участка. [4].

Многие объекты нового строительства могут быть отнесены ко второй или третьей категории сложности, для которых предусматривается проектирование в одну стадию — разработка рабочего проекта с утверждаемой частью. Однако в зависимости от ситуации может понадобиться разработка эскизного проекта или предпроектных предложений, в [4].

В состав документов ИРД [2] :

- Постановление, распоряжение, кадастровый паспорт (по требованию);

- ТУ на присоединение к существующим инженерным сетям;
- Градостроительный план земельного участка;
- Заключение гос.экспертизы;
- Заключение о соответствии проектного объекта, возведенному;
- Разрешение на ввод в эксплуатацию;
- Распорядительные документы;
- ТУ;
- Разрешения, инженерно-геодезические изыскания;
- Согласования и утверждения;

Содержание ИРД:

- Данные на правообладание;

- Градостроительная документация;
- Решения администрации города;
- Материалы изысканий;
- Чертежи ;
- Акты, заключения надзорной службы;
- Инженерное обеспечение объекта;

Таким образом, можно сделать вывод, что проблематика по данной теме, состоит в детальной проработке проекта, сбора необходимой информации, сжатые сроки, поскольку всё необходимое уже имеется для начала работ.

Комплект Документации, Необходимый для разработки проекта планировки территории, прохождения общественных слушаний и градостроительного совета:

1. Данные о собственности
2. Утвержденная градостроительная документация
3. Решения Администрации
4. Материалы инженерных изысканий
5. Акты и заключения надзорных служб
6. Технические условия
7. Дополнительные акты и заключения

В процессе получения ИРД возможно возникновение о необходимости дополнительных сведений и документов на строящийся объект.

Так же можно отметить, что получение данной документации влечет за собой обращение в разные специализированные организации, и бумажную волокиту, в то время, как стройка стоит. Суть данной проблемы состоит в бюрократическом строе нашей страны, и в разбросе необходимых для получения ИРД организаций.

Главным программным средством является пакет Microsoft office, в котором возможно создавать, редактировать весь необходимый перечень документов, расчетов, в [1].

Так же для создания чертежей удобнее всего использовать современные программы. Такие как - Revit или AutoCAD Autodesk, для создания 2D и 3D моделей.

В настоящее время Revit набирает популярность. Данная программа позволяет сразу проектировать из 2D в 3D модель. При этом в нем можно задать конструктив возводимого здания, и позже рассчитать все необходимые объемы здания и объемы работ, в [3]. В том числе для создания ИРД возможно воспользоваться Конфигурацией "Строительство". Данная программа предназначена для автоматизации работы строительной компании. Имеется возможность учета строительных объектов компании, работ по каждому объекту, складской учет (приход

и расход строительных материалов, списание материалов, состояние склада) а также получение отчетов по этим данным. Конфигурация легко и быстро настраивается под конкретные требования заказчика.

На основе приведенной информации можно сделать вывод о значимости исходно-разрешительной документации в строительстве. Без данного документа, невозможно возведение объекта, нет гарантии безопасности и качественного строительства. Поэтому необходимо ответственно подходить к данному вопросу, несмотря на сложности ее получения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Олейник П.П.* Организация строительного производства: Научное издание. - М.: Издательство АСВ, 2010. - 576 с.
2. *Ширшиков Б.Ф.* Организация, планирование и управление строительством: Учебник для вузов. - М.: Издательство АСВ, 2012. - 528 с.
3. *Олейник П.П.* Организация, планирование и управление в строительстве: учебник. Изд. 2-е, перераб.-М.: Издательство АСВ, 2017.-242с.
4. *Topchiy D. V., Tokarski A. I.* Methodological bases of assessment of the impact of state construction supervision during the realization of municipal projects on a significant redevelopment of urban areas. In the collection: system Engineering construction.// Cyberphysical building systems Collection of materials of the seminar held in the framework of the VI International scientific conference. 2018. P. 234-238.
5. *Топчий Д.В., Токарский А.Я.* Методологические основы оценки воздействия государственного строительного надзора при реализации муниципальных проектов по перепрофилированию значительных городских территорий. В сборнике: Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы Сборник материалов семинара, проводимого в рамках VI Международной научной конференции. 2018. С. 234-238.

СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ УНИКАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

В каждой европейской стране существует система регулирования строительства, охватывающая строительные нормы и системы контроля строительства. Строительный контроль устанавливает минимальные требования к качеству, чтобы здания были безопасными, энергоэффективными и доступными для всех, кто живет и работает в них и вокруг них. Строительный контроль направлен на гарантирование применения и соблюдения этих минимальных требований[5].

Целью данной работы является сравнение процедур строительного контроля в странах Европейского Союза (ЕС) и России. Рассматриваются вопросы, связанные с нормативным регулированием в странах, принципиальным подходом к контролю, участниками, результатами деятельности, а также вектором развития деятельности строительного контроля. Для того чтобы дать ответ на эти вопросы, были выполнены следующие задачи: изучение зарубежного опыта исследований данной тематики [1-3], а также изучение нормативно-правовой базы по этому направлению в Российской Федерации [4].

Основные характеристики различных систем контроля строительства в странах ЕС и России похожи. Проекты должны быть подготовлены и представлены в орган, который утверждает их соответствие требованиям зонирования и строительным нормам на стадии согласования проектной документации.

Заявитель, строитель или оба несут ответственность за обеспечение того, чтобы строительные работы соответствовали утвержденному проекту и строительным нормам. Для контроля над строительством государственными или частными лицами (или комбинацией) проводятся инспекции строительной площадки.

Примерно в половине стран ЕС государство так или иначе вовлечено в инспектирование строительной площадки. Частные лица (специализированные организации, проектировщики и т.п.) могут быть вовлечены в контроль строительства почти во всех странах ЕС (Таблица 1).

