

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

# ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Сборник научных статей

*Под общей редакцией профессора Б. Г. Кима*



Владимир 2015

УДК 69.05  
ББК 34.731  
И66

**Редакционная коллегия:**

В. Г. Прокошев, д-р физ.-мат. наук, профессор (*главный редактор*)  
Б. Г. Ким, д-р техн. наук, профессор, заслуженный строитель России  
(*зам. главного редактора*)  
С. Н. Авдеев, канд. техн. наук, доцент (*член редколлегии*)  
Э. Ф. Семёхин, канд. техн. наук, доцент (*член редколлегии*)  
В. И. Тарасенко, канд. техн. наук, профессор (*член редколлегии*)  
С. И. Рощина, д-р техн. наук, профессор (*член редколлегии*)  
В. В. Федоров, канд. экон. наук, доцент (*отв. секретарь*)

Печатается по решению редакционно-издательского совета ВлГУ

**И66** **Иновационные** технологии в строительном производ-  
стве : сб. науч. ст. / под общ. ред. проф. Б. Г. Кима ; Владим. гос.  
ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ,  
2015. – 136 с.

ISBN 978-5-9984-0653-9

В сборник включены статьи, содержащие результаты исследований сотрудников университета по приоритетным областям строительной науки, техники, технологии. Рассмотрены особенности управления строительством в современных условиях, проектирования высокоэффективных строительных конструкций, прогрессивные технологии строительства и производства материалов. Особое внимание уделяется инновационным направлениям строительной науки, позволяющим достичь комплексной эффективности при строительстве и обслуживании объектов недвижимости, обеспечить энергосбережение при эксплуатации.

Адресован специалистам-строителям, научным работникам, преподавателям, аспирантам и студентам, обучающимся по направлению «Строительство».

УДК 69.05  
ББК 34.731

ISBN 978-5-9984-0653-9

© Коллектив авторов, 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Глава 1. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНОМУ ПРОИЗВОДСТВУ .....</b>	<b>7</b>
<i>Ким Б. Г., Пронозин Я. А., Степанов М. А., Волосюк Д. В.</i> Эффективные комбинированные ленточные свайные фундаменты, объединенные плитами переменной жесткости, с предварительным напряжением грунтового основания, для многоэтажного строительства на юге Тюменской области .....	7
<i>Ким Б. Г., Тур Н. Н., Федоров В. В.</i> Развитие российского рынка нанотехнологических стройматериалов до 2020 г. (по материалам РОСНАНО).....	16
<i>Кощеев А. А., Прохоров С. В.</i> Определение изменения напряженно-деформированного состояния бетона с учетом его электропроводности .....	19
<i>Ларина С. В., Федоров В. В.</i> Программное обеспечение календарного планирования.....	22
<i>Акимов В. Б.</i> Реконструкция лифтовой шахты гостиницы «АМАКС Золотое кольцо» в г. Владимире .....	25
<i>Гандельсман И. А.</i> Исследование забивных свай на действие вертикальной нагрузки в ледниковых суглинках .....	28
<i>Закревская Л. В., Лешина В. А., Лючина С. В.</i> Энергосберегающие технологии для ограждающих конструкций .....	33
<i>Попов М. Ю.</i> Исследования щелочной коррозии в легких бетонах с поризованными заполнителями на основе отходов стекольной промышленности .....	37
<i>Андреева Н. В.</i> Разработка стратегии развития строительных предприятий по производству материалов, конструкций и изделий во Владимирской области.....	44

<i>Антонова Я. А., Федоров В. В.</i> Автоматизация управления землеройной техникой .....	50
<i>Коркина Н. В., Федоров В. В.</i> Шпунтовые ограждения и особенности их применения.....	54
<i>Киселева С. Ю., Федоров В. В.</i> Практика применения неразрушающего контроля железобетонных конструкций .....	57
<i>Киселева С. Ю., Федоров В. В.</i> Повышение устойчивости бетонов к коррозии.....	64
<b>Глава 2. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ .....</b>	<b>70</b>
<i>Люзина Г. В., Стариков А. Н.</i> Коррозия трубопровода горячей воды .....	70
<i>Люзина Г. В., Мельников В. М.</i> Современные подходы к проектированию систем горячего водоснабжения .....	72
<i>Коробкова Е. О., Люзина Г. В.</i> Особенности учета горячей воды при переходе на энергосберегающую эксплуатацию жилых зданий .....	77
<i>Вазаева К. С., Дорофеев В. Н.</i> Энергоэффективные технологии на основе тепловых аккумуляторов в теплогенерирующих установках.....	81
<i>Ситников К. А., Дорофеев В. Н.</i> Применение эффективных технологий в теплогенерирующих установках систем теплоснабжения .....	85
<i>Кощеев А. А., Попова М. В.</i> Энергосберегающие здания и сооружения .....	89

**Глава 3. СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ –  
ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ..... 91**

*Смирнов Е. А., Лукин М. В., Сергеев М. С., Лукина А. В.,  
Стрекалкин А. А., Рощина С. И.*

Композитные деревянные конструкции ..... 91

*Бледных Е. О., Грязнов М. В.*

Реализация своевременного капитального ремонта покрытия  
плавательного бассейна ..... 95

*Лисятников М. С., Максименко М. О., Рощина С. И., Лукин М. В.*

К вопросу реконструкции зданий незавершенных строительством  
в современных условиях рыночной экономики на примере здания  
дома культуры..... 99

**Глава 4. ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ  
ДЛЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ ..... 103**

*Силантьев И. В., Тарасенко В. И.*

Производство спейсеров в России..... 103

*Силантьев И. В., Тарасенко В. И.*

Спейсеры: от истории до настоящих дней ..... 106

*Кузнецова Н. В., Тарасенко В. И.*

Оптимальные системы газоснабжения малых сельских населенных  
пунктов Владимирской области..... 110

*Коробкова Е. О. Люзина Г. В.*

Ускорение коррозии трубопроводов из-за неисправности систем  
электрообеспечения зданий..... 112

<i>Репкин Д. Ю., Люзина Г. В.</i>	
Технология обезвоживания осадков сооружений водоочистки с применением ленточных фильтр-прессов и сетчатых сгустителей....	115
<i>Пурим М. В., Мельников В. М.</i>	
Вопросы проектирования тепловых пунктов.....	119
<i>Кузнецова Н. В.</i>	
Опыт оптимизации схем газоснабжения малого населенного пункта Владимирской области.....	121
<i>Капалёв И. С., Иванов А. П., Тарасенко В. И.</i>	
Предотвращение аварийных ситуаций на биопрудах .....	125
<i>Протасов И. А., Мельников В. М.</i>	
Системы инфракрасного отопления на производственных объектах.....	130
<i>Протасов И. А., Мельников В. М.</i>	
Системы отопления на производственных объектах .....	133

## Глава 1. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНОМУ ПРОИЗВОДСТВУ

*Ким Б. Г., Пронозин Я. А., Степанов М. А., Волосюк Д. В.*

### **Эффективные комбинированные ленточные свайные фундаменты, объединенные плитами переменной жесткости, с предварительным напряжением грунтового основания, для многоэтажного строительства на юге Тюменской области**

Одной из основных отраслей, влияющих на экономику России, является строительство. В настоящее время развитие строительного комплекса неотделимо от возведения многоэтажных (до 75 м), высотных (>75 м или >25 эт.) и уникальных высотных зданий (>100 м).

В г. Тюмени согласно с правилами землепользования и генпланом строительства города введено ограничение этажности в 25 этажей, главной причиной которого является несоответствие более высоких зданий архитектурному облику города. Кроме того в соответствии с площадью и этажностью здания требуется обустройство прилегающей территории (размещение паркингов, детских площадок, зеленых и санитарно-технических зон), приобретение которой либо не рентабельно, либо, зачастую, невозможно.

Самое высокое здание Тюмени расположено в ЖК «Парус» (25 эт., 82,5 м), за ним следует жилой дом «Северная жемчужина» (24 эт., 80 м); готовятся к сдаче три дома (23 эт., 83 м) в составе ЖК «Столичный» и три дома (24 и 19 эт.) в составе ЖК «Ямская-Болотникова»; возведены монолитные каркасы двух домов в ЖК «Соседи» (20 эт., 65 м.), в процессе строительства еще 7 домов в ЖК «Акварель» (20 эт., 65 м.); сданы 3 дома (20 эт., ЖК Радуга). Из приведенного анализа видно, что намечается тенденция к строительству домов максимально разрешенной этажности, хотя самыми популярными в Тюмени остаются дома в 16 – 20 этажей, как построенные ранее, так и возводимые в большом количестве в настоящее время.

Строительство как высотных, так и многоэтажных зданий, по мнению современного идеолога высотного строительства профессора Рольфа Катценбаха (Германия), зиждется на трех китах: архитектор, конструктор, геотехник [2]. Архитектор отвечает за внешний облик и

удобство использования сооружения, в том числе его подземной части; конструктор отвечает за прочность и устойчивость строительных конструкций, а геотехник в свою очередь за надежность фундаментов, подземных частей зданий и устойчивость грунтового основания. Идеальна ситуация когда инженер-конструктор и геотехник работают вместе. Это зачастую позволяет получать принципиально новые, экономически эффективные решения [8].

С конструктивной точки зрения выделяют следующие конструктивные схемы надземных частей зданий (рис. 1): *каркасная с диафрагмами жесткости* (до 40 эт.); *рамно-каркасная* (до 40-60 эт.); *бескаркасная с перекрестно-несущими стенами*; *ствольная* (каркасно-ствольная) (до 50-60 эт.); *коробчатая* (оболочковая) (80-90 эт.); *ствольно-коробчатая* («труба в трубе», «труба в ферме») (>90 эт.) [1, 3]. Выбор конкретной конструктивной схемы здания зависит от комплекса факторов: высота и назначение здания, характеристики грунтового основания, сейсмичность, атмосферные воздействия, архитектурно-планировочные решения.

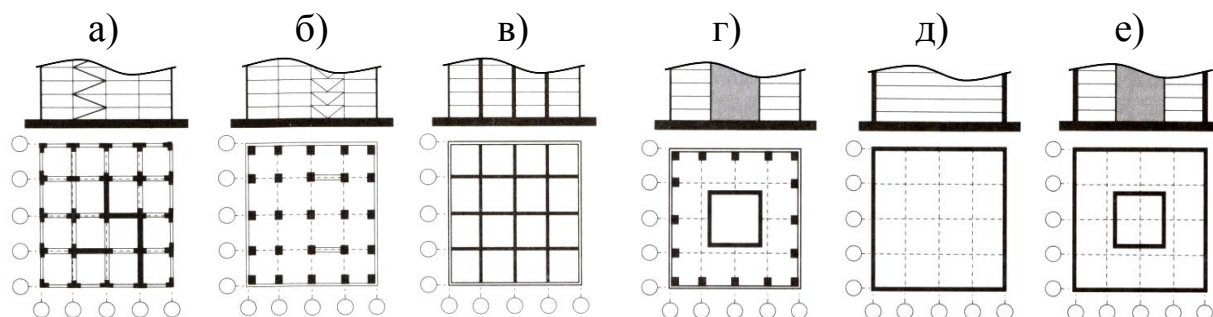


Рис. 1. Конструктивные схемы зданий: *а* – рамно-каркасная; *б* – каркасная с диафрагмами жесткости; *в* – бескаркасная с перекрестно-несущими стенами; *г* – каркасно-ствольная; *д* – коробчатая (оболочковая); *е* – оболочково-ствольная («труба в трубе», «труба в ферме»)

При проектировании и строительстве высотных зданий особое место занимают проблемы обеспечения надежности оснований и конструкций подземных частей [1]. Выбор рационального типа фундамента под высотные сооружения и их многофункциональные комплексы, в целом, ограничен следующими вариантами: плитный на естественном или укрепленном основании; коробчатый с развитой подземной частью; свайный с опиранием пяты свай на прочные ма-



лосжимаемые слои основания; различные комбинации плитных, коробчатых и свайных фундаментов, выполненных по различным технологиям. В свою очередь выбор конструкции фундаментов зависит от физико-механических характеристик и характера напластования грунтов основания и нагрузок, передаваемых на них, формы и размеров высотного здания, размеров строительной площадки, наличия окружающих зданий, туннелей (метро) и подземных коммуникаций и т.п.

Устройство фундаментов высотных зданий на сжимаемых грунтах представляет собой сложную задачу как для инженеров-геотехников, так и для инженеров-проектировщиков и производителей работ. Фундамент является одним из главных элементов проекта и определяет поведение всего здания в целом, несмотря на то, что его стоимость обычно составляет не более 10-15% от стоимости всего здания. С другой стороны, время, затраченное на устройство фундамента и подвальной части здания, может занимать 30-50% от времени всего строительства [7].

Эти обстоятельства вынуждают инженеров-геотехников и конструкторов прибегать к поиску новых конструктивных решений, позволяющих наиболее эффективно использовать ресурсы грунтового основания и материально-технической базы строительных компаний.

В связи с этим актуальной задачей является повышение эффективности взаимодействия системы «фундамент – грунтовое основание», а именно максимально вовлечение в работу всех элементов фундамента, повышение надежности, снижение материальных и трудовых затрат на производство работ по его возведению, сокращение сроков строительства.

Эффективным решением данных проблем является применение в качестве фундаментной конструкции *ленточных свайных фундаментов, объединенных плитами переменной жесткости, с предварительным напряжением грунтового основания* (далее ленточный свайный фундамент).

Его достоинствами являются:

- улучшение физико-механических характеристик грунтов основания в пролетной части;
- вовлечение в работу грунтового основания в пролетной части после приложения внешних нагрузок;
- увеличение несущей способности свай за счет их бокового обжатия при предварительном напряжении основания;

– снижение стоимости готовой продукции за счет снижения расхода бетона и арматуры.

**Область применения.** Здания до 25-35 этажей с относительно регулярной сеткой несущих стен или колонн, при среднем давлении на основание до 450 кПа [5]. Предлагаемый тип фундамента наиболее рационально применять в следующих грунтовых условиях:

- значительная, от уровня заложения фундаментов, толщина недостаточно прочных пылевато-глинистых грунтов со значением расчетного сопротивления  $150 < R < 250$  кПа, модулем деформации  $10 < E < 20$  МПа;

- недостаточная мощность плотных грунтов ниже уровня устройства фундаментов, подстилаемых слабыми пылевато-глинистыми грунтами с малым значением расчетного сопротивления  $R < 200$  кПа, и малым модулем деформации  $5 < E < 10$  МПа.

Суть предлагаемого фундамента заключается в устройстве по «силовым» осям здания свай объединенных низким ленточным ростверком. В пролетной части между ростверками по насыпному щебеночному основанию устраиваются железобетонные цилиндрические оболочки с однослойным армированием, соединенные со свайными ростверками. Перед бетонированием оболочек в щебень устанавливаются полые трубки с перфорацией (инъекторы) для последующего нагнетания цементного раствора (рис. 2). При передаче на грунтовое основание порядка 25% нагрузки от возводимого здания, в основном через сваи, как более жесткие элементы, производится нагнетание цементного раствора в насыпное щебеночное основание под оболочками с определенным давлением. При нагнетании раствора происходит предварительное напряжение грунтового основания на определенную, требуемую величину, уплотняется грунт, улучшаются его физико-механические характеристики без дополнительной осадки здания. При этом разгружаются сваи, и повышается их несущая способность за счет бокового обжатия грунтом, что позволяет при дальнейшем строительстве и увеличении общей нагрузки передать на них дополнительные усилия. После твердения раствора в пролетных частях образуются плиты переменной жесткости, являющиеся частью общей системы фундамента.

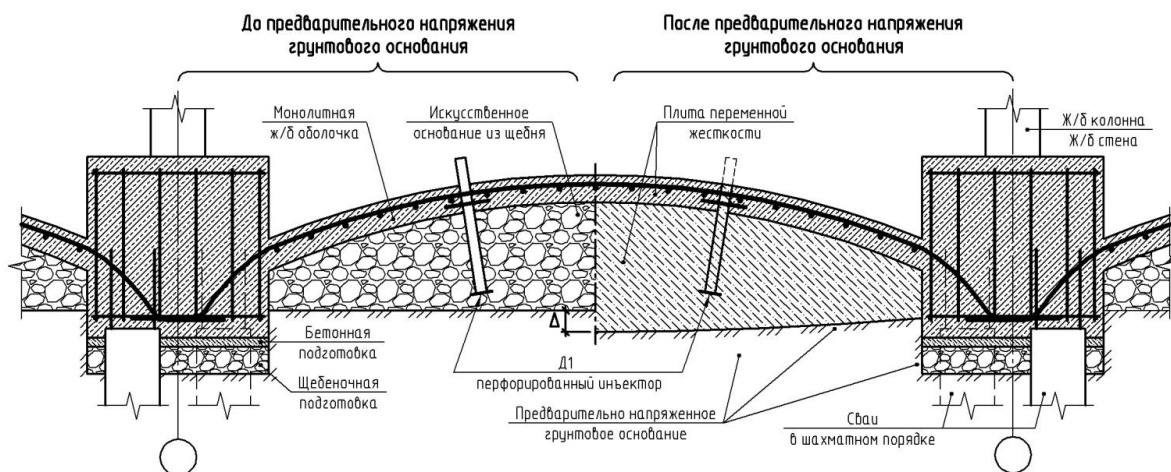


Рис. 2. Пролетная часть фундамента

Применять данный фундамент возможно при рамно-каркасной, каркасной с диафрагмами жесткости, бескаркасной с перекрестно-несущими стенами, каркасно-ствольной конструктивных схемах зданий. При этом в проекте необходимо предусмотреть продольные и поперечные стены по основным осям здания в уровне подвального этажа, для формирования совместно с фундаментной плитой и плитой перекрытия подвала, жесткой коробчатой схемы подземной части здания (рис. 3).

Предлагаемый тип фундамента был экспериментально успешно применен при строительстве двух 22-х этажных жилых домов (H=65 м) в составе ЖК «Соседи». Проект фундамента, проект производства работ по подготовке основания и устройству фундамента разработан сотрудниками кафедры СПОФ ТюмГАСУ (г. Тюмень). Односекционные монолитно-каркасные жилые дома ГП-1.1, ГП-1.2 имеют габаритные размеры в осях фундаментов 26,00x25,75 м. Жесткий ленточный свайный ростверк устраивается на участках расположения несущих стен, колонн и воспринимает нагрузку от здания.

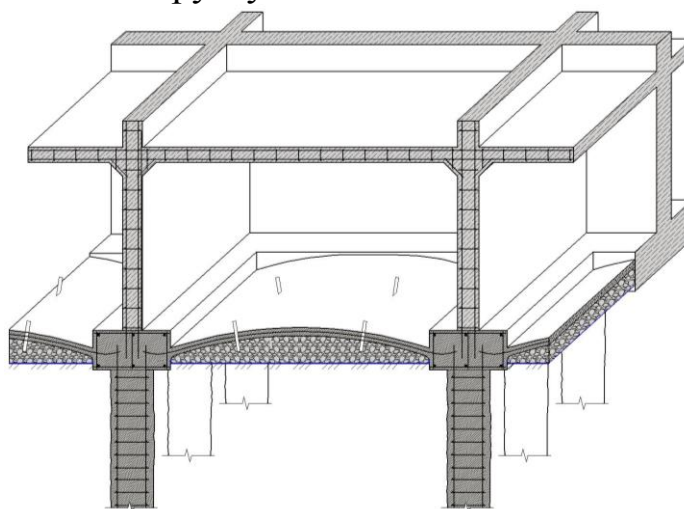


Рис. 3. Жесткая коробчатая схема подземной части здания

Оболочечная часть фундамента ( $f/L=1/8...1/10$ ) сформирована в пролетной части между участками нагружения по искусственному щебеночному основанию и представлена пологими цилиндрическими ж/б оболочками, обращенными выпуклостью вверх.

**Конструктивные решения.** Ростверки жестко соединены с забивными ж/б сваями серийного производства, расположенными в шахматном порядке. Под крайними ростверками по периметру фундамента расположены сваи длиной 10 м с шагом  $4d$  (92 шт.), а под центральными ростверками сваи длиной 12 м с шагом  $2,5d$  (128 шт.). Монолитные ленточные ростверки приняты размерами  $1,0(h) \times 1,0(b)$  м в поперечном сечении. Пологие цилиндрические оболочки толщиной  $t=150$  мм с однослойным армированием из криволинейных арматурных стержней  $d22$  А500С, прямо анкерованных в ростверки. Как правило, фундаменты должны выполняться из бетона класса не ниже В25 [3], поэтому в проекте принят бетон класса В30, а учитывая высокий уровень грунтовых вод и отсутствие внешней и внутренней гидроизоляции, марка бетона по водонепроницаемости принята W12 – бетон с весьма низкой фильтрационной и диффузионной проницаемостью [6].

**Инвестиционная привлекательность проекта.** Генеральным проектировщиком на стадии проекта были предложены следующие варианты фундаментов под 22-х этажные дома:

- *Вариант 1.* Плитно-свайный фундамент с толщиной плиты 1,0 м, общей площадью  $797,5 \text{ м}^2$ . В качестве свай были предложены составные призматические ж/б сваи общей длиной 16 м в количестве 320 шт. Процесс забивки свай включал следующие операции: забивка нижней секции составной сваи, установка и выверка верхней секции, сварка закладных деталей, омоноличивание стыка секций сваи бетоном. После набора бетоном не менее 30% марочной прочности производится добивка свай до проектной отметки.

- *Вариант 2.* Плитно-свайный фундамент с толщиной плиты 1,0 м, общей площадью  $797,5 \text{ м}^2$ . В качестве свай были предложены призматические ж/б сваи общей длиной 12 м в количестве 400 шт. Однако величина расчетной осадки этого фундамента превышала допустимую величину.

*Третий вариант* ленточных свайных фундаментов был предложен и разработан сотрудниками кафедры СПОФ ТюмГАСУ, его концепция описана выше.

Исходя из рабочей документации на фундаменты домов ГП-1.1, ГП-1.2, проекта производства земляных работ и работ по устройству фундаментов были определены объемы материалов для основных видов работ на возведение фундамента одного дома (табл. 1).

К основным работам относились:

а) земляные работы, включающие планировку поверхности земли, разработку грунта экскаваторами, доработку грунта траншей и грунтовых профилей вручную;

б) погружение дизель молотом копровой установки ж/б свай, «срубка голов» свай;

в) подготовительные работы, включающие устройство и уплотнение щебеночной подготовки, устройство бетонной подготовки;

г) устройство фундаментов, включающее арматурные, опалубочные и бетонные работы;

д) работы по предварительному напряжению грунтового основания.

Таблица 1

Расходы материалов для вариантов фундаментов под 22-х этажные дома

Вид выполняемых работ	Плитно-свайный фундамент	Плитно-свайный фундамент	Ленточный свайный фундамент
Земляные работы, м <sup>3</sup>	2600	2600	<b>2600</b>
Забивка свай, шт	320 шт. (составные, 16 м)	400 шт. (L=12 м)	92 шт. (L=10 м) 128 шт. (L=12 м)
Срубка голов свай, шт.	320	400	<b>220 шт.</b>
Подготовка щебеночная, м <sup>3</sup>	119	115	<b>85,6</b>
Искусственное щебеночное основание под облоочки, м <sup>3</sup>	-	-	<b>182,75</b>
Подготовка бетонная, м <sup>3</sup>	40,8	39,3	<b>23,8</b>
Бетон тяжелый, м <sup>3</sup>	797,5	797,5	<b>463,1</b>
Арматура, кг	110000	110000	<b>75323</b>
<b>Предварительное напряжение грунтового основания</b>			
Иньекторы, шт			<b>108</b>
Иньекционный раствор, м <sup>3</sup>			<b>100,5</b>

Используя рассчитанные объемы работ, в программном комплексе «ГРАНД-Смета» на каждый вариант фундамента были составлены локальные сметные расчеты на общестроительные работы в ценах 3-го кв. 2014 г., из которых определены трудозатраты основных рабочих и механизаторов, сметная стоимость работ (рис. 4).

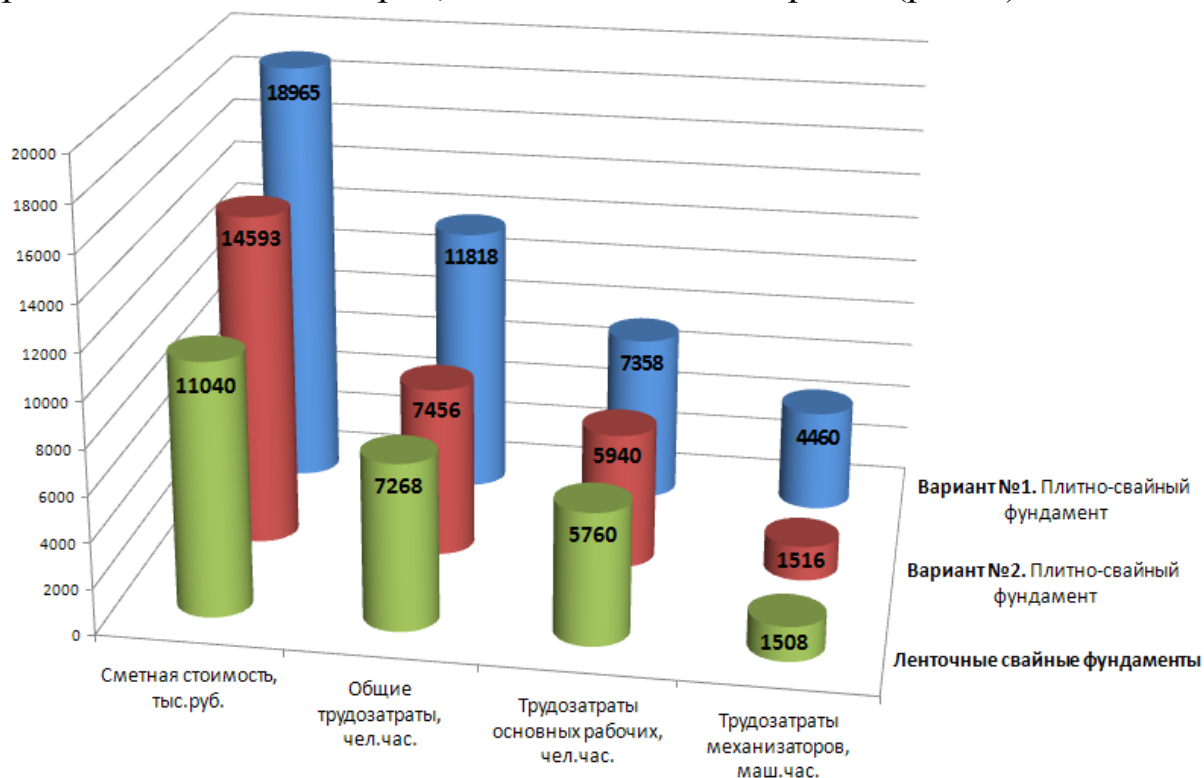


Рис. 4. Гистограмма сметной стоимости и трудоемкости на возведение вариантов фундаментов

Применение ленточных свайных фундаментов, объединенных плитами переменной жесткости, с предварительным напряжением грунтового основания позволило в качестве фундаментов двух 22-х этажных жилых домов позволило:

- отказаться от нетехнологичных и дорогостоящих составных свай;
- уменьшить общее количество свай до 220 шт. в том числе 92 шт. длиной 10 м и 128 шт. длиной 12 м;
- уменьшить расход бетона на 40%;
- уменьшить расход арматурной стали на 30%;
- уменьшить общие трудозатраты на 35%;
- снизить сметную стоимость работ по устройству фундамента на 40%;

Гистограмма сметной стоимости наглядно показывает, что строительство ленточных свайных фундаментов, объединенных плитами переменной жесткости, с предварительным напряжением грунтового основания оказывается дешевле предлагаемых вариантов плитно-свайных фундаментов. Помимо экономической эффективности предлагаемый фундамент обладает требуемой эксплуатационной надежностью, а область его применения охватывает многоэтажные сооружения и наиболее популярной в г. Тюмени этажностью в 16-25 этажей.

### Список литературы

1. Теличенко В.И., Король Е.А., Каган П.Б., Комиссаров С.В., Арутюнов С.Г., Афанасьев А.А. Управление программами и проектами возведения высотных зданий: научное издание. – М.: Издательство АСВ, 2010. – 144 с.
2. Шулятьев О.А. Фундаменты высотных зданий. Вестник ПНИПУ Строительство и архитектура №2, 2014. – Пермь: Издательство ПНИПУ, 2014. – С.179-193.
3. Граник Ю. Г. Проектирование и строительство высотных зданий. Энергосбережение № 2. 2004 С. 92-96
4. Разводовский Д.Е., Федоровский В.Г., Шейнин В.И., Колыбин И.В. Особенности проектирования оснований, фундаментов и конструкций подземных частей высотных зданий и сооружений. Российская архитектурно-строительная энциклопедия. XIII том «Строительство фундаментов высотных зданий».
5. Пронозин Я.А., Степанов М.А. Экспериментальное обоснование использования ленточных свайных фундаментов с предварительно напряженным грунтовым основанием. Вестник ПНИПУ Строительство и архитектура №2, 2014. Сборник материалов Всероссийской конференции с международным участием «Фундаменты глубокого заложения и проблемы освоения подземного пространства». – Пермь: Издательство ПНИПУ, 2014. – С.180-189.
6. Степанова В.Ф. Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии – основа обеспечения долговечности зданий и сооружений // Промышленное и гражданское строительство. 2013. №1. С.13-16.
7. Эль-Моссалами, Й. Устройство фундаментов высотных зданий на сжимаемых грунтовых основаниях // Международный журнал «Геотехника». – 2010 г. - №4. – С.20-41.
8. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Гид по геотехнике (путеводитель по основаниям, фундаментам и подземным сооружениям)./ ПИ «Геореконструкция» - СПб. 2010. - 208 с.

## **Развитие российского рынка нанотехнологических стройматериалов до 2020 г. (по материалам РОСНАНО)**

Нанотехнологии – это совокупность методов и приемов, обеспечивающих возможность контролируемым образом создавать и модифицировать объекты, включающие компоненты с размерами менее 100нм, хотя бы в одном измерении и в результате этого получающие принципиально новые качества, позволяют осуществлять их интеграцию в полноценно функционирующие системы большого масштаба. Этот термин также охватывает методы диагностики с целью проверки качества композиционных материалов.

В мире проводятся активные исследования по применению нанотехнологий в стройматериалах. Так при производстве цемента и бетона можно добиться сокращения потребляемой энергии, сокращения выбросов CO<sub>2</sub> и увеличения производства. При этом можно добиться повышения механических свойств цемента и бетона, а также получать более плотный бетон, что способствует повышению его коррозионной стойкости. При производстве стекла и керамики введение нанотехнологии повышает эксплуатационные характеристики, упрощается технология производства и снижается количество брака. При производстве красок и лакокрасочных покрытий улучшаются реологические свойства лакокрасочных составов. Повышается кроющая способность и улучшается стабильность составов. Кроме того, при эксплуатации повышаются механические свойства, долговечность, теплозащитные свойства и уменьшаются трудозатраты. При переработке и утилизации отходов древесины применение нанотехнологии позволяет уменьшить количество отходов, но получаемая продукция обладает повышенной прочностью и долговечностью.

В 2011 году величина мирового рынка нано-компонентов в строительстве оценивается в 270 млн. дол.: доля стекла и керамики – 11%; красок и покрытий – 53%; цемента и бетона – 6%; изоляции - 9%; прочие - битум, полимеры, дерево и т.д. 20%.

В 2011 – 2015г (прогноз) объем выпуска нанотехнологичных стройматериалов оценивается в 12 млрд. дол. Т.к. рынок нанотехнологичных стройматериалов является быстрорастущим, поэтому его



целесообразно рассматривать как перспективный для инвестирования.

Рынок нанотехнологичных зданий и объектов инфраструктуры оценивается в 83 млрд. дол., т.к. высокими темпами растет спрос на инновационные характеристики зданий и сооружений. На сегодняшний день наносоставляющая значительно меньше 0,1% от общего объема строительства.

Доля публикаций по этой тематике составляет по производству материалов с модифицированной наноструктурой (сталь, цемент, композиты) -37%; новым функциональным и конструкционным материалам – 26%; специальным покрытиям, краскам и тонким пленкам – 21%; новым термическим и изоляционным материалам - 11%.

Россия существенно отстала от развитых стран как по созданию, так и по коммерциализации инновационной деятельности в области нанотехнологий и занимает 130 место в мире по уровню внедрения высокотехнологичной продукции компаниями и 99 место в мире по закупкам государством высокотехнологичной продукции по линии нанотехнологий. Тем не менее в последние пять лет в России созданы институты развития РВК. Роснано, в Сколково, что активизирует развитие инновационных стройматериалов.

