

СОДЕРЖАНИЕ

Учредитель журнала:
ООО Рекламно-издательская
фирма «Стройматериалы»

Журнал зарегистрирован
Министерством РФ по делам
печати, телерадиовещания
и средств массовой информации
ПИ №77-1989

Главный редактор
ЮМАШЕВА Е.И.

Редакционный совет:
РЕСИН В.И.
(председатель)

БАРИНОВА Л.С.
БУТКЕВИЧ Г.Р.
ВАЙСБЕРГ Л.А.
ВЕДЕРНИКОВ Г.В.
ВЕРЕЩАГИН В.И.
ГОРИН В.М.
ГОРНОСТАЕВ А.В.
ГРИДЧИН А.М.
ГУДКОВ Ю.В.
ЖУРАВЛЕВ А.А.
КОВАЛЬ С.В.
КОЗИНА В.Л.
ЛЕСОВИК В.С.
ПИЧУГИН А.П.
СИВОКОЗОВ В.С.
ФЕДОСОВ С.В.
ФЕРРОНСКАЯ А.В.
ФИЛИППОВ Е.В.
ШЛЕГЕЛЬ И.Ф.

Авторы

опубликованных материалов
несут ответственность
за достоверность приведенных
сведений, точность данных
по цитируемой литературе
и за использование в статьях
данных, не подлежащих
открытой публикации

Редакция
может опубликовать статьи
в порядке обсуждения,
не разделяя точку зрения автора

Перепечатка

и воспроизведение статей,
рекламных и иллюстративных
материалов из нашего журнала
возможны лишь с письменного
разрешения главного редактора

Редакция не несет ответственности
за содержание рекламы и объявлений

Адрес редакции:

Россия, 117997, Москва,
ул. Кржижановского, 13
Телефон: (926) 833-48-13
Тел./факс: (495) 124-32-96
124-09-00
E-mail: mail@rifsm.ru
http://www.rifsm.ru

Строительство жилья: итоги и перспективы

Л.А. МОРОЗИКОВА

Жилищное строительство в России: итоги 2006 года 4

Приводится краткий аналитический обзор жилищного строительства в России в 2006 г. и сравнение итогов с предыдущим периодом до 1990 г. Показано, что принятие национальных программ «Жилище», «Здоровье», «Образование» и «Развитие агропромышленного комплекса», национального проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России» сыграло положительную роль в интенсификации жилищного строительства.

А.С. СЕМЧЕНКОВ

Обоснование конструктивных решений и стоимости зданий для доступного и комфортного жилья 6

Рассмотрена кризисная ситуация обеспеченности жильем граждан России. Обоснован стоимостный уровень доступности жилья на современном этапе для семей с низким уровнем доходов. Проанализированы возможные пути снижения стоимости жилья. Показано, что оптимизация конструктивных и планировочных решений, а также использование для производства строительных материалов доступных местных материалов и различных промышленных отходов позволяют существенно снизить долю материалов в структуре расходов на строительство жилья. Представлены перспективные разработки НИИЖБ в этом направлении.

Фасады: наука и практика

А.Н. МАШЕНКОВ, Е.В. ЧЕБУРКАНОВА

Определение коэффициента теплотехнической однородности навесных фасадных систем с воздушным зазором 10

В статье обосновывается необходимость четкого определения коэффициента теплотехнической однородности наружных ограждающих конструкций с теплопроводными включениями, в частности применительно к навесным фасадным системам с воздушным зазором. Разноточение этого понятия приводит к большому разбросу численных значений, непосредственно применяемых в практике проектирования, что недопустимо.

А.М. ПРОТАСЕВИЧ, А.Б. КРУТИЛИН

Тепловой режим вентилируемых воздушных прослоек навесных фасадных систем 13

Приводятся результаты натурных исследований на ряде жилых и общественных зданий по измерению температуры на внутренних поверхностях экранов, теплоизоляционного слоя в местах расположения элементов крепления, вдали от них, в воздушных вентилируемых прослойках и по толщине теплоизоляционного слоя; по измерению статического и полного давления воздуха по высоте прослойки и под слоем теплоизоляции и т. д. Предлагается методика расчета, разработанная на основе натурных испытаний и аналитических исследований.

А.Б. СПИЦЫН

Критерии выбора ветрозащитной мембраны для вентилируемых фасадов 16

Ветро- и гидрозащитные мембраны в конструкциях навесных фасадов являются важнейшими элементами системы, отсутствие которых является нарушением регламента Технической оценки Госстроя РФ и влечет за собой серьезные последствия. В статье представлены технические характеристики мембраны Tyvek® Housewrap и основные требования нормативной документации, применяемой к материалам такого класса.

Современный материал для отделки фасадов 18

В статье дано описание алюминиевых композитных панелей (АКП) на основе алюминиевого композитного материала Alcotek, производимых компанией «Алкотек». Приведены технические характеристики материала, области его применения. Для производства АКП Alcotek используют первичный российский алюминий, в качестве покрытия для алюминиевой ленты применяют PVDF (поливинилденфторид). В настоящее время АКП являются наиболее распространенным материалом для облицовки навесных фасадов.

АКВАПАНЕЛЬ® цементная плита – основа высококачественной отделки фасадов и интерьеров	20
Приводится описание физико-технических свойств цементных плит АКВАПАНЕЛЬ® для наружных и внутренних отделочных работ, которые выпускаются предприятием компании KNAUF USG Systems в Германии. Цементные плиты характеризуются высокой технологичностью, благодаря армированию стеклосеткой их можно гнуть, а соответствие толщине КНАУФ-листа позволяет осуществлять монтаж в комплектных системах КНАУФ без изменения конструкций каркасов.	
Э.Н. ХАФИЗОВА, Е.А. ТУРНАЕВА, Г.А. ЗИМАКОВА	
Защитно-декоративные материалы для облицовки фасадов	22
Для оформления фасадов предложено использовать навесные элементы, изготавливаемые на основе асбестоцементных плит с закрепленным на них защитно-декоративным слоем мелкозернистой каменной крошки. Для крепления защитно-декоративного слоя используют клеевые композиции на основе эпоксидных смол холодного отверждения. Приводятся благоприятные результаты испытаний воздействия на фасадные плиты факторов внешней среды.	
В.В. БАБКОВ, Г.С. КОЛЕСНИК, В.А. ДОЛГОДВОРОВ, Г.Т. ПОНОМАРЕНКО	
О надежности и долговечности навесных фасадных систем	24
Рассмотрены дефекты и повреждения, выявляемые в процессе технических обследований навесных фасадных систем, смонтированных, в Уфе в 1996–2004 гг. Выявлены и представлены основные причины появления этих дефектов.	
В.И. ЖУКОВ, Л.Д. ЕВСЕЕВ	
Типичные недостатки наружного утепления зданий пенополистиролом	27
Скрепленные системы теплоизоляции нашли широкое применение при утеплении фасадов зданий в Самарской области, однако при обследовании специалистами РОИС (Самарское отделение) были выявлены различные недостатки, которые были типизированы и сведены в таблицу. Приведены основные дефекты и соответствующие способы корректного решения проблемы в соответствии с технической документацией.	
А.В. НОВИКОВ	
Причины возникновения дефектов в конструкциях облегченной кладки	32
Приведен анализ возникновения дефектов и последующего разрушения наружной кладки фасадов зданий, выполненных по методу облегченной кладки (колодезной). Представлены фотографии и систематизированы основные виды дефектов, определяемых визуально. Представлена краткая история возникновения этого метода строительства, проанализирована нормативная база, касающаяся правил и требований к проектированию и производству работ по этому методу. Проиллюстрированы два варианта устройства наружных стен с применением технологии облегченной кладки, описаны некоторые теплофизические процессы, происходящие внутри стены из облегченной кладки. Проанализированы причины возникновения дефектов.	
Конференция AquaStop (информация)	37
Интерстройэкспо-2007 (информация)	40
Международный семинар по моделированию и оптимизации композитов – МОК'46 (информация)	42
А.И. БОГОЯВЛЕНСКИЙ, П.Г. ИСАКОВ, А.С. ПЛАТОНОВ, С.И. ХАНКОВ	
Методы измерения удельного теплового сопротивления ограждающих конструкций	45
Приведен сравнительный анализ методов измерения удельного теплового сопротивления, использующих в качестве источника нагрева систему отопления либо источника теплового потока (ИТП). Показано, что предложенная авторами схема с ИТП эффективна.	
А.А. ПАК, Р.Н. СУХОРУКОВА, Д.А. АНДРЕЕВ, А.М. ЦИРЛИН	
Влагоперенос в многослойных изделиях из полистиролгазобетона	48
Целью исследований были определение влажностных свойств композиционного полистиролгазобетона, анализ процессов теплового переноса в многослойном полистиролгазобетонном образце, расчет толщины ограждения в соответствии с новыми требованиями СНиП. Установлено, что композиционный полистиролгазобетон характеризуется значительно меньшим капиллярным подсосом, водопоглощением и сорбционной влажностью, чем ячеистый бетон, что оказывает благотворное влияние на теплозащитные и эксплуатационные свойства ограждения.	
С.В. КОРНИЕНКО	
Инженерный метод определения плоскости наибольшего увлажнения для ограждающих конструкций	50
Представлен инженерный метод определения плоскости наибольшего увлажнения на основе абсолютного потенциала влажности для достаточно широкого класса ограждающих конструкций. Разработанный метод позволяет определить эту плоскость в полном диапазоне влажности и температуры и может быть использован при нормировании влажностного режима ограждающих конструкций зданий.	
С.С. СЕДИП	
Тепловлажностный режим наружных керамзитобетонных стен жилых панельных зданий с дополнительным утеплением	52
С целью проверки удовлетворения санитарно-гигиеническим, комфортным и энергосберегающим требованиям наружных керамзитобетонных стен жилых 9- и 5-этажных панельных зданий с дополнительным утеплением с применением базальтофибробетонной облицовки произведен их тепловлажностный расчет.	
Стройгерметик-2007 (информация)	54

Материалы и технологии

Ю.А. ЕРМАКОВА

ISOVER. Яркие этапы пути 55

В 2007 г. компания «Сен-Гобен Изовер» отмечает 70-летие начала производства теплоизоляции ISOVER во Франции и 50-летие технологии производства стекловаты TEL. В статье представлена история возникновения и становления компании и описаны инновации в производстве теплоизоляции.

А.Г. АЛЕКСЕЕВ, А.И. БЕК-БУЛАТОВ

Применение теплоизоляции ПЕНОПЛЭКС® для снижения сил морозного пучения грунта за подпорными стенами 58

Рассмотрена схема действия сил на подземные части зданий при промерзании пучинистых грунтов. Представлены свойства грунта, влияющие на величину пучения, и специальные мероприятия, исключающие или снижающие усилия от промерзания пучинистых грунтов; дается их экономическое сравнение.

П.Л. КРАСНОВ

Ленточные герметики Герлен® для современных строительных конструкций 60

Завод «Филикровля» более 80 лет специализируется в области производства кровельных, гидроизоляционных материалов и герметиков. Представлены основные технические характеристики ленточного герметика Герлен® и области его применения.