Таблица 1

Участники строительного контроля в странах ЕС и России

	Россия	Австрия	Бельгия	Кипр	Чехия	Дания	Эстония	Финляндия	Франция	Германия	Венгрия	Ирландия	Италия	Латвия	Литва	Люксембург	Мальта	Нидерланды	Польша	Португалия	Румыния	Словакия	Словения	Испания	Швеция	Великобритания
Государственный строительный надзор (ГСН)	■	■		■				■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Строительная инспекция		■	■	■	■		■	■	■				■	■	■	■			■	■	■	■	■	■	■	
Уполномоченный инспектор																										■
Проектировщик	■													■					■			■				
Строительная компания		■						■																	■	
Заказчик	■																									
Нет обязательного контроля							■		■																	

Степень, в которой государственные и частные стороны участвуют в строительном контроле значительно различаются. Следующие распределения задач, обязанностей между государственными и частными сторонами были определены:

- ГСН проводит инспекции на строительной площадке (например, Венгрия, Ирландия, Нидерланды и Словакия, Россия).
- ГСН может проводить инспекции на строительной площадке, и Заказчик может назначить уполномоченного инспектора и проектировщика (например, Португалия, Латвия).
- ГСН несет ответственность за инспекции на строительной площадке, но может назначить строительную инспекцию для контроля от своего имени (например, Германия).
- ГСН может проводить инспекции на строительной площадке или делегировать их частной стороне, например, заказчику, строительной компании, проектировщик или строительной инспекции (например, Финляндия и Швеция).
- ГСН и строительная инспекция (назначаются заявителем) проводят инспекции на строительной площадке вместе (например, в Болгарии, Чехии, Италии, Мальте, Польше и Испании).
- Строительный инспектор, назначенный заказчиком, проводит инспекции на строительной площадке, а для некоторых категорий строительных работ с участием ГСН (например, Литва).

- Строительный инспектор, назначенный заявителем, проводит инспекции на строительной площадке (например, Бельгия, Кипр, Румыния и Словения)
- Строительный инспектор, назначенный заказчиком, проводит инспекции по некоторым категориям строительных работ, а остальные категории не подлежат обязательному контролю (например, в Эстонии и Франции).
- Заказчик может выбирать между проведением инспекций на строительной площадке между ГСН и уполномоченным инспектором (например, Англия и Уэльс).

Анализ, представленный в настоящей работе, дает общую картину систем контроля строительством в странах ЕС и России. Дальнейшая гармонизация и структуризация данных позволит получить полный перечень положений по строительному контролю и использовать информацию в программном комплексе, включающим в себя и способном выполнять следующие функции: автоматизированное составление дефектной ведомости на основе данных, полученных во время инспекции, а также для эффективного устранения отмеченных дефектов, вывод технического отчета в необходимой форме, учет объема выполненных работ для облегчения процедуры ежемесячной сверки и представления акта о выполненных работах, автоматизированное календарное планирование.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Pedro, João & Meijer, Frits & Visscher, Henk.* Technical building regulations in EU countries presentation: comparison of their organization and formulation. (2010).
2. *Meijer, F., Visscher, H. and Sheridan, L.* Building Regulations in Europe, Part I: A Comparison of the Systems of Building Control in Eight European Countries, Delft University Press, Delft. (2002).
3. *Van der Heijden, J.* Building Regulatory Enforcement Regimes: Comparative Analysis of Private Sector Involvement in the Enforcement of Public Building Regulations, Delft University Press, Delft. (2009).
4. Правительство Российской Федерации. Постановление от 21.07.2010г. №468 «О порядке проведения строительного контроля при осуществлении строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов капитального строительства»
5. *Topchiy D. V., Kokurina E. O.* green building as a tool to achieve the quality of construction products. science and business: ways of development. 2018. № 10 (88). P. 73-76.

Студенты 4 курса 22 группы института ИСА Попов И.В., Рахманов К.А.

Научный руководитель – преп. А.Ю. Юргайтис

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЕМОНТАЖА ЗДАНИЯ В УСЛОВИЯХ СТЕСНЕННОЙ ЗАСТРОЙКИ

Демонтаж зданий и сооружений является неотъемлемой частью жизни города. Причин для сноса может быть множество, конструктивная устарелость зданий, истечение срока эксплуатации, улучшение общего облика города. [7-9]

Существуют несколько способов демонтажа зданий и сооружений, самым бюджетным является снос, но самым не безопасным и не практичным, тем более в условиях стесненной застройки. Для этого необходимо широкая буферная зона для сноса, что в городских условиях может быть невозможной из-за плотности застройки. [1,2,4]

Самым эффективным и в тоже время организационно-сложным процессом является поэтапный демонтаж. Он включает в себя несколько организационных этапов позволяющие систематизированное выполнение работ в самые короткие сроки. [6]



Рис. 1 Демонтаж здания с помощью экскаватора

Сложность выполнения демонтажных работ в условиях города диктует повышенные требования ко всем участникам процесса: менеджменту, проектировщикам и непосредственным исполнителям. Необходимо досконально владеть особенностями строительных конструкций, порядок разборки (или схема установки зарядов) должны быть обоснованы в проекте производства работ. Перечень демонтажных работ привязывается к календарному графику и согласовывается с местными властями. [3,5,10]

Начало работ начинается с подготовки и оформления технической документации, получения всех разрешений. Особенно, большое внимание должно уделяться безопасности при выполнении демонтажных работ.



Рис.2 Демонтаж несущей конструкции механическими ножницами

До начала работ, здание отключается ото всех инженерных сетей, снимаются малогабаритные элементы здания, параллельно вывозится строительный мусор за пределы строительной площадки.