В то же время существует ряд серьезных барьеров развития рынка нанотехнологических стройматериалов, а именно, отсутствие экономической заинтересованности заказчика в снижении эксплуатационных расходов, низкая окупаемость в силу высокой цены на наносодержащие материалы, высокие капитальные затраты, необходимые для освоения производства, нехватка подготовленных специалистов и низкая осведомленность участников рынка.

Сегодня в соответствии с Градостроительным кодексом РФ при получении разрешения на строительство заказчику необходимо иметь заключение государственной экспертизы, которая «боится» внедрять инновационные решения. Закон о негосударственной экспертизе подписан Президентом в декабре 2011г., но фактически пока не работает.

Россия также существенно отстает от развитых стран по квалификации персонала на всех этапах цепочки создания стоимости: в США доля по наноиндустрии от общемирового объема составляет публикаций 23%, патентов - 48%; в Китае публикаций – 12%, патен-

тов – 1%; в Японии публикаций – 10%, патентов - 14%; в России публикаций - 4%, патентов - 1%. Поэтому, на данный момент рынок нанотехнологических стройматериалов в России не развивается в соответствии с темпами Западной Европы и Регулярно-правовая среда строительной отрасли также не отвечает развитию рынка нанотехнологической продукции.

В ЕС была разработана детальная дорожная карта внедрения технологий на 5 лет в рамках общеевропейской программы Nanosopex на основании результатов работы Технического комитета РИЛЕМ ТС 197-NCM и она актуальна по сей день.

Согласно этой карте можно понять зрелость различных технологий и оценить потенциал их выхода на рынок в период до 2025 г. Аналогичные дорожные карты разрабатываются в США, Китае, Индии и других странах. В то же время рынок в России фактически отсутствует. Он будет развиваться в соответствии с дорожной картой, но с отставанием. Сейчас в т.ч. и в ВлГУ проводится классификация существующих технологий: при производстве цемента и бетона добавки - это углеродные нанотрубки, гиперпластификатор на основе поликарбоксилатов (повышается удобообрабатываемость бетонной смеси и ускоряется темп строительства) позволяют сократить количество потребляемой энергии, сокращение выбросов  $CO_2$ , получение новых типов цементов. Наши исследования подтверждают, а также дают новые результаты по отечественным стройматериалам. Так нанодобавки дают увеличение через 0,5 года и прочности бетона на 90%.

При производстве стальных конструкций и арматуры наноструктурирование повышает долговечность и антикоррозийные свойства металла, повысит прочность сварки за счет введения Ca и Mg, позволит увеличить допустимые нагрузки, а при введении ванадия и молибдена устраняется «водородная хрупкость».

При использовании золь-гелей при производстве стекла и керамики с применением нанопокровов, достигается уменьшение технологических потерь, повышается технологичность производства, а при введении в состав стекол ванадия, цинка и церия достигается отражение ультрафиолетовых лучей; при введении диоксида титата стекла получают самоочищающиеся.

При разработке красочных составов введение наночастиц улучшает реологию, уменьшает седиментацию, а при введении диоксида

титана, оксида цинка возможно повышение антибактериальных свойств покрытия и увеличение эксплуатационных характеристик.

Обобщая вышеприведенные данные следует отметить наиболее перспективные технологии: краски и покрытия с применением диоксидов кремния, алюминия, титана, нанотрубок; цемент и бетон с применением диоксидов кремния, титана, поликарбоната; стекло с использованием диоксидов кремния, алюминия, титана, оксида железа; изоляция - это аэрогели, фосфаты, оксид железа.

*Кощеев А. А, Прохоров С. В.*

### **Определение изменения напряженно-деформированного состояния бетона с учетом его электропроводности**

В настоящее время железобетонные конструкции получили достаточно широкое распространение. На стадии проектирования определяется прочность конструкций, подбирается армирование и прогнозируются работа бетона с учетом временной усталости конструкций. Вместе с тем в реальных условиях эксплуатации количество воздействий на изменение конструктивной прочности достаточно высоко. В ряде случаев они носят случайный характер и имеют нормируемую величину воздействия на несущую способность конструктивных элементов. В процессе эксплуатации зданий вследствие различных причин происходят физический износ строительных конструкций, снижение и потери их несущей способности, деформации, как отдельных элементов, так и здания в целом. На сегодняшний день для определения действительной прочности и несущей способности железобетонных конструкций применяются методы неразрушающего контроля.

Эти методы применяются, как правило, после появления видимых дефектов или с целью реконструкции и модернизации здания и сооружения.

Между тем в инженерных системах здания достаточно широко внедряются системы контроля и управления состоянием оборудования, вспомогательных систем здания, основанные на сборе и передачи информации в диспетчерский центр. Это позволяет диагностировать неполадки на ранней стадии и дает возможность применять превентивные меры или более тщательно подготовиться к предстоящему ремонту.

Целью исследования является получение материала на основе наномодифицированного бетона который изменял свои характеристики при изменении напряженно-деформированного состояния, с возможностью количественной и качественной их оценки при помощи программных средств.

В качестве первоначального показателя было принято изменение электропроводности бетона под нагрузкой. Эксперименты проводились на портландцементе М500 путем испытания стандартных балочек 40\*40\*160 с внедренными в них электродами. Испытания проводились на изгиб и сжатие в возрасте 3, 7, 14 и 28 суток.

На первом этапе были определены зависимости изменения электропроводности и прочности бетона от вида электродов.

Рассматривалось три типа электродов:

пластинчатые сплошные – стальные

сетка с ячейками 0.5x0.5мм – алюминиевые

перфорированные с размером ячейки 2x2мм – медные.

Как видно из графика (рис.1) при изгибе наибольшее изменение электропроводности происходит на медных пластинах. Это связано с меньшей удельной поверхностью электрода находящейся в сжатой зоне и при появлении микротрещин электросопротивление начинает увеличиваться.

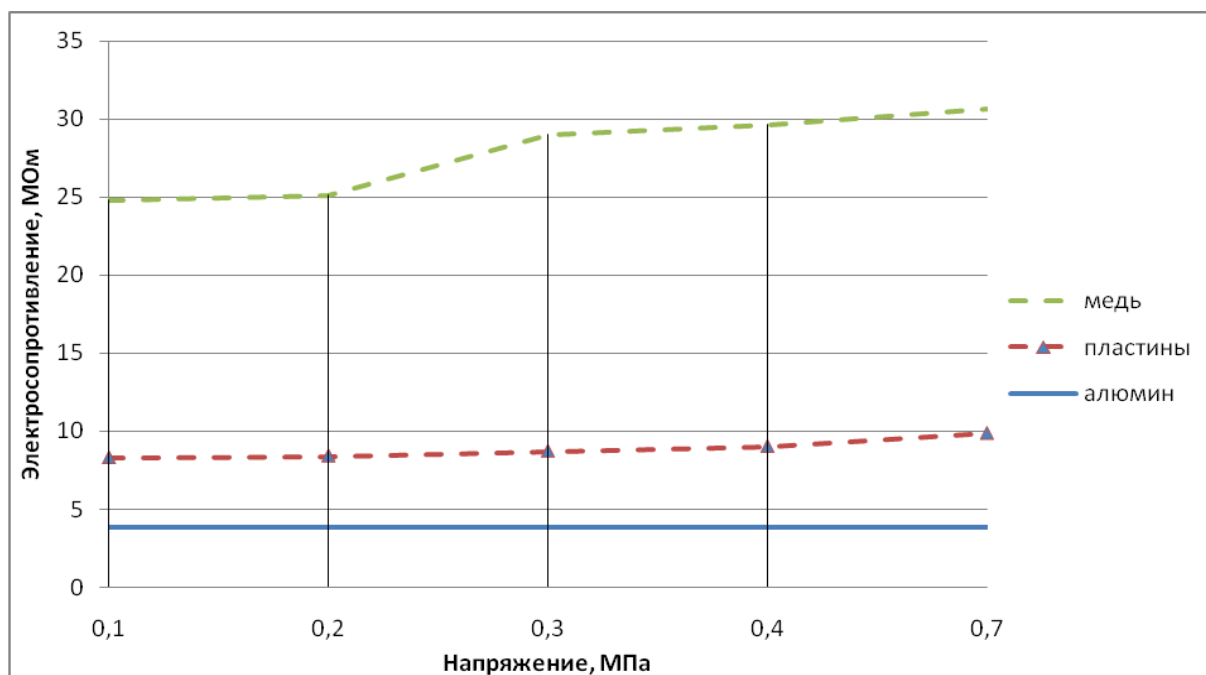


Рис. 1. Зависимость изменения электросопротивления контрольного образца при изгибе

Вместе с тем при использовании алюминиевых электродов изменение электросопротивления незначительно ввиду лучшей интеграции в тело образца, за счет чего электрод перемещается совместно с бетоном без разрыва цепи.

При анализе графика электропроводимости при использовании сплошных стальных электродов, можно отметить увеличение сопротивления при напряжениях близких к предельным. Это связано с появлением микротрещин в зоне контакта электродов и бетона из-за отсутствия плотного заземления.

При испытании образцов на сжатие общая картина изменения электропроводности сохраняется, но при этом принимает четко выраженный характер (рис. 2).

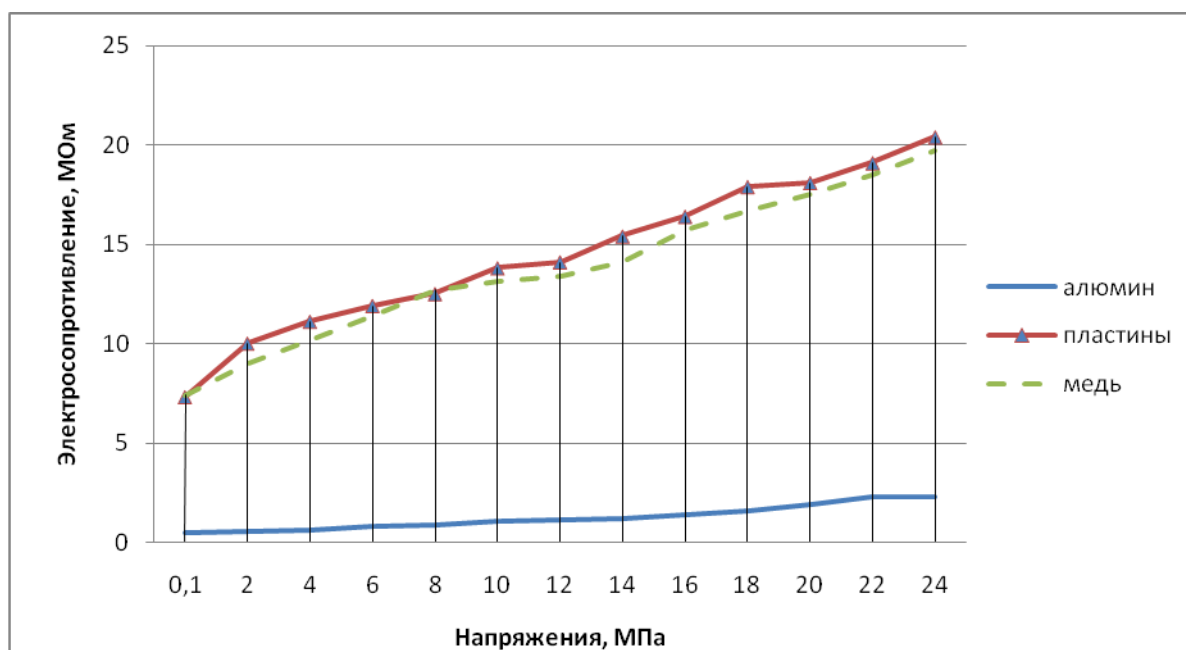


Рис. 2. Зависимость изменения электросопротивления контрольного образца при сжатии

В частности стальные и медные электроды ведут себя практически одинаково, т.к. они находятся в сжатой зоне и микротрещин по их плоскости не образуется. При этом начальное сопротивление меньше сопротивления при разрушении в 4, а для алюминиевых электродов в 5 раз.

При анализе изменения общей электропроводимости в зависимости от срока твердения бетона, можно отметить, что она уменьшается в пределах 40 –50 %. Это объясняется сокращением свободных

ионов в порах  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $O^-$  и в меньшей степени  $Ca^{2+}$  и  $SO_2$  [1]. Вместе с тем при испытаниях были выявлены эффекты поляризации, что приводило к увеличению электросопротивления при смене полярности (постоянный ток).

В настоящий момент ведутся работы по анализу изменения электросопротивления под нагрузкой наноимодифицированных бетонов на основе углеродных трубок.

### **Литература**

В.Е. Ваганов, С.Ю. Петрунин, Е.В. Смирнов. Умные бетоны. Актуальность направления и перспективы развития и применения // «Стародубовские чтения. 2013». 2013. с. 77-86

*Ларина С. В., Федоров В. В.*

### **Программное обеспечение календарного планирования**

Возведение здания или сооружения представляет собой совокупность взаимосвязанных строительно-монтажных процессов, выполняемых в определенной технологической последовательности.

Для того чтобы построить здание в короткие сроки и с наилучшими технико-экономическими показателями, необходимо заранее проанализировать и исследовать возможные варианты решения и найти наиболее целесообразные из них. Для этого процесс строительства объекта можно представить в виде модели, с помощью которой анализируются все возможные производственные ситуации.

Такой моделью служит календарный план, представляющий собой технологическую, организационную модель строительства объекта, поскольку в нем взаимосвязываются все строительные и монтажные работы, выполняемые в определенной последовательности и в точно назначенные сроки[1].

На основе календарного плана устанавливается общая продолжительность строительства объекта, определяется потребность в трудовых и материальных ресурсах, сроки поставки конструкций и оборудования, ведется оперативное планирование[2].

Календарный план является руководящим документом при производстве работ и средством контроля над их ходом[1].

Большинство методов планирования и управления календарным графиком работ подразумевают использование компьютерных программ. В процессе реализации проекта приходится оперировать значительными объемами данных, которые могут быть собраны и организованы с использованием данных программ. Кроме того, многие аналитические средства, например, расчет графика по методу критического пути и ресурсный анализ подразумевают достаточно сложные для неавтоматизированного расчета алгоритмы.

В настоящее время на рынке представлено значительное количество универсальных программных пакетов для персональных компьютеров, автоматизирующих функции планирования и контроля календарного графика выполнения работ[3].

Различия между пакетами заключаются в поддерживаемых ими вычислительных платформах, мощности, наличии дополнительных средств, и в качестве реализации предоставляемых ими функций[3].

Наиболее популярными считаются программы MicrosoftProject, OpenPlan, SpiderProject, а так же программный комплекс Primavera.

MicrosoftProject является на сегодня самой распространенной в мире системой управления проектами.

MS Project имеет три модификации: Standard - для индивидуального использования, Professional - обеспечивает дополнительные возможности по анализу проекта и планированию ресурсов, ProjectServer - платформа для организации группового и корпоративного решения для управления проектами[4].

Отличительной особенностью пакета является его простота. Разработчики MS Project не стремятся вложить в пакет сложные алгоритмы календарного или ресурсного планирования. В то же время значительное внимание уделяется использованию современных стандартов, позволяющих эффективно интегрировать пакет с другими приложениями.

MS Project может быть рекомендован для планирования несложных проектов пользователями непрофессионалами и новичками.

OpenPlan – полностью русифицированная система планирования и контроля крупных проектов и программ. Основные отличия системы: мощные средства ресурсного и стоимостного планирования, эффективная организация многопользовательской работы и возможность создания открытого, масштабируемого решения для всего

предприятия. OpenPlan поставляется в двух вариантах – Professional и Desktop – каждый из которых отвечает различным потребностям исполнителей, менеджеров и других участников проекта. Только OpenPlan обеспечивает сегодня как полную интеграцию между профессиональной и "настольной" версиями системы, так и открытость для обмена данными с внешними приложениями. Данная программа предназначена для профессионалов[4].

Российская разработка SpiderProject отличается мощными алгоритмами планирования использования ограниченных ресурсов и большим количеством дополнительных функций. Уникальные функциональные возможности пакета подойдут как для новичка, так и для профессионала. Технологии управления проектами и пакет SpiderProject помогают принимать обоснованные и проверенные решения, исполнять проекты быстрее, качественнее и с меньшими затратами, а также всегда иметь самую полную и разнообразную информацию о реализуемых проектах. SpiderProject поставляется в двух вариантах – Professional и Desktop[4].

PrimaveraProjectPlanner (P3) является естественным выбором профессионалов управления проектами в области строительства. P3 - признанный стандарт среди высокопроизводительного программного обеспечения, применяемого для календарно-сетевое планирования, ресурсного и стоимостного анализа. P3 разработана для крупномасштабных и многоплановых проектов. Работая с проектами, содержащими до 100 000 работ, P3 не имеет ограничений по ресурсам и количеству целевых планов. Сетевая версия P3 может использоваться для управления, как сложными многоуровневыми иерархическими проектами, так и комплексами распределенных проектов[4].

Система управления проектами позволяет хранить в своей модели проекта его плановые показатели (сроки, стоимости, объемы и т.д.) и вводить фактические данные по ходу реализации проекта.

Конечно же, исходный календарный план может в один момент стать не актуальным. Но система позволяет увидеть эти изменения, оценить их последствия на проект в целом, проиграть и выбрать оптимальный вариант реакции на эти изменения, при необходимости перепланировать оставшуюся часть проекта с учетом новых реалий. Именно на этом этапе система проявляет свои лучшие качества - модель проекта «живет» вместе с реальным проектом. Сотрудники



строительных компаний получают не только контроль над свершившимися событиями, но и возможность прогнозирования предстоящих.

В то же время, удобные, простые средства генерации отчетности по проекту позволяют легко довести необходимую информацию по проекту до всех заинтересованных лиц в требуемой форме. Кроме того, использование современных интернет-технологий позволяет получить доступ к проектным данным с любой точки земного шара.

### **Список литературы**

1. «Организация, планирование и управление строительным производством» под общей редакцией профессора И.Г. Галкина. - М: Высшая школа, 1978.- 65с.
2. СНиП 12-01-2004 «Организация строительства», 2004.
3. [http://sbiblio.com/BIBLIO/archive/polkovnikov\\_effektivnoe/03.aspx](http://sbiblio.com/BIBLIO/archive/polkovnikov_effektivnoe/03.aspx)
4. <http://ctt.pstu.ru/soft/ProjectManagement.aspx>

*Акимов В. Б.*

### **Реконструкция лифтовой шахты гостиницы «АМАКС Золотое кольцо» в г. Владимире**

Одним из перспективных отелей в крупной гостиничной сети «АМАКС Hotels&Resorts» является гостиница туристского маршрута «Золотое кольцо России» - «АМАКС Золотое кольцо» в г. Владимире. Компанией «АМАКС Hotels&Resorts» проведена полная реконструкция гостиницы, включая номерной фонд, контактные зоны, предприятия питания, развлекательный комплекс. По проекту автора реконструирована лифтовая шахта гостиницы.

Гостиница возведена по проекту ЦНИИЭП торгово-бытовых зданий и туристических комплексов. Ее строительство было закончено в 1989 г. Здание гостиницы имеет сборный железобетонный трехпролетный связевой каркас с поперечным расположением ригелей. Конструкция здания типовая, из унифицированных железобетонных элементов, с балочными перекрытиями по серии ИИ-04. В гостинице предусмотрены две группы лифтовых шахт. Лифты одной из групп обслуживали только пятнадцать надземных этажей здания. Обслужи-

вающий персонал не мог воспользоваться лифтом, для того чтобы попасть в подвал, в котором располагались прачечная и гладильные помещения. Реконструкция одной лифтовой шахты должна была устранить это неудобство.

В ходе проведенного обследования было установлено, что сборная лифтовая шахта состоит из ярусов, каждый из которых составлен из четырех панелей. Нижний ярус установлен на опорную плиту, устроенную по кладке из четырех рядов фундаментных блоков шириной 0,6 м. Вся конструкция целиком опирается на общую для всего здания фундаментную плиту толщиной 1 м. Воды техногенного водоносного горизонта были встречены на относительной отметке, расположенной на 0,4 м ниже уровня пола подвала. Верх фундаментной плиты находился на глубине 1,4 м.

В проекте и в ходе работ по реконструкции шахты был реализован вариант конструктивного решения, позволяющий безопасно провести работы по возведению компактной конструкции в стесненных условиях, с максимальным обеспечением неизменности положения и сохранности конструкций здания. Проектом предусматривалась замена опорной плиты и кладки из блоков на дублирующую железобетонную конструкцию с несущей арматурой. Было использовано известное свойство несущей арматуры, которая в период возведения, вплоть до отвердения бетона работает как стальная конструкция. После того, как бетон приобретет необходимую прочность, несущая арматура будет работать в составе железобетонной конструкции. Ее несущая способность не зависит от начальных напряжений в несущей арматуре, возникающих в стадии возведения. В качестве жесткой несущей арматуры была предложена сборная стальная конструкция. Ее основу составили стойки-колонны из двух швеллеров №16, объединенные в пространственную раму ригелями из швеллеров №16 и двутавров №20ш1. Количество и положение стоек-колонн определялось технологией производства работ. Элементы несущей арматуры были рассчитаны по нормам проектирования металлических конструкций. Расчетная нагрузка от строительной части и технологического оборудования на один погонный метр периметра лифтовой шахты составила 23 тонны. Готовые стойки-колонны предполагалось подводить под панели нижнего яруса шахты, устанавливая их в вертикальные штра-

бы в бетоне кладки из блоков, в особом порядке предусмотренном в проекте. Это решение позволило обойтись без вывешивания шахты с помощью временных конструкций, снизить материалоемкость конструкции.

Работы по реконструкции лифтовой шахты проводились в стесненных условиях. После демонтажа перегородок и разборки пола был выбран грунт по периметру лифтовой шахты до верха фундаментной плиты, устроены кирпичные подпорные стенки. Зона производства работ была отгорожена занавесями от остальных помещений подвала. Были организованы водоотлив и временная система вентиляции для удаления пыли и дыма. Контроль за неизменностью положения элементов шахты проводился по системе металлических маяков «стрелка-пластина». Строительные работы выполнялись в следующей последовательности: устройство проема в опорной плите внутри лифтовой шахты; очистка полости под плитой между фундаментными блоками; устройство штраб в кладке из блоков, установка стоек и ригелей; раскрепление готовых рам из плоскости подкосами; разборка основания лифтной шахты после полной готовности дублирующего каркаса; армирование полостей каркаса и лицевых поверхностей; опалубочные работы и бетонирование; гидроизоляция и антикоррозионная защита конструкций; обратная засыпка; устройство проема в панели нижнего яруса шахты; восстановление пола.

В ходе реконструкции была подтверждена правильность проектного решения, освоена технология производства работ. Железобетонная конструкция нового основания лифтовой шахты с несущей арматурой имеет значительную несущую способность и соответствует требованиям механической безопасности. Лифт в реконструированной шахте запущен в эксплуатацию. Здание гостинично-развлекательного комплекса «АМАКС Золотое кольцо» после проведенной реконструкции полностью соответствует современному представлению о высоком уровне сервиса. Полученный опыт используется при реконструкции других объектов гостиничной сети компании «АМАКС Hotels&Resorts».

## **Исследование забивных свай на действие вертикальной нагрузки в ледниковых суглинках**

Несмотря на массовое применение фундаментов из забивных свай в нашей стране при проектировании не всегда в полном объеме учитываются факторы, влияющие на их несущую способность. В январе-феврале 2012 г произведены динамические испытания 12 и статические испытания 2 забивных свай фундаментов при строительстве объекта «Комплекс зданий и сооружений для промышленного производства продукции на основе теплоизоляционного пеностекла «НЕ-ОПОРМ» с реконструкцией цеха фасадной плитки» в г. Владимире по ул. Добросельская, д.216Б». Забивка свай С120.30-8.1 и С110.30-8.1 массой 27 и 24 кН соответственно производилась дизельным молотом МСДШ1-2500-01. Армирование сваи выполнено согласно серии 1.011.1 вып.1. Температура наружного воздуха при забивке составляла в декабре 2011 г.  $-5^{\circ}\text{C}$ , в январе 2012 г.  $-21^{\circ}\text{C}$ . Расчетные нагрузки на сваи С120.30-8 и С110.30-8.1, согласно рабочего проекта, выполненного ОАО «Владимирский Промстройпроект», на вдавливание составляют 400- 450 кН.

С целью более эффективного применения фундаментов из забивных свай, изучения закономерностей их взаимодействия с ледниковым грунтом основания проведены исследования несущей способности забивных свай на действие вертикальной сжимающей нагрузки.

Площадка расположена на северо-восточной окраине г. Владимира по ул. Добросельской на территории бывшего кирпичного завода и приурочена к левому коренному склону долины р. Клязьма. Территория застроена промышленными и административными зданиями. Отметки дневной поверхности в пределах 133,80- 138,35 м с уклоном на юг. Сток поверхностных вод свободный.

В геологическом строении на глубину бурения скважин до 16 м принимают участие отложения современные, верхнечетвертичные и

среднечетвертичные, представленные насыпным грунтом ( tQIV ), делювиальными суглинками и глинами ( dQIII ), водно-ледниковыми суглинками ( gQII ) и ледниковыми суглинками ( gQII ).

На основании геолого-литографического строения выделены 5 инженерно-геологических элемента:

ИГЭ-1: насыпной грунт (асфальт с щебнем известняка и глиняного кирпича, с обломками строительного мусора), мощностью 0,9-2,7 м;

ИГЭ-2: глина делювиальная, макропористая, тугопластичная, местами полутвердая, мощностью 0,8- 3,6 м;

ИГЭ-3: суглинок делювиальный, мягкопластичный, местами тугопластичный, прослоями мягкопластичный, мощностью 1,1- 2,8 м;

ИГЭ-4: суглинок водно-ледниковый, текучепластичный, местами мягко и тугопластичный, мощностью 0,2- 3,7 м;

ИГЭ-5: суглинок ледниковый полутвердый, в кровле тугопластичный, с прослоями песка крупнозернистого, с включениями дресвы, гравия, гальки, вскрытой мощностью 0,3- 9,4 м.

Подземные воды на период изысканий вскрыты: в марте 2010 г. на глубине 5,3- 5,7 м (абс. отметки 130,25- 132,95 м ) в западной части площадки, в 2005 г. на глубине 4,2- 5,3 м (абс. отметки 128,80- 132,90 м).

Основанием свайных фундаментов служат грунты ИГЭ-5: суглинки ледниковые полутвердые.

17.01.12 г. и 15.02.12 г. дизельным молотом МСДШ1-2500-01 (СП 6В, С330) с массой ударной части 25 кН ( Общая масса молота- 50 кН ) после «отдыха» в течении 20 и 48 суток соответственно проведены динамические испытания без записи упругой части отказа. Испытания проводились одиночными ударами залогом в 5 ударов. Высота падения ударной части- 1,8 м. Температура наружного воздуха: - 3°C и - 14°C соответственно.

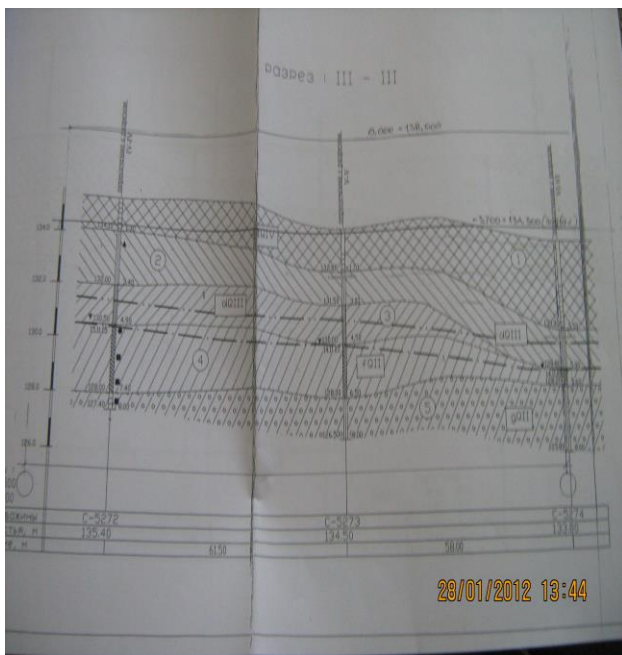


Рис. 1. Инженерно-геологический разрез Рис. 2. Динамические испытания свай

По результатам динамического испытания свай, в соответствии с нормативными документами, нагрузка, допускаемая на одиночную сваю: С110.30-8.1 составляет 199- 313 кН, сваю С120.30-8.1 составляет 187- 326 кН.

Таблица 1

Результаты испытания свай динамическими нагрузками 17.01.12 г.

<i>№№ свай</i>	<i>Отметка низа свай, м</i>	<i>Частное значение предельного сопротивления свай, <math>F_u</math>, кН</i>	<i>Несущая способность свай, <math>F_d</math>, кН</i>	<i>Допускаемая нагрузка на одиночную сваю, <math>N</math>, кН</i>
<b>Сваи С110.30-8.1</b>				
<b>61</b>	126,40	280,5	278,6	199,0
<b>104</b>	126,30	278,6		
<b>Сваи С120.30-8.1</b>				
<b>23</b>	125,60	261,9	261,9	187,1
<b>725</b>	122,20	295,0	295,0	210,7
<b>218</b>	122,20	314,7		
<b>535</b>	123,70	279,8	279,8	199,9
<b>763</b>	122,85	291,6	291,6	208,3

Таблица 2

Результаты испытания свай динамическими нагрузками 15.02.12 г.

<i>№№ свай</i>	<i>Отметка низа свай, м</i>	<i>Частное зна- чение предель- ного сопро- тивления свай, F<sub>и</sub>, кН</i>	<i>Несущая способность свай, F<sub>d</sub>, кН</i>	<i>Допускаемая нагрузка на одиночную сваю, N, кН</i>
<b>Свай С110.30-8.1</b>				
<b>61</b>	126,40	464,4	438,4	313,1
<b>104</b>	126,30	438,4		
<b>Свай С120.30-8.1</b>				
<b>23</b>	125,30	457,7	457,7	326,9
<b>725</b>	122,20	328,9	308,2	220,1
<b>218</b>	122,20	345,0		
<b>796</b>	122,30	588,1		
<b>763</b>	122,30	308,2		
<b>352</b>	122,85	262,1	262,1	187,2
<b>296</b>	122,85	345,0	280,2	200,1
<b>434</b>	123,85	448,7		
<b>469</b>	123,85	524,8		
<b>535</b>	123,70	280,2		

«Отказ» свай С110.30-8.1 за время «отдыха» 20 дней уменьшился в 1,7 - 2,1 раза, за время «отдыха» 48 дней уменьшился в 5,4 - 5,8 раза по сравнению с «ложным отказом» после погружения свай.

«Отказ» свай С120.30-8.1 за время «отдыха» 20 дней уменьшился в 1,3 - 1,7 раза, за время «отдыха» 48 дней уменьшился в 1,5 - 5,9 раза по сравнению с «ложным отказом» после погружения свай.

Динамические испытания без записи упругой части отказа дали заниженное значение допускаемой нагрузки на сваю. Времени, отведенного для «отдыха» свай, недостаточно для восстановления структурных связей в данных грунтах, что приводит к заниженным значениям допускаемой нагрузки на сваю.

Для уточнения допускаемой нагрузки на одиночную сваю проведены дополнительно полевые испытания грунтов вертикальной ста-

тической вдавливающей нагрузкой сваи 276, 536. Продолжительность отдыха составила 20 суток. Испытания свай С110.30-8.1 производились на действие осевой вдавливающей нагрузки. Расстояния между испытываемыми и анкерными сваями позволяет полностью исключить взаимовлияние свай. В качестве упора использована сварная балка из двух двутавров. В качестве устройства для загрузки свай применен гидравлический домкрат ДГО-100, упирающийся в металлическую балку. Для определения нагрузки использован манометр. Для определения перемещения сваи применены прогибомеры Аистова 6ПАО с точностью 0,01 мм в количестве двух штук. Нагрузка на сваю передавалась ступенями по 6,0 кН и выдерживалась до условной стабилизации в соответствии с СП 50-102-2003 и ГОСТ 5686-94. Так как под нижним концом сваи залегают моренные суглинки- условная стабилизация 0,1 мм за 1 час испытаний. За частное значение предельного сопротивления сваи  $F_u$  принята нагрузка, под воздействием которой испытываемая свая получит осадку, равную  $S = \xi \times S_u, \text{mm}$ .

Результаты испытания свай статическими нагрузками 28.02.12 г.