Р.Р. ВАГИЗОВА, Ю.Н. ХАКИМУЛЛИН, П.А. СТЕПАНОВ

Применение бутилрегенерата для кровельных и гидроизоляционных материалов 62

Изучена возможность использования в строительстве бутилрегенератов, полученных по радиационной технологии, в качестве замены бутилкаучука и полиизобутиленов как добавок, повышающих адгезионные свойства. Проведенными исследованиями показана возможность полноценной замены бутилкаучука на его радиационный регенерат в строительстве при получении кровельных герметизирующих и клеевых композиций, в том числе холодного отверждения, гидроизоляционных мастик, липких слоев и композиционных материалов, работающих в условиях повышенных температур.

В.И. ВЕРЕЩАГИН, А.Д. ШИЛЬЦИНА, Ю.В. СЕЛИВАНОВ

Моделирование структуры и оценка прочности строительной керамики из грубозернистых масс 65

Приведены результаты оценки прочности строительной керамики из грубозернистых масс на основе моделирования ее структуры с учетом процессов, протекающих в материалах зерна и оболочки и на границе их контакта, с учетом усадочных процессов при спекании. Целесообразность и эффективность применения предлагаемого метода оценки прочности керамики подтверждены экспериментальными данными.

А.Н. ПОНОМАРЕВ

Нанобетон: концепция и проблемы. Синергизм наноструктурирования цементных вяжущих и армирующей фибры 69

Представлены методы модифицирования бетонных смесей введением нанокремниевых частиц. На основании приведенных экспериментальных данных сделан вывод, что экспериментальные работы в этом направлении открывают перспективы создания материалов новых классов, особенно учитывая эффект возрастания работоспособности бетонов, модифицированных нанокремниевыми частицами.

А.С. БОЧАРНИКОВ, А.Д. КОРНЕЕВ, М.А. ГОНЧАРОВА, В.В. ГАЛКИН, В.Г. СОЛОВЬЕВ

Расчет параметров дискретного армирования сталефибробетона 72

Рассматриваются особенности использования различных видов фибры в технологии изготовления сталефибробетонных изделий методом раздельной укладки компонентов. Предлагается методика расчета параметров дискретной арматуры для матриц из мелкозернистых бетонов различных классов, которая позволяет проектировать составы сталефибробетона с заданной прочностью. Представлены экспериментальные данные по оценке эффективности различных видов фибры.

В.П. КУЗЬМИНА

Механоактивация материалов для строительства. Цемент 74

Задача получения высокомарочного механоактивированного цемента решается применением линии с виброцентробежной мельницей. Описана методика правильной установки виброцентробежной мельницы. Даны рекомендации по регулированию массы, объема и скорости прохождения потока рабочей смеси материала через барабаны мельницы и по оптимальному соотношению объемов мелющих тел и активируемого материала.

Л.А. МОРОЗИКОВА, маркетолог-аналитик,
Академия конъюнктуры промышленных рынков (Москва)

Жилищное строительство в России: итоги 2006 года

В 2006 г. жилищный фонд России оценивался на уровне 3 млрд м². В период с 1996 по 2005 г. он увеличился на 10,5% (рис. 1).

В 2006 г. на одного жителя страны приходилось 21,2 м², что на 17,8% больше, чем в 1995 г.

В переходный к рыночной экономике период вследствие резкого снижения финансирования расходов на капитальный ремонт и реконструкцию состояние жилищного фонда России существенно ухудшилось. Если в 1996 г. площадь ветхого и аварийного жилья составляла 32,2 млн м² (или 1,3% к общему жилищному фонду), то к концу 2005 г. она возросла в 2,95 раза и составила уже 95 млн м² (или 3,2% к общему жилищному фонду) (рис. 2). При этом в период с 1998 по 2001 г. площадь ветхого и аварийного жилья в России росла опережающими темпами по сравнению с новым жилищным строительством. С 2001 г. темпы роста ветхого и аварийного жилья снизились, однако и в настоящее время его объемы превышают объемы нового строительства почти в два раза. При этом данное жилье продолжает эксплуатироваться: ежегодное выбытие жилья по ветхости и аварийности составляет около 2 млн м².

В сопоставимых ценах объем работ, выполненных по виду деятельности «строительство», в 2006 г. превысил уровень 2005 г. на 15,7%, в то время как в 2004–2005 гг. прирост объема строительных работ составлял 10–10,5% (рис. 3).

Для строительного производства характерны этапность работ и сезонность их проведения. Застой в строительстве наблюдается с января по апрель, после апреля наблюдается бурный подъем строительных работ, а июль–декабрь – месяцы активных строительных работ. При этом в сфере строительства компаниям нужно иметь достаточное количество оборотных средств, на которые производятся работы, так как с апреля по сентябрь средств поступает немного. Зато под конец года наблюдается наибольшее поступление средств в строительные кампании (рис. 4).

Следует отметить, что в настоящее время влияние сезонности на строительный комплекс снижается: активно внедряются технологии ведения строительных работ

в зимнее время, а также систем освещения для круглогодичного строительства. Поэтому в крупных городах сезонность в строительстве практически не наблюдается.

Меры для снижения сезонности строительных работ применяются в основном крупными компаниями, которые строят многоквартирные дома. В то же время достаточно большую долю строительных работ занимает малоэтажное строительство, которое на зиму практически замирает.

Наибольший объем строительных работ в 2006 г. – 30,3% был выполнен в Центральном федеральном округе России (рис. 5). При этом около 52,1% объема работ пришлось на Москву, 23,4% – на Московскую область.

Около 15,3% объема строительных работ, выполненных в 2006 г., пришлось на Северо-Западный округ, из них 42,7% – в Санкт-Петербурге, 15,5% – в Ленинградской области и 10,5% – в Вологодской области.

Немного меньший объем работ – 15,2% от общероссийских выполнен в Приволжском округе, из них 25,4% – в Республике Татарстан, 16,5% – в Республике Башкортостан и 10,2% – в Нижегородской области.

По федеральным округам Российской Федерации наибольший рост объемов подрядных работ в 2006 г. (в сопоставимых ценах) составил в Северо-Западном федеральном округе – около 132,5%. Невысокие темпы роста объемов подрядных работ в 2006 г. имеют место в Сибирском и Приволжском округах – 107,6%. Также относительно невысокий темп роста объема строительных работ – около 108,9% показал Дальневосточный федеральный округ России.

В жилищном строительстве России с 1990 по 2006 г. можно выделить два этапа (рис. 6).

Характеристикой строительства зданий жилого назначения в период с 1990 по 2001 г. является отсутствие четкой государственной политики в области жилищного строительства и общее снижение объемов строительства на 48,6%. Данное снижение происходило дискретно: в 1993, 1995, 1999 и 2001 гг. происходил кратковременный незначительный рост объемов жилищного строительства на фоне общего снижения.

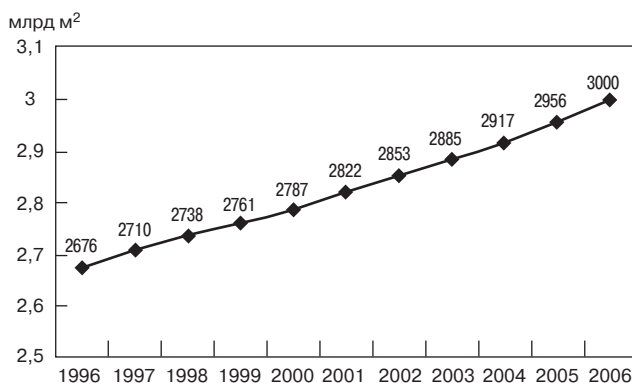


Рис. 1. Динамика роста жилищного фонда России по данным Росстата

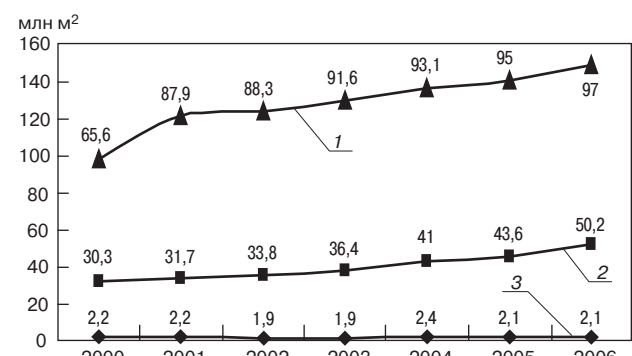


Рис. 2. Динамика роста ветхого и аварийного жилья в сравнении с динамикой ввода нового жилья по данным Росстата: 1 – ветхий и аварийный жилищный фонд; 2 – ввод в действие общей площади жилых домов; 3 – выбытие по ветхости и аварийности

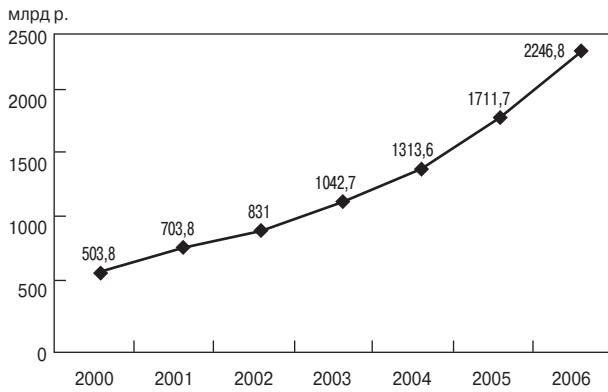


Рис. 3. Объем работ, выполненных по виду деятельности «строительство» в 2000–2006 гг., по данным Росстата.

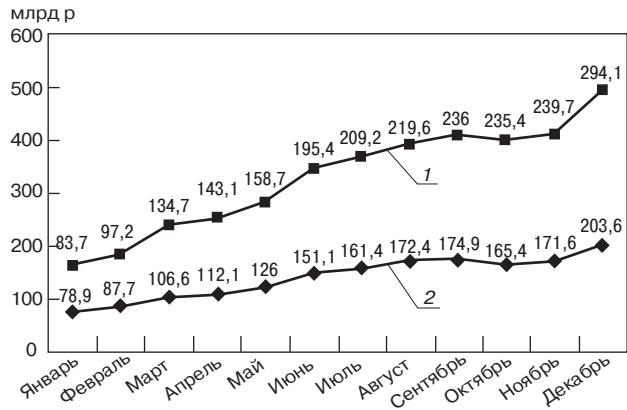


Рис. 4. Динамика объема работ по виду деятельности «строительство» в 2005–2006 гг. по данным Росстата. 1– 2005 г.; 2– 2006 г.