Следующий этап-это непосредственный демонтаж несущих конструкций здания [8]

Нужно обратить должное внимание на подбор техники, уровень шума и выделению пыли, чего просто не допустимо в условиях города. А так же, возможно потребуется перекрыть движение по улицам, тогда потребуется согласование со всеми городскими службами

Завершающей стадией, независимо от демонтажа, является культивация земельного участка, на которую тоже будет требоваться ППР и

соответствовать СП 325.1325800.2017 «Здания и сооружения. Правила производства работ при демонтаже и утилизации» [3,11]

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Корт Д., Луннок Ю.* Организация работ по сносу здания. Издание. –М. Стройиздат, 1985. -116 с
2. *СП 325.1325800.2017*«Здания и сооружения. Правила производства работ при демонтаже и утилизации»
3. «Градостроительный кодекс Российской Федерации» Федеральный закон № 190-ФЗ от 29.12.2004г. (ред. 24.11.2006г.)
4. «Рекомендации по порядку оценки отходов строительства и сноса, подлежащих использованию, на их соответствие санитарно-эпидемиологическим и экологическим требованиям» Распоряжение Правительства Москвы № 1825-РП от 13.10.2003г.
5. *Теличенко В.И., Терентьев О.М., Липидус А.А.* Технология строительных процессов" часть 1 и 2: Учеб. для строит. вузов- 2-е изд., испр. и доп.- М.: высш. шк., 2015-392 с. -: ил.
6. *Sinenko S., Zhadanovskiy B. and Pakhomova L.* Assessment Of Complex Technological Processes Of Concrete Mixes Preparation With On-Site Automated Concrete Mixing Plants// IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 463 (2018) 032032
7. *Pakhomova L.A., Moiseeva S.A. and Tereshina K.O.* Air Pollution by Construction Vehicles// IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 463 (2018) 042041
8. *Topchiy D. V.* Increase of efficiency of organizational-technological models of production operations in a constrained urban environment by reducing the impact on underground structures. / Topchiy D. V., Kokurina E. O. // Prospects of science. 2018. № 1 (100). p. 31-36.
9. *Topchiy D.V., E. O. Kachurina* Destabilizing factors in the renovation of urban areas. prospects of science. 2018. № 10 (109). P. 110-114.
10. *Topchiy D.V., Jurgaitis A. Yu., Chernigov, V. S., and E. O. Kachurina* Conducting strain gauge monitoring of the technical and the stress-strain state of the underground part of buildings and structures within the scientific and technical support of unique objects construction. System technology. 2018. № 3 (28). P. 140-148.
11. *Topchy D.V.* Organizational and technological measures for converting industrial areas within existing urban construction environments. International Journal of Civil Engineering and Technology. 2018. Т. 9. № 7. С. 1975-1986.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРИМЕНЕНИЯ НЕСЪЕМНОЙ ДЕКОРАТИВНОЙ ОПАЛУБКИ

Несъёмная опалубка — блоки или панели из различных материалов, которые монтируются в единую опалубочную конструкцию — форму для укладки монолитного армированного бетона. Рассмотрим декоративную несъёмную опалубку[1].

Декоративная несъёмная опалубка состоит из внешней декоративной панели, которая включает в себя слой утеплителя, внутренней панели и соединительных элементов. Наружная панель выполнена из декоративного бетона марки М200-М500. Во время возведения стен, сразу происходит отделка фасада и внутренней части конструкции. Элементы декоративной несъёмной опалубки соединяются с помощью шпон-паза, который превращает строительство в сборку конструктора, это исключает любые ошибки при строительстве, исключает расход бетона и не требует привлечения высококвалифицированной рабочей силы, ускоряет процесс сборки и отделки помещения[2].

При использовании декоративной несъёмной опалубки, возводится 25 м² стены за одну смену. Технология позволяет вести строительство на всех видах фундамента, будь то ленточный, свайно-ростверковый, плитный и другие типы фундаментов. Толщина стен, а также вес конструкции, значительно ниже, чем при традиционной кладке из кирпича, а это значительно снижает нагрузку на фундамент, что приводит к экономии средств уже на начальном этапе строительства, кроме того, за счет уменьшения толщины стен-увеличивается полезная площадь помещения, до 11%, что дает ощутимую выгоду[5].

Панели несъёмной опалубки поставляются на строительную площадку или могут изготавливаться непосредственно на месте. Технология позволяет работать со всеми геометрическими решениями, с любым углом эркера, включая овалы. Декоративная несъёмная опалубка позволяет использовать все типы полов, будь то монолитные, деревянные, плиты перекрытия. Панели могут монтироваться в горизонтальном или вертикальном положении, в зависимости от архитектурного решения. Наружная панель может быть выполнена в любой фактуре декоративного камня и в любом цвете, в зависимости от дизайна. [4] Толщина теплоизоляционного слоя зависит от потребностей заказчика и климатических особенностей территории. Изоляция внутри конструкции не взаимодействует с окружающей средой и безопасна в случае пожара. Возможно использование различных видов утеплителя: полистирола,

пеностекла, минеральных плит и других, в том числе негорючих материалов. По сравнению с другими технологиями, такими как кирпич или газобетон, утеплитель не приводит к значительному утолщению стен.[8] Стены имеют хорошую паропроницаемость. Закладные детали изготавливаются из нержавеющей стали, не подвержены коррозии и позволяют строить в агрессивных климатических зонах. Увеличена экономия при эксплуатации зданий, так как стены прекрасно сохраняют тепло в помещении. Разница температур в центре помещения и температура внутренней поверхности стены составляет всего 2 °С. Для сравнения, тот же кирпич, разница равна 5-7 °С. внутренняя панель может быть выполнена из декоративных материалов, при этом сразу идет внутренняя отделка помещений.[3] Вместо стационарных интерьерных панелей можно использовать фанерные панели, которые затем будут использоваться повторно, этот вариант очень выгоден, если вам не нужна декоративная внутренняя отделка, а также большие объемы строительства. Внутренние перегородки могут быть сделаны из кирпича или с использованием несъемной опалубки. Здание имеет идеальную геометрическую форму и размер. Прокладка коммуникаций, таких как электропроводка, водоснабжение, канализация, вентиляция, дымовые трубы, ведется между панелями, это дает полную свободу для любых дизайнерских решений, так как монтаж коммуникаций происходит значительно быстрее, чем другие технологии строительства и не требует высококвалифицированных специалистов, нет необходимости штробить стены и прятать провода, трубы и другие коммуникации, все это происходит на стадии строительства, что значительно сокращает время на отделочные работы.[7] В зависимости от технических требований, заполнение стен осуществляется в монолитном или каркасно-монолитном виде, можно использовать дополнительные элементы жесткости из тяжелого бетона, в зависимости от сейсмических условий, возможно дополнительное армирование конструкции. Толщина заливки стен может варьироваться в зависимости от требований к проектированию зданий и сооружений.[6] Эта технология уже активно используется при строительстве коттеджей, гаражей, ограждений и даже бассейнов. Ее можно также использовать для возведения муниципальных зданий, как школы, стационары и казармы.