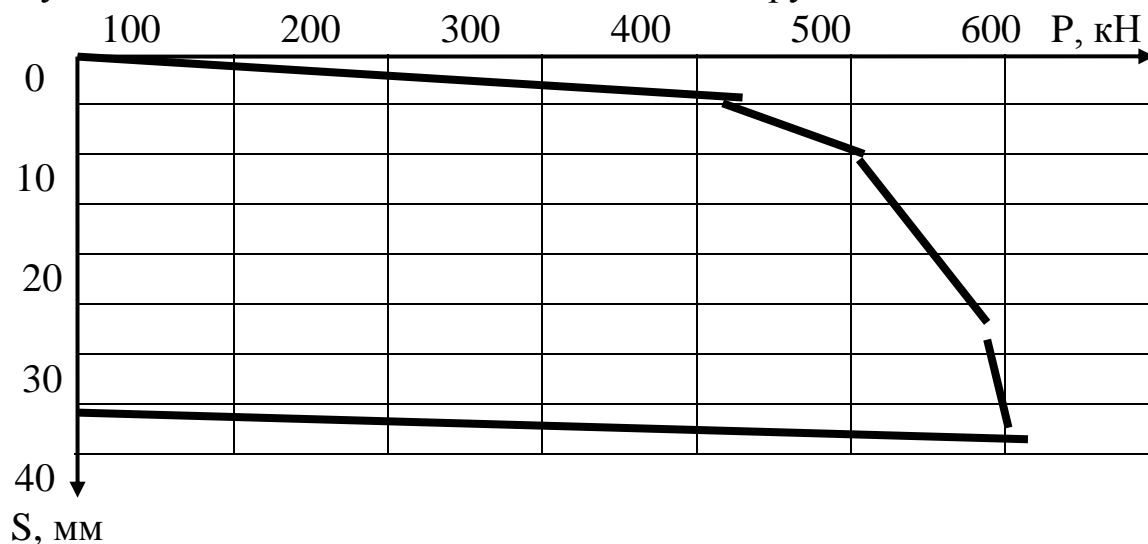


Рис.3. График зависимости «нагрузка-осадка» сваи С110.30-8.1 № 536

Испытания свай были проведены до нагрузки 600 кН, т.е.  $1,5 F_d$ . По результатам испытаний свай следует отметить, что стабилизация каждой ступени происходила в течении первого часа испытаний.



Результаты испытания свай статическими нагрузками 14.02.12 г.

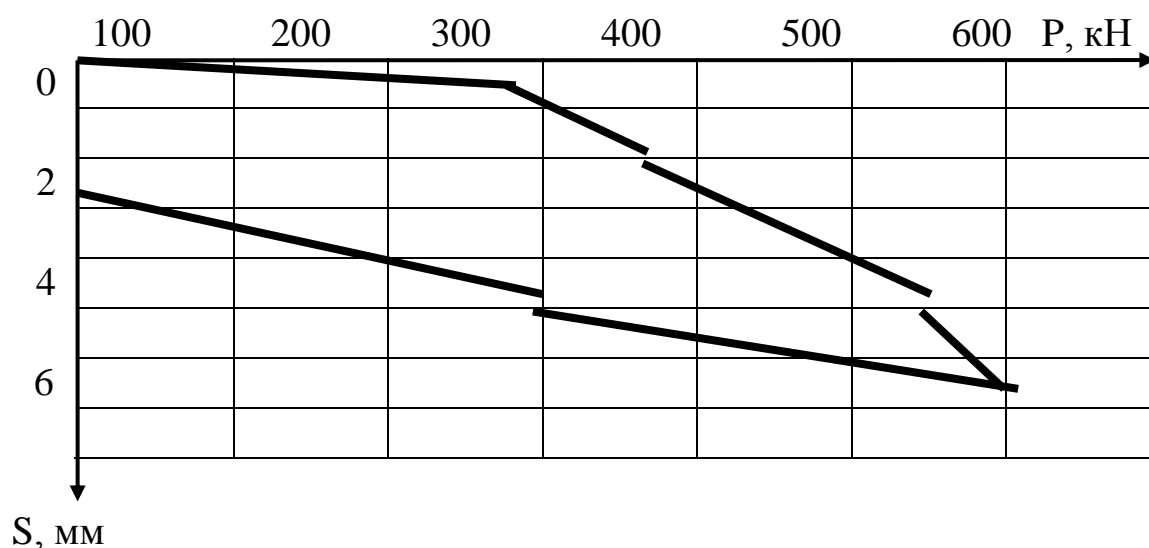


Рис.4. График зависимости «нагрузка-осадка» свай C110.30-8.1 № 276.

Частное значение предельного сопротивления свай C110.30-8.1 по результатам испытаний составило 540- 600 кН.

Статические испытания позволили более точно учесть факторы, влияющие на несущую способность свай, уточнить значения механических характеристик грунтов основания, откорректировать типоразмеры свай, технологию производства работ.

При проектировании и строительстве данного типа фундаментов в ледниковых грунтах требуется более тщательное изучение гидрогеологических условий площадки строительства и назначении времени «отдыха» свай, необходимого для восстановления структурных связей в грунте после забивки свай. Результаты исследований позволяют внести коррективы в требования к инженерно-геологическим изысканиям и выработать рекомендации для применения фундаментов из забивных свай в ледниковых суглинках в нашем регионе.

*Закревская Л. В., Лешина В. А., Лючина С. В.*

### **Энергосберегающие технологии для ограждающих конструкций**

В соответствии с ФЗ № 261 и регламентом Минэкономразвития с 2011 года были изменены нормы теплового сопротивления ограждающих конструкций приведенные в таблице. При применении традиционных строительных материалов это привело бы к существенно-

му увеличению объемов их производства и в конечном итоге, утяжелению строительных конструкций.

### Сравнительная характеристика теплоизоляционных материалов

Характеристика теплоизоляционных материалов	Пенополиуретан	Пенополистирол	Плиты из минеральной ваты	Керамзит	Гранулированное стекло
Природа материала	Органический материал	Органический материал	Неорганический материал на органической связке	Неорганический материал	Неорганический материал
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	40-120	40-150	40-350	250-600	100-190
Коэффициент теплопроводности, Вт/м*°С	0,02-0,04	0,03-0,05	0,04-0,09	0,1-0,2	0,05-0,06
Стабильность размеров	Изменяет размеры	Изменяет размеры	Дает усадку	Отличная	Отличная
Влияние воздействия тепла	Верхний предел 180°С (при нагревании выделяет вредные вещества)	Верхний предел 75°С (при нагревании выделяет вредные)	При нагревании выше 250°С связующие вещества испаряются	Эксплуатируется до 600°С	Эксплуатируется до 600°С
Водопоглощение	Зависит от плотности материала и срока пребывания в контакте с жидкостью	Зависит от срока пребывания материала в контакте с жидкостью	Большое водопоглощение. Зависит от срока пребывания материала в контакте с жидкостью	Большое водопоглощение. Зависит от срока пребывания материала в контакте с жидкостью	Не более 5% от объема за счет накопления влаги в разрушенных ячейках поверхностного слоя
Огнестойкость	-	-	+	+	+
Особенности эксплуатации и разрушение от времени	Присутствует естественная деструкция. Через 15-20 лет наблюдается нарушение структуры	Присутствует естественная деструкция. Через 10-15 лет наблюдается нарушение структуры	В сухом состоянии время эксплуатации велико. Наблюдается выделение пылевых компонентов	В сухом состоянии время эксплуатации не ограничено	Время эксплуатации не ограничено

В Европе деятельность энергоемких производств регламентируется двумя документами: директивы ЕС о комплексном контроле и предотвращении загрязнения (Директива 96/61/ЕС, «ККПЗ») и налог на выбросы CO<sub>2</sub> и потере энергии. После вступления в силу Киотского протокола все наиболее энергоемкие отрасли, в т.ч. и строительная, стоят перед необходимостью изыскания дополнительных мер снижения энергопотребления и сокращения выбросов парниковых газов.

Решение данной проблемы напрямую зависит от разработки составов высокоэффективных теплоизоляционных материалов.

Рынок теплоизоляционных материалов практически ограничен 4 типами таких изделий: минеральными ватами, пенопластами (в основном, пенополистиролом и пенополиуретаном), газобетонами и пеностеклом.

Использование пенопластов связано с высокой пожарной и экологической опасностью, адгезионной несовместимостью с цементными и керамическими конструкциями с ограниченным сроком эксплуатации зданий (13÷15 лет) в следствии окислительной деструкции.

материалы из минеральной ваты через несколько лет эксплуатации способны рассыпаться в экологически небезопасную пыль.

Наиболее безопасным и долговечным в этом отношении является газобетон, поэтому широко распространен в строительстве в последнее время. Однако ему присущи существенные недостатки: низкая прочность, высокое водопоглощение, низкие влаго- и морозостойкость, высокая степень размягчения (потеря прочности) при высокой влажности (см. таблицу).

Все эти недостатки отсутствуют у пеностекла. Уникальные свойства пеностекла заключаются в низкой теплопроводности при высокой прочности и удобстве обработки, в простоте монтажа при токсичной безопасности и долговечности.

Потери теплоты через слой пеностекла толщиной 12 – 15 см эквивалентны тепловым потерям через кирпичную стену толщиной 1 м

На сегодняшний день пеностекло не имеет конкурентов и не имеет ограничения по срокам эксплуатации.

Применение пеностекла приводит:

- к облегчению конструкций, а следовательно к повышению их надежности и безопасности

- к повышению термического сопротивления ограждающих стен, а значит снижению затрат на отопление.

ГОСТом регламентируется нормативное приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен ( $R$ ) от 2,1 до 5,6. На рис.1 представлен пример самонесущей стены и блоков пеностекла, обладающей  $R \approx 6 \div 7$ .

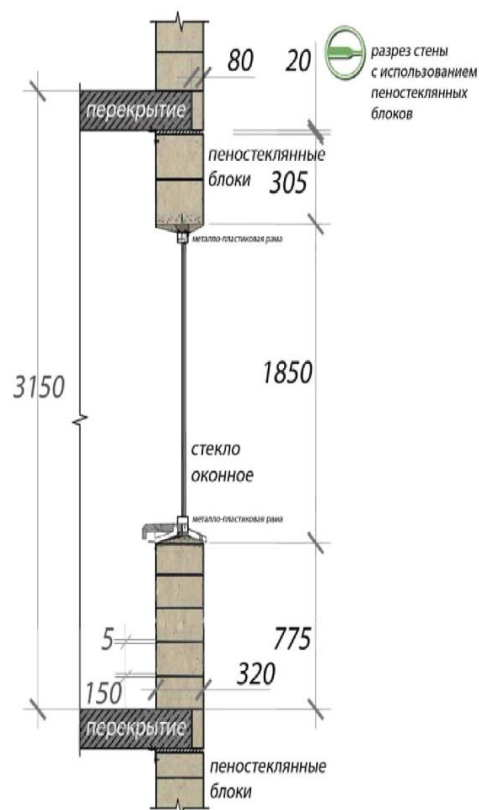


Рис. 1 Применение пеностекла в ограждающих конструкциях монолитно-каркасных зданий

### Список литературы

1. Федеральный закон от 23.11.2009 N 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (с изменениями на 4 октября 2014 года)
2. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция. СНиП 23-02-2003. Москва, 2012
3. <http://www.rusnanonet.ru/download/nano/file/penosytal.pdf>
4. <http://rzst.ru/doc/catalog.pdf>

**Исследования щелочной коррозии в легких бетонах  
с поризованными заполнителями на основе отходов  
стекольной промышленности**

Проблема переработки и использования вторичного сырья становится одной из наиболее актуальных для экономики многих стран. Возможность вторичного использования отходов в различных отраслях народного хозяйства имеет важное значение, т.к. способствует снижению объемов неперерабатываемых отходов, нарушающих экологическую обстановку в стране, а также снижает потребности в специально вырабатываемом сырье. Одной из разновидностей таких отходов являются отходы стекольной промышленности, которые в огромных количествах образуются в отвалах и на свалках и до сих пор не находят должного применения. В настоящее время отмечается перспективность применения стекла и его производных в качестве заполнителей для бетонов. В России и в странах ближнего зарубежья активно развивается технология переработки разносортных отходов стекольной промышленности и производство пеностекла – неорганического теплоизоляционного высокопористого материала, представляющего собой вспененную стекломассу. Наибольший интерес для нужд бетонной отрасли представляет гранулированное пеностекло. Низкая плотность (около  $150 \text{ кг/м}^3$ ) в сочетании с высокими теплоизолирующими свойствами и прочностью позволяет использовать гранулированное пеностекло как наполнитель для легковесных ограждающих блоков, легких бетонов, сухих строительных смесей и тепло-звукоизоляционной штукатурок. При средней объемной массе легкого бетона в  $600\text{-}800 \text{ кг/м}^3$  прочность композита составляет около  $2,5 \text{ МПа}$  (класс бетона В2). При комбинированном использовании пеностекла совместно с мелкозернистым плотным заполнителем (кварцевым песком) плотность легкого бетона может возрастать до  $1800 \text{ кг/м}^3$ , а прочность увеличивается до  $10\text{-}20 \text{ МПа}$ .

В качестве заполнителя для легкого бетона использовалось гранулированное пеностекло марки «НеоПорм» компании ОАО «СТЭС - Владимир». Методом рентгеновской флуоресцентной спектроскопии был проведен химический анализ гранулированного пеностекла (Таб-

лица 1). Содержание кремнезема в материале составляет около 70%. Технология получения пеностекла заключается в нагреве стекольной шихты до 700-850 С и ее резком охлаждении, при котором кремнезем переходит в аморфное, реакционное состояние. В связи с этим при применении пеностекла в бетонах существует опасность проявления щелоче-силикатных реакций (щелочной коррозии или ЩСР). Щелочная коррозия бетона – это взаимодействие кремнезема заполнителя с щелочной средой поровой жидкости бетона, при котором образуется силикатный гидрогель, сорбирующий воду и увеличивающийся в объеме. Это приводит к внутренним осмотическим давлениям в теле бетона, которые могут достигать до 20 МПа, вследствие чего происходит деструкция бетона. В настоящее время существуют специальные методики, позволяющие предсказывать способность тех или иных видов заполнителей к проявлению щелочной коррозии. В работе гранулированное пеностекло исследовалось согласно ГОСТ 8269.0-87\* «Щебень из природного камня, гравий и щебень из гравия для строительных работ. Методы испытаний».

В данном исследовании на первом этапе заполнитель различного фракционного состава (2,5-5 мм; 0,315-0,63 мм; менее 0,16 мм (измельченный порошок) помещался в 1 молярный раствор NaOH и выдерживался при 80 С в течение 1 суток. После этого методом титрования определялась концентрация выщелаченного кремнезема в растворе NaOH, которая определяет реакционную способность заполнителя. Полученные результаты представлены в таблице 2. При концентрации более 50 ммоль/л заполнитель считается реакционным. Как видно из результатов, все фракции пеностекла являются потенциально реакционно-способными в бетоне, причем с уменьшением фракционного размера реакционная способность заполнителя возрастает. Концентрация выщелаченного кремнезема измельченного пеностекла (фракция менее 0,16 мм) составляет 1287 ммоль/л, что сравнимо с показателями для минеральных пуццоланических добавок (зола-унос, микрокремнезем, метакаолин), которые применяются для ингибирования щелочных коррозий в бетонах.

Таблица 1

## Усредненный химический состав пеностекла

Оксид	SiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Масс, %	70%	13,5%	9,5%	4,5%	1,5%

Таблица 2

## Зависимость концентрации выщелаченного кремнезема от фракционного состава пеностекла

Фракция пеностекла, мм	Концентрация выщелаченного кремнезема, ммоль/л
2,5 – 5	269
0,315 – 0,63	425
< 0,16	1287

На втором этапе пеностекло, показавшее потенциальную реакционную способность, испытывалось по ускоренному методу «расширяющихся балочек». Также ускоренный тест прошли балочки на основе нереакционного кварцевого песка. Фракционные составы кварцевого песка и гранулированного пеностекла, которые использовались в растворных смесях, подбирались согласно ГОСТ 8269.0-87\* и представлены в таблице 3. Т.к. компания «СТЭС - Владимир» не производит гранулированное пеностекло фракционного размера менее 0,63 мм, был сделан перерасчет фракционного состава по объему (табл. 3). В качестве вяжущего использовался портландцемент СЕМ I 42,5 R, имеющий фазовый состав, масс. %: алит – 52-53, белит 17-18, промежуточная фаза 20-22, гипс – 4-5, содержание щелочных оксидов в пересчете на Na<sub>2</sub>O<sub>e</sub> – 0,4. Соотношение заполнителя к вяжущему соответствовало 1:1. Водоцементное соотношение составляло 0,55.

Таблица 3

## Гранулометрический состав заполнителей

Размер фракции заполнителя, мм	Кварцевый песок, %	Гранулированное пеностекло, %
2,5 - 5	10	16
1,25 – 2,5	25	42
0,63 – 1,25	25	42
0,315 – 0,63	25	-
0,16 – 0,315	15	-

Растворные смеси закладывались в формы-балочки размерами 20x20x100 мм. В соответствии с методикой испытаний бетонных образцов, первые сутки образцы хранили в формах при 20<sup>0</sup>С и влажности воздуха 100%. Затем их извлекли из форм и поместили в воду. В таких условиях их хранили 1 сутки при температуре 80<sup>0</sup>С. Далее балочки извлекли из воды и измерили их длину. Все последующее время образцы хранились в 1М растворе NaOH при 80<sup>0</sup>С в течение 14 суток. Каждый день балочки измерялись, фиксировались относительные удлинения от первоначальных размеров. На рисунке 1а представлены кривые относительных расширений балочек с течением времени, в которых кварцевый песок был замещен пеностеклом в соответствующем процентном соотношении по объему. По результатам видно, что при замещении более 50% заполнителя пеностеклом значительно увеличивается риск возникновения щелочных коррозий в цементном композите. Однако, согласно методике, заполнитель считается неакционноспособным, если относительное удлинение образца бетона в ходе испытаний за 14 суток не превысит 0,1%. На основании этого можно сделать вывод, что использование пеностекла как основного заполнителя не склонно вызывать критические щелоче-силикатные расширения в бетоне. Однако необходимо отметить, что завершающаяся фаза кривых не имеет затухающий характер. Это означает, что в отличие от мелкозернистого бетона, в композите на пористом заполнителе из пеностекла процесс расширения не прекращается к концу испытания. Образцы продолжают расширяться и после 14 дневного срока. Как показывают микроструктурные исследования, силикатный гидрогель формируется в поровом пространстве заполнителя. Как известно из литературных источников, в порах пеностекла обычно образуется гель с низким содержанием кальция, который имеет высокую подвижность и распределяется по всему объему внешних пор. Поэтому внутренние напряжения не возникают до тех пор, пока значительная часть порового пространства пеностекла не заполнится продуктом реакции. Опыты показывают, что при сравнительно одинаковом расширении образцов без замещения и с 30% замещением кварцевого песка пеностеклом их масса увеличилась на 0,5% и 3% соответственно. Очевидно, что несмотря на незначительность относительных удлинений, в образце с пеностеклом образуется силикатный гель, сорбирующий воду и значительно увеличивающий массу образца.

Также была исследована роль соотношения цемента к заполнителю на протекание ЩСР. В качестве заполнителя использовалось



гранулированное пеностекло фракционного состава, представленного в таблице 3. Водоцементное соотношение составляло 0,55. На рисунке 1б представлены кривые расширения образцов с соотношением цемент/заполнитель 1:1, 2:1 и 3:1 по массе. Как видно из графиков, с увеличением содержания цемента в композите улучшается его стойкость к щелочной коррозии. Особенно заметно это проявляется на ранней стадии эксперимента. Вероятно, это связано с более плотной структурой материала, что значительно затрудняет доступ щелочей к заполнителю, а также позволяет накапливаться гелю исключительно в поровом пространстве заполнителя. При менее плотной структуре цементного камня большее количество геля проникает в его поры, и в дальнейшем создает в нем внутренние напряжения, что значительно увеличивает проявление ЩСР.

Из проведенного литературного анализа известно, что активные минеральные добавки – природные пуццоланы, микрокремнезем, зола уноса, метакаолин и гранулированные доменные шлаки – весьма эффективно препятствуют развитию щелочной коррозии. В работе исследовалась ингибирующая ЩСР активность природных пуццоланических добавок – метакаолина (Индия), микрокремнезема (РФ, г. Новокузнецк), а также измельченного пеностекла и многослойных углеродных нанотрубок, функционализированных гидроксильными группами (УНТ-ОН). Пеностекло фракции менее 0,16 мм было выбрано по причине высокой реакционной способности, сравнимой с микрокремнеземом. По данным последних результатов углеродные нанотрубки способны значительно влиять на структурообразование цементного камня, поэтому они также были включены в исследования. На рисунке 1в представлены относительные расширения композитов на основе пеностекла в зависимости от применения добавок-ингибиторов различной природы. Фракционный состав пеностекла подбирался в соответствии табл. 3. Водоцементное соотношение равнялось 0,55. По результатам видно, что применение измельченного пеностекла, микрокремнезема и УНТ-ОН значительно снижает проявление ЩСР, особенно в начальный период эксперимента. Вероятно, это происходит благодаря упрочнению и общему уменьшению пористости цементного камня. В данном исследовании установлено, что метакаолин, напротив, негативно повлиял на протекание ЩСР. Это можно объяснить влиянием содержащейся в метакаолине фазы  $Al_2O_3$  (35-50%) на распределение силикатного геля

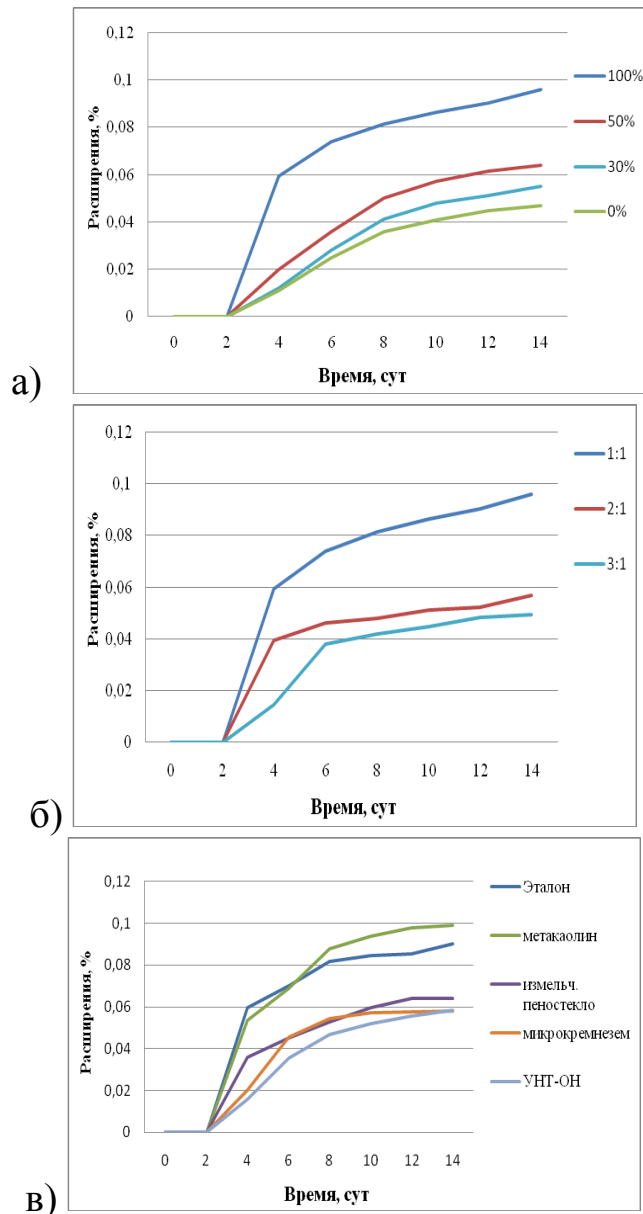


Рис. 1 Относительные расширения цементных балочек: *а* – в зависимости от процентного замещения кварцевого песка гранулированным пеностеклом; *б* – в зависимости от соотношения цемент/заполнитель по массе; *в* – в зависимости от содержания добавок-ингибиторов ЦСР

### Выводы:

1. Один из перспективных способов переработки разноразмерных отходов стекольной промышленности – это производство гранулированного пеностекла – теплоизоляционного материала антропогенного происхождения, пригодного для получения бетонов с высокими физико-механическими и теплотехническими характеристиками.

2. Так как содержание реакционного кремнезема в пеностекле составляет не менее 70%, то материал склонен вступать в щелоче-силикатные взаимодействия в бетонах. С увеличением дисперсности реакционная способность пеностекла возрастает.
3. На основании ускоренной методики испытания цементных балочек на расширение, замещение не более 50% нереакционноспособного заполнителя (кварцевого песка) пеностеклом не способствует критическим щелоче-силикатным расширениям в бетоне. Большое количество пеностекла в бетоне способствует увеличению риска протекания щелочной коррозии в полученном композите.
4. С увеличением концентрации цемента и ростом плотности композита улучшается стойкость образца к щелочной коррозии.
5. Для снижения риска проявления щелочной коррозии в бетонах необходимо применение превентивных мер. Помимо уже известных минеральных добавок – микрокремнезема и метакаолина, значительную ингибирующую активность проявили измельченное пеностекло и углеродные нанотрубки.

Результаты, представленные в данной работе, показывают перспективность использования гранулированного пеностекла в качестве заполнителя для легких конструкционно-теплоизоляционных бетонов. Широкое применение данной технологии будет способствовать увеличению переработки стеклобоя и улучшению экологической обстановки в стране. Однако для более адекватной оценки взаимодействия пеностекла с бетоном необходимы дальнейшие исследования.

### Список литературы

1. Limbachiya M. Performance of granulated foam glass concrete / Limbachiya M., Meddah M. S., Fotiadou S. // Construction and Building Materials, Elsevier Science Publishing, Volume 28, Issue 1, March 2012, Pages 759–768;
2. Попов М.Ю. Легкие бетоны на основе пеностекла, модифицированные наноструктурами / Попов М.Ю., Петрунин С.Ю., Ваганов В.Е., Закревская Л.В. // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2012. №6. С. 41-56. URL: [http // www.nanobuild.ru](http://www.nanobuild.ru);
3. Брыков А.С. Ингибирующая активность и превращения минеральных добавок в условиях испытаний цементных композиций на ще-

- лочное расширение / Брыков А.С., Воронков М.Е., Мокеев М.В. // Цемент и его применение. "Журнал Цемент". 2012. №6 с. 5-10;
4. Lindgard J. Alkali-silica reactions (ASR): Literature review on parameters influencing laboratory performance testing / Lindgard J., Andic-Cakir O., Fernandes I., Ronning T.F., Thomas M.D.A. // Cement and Concrete Research, Elsevier Science Publishing, 42, 2012, Pages 223-243;

*Андреева Н. В.*

### **Разработка стратегии развития строительных предприятий по производству материалов, конструкций и изделий во Владимирской области**

Строительство – отрасль национальной экономики, определяющая решение социальных, экономических и технических задач развития экономики страны. Материально-техническая база строительства – это сложная и динамичная производственно-экономическая система, обеспечивающая решение поставленных перед строительством задач. В ее состав входят предприятия промышленности строительных материалов, предприятия строительной индустрии, парк строительных машин, транспортные предприятия, комплектно-складские и обслуживающие хозяйства, ремонтные базы, заводы и целый ряд других предприятий и хозяйств, обслуживающих строительное производство. В строительной отрасли Владимирского региона в 2011 году заняты 44,5 тысячи человек. Владимирская область за последние годы стала одной из наиболее инвестиционно-привлекательных регионов Центрального федерального округа России. По уровню привлечения иностранных инвестиций она занимает четвертое место в ЦФО после Москвы, Московской и Калужской областей. В 2010 году их объем составил 765,5 млн долларов США, увеличившись примерно в 1,5 раза по сравнению с 2009 годом. Всего за последние 5 лет в экономику региона вложено почти 2,8 млрд. долларов США, а среднегодовой темп прироста иностранных инвестиций за 2006-2010 гг. составил около 30 процентов.

Об оценке эффективности работы субъектов Российской Федерации Владимирская область четвёртый год подряд входит в число двадцати лучших регионов страны.

Конкурентные преимущества Владимирского региона очевидны: близость к рынкам сбыта города Москвы, Нижнего Новгорода, а также удобное транспортное сообщение и рациональная логистика.

Владимирская область располагает богатой минерально-сырьевой базой для производства строительной продукции и современными производственными мощностями. Отраслевые предприятия региона производят высококачественный кирпич, столярные изделия, сборные железобетонные конструкции, кровельные, изоляционные и отделочные материалы. Промышленность строительных материалов и строительная индустрия области по объему годового производства занимает одно из ведущих мест среди промышленных отраслей области. В отрасли функционируют более 200 предприятий производящих строительные материалы, изделия и конструкции. Выполнен анализ поставка сырья и материалов из других регионов страны. Данные представлены в табл. 1.

Таблица 1

Ввоз строительных материалов из других регионов страны

№Год	2007	2008	2009	2010	2011
1.Сборный железобетон, тыс.куб.м.	2	2	3	3	3
2.Стеновые материалы, млн.шт. усл. кирпича	10	10	10	10	10
3.Теплоизоляционные материалы, тыс.куб.м.	10	10	10	10	10
4.Стекло строительное, тыс.кв.м.	400	400	400	400	400

На основе данной табл. 1 можно сделать вывод о том, что ввоз сборного железобетона с 2007 по 2011 год увеличился на 50%, ввоз стеновых, теплоизоляционных материалов, а также стекла строительного не изменился. Количество предприятий обеспечивающих решение важных стратегических задач по региональному строительному комплексу в целом ежегодно увеличивается (так в 2010 г. их насчитывалось свыше 35000 предприятий), хотя это не всегда приводит к росту объемов производства.

Производственные мощности, которыми обладают предприятия по производству материалов, конструкций и изделий представлены в табл. 2.

Таблица 2

Наличие производственных мощностей предприятий по производству материалов, конструкций и изделий во Владимирской области

№ п/п	Наименование продукции	2007 год	2008 год	2009 год	2010 год	2011 год	2012 год
1	Стеновые материалы, млн.шт.усл. кирпича	500	530	575	665	665	665
2	Сборный железобетон, тыс. куб.м.	360	550	685	805	880	880
3	Нерудные материалы (щебень), млн.куб.м.	2,1	2,4	2,7	3,0	3,0	3,0
4	Теплоизоляционные материалы, тыс. куб.м.	50	50	50	120	120	120
5	Стекло строительное, тыс.кв.м.	8500	8500	8500	8500	8500	8500

На основании данной таблицы 2 можно сделать вывод о том, что в анализируемом периоде происходит увеличение объемов производства строительной продукции. Так, объем производства стеновых материалов увеличился на 33% к 2012 году по отношению к 2008 году, объем производства сборного железобетона увеличился на 144%, объем нерудных строительных материалов – на 43%, объем выпуска теплоизоляционных материалов на 140%, производство стекла строительного с 2007 по 2012 год не изменяется, объемы мощностей стекла строительного составляют 8500 тыс.кв.м.

Разработаем прогноз потребности предприятий по производству материалов, конструкций и изделий и нерудных пород во Владимирской области за период с 2011 по 2015 год. Прогноз разрабатывался с учетом: «Стратегии развития строительного комплекса Владимирской области на 2007-2015 годы (в ред. постановления Губернатора Владимирской области «Инвестиционная деятельность и строительство во Владимирской области», указа Губернатора Владимирской области «Об утверждении стратегии социально-экономического развития Владимирской области до 2027 года и среднесрочного плана развития Владимирской области на 2009-2012 годы» от 2 июня 2009 г. № 10,

Постановления Губернатора от 1 марта 2011 г. N 145 «О долгосрочной целевой программе "ЖИЛИЩЕ" на 2011 - 2015 годы» (Подпрограмма «Развитие Предприятий промышленности строительных материалов и индустриального домостроения на территории Владимирской области до 2015 года).