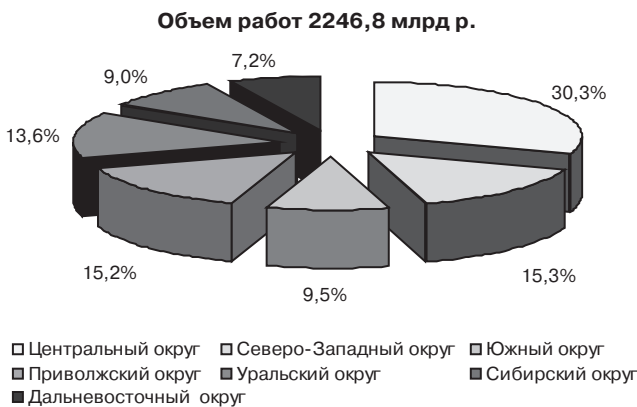


Рис. 5. Структура объема работ, выполненных по виду деятельности «строительство» в 2006 г., по данным Росстата

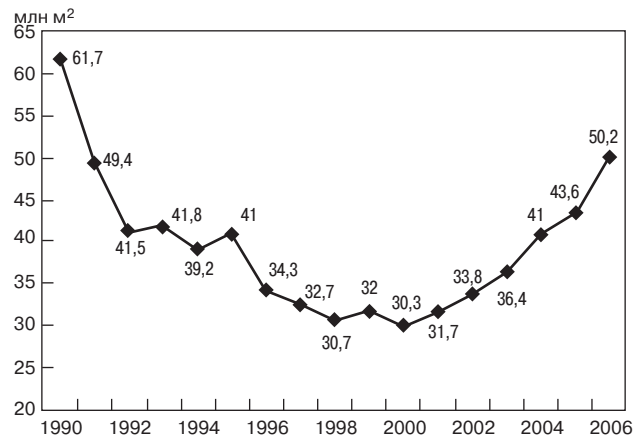


Рис. 6. Динамика жилищного строительства в России в 1990–2006 гг. по данным Росстата

С 2002 г. в РФ вступила в действие федеральная целевая программа «Жилище» на 2002–2010 гг., и темпы роста жилищного строительства к 2004 г. выросли практически до 13%, однако уже к 2005 г. он снова замедлился до 6% в год.

Начиная с 2006 г. в России стали реализовываться четыре национальных проекта: «Доступное и комфортное жилье – гражданам России» (II этап программы «Жилище»), «Здоровье», «Образование» и «Развитие агропромышленного комплекса». Планы по реализации четырех национальных проектов, а также работа по их подготовке к реализации перешли на региональный уровень. Результатом реализации проекта «Доступное и комфортное жилье гражданам России» на региональных рынках в 2006 г. стал стремительный рост спроса на жилье и соответствующий стремительный рост жилищного строительства.

При этом в начале 2006 г. на строительном рынке наблюдалась некоторая стагнация: объемы ввода жилых домов в первые месяцы 2006 г. были даже ниже аналогичного периода 2005 г. на 14–17%. Однако с началом строительного периода ситуация изменилась, и уже к лету 2006 г. на строительном рынке возник дефицит основных строительных материалов (цемента, кирпича, металла). Показатели жилищного строительства в период с марта по декабрь 2006 г. превышали показатели аналогичного периода 2005 г. на 10–30%.

Подробный анализ жилищного строительства в России в 2002–2006 гг. выполнен Академией конъюнктуры промышленных рынков. Заинтересованные специалисты могут ознакомиться с его результатами в отчете «Жилищное строительство в России: итоги 2006 г. и прогноз на 2007–2015 гг.».

Академия конъюнктуры промышленных рынков

**МАРКЕТИНГ
В ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Академия конъюнктуры промышленных рынков

оказывает услуги, связанные с анализом рынков, технологий и проектов в промышленных отраслях:

- ✓ маркетинговые исследования
- ✓ технико-экономическое обоснование
- ✓ бизнес-планирование

111033, г. Москва, ул. Золоторожский Вал, 11, стр. 1, офис 2
Тел.: (495) 918-13-12 www.akpr.ru E-mail: mail@akpr.ru

А.С. СЕМЧЕНКОВ, д-р техн. наук, генеральный директор
НИИЖБ – филиала ФГУП «НИЦ «Строительство» (Москва)

Обоснование конструктивных решений и стоимости зданий для доступного и комфортного жилья

Жилищный кризис

Еще 50–60 лет назад проживание по четыре и более человек в комнате 12–16 м² было обычным для коммунальных квартир. С середины 50-х гг. прошлого века был взят курс на индустриальное домостроение с целью обеспечить семьи отдельными квартирами по социальной норме. За 1987 г. было введено 75 млн м², а всего за 30 с лишним лет с начала индустриального домостроения было построено более 1,5 млрд м² жилья, но жилищный кризис так и не был преодолен. В период перестройки российской социально-политической системы и экономики объем строительства жилья в год упал в среднем до 35 млн м². К началу 90-х гг. XX века в России 2/3 жилья строилось из заводских железобетонных конструкций. Созданная база индустриального домостроения общей мощностью 50 млн м² в год в настоящее время используется менее чем на 20%.

В 2006 г. общая площадь жилого фонда России составила около 3 млрд м², около трети жилищ имеет износ более 70%. Поскольку средств на капитальный ремонт и реконструкцию за последние 15 лет выделяется в несколько раз меньше, чем требуется,

в ближайшие годы следует ожидать ускоренного выбытия из эксплуатации старых зданий, особенно учитывая, что темпы роста ввода нового жилья существенно отстают от темпов обветшания существующего жилого фонда.

На человека в России в настоящее время приходится в среднем 20 м², что больше установленного социального минимума 18 м² общей площади и соответствует абсолютному минимуму общей площади жилища на человека в странах с развитой рыночной экономикой. Фактически же во многих странах на человека приходится 40–80 м². Это показатель уровня социально-экономического развития общества. Например, в США средний возраст жилых зданий составляет 23 года, срок эксплуатации 46 лет, при этом в год строится до 900 млн м² жилья, или 3 м² на человека.

Жилищный кризис в России тесно связан с экономическим, экологическим и энергетическим. Из-за экономического кризиса 90% населения не могут купить жилье, одновременно оплатив его стоимость.

Рыночные цены на жилье, особенно в Москве, очень высоки. Данные табл. 1 показывают, что себестоимость строительства в Москве незначительно дороже, чем в среднем по России, инвестиционная прибыль в основном выше за счет жилья, предоставляемого муниципалитету, а рыночная значительно выше. Сверхвысокая рыночная цена жилья в Москве обусловливается рядом факторов, главный из которых – высокий платежеспособный спрос. Однако он обеспечивается в основном не рядовыми жителями столицы, а приезжими состоятельными гражданами из регионов и зарубежных стран. Это порождает сверхприбыли риелторских фирм и других посредников.

Строительство дорогого (элитного) жилья мало изменяет ситуацию к лучшему у нуждающихся 70% граждан. За последние 15 лет значительно улучшили жилищные условия 10% состоятельных граждан, которые в среднем располагают 65 м² на человека. У большей части населения на человека по-прежнему приходится менее 15 м² общей площади жилья, а многие до сих пор живут в коммунальных квартирах или снимают жилье.

Обоснование стоимости доступного жилья

Индекс доступности жилья равен отношению средней рыночной стоимости стандартной квартиры с общей площадью 54 м² к полному совокупному годовому доходу среднестатистической семьи из трех человек. Если индекс доступности составляет меньше двух лет, хорошо, пять лет – терпимо, 8–10 лет – никуда не годится. По России средняя рыночная стоимость квартиры 54 м² равна 2,43 млн р. Даже в лучшем случае оценка индекса «никуда не годится» соответствует средней зар-

Таблица 1

Регионы	Основные показатели, тыс. р./м ² (2006 г.)			
	Себестоимость строительства	Инвестиционная прибыль	Рыночная стоимость	Регулируемая стоимость
Москва	25	50	100	28
Россия	22	30	45	25

Таблица 2

Организация	Месячный доход одного работающего*, тыс. р.	Совокупный годовой доход**, тыс. р.	Индекс доступности, год
Бюджетная	3	72	33,8
Бюджетная, частная	8,6	179,5	13,5
Частная	15	313,2	9,3
Частная	22,5	626,4	3,88

*Средняя пенсия 3000 р./мес; минимальная зарплата на частном предприятии и средняя зарплата в бюджетной организации – 8600 р./мес (50 р./ч); средняя зарплата на частном предприятии – 15000 р./мес. ** Двух работающих с одинаковым доходом.

плате на частных предприятиях. Из табл. 2 следует, что только при зарплате 23500 р./мес индекс доступности составит 5 лет, что «терпимо».

К бедным гражданам следует относить тех, кто не в состоянии даже снять жилье. Им оно должно предоставляться бесплатно. Снять однокомнатную квартиру по социальной норме стоит в Москве более 10–12 тыс. р. в месяц, а в среднем по России – в два-три раза меньше. Месячный доход одинокого бедного человека, снимающего квартиру, при принятом прожиточном уровне 4,2 тыс. р. соответствует средней по России минимальной зарплате 8,6 тыс. р., а по Москве – средней зарплате 15 тыс. р. в коммерческих структурах. Зарплата работников бюджетной сферы в среднем в два раза ниже черты бедности, а пенсионеров – в 3–5 раз.

Чтобы жилье стало более доступным, его рыночная цена должна быть снижена, а доходы граждан должны увеличиться. В данной статье мы не будем обсуждать этот важнейший аспект повышения доступности жилья. Рассмотрим возможность снижения его цены за счет регулирования сверхприбылей посредников и основных участников инвестиционного процесса; увеличения объемов строительства и долговечности зданий; снижения веса конструкций здания, расхода стали, трудо- и энергозатрат; применения экономичных объемно-планировочных и конструктивных решений зданий.

Если прибыль подрядной организации и инвестора-застройщика принять, как в развитых странах, 6–10%, исключить посредников и жилье, безвозмездно передаваемое муниципалитету, то усредненная регулируемая инвестиционная стоимость 1 м² типового жилья в Москве и в среднем по России снизится соответственно в 3,5 и в 1,8 раза (табл. 1). Но этого недостаточно, так как при усредненной регулируемой инвестиционной стоимости жилья по России 25 тыс. р./м² стоимость квартиры 54 м² составит 1,35 млн р. Если купить квартиру в рассрочку на 10 лет, то в месяц надо выплачивать 11250 р., не считая банковского процента. У молодой семьи при двух работающих со средней коммерческой зарплатой доход составляет 30 тыс. р. На проживание семьи после выплаты кредита с учетом банковского процента (15%) и подоходного налога (13%) останется 13162 р. в месяц, что едва превышает три прожиточных уровня для семьи с одним ребенком. Но в течение 10 лет придется отказывать себе во всем. При двух-трех детях и неработающей жене зарплата у отца должна быть не менее 35–40 тыс. р., что в 4–9 раз больше средней зарплаты бюджетников. Следовательно, покупка социального жилья даже по регулируемой стоимости государственным служащим недоступна.

Для снижения социальной остроты жилищной проблемы на федеральном и региональном уровнях предусматриваются различные субсидии и компенсации. Например, в Ярославской области безвозмездная субсидия молодым семьям на приобретение квартиры составляет 520 тыс. р. Государственная поддержка на приобретение жилья предусматривает выделение работникам бюджетной сферы до 35% от общей стоимости квартиры или дома, но не более 250 тыс. р., а молодым и многодетным семьям – до 75% стоимости жилья. Выше было показано, что денег на погашение всей стоимости жилья у бюджетников нет. Если предположить, что на выделенную государством субсидию можно приобрести однокомнатную квартиру, соответствующую социальной норме (18 м² – жилая площадь, общая площадь – 28 м²), то стоимость 1 м² будет равна 9 тыс. р. При этом стоимость материалов составит не менее половины, то есть 4,5 тыс. р./м². *Примем 6*

и 12 тыс. р. верхней границей показателей стоимости доступных материалов и доступного жилья в ценах 2006 г. (без стоимости земли, наружных сетей и инфраструктуры) для молодых семей, работающих в бюджетной сфере. Следовательно, для обеспечения всех нуждающихся граждан России жильем необходимо регулируемую инвестиционную стоимость строительства (табл. 1) снизить не менее чем в 2–2,5 раза.