Но, как и в любой технологии, у декоративной несъемной опалубки есть свои недостатки[9]:

- сезонные ограничения строительства, при температуре ниже -5 °С возникают проблемы с затвердеванием бетона, высокая влажность.

- высокая влажность, поэтому необходимо использовать принудительную вентиляцию.

-обязательное заземление, так как используется арматура, которая может воспринимать на себя атмосферные разряды.

Можно сделать вывод, что данная технология хорошо подойдет для строительства загородного дома, который можно построить быстро и за относительно не большие деньги. При этом выглядеть он будет приятно и современно.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Антилов С.М.* Опалубочные системы для монолитного строительства. Учебное издание. -М.: Издательство АСВ, 2005. -280 с
2. *Фетисова М. А., Захаренко А. И.* Строительство с использованием несъемной опалубки нового поколения из пенополистирола // Молодой ученый. — 2012. — №5. — С. 70-71
3. *Oleinik P., Yurgaytis A.* Optimization of the annual construction program solutions. В сборнике: MATEC Web of Conferences. 26. Sep. "RSP 2017 - 26th R-S-P Seminar 2017 Theoretical Foundation of Civil Engineering" 2017. С. 00130
4. *Pedro, João & Meijer, Frits & Visscher, Henk* Technical building regulations in EU countries presentation: comparison of their organization and formulation. (2010).
5. *Meijer, F., Visscher, H. and Sheridan, L.* Building Regulations in Europe, Part I: A Comparison of the Systems of Building Control in Eight European Countries, Delft University Press, Delft, (2002).
6. *Van der Heijden, J.* Building Regulatory Enforcement Regimes: Comparative Analysis of Private Sector Involvement in the Enforcement of Public Building Regulations, Delft University Press, Delft, (2009).
7. *Топчий Д.В., Храбров А.П.* Термоактивная опалубка патент на полезную модель RUS 151168 23.04.2014
8. *Topchy D.V.* Organisational and technological measures for converting industrial areas within existing urban construction environments. International Journal of Civil Engineering and Technology. 2018. Т. 9. № 7. С. 1975-1986.
9. *Topchiy D., Tokarskiy A.* Formation of the organizational-managerial model of renovation of urban territories// В сборнике: MATEC Web of Conferences. 27. Sep. "27th R-S-P Seminar, Theoretical Foundation of Civil Engineering (27RSP), TFoCE 2018" 2018. С. 04029.

АНАЛИЗ ОГРАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ФУТБОЛЬНЫХ СТАДИОНОВ

На сегодняшний день такой популярный вид спорта как футбол немислим без футбольных полей, современных футбольных арен, ярких вывесок и мировых соревнований на огромных стадионах. Каждый день тысячи людей приходят на стадионы, чтобы насладиться игрой своей любимой команды. На мой взгляд, самыми популярными, продуманными и запоминающимися стадионами являются: Альянс Арена в Мюнхене (Германия), ВЭБ Арена в Москве (Россия), Стадион ФК «Краснодар» в Краснодаре (Россия) (Рис.1).



Рис. 1. Лучшие футбольные стадионы:

а) Альянс Арена; б) ВЭБ Арена; в) Стадион ФК «Краснодар

Интерес к футболу увеличивается год за годом, следовательно, увеличивается спрос на строительство современных футбольных стадионов.

Стоит отметить, что стадион для страны или города не всегда является только спортивной ареной, нередко стадион является гордостью жителей, и даже своего рода достопримечательностью. Именно поэтому огромную роль в проектировании будущих стадионов играют архитекторы и дизайнеры. Если стадион эстетически привлекателен - он автоматически становится более посещаемым, так как может заинтересовать не только футбольных фанатов[4].

В современных условиях подготовки к крупным чемпионатам сжатые сроки и в больших объемах стоит острая необходимость проанализировать существующие принципы организации производства по возведению и реконструкции стадионов.

В начале ведется разработка концепции и планирование. От этого этапа во многом зависит создание удобной инфраструктуры, так как при его реализации определяется место для строительства, а также конструктивные свойства футбольного стадиона. Так же на первом этапе нужно определиться какой будет крыша стадиона: открытой или закры-

той. Именно крыша, которая является одной из многих составляющих стадиона, играет важную роль в дальнейшем планировании строительства, в том числе в расчете затрат: при решении использовать раздвижную конструкцию понадобится существенно больше материалов и финансовых вложений, однако такая конструкция будет более универсальна и функциональна.[1]

Очень часто возведение такого объекта как футбольный стадион сопряжено с сжатыми сроками строительства, это связано с намерением приурочить открытие футбольного стадиона к какому-нибудь важному событию, празднику. Из-за этого строительство стадионов идет, по сути, круглогодично, однако летние и зимние технологии строительства существенно различаются, из-за этого конструкция может терять свою прочность. Эту проблему можно решить с помощью внедрения в строительство современных технологий и материалов.

Еще одной из специфических особенностей строительства футбольного стадиона является большое количество «воздушных» пролетов, по сути, ничем не поддерживаемых. Более того, согласно правилам футбольных федераций, при строительстве стадиона следует учитывать высокую вместимость стадионов, а, следовательно, изначально проектировать прочную, надежную и износостойкую конструкцию[2].

Только с помощи технологии монолитного строительства можно решить этот вопрос. Именно с помощью нее достигается высокая механическая прочность сооружения. И благодаря ей футбольные стадионы допускается строить в сейсмоопасных зонах, ведь стадион, построенный с помощью такой технологии может выдержать сильные землетрясения. Но на этом все плюсы монолитного строительства не заканчиваются, ведь именно с помощью него можно добиваться гибких форм стадионов, создавать нестандартные конструкции, что позволяет реализовывать уникальные проекты, созданные лучшими архитекторами современности.