На основе данных анализа и стратегии развития Владимирской области построим структурограмму:

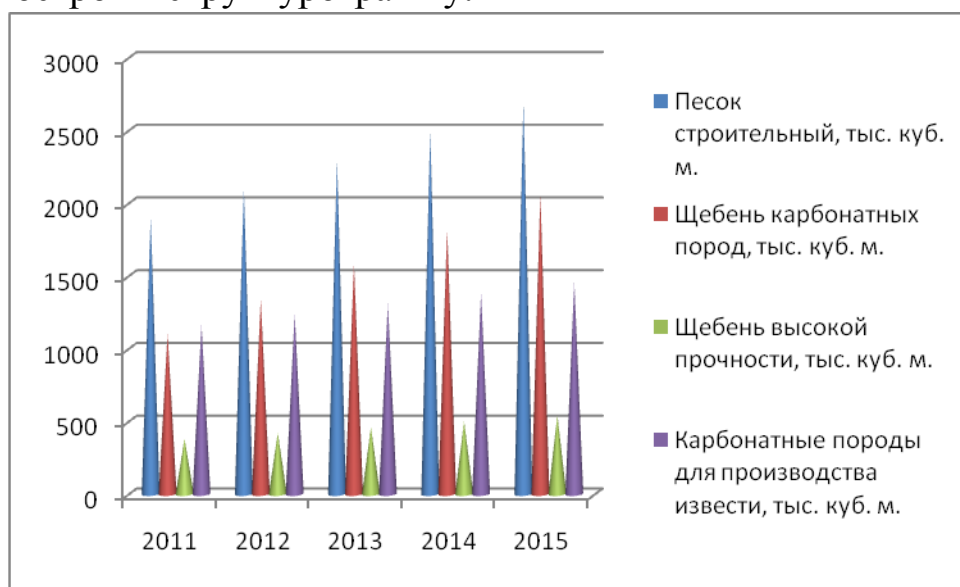


Рис. 1. Потребность предприятий стройиндустрии Владимирской области в общераспространенных полезных ископаемых на период 2011-2015 годы

На основе данной структурограммы можно сделать вывод о том, что в интервале анализируемого периода показатели потребности предприятий в песке строительном, а также щебне карбонатных пород увеличиваются на 42%, потребности щебня высокой прочности, а также карбонатных пород для производства извести увеличиваются на 26% и 87% соответственно. Ежегодно увеличивающийся объем вводимого жилья при реализации на территории области влечет за собой повышение спроса на сырье для производства строительных материалов, в частности, на строительный песок и песчано-гравийные смеси.

Поскольку за последнее время объемы строительства во Владимирской области растут, прогнозируется устойчивое развитие производства всех смежных сегментов, соответственно, сохранится высокий уровень спроса и на весь перечень услуг по содержанию и ремонту помещений (не только жилых, но также гостиничных и офисных,

поэтому необходимо увеличивать производство материалов, конструкций и изделий во Владимирской области.

В настоящее время на территории области реализуется «Стратегия развития строительного комплекса Владимирской области на 2007-2015 годы», в которой в частности отражены вопросы перспективного развития промышленности строительных материалов и сформированы мероприятия, необходимые для развития строительного комплекса, в частности предусматривается формирование перечня энергоэффективных и экологичных материалов и технологий малоэтажного жилищного строительства с учетом климатических и социально-экономических условий Владимирской области; проведение мониторинга ввода новых мощностей на предприятиях строительной индустрии; привлечение инвестиций в сферу производства строительных материалов; повышение степени использования местного сырья в производстве строительных материалов; рациональное использование минеральных природных ресурсов.

На настоящий момент становится все более очевидным, что предприятиям отрасли, ставящем своей целью сохранение или достижение устойчивого положения на рынке строительных материалов, необходимо принимать стратегические решения о направлениях и путях своего развития. При наращивании темпов производства строительных отделочных и конструктивных материалов, как в России, так и за ее пределами, у отечественных предприятий, задействованных в отрасли, возникает необходимость стратегического выбора направлений инвестиций. На настоящем этапе представляется две альтернативы развития – за счет инвестиций, направленных на совершенствование сбытовых стратегий и ассортиментной политики, и инвестиций в создание производственных мощностей. Приток иностранных инвестиций, проекты, которые, несмотря на сложности, реализуют крупные отечественные компании и смогут существенным образом улучшить ситуацию в строительной сфере.

### **Список литературы**

1. Постановление Губернатора от 1 марта 2011 г. N 145 «О долгосрочной целевой программе "ЖИЛИЩЕ" на 2011 - 2015 годы"» (Подпрограмма «Развитие Предприятий промышленности строительных материалов и индустриального домостроения на территории Владимирской области до 2015 года).



2. Указ Губернатора Владимирской области «Об утверждении стратегии социально-экономического развития Владимирской области до 2027 года и среднесрочного плана развития Владимирской области на 2009-2012 годы» от 2 июня 2009 г. № 10.

3. Стратегия развития строительного комплекса Владимирской области на 2007-2015 годы (в ред. постановлений Губернатора Владимирской области)

4. Инвестиционная деятельность и строительство во Владимирской Области. Статистический сборник. 2010г.

5. Андреева, Н.В. Инновационное развитие строительства / Н.В. Андреева, С.Ю. Афолина. Владимир, «Союза строительства Владимирской обл.», 2007.-256 с.

6. Андреева, Н.В. Инновационное развитие строительства: монография Текст. / Н.В. Андреева, С.А. Афолина. Владимир: Союз строителей Владимирской области, 2007. - 354 с.

7. Инвестиции и инновационное развитие. Проблемы. Перспективы. Монография / Андреева Н.В. Формирование инновационной активности и потенциала Владимирской области. Под ред. Б.В. Генералова. – Владимир.2011 – 284 с. ISBN 978-5-9902312-9-0

8. Андреева Н.В. и др. Инновации в развитии жилищного строительства в регионе: монография / Н.В. Андреева, И.В. Середа, Л.А. Трубников; под ред. проф. Н.В. Андреевой, Владим. гос. ун-т.- Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011. – 157 с.- ISBN 978-5-9984-0134-3

9. Андреева Н.В. Стратегия инновационного развития региона : монография / Н.В. Андреева: Владим. Гос. ун – т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир : Изд – во ВлГУ , 2013. – 216 с. ISBN 978-5-9984- 0319-4

10. Андреева Н.В. Инновационный подход к формированию парка техники инвестиционно- строительного комплекса региона / Н.В. Андреева Я.В. Михайлов // Вестник университета. Теоретический и научно – методический журнал ГУУ 2012. - №6 с.11- 22

11. Генералов, Б.В. Принятие решений в инвестиционно-строительной сфере в условиях рыночной экономики: монография. / Б.В. Генералов. А.А. Зыков// Владим. гос. ун-т. Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2001-.240с. ISBN-5-89368-204-1.

12. Кретинин, В.А. Региональная экономика и управление: переход к устойчивому развитию. Владимир, «Собор», 2007.

*Антонова Я. А., Федоров В. В.*

### **Автоматизация управления землеройной техникой**

Системы для автогрейдеров. От качества работы автогрейдера зависят расходы на укладку верхних слоев материала. Качественно подготовленная автогрейдером поверхность под укладку асфальта позволяет избежать перерасхода асфальтобетонной смеси, упрощает работу укладчика и является залогом получения качественного покрытия дорог.

#### **2D УГЛОВАЯ СИСТЕМА**

Устанавливается на любые автогрейдеры и опционально на бульдозеры.

Применение:

Обслуживание грунтовых элементов трасс.

Содержание грунтовых дорог.

Профилирование дорог в карьерах.

Принцип работы:

Оператор вручную регулирует высоту положения одного из краев отвала.

Система, получая данные от датчиков уклона и поворотного датчика на машине и выдавая управляющие импульсы на гидравлику автоматически поддерживает постоянный, заданный оператором угол положения отвала.

Система позволяет поддерживать постоянный поперечный профиль обрабатываемого участка поверхности.

Система облегчает управление автогрейдером, автоматически поддерживая заданный постоянный поперечный уклон.

Проста в использовании, снижает требования к квалификации оператора грейдера.

Угловая система Тримбл легко может быть модернизирована до 3D GPS/ГЛОНАСС или UTS системы.

#### 2D УЛЬТРАЗВУКОВАЯ СИСТЕМА

Применение:

Строительство дорожных объектов (сложность профиля может быть любая и зависит от качества установки струны)

Обслуживание и ремонт дорог.

Профилирование дорог в карьерах.

Система берет на себя полное управление отвалом. Повышается точность работы (угол, высотная отметка) при сокращении количества проходов и расхода материалов.

Система берет на себя полное управление отвалом. Повышается точность работы (угол, высотная отметка) при сокращении количества проходов и расхода материалов.

#### 2D ЛАЗЕРНАЯ СИСТЕМА

Применение:

Площадки для складских комплексов и торговых центров

Автопарковки

Аэропорты

Спортивные сооружения и поля

Площадки для животноводческих комплексов

Плоские участки дамб и ограждений

Любые горизонтальные и наклонные плоские поверхности или кривые поверхности, которые могут быть разбиты на плоские участки

#### 3D GPS / ГЛОНАСС СИСТЕМА

Применение:

дороги/автомагистрали - нефинишные работы

большие земляные проекты - плотины, мелиорация ...

свалки и хранилища отходов

подготовительные работы на больших стройплощадках со сложным профилем

подготовка под строительство жилья

работа по местной инфраструктуре

подготовка под строительство жилья

строительство железных дорог

Система берет на себя управление положением отвала машины - с высокой и недостижимой человеком точностью позиционирует отвал на заданной поверхности.

### 3D СИСТЕМА С РОБОТИЗИРОВАННЫМ ТАХЕОМЕТРОМ

Применение:

Чистовая обработка / профилирование с точностью несколько мм за меньшее количество проходов

подготовка к укладке асфальта

строительство и расширение дорог

строительства аэропортов и ВПП

точное профилирование для последующей заливки бетоном и установки плит

подготовка площадок под коммерческое строительство, то есть тогда, когда требуется самый высокий уровень точности.

### СИСТЕМЫ ДЛЯ БУЛЬДОЗЕРОВ

Системы автоматического управления (нивелирования) для бульдозеров применяются для точного и производительного профилирования слоев дорожной одежды, распределения материалов, обслуживания грунтовых элементов трасс, профилирования дорог в карьерах. При строительстве земляных сооружений, дамб, сельскохозяйственных объектов и других.

Качество профилирования бульдозера с системой автоматизации Тримбл позволяет достигать результатов работы автогрейдера (гладкость, отработка «клевков» машины) и в некоторых применениях легкий или средний бульдозер с успехом заменяет грейдер.

Системы автоматизации облегчают управление машиной, индицируют или автоматически поддерживают заданный поперечный уклон, высотную отметку и отображая на дисплее положение отвала относительно проектной поверхности.

Для бульдозеров используются системы : 2D ЛАЗЕРНАЯ СИСТЕМА, 3D GPS / ГЛОНАСС СИСТЕМА, 3D СИСТЕМА С РОБОТИЗИРОВАННЫМ ТАХЕОМЕТРОМ такие же, как и для автогрейдеров

### СИСТЕМЫ ДЛЯ ЭКСКАВАТОРОВ

2D система

2D Система на экскаватор позволяет работать с простыми проектами, используя лазерные приемники.

Основные характеристики:

Возможность сохранять неограниченное количество профилей выемки и параметров ковша

Измерение расстояний и кулонов с учетом ковша и сохранение данных об измерениях

Датчик направления HS410 позволяет оператору поворачивать экскаватор и исключает необходимость заново вводить параметры глубины и уклона, чтобы обеспечить максимальную точность

Есть возможность установки водонепроницаемых датчиков для работ под водой

Взаимозаменяемость компонентов систем. Не требуется обновление программного обеспечения при перестановке блоков системы между машинами. Систему легко модернизировать до 3D

### 3D СИСТЕМА

3D Системы на экскаватор позволяют работать по полноценным 3D проектам, ориентация машины на стройплощадке осуществляется с помощью спутниковых антенн ГЛОНАСС/GPS с базовой станцией или активной призмы и роботизированного тахеометра.

Основные характеристики:

Блоки управления 3D CB450 и CB460 имеют цветной дисплей и встроенные светодиодные указатели уровня

Установленное программное обеспечение поддерживает отображение пунктов меню на 25 языках

Возможность монтажа спутниковой антенны GLONASSGPS при помощи мачты, имеющей быстрые разъемы для монтажа/демонтажа

Более универсальное решение – установка двух спутниковых антенн GLONASSGPS

Взаимозаменяемость компонентов систем. Не требуется обновление программного обеспечения при перестановке блоков системы между машинами. Многофункциональность конфигураций системы для финишной обработки с использованием GLONASSGPS с лазерным приемником и роботизированного тахеометра. Возможность обмена данными в двух направлениях между машиной и офисом Системы Тримбл просты в использовании, снижают требования к квалификации оператора бульдозера, позволяют работать значительно быстрее, достигая высокой точности профилирования.

### **Список литературы**

1. Евтушенко, С.И. Автоматизация и роботизация строительства: Учебное пособие / С.И. Евтушенко, А.Г. Булгаков, В.А. Воробьев, Д.Я. Паршин. - М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 452 с
2. Пантелеев, В.Н. Основы автоматизации производства: Учебник для учреждений начального профессионального образования / В.Н. Пантелеев, В.М. Прошин. - М.: ИЦ Академия, 2013. - 208 с.
3. Схиртладзе, А.Г. Автоматизация технологических процессов: Учебное пособие / А.Г. Схиртладзе, С.В. Бочкарев, А.Н. Лыков. - Ст. Оскол: ТНТ, 2013. - 524 с.

*Коркина Н. В., Федоров В. В.*

### **Шпунтовые ограждения и особенности их применения**

В настоящее время довольно остро стоит вопрос об укреплении грунтов. Нередко возникают аварийные ситуации, связанные с проседанием или обвалами грунта. Причиной этому может быть уплотнение застройки, вырубка деревьев, укрепляющих грунтовые склоны, изменение погодных условий и многое другое. К сожалению, на практике весьма трудно предугадать, где именно может случиться обрушение грунта. Во многих случаях выходом из подобной ситуации может оказаться возведение шпунтового ограждения.

Шпунтовое ограждение – это водонепроницаемая сплошная стена, образованная погруженными в грунт деревянными, железобетонными или стальными шпунтовыми сваями, защищающая грунт от обрушения. Ограждения из шпунта изготавливаются под любые виды сооружений при устройстве фундаментов в случаях, когда невозможно произвести разработку котлованов в откосах. Такие ограждения из шпунта помогают спасти от обрушения грунт при сооружениях и конструкциях различного рода. Также ограждения из шпунта позволяют получить эффективные технические решения при строительстве на воде и на влагонасыщенных грунтах.

Такая мера актуальна при возведении нового объекта примыкающего к старой постройке. На первоначальном этапе строительства любого сооружения грунт основания находится в естественном, не уплотненном состоянии. Так или иначе, новое сооружение создает

нагрузку на грунт основания, в результате чего грунт уплотняется не только под новым сооружением, но и в некоторой близости от него. Эти процессы могут спровоцировать деформацию фундаментов уже существующей постройки. При наличии отсекающей шпунтовой стенки уплотнение грунта произойдет в объеме, ограниченном шпунтовым ограждением. Иными словами, сплошной шпунтовой ряд локализует процесс уплотнения грунта, полностью устраняя влияние на грунт основания существующего здания.

Шпунтовые ограждения возможно использовать в нескальных грунтах всех категорий - от слабых (ил, текучая глина) до прочных (плотный песок, твердая глина).

Область применения шпунтовых ограждений весьма обширна и включает в себя: возведение подземной части зданий и сооружений, укрепление траншей, понижение уровня и отвод грунтовых вод, строительство автомобильных и железнодорожных путей, берегоукрепление и строительство набережных, гидротехнических сооружений и многое другое.

Существует три вида конструкции шпунтовых стенок: без креплений (консольные), с распорным креплением, с грунтовыми анкерами. Применение креплений распорного и анкерного типа увеличивает устойчивость шпунтовой стенки, что позволяет делать стенки более легкими.

В зависимости от назначения и условий работ шпунтовые ограждения выполняют из деревянных, железобетонных или металлических шпунтовых свай.

Деревянные шпунтовые ограждения применяют для крепления неглубоких котлованов. Деревянные шпунты имеют существенный недостаток – забитые деревянные ограждения почти невозможно извлечь обратно из грунта без значительных поломок, т. е. повторное использование деревянных шпунтин практически исключено. Глубина погружения в грунт деревянного шпунта не превышает 6 - 8 м.

Применение шпунтовых стенок из железобетонного или предварительно напряженного железобетонного шпунта рекомендуется лишь в тех случаях, когда они впоследствии будут использоваться как составная часть сооружаемых фундаментов, или когда грунтовые условия позволяют осуществить их легкую забивку в грунт. В остальных случаях их применение обычно не является экономически

оправданным. Данный вид свай довольно редко применяется в строительстве.

Металлические шпунты, самые применяемые в строительстве, могут быть использованы многократно для временного ограждения котлованов и траншей. Ограждение из металлического шпунта следует применять при глубине более 6 м, а также при плотных и прочных грунтах. Они удобны для перевозки и в целом более рентабельны, нежели деревянные. Металлические шпунтовые сваи изготавливают различных профилей: плоского, корытообразного, зетобразного и типа «Ларсен». Плоский металлический шпунт применяют для устройства противофильтрационных завес, а корытообразный и зетобразный – для устройства завес и подпорных стенок, ограждающих конструкций и др. Одной из разновидностей металлических шпунтовых свай является трубошпунт. Трубошпунт — это шпунтовые сваи, изготавливаемые из цельной трубы с приваренными к ней замками. Трубошпунт характеризуется внушительными моментами сопротивления и инерции, поэтому его можно применять на самых ответственных объектах со значительными нагрузками, таких как строительство гидротехнических сооружений, причалов и портов.

Там, где не требуется высокая прочность стальных свай, достойной альтернативой металлическим шпунтам может служить шпунт ПВХ. В отличие от стали, ПВХ шпунты не требуют дополнительной антикоррозийной обработки или декорации. Шпунтовые сваи производятся в любом цвете - это значит, что не требуется последующая окраска конструкций. Шпунтовые сваи на основе ПВХ — один из самых популярных материалов, используемых для укрепления берега. ПВХ не требует дополнительной консервации или обслуживания. Шпунтовые стенки — экономичное решение для укрепления береговой линии.

При проектировании шпунтового ограждения отдельно встает вопрос о выборе технологии его погружения в грунт. Выбор той или иной технологии зависит от множества факторов, но в первую очередь от грунтовых условий площадки строительства. Погружение элементов шпунтового ограждения может выполняться пневмоударной машиной, вибропогружением, вдавливанием, завинчиванием, а также в предварительно пробуренные скважины. Вне зависимости от выбранной технологии, при образовании шпунтового ряда требуется



строго соблюдать вертикальность погружения в грунт каждой шпунтины.

Метод «лидирующих скважин» (погружения шпунтов в предварительно пробуренные скважины) применяется в том случае, когда в непосредственной близости от строительной площадки уже имеются сооружения. При данном методе достигается высокая производительность работ, а также он позволяет значительно увеличить несущую способность шпунта.

Вибропогружение шпунта предполагает предварительное бурение, после чего происходит погружение свай при помощи вибропогружателей. Технология вибропогружения шпунта является наиболее экономичной по сравнению с остальными методами установки шпунтов.

Способ завинчивания подразумевает под собой погружения стального шпунта с наконечником посредством вращения и вдавливания. Этот метод установки шпунтового ограждения котлованов применяется при наличии поблизости уже существующих сооружений. Такая технология устройства шпунтов предотвращает выбуривание грунта непосредственно из под самого фундамента.

Основное достоинство погружения шпунтов при помощи пневмоударной установки - компактность и мобильность. Оборудование позволяет формировать шпунтовой ряд даже в условиях ограниченного пространства. Однако существуют ограничения применения этого метода – это возможность динамических воздействий на грунт. Данный метод не предназначен для работы в скальных и мерзлых грунтах.

*Киселева С. Ю., Федоров В. В.*

### **Практика применения неразрушающего контроля железобетонных конструкций**

Для оценки состояния конструкций зданий и сооружений необходим всесторонний анализ факторов, влияющих на их эксплуатационные характеристики, - прочность бетона, защитный слой и диаметр арматуры, теплопроводность и влажность бетона, адгезия защитных и облицовочных покрытий, морозостойкость и водонепроницаемость бетона и др.

Однако при всем многообразии контролируемых параметров контроль прочности бетона занимает особое место, поскольку при оценке состояния конструкции определяющим фактором является соответствие Фактической прочности бетона проектным требованиям.

Определение прочности бетона может производиться стандартными методами путем изготовления и испытания контрольных образцов [1].

Но достоверность контроля прочности и однородности бетона по стандартным образцам недостаточна по ряду причин: объем испытания стандартных образцов не превышает 0,01% уложенного в конструкцию бетона, условия виброформования и режимы твердения образцов и конструкций различны, стандартными методами невозможно определить однородность бетона в изделии и прочность отдельных его участков. При обследовании конструкций зданий и сооружений стандартные методы испытания бетона вообще неприменимы.

Эти недостатки стандартных методов испытания прочности бетона обусловили развитие неразрушающих методов контроля и методов, связанных с испытаниями бетона в нестандартных образцах, извлекаемых из конструкции [2].

В настоящее время неразрушающий контроль прочности бетона регламентируется ГОСТ 17624-87 «Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности» и ГОСТ 22690-88 «Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля». В соответствии с ГОСТ 53231-2008 «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности», неразрушающие методы подразделяются на прямые (отрыв со скалыванием и скалывание ребра) и косвенные - методы определения прочности по предварительно установленным градуировочным зависимостям между прочностью бетона, определенной одним из разрушающих или прямых неразрушающих методов, и косвенными характеристиками прочности, определяемыми по ГОСТ 22690 (ударный импульс, упругий отскок, пластическая деформация) и ГОСТ 17624 (поверхностное и сквозное ультразвуковое исследование).

Применение неразрушающего контроля бетона позволяет с высокой степенью достоверности определять его прочность и изменчивость прочности в конструкции или группе конструкций.

Достоверность неразрушающего контроля прочности бетона зависит от ряда факторов, основными из которых являются:

- квалификация персонала, осуществляющего неразрушающий контроль;

- оптимальный выбор методов контроля и приборов, обеспечивающих выполнение программы испытаний (комплект приборов должен включать как высокопроизводительные приборы ударного или ультразвукового действия, так и приборы, обеспечивающие проведение испытаний прямым неразрушающим методом - отрыва со скалыванием либо скалывания ребра);

- объективный подход к определению класса бетона по результатам контроля его прочности с учетом изменчивости прочности бетона конструкции (группы конструкций) [6];

- наличие метрологического обеспечения применяемых приборов и уточнение градуировочных характеристик либо построение таких для приборов, реализующих косвенные неразрушающие методы контроля.

Учет перечисленных факторов и правильность дальнейшей оценки результатов неразрушающего контроля зависят от квалификации персонала. Можно иметь качественные результаты испытаний бетона отдельных участков или конструкций, но при недостаточном объеме контроля определение коэффициента вариации прочности и, соответственно, класса бетона окажется ошибочным. При выборе методов неразрушающего контроля и приборов для проведения испытаний бетона пользователь должен знать их особенности и рекомендуемые области применения. Достаточно полно методы НК были классифицированы Скрамтаевым Б.Г. и Лещинским М.Ю. [7], Коревицкой М.Г. [8], в их работах даны рекомендации по выбору методов и средств НК в зависимости от вида контролируемого изделия и условий его эксплуатации. Однако современная приборная база НК существенно отличается от рекомендуемой авторами. С начала 90-х годов прошлого столетия активно ведется разработка и производство приборов НК нового поколения с применением электроники и микропроцессорной техники, наращиваются их функциональные возможности. В настоящее время на рынке средств неразрушающего контроля прочности бетона достаточно большой выбор измерительных приборов. В статье представлены основные характеристики приборов, представленных на Российском рынке (табл. 1).

Таблица 1

Тип/метод	Диапазон определения прочности	Предельное усилие вырыва, кН	Тип анкера	Предел погрешности	Масса, кг	Примечание
ИОС-50МГ4 Отрыв со скалыванием	5...100 МПа	60	П-30 П-35 П-48	±2%	5,0	Связь с ПК, энергонезависимая память
ИОС-50МГ4 <1>Отрыв со скалыванием	5...100 МПа	60	П-30 П-35 П-48	±2%	5,0	Связь с ПК, энергонезависимая память, датчик перемещения
ИОС-50МГ4 «Скол» Отрыв со скалыванием и скалывание ребра	5...100 МПа 10...70 МПа	60	П-30 П-35 П-48	± 2%	9,8	Связь с ПК, энергонезависимая память, испытания как отрывом со скалыванием, так и скалыванием ребра (грань 200...600 мм)
ПОС-100МГ4 Отрыв со скалыванием	5...100 МПа	100	П-30 П-35 П-48	±2%	5,0	Связь с ПК, энергонезависимая память, усилие до 10 тонн
УКС-МГ4 Поверхностное УЗ прозвучивание	10...2000 МКС	—	—	± (0,0 U+ +0,1) МКС	0,5	Связь с ПК, энергонезависимая память, поверхностное прозвучивание на базе 120 мм

Окончание табл. 1

Тип/метод	Диапазон определения прочности	Предельное усилие вырыва, кН	Тип анкера	Предел погрешности	Масса, кг	Примечание
УКС-МГ4С Поверхностное на базе 120 мм и сквозное УЗ прозвучивание	10...2000 МКС 10...150 МКС	—	—	$\pm (0,0 \text{ Ц} + 0,1) \text{ МКС}$	0,7	Связь с ПК, энерго-независимая память, испытания как поверхностным на базе 120 мм, так и сквозным прозвучиванием
ИПС-МГ 4,03 Ударный импульс	3...100 МПа	—	—	$\pm 8\%$	0,85	Связь с ПК, энерго-независимая память, ввод коэффициента совпадения
ИПС-МГ4.02 Упругий отскок	5...70 МПа	—	—	$\pm 10\%$	1,2	Связь с ПК, энерго-независимая память, электронный блок совмещен с самовзводным склерометром

В таблице представлены характеристики приборов типа ПОС-50МГ4 (ПОС-50МГ4 «Скол»), ПОС-100МГ4, отнесенных ГОСТ 53231 к прямым неразрушающим методам, не требующим обязательной градуировки, а также приборы, реализующие косвенные методы неразрушающего контроля бетона:

- ударные и ударно-импульсные приборы типов ИПС-МГ4.03 и ИПС-МГ4.02;

- ультразвуковые приборы УКС-МГ4 (предназначен только для поверхностного прозвучивания на базе 120 мм) и УКС-МГ4С (предназначен для поверхностного и сквозного прозвучивания).

Все перечисленные приборы внесены в Госреестр средств измерений РФ и поставляются со свидетельствами о поверке.

Приборы, основанные на методе отрыва со скалыванием, обеспечивают наибольшую в сравнении с другими приборами и методами точность определения прочности бетона при условии соблюдения установленных требований [3, 9]. В связи с большой трудоемкостью, обусловленной необходимостью поиска оси арматурных элементов, сверления шпуров и их очистки, метод отрыва со скалыванием еще не получил достаточного распространения. Зачастую строительные лаборатории и экспертные организации основываются только на результатах испытаний бетона ультразвуковыми приборами или приборами ударного действия.

Приборы, основанные на методах ударного импульса (упругого отскока) и поверхностного ультразвукового прозвучивания, обладают высокой производительностью контроля прочности бетона. Однако, являясь косвенными методами определения прочности бетона, они требуют предварительного установления градуировочной зависимости либо ее уточнения в соответствии с приложением 9 [3], при этом прочность бетона контролируется в поверхностном слое толщиной 25...30 мм.

Наиболее сложными для контроля бетона конструкций являются случаи воздействия на него агрессивных факторов: химических (соли, кислоты, масла и др.), термических (высокие температуры, замораживание в раннем возрасте либо переменное замораживание и оттаивание в водонасыщенном состоянии), атмосферных (карбонизация поверхностного слоя).

Эти факторы воздействуют, в первую очередь, на поверхностные слои бетона, в связи с чем при обследовании необходимо визуально, простукиванием либо смачиванием раствором фенолфталеина (случаи карбонизации бетона) выявить поверхностный слой с нарушенной структурой.

Подготовка бетона таких конструкций для испытаний неразрушающими методами заключается в удалении поверхностного слоя на участке контроля и зачистке поверхности наждачным камнем. Прочность бетона конструкций в этих случаях необходимо определять преимущественно приборами, основанными на прямых неразрушаю-

щих методах, либо путем отбора образцов. При использовании же ударно-импульсных и ультразвуковых приборов контролируемая поверхность должна иметь шероховатость не более Ra 25.

Пользователь должен знать, что базовая либо типовая градуировочная зависимость, с которой может поставляться прибор, с достаточной степенью точности воспроизводит прочность бетона того вида (класса), на котором прибор калибровался. Изменение вида крупного заполнителя, влажности, возраста бетона и условий его твердения приводит к увеличению погрешности измерений. Для ультразвуковых приборов перечень факторов, влияющих на точность измерений, еще шире.

Экспериментальные исследования, проводившиеся с целью установления корреляции косвенной характеристики приборов типа ИПС, откалиброванных на бетонах с гранитным щебнем, с прочностью бетона, изготовленного на других видах крупного заполнителя (гравий, известняк, керамзит, речной песок), показали, что погрешность определения прочности бетона может достигать 27% и более.

Влияние возраста (до 100 суток) и условий твердения бетона не столь существенны и могут составлять 4-6% измеряемого значения прочности.

Контроль влажных поверхностей (для тяжелых бетонов с влажностью более 2-3%) может приводить к занижению показаний приборов до 10-15%.

По данным [10], существенное влияние на поверхностную прочность бетона оказывает замораживание воды в порах и капиллярах бетона, при этом скорость ультразвука возрастает, величины упругого отскока и ударного импульса увеличиваются. Указанное явление связано с повышением твердости бетонной поверхности и ростом упругих свойства бетона при замерзании в нем влаги.

Случаи замораживания монолитного бетона, достигшего требуемой прочности (40...60% R28), имеют место при зимнем бетонировании конструкций и предусмотрены технологией производства работ.

При испытании замороженных бетонов рекомендуется вводить поправочные коэффициенты, которые могут быть получены путем параллельных испытаний бетона методом отрыва со скалыванием и одним из косвенных методов на участках бетона, предварительно разогретых до плюс 3...5°C.

При бетонировании вертикальных монолитных конструкций (колонны, ядра жесткости, стены) не всегда учитывается низкая одно-

родность прочности бетона по высоте изделия: в пределах одного яруса бетонирования она может различаться на 8...12% и более в зависимости от в/ц бетона, соблюдения технологии укладки и последующего ухода за ним. Указанное явление связано с оседанием щебня и скоплением свободной воды в верхней части конструкции (яруса бетонирования) в процессе виброуплотнения бетонной смеси.

В таких случаях контроль прочности бетона рекомендуется производить на участках, расположенных в верхней, средней и нижней частях конструкции.

Все перечисленные факторы, влияющие на результаты контроля бетона, должны учитываться в программе и методике проведения испытаний (обследования) конструкций зданий.

Однако, во всех случаях качество и достоверность выполняемых испытаний зависят, в основном, от уровня подготовки персонала, осуществляющего неразрушающий контроль.

### **Список литературы**

1. Клевцов В.А. Об определении изменчивости прочности бетона при испытании неразрушающими методами. - РААСН. Вестник отделения строительных наук. 2000, Вып. 3 с. 147.

2. Скрамтаев Б.Г., Лещинский М.Ю. Испытание прочности бетона. М., 1964. С. 144-150.

3. Коревицкая М.Г. Неразрушающие методы контроля качества железобетонных конструкций. М., 1989.

4. Рекомендации. Определение прочности бетона в конструкциях и изделиях методом вырыва анкера (МИ2016-03). М.: НИИЖБ-ГП ВНИИФТРИ. 2003.

5. Скрамтаев Б.Г., Лещинский М.Ю. Влияние состояния бетона на результаты испытаний его неразрушающими методами // Журнал «Бетон и железобетон», №6, 1966.

*Киселева С. Ю. Федоров В. В.*

### **Повышение устойчивости бетонов к коррозии**

Коррозия бетонных и железобетонных конструкций является негативным фактором в ходе эксплуатации зданий и сооружений, который без проведения ремонтных работ приводит к преждевременно-



му разрушению конструкций и сокращению сроков службы. Процессы коррозии бетона влияют не только на его прочностные характеристики, но и приводят к появлению высолов, подтеков, выделений, трещин и отслоений на поверхности, изменяя внешний вид конструкции.

Коррозия (от лат. *corrosion* - разъедание) – ухудшение характеристик и свойств материала в результате вымывания (выщелачивания) из него растворимых составных частей; образования продуктов коррозии, не обладающих вяжущими свойствами, и накопления малорастворимых кристаллизующихся солей, увеличивающих объем его твердой фазы. Возникновение и развитие коррозии зависят от состава и свойств агрессивной среды, скорости обмена среды у поверхности материала, температуры среды, плотности и состава материала, его напряженного состояния, структуры, толщины и плотности защитного слоя и условий взаимодействия материала со средой.

Воздействия агрессивных сред на бетон весьма разнообразны. Не менее разнообразны и коррозионные процессы, поражающие бетон. Существуют следующие виды коррозии бетона:

- аммонийная коррозия бетона (коррозия бетона в результате его взаимодействия с растворами солей аммония);

- кислотная коррозия бетона (коррозия бетона в результате его взаимодействия с кислотами);

- магнезиальная коррозия бетона (коррозия бетона в результате взаимодействия цементного камня с растворами магнезиальных солей);

- радиационная коррозия бетона (изменение свойств бетона вследствие действия на него потоков ионизирующих излучений);

- сульфатная коррозия бетона (в результате взаимодействия цементного камня с сульфатами);

- углекислая коррозия бетона (в результате взаимодействия бетона с агрессивной углекислотой, содержащейся в воде);

- щелочная коррозия бетона (коррозия в результате взаимодействия бетона с щелочами);

- карбонизация бетона (процесс взаимодействия цементного камня с углекислым газом, приводящий к снижению щелочности жидкой фазы бетона);

- электрокоррозия (коррозия бетона под действием электрического тока в результате электрохимических и электроосмотических

процессов, возникающих под действием постоянного или переменного тока);

-электрохимическая коррозия железобетона (коррозия, происходящая вследствие того, что арматурная сталь при погружении в раствор электролита начинает корродировать).