Экологичность и энергоэффективность жилья как показатели комфортности

Удаление вредных веществ из воздуха жилых помещений в отопительный период является главной проблемой для создания безопасных условий проживания. Основное влияние на качество воздуха в помещениях оказывают проникающий атмосферный воздух, загрязненный различными химическими веществами, содержащимися в выбросах предприятий и в выхлопах автомашин; химические вещества, выделяемые мебелью, строительными и отделочными материалами, изготовленными на полимерной основе, номенклатура которых насчитывает более 100 наименований; токсины, выделяемые человеком.

Металлические кровли и сэндвич-панели, арматурные сетки и каркасы, усиливающие воздействия электромагнитных излучений, также следует признать нежелательными в жилых экологически безопасных зданиях.

Из многовекового опыта тепловую инерцию наружных ограждающих конструкций следует принимать не менее, чем у наружных стен деревянного сруба из бревен диаметром 30 см, для предотвращения быстрого охлаждения помещений в случае отказа системы отопления.

В связи с мировым энергетическим кризисом и ростом цен на энергоносители при оценке эффективности строительных материалов все большее значение приобретает показатель топливно-энергетических затрат на их производство (табл. 3).

Расчеты показывают, что для удвоения объема ввода жилья к 2010 г. необходимо организовать дополнительное производство бетона и железобетона в объеме не менее 60 млн м³/год. Для этого потребуется дополнительно около 25 млн т цемента и более 50 млн м³ крупного заполнителя.

За рубежом уже наложен запрет на неоправданную и необоснованную разработку недр. Нехватка заполнителей и вяжущих на 40–70% восполняется за счет переработки техногенных отходов и местных материалов. В России доля производства заполнителей и вяжущих, изготавливаемых на базе переработки техногенного сырья, составляет не более 5%.

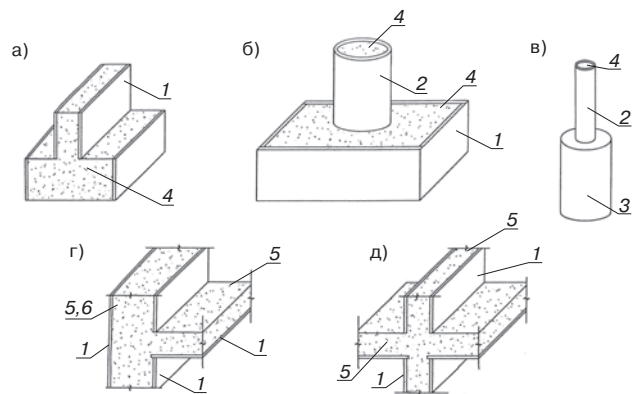


Рис. 1. Использование асбестоцемента в качестве несъемной опалубки: а – ленточные фундаменты, б, в – столбчатые фундаменты; г – сопряжение перекрытий с наружной стеной; д – с внутренней; 1 – АЦ лист; 2 – АЦ труба; 3 – буронабивная свая; 4 – «К»; 5 – «КТ»; 6 – «Т» бетоны

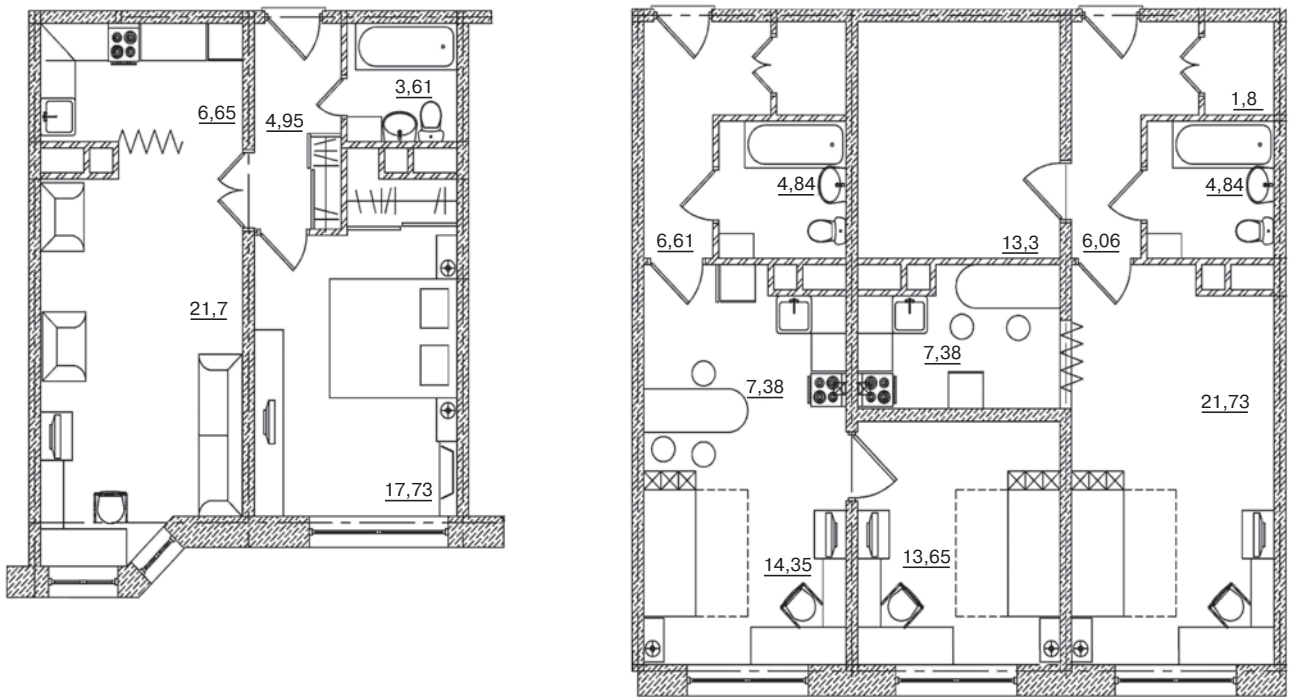


Рис. 2. Трансформация двух (а) и трех (б) однокомнатных квартир в двухкомнатные

Материалы для доступного комфортного жилья

Строительные материалы, изделия и конструкции для доступного и комфортного жилья должны изготавливаться из местного минерального и растительного сырья и промышленных отходов, а также обладать ЛЭЭЭНДТ свойствами, то есть быть легкими и прочными, экономичными, энергоэффективными, экологичными, негорючими, долговечными и технологичными.

В НИИЖБ разработаны сверхлегкие ЛЭЭЭНДТ бетоны «минеральное дерево» (МД) на цементном или другом минеральном вяжущем с марками по плотности D150–D700. По своим свойствам эти бетоны, как и натуральное дерево, легкие, теплые при прикосновении, просто обрабатываются (режутся, пилятся, строгаются, гвоздятся), но не боятся биологической коррозии, являются негорючими и долговечными. Снижение плотности достигается за счет создания в бетоне пор 80–90% от общего объема (ячеистый бетон) или использования местных легких дешевых заполнителей из растительных отходов (арболит, фибролит), легкого поризованного минерального или пенополистирольного песка и гравия, с одновременной поризацией бетона.

Для несущих конструкций (фундаментов, колонн и балок) целесообразно применять ЛЭЭЭНДТ кон-

струкционные «К» легкие бетоны с заполнителем из переработанных техногенных отходов и вулканических пород, а также поризованные мелкозернистые бетоны (ПМЗБ) марки по плотности D1200–D2200 из местных песков.

Одним из недостатков конструкций из монолитного бетона является необходимость применения дорогой и трудоемкой при монтаже съемной опалубки. Применение несъемной опалубки снижает трудоемкость опалубочных работ на 0,15 чел·ч/м², а стоимость – на 20%, сокращает сроки строительства, экономит опалубочные материалы, повышает качество поверхности монолитных зданий и значительно снижает затраты на их отделку. Для условий России в качестве несъемной опалубки целесообразно применять асбестоцементные изделия (АЦИ).

Получаемая достаточно прочная и жесткая опалубка (рис. 1) позволяет вести опережающий монтаж, не дожидаясь набора бетоном проектной прочности. После омоноличивания бетон склеивается с опалубкой, и они работают как единая хризотилбетонная конструкция. При этом опалубка из АЦИ и ЦСП является как армирующим элементом, так и отделочным. Дом из ЛЭЭЭНДТ бетонов МД, АЦИ, ЦСП и без стальной арматуры можно назвать «Русский дом».

Таблица 3

Номер варианта	Конструктивное решение здания	Масса конструкций		ТЭЗ на производство материалов		Стоимость материалов	
		т	%	тут	%	тыс. р.	%
1	Кирпичный	341,4	100	39,3	100	962	100
2	Каменный ЛЭЭЭНДТ	159,4	46,7	39,7	101	574	59,7
3	Монолитный «Русский дом»	119,3	34,9	23,8	60,6	401	41,7
4	Деревянно-каркасный	53,5	15,7	33,7	85,8	492	51,3

Наиболее дешевым является монолитный дом с шгом несущих стен 3,1–3,7 м, определяемым длиной листов из АЦЛ или ЦСП. Для кровли очень эффективны асбестоцементный шифер и плитка этернит. Экологичные, дешевые и долговечные АЦ трубы позволяют комплексно решить прокладку различных наружных сетей: водопроводных технических и питьевых систем, напорной и безнапорной канализации, горячей воды и отопления, мелиоративных и дренажных систем, дымоходов, электрокабелей, в качестве обсадных труб скважин и для мусоропроводов. Дом является ремонтпригодным; срок службы не менее 100 лет.

Конструкции из бетонов МД при пожаре не разрушаются по одному из предельных состояний – потере целостности, кроме того, они, как правило, по пожарной опасности относятся к классу КО (непожароопасные). Эти конструкции более огнестойки по сравнению с металлом, деревом и тяжелым бетоном.

Безопасность применения асбестоцементных изделий на основе хризотила доказана многолетними исследованиями как российских, так и зарубежных ученых и не подлежит сомнению.

Объемно-планировочные и конструктивные решения доступных зданий

До недавнего времени в России многоквартирные здания в 5–9 этажей считались наиболее дешевыми, а одно-, двухэтажные многоквартирные дома – наиболее дорогими, поскольку выполнялись из тех же тяжелых и энергоемких материалов (кирпича и железобетона).

Опыт развитых стран показывает, что будущее за малоэтажной усадебной и блокированной застройкой высокой плотности с максимальным соблюдением комфорта проживания.

Было выполнено технико-экономическое сравнение в ценах 2006 г. четырех вариантов двухэтажных усадебных домов размером в плане 7,2×7,2 м с общей площадью помещений около 100 м² с конструкциями из кирпича и железобетонных плит; ячеисто-бетонных блоков и плит; монолитного ячеистого бетона «МД» с оставляемой опалубкой из АЦИ; деревянного каркаса, ГКЛ и виниловой вагонки (табл. 2). В стоимости строительных материалов не учтены окна и гараж.