Огромную роль в строительстве стадионов играет удобная и эргономичная планировка входных зон таких как пункты досмотров и проверки билетов перед стадионом, входные пандусы и лестницы в самом стадионе и входы на сектора стадиона. Более того, следует отдельно предусмотреть вход для важных персон. Все это будет способствовать комфортному нахождению на стадионе во время его посещения. Следует уделить внимание планированию и проектированию технических подъездов к стадиону – это позволит беспрепятственно проезжать автобусам играющих команд, микроавтобусов со СМИ и транспорту сотрудников экстренных служб. Более того, это позволит разгрузить трафик на дорогах вблизи стадиона[3].

Для обеспечения продуктивной работы следует обеспечить максимальную безопасность строителей и усовершенствованные технологии строительства. Кроме этого, существуют отличительные организационные особенности при строительстве, которые тоже следует учитывать, например применение средств механизации повышенной грузоподъемности для монтажа сборных ферм покрытия.

Правильно спроектированный и эстетически привлекательный футбольный стадион позволит подарить не только положительные эмоции при просмотре матча, но и обеспечит комфорт пребывания на стадионе и безопасность персонала, спортсменов и болельщиков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Олейник П.П.* Организация, планирование и управление в строительстве: учебник. Изд. 2-е, перераб.-М.: Издательство АСВ, 2017.-242с.

2. *Юргайтис А.Ю.* Оптимизация решений производственной программы строительного предприятия В сборнике: Строительство - формирование среды жизнедеятельности. Электронный ресурс: сборник трудов XX Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных. 2017. С. 415-416.

3. *Топчий Д.В., Кочурина Е.О.* Экологичное строительство как инструмент для достижения качества строительной продукции.// Наука и бизнес: пути развития. 2018. № 10 (88). С. 73-76.

4. *Topchy D.V.* Organisational and technological measures for converting industrial areas within existing urban construction environments. International Journal of Civil Engineering and Technology. 2018. Т. 9. № 7. С. 1975-1986.

ПЛЮСЫ И МИНУСЫ УДАЛЕННОЙ РАБОТЫ В ПРОЕКТИРОВАНИИ

В современных экономических условиях для эффективной работы организации и отличных результатов совсем не обязательно создавать команду, которая находится в одном месте. Современные технологии позволяют одновременно работать над одним и тем же проектом и при этом постоянно получать актуальную информацию и находиться в разных странах или часовых поясах.

Практика показывает, что большинство удаленных работников встречается в промышленных, строительных и IT-компаниях, а также работающих в сфере телекоммуникаций. Компания J'son & Partners Consulting в 2014 году провела исследование, в ходе которого было установлено, что в России 2,5 миллиона человек работают удаленно. При этом J'son & Partners Consulting гарантировали, что к 2020 году это число возрастет от 4% до 20%. В 2017 году Аналитический центр НАФИ повторно исследовал данную сферу, по данным опроса было установлено, что уже 22% российских предприятий имеют дистанционно работающих штатных сотрудников, но в большинстве опрошенных организаций число удаленно работающих сотрудников пока что 10% [1].

В строительной сфере невозможно работать удаленно на всех этапах жизненного цикла проекта, например, строительно-монтажные работы возможно выполнять только на объекте. [4].

При мониторинге различных по популярности электронных ресурсов по трудоустройству нами была сформирована следующая картина удаленной работы в проектировании: сайт TRUD.com предлагает 1740 вакансий удаленного инженера-проектировщика, HeadHunter (hh.ru) из 2915 вакансий предлагает 118 на «удаленку». В среднем, более 20% вакансий предполагают работу вне рамок офиса. Зарботная плата варьируется в диапазоне от 10 000 до 300 000 рублей в зависимости от опыта и навыков работы.[3] Данный фактор говорит о популярности «свободного» графика как для проектировщика, так и для работодателя.

Не смотря на растущую популярность, удаленная работа имеет как преимущества, так и определенные недостатки, часть из которых представлены в таблице 1.

Таблица 1

Некоторые плюсы и минусы удаленной работы

Плюсы	Минусы
Со стороны удаленного сотрудника	
-необходимость высокого уровня	-отсутствие режима дня;

<p>самодисциплины; -возможность самореализации в других сферах; -экономия времени и средств на дорогу; - снижение стресса из-за общения в рабочем коллективе; -возможность путешествовать и др.</p>	<p>-сложность разделения рабочих и иных обязанностей; -отсутствие социальных гарантий; -сидячий образ жизни; -недостаток актуальной информации; - недостаток общения с коллегами и др.</p>
<p>Со стороны работодателя</p>	
<p>-экономия средств за счет аренды помещения; -возможность работать с опытными специалистами из других регионов или стран; -снижение отвлекающих факторов в офисе; -доступность сотрудника в любое время; -фиксированная оплата за результат работы; -выбор сотрудника по профессиональным качествам и др.</p>	<p>-отсутствие полноценного контроля за сотрудником; -риск невыполнения проекта сотрудником без контроля; -отсутствие гарантии качественного выполнения работы; -сложность возврата работы на исправление; -риск потери связи с сотрудником и др.</p>

Удаленная работа может подойти не всем желающим покинуть стены офиса, для дистанционной работы сотрудник должен обладать определенными качествами, такими как:

- гибкое мышление;
- самодисциплина;
- умение правильно выражать мысли и формулировать задачи;
- ответственность и пунктуальность;
- знание иностранного языка;
- стрессоустойчивость;
- контактная доступность и др.

При правильной постановке целей, понятном измерении конечного результата, учете часовых поясов, создании четкой системы ответственности и системы поощрения работодатель формирует профессиональную команду специалистов [2].