Несмотря на разнообразие агрессивных факторов, основные причины коррозии можно разделить на три вида, по каждому из которых процессы коррозии объединяются основными признаками.

Первый вид коррозии объединяет те процессы коррозии, которые возникают под действием вод с малой временной жесткостью, когда составные части затвердевшего вяжущего растворяются и вымываются протекающей водой. Наличие в воде солей, не реагирующих непосредственно с отвердевшим вяжущим, может увеличивать их растворимость, ускоряя этим развитие процессов коррозии.

Второй вид коррозии объединяет процессы коррозии, которые развиваются при действии вод, содержащих химические вещества, вступающие в обменные реакции с составляющими бетона. Образующиеся при этом продукты реакции растворимы и вымываются водой, увеличивая пористость, или выделяются в виде гелеобразных новообразований, не обладающих вяжущей способностью. К этому виду коррозии можно отнести процессы, возникающие под действием кислот, магниезальных солей.

Третий вид коррозии объединяет процессы, при развитии которых в порах и капиллярах материала происходит кристаллизация малорастворимых солей. Это вызывает значительные напряжения в стенках капилляров и пор, ограничивающих рост кристаллов, и вследствие этих напряжений - разрушение структуры. К этому виду коррозии можно отнести процессы коррозии при действии сульфатов, где разрушение вызывается ростом кристаллов гипса и сульфатоалюминатов кальция. Агрессивное воздействие газов определяется их видом, концентрацией, температурой и относительной влажностью воздуха, а также скоростью обмена агрессивной среды. Скорость коррозии возрастает при одновременном действии химических и физических факторов. Коррозионные процессы усугубляются от внешних механических воздействий.

В железобетонных конструкциях необходимо рассматривать также вопрос сохранности арматуры в бетоне. При воздействии на бетон жидких сред, не содержащих агрессивных по отношению к стали

ионов, в первую очередь разрушается бетон, т. е. процесс коррозии бетона является ведущим. В условиях газовой среды (при повышении относительной влажности воздуха 60%), а также при воздействии на конструкцию жидких или твердых сред, содержащих агрессивные по отношению к стали ионы, возможно развитие коррозии арматуры. Разрушение железобетонной конструкции в данном случае может наступить вследствие коррозии арматуры. Продукты ржавчины накапливаются на арматуре, давят на бетон, вызывают появление трещин, а затем и отслоение защитного слоя. Наибольшую опасность вызывает применение высокопрочных арматурных сталей, подверженных коррозионному растрескиванию. В этом случае возможен обрыв напряженной арматуры.

Коррозия бетонных и железобетонных конструкций в промышленных, гражданских, жилых, сельскохозяйственных и других зданиях является одним из распространенных дефектов, влияющих на безопасную эксплуатацию, и приводит к снижению надежности зданий и сооружений

Для повышения стойкости к процессам коррозии и долговечности бетона необходимо выполнять антикоррозионную защиту, которую условно можно разделить на первичную и вторичную защиту. К первичным методам защиты относится введение различных модифицирующих добавок. Они могут быть пластифицирующие (увеличивающие), стабилизирующие (предупреждающие расслоение), вододерживающие, а также регулирующие схватывание бетонных смесей.

Повышение стойкости бетонов к процессам коррозии может обеспечиваться соответствующим подбором составов, увеличением плотности путем уменьшения водоцементного отношения, выбором специальных вяжущих и заполнителей, применением наиболее эффективных методов уплотнения смеси, путем обработки поверхностного слоя (флюатирование, пропитка полимерами), введением различных солей (силикатов и алюминатов натрия, хлористого железа, стеаратов кальция), поверхностно-активных веществ, абиетанов натрия, кремний-органических соединений, щелочестойких латексов, поливинилацетатов, изменяющих структуру, повышающих плотность, уменьшающих водопотребимость и т.д.

К числу вредных добавок для бетонов относятся те, которые способствуют образованию легкорастворимых веществ (например, сахар, образующий легкорастворимый кальциевый сахарит и др.).

Морская вода очень вредно влияет на бетон из обычного цемента в виду возможности обменного образования кальциевых соединений с растворами солей легкорастворимых соединений.

В условиях воздействия агрессивной среды при выборе цемента для бетонов следует руководствоваться следующими положениями:

- для бетона, находящегося в зоне переменного уровня грунтовых вод, нельзя применять пуццолановый портландцемент;
- в сульфатных водах заметная сульфатоалюминатная коррозия портландцемента начинается при концентрации ионов порядка 300 мг/л;
- сульфатостойкий портландцемент обеспечивает удовлетворительную стойкость конструкции в сульфатных водах;
- сульфатостойкий портландцемент можно заменить сульфатостойким пуццолановым портландцементом;
- хорошую стойкость в сульфатных водах имеют глиноземистые сульфатированные и глиноземистые шлаковые цементы.

К методам вторичной защиты относится нанесение различных защитных покрытий: применение биоцидных материалов, цементизация, силикатизация, смолизация, применение оклеечных материалов, применение уплотняющих пропиток и лакокрасочных мастичных покрытий.

Биоцидные материалы - это материалы, которые уничтожают и подавляют грибковые образования на бетонных конструкциях. Принцип действия биоцидных материалов заключается в проникновении химически активных элементов в структуру бетона и заполнении микро-трещин и пор.

Цементизация – нагнетание цементного раствора через пробуренные в конструкции отверстия, что увеличивает ее плотность и водонепроницаемость, а тем самым и коррозионную стойкость бетона. Но этот способ недостаточно эффективен, что объясняется грубодисперсным составом цементов.

Силикатизация состоит в нагнетании через пробуренные в конструкциях отверстия жидкого стекла, которое, проникая в пустоты и поры, заполняет их. Вводимый вслед за этим раствор хлористого кальция, реагируя с жидким стеклом, образует уплотняющий осадок из плохо растворимого гидросиликата кальция и нерастворимого геля кремнезема.

Смолизация предусматривает предварительное нагнетание в бетон 4%-го раствора щавелевой или кремнийфторводородной кислоты и последующее введение раствора карбамидной смолы с отверждающей добавкой. Смолизация рекомендуется для повышения плотности и водонепроницаемости конструкции с мелкими порами и при отсутствии фильтрации воды.

Оклеечные материалы применяются при воздействии жидких сред (например, если бетонная свая подтапливается подземными водами), в грунтах, а также в качестве непроницаемого слоя в облицовочных покрытиях. Это могут быть рулоны нефтебитума, полиэтиленовая пленка, полиизобутиленовые пластины. Уплотнение поверхности бетона торкретированием и железнением также позволяет предотвратить развитие коррозии.

Уплотняющие пропитки придают бетону высокие гидрофобные свойства, резко повышают водонепроницаемость и снижают водопоглощение материала. Благодаря этим свойствам, их применяют в условиях повышенной влажности и в местах, где присутствует необходимость обеспечения специальных санитарно-гигиенических требований.

Лакокрасочные мастичные покрытия используются при воздействии жидких сред, а также при непосредственном контакте бетона с твердой агрессивной средой.

Антикоррозионные покрытия можно применять везде, где существует подобная необходимость для бетона. При выборе защитных средств следует учитывать особенности воздействия среды, возможные физические и химические воздействия.

Увеличение срока службы строительных конструкций и оборудования достигается путем правильного выбора материала с учетом его стойкости к агрессивным средам, действующим в производственных условиях. Кроме того, необходимо принимать меры профилактического характера. К таким мерам относятся: герметизация производственной аппаратуры и трубопроводов; хорошая вентиляция помещения; улавливание газообразных и пылевидных продуктов, выделяющихся в процессе производства; правильная эксплуатация различных сливных устройств, исключая возможность проникновения в почву агрессивных веществ; применение гидроизолирующих устройств и др.

### **Коррозия трубопровода горячей воды**

Энергоэффективность – важная составляющая эксплуатации инженерных сетей. Водоснабжение, и в частности, горячее водоснабжение, также должно соответствовать этому требованию. Одним из основных факторов в этом вопросе является уменьшение коррозии трубопровода [1, 2]. Этому и посвящена данная статья.

Коррозия – это разрушение металла, начинающееся на поверхности металла и прогрессирующее в результате химических или электрохимических реакций. В системах ГВС она появляется, в первую очередь, из-за наличия кислорода, растворенных солей, а также повышенной температуры воды. Увеличению скорости коррозии часто способствуют повреждения поверхности металла.

Коррозию трубопроводов вызывает кислород, содержащийся в воде; вода, обработанной озоном; а также воздух, который поступает в систему при понижении давления. Количество воздуха, растворенного в воде, зависит в основном от температуры воды, чем выше температура вод, тем он хуже растворяется в ней и начинает выделяться из нее.

В циркуляционных системах с нижней подачей воды в верхней части стояков кислород может существовать в двух видах: растворенный в воде и скопившейся в верхней точке стояка. Если долго не пользоваться санитарными приборами на верхнем этаже, то воздух будет увлекаться водой по циркуляционному трубопроводу вниз к магистрали, что приведет к интенсивной коррозии последней.

Интенсивность коррозии возрастает при температуре  $t = 60 \dots 65^\circ\text{C}$ , при дальнейшем увеличении  $t$  происходят дополнительные коррозионные процессы, которые могут привести к сквозной коррозии. В первую очередь это относится к оцинкованному оборудованию. Изменение потенциала цинка происходит при  $t$  от 60 до  $70^\circ\text{C}$ , а также при наличии железа, т.е. при повреждении оцинкованного покрытия. При этих температурах цинк корродирует быстрее еще по причине рыхлой защитной пленки, которая вымывается водой.

Показатель рН (концентрация ионов водорода) показывает характер воды: кислая, нейтральная, щелочная. При высокой температуре у чистой воды  $\text{pH} = 6,6$ . Коррозионная активность воды уменьшается при  $\text{pH} > 7$ . Медленнее всего коррозия происходит при  $\text{pH} = 10$ . Если  $\text{pH} < 7$ , то вода кислая и агрессивная. При  $\text{pH} < 4$  идет выделение водорода, что приводит к увеличению скорости коррозии. При повышении температуры происходит понижение рН, что увеличивает влияние коррозии.

Процесс развития коррозии зависит также от жесткости воды. Жесткость воде придают избыток солей кальция и магния, создающих накипь на стенках трубопровода. В воде со средней жесткостью на поверхности трубопровода образуется тонкая защитная пленка, которая затормаживает процесс коррозии. В воде с мягкой водой пленка не образуется, создается опасность коррозии.

Поверхность металлических элементов из-за механической обработки и их структуры (зернисто-кристаллической) не является однородной. Кроме того, загрязнения, переменные температурные условия и повреждения приводят к различию электрохимических свойств. В результате при взаимодействии с электролитом разных областей поверхности возникает электрический потенциал и протекает электрический ток. В результате происходит коррозия.

Постепенная коррозия и разрушение металла происходит во время его взаимодействия с химическими веществами, вызывающими эти процессы: кислоты, их водные растворы и растворы соли (электролиты). Питьевая вода содержит растворенные соли и имеет определенную электропроводимость.

Очень сложно противодействовать коррозии в узлах подготовки и распределения горячей воды, т.к. здесь происходит множество различных реакции.

В последнее десятилетие участились случаи немотивированной коррозии трубопроводов систем водоснабжения. По результатам исследований Центра электромагнитной безопасности основными причинами возникновения токов утечки и попадания их на трубопроводы являются:

- непрофессиональная эксплуатация действующей системы электрообеспечения, например, преднамеренное использование трубопроводных систем в качестве нулевых проводников;

- некорректное подключение электропотребителей, связывающих трубопроводные системы с системой электроснабжения зданий;
- возникающие в процессе эксплуатации повреждения изоляции кабельных линий и (или) электрооборудования ослабление, отгорание, механические повреждения нулевых проводников.

Для надежной работы системы горячего водоснабжения эксплуатирующие службы должны контролировать качество воды, поступающей на обслуживаемый объект, учитывая требования СанПиН, что температура горячей воды у потребителя должна быть не менее 60°C, установить в наивысшей точке стояков автоматические воздухоотборники, применять установки для умягчения воды с «осторожностью», выполнять работы по обследованию системы электроснабжения зданий, в целях выявления ошибок в подключении электрооборудования. Если говорить о том, что полимерные трубопроводы лучше стальных, то это не совсем правильно, при повышении температуры увеличивается скорость процесса их старения, в результате которого происходит уменьшение их прочности (долговечности) и ухудшаются их механические свойства. Наиболее устойчивым материалом является трубопровод из меди.

### **Список литературы**

1. Мадорский Б.М., Шмидт В.А. Эксплуатация центральных тепловых пунктов, систем отопления и горячего водоснабжения. – М.: Стройиздат, 1971. – С. 145–147.
2. Шафлик В. Современные системы горячего водоснабжения. – К.: ДП ИПЦ «Такісправи», 2010. – С. 14–19.

*Люзина Г. В., Мельников В. М.*

### **Современные подходы к проектированию систем горячего водоснабжения**

В настоящее время при создании инженерных систем зданий и сооружений инженеры все более обращаются к таким понятиям, как экономичность и надежность при монтаже и особенно при эксплуатации [1 – 5]. Современные централизованные системы горячего водоснабжения от центрального теплового пункта (ЦТП) представляют



собой разветвленные многокольцевые сети, требующие квалификационного проектирования. На практике при их проектировании допускались серьезные ошибки. Не учитывались требования для обеспечения равномерной циркуляции в сети, в т. ч. в соблюдении определенного соотношения между сопротивлениями отдельных ответвлений и разводящих трубопроводов.

При эксплуатации централизованной системы горячего водоснабжения от ЦТП нередко возникают жалобы населения на периодическое прекращение подачи воды на верхние этажи зданий или на низкую температуру горячей воды (вследствие нарушения гидравлического режима), в этих же системах наблюдаются большие перерасходы воды, тепла и электроэнергии. Основной причиной перебоев водоснабжения является недостаток напора подкачивающей установки, увеличенное сопротивление водонагревателей и перегрузка начальных участков сети из-за гидравлической разрегулировки системы.

При постоянной недостаточной температуре горячей воды, при уменьшении циркуляции воды или недогрева до нужной температуры происходит уменьшение подмешивания ее с холодной водой, что приводит к увеличению потребления горячей воды, а вместе с ней и расходу тепла на горячее водоснабжение, поскольку расход тепла получается умножением измененного количества воды на постоянный расчетный перепад температур.

Вследствие низкого сопротивления колец, состоящих из подающего и циркуляционного стояков (последний предназначен для циркуляции воды, обеспечивающей компенсацию теплопотерь в трубах, смонтированных друг за другом), интенсивная циркуляция осуществляется через ближайšie к ЦТП стояки, а в удаленных она значительно ниже или отсутствует вовсе, в результате чего к потребителям поступает вода с низкой температурой. С целью доведения циркуляции до дальних стояков на практике устанавливают более мощные циркуляционные насосы, что ведет к перерасходу электроэнергии и еще большей перегрузке подающих трубопроводов. В итоге происходит увеличение потерь давления и возникают перебои в подаче воды на верхние этажи. Это заставляет устанавливать более мощный высоконапорный хозяйственный насос, что также влечет перерасход электроэнергии и росту капитальных затрат.

Поддержание давления воды перед каждым водоразборным краном на минимально необходимом уровне – важное решение в сокращении потерь воды, теплоснабжения и электроэнергии.

Особенностями систем высотных зданий является неравномерность давления воды у потребителей разных этажей, вызванная действием гравитационного давления, а также большим количеством потребителей. Устраняется этот недостаток применением регуляторов давления, установленных непосредственно перед потребителем, квартирой. Квартирные регуляторы давления снижают давление протекающей воды в нижних этажах до расчетного давления.

В такой системе все потребители находятся в равных гидравлических условиях. Кроме этого регулятор давления устраняет недовольство потребителей в постоянном регулировании температуры воды у смесителей, из-за неравномерного водоразбора в системе горячего водоснабжения. Также, для выравнивания гидравлических условий, осуществляется деление, по вертикали, зданий на зоны. В этом случае заданное давление для каждой зоны, должно поддерживаться автоматически насосными установками или регуляторами давлений, устанавливаемыми отдельно для каждой зоны. В этих случаях целесообразно устанавливать насосы с частотным преобразователем. Как показывает практика, расход электроэнергии расходуется приблизительно в 2 раза, по сравнению с работой насоса в режиме максимального давления.

Для устранения разрегулировки централизованной системы горячего водоснабжения нужно сокращать количество циркуляционных колец, повышать их сопротивление и, согласно СП 30.13330.2012[3], создавать секционные узлы, объединяя от 3 до 7 подающих стояков одним циркуляционным трубопроводом.

При проектировании новых жилых районов или при встраивании домов повышенной этажности в существующую застройку, системы водоснабжения присоединяются к существующим квартальным системам холодного и горячего водоснабжения, а в центральном тепловом пункте устанавливают повысительные насосы с напором исходя из расчета обслуживания микрорайона с этажностью, равной этажности наиболее высокого здания. В результате получаем, что дома с малой этажностью работают под давлением в 2–3 раза превышающий необходимый для этих зданий. Повышение давлений приводит

к перерасходу теплоты, которая затрачивается на нагрев сливаемой горячей воды. Годовой перерасход воды и теплоты растет не только в зависимости от коэффициента неравномерности застройки, но и от этажности диктующего здания. Экономический ущерб от объединения в одну систему домов разной этажности не ограничивается только потерями воды и тепла, но и потерями электроэнергии, необходимой для подачи воды повысительными насосами в ЦТП. При установке регуляторов давления на вводе в здания, давление воды во всем здании будет поддерживаться на определенном расчетном уровне.

Установка полотенцесушителей на водоразборные стояки и объединение последних кольцующими перемычками позволит снизить диаметр стояков за счет возможности питания водоразборного крана с двух сторон (через перемычку от соседнего стояка, который менее загружен). Переход на меньший диаметр водоразборного стояка приведет не только к снижению металлоемкости, снижению теплопотерь, но и уменьшит расход циркуляционной воды.

При реконструкции существующих систем с полотенцесушителями на циркуляционном трубопроводе для наладки теплового и гидравлического режима следует отрезать циркуляционные стояки от магистрали, объединить в пределах одной секции кольцующей перемычкой, которую в одном месте трубопроводом повышенного сопротивления надо подключить к магистральной циркуляционной линии. Это повысит гидравлическую устойчивость системы.

Современные проектные решения рекомендуют установку терморегуляторов на циркуляционных участках, расположенных между точками присоединения последних водоразборных приборов на стояках и кольцующей перемычкой. Терморегулирование циркуляционных трубопроводов горячей водоснабжения создает всем потребителям равные условия обеспечения горячей водой с требуемыми параметрами; обеспечиваем рациональную циркуляцию воды; имеем возможность проводить термическую дезинфекцию трубопроводов.

Экономический эффект от теплопотребления получается из следующего[2]:

- выравнивается температура воды во всех стояках системы за счет ее перераспределения с ближайших от теплового пункта стояков к дальним, чем устраняются излишние теплопотери в ближних стояках;

- сочетаются положительные свойства системы горячего водоснабжения без циркуляционных трубопроводов и системы с их наличием, т.е. снижаются затраты на перекачивание воды и обеспечиваются требуемые ее параметры у потребителя;
- система динамически подстраивается под неравномерность водоразбора и ограничивает расход воды в циркуляционных трубопроводах на минимально необходимом уровне.

Принцип работы состоит в следующем: при превышении температуры воды в циркуляционном трубопроводе над заданной на клапане он прикрывается, ограничивая циркуляцию до минимума. Если температура воды становится ниже заданного значения, клапан открывается и увеличивает ее циркуляцию. Таким образом, вся система находится в сбалансированном температурном и гидравлическом состоянии.

Существенным резервом экономии является периодическое отключение полотенцесушителей от стояков горячего водоснабжения. Рациональной схемой в данном случае является схема с замыкающим участком с запорной арматурой на одной из ветвей полотенцесушителей. В данной схеме, кроме экономии теплоносителя, не будет происходить выпадение шлама, который привел бы к коррозионным процессам.

Рациональным решением повышения долговечности полотенцесушителей является обработка внутренней поверхности силикатной эмалью, т.к. это тормозит коррозионные процессы. Еще одним элементом экономии в системе горячего водоснабжения является изоляция стояков и магистральных трубопроводов. При изоляции стояков сокращаются не только потери теплоты, но и количество электроэнергии которая расходуется на перекачку циркуляционного расхода, т.к. из-за меньших теплопотерь снижается требуемый циркуляционный расход.

Реализация в полной мере современных подходов к проектированию систем горячего водоснабжения приводит не только к уменьшению типоразмеров оборудования тепловых пунктов, повышению качества предоставляемых услуг, но и к значительному экономическому эффекту.

### Список литературы

1. Мадорский Б.М., Шмидт В.А. Эксплуатация центральных тепловых пунктов, систем отопления и горячего водоснабжения. – М.: Стройиздат, 1971. – С. 145–147.
2. Пырков В.В. Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование. – К.: ДП ИПЦ «Такісправи», 2007. – С. 61–74.
3. СП 30.13330.2012. Свод правил по проектированию и строительству. Внутренний водопровод и канализация зданий (Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85\*). – Изд. офиц. – М.: Минрегион России, 2012. – 60 с.
4. Хрусталеv Б.М. Теплоснабжение и вентиляция. – М.: АСВ, 2010. – С. 293–335.
5. Шафлик В. Современные системы горячего водоснабжения. – К.: ДП ИПЦ «Такісправи», 2010. – С. 14–19.

*Коробкова Е. О., Люзина Г. В.*

### **Особенности учета горячей воды при переходе на энергосберегающую эксплуатацию жилых зданий**

В России централизованные системы горячего водоснабжения (ГВС) зданий как часть теплоснабжающих систем, являющихся главными потребителями тепловой энергии в ЖКХ, содержат большой потенциал энергосбережения. В соответствии с Федеральным законом от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении...», все строительные объекты должны быть оборудованы приборами учета энергетических ресурсов.

Фактически централизованная система ГВС России выполняет две функции:

1. Водоснабжения – удовлетворяет потребность человека в воде комфортной температуры для санитарно-гигиенических процедур и хозяйственных нужд;
2. Отопления – поддерживает комфортную температуру в ванных и душевых комнатах с помощью полотенцесушителей. [4]

Использование горячей воды потребителем осуществляется путем смешения холодной и горячей воды в смесителях различной конструкции. При низкой температуре потребитель начинает сливать воду до нужной температуры - это вызывает потери воды и энергии, по-

требность в горячей воде у бытового пользователя возникает в произвольные моменты времени. Поэтому значения расхода теплоносителя являются дискретными и случайными во времени.

Приборы измерения горячей воды должны [3]:

- быть устойчивы к многократному воздействию импульсных температурных и гидравлических воздействий;
- иметь большой диапазон измерения расходов для учета дорогостоящих утечек горячей воды и высокую точность измерения;
- определять не только расход, но и температуру, давление воды на вводе в квартиру.

Данные от приборов измерения должны сохраняться и обрабатываться в контроллерах через определенные промежутки времени. Контроллеры должны сравнивать фактическую температуру с нормативной и при ее нарушении не учитывать количество некачественной воды. Желательно, чтобы контроллеры учитывали расход тепловой энергии потребленной горячей воды, чтобы можно было выделить круглогодичный расход тепловой энергии на отопление ванных и душевых комнат и включать его в оплату отопления, а не горячей воды, стоимость которой увеличивается быстрее, чем холодной.

Поэтому для измерения расхода горячей воды в квартирах целесообразно использовать электромагнитные или ультразвуковые теплосчетчики или счетчики воды.

Данные, полученные от средств измерения расхода, температуры и давления должны обрабатываться в узлах учета, которые обеспечивают возможность:

- измерений совокупности физических величин и длительного хранения полученных результатов измерений, сопоставленных с моментами времени измерений;
- использования результатов измерений некоторых величин, полученных при помощи других средств измерения, значения которых необходимы для реализации алгоритмов измерений энергетических ресурсов;
- реализации логических операций по отработке нестандартных ситуаций;
- корректировки (разрешенной законом) некоторых результатов измерений с одного средства учета, а также с нескольких средств учета, образующих узел учета в целом;

- внесения специфических особенностей, способствующих повышению надежности, контроле- и ремонтпригодности, пломбированию, разграничению доступа к органам регулировки и хранимым данным и т. д.

Общедомовые приборы учета горячей воды работают в более стационарных гидравлических и температурных режимах [1]. Для снижения данных погрешностей разработаны рекомендации МИ 2640–2001, позволяющие рассчитывать пределы допускаемой относительной погрешности измеренной массы (объема) воды по разности показаний счетчиков в зависимости от их погрешности [2].

Квартирных и домовых узлах должен соблюдаться водный баланс: сумма показаний квартирных приборов учета должна равняться показаниям общедомовых приборов.

Погрешность водного баланса здания значительно превышает нормируемую погрешность приборов измерения, что можно объяснить погрешностями, описанными выше, а также:

- наличием квартир, не оборудованных счетчиками;
- суммированием погрешности составляющих компонентов системы, которые при усложнении системы возрастают;
- погрешностями при преобразованиях, передаче, хранении и обработке данных от приборов измерения;
- низкой точностью данных о фактическом количестве потребителей;
- инерционностью счетчиков;
- ошибками в монтаже узлов учета;
- искажением показаний приборов учета потребителями.

Желательно использовать квартирные и домовые теплосчетчики для учета горячей воды, аналогичные применяемым в отоплении.

В сочетании с прогрессивной тарифной политикой [5, 6]:

1. Уменьшения количества потребляемой горячей воды и тепла путем:

- изменения социального отношения к горячей воде как жизненно важной услуге;
- применения водосберегающей арматуры;
- нормализации давления перед смесительной арматурой;

2. Снижение теплотребления на обогрев ванн и душевых комнат путем регулировки режима работы полотенцесушителей в теплое время года;

3. Снижение тепловпотерь в системе ГВС путем:

- применения эффективной теплоизоляции;
- применения пластмассовых труб с малой теплопроводностью;
- использования локальных систем ГВС с электрическими и газовыми водонагревателями, значительно снижающими тепловпотери в системе;

4. Стабилизация температурного режима перед смесителями путем:

- обеспечения постоянной равномерной циркуляции по всем стоякам системы ГВС с помощью терморегуляторов, установленных у основания циркуляционных стояков;
- установки полотенцесушителей на циркуляционных стояках;
- применения эффективных (пластинчатых) водонагревателей и автоматизации тепловых пунктов;
- использования греющих кабелей для поддержания расчетной температуры в точках водоразбора.

#### **Выводы:**

1. Учет горячей воды для контроля количества и качества коммунальной услуги должен включать измерение расхода, температуры, давления с хранением и обработкой этих данных в контроллере.

2. При выборе счетчиков необходимо учитывать особенности гидравлических и тепловых режимов в местах их установки на системе ГВС.

3. Приборы учета горячей воды являются необходимым и наиболее эффективным мероприятием при реализации политики ресурсосбережения в системе ГВС, поскольку показания счетчиков ориентируют потребителей:

- на рациональное использование горячей воды;
- на поддержание заданной энергоэффективности системы путем воздействия на поставщика горячей воды при нарушении им качества данной услуги.

4. Для снижения стоимости горячей воды при ее учете желательно выделить из баланса теплоснабжения расход тепла на обогрев ванных и душевых помещений и перенести его оплату в оплату услуг отопления.



### Список литературы

1. Пупков М. В. Управление водопотреблением и точность учета воды в жилом фонде / М. В. Пупков, В. Н. Исаев // Сантехника. – 2006. – № 6.
2. Поквартирный учет коммунальных ресурсов на основе показаний приборов. Вопросы проектирования, монтажа и эксплуатации. Жилищный кодекс РФ. Правила предоставления коммунальных услуг гражданам: материалы 7 науч.-практич. конф., Москва, 23–24 марта 2010 г. / НП ОППУ «Метрология энергосбережения».
3. Свинцов А. П. Приборный учет количества использованной водопроводно-канализационной продукции в жилых зданиях / А. П. Свинцов // Сантехника. – 2006. – № 4.
4. СНиП 2.04.01–85 «Внутренний водопровод и канализация зданий».
5. Халед М. Г. Водопотребление и водосбережение в жилищном фонде / М. Г. Халед // Сантехника. – 2006. – № 2.
6. Свинцов А. П. Повышение экономической эффективности ценовой политики водопроводно-канализационных предприятий / А. П. Свинцов, А. Н. Малов // Сантехника. – 2007. – № 3.

*Вазаева К. С., Дорофеев В. Н.*

### **Энергоэффективные технологии на основе тепловых аккумуляторов в теплогенерирующих установках**

В настоящее время актуальным подходом к решению задачи повышения эффективности процесса преобразования органического топлива (с целью получения тепловой энергии) в ТГУ (и улучшения тепловой работы котлов и оборудования) является аккумулятирование (накопление) энергии с последующим использованием как «пиковой» тепловой нагрузки в системах теплоснабжения. При этом техническая эффективность и экономическая целесообразность (в настоящее время и на перспективу) конструктивных и технологических решений по утилизации (использованию) энергоресурсов (первичных и вторичных) могут быть обеспечены техническими устройствами по аккумулятированию теплоты (в тепловых аккумуляторах - ТА) на основе теплоаккумулятирующих материалов (ТАМ) и теплоносителей [1-7].

Устройство, принцип действия, схемы и характеристики ТА (и их теплоаккумулирующих элементов – ТАМ и теплоносителей) зависят от количества (плотности), параметров и потребления запасенной энергии, от КПД процесса аккумулирования энергии, области их применения.

Следует отметить, что в реальном процессе аккумулирования теплоты плотность запасаемой энергии на порядок ниже теоретического значения вследствие тепловых потерь, выравнивания поля температур, потерь при заряде и разряде аккумулятора.

В настоящее время известно большое многообразие методов (способов) аккумулирования энергии, видов и конструкций ТА, в которых реализованы различные технические (конструктивные) принципы, используемые теплоносители и материалы, особенности гидравлических и тепловых процессов. В общем плане к ним могут быть отнесены следующие виды ТА: с твердым (сплошным и зернистым) и с плавящимся ТАМ, жидкостные, паровые, испарительные, термохимические, с нагревательным элементом и другие.

В ТА с твердым ТАМ традиционно используют неподвижные (например, в виде вращающегося регенератора, падающих шаров и прочих насадок) или подвижные (в частности, в виде графитовых элементов, огнеупорного кирпича и др.) матрицы (элементы).

В различных конструкциях ТА теплоаккумулирующий материал (шамот, огнеупорный кирпич и прочие элементы) нагревается в периоды минимального потребления энергии, что позволяет выравнивать графики загрузки источников теплоты. Для тепловых аккумуляторов с подвижной матрицей характерна постоянная температура газа на выходе.

Наиболее эффективны в тепловом отношении ТА с твердым ТАМ на основе зернистого (пористого) слоя – матрицы внутри теплоизолирующей оболочки (камеры). При использовании теплоты плавления некоторых веществ для аккумулирования теплоты обеспечивается высокая плотность запасаемой энергии, небольшие перепады температур и стабильная температура на выходе из теплового аккумулятора.

При конструировании надежных и экономичных ТА (с ориентацией на максимальное использование положительных качеств ТАМ и исключение их недостатков) важным вопросом является их рацио-

нальное размещение (в капсулах, оболочках, каналах и т.д.) ,чтобы обеспечить развитую поверхность теплообмена и рациональное использование внутреннего объема теплового аккумулятора ,снизить вероятность загрязнения материала (особенно в плавящемся состоянии) и улучшить гидродинамику потоков.

Самым технологически сложным и дорогим элементом теплового аккумулятора традиционной конструкции является теплообменная поверхность, загрязняемая плавящимся материалом, что при затвердевании обуславливает низкие коэффициенты теплопроводности большинства плавящихся ТАМ.

В настоящее время предложены различные способы улучшения состояния поверхности теплообмена путем механической очистки, ультразвукового или электрогидравлического разрушения затвердевшего ТАМ, которые позволяют существенно снизить величину термического сопротивления теплообменной поверхности, но в то же время они в несколько раз увеличивают нагрузки на конструктивные элементы аккумулятора. Лучшим вариантом теплообменной поверхности является ее полное отсутствие, т. е. непосредственный контакт теплоаккумулирующего материала и теплоносителя. В этом случае для обеспечения работоспособности конструкций необходимо подбирать по специальным признакам их аккумулирующие элементы (теплоаккумулирующие материалы и теплоносители).