Данные табл. 3 показывают, что только в варианте 3 стоимость строительных материалов составляет меньше определенной ранее максимальной для доступного жилья стоимости материалов 4,5 тыс. р./м². В варианте 2 вместо дорогих сборных ячеисто-бетонных плит следует применять более дешевые перекрытия из монолитного ячеистого бетона или деревянные, что сблизит его стоимость с вариантом 4. Если рост зарплат населения превысит рост стоимости материалов, то и вариант 2 также можно будет отнести к доступному жилью.

Усадебные и блокированные дома предлагаются для средних и больших семей. Для молодых бездетных семей, военнослужащих, малообеспеченных одиночек и малосемейных граждан предлагаются дешевые стартовые многоквартирные малоэтажные здания с однокомнатными при необходимости трансформирующимися квартирами гостиничного типа шириной 2,9 и 3,5 м, с минимальной площадью по социальной норме 28 м², комнатой 14 м², кухней-нишей 5 м², шириной коридора 1 м (рис. 2).

Жилье «Русский дом» – усадебное, блокированное и многоквартирное – без лифтов, железобетона, металла, кирпича, керамзита и пластмассы в настоящее время является самым дешевым, экологически безопасным и достаточно комфортным.

Компания "ВНИР"

Компания "ВНИР" поставляет оборудование для промышленных лабораторий различного профиля:



Строительные лаборатории
Дорожно-строительные лаборатории
Мостостроительные лаборатории
Лаборатории неразрушающего качества
Материаловедческие и металлографические лаборатории
Лаборатории механических, температурных и климатических испытаний
Спектральные и химические лаборатории
Оборудование для механических испытаний

Твердомеры
Оборудование для климатических испытаний
Оборудование для температурных испытаний
Приборы для испытания цемента, бетонных смесей
Приборы для испытания бетонных и железобетонных конструкций



Испытание лакокрасочных материалов
Весовое оборудование
Приборы неразрушающего контроля качества
Приборы для измерения температуры и влажности
Геодезическое оборудование
Приборы для испытания грунтов.
Приборы для испытания битумов

Приборы для испытания битумов
Приборы для испытания заполнителей
Приборы для испытания асфальтобетона
Приборы для контроля параметров автомобильных и железных дорог
Оборудование для выбуривания кернов



Комплексные передвижные лаборатории



Отдел продаж: тел./факс +7 (495) 735-6531, 437-9800, 430-0428, 437-2274
Отдел сервиса и метрологического сопровождения: тел./факс +7 (495) 437-5110
Адрес: 119361 г. Москва, ул. Озерная, д.44
Internet: www.vniir.ru E-mail: vniir@aha.ru
Режим работы: с 9:30 до 18:00, выходные - сб, вскр.
Условия работы: 100% предоплата, отгрузка со склада в Москве.

СТРОИТЕЛЬНОЕ ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Реклама

А.Н. МАШЕНКОВ, канд. техн. наук, Е.В. ЧЕБУРКАНОВА, инженер,
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

Определение коэффициента теплотехнической однородности навесных фасадных систем с воздушным зазором

Внедрение в практику строительства фасадных систем с воздушным зазором является неоспоримым шагом вперед в части повышения энергоэффективности зданий и сооружений. С применением таких систем значительно улучшается влажностный режим как конструкции наружной стены, так и помещений и здания в целом.

Методика полного и подробного температурно-влажностного расчета таких фасадных систем для климатических условий России пока проходит стадию разработки и апробации [1]. В настоящее время существует не один десяток конструкций навесных фасадных систем с воздушным зазором, применяемых в практике строительства и имеющих соответствующие технические свидетельства, выданные Росстроем. Каждая из систем имеет свои конструктивные особенности. С теплотехнической точки зрения основные преимущества либо недостатки системы сводятся к определению коэффициента теплотехнической однородности r [2] применительно к каждому типу систем.

Величина этого коэффициента определяется аналитическим расчетом. В общем случае численный выбор коэффициента теплотехнической однородности r применительно к навесным фасадным системам разрешен и утвержден к применению в Рекомендациях Московского Правительства Москвы [3]. Согласно этим Рекомендациям величина r зависит от типа утеплителя, его толщины, толщины и теплофизических характеристик конструкционного материала стены.

Возможна некоторая модернизация факторов значительного влияния на коэффициент теплотехнической однородности: формы кронштейнов (Г-образная, Г-образная, U-образная) и их материала; размеров кронштейнов (вылет ребер жесткости и площадь соприкосновения кронштейна с конструктивом стены; наличие терморазрывной прокладки или ее отсутствие (большую роль играет материал прокладки, ее форма,

анкерный способ крепления кронштейна к стене); количество кронштейнов на единицу поверхности фасадной системы.

В частности, по экспериментальным температурным полям и замерам тепловых потоков по ГОСТ 26254–84 «Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций» и ГОСТ 25380–82 «Метод измерения плотности тепловых потоков, проходящих через ограждающие конструкции» оценили значения коэффициентов теплотехнической однородности r применительно к глухому участку стены с навесной фасадной системой с воздушным зазором. Влияние простенков, проемов и других факторов, рассмотренных в [4], было исключено.

С целью проведения широкомасштабного теплотехнического эксперимента в реально существующих природных условиях на производственной территории ООО «Юкон инжиниринг» был смонтирован экспериментальный стенд с навесным фасадом U-кон общей площадью исследований 103 м^2 , включающий в себя основные элементы: гладь стены, оконные проемы, простенков, часть стены с оконными проемами, выходящими на лестничный марш, угловую зону (рис. 1).

На развертке стены экспериментального стенда (рис. 2) выделены два участка по глади с указанием количества кронштейнов и материала облицовочного слоя. В первом случае это композитный материал Alucobond A2 толщиной 4 мм и термическим сопротивлением $R=0,0103 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, во втором – керамогранит, толщиной 10 мм с коэффициентом теплопроводности $\lambda=3,49 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$ [5].

Принципиальное различие этих участков в количестве установленных несущих и опорных кронштейнов на единицу поверхности. Первый участок (I) – 2 несущих и 4 опорных кронштейна; второй участок (II) – 3 несущих и 7 опорных кронштейнов (рис. 2).

Схема расстановки датчиков измерения температуры, используемых на экспериментальном стенде, по сечению стены, в местах по глади и по кронштейнам, принципиальная схема их подключения приведены на рис. 3.

Обработка результатов натурных испытаний в календарную зиму 2007 г. велась в течение 27 дней с 12.02.2007 по 10.03.2007 г. Этот период оказался наиболее приемлемым в плане устойчивых низких отрицательных температур, от минимального значения $t_{н}=-23,6^\circ\text{C}$ до максимального $t_{н}=4,6^\circ\text{C}$. Всего выбрано 17 периодов с наиболее установившимся режимом и отклонением температуры наружного воздуха от среднего значения по температурному интервалу в $\pm 0,75^\circ\text{C}$. По каждому периоду строились изменения во времени характерных значений и плотностей тепловых потоков. Согласно ГОСТ 26254–84 этот температурный интервал нормируется в 3°C , а колебания температуры – в $\pm 1,5^\circ\text{C}$. Тепловой поток измерялся теплографом. Показания прибора изменялись от 5 до $25 \text{ Вт}/\text{м}^2$. Эксперимент длился непрерывно и круглосуточно. Температурно-влажностный режим внутри по-



Рис. 1. Общий вид экспериментальной части стенда

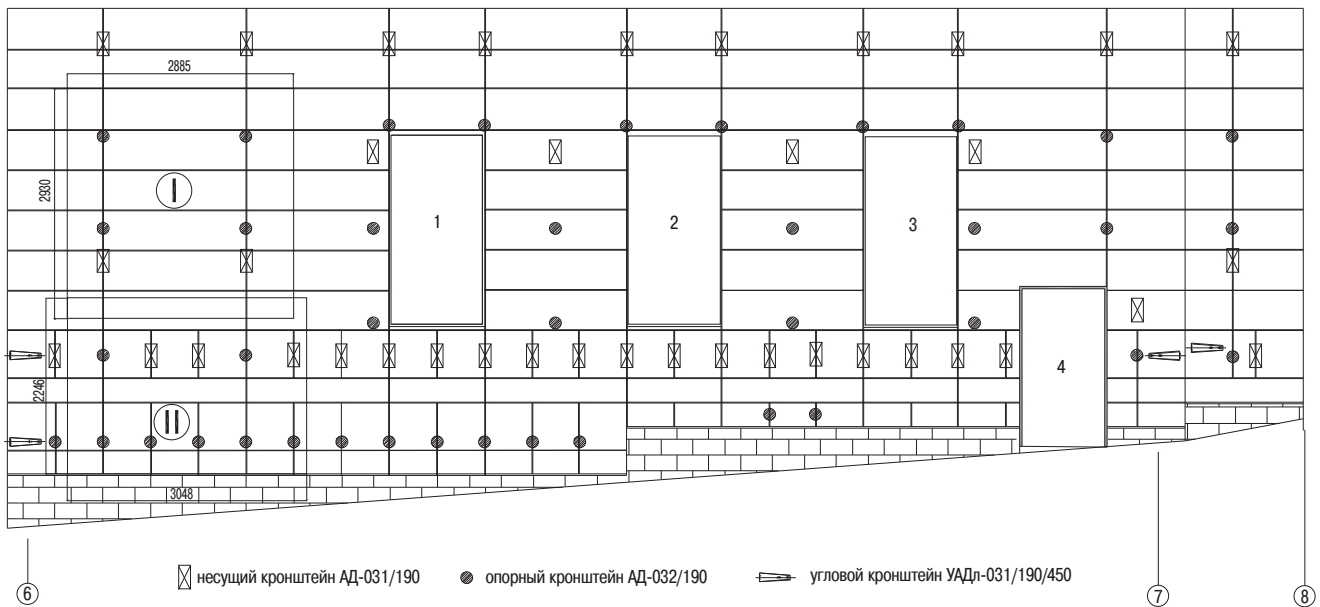


Рис. 2. Развертка стены экспериментального стенда с расстановкой кронштейнов. Участки по глади для подсчета коэффициентов теплотехнической однородности r

мещений натурального экспериментального стенда поддерживала автоматическая система кондиционирования воздуха, $t_{\theta} = 21-23^{\circ}\text{C}$, $\phi_{\theta} = 40-55\%$.

Сопротивление теплопередаче R_o для термически однородной зоны ограждающей конструкции вычисляется по формуле:

$$R_o = R_{\theta} + R_{\kappa} + R_{\eta} = \frac{t_{\theta} - \tau_{\theta}}{q_{\phi}} + \frac{\tau_{\theta} - \tau_{\eta}}{q_{\phi}} + \frac{\tau_{\eta} - t_{\eta}}{q_{\phi}},$$

где R_{θ} и R_{η} – сопротивления теплопередаче соответственно внутренней и наружной поверхностей ограждающей конструкции, $\text{m}^2 \cdot \text{C}/\text{Вт}$; R_{κ} – термическое сопротивление однородной зоны ограждающей конструкции, $\text{m}^2 \cdot \text{C}/\text{Вт}$; t_{θ} и t_{η} – средние за расчетный период измерений значения температур соответственно внутреннего и наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$; τ_{θ} и τ_{η} – средние за расчетный период измерений значения температур соответственно внутренней и наружной поверхностей ограждающей конструкции, $^{\circ}\text{C}$; q_{ϕ} – средняя за расчетный период измерения фактическая плотность теплового потока, $\text{Вт}/\text{m}^2$.