Программные средства для удаленной работы

№	Задача	Средство
1.	Коммуникации	Skype, Email, Slack, Telegram, мобильный и корпоративный телефон, Viber, WhatsApp, TeamViewer
2.	Сервис ведения задач	Jira, Email Trello Redmine Trello, Asana, Do.com, Rule.fm, Basecamp и др.
3.	Системы управления проектами	Мегаплан, Wunderlist, JELL, JIRA, Microsoft Project, Primavera
4.	Корпоративный мессенджер	Mango Talker для пользователей виртуальной АТС Mango Office
5.	Инструменты контроля времени	Jira, Redmine, CrocoTime, Офис-Метрика, WORLDTIMEBUDDY, ТаймВизор

Рассмотрев все плюсы и минусы удаленной работы, можно сделать вывод, что при проектировании зданий и сооружений большую часть работ можно выполнять удаленно, но не стоит забывать, что всегда остаются те вопросы, которые лучше всего решать при личном общении. Игнорирование данных тенденций может повлечь за собой потерю выгодного положения на рынке из-за нехватки времени, качественных специалистов и других факторов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Терешенко Д.Б.* Удаленная работа в проектировании строительства / Славина, А.Ю., Терешенко, Д.Б., Чадкина, Я.А., Жумаев, М.З. // Наука и бизнес: пути развития. – 2019. - № 2(92).

2. *Юдин А.В.* Стратегия управления дистанционной формой занятости / А.В. Юдин // Вестник ОмГУ. Серия: Экономика. – 2012. – № 4.

3. *Топчий Д.В.* Оценка структуры промышленных предприятий, подлежащих перепрофилированию и расположенных в черте крупных мегаполисов// в сборнике: инновационные технологии в строительстве и геоэкологии материалы ii международной научно-практической конференции. Петербургский государственный университет путей сообщения имени императора Александра I, Кафедра «Инженерная химия и естествознание». 2015. С. 37-41.

4. *Топчий Д.В., Храбров А.П.* Комплексный энергоаудит: необходимость, окупаемость, инновации//Технология и организация строительного производства. 2014. № 2. С. 32-33.

*Студент 4 курса 13 группы ИСА Халиуллин И.М.
Научный руководитель - доц., канд. техн. наук А.С. Болотова, аспирант Г.Г. Хубулов*

ПРИМЕНЕНИЕ ФАСАДНЫХ ПАНЕЛЕЙ В МАЛОЭТАЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В условиях экономического кризиса главное конкурентное преимущество получают те компании, которые используют инновации и новые конструктивные материалы.

Экономическая эффективность строительства напрямую зависит от внедрения новых технологий. Развитие строительной отрасли опирается на их постоянное совершенствование.

На наш взгляд, предлагаемое исследование даёт ответ на вопрос из чего сегодня экономичнее строить в сегменте индивидуального жилищного строительства, а также в малоэтажном и монолитном домостроении.

Исследование проведено с целью сравнения свойств и качеств базовых строительных материалов на основе таких нормативных документов как: СНиП, СП и ГОСТ.

Основной целью исследования является определение и сопоставление экономической эффективности наиболее популярных строительных технологий возведения ограждающих в сегменте индивидуального жилищного строительства [1].

Основными задачами являются определение перечней общих характеристик и критериев сравниваемых технологий; производство сравнительной оценки свойств строительных материалов по единой методике; обобщение результатов сравнения эффективности применения исследуемых технологий в различных сегментах строительства [2].

Произведем сравнительный анализ применения эффективных панелей БЭНПАН и БЭНПАН+ (рисунок 1,2) в индивидуальном жилищном строительстве (ИЖС) в исполнении вентилируемого фасадов [3].

Ведь БЭНПАН – это технология быстровозводимого строительства из сборных железобетонных конструкций (стенные панели, плиты перекрытий) повышенной заводской готовности.

Стенные панели БЭНПАН (рисунок 1). Назначение - несущая и ограждающая конструкция. Конструктивное решение - ребристая железобетонная конструкция, армирована арматурными каркасами и сетками, изготовлена из фибробетона класса В30 или лёгкого бетона класса В15, с предустановленным утеплителем толщиной 60мм.

Плиты перекрытий БЭНПАН (рисунок 2). Назначение - несущая конструкция для устройства междуэтажных перекрытий и покрытий

зданий и сооружений различного назначения. Конструктивное решение - ребристая железобетонная конструкция, армирована стержневой арматурой $\varnothing 10 \dots \varnothing 20$ мм класса А500 и арматурными сетками. Изготовлена из фибробетона класса В30 или лёгкого бетона класса В15, с предустановленной тепло-, звукоизоляцией толщиной 40мм.



Рис. 1. Общий вид стеновой панели БЭНПАN.



Рис. 2. Общий вид плиты перекрытия БЭНПАN.

А теперь произведем сравнительный анализ ограждающих конструкций применением вентилируемого фасада.

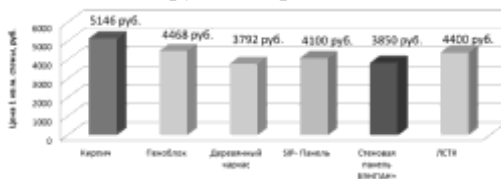


Рисунок 3. Стоимость 1 м² стены, руб.

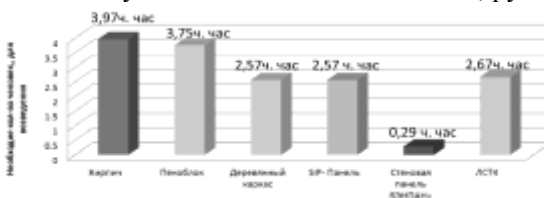


Рис. 4. Трудоёмкость, ч. час на 1 м².
Стеновые панели БЭНПАN + .

Назначение: наружная несущая и ограждающая конструкция (рисунок 5) в малоэтажных зданиях. Конструктивное решение ребристая железобетонная конструкция из фибробетона класса В30 или лёгкого бетона класса В15. Армирована арматурными каркасами и сетками.