Существуют (с реализацией на практике) различные схемы взаимодействия (контакта) ТАМ и теплоносителя (с использованием как более плотного, так и менее плотного теплоносителя, чем ТАМ). Однако более лучшей является схема с рациональной конструкцией контакта ТАМ и теплоносителя, в которой заложен принцип испарительно-конвективного переноса тепла.

Конструкция ТА, работающего по последней схеме (из трех выше названных), включает промежуточные теплообменники, расположенные в паровой и жидкостной полостях для теплоносителя и пространство для частиц твердого ТАМ. В процессах подвода и отвода тепла происходят кипение и конденсация теплоносителя, плавление и кристаллизация частиц ТАМ (при соответствующих соотношениях температур и давлений в аппарате). В результате теплообмена теплоносителя с ТАМ происходит перемещение паровой и водяной фаз теплоносителя, которое приводит к циклической зарядке и разрядке

аккумулятора, обеспечивая аккумуляцию тепла (для последующего использования при дефиците энергии).

К числу наиболее простых и надежных устройств аккумуляции тепла относятся жидкостные ТА, что связано с совмещением функций теплоаккумулирующего материала и теплоносителя. Вследствие этого аккумуляторы такого типа особенно широко применяются для бытовых целей и в схемах различных источников энергии. В настоящее время применяются несколько основных конструктивных исполнений жидкостных ТА (двухкорпусный, многокорпусный, вытеснительный, скользящий типы).

Паровые ТА конструктивно выполнены в виде корпуса, сосуда, резервуара (с различной степенью сложности изготовления, контроля и осмотра); они не получили широкого распространения.

Конструктивное исполнение жидкостного теплового аккумулятора во многом определяется свойствами теплоаккумулирующего материала. В настоящее время наиболее широко применяются вода и водные растворы солей, высокотемпературные органические и кремнийорганические теплоносители, расплавы солей и металлов. В диапазоне рабочих температур 0...100 °С вода является лучшим жидким ТАМ как по комплексу теплофизических свойств, так и по экономическим показателям. С целью обеспечения низких рабочих давлений ТАМ используются различные высокотемпературные теплоносители.

В термохимических ТА (с термохимическим циклом) происходит возникновение химического потенциала в результате обратимой химической реакции в неравновесном состоянии. В них запасенная энергия может храниться длительное время без применения тепловой изоляции, облегчены проблемы транспорта энергии на значительное расстояние.

Перспективными ТА являются конструкции, в которых в качестве теплообменных поверхностей использованы тепловые трубы. К их преимуществам следует отнести простоту компоновки, надежность и стабильность работы, меньшие гидравлические потери в газовом тракте. Такой тепловой аккумулятор устанавливается в хвостовой части котла; при этом в газоход помещаются испарительные части тепловых труб, а конденсаторы размещены в зернистой массе. Между подводящими теплоту тепловыми трубами установлены другие тепловые трубы, отводящие теплоту от зернистой массы.

Широкое применение ТА (с ТАМ в их основе) в тепловых схемах и конструкциях теплогенераторов (котлов) и другого оборудования ТГУ направлено на улучшение тепловой работы и тепловых режимов котельных установок, тепловых пунктов и других сооружений систем теплоснабжения, что обеспечивает увеличение коэффициента полезного использования первичного топлива.

### **Список литературы**

1. Левенберг В. Д., Ткач М. Р., Гольстрем В. А. Аккумулирование тепла. Киев: Техника, 1991. С. 49-74.
2. Ежов В. С., Левит В. А., Мамаева Д. В. Повышение эффективности и экологической безопасности автономного теплоснабжения. [Текст] / Энергетик, 2006, №11.
3. Пат. 2271500 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> F 24 D 3/00. Способ автономного теплоснабжения и мобильная мультикотельная для его осуществления [Текст] / Ежов В.С., Мамаева Д.В., Левит В.А.; заявитель и патентообладатель Курск. гос. техн. ун-т.; заявл. 24.05.04; опубл. 10.03.06, Бюл.№7, 9 с.: ил.
4. <http://www.abok.ru>.
5. <http://life-prog.ru>.
6. <http://www.ronl>.
7. <http://www.cogeneration.ru>.

*Ситников К. А., Дорофеев В. Н.*

### **Применение эффективных технологий в теплогенерирующих установках систем теплоснабжения**

В современных источниках теплоты (например, ТГУ, АИТ) любых систем теплоснабжения (централизованной, децентрализованной, местной, индивидуальной) в качестве первичной энергии используют либо традиционное органическое топливо (природный газ, мазут, уголь и др.), либо нетрадиционные её виды (солнце, инфракрасное излучение, биоэнергия, геотермальные воды и пр.), причем их применение должно базироваться на инновационных технологиях (на всех стадиях процесса преобразования топлива в другие виды энергии). Ввиду неравномерного потребления энергии (по периодам года,

по дням недели, по часам суток) важное значение имеет резервирование (накопление) энергоресурсов (в периоды избыточного производства) для последующего использования в периоды повышенного потребления.

Повышение теплотехнической и экономической эффективности теплогенерирующих установок (ТГУ) систем теплоснабжения может быть достигнуто за счет рационального ведения процесса теплогенерации (получения тепловой энергии) и за счет утилизации образовавшейся вторичной теплоты в технологическом процессе сжигания топлива и получения тепловой энергии (дымовых газов в газоотводящем тракте, продувочной воды котлов, вентиляционных выбросов, горячих стоков и др.).

В составе ТГУ, благодаря современному рынку котельной техники, используют разнообразные технологии, конструкции и типоразмеры котлов (с «кипящим» слоем, пульсирующего горения, конденсационного типа, двухконтурные, с закрытой камерой сгорания, каскадные и др.); теплообменного оборудования (пластинчатые теплообменники, регенеративные насадки, теплоаккумулирующие устройства, смешанное движение теплоносителей); оборудования топливоподачи, химводоподготовки, газоздушного тракта (например, с коаксиальным газоходом); систем автоматизации; циклов технологического и теплофикационного потребления; применяют когенерационные и теплонасосные (традиционные и гидродинамические) установки; современные системы очистки продуктов сгорания от окислов азота и других вредных веществ.

В последнее время для теплоснабжения территорий (и объектов различного назначения) активно разрабатывают (и даже применяют) инновационные системы в источниках теплоты, основанные на использовании энергии солнца, инфракрасного излучения и других энергосберегающих технологиях[1,2].

Из электрических котлов заслуживают внимания электродные нагреватели, в которых нагрев теплоносителя происходит за счет его ионизации в замкнутой камере при прохождении через него электрического тока. Однако для них целесообразно использовать специальный антифриз. В качестве лучистого источника теплоты применяют инфракрасные пленочные нагреватели. В них качестве нагревательного элемента используют тонкие гибкие графитовые пленки. Они при-

меняются в системах «теплый пол», а также при установке на потолке и на стенах.

Кроме пленочного нагревателя к лучистым системам отопления относятся электрические инфракрасные нагреватели, которые способны быстро прогреть рабочую зону и находящиеся в помещении предметы. Существуют варианты напольной, настенной и потолочной установки таких отопительных приборов.

В теплогенераторах, работающих за счет энергии солнца, основным элементом является солнечный коллектор. В них процесс нагрева теплоносителя происходит за счет поглощения солнечного излучения. Мощность потока солнечного излучения, без учета потерь в атмосферу, составляет около  $1350 \text{ Вт/м}^2$ . Эффективным решением является конструкция солнечного вакуумного коллектора в виде плоской панели со стеклянными трубками, внутри которых находятся медные трубки меньшего диаметра. Внутри стеклянной трубки создается вакуум, который, не обладая теплопроводностью, препятствует конвективной передаче тепла от нагретой медной трубки в окружающее пространство. У современных солнечных вакуумных коллекторов степень поглощения солнечной энергии достигает 98%. Летом они могут полностью обеспечить дом горячей водой, а зимой служат весомым дополнением к основной системе отопления[2].

Другой альтернативной системой отопления является применение теплового насоса. Принцип работы основан на том, что хладагент испаряется в камере с низким давлением и температурой, а конденсируется в камере с высоким давлением и температурой. Таким образом, осуществляется перенос тепла от холодного тела к нагретому за счет работы теплового насоса. В камере с высоким давлением и температурой происходит передача тепла к теплоносителю системы отопления дома. Для работы такой системы нужна электроэнергия, питающая двигатель теплового насоса. При этом на каждый затраченный кВт электроэнергии тепловой насос вырабатывает 2-4 кВт тепловой энергии. Существуют теплонасосные установки с абсорбционным принципом действия.

В котельных, работающих на газообразном топливе, особое значение приобретает очистка сбросных дымовых газов от окислов азота, с которыми одновременно имеют место потери теплоты. При этом снижение тепловых выбросов влечет за собой повышение КПД энер-

гетической установки (при снижении температуры дымовых газов на 12-14°C КПД ТГУ повышается на 1%).

Из анализа технологических параметров работы теплогенерирующих установок следует, что температура дымовых газов на выходе из хвостовых поверхностей в зависимости от вида сжигаемого топлива поддерживается в пределах (120-160)<sup>0</sup>С и ее величина зависит от условий предотвращения конденсации водяных паров, образующихся при сжигании топлива. Для различных видов топлива в составе их газообразных продуктов сгорания (из расчета на 1 кг или 1 м<sup>3</sup> сжигаемого топлива) находится значительное количество водяных паров: (0,4-1,0) м<sup>3</sup>/кг для углей; 1,4 м<sup>3</sup>/кг для мазутов и (2-2,2) м<sup>3</sup>/ м<sup>3</sup> для природного газа. Наличие водяных паров в дымовых газах обусловлено присутствием водорода и углеводородов в горючей части и влаги в балласте топлива, что дает возможность дополнительного использования их теплоты конденсации (например, в конденсационных котлах).

Анализ особенностей процессов очистки дымовых газов от окислов азота (во многих технических схемах их реализации) показывает, что комплексную очистку, совмещенную с утилизацией тепла и уловленных компонентов возможно осуществить только абсорбционным методом.

В когенерационной установке химическая энергия первичного топлива (в количестве 100%) преобразуется в теплоту (50% и более) и электрическую энергию (40%) при потерях энергии (менее 10%), что характеризует энергетическую эффективность процесса когенерации. Основу когенератора составляет газовый двигатель внутреннего (или внешнего) сгорания (с утилизацией теплоты уходящих газов после газового выхлопа, от масляного холодильника и охлаждающей жидкости), который соединен с электродвигателем (для производства электрической энергии). При этом в среднем на 100 кВт электрической мощности потребитель получает 150 – 160 кВт тепловой мощности в виде горячей воды для отопления (90 °С) и горячего водоснабжения (60 °С)[2]. Дальнейшим развитием когенерации является тригенерация (для производства электроэнергии, теплоты и холода).

Применение аккумуляторов теплоты в системах теплоснабжения позволяет повысить эффективность использования топлива, шире



применять вторичные энергоресурсы, нетрадиционные и возобновляемые источники энергии.

Комплексное сочетание очистки дымовых газов от вредных компонентов, снижение их тепловых выбросов и утилизация большей части тепла и улавливаемых компонентов, приближают показатели энергетического предприятия к безотходному экономически рентабельному производству. Первостепенными факторами, определяющими пригодность того или иного технического решения по очистке дымовых газов к масштабной реализации, являются его экологическая безопасность и экономическая эффективность.

### **Список литературы**

1. Левенберг В. Д., Ткач М. Р., Гольстрем В. А. Аккумуляция тепла. Киев: Техника, 1991. [с. 49-74].
2. Ежов В. С., Левит В. А., Мамаева Д. В. Повышение эффективности и экологической безопасности автономного теплоснабжения. [Текст] / Энергетик, 2006, №11.

*Кощеев А. А., Попова М. В.*

### **Энергосберегающие здания и сооружения**

В строительной индустрии все большее внимание уделяется развитию энергосберегающих технологий.

Энергоэффективность сооружения складывается из совокупности энергосберегающих систем, и может быть достигнута только равномерной оптимизацией всех элементов здания. Основные отличия энергосберегающих зданий и сооружений от обычных, стандартных зданий - более мощная теплоизоляция, исключение в конструкции «мостов холода», автоматическая система рекуперации тепла.

Эти меры направлены на максимальную экономию удельного расхода энергетических ресурсов. Можно назвать эти меры «пассивными». Будущее энергосберегающих технологий заключается в совместимости «пассивных» мер, сокращающих расход ресурсов, с «активными» мерами, направленными на максимальное использование альтернативных источников энергии, таких как электромагнитное излучение солнца, кинетическая энергия ветра, химическая энергия возобновляемых источ-

ников и других. Данное направление развития скрывает в себе ряд преимуществ - перспективы использования возобновляемых источников энергии связаны с их экологической чистотой, низкой стоимостью эксплуатации и ожидаемым топливным дефицитом в традиционной энергетике.

Дефицит топлива и экологические проблемы в ближайшем будущем приведут к появлению на строительном рынке высокого спроса на сооружения с повышенным уровнем энергоэффективности. Уже сегодня ряд пилотных проектов «пассивных» домов демонстрирует их явное экономическое преимущество, за счет снижения стоимости эксплуатации даже при некотором удорожании первоначальных расходов на строительство.

Следует заметить, что внедрение данных технологий имеет значение и для глобальной экономики - сокращение объемов потребления энергии в индивидуальном порядке приведет к снижению энергопотребления в целом по стране, что, в свою очередь, приведет к сокращению использования природных ресурсов.

При всех своих плюсах, технологии энергосбережения имеют на современном уровне и ряд проблем, которые тормозят их развитие. Основная из них связана с удорожанием стоимости нового энергосберегающего здания по сравнению со стандартными сооружениями. Проблемой является и то, что многие энергосберегающие технологии основываются на продуктах химической промышленности, при стремлении потребителей строительной продукции к максимальной экологической безопасности используемых материалов и конструкций. Это связано с тем, что большинство материалов с низким коэффициентом теплопроводности, таких как пенополистирол, минеральные ваты, сегодня производятся химическим путем и многие из них в результате эксплуатации испаряют вредные для живых организмов вещества. К этой же проблеме относится и введение в экологически чистые материалы антипиренов и антисептиков, которые обеспечивают защиту от пожара, плесени, насекомых и грызунов, гарантируя долговечности конструкций, но оказывают вредное влияние на человеческий организм. Потребители строительной продукции это понимают и стремятся к применению материалов, производство которых основано на использовании экологически чистого и натурального сырья – дерева и т.д.

Решение данных проблем возможно только комплексным методом – развитие технологий как пассивного (совершенствование ограждающих конструкций, систем рекуперации тепла), так и активного энергосбережения (широкое использование альтернативных источников энергии) наряду с изобретением новых эффективных материалов и конструкций.

### **Литература**

Материалы конференции «Passive house», Москва, Экспоцентр, 2013 г.

## **Глава 3. СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ – ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ**

*Смирнов Е. А., Лукин М. В., Сергеев М. С., Лукина А. В.,  
Стрекалкин А. А., Рощина С. И.*

### **Композитные деревянные конструкции**

Одним из направлений современного строительства является создание композиционных конструкций на основе древесины, металла, стеклоткани и полимеров, что позволяет существенно повысить качество и конкурентоспособность деревоклееных конструкций (ДКК), снизить материалоемкость и повысить экологичность производства [1].

Широко известно, что традиционно в качестве основного материала для армирования деревянных конструкций используется металл. Одним из типов композитных конструкций являются конструкции с внешним армированием.

Основными элементами такой деревоклееной композитной балки являются древесина, стальной прокат в виде швеллера и арматурных стержней. Сечение исследуемых балок составляет 100х240 мм. Швеллер устанавливается, либо в верхней (сжатой), либо в нижней (растянутой) зоне балки, номер проката выбирается по ширине сечения балки (№12). Крепление швеллера к телу балки выполняется при помощи наклонно клеенных арматурных стержней класса А-400 пе-

риодического профиля диаметром 10 мм. Расположение их принимается по главным растягивающим, либо сжимающим напряжениям под углом  $45^{\circ}$  с шагом 300 мм по длине балки. Варианты композитных балок перекрытия представлены на рис.1.

В предложенной конструкции деревоклееных балок уменьшено поперечное сечение на 20-30%, монтажная масса на 30-40% [2].

Армирование композитных балок повысило их несущую способность на 47...66% и уменьшило деформативность на 54...62% по сравнению с деревянными. Это позволяет использовать их для повышенных нагрузок, расширяет область применения и сокращает расход древесины при производстве деревянных конструкций.

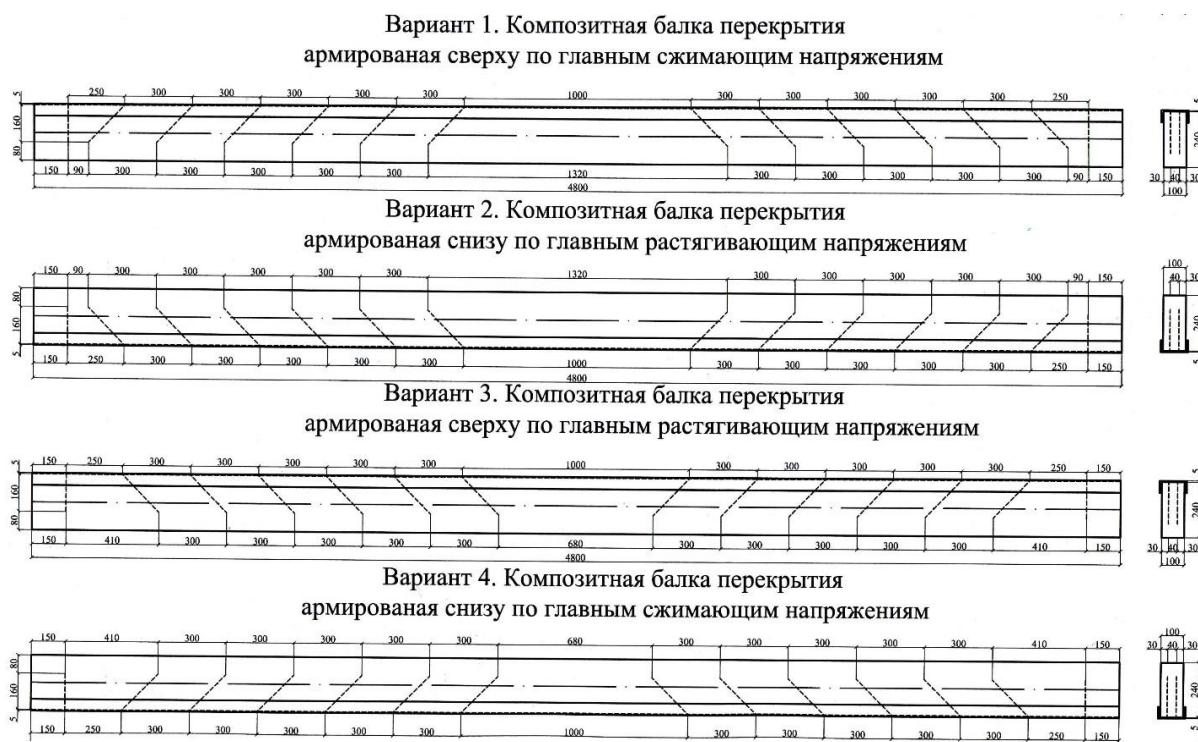


Рис. 1. Варианты композитных балок перекрытия

Одним из хорошо исследованных наноэлементов являются углеродные нанотрубки. Они представляют собой протяжённые цилиндрические структуры диаметром от одного до нескольких десятков нанометров и длиной до нескольких сантиметров, состоящие из одной или нескольких свёрнутых в трубку гексагональных графитовых плоскостей (1 нанометр =  $10^{-9}$  м). Практическое использование достижений фундаментальной науки в области нанотехнологий является стратегическим направлением развития прикладных

наук. Большой научный и практический интерес представляет использование нанотехнологий в совершенствовании деревянных и клееных конструкций с целью повышения прочностных, жесткостных и эксплуатационных характеристик.

Примером таких конструкций являются композитные балочные конструкции на основе древесины и стеклоткани с включением в состав эпоксидной матрицы углеродных нанотрубок [3]. В результате исследований таких балок доказана возможность изготовления деревокомпозитных балочных конструкций с симметричным усилением стеклотканью, применением модифицированного эпоксидного состава и тепловой обработкой, что обеспечивает повышение прочностных и жесткостных характеристик конструкций. Варианты разработанных балок представлены на рис. 2. Маркировка балок, следующая:

Серия БК-1 – деревянная балка, с симметричным армированием растянутой и сжатой зоны стеклотканью проклеенной эпоксидной смолой ЭД-20;

Серия БК<sub>УНТ</sub> – то же, с симметричным армированием стеклотканью, приклеенной эпоксидной смолой ЭД-20 с включением в ее состав углеродных нанотрубок концентрацией;

Серия БК<sub>УНТ+т0</sub> – то же, с симметричным армированием стеклотканью, приклеенной эпоксидной смолой ЭД-20 с включением в ее состав углеродных нанотрубок концентрацией и термоупрочнением.

В предложенной конструкции симметрично армированных деревокомпозитных балок обеспечивается уменьшение поперечного сечения на 18...24%, повышение прочности на 58...68%, уменьшение деформативности на 46...52% по сравнению с обычными деревянными балками. Повышение прочности достигается на 15...19%, и уменьшение деформативности на 12...16% по сравнению с деревокомпозитными балками с одиночным армированием.

Можно сделать вывод о том, что наличие в системе УНТ позволяет достичь более высокой конверсии, а, следовательно, получить более регулярную и частую сетку химических сшивок. Очевидно, что такие, доотвержденные, композиции будут обладать более высокой температурой стеклования, более высоким модулем упругости, большей разрывной деформацией и как следствие более высоким пределом прочности.

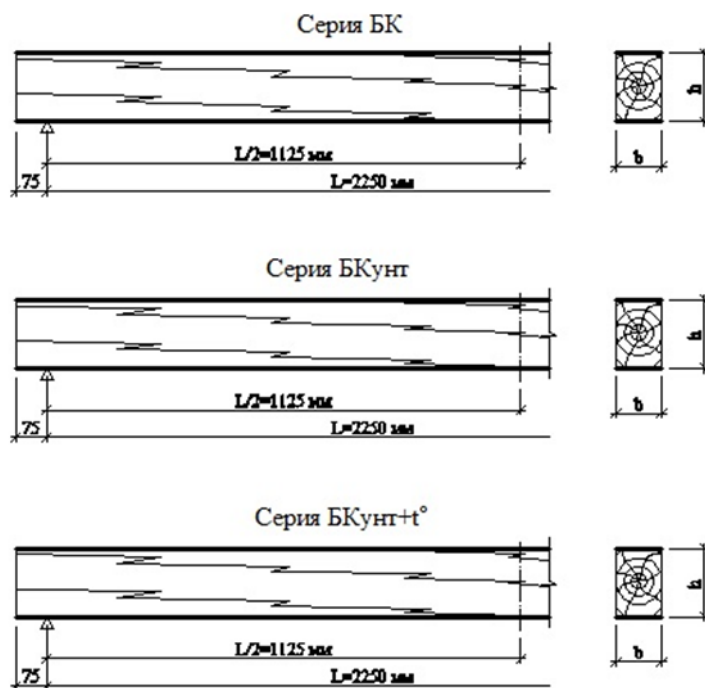


Рис. 2. Конструктивные решения моделей экспериментальных древокомпозитных балок

Прочность эпоксидной матрицы ЭД-20 имеющей в своём составе углеродные нанотрубки повышается на 6-8% при холодном отверждении и на 12-18 % при горячем отверждении. Кроме того, эпоксидные смолы, отверждённые холодным способом теряют свои свойства при нагревании до  $80^{\circ}\text{C}$ , и после уменьшения температуры уже не восстанавливаются. При горячем отверждении рабочая температура, достигает  $300-315^{\circ}\text{C}$ , что является важным фактором, положительно влияющим на предел огнестойкости.

Разработанная технология изготовления древокомпозитных конструкций с симметричным армированием, позволяет существенно снизить материалоемкость изделий. Совершенствование технологического процесса предусматривает термоупрочнение армирующего материала краевых зон, совмещение отдельных видов работ, применения эпоксидных композиций модифицированных УНТ, современного технологического оборудования.

Разработанные технические решения новых древокомпозитных конструкций рекомендованы для использования в промышленном, гражданском и транспортном строительстве, в специальных сооружениях.

### Список литературы

1. Рощина С.И., Щуко В.Ю. Клееные армированные деревянные конструкции. Учебное пособие. Издательство ГИОРД, г. Санкт-Петербург, 2009 г. 128 с.

2. С.И. Рощина, Лукин М.В., Шохин П.Б., Грибанов А.С. Расчет прочности деревокомпозитных балок на основе численных исследований в программном комплексе Liga 9.2. Статья в зарубежном сборнике научных трудов. Современные строительные конструкции из металла и древесины. №17.– Одесса, ОГАСА, 2013 г.

3. Рощина С.И., Сергеев М.С., Лукина А.В., Лисятников М.С. Исследование деревокомпозитных конструкций с применением эпоксидных олигомеров модифицированных углеродными нанотрубками, «Научно-технический вестник Поволжья», 2013, №2, с. 189...192.

*Бледных Е. О., Грязнов М. В.*

### Реализация своевременного капитального ремонта покрытия плавательного бассейна

При проектировании конструкций зданий и сооружений различного назначения следует учитывать воздействие агрессивной среды, которое может вызвать коррозию бетона или стальной арматуры. В зависимости от температурно - влажностного режима эксплуатации конструкции одна и та же среда оказывает агрессивное воздействие различной степени.

В 2012 году сотрудниками кафедры строительных конструкций ВлГУ было проведено обследование фактического технического состояния конструкций покрытия бассейна спортивного корпуса в связи с обрушением фрагментов бетона. Здание спортивного корпуса и бассейна построено вначале 70 годов прошлого века и находится в эксплуатации около 40 лет. По результатам обследования конструкции покрытия были выявлены следующие дефекты:

1. Основным дефектом стропильных ферм являлось отслоение штукатурки и коррозия металлических закладных деталей в зоне стыковки раскосов (рис. 1). Отслоение штукатурного слоя отделки ферм с последующим обрушением происходило непосредственно на подвесной потолок.

2. В ходе обследования была обнаружена активная фаза коррозии арматуры в продольных и поперечных ребрах плит покрытия с отслоением и обрушением фрагментов бетона. Отслоение бетона происходило до верхней грани арматуры с последующим обрушением на подвесной потолок (рис. 2, 3). Продольные трещины в продольных ребрах плит имели распространение как снизу, так и сбоку ребра (рис. 2). Учитывая, что арматура в продольных ребрах являлась предварительно напряженной, то данный дефект приводил к потере сцепления арматуры с бетоном. Отслоение лещадок и фрагментов бетона было отмечено и у продольных ребер в зоне расположения поперечной арматуры (рис. 2). В результате нарушения защитного слоя имела место пластовая и язвенная коррозия рабочей арматуры поперечных и продольных ребер. Данные дефекты были связаны с застоем воздуха и повышенной влажности в бассейне, что свидетельствовало о недостаточной вентиляции межферменного пространства закрытого подвесным потолком. Кроме того, вода в бассейне обеззараживалась хлорной известью, что так же отрицательно влияло на условия эксплуатации.



Рис. 1. Фрагмент ферм и плит покрытия. Отслоение защитного слоя бетона поперечных ребер с последующим провисанием и коррозией арматуры. Отслоение защитного слоя бетона у полок плит покрытия



Рис. 2. Нарушение защитного слоя бетона в приопорной зоне плиты с последующей язвенной коррозией арматуры. Трещины по поперечной арматуре





Рис. 3. Фрагменты обрушившегося бетона плит, уложенного на нижний пояс ферм при осмотре

Причиной отслоения бетона у ребер плит покрытия являлось увеличение поперечного сечения арматуры из-за процессов коррозии. Данный процесс остановить было уже практически невозможно. В связи с этими дефектами ведутся исследования в области определения несущей способности железобетонных конструкций с наличием коррозии и уменьшением сцепления арматуры. Данная задача очень сложная и зависит от многих факторов. В автореферате диссертационной работы ставской и.с. «продольные трещины в защитном слое бетона в условиях коррозионных повреждений» рассматривается расчетная модель поперечного сечения элемента, имеющего коррозию арматуры, и приводятся выявленные теоретические формулы расчета несущей способности элемента [1].

При выполнении обследования бассейна сотрудниками ВлГУ поверочные расчеты выполнялись также с учетом снижения поперечного сечения арматуры плит, имеющей поражение коррозией. В результате чего установлено, что плиты покрытия с имеющимися дефектами не обладают запасом прочности. Имеет место перегрузка плит 11% при полном приложении нагрузки.

При проведении обследования бассейна по ул. Мира 59, построенного практически в одно время с бассейном ВлГУ, установлено, что уже в 1984 году выполнена замена плит покрытия с заменой кровли. Таким образом, замена плит произошла после 16 лет эксплуатации. Эксплуатация обследованных плит бассейна ВлГУ происходила практически 40 лет при неблагоприятных условиях. Данная разница связана с неверно подобранной маркой плит покрытия при проектировании либо при строительстве объекта. Необходимо было применять плиты для условий эксплуатации с агрессивной средой.

В связи с аварийным состоянием плит покрытия бассейна ВлГУ необходимо было произвести срочно капитальный ремонт, в задачу которого входили следующие работы:

- демонтаж подвесного потолка, приводящего к застою воздуха в межферменном пространстве и приводящего к увеличению коррозии арматуры у железобетонных элементов, и обеспечение нормальной вентиляции в помещении бассейна;

- замена части плит покрытия над чашей бассейна, так как усиление их с применением металлических профилей является экономически нецелесообразным;

- полная замена утеплителя и соответственно кровли, так как его состояние неудовлетворительное, а толщина недостаточна;

- произвести ремонт парапетов торцевых стен путем их перекладки либо вычинки деструктированного кирпича с последующей докладкой. Для исключения намокания парапетов стен произвести устройство сливов из оцинкованной стали.

Для производства работ был разработан проект капитального ремонта крыши здания плавательного бассейна ВлГУ, в котором детально описаны работы по ремонту и их последовательность. Также в проекте предусмотрено устройство традиционной рулонной кровли из материалов класса «ПРЕМИУМ», а не мембранной, которая на сегодняшний момент применяется даже на тех крышах, в которых она нецелесообразна. Невозможность применения мембранной кровли для бассейна связана с необходимостью ее крепления к плитам с помощью анкеров, а это приведет к наличию отверстий из-за тонкой полки у плит покрытия. Данная проблема возникала при капитальном ремонте плавательного бассейна по ул. Мира, 59 (рис. 4).



Рис. 4. Отслоение бетона полков плит покрытия из-за пробивки анкерами при ремонте кровли на плавательном бассейне по ул. Мира 59

Все проведенные работы по капитальному ремонту выполнялись в соответствии с проектом, что позволило добиться требуемого качества и уложиться в требуемый срок сдачи объекта в эксплуатацию.

### Литература

Ставская И.С. Продольные трещины в защитном слое бетона в условиях коррозионных повреждений: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01. - М., 2014. - 21 с.

*Лисятников М. С., Максименко М. О., Рощина С. И., Лукин М. В.*

### **К вопросу реконструкции зданий незавершенных строительством в современных условиях рыночной экономики на примере здания дома культуры**

После распада Советского Союза в конце XX столетия резко сократился масштаб строительства зданий и сооружений в населенных пунктах, наиболее удаленных от столицы или от региональных центров. Усугубило положение экономическая нестабильность России в 90-х годах. Как результат – подавляющее количество строительных площадок было заброшено, а здания были незавершенны строительством.

Ярким примером такого здания является дом культуры на ул. Первомайская в пос. Андреево, Судогодского р-на Владимирской области (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид главного фасада дома культуры

Проектная документация полностью отсутствует, со слов местных жителей было установлено, что здание начали строить летом 1992 года, а уже через год строительство полностью остановили. При этом здание было возведено на 70-75%, в частности все несущие и ограждающие конструкции были смонтированы, оставались лишь работы по внутренней разводке инженерных сетей, внутренней отделке и устройству оконных и дверных заполнений. Учитывая потребность поселка в торговых помещениях в 2014 году было принято решение о проведении широкомасштабной реконструкцией недостроенного здания под торговый центр. В связи с предстоящей реконструкцией потребовалось проведение обследования несущих и ограждающих конструкций [1, с. 245].