Приведенное сопротивление теплопередаче R_o^{np} ограждающей конструкции, имеющей неравномер-

ность температур поверхностей, вычисляют по формуле средневзвешенной величины:

$$R_o^{np} = \frac{F}{\sum \frac{F_i}{R_{oi}}},$$

где F – площадь исследуемой ограждающей конструкции, m^2 ; F_i – площадь характерной изотермической зоны, определяемой планиметрированием, m^2 ; R_{oi} – сопротивление теплопередаче характерной зоны, $\text{m}^2 \cdot \text{C}/\text{Вт}$.

Коэффициент теплотехнической однородности ограждающей конструкции, учитывающий влияние теплопроводных включений, определяется по формуле:

$$r = \frac{R_o^{np}}{R_o}.$$

Площадь опорного кронштейна АД-032/190 равна $0,0033 \text{ m}^2$, несущего АД-031/190 – $0,0055 \text{ m}^2$. Зона влияния теплопроводного включения принималась из расчета двух калибров в каждую сторону (рис. 4), где заштрихованные зоны в расчет принимались дважды как имеющие двухмерные температурные поля. Расчетная площадь по глади стены без теплопроводных

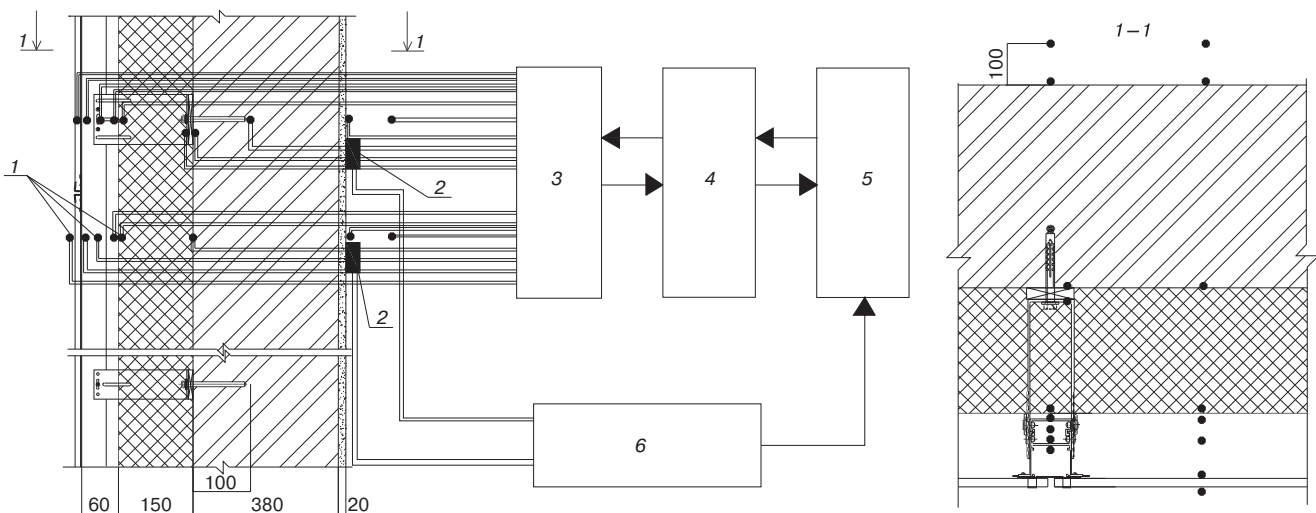


Рис. 3. Сечение стены и подключение датчиков: 1 – терморезисторы; 2 – преобразователь теплового потока; 3 – коммутатор; 4 – аналого-цифровой преобразователь; 5 – персональный компьютер; 6 – многоканальный теплограф

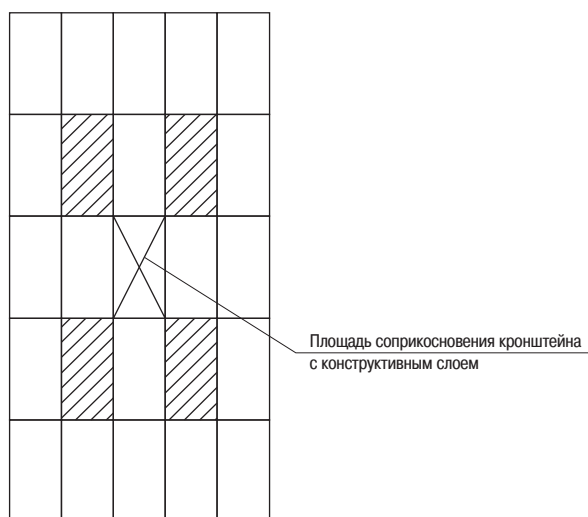


Рис. 4. Площадь зон влияния теплопроводного включения (опорного и несущего кронштейнов) $F_{оп} = 0,096 \text{ м}^2$, $F_{нес} = 0,16 \text{ м}^2$

включений на выделенных участках I и II составляет соответственно $F_I = 7,845 \text{ м}^2$, $F_{II} = 5,851 \text{ м}^2$.

Приведенные сопротивления теплопередаче и коэффициента теплотехнической однородности, согласно [2, 6], по полученным экспериментальным данным, на участках I и II соответственно составляют $R_I^{np} = 3,557 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$; $r_I = 0,931$; $R_{II}^{np} = 3,278 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$; $r_{II} = 0,858$.

Экспериментальные значения r получились близкими к приводимым в работе [4] без учета каркаса системы ($r = 0,99$), но значительно выше, чем с учетом алюминиевой подконструкции ($r = 0,58$).

Понятие коэффициента теплотехнической однородности r в основных терминах и определениях нормативных документов [2] и сводах правил [6] отсутствует, но приводятся формулы, по которым этот коэффициент *допускается* определять [п. 9.1.5 СП 23-101] либо *следует* определять при конкретном конструктивном исполнении ограждающих конструкций с эффективным утеплителем [п. 9.1.6 СП 23-101]. В работе [4] фасад стены разбивается на фрагменты и для каждого из них вычисляется значение R_{oi} . При этом проводится расчет температурных полей для каждого фрагмента. Среди сравниваемых вариантов глухая несущая стена, глухой наружный угол, угол с простенком, простенок, лоджия. В виде диаграммы перечислены восемь, по мнению авторов, значимых факторов влияния, среди которых толщина воздушной прослойки. К менее значительным отнесено наличие терморазрывных прокладок, а также количество и характеристики анкерных дюбелей. При рассмотрении влияния толщины воздушного зазора в интервале значений 60–100 мм на термическое сопротивление фрагмента есть смысл учитывать его продуваемость, т. е. скорость движения воздуха в нем в интервалах 0,2–0,8 м/с, а не саму толщину. Этому явлению большое внимание уделяют немецкие стандарты DIN EN ISO 10211-1.

О термической однородности всей фасадной стены в целом есть смысл говорить, если учитывать все узлы примыкания перегородок, оконных проемов и т. д. Процесс более чем трудоемкий и имеющий больше познавательный интерес с ожидаемым управляемым результатом.

Из анализа собственных экспериментальных и табличных данных [3] приходим к логическому выводу о невозможности снижения коэффициента теплотехнической однородности r с увеличением толщины конструктивного слоя, табл. 7.2, 7.3 [3].

Тепловая инерция $D = \Sigma R_i \cdot S_i$ в связи с ростом толщины конструктивного слоя возрастает, влияние мостика холода падает, а потому и значение r должно возрастать. Это же подтверждает эксперимент. Аналогичный ано-

мальный результат наблюдается в отношении роста коэффициента теплотехнической однородности r с ухудшением теплофизических характеристик утеплителя при одной и той же его толщине. С уменьшением коэффициента теплопроводности утеплителя коэффициент r должен расти, а не уменьшаться, поскольку возрастает тепловая инерция утепленной стены в целом [3].

Математический аппарат для определения коэффициента теплотехнической однородности r навесных фасадных систем приведен в [1]. Трактовка величины r дается как $r = Q_o / Q_n$, где Q_n – поток теплоты через неоднородную конструкцию, рассчитанный по температурному полю, Вт; Q_o – поток теплоты через однородную конструкцию той же площади, Вт.

Но это уже не трактовка нормативных документов и свода правил [2, 6]. Ориентируясь на соотношение локальных стоков теплоты (через кронштейн) и глади фасада, можно смело говорить о значениях r в пределах 0,45–0,65, совпадающих либо близких к значениям, приводимым в [1]:

$$Q_o = Q_o / n_k,$$

где q_o – плотность потока теплоты через однородную конструкцию, Вт/м²; n_k – среднее количество кронштейнов, приходящихся на м² стены, м⁻² [1].

Примем эту трактовку для рассматриваемого случая независимо от назначения кронштейна (опорный либо несущий) и получим $r_{кр} = 0,489$, при этом $q_{кр} = 9,014 \text{ Вт}/\text{м}^2$ – средний тепловой поток по кронштейну в течение экспериментального периода.

Значение $q_{кр}$ никак не является средневзвешенной по площади величиной согласно нормативным документам и правилам [2, 6]. Значение величины $r_{кр}$ находится в самой непосредственной зависимости от теплофизических характеристик терморазрывной прокладки и формы, типа и материала кронштейна. Но опять же $q_{кр} = q_o / n_k$.

Таким образом, необходимо прийти к общему определению – словесному и математическому коэффициента теплотехнической однородности r применительно к навесным вентилируемым фасадам.

Важно определиться с численными значениями r в любой форме – табличной, графической и главенствующими факторами влияния на его величину.

Применительно к системе U-kon, с учетом ее конструктивных особенностей, это сделать весьма реально. Желательно, перейти к общему физико-математическому, экспериментально подтвержденному пониманию величины r .

Список литературы

1. Гагарин В.Г., Козлов В.В., Цыкановский Е.Ю. Теплозащита фасадов с вентилируемым воздушным зазором // АВОК. 2004. № 2. С. 20–26, 2004. № 3. С. 20–26.
2. СНиП 23-02–2003 Тепловая защита зданий / Госстрой России. М.: ФГУП ЦПП. 2004. V. 26 с.
3. Рекомендации по проектированию навесных фасадных систем с вентилируемым воздушным зазором для нового строительства и реконструкции зданий. М.: Правительство Москвы, Москомархитектура. 2002. 107 с.
4. Подласова И.А., Чернета В.Ю., Капаница Н.О. и др. Сопротивление теплопередаче стен с навесными теплоизоляционными фасадами // АВОК. 2005. №3. С. 54–63.
5. Чебурканова Е.В. Теплотехнические особенности навесных вентилируемых фасадов системы U-kon // Энергосбережение в городском хозяйстве, энергетике: Материалы Пятой российской научно-техн. конф. Ульяновск, 20–21 апреля. 2006. Том 1. С. 172–175.
6. СП 23-101–2004 Проектирование тепловой защиты зданий. М.: Госстрой России. 2004.

Тепловой режим вентилируемых воздушных прослоек навесных фасадных систем

Навесные фасадные системы утепления – относительно новое в Республике Беларусь направление в наружной теплоизоляции эксплуатируемых и строящихся зданий. Особенность данных систем утепления состоит в укрытии слоя теплоизоляции облицовочными экранами, защищающими его от внешних атмосферных воздействий.