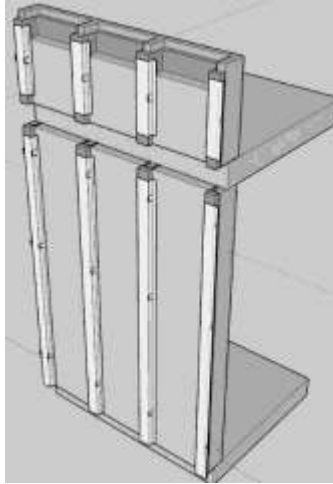


Рис. 5. Стеновые панели БЭНПАН +

Следовательно, на основе материалов, представленных выше, можно сделать следующий вывод: применение панелей БЭНПАН+ даёт экономию по материалу до 25%, снижение трудоёмкости в ч. часах на СМР до 90%, высокая скорость возведения объекта; снижение количества рабочих, вовлечённых в строительный процесс; всесезонность строительства; значительное снижение материалоёмкости; возможность монтажа коммуникаций в межрёберном пространстве; возможность устройства технологических проёмов в заводских условиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Алоян Р.М., Федосов С.В., Опарина Л.А.* Энергоэффективные здания – состояние, проблемы и пути решения – Иваново: ПресСто, 2016. – 276 с.
2. *Вильман Ю.А.* Технология строительных процессов и возведения зданий. Современные и прогрессивные методы. – Москва, АСВ, 2011- 337 с.
3. *Нанасова С.М.* Конструкции малоэтажных жилых домов. – Москва, АСВ, 2004 - 128 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫМИ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРЕДПРИЯТИЯМИ.

Управление инвестиционными проектами-это очень важная задача, которая лежит в основе формирования экономики государства, экономического роста, повышения процента занятости населения и множества других факторов, влияющих на гармоничное развитие современного общества. В строительстве, как и в любой другой сфере инвестиции играют определяющее значение как в развитии отрасли, так и в общем экономике страны [.

В настоящее время инвестиции напрямую связаны с инвестиционным проектом, задачей которого является разработка максимально эффективного пути направления и расходования средств инвестора, стремящегося получить максимальную прибыль от вложенных средств. То есть чтобы инвестиция считалась успешной, она должна соответствовать двум критериям, приведенным ниже:

- 1) вложенные средства должны быть полностью возмещены;
- 2) прибыль, полученная в результате данной операции, должна быть достаточно велика, чтобы компенсировать временный отказ от использования средств, а также риск, возникающий в силу неопределенности конечного результата.

В эру компьютерных технологий сложности и риски, связанные с реализацией проекта, стали гораздо меньше, но в то же время количество возможностей для максимально полного и точного подсчета всех нюансов сильно возросло. Так произошло благодаря появлению на рынке софта различных программ, нацеленных на выполнение данных функций.

У любого инвестиционного проекта вне зависимости от сферы деятельности есть несколько основных «жизненных циклов», определяющих его продолжительность и прибыльность:

Первый цикл-предынвестиционный (pre-investment). На данном этапе происходит поиск и анализ новых идей, рынка, конкуренции, потенциальных затрат и выгод. Являясь самой непродолжительной по времени частью, данный цикл играет решающую роль в предопределении судьбы проекта.

Второй цикл- инвестиционный (investment/implementation). На данном этапе происходит формирование активов и выбор основных инвестиционных направлений.

Третий цикл- эксплуатационный (операционно-производственная) (operation). Данный цикл подразумевает под собой проведение текущей деятельности, связанной с проектом, для поддержания или увеличение прибыли и спроса.

Четвертый цикл- ликвидационная (divestment/divestment). Это финальный этап, который завершает жизненный цикл проекта, выполнившего поставленные изначально задачи или ставшего в последствии неприбыльным.

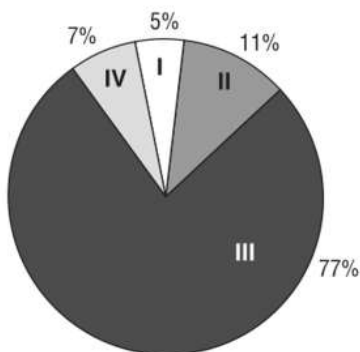


Рис. 11 Длительность циклов



Рис. 12 Жизненный цикл инвестиционного проекта

Программные комплексы позволяют максимально эффективно подсчитать требуемые ресурсы, заложить риски и вычислить прогнозируемую прибыль[4].

Одним из самых простых, но в то же время самых универсальных и популярных во всем мире программных комплексов является MS Excel.

Программа предоставляет возможности экономико-статистических расчетов, графические инструменты, работу с таблицами и язык макропрограммирования VBA (Visual Basic for Application). При всей внешней простоте данный ПК обладает огромным потенциалом, благодаря которому можно добиться серьезных результатов[5].

Еще одним важным ПК в контексте управления проектами является MS Project.

Оперируя тремя основными инструментами: задачами, ресурсами, календарем и связями между ними, Project позволяет ответить на 3 основных вопроса:

1. Сколько времени и ресурсов займет этот проект?
2. Сколько (и каких) специалистов для этого потребуется?
3. Какие примерно трудозатраты ожидаются по этому проекту?

Важным шагом в поиске инвесторов, формировании активов является презентация проекта, именно она дает понять слушателю в короткий срок, стоит вкладывать деньги в это дело или нет. С помощью MS Power Point инвестиционная идея может быть раскрыта с разных углов и ракурсов.

Формировать презентации с вставками различного формата: диаграммы и графики, гиперссылки, анимация, видео- и аудиоролики, интеграция объектов (Microsoft Excel, формулу MicrosoftEquation, файл PDF)

Итак, резюмируя все выше сказанное, становится ясным, что управление инвестиционными проектами не столь простая задача, как это кажется на первый взгляд, требующая высоко уровня профессионализма и подкованности в различных сферах. Благодаря наработанным базам знаний и программным комплексам освоение и обретение навыков управления стало намного проще, но все еще остается актуальной проблемой, ведь именно от качества и продуманности инвестиционного проекта зависит успех предприятия и окупаемости вложенного капитала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Дикман Л.Г.*. Организация строительного производства: Учебн.для строительных вузов./ Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. – 608 с.
2. *Юзвович Л.И., Дегтярева С.А., Князева Е.Г.* Инвестиции : учебник для вузов: Екатеринбург - 2016 г. 543 с.
3. *Олейник П.П.* Управление резервами роста производительности труда // Промышленное и гражданское строительство. 2018. №4. С.78-82.
4. *Олейник П.П.* Организация, планирование и управление в строительстве: учебник. Изд. 2-е, перераб.-М.: Издательство АСВ, 2017.-242с.
5. *Юргайтис А.Ю.* Оптимизация решений производственной программы строительного предприятия В сборнике: Строительство - формирование среды жизнедеятельности. Электронный ресурс: сборник трудов XX Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных. 2017. С. 415-416.