Здание 2-х этажное с цокольным этажом имеет сложную «Г-образную» форму в плане, состоящую из двух прямоугольников. Максимальные габаритные размеры здания в плане 47,36х48,75 м. Учитывая факт значительного временного промежутка нахождения конструкций в неблагоприятных условиях (климатические воздействия, отсутствия отопления, оконных заполнений, кровли, механические повреждения и т.д.), было установлено и подтверждено детальным обследованием аварийное состояние одного из объемов здания (рис.2). Восстановление обрушившихся конструкций и перекрытий и покрытия и разобранных кирпичных стен экономически нецелесообразно, поэтому было принято решение о полном демонтаже данной части здания, и проведении на освободившемся благоустройство территории.



Рис. 2. Обрушение конструкции здания

В процессе проведения реконструкции планируется сохранение основного объема здания с расширением его по главному фасаду за счет устройства пристройки на месте существующей веранды.

Конструктивная схема части здания подлежащей реконструкции, жесткая с несущими продольными и поперечными наружными и внутренними кирпичными стенами. Принятая конструктивная схема вместе с железобетонными междуэтажными плитами перекрытия в целом обеспечивает пространственную жесткость. По действующим нормативным документам здание относится ко 2-му классу по степени капитальности со 2-й степенью огнестойкости. Нормативный срок службы составляет не менее 120 лет.

Здание возведено на естественном основании. Конструкция фундаментов и состав грунтовых оснований определялись по результатам вскрытия шурфов. Фундаменты под наружные и внутренние стены выполнены ленточными из сборных железобетонных плит и бетонных блоков. Бетонные блоки уложены на железобетонные подушки.

Основной объем здания дома культуры сложен из силикатного кирпича со вставками красного керамического облегченного кирпича. Стены цокольного этажа сложены из фундаментных блоков и частично из красного глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе. Дефекты в наружных и внутренних стенах обнаружены в виде деструкции поверхностного слоя кирпичной кладки, наличия биоповреждений, а также механических повреждений. Аварийное техническое состояние, а местами полное отсутствие кровли над зданием и проникновение атмосферных осадков через вентиляционные каналы приводило к попеременному оттаиванию и замораживанию кладки в зимнее время. Возведенные во время проведения строительно-монтажных работ перегородки в здании полностью разрушены, в результате на перекрытиях обнаружено скопление строительного мусора в виде битого и колотого кирпича.

Основные несущие конструкции междуэтажных перекрытий и покрытия здания выполнены из многопустотных сборных железобетонных плит, уложенных на кирпичные стены и спаренные железобетонные прогоны. Дефекты в плитах перекрытия обнаружены в виде оголения рабочей и конструктивной арматуры вследствие нарушения защитного слоя бетона. Основной причиной появления данных дефектов является неблагоприятное воздействие атмосферных осадков и несоблюдение температурно-влажностного режима в помещениях здания.

Марши лестничной клетки для спуска в цокольный этаж и подъема на междуэтажное перекрытие выполнены железобетонными Z-образными. Дефекты обнаружены в виде разрушения площадок и ступеней лестничных маршей, требуется их усиление.

Крыша над зданием запроектирована плоской совмещенной с кровлей. Утеплителем служит керамзит толщиной 150 мм, гидроизоляционное покрытие выполнено из 4-х слоев рубероида по цементно-песчаной стяжке. Техническое состояние кровли неудовлетворительное, требуется ее полная замена.

После проведения полного технического обследования здания были сделаны следующие выводы и рекомендации:

1. Основные конструктивные элементы здания выполнены из материалов и изделий массового изготовления, применяемых для возведения капитальных зданий.
2. Основные несущие и ограждающие конструкции ремонтнопригодны, а само здание пригодно к проведению реконструкции.
3. Реконструкция здания должна выполняться по разрабатываемому проекту реконструкции, выполняемому специализированной организацией.

В конце статьи хотелось бы отметить главное. Обследуемое здание, а также подобные здания представляют огромную опасность для людей, особенно для детей, для которых такие сооружения становятся основными местами проведения досуга. На сегодняшний день даже по Владимирской области известно немало случаев с летальным исходом. Управляющим органам необходимо проведение мероприятий, связанных с ограждением заброшенным строительством зданий и недопущением проникновения в них посторонних лиц.

Реконструкция – способ восстановить экономическую жизнь [2, с. 117] заброшенных или незавершенных строительством зданий и сооружений. К огромному сожалению, в современных условиях рыночной экономики, большая часть таких зданий восстанавливается или достраивается под торговую сферу жизни человека, против своего первоначального назначения (культурно-просветительное, бытовое, медицинское, образовательное и т.д.). Но это уже большой шаг в решении вопроса с подобными объектами на территории постсоветского пространства Российской Федерации.

### Список литературы

1. Калинин В.М., Сокова С.Д. Оценка технического состояния зданий: Учебник. - М.: ИНФРА-М, 2005. - 268 с.
2. Рощина С.И., Лисятников М.С. Реконструкция производственного корпуса под торговый комплекс «ТАНДЕМ» // Материалы международной научно-технической конференции «Строительная наука 2013». - Владимир: Владимирский государственный университет, 2013. - С. 113-117.

## Глава 4. ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ

*Силантьев И. В., Тарасенко В. И.*

### Производство спейсеров в России

**Спейсер** – это инновационное техническое устройство, выполняющее несколько функций, направленных на повышение надежности и увеличение срока службы трубопроводной системы, а также позволяющее сократить время строительства и, соответственно, снизить капитальные затраты.

Несмотря на то, что спейсеры появились достаточно давно, в силу разных причин (слабая «узаконенность» в нормативных документах, отсутствие полной информации, непонимание значимости устройства, желание сэкономить и пр.) проектные и монтажные организации редко используют их в своей работе.

Термин «спейсер» впервые стал применяться в России именно в документации ОАО «Метафракс» (г. Губаха Пермской области). Предприятие ОАО «Метафракс» выпускает спейсеры с 1996 года. В основном спейсеры нашли применение в подземных переходах магистральных газонефтепроводов. С 2000 года эти изделия ОАО «Метафракс» изготавливал по ТУ 51-19-2000. Технические условия ТУ 51-19-2000 предусматривали изготовление спейсеров четырнадцати размеров для магистральных газонефтепроводов из стальных труб. К кольцам предъявляются особые требования надежности, долговечности и безопасности.

В 2005 году, в связи с подготовкой пакета новой технической документации на спейсеры, ОАО «Метафракс» провел опрос потребителей о работоспособности колец, установленных на подземных переходах в футляре и с учетом полученных предложений ОАО «Метафракс» с привлечением специалистов ОАО «ГипроНИИГаз», г. Саратов и предприятия ООО «ТЭСЧМ», специализирующегося на независимой экспертизе труб, трубопроводов и сосудов, г. Саратов, разработали новые технические условия ТУ 2291-034-00203803-2005 «Кольца предохранительные диэлектрические «спейсеры». Технические условия согласованы с ОАО «Газпром», ОАО «Росгазификация», ОАО «ГипроНИИГаз» и ООО «ВНИИГАЗ».

В настоящее время производство спейсеров налажено на территории Российской Федерации.

Самое крупное и старейшее предприятие – вышеуказанная фирма ОАО «Метафракс», Всего предусмотрено изготовление 27 размеров сегментов, охватывающих 127 размеров трубопроводов из стальных труб с различным видом изоляции и труб из полимерных материалов, размером от 57 до 1420 мм. Сегменты из полиамида-6 (ПА-6), изготовленные по новой технологии имеют высокие прочностные характеристики и повышенную ударную вязкость, обеспечивающие надежность монтажа и эксплуатации подземного перехода. Спейсеры могут применяться при температуре эксплуатации до минус 50 °С.

Одно из крупнейших предприятий - фирма ООО «Совитэк», г. Москва, также занимается разработкой, изготовлением и поставкой изделий, рекомендованных к использованию при строительстве переходов трубопроводов, имеет разнообразную номенклатуру продукции и решает широкий круг проблем нефтегазового комплекса.

В настоящее время широкий ассортимент опорно - направляющих колец предлагает компания ООО «АктивПитерСтрой» г. Санкт-Петербург, которая появилась на рынке относительно недавно, в 2007 году. ООО «АктивПитерСтрой» в сотрудничестве с немецким производителем PSI GmbH способствует продвижению новых технологий безопасного и надежного строительства на рынке Северо-Запада.

Предлагаемый перечень серийно производимых спейсеров (табл.1) получен на основании изучения рекламных материалов, представленных в сети Internet, и не учитывает иностранных производителей спейсеров. Кроме того, следует отметить, что одно и тоже



изделие (по соответствующему ТУ) выпускают несколько разных предприятий.

Таблица 1

№	Наименование по ТУ	Предприятия-изготовители	Материалы	ТУ
1	Опорно-направляющее кольцо «ОНК»	ООО «Центратор», г. Мытищи ООО «Ламель», г. Москва ООО «Совитек», г. Москва	сталь полиэтилен	ТУ 1469-00-1-01297858-98
2	Опорно-направляющее кольцо «К-ПМТД»	ООО «Совитек», г. Москва ООО «Ламель», г. Москва ООО «НефтьГазСтрой-Комплект», г. Москва	сталь полиамид	ТУ 1469-00-1-53597015-01
3	Опорно-направляющее кольцо «ОНК-П»	ООО «Совитек», г. Москва ООО «ТрансГазРемонт», г. Екатеринбург ООО ПКС «Геодор», г. Энгельс ООО «АктивПитерСтрой», г. Санкт-Петербург	полипропилен	ТУ 1469-00-3-87598003-08  ТУ 2291-001-5885-9224-2014
4	Опорно-защитное кольцо «П-ПУ»	ООО «Совитек», г. Москва ООО «ТрансГазРемонт», г. Екатеринбург ООО «Уралтекматик», г. Пермь	полиэтилен, полиуретан	ТУ 51-19-20-00
5	Спейсер	ОАО «Метрафакс», г. Губаха ООО «Совитек», г. Москва ООО ПКС «Геодор», г. Энгельс	ПА-6 (полиамид)	ТУ 2291-034-002038-03-05
6	Опорно-центрирующее кольцо «ОЦК»	ООО «Совитек», г. Москва ООО ПКС «Геодор», г. Энгельс ООО «ТрансГазРемонт», г. Екатеринбург ООО «Уралтекматик», г. Пермь	пропитанный нетканый синтетический материал	ТУ 8397-019-012978-58-99 ТУ 4834-004-171793-39-03

Анализ приведенных данных дает представление о видах и конструкциях спейсеров, производимых в РФ и наиболее крупных отечественных предприятиях-изготовителях.

Основная задача, решаемая при любых мероприятиях, проводимых с системой газораспределения на протяжении всего срока ее эксплуатации (при проектировании, строительстве, реконструкции, ремонте и эксплуатации) заключается в снижении стоимости этих мероприятий с одновременным повышением показателей надежности (безаварийности) системы. Одним из элементов решения этой задачи будут служить спейсеры.

Необходимо отметить, что отечественные производители на сегодняшний день дают возможность строителям подобрать спейсеры практически для любых встречающихся на практике случаев прокладки трубопроводов в футляре (кожухе).

### **Список литературы**

1. «Строительство городских систем газоснабжения». Под редакцией А.П. Шальнова, М.: Стройиздат, 1976 г.;
2. Ионин А.А. «Газоснабжение. Учебник для вузов» – М.: Стройиздат, 1975 г.;
3. Интернет ресурс: <http://www.activpiter.ru/>

*Силантьев И. В, Тарасенко В. И.*

### **Спейсеры: от истории до настоящих дней**

Не вызывает сомнений, что возникновение спейсеров неразрывно связано с применением футляров (или кожухов) на сетях газоснабжения.

Первый в СССР газопровод природного газа от Дашавских промыслов до Львова был построен в 1940...1941 гг. Во время Великой Отечественной войны были построены газопроводы от Бугуруслана и Похвистнево до Куйбышева (160 км, диаметр трубы 300 мм; строительство велось заключёнными лагерей Управления особого строительства НКВД), а также от Елшанки до Саратова. Первым магистральным газопроводом в СССР стал газопровод Саратов – Москва,

вступивший в строй в 1946 году. Сведения об использовании футляров, и, соответственно, спейсерах на этих сетях отсутствуют. Однако абсолютно точно можно сказать, что четких нормативных документов для проектирования и строительства указанных газопроводов не существовало и, видимо, эти газопроводы были во многом экспериментальными. Т.е. назначением этих газопроводов помимо доставки газа от источника к потребителям было еще и накопление опыта по проектированию, строительству и безопасной эксплуатации.

Первый отечественный нормативный документ, регламентирующий вопросы проектирования, строительства и эксплуатации газопроводов природного газа назывался СНиП II-Г.6 «Газоснабжение», был утвержден Государственным комитетом Совета Министров СССР по делам строительства 16.11.1954 г. и был издан и распространен в 1956 г. В тексте этого документа впервые была законодательно установлена необходимость в определенных случаях заключать проектируемые газопроводы в футляры и кожухи, т.е. были созданы предпосылки для использования устройств, которые сейчас называются спейсерами [1].

Первоначально перед протаскиванием трубы газопровода через футляр трубу оснащали самодельными аналогами спейсеров – кольцами («бусами»), которые состояли из деревянных брусков, скрепленных между собой стальной проволокой или лентой с помощью шурупов и гвоздей. Иногда, для лучшего скольжения трубы в футляре, применяли дополнительные продольные (направляющие) деревянные бруски и их смазку. Целью использования этих приспособлений было сохранение изоляции газопровода и придания центрирования его относительно футляра. Количество брусков в кольце, толщину проволоки или ленты, шаг колец и прочие параметры принимались конструктивно («на глаз»), а изготавливались такие приспособления по месту («на коленке»). Вследствие этого, а также сложности постмонтажного контроля качества эффективность таких устройств оказывалась невысокой. Можно предположить также, что при незначительных длинах футляров и небольших диаметрах труб защитными кольцами пренебрегали, рискуя повредить изоляцию. Четких нормативных требований применения таких колец не было, проверить качество изоляции газопровода в футляре не представлялось возможным.

Большую роль в усовершенствовании опорных колец для газопроводов, прокладываемых в футлярах сыграл «ЛЕНГИПРОИНЖПРОЕКТ». Специалисты проектного института «ЛЕНГИПРОИНЖПРОЕКТ», занимаясь проектированием газопроводов, обратили внимание на существование проблем качества выполнения работ при протаскивании газопроводов через футляры. Были разработаны конструкции опор с деревянными ползунками круглого и прямоугольного сечения, металлическими пластинчатыми ползунками, удлиненными ползунками.

Несмотря на то, что опорные кольца конструкции проектного института «ЛЕНГИПРОИНЖПРОЕКТ» были огромным шагом на пути развития конструкции спейсеров они имели и значительные недостатки.

Одним из существенных недостатков было использование резины и дерева – материалов, теряющих эксплуатационные свойства с течением времени. Другим недостатком являлась достаточно сложное изготовление (как правило – по месту) и неудобный монтаж колец [2].

Следующий этап развития спейсеров был посвящен искоренению этих недостатков и связан с фирмой ОАО «Метафракс» (г. Губаха Пермской области).

Интересно, что термин «спейсер» впервые стал применяться в России именно в документации ОАО «Метафракс».

В настоящее время широкий ассортимент опорно - направляющих колец предлагают множество компаний в России. К примеру, один из крупнейших поставщиков на рынке Северо-Запада фирма ООО «АктивПитерСтрой», которая в сотрудничестве с немецким производителем PSI GmbH способствует продвижению новых технологий безопасного и надежного строительства.

Конструктивно опорно-направляющие кольца состоят из сегментов различной ширины, которые в комплектации подходят для рабочих труб диаметром от 25 мм до 2500 мм. Это стандартные позиции, однако, мощности компании позволяют производить кольца для труб и большего диаметра. Исходя из внутреннего диаметра футляра подбирается высота ребра от 12,5 до 125 мм - благодаря чему рабочая труба может быть максимально центрирована по отношению к футляру или быть расположена согласно проекту (рис. 1).



По центру фиксировано      Не по центру фиксировано

Рис. 1. Позиционирование труб в футляре

Монтаж таких колец на трубе осуществляется довольно просто. Сегменты опорных колец соединяются друг с другом при помощи болтовых соединений прямо на трубе, позволяя не учитывать степень овальности трубы при подборе комплектующих. ООО «АктивПитерСтрой» также производит кольца, соединение которых выполняется по тому же принципу, но без болтов. Это так называемые клиновидные крепления, позволяющие увеличить коррозионную стойкость системы [3].

Основными направлениями развития спейсеров на сегодняшний день представляются:

- применение инновационных композитных материалов, повышающих прочностные свойства, диэлектрические свойства, увеличивающих срок эксплуатации, снижающих стоимость;
- разработка новых конструкций спейсеров, снижающих стоимость изготовления и монтажа, упрощающих и ускоряющих монтаж.

### Список литературы

1. «Строительство городских систем газоснабжения». Под редакцией А.П. Шальнова, М.: Стройиздат, 1976 г.;
2. Ионин А.А. «Газоснабжение. Учебник для вузов» – М.: Стройиздат, 1975 г.;
3. Интернет ресурс: <http://www.activpiter.ru/>

## **Оптимальные системы газоснабжения малых сельских населенных пунктов Владимирской области**

В статье рассмотрены вопросы оптимизации систем газоснабжения малых населенных пунктов Владимирской области.

Ключевые слова: задачи оптимизации, малые населенные пункты, децентрализованная система газоснабжения, централизованная система газоснабжения.

Сельские населенные пункты занимают важное место в социально-экономической структуре страны, в них проживает в настоящее время около трети населения страны. В то же время социально-бытовые условия и инженерное благоустройство сельских поселков существенно уступают достигнутому уровню в городах. Важнейшим направлением развития инженерной инфраструктуры сельских населенных пунктов является широкое внедрение современных систем топливо-энергоснабжения и, в первую очередь, на базе сетевого природного газа.

Что касается Владимирской области, то в ней согласно последней переписи населения 22% населения – сельские жители. Всего Владимирская область насчитывает 2495 сельских населенных пунктов. Согласно Техническому паспорту газораспределительной организации по состоянию на 01.01.2014 ОАО «Газпром газораспределение Владимир» число сельских населенных пунктов Владимирской области, газифицируемых природным газом, составляет 484. Уровень газификации природным газом жителей сельских населенных пунктов по Владимирской области составляет на сегодняшний день – 42,8%. Непрерывный рост объемов газовой отрасли выдвинул на первый план системные задачи оптимизации, определяющие экономическую эффективность и надежность газоснабжения населенных пунктов. Проблема оптимизации систем газоснабжения охватывает широкий комплекс взаимосвязанных вопросов, касающихся оптимального проектирования систем, управления режимами работы в процессе эксплуатации, выбора вида системы (децентрализованная на базе домовых регуляторов давления) или централизованная (на базе газорегуляторных пунктов), распределения перепадов давления между

участками газовой распределительной сети и многое другое. В связи с расширяющейся газификацией страны большой интерес представляют вопросы оптимизации систем газоснабжения малых населенных пунктов (пункты с населением до 1 тыс. человек) [5], так как в настоящее время в сельских районах страны строительство малоэтажных, малоквартирных и усадебных зданий осуществляется в широких масштабах. В связи с тем, что за последние 10 лет нормы и правила, предъявляемые к проектированию систем газоснабжения претерпели сильные изменения, появились новые варианты проектов. Например, системы газоснабжения на базе домовых регуляторов газа. За последние несколько лет проектной организацией ОАО «Газпром газораспределение Владимир» запроектированы по такому варианту 6 сельских населенных пунктов. Такие системы являются на первый взгляд экономически и технически более совершенными, что в первую очередь выражается в постоянном давлении газа у приборов и обеспечивает наилучшие условия для сжигания газа [3]. Однако нужно отметить, что принимать решение о проектировании данных схем следует с большой осторожностью. Замена газопроводов низкого давления на газопроводы среднего давления безусловно снижает затраты на строительство самого газопровода, но стоимость обслуживания 1 км газопровода среднего давления в 1,5 раза дороже стоимости обслуживания 1 км газопровода низкого давления [4]. Установка газорегуляторных пунктов у каждого газифицируемого здания увеличивает капитальные затраты в газорегуляторные установки и расходы по их эксплуатации. Вместе с тем необходимо отметить, что в последнее время наблюдается рост строительства частных жилых коттеджей с большой отопительной площадью. Они требуют установки мощного газового оборудования, которое в свою очередь нуждается в постоянном давлении. Такие условия порой не в состоянии обеспечить схемы газораспределения низкого давления.

С учетом вышеизложенного, целесообразность применения той или иной схемы газораспределения в малых сельских населенных пунктах требует более глубокого анализа практического опыта работы таких систем и возможности их применения во Владимирской области.

## Список литературы

1. Медведева О.Н., Краснов М.В. Задача обоснования вида газообразного топлива // Инновации и актуальные проблемы техники и технологий: материалы Всероссийской НПК молодых ученых (мероприятие, аккредитованное по программе У.М.Н.И.К., Саратов, 15–16 сент. 2009 г.). - Саратов: СГТУ, 2009. - с. 177-179.

2. Медведева О.Н., Обидина Е.В. Техничко-экономическая оптимизация перепадов давления тупиковых газовых сетей// Научно-технические проблемы совершенствования и развития систем газоснабжения: Сб. научн. трудов. — Саратов: изд-во СГТУ. — 2008. С. 78-85.

3. Курицын Б.Н., Медведева О.Н., Иванов А.А. Влияние давления газа на эффективность его использования// Приволжский научный журнал. — Н. Новгород: ННГАСУ. 2009. №3 (11). - С. 65-69.

4. Горелов С.А., Горянов Ю.А. Сооружение и реконструкция распределительных систем газоснабжения. М.: ООО «Недра-бизнесцентр». - 2002. - 294с.

5. СНиП II-60-75\*\* «Планировка и застройка городов, поселков и сельских населенных пунктов.

*Коробкова Е. О., Люзина Г. В.*

### **Ускорение коррозии трубопроводов из-за неисправности систем электроснабжения зданий**

Термин «коррозия, вызванная токами (блуждающими токами)» обычно связывают с постоянным током в подземном металлическом сооружении. Источники таких токов находятся вне поврежденной конструкции: электрифицированный транспорт (трамваи, метрополитен, железная дорога), системы катодной защиты, шахтные системы электроснабжения постоянным током и т.д. [4-5] При этом интенсивные коррозионные разрушения тока с внешней поверхности металла в электролит (воду или грунт).

На внутренней поверхности определенных участков трубопроводов, проложенных внутри зданий и находящихся вне зоны растекания блуждающих токов в обычном их понимании, также возникают и повторяются характерные «свищи» [2].



В период с 1996 по 2002 год были выполнены прямые осциллографические измерения токов, протекающих по внутренним трубопроводам систем отопления и водоснабжения зданий на более чем 200 объектах г. Москвы. Измерения проводились с помощью специально разработанной методики «Проведение работ по определению наличия источников и основных путей попадания токов утечки от системы электроснабжения на металлоконструкции и трубопроводные системы зданий» и аппаратуры на основе многоканального аппаратурно-компьютерного комплекса регистрации токов. В ходе работ было зафиксировано, что по трубопроводам протекают переменные токи промышленной частоты с от 0,1 до 18,2 А.

Анализ полученных данных позволил установить корреляцию между величиной протекающего тока и скоростью коррозии трубопроводов. На основании данных, а также экспертных заключений ВНИИ Коррозии и Ассоциации разработчиков и производителей средств противокоррозионной защиты для топливно-энергетического комплекса (КАРТЭК) [6,7], можно сделать вывод о прямой корреляции между скоростью коррозии внутренних трубопроводов зданий и величиной протекающих по ним переменных и постоянных токов.

Одной из особенностей токов, протекающих по трубопроводам, является изменение их величины (вплоть до полного исчезновения в определенные моменты времени) в зависимости от измерения электрических нагрузок в здании. Основными причинами возникновения токов утечки и попадания их на трубопроводы являются:

- непрофессиональная эксплуатация действующей системы электроснабжения;
- некорректное подключение электропотребителей, связывающих трубопроводные системы с системой электроснабжения зданий;
- возникающие в процессе эксплуатации повреждения изоляции кабельных линий и/или электрооборудования, ослабление, отгорание и механические повреждения нулевых рабочих проводников.

При реконструкции старых систем электроснабжения и монтаже новых в соответствии с требованиями [6,7] внедряется 3-х и 5-ти проводная схема подключения электрооборудования, то есть к фазным и нулевому рабочему проводникам добавляется нулевой защитный проводник.

Любая неочевидная ошибка в подключении электрооборудования в этих системах приводит к неконтролируемому растеканию токов по металлоконструкциям и трубопроводам систем водоснабжения и отопления, которое не только увеличивает скорость точечной коррозии трубопроводов, но и представляет опасность поражения людей электрическим током. В отчетах эксплуатирующих водопроводы организаций указывается на искрение между разъединенными концами трубопровода, жалобы обслуживающего персонала на «удары» током.

Обычно для решения проблемы неконтролируемого растекания токов электрически изолируют все внутренние водопроводные линии от подводящей магистрали или проводят замену подверженных ускоренной электрохимической коррозии металлических труб на пластиковые. Трубопроводы фактически являются элементами системы электроснабжения, поэтому при замене металлических труб на пластиковые решается вопрос об устранении их электрохимической коррозии, но одновременно может существенно возрасти нагрузка на нулевые рабочие проводники и в значительной степени увеличиться сопротивление петли «фаза-ноль», что приводит к уменьшению величины токов короткого замыкания [1].

Вышеуказанные обстоятельства могут привести к отгоранию нулевых рабочих проводников, вследствие чего напряжение у потребителей наименее нагруженных фаз резко возрастает, что зачастую приводит к выходу из строя электрооборудования и пожарам.

При увеличении сопротивления петли «фаза-ноль» возможно несрабатывание устройств защиты от коротких замыканий (автоматических выключателей) вследствие возникшего после замены труб несоответствия уставок автоматических выключателей и уменьшившихся величин токов К.З. [3].

ПУЭ допускает использование водопроводных труб в качестве защитного заземляющего проводника. Поэтому в целях обеспечения электробезопасности при замене металлических труб на пластиковые требуется особенно тщательная проверка наличия и измерения величины сопротивления цепей заземления электропотребителей [8].

Наиболее технически грамотным и эффективным методом борьбы с вышеуказанными является не ликвидация последствий, а устранение первопричины возникновения токов утечки, т.е. полное обследование системы электроснабжения зданий с определением источников и конкретных мест возникновения таких токов. Для эксплуатиру-

ющих служб целесообразно выполнять работы по обследованию системы электроснабжения зданий, в целях выявления ошибок в подключении электрооборудования и их устранения, что приведет к существенному снижению скорости интенсивной точечной коррозии трубопроводов систем водоснабжения и отопления зданий.

### Список литературы

1. ГОСТ Р50571.10-96. «Заземляющие устройства и защитные проводники». – М.: Издательство стандартов, 1998.
2. Исаев Н. И. «Теория коррозионных процессов». – М., Металлургия, 1997.
3. Карякин Р.Н. «Нормативные основы устройства электроустановок». – М.: Энергосервис, 1998.
4. Стрижевский И.В. и др. «Защита подземных металлических сооружений от коррозии». Справочник. – М., Стройиздат, 1990.
5. Петухов В.С. и др. «Коррозионные повреждения трубопроводов зданий, вызванные протеканием по ним токов». – М.: Практика противокоррозионной защиты, №4 (10), 1998.
6. Письмо Всероссийского НИИ коррозии №87 от 06.11.2001.
7. Письмо Ассоциации разработчиков и производителей средств противокоррозионной защиты для топливно-энергетического комплекса (КАРТЭК) №01/2007 от 04.12.2000.
8. Правила устройства электроустановок». Раздел 6, раздел 7, главы 7.1, 7.2 – 7-е изд. – М.: Издательство НЦ ЭНАС, 1999.

*Репкин Д. Ю., Люзина Г. В.*

### **Технология обезвоживания осадков сооружений водоочистки с применением ленточных фильтр-прессов и сетчатых сгустителей**

Применение метода обезвоживания осадков, образующихся на сооружениях водопроводно-канализационного хозяйства городов и промышленных предприятий позволяет снизить объемное количество осадков, их влажность, перевести осадки из жидкого состояния в не текучее и подготовить их к последующей утилизации или долговременному складированию на специально обустроенных полигонах.

В последнее время на сооружениях водоочистки широкое распространение получает технология механического обезвоживания с

применением ленточных фильтр-прессов. Известны конструкции ленточных фильтр-прессов, предназначенных для обезвоживания осадков сточных вод, представляющие собой каркас, со смонтированной на нем системой валов, между которыми пропущены две бесконечные ситовые ленты, на которых размещается жидкий шлам. Обезвоживание шлама происходит за счет совместного обжатия ситовых лент в системе вращающихся валов. Жидкая фракция при этом удаляется через систему сливных лотков, а твердая фракция задерживается на ситовых лентах в виде сгущенного шлама, удаляемого при помощи механических скребков.

В прессе сформированы технологические зоны гравитационного, предварительного и заключительного отжима. В гравитационной зоне происходит перемешивание и разрыхления осадка, первичный отток и удаление фильтрата; в зоне предварительного отжима верхняя и нижняя ситовые ленты клинообразно сходятся, чем обеспечивается повышение давления в прессуемом осадке; в зоне заключительного отжима осадок подвергается нарастающему давлению, создаваемому при прохождении лент между вальцов с последовательно уменьшающимися диаметрами. Ленты приводятся в движение валами, соединенными с приводом. Отжатый осадок затем удаляется. Фильтр-прессы, как правило, оснащены системой натяжения и управления движением ситовых лент, а также системой их регенерации (рис. 1).



Рис. 1. Ленточный фильтр-пресс ОС г. Владимир

Данная технология с 1998 года широко используется на очистных сооружениях г. Владимир. Опыт эксплуатации такой категории оборудования показал, что ленточные фильтр-прессы просты в эксплуатации, не имеют быстро вращающихся узлов и деталей, обладают низкой энергоемкостью и не требуют в технологических процессах высокого расхода реагентов. Обезвоженные с применением ленточных фильтр-прессов осадки характеризуются низким значением влажности. Открытый доступ к фильтровальным поверхностям оборудования позволяет визуально оценивать эффективность технологического процесса и оперативно его корректировать. Для регенерации фильтровальных лент может использоваться предварительно очищенный на специальных установках фильтрат, отводимый от ленточных фильтр-прессов, что позволяет значительно сократить потребность узла обезвоживания в дополнительном водопотреблении и снизить объемное количество возвратных технологических потоков, отводимых от обезвоживающего оборудования на очистные сооружения.

Для снижения гидравлической нагрузки на обезвоживающее оборудование, повышение содержания сухого вещества в обезвоживаемом осадке и эффективности процесса в целом, широкое распространение получают сетчатые гравитационные сгустители ленточного и барабанного типов. Процесс сгущения осадков на таком типе оборудования ведется в непрерывном режиме, при этом на ленточных сгустителях осадок находится на фильтровальной ленте в статическом состоянии и подвергается обезвоживанию перемещаясь вместе с лентой, в барабанных сгустителях осадок подвергается сгущению за счет гравитационного фильтрования через жестко закрепленную фильтровальную сетку перемещаясь во внутренней полости барабана (рис. 2).

Применение сетчатых сгустителей позволяет сократить потребное количество основного обезвоживающего оборудования. Опыт практического внедрения технологий сгущения осадков показывает, что в ряде случаев, применение сетчатых сгустителей позволяет отказаться от стадии предварительного уплотнения осадков.



Рис. 2. Сетчатый гравитационный сгуститель ленточного типа ОС г. Владимир

Применение сетчатых сгустителей наиболее целесообразно в комплекте с ленточными фильтр-прессами, что связано с возможностью подачи сгущенного осадка из сгустителя на ленточный фильтр-пресс. В режиме свободного излива без дополнительного введения в осадок раствора флокулянта. При применении сгустителей совместно с центрифугами или камерными фильтр-прессами, сгущенный осадок необходимо подавать на обезвоживающее оборудование в напорном режиме с дополнительным введением в него раствора флокулянта. Определенно, что сетчатые сгустители могут применяться как основное обезвоживающее оборудование, а также использоваться в технологии подготовки осадков к сбраживанию в метантенках, обезвоживанию на иловых площадках и в других технологических процессах.

Как показывает практический опыт внедрения технологий обработки осадков с применением ленточных фильтр-прессов и сетчатых сгустителей, эффективность обезвоживания осадков зависит от категории и состава подаваемой на очистные сооружения воды, принятой технологии ее очистки, объемного количества, водоотдающих свойств и химического состава образующихся осадков, типа и марок применяемых реагентов и др.

В настоящее время разработаны и практически реализуются технологии обработки осадков с применением ленточных фильтр-прессов и сетчатых сгустителей на канализационных сооружениях очистки городских, ливневых, и производственных сточных вод, а также на сооружениях водоснабжения при очистки природных вод поверхностных и подземных водоисточников.