Расчет и проектирование наружной теплоизоляции стен с навесной фасадной системой основывается на решении трех основных задач: определение толщины слоя утеплителя; определение потока диффундирующей влаги через стену; определение геометрических характеристик воздушной вентилируемой прослойки (далее ВВП).

Перечисленные задачи требуют знания распределения температуры воздуха по высоте прослоек. В [1] представлена методика теплотехнического расчета наружных ограждающих конструкций с ВВП, согласно которой распределение температуры и интенсивность теплообмена по высоте прослойки рекомендуется принимать по эмпирическим зависимостям. В работах [2, 3] предложены методики по расчету распределения температуры, полученные на основании решения уравнений тепловых балансов прослоек.

Многочисленные натурные измерения и обследования эксплуатируемых зданий с навесными фасадными системами выявили различие между результатами экспериментальных измерений и расчетной величиной температуры по высоте вентилируемых прослоек, определенных по методикам, приведенным в [2, 3].

Из-за указанного несоответствия между расчетными и экспериментальными результатами необходимо уточнение методики расчета распределения температуры и интенсивности теплообмена по высоте вентилируемых прослоек.

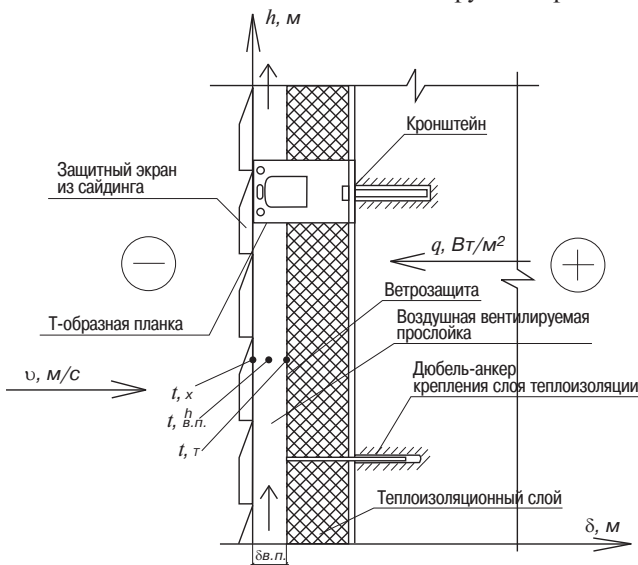


Рис. 1. Схема наружной стены с вентилируемым фасадом

Исследования выполнены для навесных фасадных систем с экранами, образующими сплошную защищенную облицовку на несколько этажей или на всю высоту здания. Схема участка стены с навесным вентилируемым фасадом представлена на рис. 1.

В безветренную погоду движение воздуха в вентилируемых прослойках стен связано с возникновением гравитационного давления. При наличии ветра и расположения здания в пределах городской территории возникают вихревые потоки воздуха разной направленности и интенсивности. На заветренной стороне вентилируемых фасадов циркуляция воздуха в прослойках может как улучшаться, так и ухудшаться, на наветренной стороне может наблюдаться как увеличение скорости движения воздуха, так и закупорка вентилируемой прослойки. Для зданий малой этажности возможно опрокидывание потока воздуха в прослойке. В целом ветровое воздействие положительно. За счет интенсификации движения воздуха удаляется избыточная влага из прослойки, оказывая осушающее действие на слой теплоизоляции на всех фасадах здания.

Из изложенного следует, что движение воздуха в ВВП в зависимости от внешних условий может быть как свободным, так и вынужденным.

По данным климатических исследований по Минску, безветрие составляет до 20% времени отопительного периода года.

В.Н. Богословский [2] для определения коэффициентов конвективного теплообмена при расчете наружных ограждающих конструкций с ВВП предлагает формулы, основываясь на рекомендациях М.А. Михеева [4]:

– для вынужденной конвекции при ламинарном режиме движения жидкости:

$$\overline{Nu}_{d_{ж}} = 1,4 \left(Re_{d_{ж}} \frac{d}{l} \right)^{0,4} \cdot Pr_{ж}^{0,33} \cdot \left(\frac{Pr_{ж}}{Pr_c} \right)^{0,25}; \quad (1)$$

– для вынужденной конвекции при турбулентном режиме движения воздуха:

$$\overline{Nu}_{d_{ж}} = 0,021 Re_{d_{ж}}^{0,8} \cdot Pr_{ж}^{0,43} \left(\frac{Pr_{ж}}{Pr_c} \right)^{0,25} \cdot \epsilon_1; \quad (2)$$

здесь

$$\overline{Nu}_{d_{ж}} = \frac{\bar{\alpha} \cdot d}{\lambda_{ж}} - \text{критерий Нуссельта};$$

$$Re_{d_{ж}} = \frac{w \cdot d}{\nu_{ж}} - \text{критерий Рейнольдса};$$

$$Pr_{ж} = \frac{\nu_{ж}}{a_{ж}} - \text{критерий Прандтля по температуре жидкости};$$

$$Pr_c = \frac{\nu_c}{a_c} - \text{критерий Прандтля по температуре стены},$$

где $\bar{\alpha}$ – средний коэффициент теплоотдачи поверхности, Вт/(м²·°C); d – определяющий размер, м; $\lambda_{жс}$ – коэффициент теплопроводности жидкости, Вт/(м²·°C); w – скорость движения жидкости, м/с; $\nu_{жс}$ – коэффициент кинематической вязкости жидкости, м²/с; ν_c – коэффициент кинематической вязкости жидкости при t_c , м²/с; a_c – коэффициент температуропроводности жидкости при температуре стенки t_c , м²/с; $a_{жс}$ – коэффициент температуропроводности жидкости, м²/с.

Указанные критериальные уравнения описывают теплоотдачу при вынужденном течении жидкости в трубах или каналах.

С целью оценки достоверности результатов, получаемых при расчетах конвективного теплообмена при использовании приведенных критериальных зависимостей с фактическими данными, на ряде жилых и административных зданий Минска с навесными фасадными системами были выполнены натурные исследования. Они включали устройство измерительных участков по всей высоте зданий с установкой термоэлектрических преобразователей для определения температур на внутренних поверхностях экранов, поверхностях теплоизоляционного слоя в местах расположения элементов крепления, вдали от них, в воздушных вентилируемых прослойках и по толще теплоизоляционного слоя; установку пневмометрических трубок для измерения статического и полного давления воздуха по высоте прослойки, а также под слоем теплоизоляции; измерения тепловых потоков через участки стен, защитные экраны и с поверхностей теплоизоляционных слоев; оценку температурных полей внутренних и наружных поверхностей наружных стен с помощью инфракрасной съемки.

Оснащение датчиками экспериментальных участков на стенах зданий показано на рис. 2. Измерения производились в течение года, с записью показаний на автоматические многоканальные приборы.

Некоторые результаты распределения температур по высоте прослоек, полученные при выполнении экспериментальных исследований, представлены на рис. 3–5.

Следует отметить, что на всех зданиях сопротивление теплопередаче наружных стен было в пределах $R_{ст}^{нл} = 2–2,6$ м²·°C/Вт. Наружные экраны выполнены из металлического профилированного сайдинга.

Анализ результатов натурных измерений позволяет сделать следующие выводы: скорость движения воздуха в ВВП, а также распределение температуры воздуха в прослойке зависит от температуры наружного воздуха, геометрических характеристик прослойки и теплозащитных характеристик стен и наружных экранов; при отсутствии ветра и температуре наружного воздуха не более -10°С скорость движения воздуха в прослойках составляла менее 0,1 м/с; при ветровом воздействии в протяженных воздушных прослойках (12 м и больше) зафиксированы случаи их закупорки, в малых по высоте прослойках (7 м и меньше) наблюдалось опрокидывание движения потоков воздуха; при скорости ветра 5 м/с и больше и скорости потока воздуха в прослойках до 1 м/с наблюдалась неустойчивость температурного режима по высоте прослоек; расчетным режимом для определения аэродинамических характеристик прослоек следует принимать наихудшие условия их эксплуатации без ветрового воздействия, т. е. движение воздуха при свободной конвекции в ограниченном пространстве.

Полученное натурное распределение температуры сравнивалось с расчетным для условий, соответствующих условиям проведения измерений. Используются методики, предлагаемые в [2, 3] и авторами.



Рис. 2. Монтаж экспериментального участка на стене с вентилируемым фасадом административного здания по ул. Фабрициуса в Минске: а – общий вид фасада на момент монтажа; б – установка термопар по высоте фасада

Температура воздуха в любой плоскости по высоте прослойки в соответствии с [3] рассчитывается по формуле:

$$t_{с.п.}^h = \frac{(R_n \cdot t_{сг} + R_g \cdot t_n) + R_n (t_n - t_{сг}) \cdot \exp\left(-\frac{h \cdot \delta_{сп.} \cdot \left(\frac{1}{R_g} + \frac{1}{R_n}\right)}{0,28 \cdot \rho_{сп.} \cdot L}\right)}{R_n + R_g} \quad (4)$$

где R_n , R_g – сопротивление теплопередаче соответственно защитного экрана и стены до воздушной вентилируемой прослойки, м²·°C/Вт; h – высота прослойки до рассматриваемого сечения, м; δ – ширина прослойки, м; L – расход воздуха при его движении в воздушной вентилируемой прослойке, м³/ч; $\rho_{сп.}$ – средняя по высоте прослойки (до рассматриваемого сечения) плотность воздуха, кг/м³.

Аналогичный подход к определению температуры воздуха в ВВП дан в [2], однако автором при выводе зависимостей учтены только конвективные составляющие теплоотдачи поверхностей ВВП исходя из прозрачности воздуха для теплового излучения.

Формула (4) получена решением уравнения теплового баланса, в котором подводящие и отводящие потоки теплоты идут на изменение температуры движущегося воздуха.

При решении уравнения теплового баланса в [2, 3] предполагается учитывать зависимость притекающего и уходящего тепловых потоков по высоте прослойки только от исходной температуры воздуха в воздушной вентилируемой прослойке. Уравнение теплового баланса предполагает постоянство коэффициентов теплоотдачи и тепловосприятия теплой и холодной поверхностей по высоте прослоек.

В действительности результаты экспериментов показывают, что температура на теплой поверхности и воздуха воздушной вентилируемой прослойки (рис. 4) изменяется по высоте. Следовательно, конвективные составляющие коэффициентов тепловосприятия холодной поверхности и теплоотдачи теплой поверхности прослойки по высоте также изменяются. Это связано с тем, что значительно изменяется перепад между температурой воздуха и температурой поверхности (как теплой, так и холодной), который является основным параметром в критериальных уравнениях вида $Nu = c (Gr \cdot Pr)^n$, описывающих теплоотдачу при свободной конвекции в ограниченном пространстве.