Студентки 4 курса 13 группы института ИСА Кравчук А.С., Шевчук Д.А.

Научный руководитель – преп. А.Ю. Юргайтус

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ И РЕСТАВРАЦИИ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ В ГОРОДЕ МОСКВЕ

Памятники культурного наследия России имеют национальную значимость и свидетельствуют о колоссальном вкладе народов нашего государства в развитии науки, искусства и образования.

В наши дни существуют федеральный и региональный фонды культурного наследия, которые стремятся сохранить историческую память, приобщить молодёжь к искусству, продолжить развитие археологических изысканий и призвать к соблюдению законов о защите исторических памятников нашего государства.

Департамент культурного наследия города Москвы осуществляет региональный государственный контроль за текущим состоянием наблюдаемых объектов и обеспечивает доступность для их посещения. Из статьи 3 ФЗ закон от 25.06.2002 N 73-ФЗ (ред. от 27.12.2018) следует, что объекты культурного наследия (ОКН) являются недвижимым имуществом государства и представляют большую важность для истории, археологии, искусства, науки и служат прямым свидетельством поэтапного развития государства. Конституция РФ [2] утверждает, что граждане обязаны беречь ОКН и следить за их состоянием.

Исторически значимым памятникам, включенным в реестр, выдаётся паспорт ОКН. В паспорте обязательно указывают историко-культурное значение ОКН (федеральное, региональное или местное). По виду объекты могут подразделяться на: ансамбль, памятник или достопримечательность. Также указывают категорию, к которой относится сооружение (памятник истории, археологии, градостроительства и искусства, архитектуры) и категорию охраны, прикрепляя подтверждающий документ [1].

В статье 40 постановления №73-ФЗ указано, что обеспечение целостности ОКН требует соблюдения комплекса мер для достижения сохранности всего памятника. К ним относят ремонт, консервацию, реставрацию или адаптацию ОКН под современные нужды.

Задание и разрешение работ по обеспечению целостности ОКН осуществляют федеральный (Министерство культуры РФ), региональный или муниципальный органы. В Москве данную задачу выполняет Департамент культурного наследия города Москвы (Мосгорнаследие).

Этапы получения допуска на осуществление работ описаны в Приказе Минкультуры России [3].

Обязательно предоставление освидетельствования экспертизы по согласованию проектной документации (ПД) на выполнение мер для сохранения ОКН с законами правительства Российской Федерации [4], а после согласование ПД в надлежащей последовательности [3]. Перечень и содержимое научной ПД по обеспечению целостности исторических памятников описаны в ГОСТ Р 55528-2013 [5].

На сегодняшний день существует три реставрационных метода организации работ: лифтинг, вывешивание и переборка (табл. 1) [6]. Выбор метода определяется на стадии П и обуславливается физическими свойствами объекта, размерами, конструктивными решениями и его объемами [7].

Таблица 1
Способы обеспечения сохранности ОКН

Методы	Рекомендации к применению
Вывешивание	Несложные в плане сооружениях, деформированные бревна которых расположены незначительно выше уровня земли.
Лифтинг	Сооружение имеет сравнительно несложную планировку, небольшую высоту и небольшое количество деформированных бревен.
Переборка	Сооружение имеет сравнительно сложную планировку, существенный объем, значительный вес и множество повреждений в элементах. Объем деформированных мест превышает 50%.

Порядок проведения работ методом "лифтинга" следующий: сначала устанавливают подъемное оборудование на срубе на уровне поврежденных, разжимают и фиксируют конструкцию, после извлекают поврежденные элементы и устанавливают новые [6].

Декоративно-отделочные мероприятия во время восстановления элементов или конструкций исторических объектов осуществляют для придания ограждающих и интерьерных функций внешним поверхностям сооружений. Существует два типа мероприятий: отделочные и отделочно-монтажные, которые одновременно обладают отделочными и конструктивными свойствами.

С целью формирования процесса технологического производства необходимо уделить внимание технической стандартизации труда. Норму штучного времени рассчитана на выполнение объема работы, равного единице нормирования (операции) и вычисляется по формуле:

$$T_{шт} = T_o + T_e + T_{обсл} + T_{отд} ,$$

где T_0 – норма автоматизированного времени (осуществление соединений, стабилизация и пригонка соединимых конструкций);

T_e – норма побочного времени (осуществление работ, сопровождающих выполнение основной работы);

$T_{обсл}$ – время, за которое обслуживается место рабочего (его оснащение, уход);

$T_{отд}$ – минимальное время на индивидуальные нужды (возможный отдых при тяжелых производственных условиях).

ФЗ [1] нуждается в доработке и написании дополнительных документов по описанию мероприятий и причин сохранения ОКН и призывать людей к административной и уголовной ответственности за несоблюдение законодательства по охране ОКН. Также необходимо уделить большое внимание вопросам техники безопасности при проведении и организации обследовательских и ремонтных работ.

Таким образом, объекты культурного наследия должны быть законодательно защищены с целью сохранения исторической памяти, организации окружающего пространства и будущего развития страны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ФЗ "Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации" от 25.06.2002 N 73-ФЗ
2. Конституция Российской Федерации: принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 г.
3. Приказ Минкультуры России от 21.10.2015 № 2625
4. Постановление Правительства РФ "О внесении изменений в Положение о государственной историко-культурной экспертизе, утвержденное постановлением Правительства РФ 15.07.2009 г. № 569"
5. ГОСТ Р 55528-2013 «Состав и содержание научно-проектной документации по сохранения объектов культурного наследия»
6. ГОСТ Р 57097-2016 «Сохранение объектов культурного наследия. Памятники деревянного зодчества»
7. ГОСТ Р 55567-2013 «Порядок организации и ведения инженерно-технических исследований на объектах культурного наследия. Памятники истории и культуры. Общие требования»