## Список литературы

1. НИИ ВОДГЕО, Водоснабжение, водоотведение, гидротехника, инженерная гидроэкология / М.: Издательство ЗАО «ДАР\ВОДГЕО», 2004. -с. 102-103.
2. Пахомов А. Н., Исследования и практическая реализация процесса обезвоживания осадков водопроводных станций Текст. / А. Н. Пахомов, В. Н. Штоповров, Д. А. Данилович [и др.] Водоснабжение и санитарная техника. - 2004. - №12., с. 25-31.
3. Богатеев И. А., Разработка, проектирование и реализация систем обработки осадков сточных вод Текст. / И. А. Богатеев, А. С. Керин, А. П. Сахно, К. А. Керин // Водоснабжение и санитарная техника. 2009. -№1.,с. 32-36.

*Пурич М. В., Мельников В. М.*

## Вопросы проектирования тепловых пунктов

Проектирование тепловых пунктов является сложной задачей, т.к. необходимо следование нормативной документации [1], техническим условиям с обязательным применением новейших апробированных разработок в теплоснабжении [2].

Попытка систематизировать разрозненные данные и правила и построить алгоритм методики выбора схемы и оборудования ИТП для одноступенчатой схемы с параллельным присоединением теплообменников ГВС с использованием источника предпринята в [3].

Анализ схемы нагрузки центрального теплового пункта на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение при подключении новых потребителей и установление оптимального режима его работы при увеличении нагрузки на 5 – 15 % проведён в [4].

Актуальной задачей является построение системной модели методики проектировочного расчёта индивидуальных тепловых пунктов сложных технологических объектов, например, многофункционального комплекса с нагрузками на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и технологию создания нужных параметров для плавательного бассейна. Способ подключения всех нагрузок выбран независимым с обязательной автоматизацией и телемеханизацией всех процессов.

При расчёте основных параметров была применена следующая методика:

1. Расчётные расходы теплоносителя для выбора регулирующих клапанов;
2. Расчет и подбор расширительного бака системы технологии (бассейн);
3. Расчет и подбор расширительного бака системы вентиляции;
4. Расчет и подбор расширительного бака системы отопления;
5. Определение гидравлических сопротивлений элементов тепловой схемы;
6. Подбор (расчет) регулирующего клапана технологии (бассейн);
7. Подбор (расчет) регулирующего клапана вентиляции;
8. Подбор (расчет) регулирующего клапана отопления;
9. Подбор (расчет) регулирующего клапана системы горячего водоснабжения;
10. Подбор (расчет) клапана подпитки на технологию (бассейн);
11. Подбор (расчет) клапана подпитки для вентиляции;
12. Подбор (расчет) клапана подпитки для отопления;
13. Определение параметров для расчета водоподогревателей;
14. Подбор (расчет) регулятора перепада давлений (РПД);
15. Подбор циркуляционных насосов;
16. Расчет и подбор бака подпитки системы вентиляции;

Проект прошёл экспертизу, монтаж и сдачу. Дальнейшее наблюдение за эксплуатационными параметрами даст возможность внести коррективы в методику проектирования.

### **Список литературы**

1. СП 124.13330.2012 Свод правил. Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003. - М.: Стройиздат. – 2012. - 78 с.
2. Рекомендации АВОК. Автоматизированные индивидуальные тепловые пункты в зданиях взамен центральных тепловых пунктов. Нормы проектирования. РНП «АВОК» 3.3.1-2009; ISBN978-5-98267-061-8. 29.12.2008г. Изд. ООО ИИП «АВОК-ПРЕСС», 2010г.
2. Мельников В.М., Пурим М.В. Методика проектировочного расчёта индивидуального теплового пункта // Материалы международной научно-технической конференции. – Владимир. – 2013. – С. 190-194.



3. Мельников В.М., Пурим М.В., Карев Д.С. Методика проектирования современного теплового пункта// Главный энергетик. – 2014. – № 7. – С. 30-38.

*Кузнецова Н. В.*

### **Опыт оптимизации схем газоснабжения малого населенного пункта Владимирской области**

В статье рассмотрены вопросы оптимизации системы газоснабжения малых населенных пунктов. На основе проекта газоснабжения деревни Кижаны Владимирской области был проведен анализ двух вариантов системы газоснабжения ( централизованной и децентрализованной ).

Ключевые слова: задачи оптимизации, централизованная система газоснабжения, децентрализованная система газоснабжения, оптимальные режимы давления.

В связи с расширяющейся газификацией страны большой интерес представляют вопросы оптимизации систем газоснабжения малых населённых пунктов (пункты до 1 тыс. человек) [6], так как в настоящее время в сельских районах страны строительство малоэтажных, малоквартирных и усадебных зданий осуществляется в широких масштабах. Это обстоятельство требует разработки и внедрения прогрессивных систем инженерного оборудования, обеспечивающих необходимый уровень благоустройства квартир и санитарно-гигиенических условий жизни населения. При разработке газораспределительных систем проектировщик неизбежно сталкивается с необходимостью сочетания двух противоречивых требований: обеспечить минимальную в данных условиях стоимость этой системы и обеспечить возможности ее функционирования в реальных условиях, которые могут не совпадать с исходными данными, закладываемыми в проект. Для выполнения первого требования необходимо, чтобы в системе не было избыточности, и наоборот, второе предполагает обеспечение определенных резервов. Вопросу оптимизации распределительных систем газоснабжения населенных пунктов посвящено большое количество научных публикаций [2,3,5], в которых исследователи прибегают к искусственной расчетной модели. Многолетний

опыт ведущих проектных и научно-исследовательских организаций показывает, что перенос закономерностей, полученных с помощью расчетной модели, на реальные газораспределительные сети обеспечивает достаточно хорошие результаты [3]. Но в то же время следует отметить, что аналитические зависимости, полученные авторами при целом ряде исходных предпосылок и допущений обуславливает существенную погрешность решения задачи.

Проблема оптимизации систем газоснабжения охватывает широкий комплекс взаимосвязанных вопросов, касающихся оптимального проектирования систем, управления режимами работы в процессе эксплуатации, выбора вида системы (децентрализованная на базе домовых регуляторов давления) или централизованная (на базе газорегуляторных пунктов) и многое другое. Важным резервом экономической эффективности газораспределительных сетей является применение децентрализованных систем газоснабжения. В данном случае подача газа потребителям осуществляется по газопроводам среднего [7] давления. Снижение давления газа перед подачей в здание производится в шкафных ГРП, оборудованных домовыми регуляторами давления. Главным препятствием широкому внедрению этих систем в прошлом столетии являлось отсутствие надежных конструкций шкафных ГРП домового типа. В настоящее время такие конструкции разработаны институтом «Гипрониигаз» и серийно выпускаются ОАО «Сигнал» на базе регуляторов РДГБ-6 и РДГК-10. За последние несколько лет проектной организацией ОАО «Газпром газораспределение Владимир» запроектированы 6 сельских населенных пунктов с децентрализованной системой. Решение о проектировании того или иного варианта для данного населенного пункта, к сожалению принимается без должного предварительного анализа. Необходимость в таком анализе давно уже назрела. Владимирская область насчитывает 2495 сельских населенных пунктов. Какой вариант более оптимален для села, деревни, гостиничного комплекса – на сегодняшний день остается открытым. Первым объектом для исследования стала деревня Кижаны Камешковского района. Количество домов в данной деревне составляет 56 штук. Отопительная площадь дома в среднем составляет 120 м<sup>2</sup>. В домах для установки были запроектированы котлы марки Бакси мощностью 18 кВт и четырехконфорочные плиты. Было выполнено два варианта проекта газоснабжения данного пункта. Казалось бы очевидная финансовая выгода варианта с децентрали-

зованной схемой не подтвердилось. Сметная стоимость варианта с домовыми ГРПШ оказалась дороже в среднем на 100 тысяч рублей. Связано это в первую очередь с тем, что по технологическим причинам диаметр распределительного подземного газопровода не принимается ниже 50мм, вследствие чего диаметры среднего давления оказываются завышенными. Поэтому затраты на покупку и установку домовых ГРПШ перекрывают выгоду от разницы в диаметрах низкой и средней разводки. С учетом того, что стоимость обслуживания 1 км газопровода среднего давления в 1,5 раза дороже стоимости обслуживания 1 км газопровода низкого давления [ 4] можно сделать окончательные выводы: схема газоснабжения деревень (до 100 домов) на базе домовых регуляторов давления – более затратна, нежели централизованная. Но проблема оптимизации не сводится только к вопросу снижения стоимости. Вторая, не менее важная задача заключается в обеспечении полного и надежного газоснабжения всех предусмотренных потребителей. Именно скоординированное решение обеих задач позволяет сделать окончательный вывод об эффективности того или иного варианта. Как известно, надежная, безопасная и экономичная работа газовых приборов обеспечивается при давлении газа, близком к номинальной величине. При этом создаются наиболее благоприятные условия для сжигания газ. Горелки газовых приборов работают устойчиво, без отрыва и проскока пламени и обеспечивают необходимую полноту сгорания газа с максимальным КПД. Поскольку тепловая нагрузка установки при прочих равных условиях определяется давлением газа перед газоиспользующим прибором, режимы давления газа существенно влияют на эффективность его использования [ 1]. В этой связи, оптимизация давления перед газоиспользующими установками является важным резервом газосбережения и повышения общей экономической эффективности поселковых систем газоснабжения. В настоящее время зачастую на месте деревенских домов вырастают двухэтажные коттеджи с отопительной площадью 300-400 м<sup>2</sup>, которые требуют установки мощных отопительных котлов. В результате потребление газа в каких-то точках возрастет, что в свою очередь нарушит гидравлику в централизованной схеме газоснабжения. Как следствие – заметное снижение КПД газоиспользующих установок, увеличение времени приготовления пищи и горячей воды, а также вероятность нарушения устойчивости горения. Здесь преимущество имеет децентрализованная схема: для газопроводов сред-

него давления такие перепады будут просто нечувствительны, а домовые ГРПШ – гарантия постоянного давления перед приборами. Такое явление, как застройка деревень коттеджами, может быть обусловлена несколькими факторами: близость к городу, наличие дорог с капитальным покрытием, природные особенности (наличие поблизости рек, озер, леса). С этой точки зрения деревня Кижаны, расположенная в живописном месте с подъездом с твердым покрытием, является перспективным объектом для коттеджной застройки. Исследуя все вышеизложенное, был сделан окончательный вывод: для данного объекта схема на базе домовых ГРПШ является более предпочтительной. Однако несмотря на положительную теоретическую составляющую применения данного варианта необходим глубокий анализ практической работы таких систем.

### Список литературы

1. Ионин А.А. Газоснабжение. – М.: Стройиздат. – 1989. – 439 с.
2. Медведева О.Н., Обидина Е.В. Технико-экономическая оптимизация перепадов давления тупиковых газовых сетей// Научно-технические проблемы совершенствования и развития систем газоснабжения: Сб.научн.трудов. — Саратов: изд-во СГТУ. — 2008. С. 78-85.
3. Курицын Б.Н., Медведева О.Н., Иванов А.А. Влияние давления газа на эффективность его использования// Приволжский научный журнал. – Н.Новгород: ННГАСУ. 2009. №3 (11). – С. 65-69.
4. Горелов С.А., Горянов Ю.А. Сооружение и реконструкция распределительных систем газоснабжения. М.: ООО «Недра-бизнесцентр». - 2002. - 294с.
5. Курицын Б.Н., Медведева О.Н., Фролова О.А. Оптимизация поселковых систем газоснабжения на базе шкафных газорегуляторных установок// Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции: Материалы Международной научно-технической конференции. - М.: МГСУ. - 2005.С. 268-272.
6. СНиП II-60-75\*\* «Планировка и застройка городов, поселков и сельских населенных пунктов.
7. СНИП 42-01-2002 Газораспределительные системы.

## **Предотвращение аварийных ситуаций на биопрудах**

Мы живем с вами в век высоких технологий. Очистные сооружения, а так же биопруд, при неправильной эксплуатации, могут привести к авариям техногенного характера. Для правильной работы любого гидротехнического сооружения нам нужно четко представлять принцип действия и работы всех частей биопруда и очистных сооружений в целом!

Важно знать не только общий расход воды поступающей на станцию но и расход воды, поступающей на отдельные сооружения, а также колебания поступления воды по часам суток. Для определения количества воды служат различные водомерные устройства. При перекачке сточной воды на очистные сооружения применяются расходомеры Вентури и другие водомеры с дифманометрами. При самоотечном поступлении сточной воды на очистные сооружения применяются: а) водосливы с тонкой стенкой; б) лотки с фиксированием уровней верхнего и нижнего бьефов; в) лотки с истечением из под щита с фиксированием уровней бьефов и величины открытия щита; г) приборы для замеров уровня в открытой части канала при отсутствии подпора. Регистрация по гидро программе уровней или перепадов (разность уровней верхнего и нижнего бьефов) производится при помощи лимниграфов или других видов уровнемеров с регистрирующими устройствами. Поверочная тарировка измерительных устройств производится не реже одного раза в два года. Допустимая погрешность показаний не должна быть более 5%. Каждая проверка оформляется специальным актом, который должен храниться до следующей проверки. Для измерения расхода воды в открытых каналах на канализационных станциях чаще всего применяют лотки Паршаля, работающие по принципу сжатия потока. В таких лотках потери напора меньше, чем, например, в измерительных водосливах. Кроме того, они не создают препятствий для прохождения твердых частиц, которые могут быть в сточной воде. Конструкция лотка стандартная, связывающая строго определенным образом размеры отдельных элементов.

Водомерный лоток этого типа состоит из следующих основных частей: подводящего раструба, горловины и отводящего раструба. Лоток устанавливается на канале прямоугольного сечения шириной не

менее 40 см. Лотки Паршала могут применяться для измерения, как малых, так и больших расходов воды, обеспечивая при этом высокую точность измерения.

Самопишущий прибор для определения уровня устанавливают в здании, через которое проходит и водомерный лоток. Наиболее приемлемым является прибор Э 610. В задней стенке этого прибора просверливают отверстие и выводят наружу ось прибора, нарастив ее. К выступающей части оси прикрепляют стержень, на другом конце которого укреплен цилиндрический поплавок, плавающий на поверхности воды успокоительного колодца, расположенного сбоку от водомерного лотка.

При изменениях уровня воды в лотке поплавки совершает радиальные движения, которые повторяются в уменьшенном масштабе пером стрелки регистрирующего прибора. При движении диска на нем записывается суточная диаграмма уровней жидкости в водомерном лотке.

Прибор должен быть про тарифован. Для удобства пользования прибором обычно составляют таблицу, которая дает возможность по каждому показанию диаграммы быстро определять расход воды.

Кроме основного прибора в помещении контрольное измерительных приборов очистных сооружений обычно ставят дублирующий прибор Э 610, который связан с основным прибором электрической схемой. Положение стержня в катушке первого прибора зависит от положения поплавка в колодце. Стержень в катушке дублирующего прибора повторяет автоматически положение первого стержня.

Для правильной работы водомерных лотков указанного типа требуется выполнять некоторые установочные правила. Участок канала на расстоянии 15 м выше места установки водомерного лотка должен быть прямолинейным в плане, русло участка канала должно быть прямоугольным с одинаковым уклоном по длине, а ось лотка должна совпадать с продольной осью прямолинейного участка канала.

Соединение горловины с выходной частью подвергается размыву, вследствие чего бетонные конструкции разрушаются. Применение сборных металлических горловин предотвращает разрушение лотков, что необходимо учитывать при их конструировании.

Определение расхода воды может быть произведено, хотя и несколько менее точно, по тарифованной рейке в обычном лотке. Для потоков с устойчивым руслом существует постоянная однозначная зависимость между расходом и глубиной потока  $H$ . Установив одна-

жды эту зависимость и изобразив ее в виде кривой, в дальнейшем достаточно замерять только глубину потока: соответствующий ей расход воды находится по этой кривой простым отсчетом. Тарирование рейки производят одновременным измерением расхода воды в канале (вертушкой, водосливом, батометром) и уровня воды по закрепленной в канале рейке.

Для тарирования рейки и замеров расхода выбирают прямой участок лотка или канала. На этом участке рядом с каналом устраивают карман (успокоительный колодец) размером 0,3х0,3 м в плане, в котором устанавливают рейку. Карман соединяется с лотком или каналом через отверстие в разделяющей их стенке; отверстие нужно располагать ближе к дну канала с таким расчетом, чтобы в него не могли поступать всплывающие на поверхность воды нефть и жировые вещества. Благодаря отсутствию движения воды в кармане поверхность ее будет находиться в покое, что позволит делать отсчеты с большей точностью.

Перед тарированием рейки весь участок канала должен быть очищен от наносов. При тарировании рейки водосливом последний должен быть установлен выше кармана по течению на расстоянии не менее 2-3 м.

Особенности сточной воды заставляют предъявлять к водомерным устройствам специальные требования, к числу которых относятся не изымаемость водомерного устройства (оно не должно задерживать наносов) и надежная работа его при малом перепаде, т.е. при небольшой потере напора в водомере.

Зная общий расход воды мы можем достаточно точно рассчитать требуемый объем биопруда и его камер. Так как в нашем проекте мы рассматриваем биопруд без защитного экрана и подаем в него подготовленную после очистных сооружений воду мы не боимся разлива воды и ее просачивания в грунт, так как после выхода с очистных сооружений вода соответствует всем показателям по очистке сточных вод.

При четком взаимодействии работы отдельных сооружений, равномерном распределении нагрузки между одинаковыми, параллельно действующими сооружениями, устранении диспропорции в мощности отдельных видов сооружений, отсутствии значительных отклонений в количестве и составе сточных вод от проектных данных достигается получение воды, отвечающей по своим качествам санитарным правилам спуска ее в водоем.

Для нормальной эксплуатации очистных сооружений необходима, кроме того, организация надлежащего ухода за ними и постоянного контроля со стороны эксплуатационного персонала за ходом технологического процесса. Отсутствие контроля может привести к тому, что перегруженные сооружения будут работать с повышенным выносом взвешенных веществ или с нарушением биологического процесса.

Нормальную работу биопруда нарушают перегрузка сооружений; залповое поступление сточной воды; приток производственных сточных вод, которые не отвечают требованиям приема их в бытовую канализацию, весенний и осенний паводки, если сооружения в целом или отдельные элементы их находятся в заливаемой весенними водами зоне.

Перегрузка сооружений может произойти в результате поступления на очистную станцию количества сточных вод, превышающего расчетное, неправильного и неравномерного распределения воды и осадка по отдельным сооружениям и выключения части сооружений на капитальный или внеплановый ремонт.

На весь комплекс и на каждое сооружение в отдельности составляется технологический паспорт, в котором, кроме ряда технических данных, должна быть указана проектная и фактическая производительность сооружений.

При определении производительности комплекса очистных сооружений необходимо учитывать неизбежность периодического выключения части их на профилактический осмотр, текущий и капитальный ремонты. При выключении отдельных сооружений на ремонт число их должно быть увязано с допустимой перегрузкой, остающихся в эксплуатации сооружений, которая должна быть распределена между ними равномерно. На основе этих данных устанавливают предельные нагрузки и режим эксплуатации сооружений.

Для предотвращения перегрузок, нарушающих режим работы отдельных сооружений, необходимо установить систематический контроль за количественными и качественными показателями состава сточных вод и немедленно принимать специальные меры. Случаи нарушения правил технической эксплуатации сооружений и регистрации установленного факта должны фиксироваться в рабочем журнале.

Залповое поступление сточной воды на очистные сооружения может быть вызвано следующими причинами:



неравномерным режимом поступления в сеть производственных и бытовых сточных вод, а в случаях подачи воды через насосную станцию – частыми перерывами в работе насосов или неудачным подбором мощности действующих насосов;

нерегулярной чисткой подводящих каналов, вследствие чего донные отложения в них могут вызвать временные подпоры, а также кратковременными массовыми сбросами промышленностью вод со значительным содержанием взвешенных веществ, нарушающих работу очистных сооружений.

В связи с большими нарушениями, вызываемыми залповым поступлением сточных вод, следует допускать присоединение к городской канализационной сети промышленных предприятий, от которых неравномерно поступают большие количества сточных вод, только при условии сооружения этими предприятиями усреднительных резервуаров; при подаче сточных вод на очистные сооружения насосной станцией должны устанавливаться насосы различной производительности; это улучшает гидравлические условия работы сети, предотвращает использование насосной станции как резервуара, смягчает пики поступления сточных вод на очистные сооружения, а также позволяет лучше использовать мощность электродвигателей.

Для того чтобы обеспечить поступление загрязнений на очистные сооружения не залпами, а по возможности равными частями, прочистка сети каналов и коллекторов должна производиться по графику равномерно в течение года.

Перерывы в электроснабжении очистных сооружений предотвращаются путем использования надежных источников энергии или устройства в отдельных случаях питания от двух независимых источников.

Для обеспечения бесперебойной очистки сточных вод должны строго соблюдаться межремонтные сроки канализационных сооружений, предусмотренные специальной инструкцией, и выполняться работы по текущему ремонту, использовать несколько надежных источников энергоснабжения. Принимать на работу квалифицированный персонал, а так же проводить ежегодную квалификационную аттестацию.

### **Список литературы**

1. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод / Учебник для вузов: - М.: АСВ, 2002 .

2. Канализация населенных мест и промышленных предприятий / Н.Н. Лихачев, И.И. Ларин, С.А. Хаскин и др.; Под общ. ред. В.Н. Самохина.- 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1981.

3. СНиП 3.05.04-85 Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации

*Протасов И. А., Мельников В. М.*

## **Системы инфракрасного отопления на производственных объектах**

В связи с постоянным ростом стоимости энергоносителей, в нашей стране вопрос экономии расхода энергоресурсов является очень актуальным. Особенно это важно для крупных промышленных зданий и производственных помещений. Нагрев большого объема воздуха в цехах классическим способом (конвективное отопление) является не только неэкономичным, но и достаточно медленным. Решением данной проблемы служит применение альтернативных способов отопления: инфракрасное и воздушное. [1, с.12]

Инфракрасное отопление представляет собой излучатели, которые вырабатывают лучистую энергию над обогреваемой зоной и передают тепло объектам, от которых в свою очередь нагревается воздух. Такой принцип работы исключает скопление нагретого воздуха под потолком и, как следствие, большие перепады температуры, что весьма перспективно для отопления промышленных предприятий, так как большинство из них имеют высокие потолки.

Полная классификация газовых инфракрасных обогревателей выделяет светлые высокотемпературные (с температурой излучения выше 1000°С), светлые среднетемпературные (800–1000°С), низкотемпературные каталитические (600–800°С), темные (400–600°С) и супертемные (200–400°С) излучатели. Однако от специалистов-практиков в основном можно услышать только о светлых и темных аппаратах. К первым из них относят все системы с температурой излучения выше 800°С, а ко вторым – с температурой излучения до 600°С. По сути, отличительным признаком светлых и темных систем является наличие открытого пламени на выходе.

В темных системах инфракрасного обогрева газовый факел скрывается внутри трубы излучателя, изготовленного из алюминия или жаропрочной стали. Темные системы лучистого обогрева бывают

модульными, блочными или ленточными. Модульные эффективно применяются для организации зонного обогрева – отдельных рабочих мест, столиков кафе. Ленточные обогреватели можно собирать в длинные системы, вытягивающиеся под потолком в различных конфигурациях, в соответствии с требованиями обогрева и геометрическими характеристиками помещения. По возможностям компоновки темные системы газового инфракрасного обогрева подразделяют также на короткие (6–24 м) и длинные (до 350 м). Короткие излучатели могут быть прямыми (или линейными) и U-образной формы, по числу излучателей (прямых) – одинарными и двойными. Мощность коротких систем обычно находится в диапазоне 10–60 кВт, мощность длинных – до 500 кВт. Кроме того, существует возможность собирать из блочных инфракрасных обогревателей относительно длинные системы различной конфигурации с большим числом горелок, подключенных на один дымоход. Темные системы газового инфракрасного обогрева находят применение для обогрева кафе, цехов и других производственных помещений с потолком ниже 3-5 м. [1, с.97]

В светлых инфракрасных обогревателях газ под давлением подается через форсунку в рабочую камеру горелки, где смешивается с также поступающим туда воздухом; сгорание смеси происходит на излучателе из керамических пластин. Для усиления эффекта обогрева, его целенаправленности и снижения теплопотерь над излучателем располагается отражатель из жаропрочной стали или алюминия. Отражатель может быть изолирован от потолка теплоизоляцией. Именно эти обогреватели наиболее эффективны для обогрева таких объектов, как стадионы, другие открытые площадки и помещения с очень высоким потолком. Их активно применяют для оттаивания вагонов и самолетов. Недостатками светлых систем газового инфракрасного обогрева принято считать их относительную пожароопасность. Они редко используются в помещениях с потолком ниже 3 м. При монтаже светлых излучателей необходимо соблюдать технические требования к размещению горелок на удалении от горючих материалов. Работают светлые излучатели, как и все остальные газовые инфракрасные аппараты, на сжиженном и природном газе. Гомогенное горение на керамической насадке в светлых излучателях обеспечивает практическое отсутствие вредных веществ в продуктах сгорания. Если в темных излучателях присутствует обычная газовая горелка, то в светлых излучателях газоздушная смесь сначала тщательно перемешивается в камере смешения, а затем распределяется по многочисленным порам

насадки с очень развитой поверхностью. И наконец, светлые излучатели оборудуются специальной каталитической сеткой, которая дополнительно снижает образование вредных веществ, в частности СО. Огромную роль играет то, что выполнение самих систем дымоудаления связано со значительными расходами – не менее 20 -30% от стоимости темных излучателей. К этому добавляется в большинстве случаев организация проходов через кровлю и их последующее уплотнение. Светлые излучатели минимум на 5 -10% экономичнее (по потреблению газа) за счет исключения потерь тепла с уходящими газами, потребляют меньше электроэнергии и создают меньше шума, поскольку вообще не имеют вентиляторов. Кроме того они надежнее в эксплуатации, т.к. не имеют никаких подвижных частей. В то время, как темные излучатели всегда имеют вентиляторы, которые у большинства производителей еще и контактируют с дымовыми газами с температурой примерно 200 С<sup>0</sup>. [2, с.4]

При проектировании систем ГЛО необходимо учитывать требования, изложенные в СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование», СП 42-101-2003 «Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб», требования промышленной безопасности, содержащиеся в нормативных актах Ростехнадзора. Расчет ГИИ включает в себя: определение тепловой нагрузки на систему лучистого отопления; определение площади тепло излучающей поверхности; выбор конструкции излучателей; определение расхода и перепада температур теплоносителя; аэродинамический расчет сети теплоизлучающих труб; определение расчетного расхода газа и среднегодового потребления теплоты и газа.

Многолетний опыт применения светлых излучателей в Европейских странах нашел свое воплощение в Европейских нормах, в которых указывается, что на каждый кВт установленной мощности светлых излучателей достаточно удалять всего 10 м<sup>3</sup> воздуха из помещения, в котором эти излучатели установлены. Причем это может осуществляться, как принудительно, так и за счет естественного воздухообмена. Именно такое качественное горение обеспечивает возможность такого широкого использования светлых излучателей, которые эксплуатируются в Европе уже более 50 лет. Исходя из данного анализа систем на основании технико-экономического сравнения, ставится задача о грамотном подходе к выбору системы инфракрасного излучения индивидуально для каждого производства.

### Список литературы

1. Богуславский, Л.Д. Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха: Справ. Пособие.: Стройиздат, 1990.-624 с.
2. Стандарт АВОК 4.1.5-2006 «Системы отопления и обогрева с газовыми и инфракрасными излучателями»

*Протасов И. А., Мельников В. М*

### Системы отопления на производственных объектах

Каждое производственное помещение имеет определенную специфику, а значит, и необходимые конкретные условия микроклимата такие как: температура и влажность. В связи с этим при организации на объекте, в здании или отдельном помещении какой-либо производственной деятельности следует ответственно подойти к решению такого вопроса, как отопление производственных помещений [1, с.7].

Грамотный и взвешенный подход к расчету и установке той или иной отопительной системы должен обеспечить комфортные условия для эффективного трудового процесса работников в производственном помещении, оптимальные условия для приборов и оборудования, отсутствие перепадов и резких изменений температурного и влажностного режима. Приступая к решению проблемы выбора отопительной системы, приходится руководствоваться рядом факторов.

Первым фактором следует отметить назначение данного объекта, здания или помещения - это существенное основание для создания определенного температурного уровня. В каждом конкретном случае необходим обусловленный режим температуры и влажности. Существуют закрепленные законодательно нормативы и требования для различных помещений, комфорт работы в которых определяется тем, для какого типа производственных действий предназначена данная площадь. [4, с.5]

Вторым фактором при определении потребности в типе и мощности отопления производственных помещений и предприятий является то, находится ли данный объект в полной собственности владельца производства, либо фирма (компания) арендует данную площадь. В данном случае необходимо определить насколько целесообразно осуществлять монтаж сложной и дорогостоящей отопительной системы (например, размещение трубопровода под напольное покры-

тие, установка котла и оборудование помещения котельной, предназначенные для работы несколько десятков лет). В случае кратковременной аренды более приемлемым вариантом является использование такой системы обогрева, которую легко демонтировать по истечении необходимого срока. Если данный объект находится в полной собственности хозяина предприятия, то гораздо разумнее установить надежную систему отопления, способную эффективно служить довольно длительный срок и окупить все вложенные затраты, а также стоит просчитать наиболее экономный вариант процесса эксплуатации.

Третьим фактором, который необходимо учитывать, является загруженность помещения оборудованием, приборами, офисной или цеховой мебелью и аппаратурой. Зачастую рабочая атмосфера предусматривает исключение различных помех в виде труб и радиаторов, величина помещения и обстановка в нем могут позволять использование, например, как можно более компактного отопления, такого как инфракрасное пленочное или стержневое, напольное или потолочное. Условия объекта могут быть таковы, что даже при возможности подводки магистрального природного топлива газовое отопление монтировать невозможно из-за отсутствия отдельного помещения для котла.

Следующий фактор, определяющий выбор оборудования обогрева - необходимость зонирования различных частей помещения. В случае потребности поддержания конкретной температуры только в определенных производственных зонах может оказаться целесообразным применение системы чиллер-фанкойл, а также систем лучистого отопления.

В настоящее время определяющим фактором является экономический расчет необходимой мощности, целесообразности использования дорогостоящего оборудования и прогнозирование эксплуатационных расходов.

Самым дешевым при установке можно считать автоматические масляные радиаторы. А вот система с использованием котла для отопления (работающего на газовом, твердом или дизельном топливе) и тепловые насосы являются на сегодняшний день недешевым «удовольствием». Системы с котлом и трубнорadiatorной разводкой разумны в монтаже только для капитальных теплоизолированных сооружений с эксплуатацией их длительное время. Насосы выгодны для небольших помещений с потребностью в умеренной температуре и

возможностью функционирования в минимальном режиме во время отсутствия работающих людей. [1, с.101]

Немаловажным аспектом расчета является не только общая площадь помещения (цеха, склада, офиса), но и его объем, высота потолков. Если в учет брать только производственную площадь объекта, не обращая внимания на его внутреннюю высоту, то при использовании любого конвекционного отопления нагретый воздух сразу же устремляется вверх. Полученную большую разницу температур у пола и у потолка придется регулировать и выравнять вентиляторами, что не всегда может сказаться положительно на климате помещения (повышается опасность сквозняков). Кроме того, это не выгодно и экономически, так как возникает потребность дополнительных затрат.

Современные технологии позволяют эффективно использовать в таких просторных помещениях лучистое панельное, напольное или потолочное отопление, которое не требует сложности в монтаже, выгодно в процессе эксплуатации, удобно и комфортно в работе. Суть его действия в нагреве инфракрасным излучением всех окружающих предметов и поверхностей, которые даже после выключения отопления продолжают излучать накопленное тепло. Воздушное отопление производственного помещения с очень высокими потолками - самый экономически неоправданный вариант. [3, с.7]

В России специфика климатических условий, а также назначения производственных помещений требует комплексного исследования с проектной и практической стороны при выборе системы отопления. В настоящее время при высоких темпах строительства и эксплуатации производственных зданий и помещений данный вопрос остается актуальным.

### **Список литературы**

1. Внутренние санитарно-технические устройства - Часть 1. Отопление (1990) Издание 4-ое переработанное и дополненное. Под ред. канд. техн. наук Староверова И.Г. и инж. Ю.И. Шиллера.
2. Отопление вентиляция и кондиционирование воздуха. Справочное пособие. Москва "Пантори" 2003г
3. Рекомендации по применению и расчету газо-воздушных систем лучистого отопления, 2002г.
4. СНиП 31-03-2001 «Производственные здания»

*Научное издание*

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
В СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Сборник научных статей

*Издается в авторской редакции*

За содержание статей, точность приведенных фактов и цитирование  
несут ответственность авторы публикаций

Подписано в печать 14.12.15.

Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 7,91. Тираж 200 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.  
600000, Владимир, ул. Горького, 87.