Уравнение теплового баланса для потока воздуха в ВВП шириной 1 м для навесных фасадных систем запишем в следующем виде:

$$0,28 \cdot c \cdot \bar{\rho}_{с.п.} \cdot L dt = \bar{\alpha}_T^K (\bar{t}_T - t_{с.п.}^h) dh - \bar{\alpha}_X^K (t_{с.п.}^h - \bar{t}_X) dh, \quad (5)$$

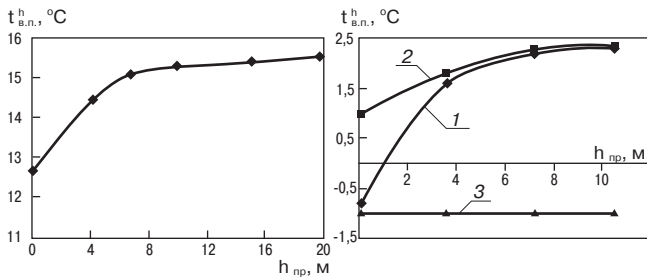


Рис. 3. Распределение температуры воздуха по высоте воздушной вентилируемой прослойки 6-этажного административного здания по ул. Фабрициуса в Минске: толщина прослойки $\delta_{в.п.} = 60$ (у выходного отверстия) и 100 (у входного отверстия) мм, безветренно; скорость движения воздуха в прослойке $v < 0,1$ м/с; температура наружного воздуха $t_h = +12,1^\circ\text{C}$

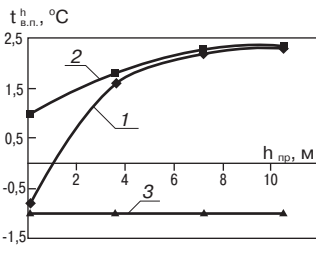


Рис. 4. Распределение температуры по высоте на теплой, холодной поверхности и воздуха ВВП 6-этажного жилого дома по ул. Городецкая в Минске: $\delta_{в.п.} = 40$ мм, безветренно; $v \approx 0,1$ м/с; $t_h = -1,1^\circ\text{C}$. 1 – температура воздуха в ВВП; 2 – температура на теплой поверхности утеплителя; 3 – температура на холодной поверхности экрана

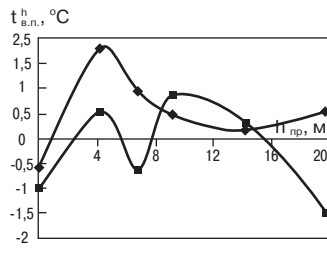


Рис. 5. Распределение температуры воздуха на теплой поверхности и по высоте ВВП административного 6-этажного здания по ул. Фабрициуса в г. Минске: $\delta_{в.п.} = 60$ (у выходного отверстия) и 100 (у входного отверстия) мм, ветер порывами до 5 м/с перпендикулярно плоскости вентилируемого фасада $v = 0-1$ м/с

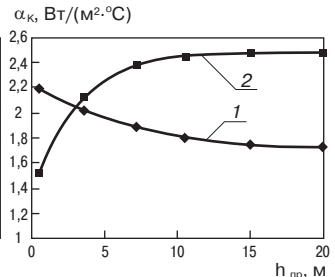


Рис. 6. Зависимость средних по высоте прослойке коэффициентов теплового сопротивления и теплоотдачи конвекцией холодной и теплой поверхностей вентилируемых фасадов: 1 – теплой стенки; 2 – холодной стенки

где $\bar{\alpha}_T^k, \bar{\alpha}_X^k$ – средние на участке прослойки dh коэффициенты теплового сопротивления и теплоотдачи поверхностей за счет конвекции, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$; \bar{t}_T, \bar{t}_X – средние за выбранный по высоте прослойки отрезок dh температуры на теплой и холодной поверхностях в ВВП, $^\circ\text{C}$; c – теплоемкость воздуха, принята $c = 1$ кДж/(кг· $^\circ\text{C}$).

Интегрирование уравнения (5) и решение его относительно $t_{в.п.}^h$ дает зависимость:

$$t_{в.п.}^h = t_h - (t_h - t_{ex}) \cdot \exp\left(-\frac{h(\bar{\alpha}_T^k + \bar{\alpha}_X^k)}{0,28 \cdot \bar{\rho}_{в.п.} \cdot L}\right), \quad (6)$$

где

$$t_h = \frac{t_{в} \cdot R_{нар} + t_{вн} \cdot R_{вн}}{R_{нар} + R_{вн}};$$

$t_{ex}, t_h, t_{в}$ – температура соответственно входящего в прослойку наружного и внутреннего воздуха, $^\circ\text{C}$; $R_{нар}, R_{вн}$ – сопротивление теплопередаче наружной и внутренней частей вентилируемого фасада, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

Воздух в вентилируемой прослойке на определенном расстоянии от входного отверстия приобретает температуру t_h , которая остается постоянной при дальнейшем его движении. Температура на теплой поверхности прослойки также по ходу движения воздуха возрастает и на определенном расстоянии от входного отверстия устанавливается постоянной. Таким образом, после перемещения потока на расстояние h возникает равновесие между притоком теплоты воздуху в прослойке и теплопотерями через наружный экран. Тогда для стационарного теплового режима справедливо отношение:

$$\frac{(t_{в} - t_h)}{R_{вн}} = \frac{(t_h - t_{ex})}{R_n},$$

решение которого и дает величину t_h .

Сопротивление теплопередаче внутренней и наружной частей вентилируемого фасада рассчитывается по формулам:

$$R_{вн} = \left(\frac{1}{\alpha_{в}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\bar{\alpha}_T^k} \right) \cdot r; \quad (7)$$

$$R_{нар} = \frac{1}{\bar{\alpha}_X^k} + \frac{\delta_{экр}}{\lambda_{экр}} + \frac{1}{\alpha_n}, \quad (8)$$

где r – коэффициент теплотехнической однородности, учитывающий дополнительный приток теплоты воздуху от теплой поверхности воздушной вентилируемой прослойки за счет элементов крепления слоя теплоизоляции и защитного экрана.

Обработка и оценка экспериментальных данных выявила, что наиболее достоверно процессы теплообмена в ВВП навесных фасадных систем теплоизоляции описыва-

ются с использованием для расчетов критериального уравнения свободной конвекции для турбулентного движения воздуха вдоль нагретой вертикальной стенки [4]:

$$Nu_{h,жс} = 0,15(Gr_{h,жс} \cdot Pr_{жс})^{0,33}. \quad (9)$$

С использованием уравнения (9) и данных по распределению температуры на холодной, теплой поверхностях, а также воздуха в прослойке рассчитаны коэффициенты конвективного теплообмена. По результатам расчета, приведенным на рис. 6, видно, что средний коэффициент конвективной теплоотдачи теплой поверхности по высоте прослойки уменьшается вследствие уменьшения перепада температуры между стенкой и воздухом. Средний коэффициент конвективной теплоотдачи холодной поверхности, наоборот, увеличивается.

Следует отметить, что при определении t_h в формулы (8) и (9) необходимо подставлять не средние коэффициенты теплообмена с поверхностей, а локальные, в сечении, где наблюдается равновесие между притоком теплоты в прослойку и теплопотерями через наружный экран. При расчетной температуре наружного воздуха $t_h = -24^\circ\text{C}$, термическом сопротивлении стен от внутренней поверхности до воздуха воздушной вентилируемой прослойки в пределах $R = 2-2,6$ ($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$) и защитном экране из металлического сайдинга они составляют $\alpha_T^k \approx 1,5$ $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ и $\alpha_X^k \approx 3,4$ $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

Предложенная методика расчета, разработанная на основании натуральных и аналитических исследований, позволяет уточнить локальные и средние коэффициенты конвективного теплообмена и температуры воздуха в вентилируемой воздушной прослойке. При теплотехническом расчете вентилируемых фасадов следует определить среднюю температуру и плотность воздуха в прослойке, а затем рассчитать гравитационное давление и методом итераций подобрать геометрические характеристики ВВП. Методика расчета использована при проектировании навесных фасадных систем теплоизоляции жилых зданий с воздушной вентилируемой прослойкой в Минске.

Список литературы

1. Протасевич А.М., Крутилин А.Б., Якимович Д.Д. Теплоизоляция наружных стен зданий по системе вентилируемый фасад // Жилищное строительство. 2006. № 2. С. 8–13.
2. Богословский В.Н. Строительная теплотехника. М.: Высшая школа. 1982. 415 с.
3. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. М.: Стройиздат. 1973. 287 с.
4. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. М.: Энергия. 1977. 344 с.

А.Б. СПИЦЫН, канд. техн. наук,
технический представитель компании DuPont по строительным мембранам Tyvek®

Критерии выбора ветрозащитной мембраны для вентилируемых фасадов

Применение ветрозащитных мембран при сооружении навесных фасадов в России в последние годы стало нормой. На большинстве строящихся объектов с навесным вентилируемым фасадом можно видеть, что утеплитель защищен ветро- и гидрозащитной мембраной. Ее отсутствие является нарушением регламента Технической оценки Госстроя РФ вследствие ошибок при проектировании или монтаже и влечет за собой серьезные последствия.

Несмотря на это, некоторые производители утеплителей заявляют, что применение ветрозащиты необязательно, чем вводят в заблуждение проектировщиков. В составе волокнистых утеплителей присутствует связующее, которое может утрачивать свои свойства под воздействием дождя, снега, ветра, пыли и высокой концентрации примесей в воздухе больших городов, а также при перепаде температуры. В настоящее время нет опубликованных данных о долговечности связующего в утеплителях, а также отдельных утеплителей. Этот вопрос находится в стадии исследования. До опубликования подтвержденных испытаниями данных по срокам службы незащищенного утеплителя и свойствам связующего материала в российских климатических условиях необходимо применять ветрозащитные мембраны для защиты утеплителя от перечисленных выше воздействий.

Компания DuPont имеет большой опыт в производстве ветро- и гидрозащитных мембран, а также научно-техническую базу, основанную на результатах испытаний и опыте практического применения мембран, и уже более 30 лет поставляет их для строительства. Для защиты стеновых конструкций компания выпускает мембраны Tyvek® Housewrap (Тайвек Хаусрэп – от англ. House (дом) и Wrap (обертка)).

Нередко при сооружении навесных фасадов на строительных объектах ошибочно применяется марка Soft, обладающая более низкой прочностью и предназначенная исключительно для скатных кровель.

Tyvek® Housewrap успешно прошел испытания в архитектурном испытательном институте США по заказу компании DuPont и разрешен для применения в Нью-Йорке, где есть большой риск воздействия ветров ураганной силы.

На некоторых объектах можно увидеть дешевые мембраны из нетканого полипропилена или микроперфорированные пленки. Такие материалы не обладают всеми свойствами, необходимыми для применения в навесных вентилируемых фасадах. В таблице приведены типовые параметры, по которым производится отбор мембран.

Из таблицы видно, что Tyvek® Housewrap, микроперфорированные пленки и некоторые трехслойные мембраны отвечают требованиям по разрывным нагрузкам. Tyvek® Soft при больших ветровых нагрузках, например во время грозы, на верхних этажах здания может отрываться; аналогичная ситуация может наблюдаться с другими видами материалов. Постоянные колебания в потоке ветра могут приводить к расслаиванию и последующей утрате многослойными материалами гидрозащитных свойств. Этими свойствами не обладают материалы из нетканого полипропилена и перфорированных пленок.

Паропроницаемостью обладает большинство мембран, за исключением микроперфорированных пленок. Особую значимость имеет сохранение параметров после искусственного старения и облучения ультрафиолетом. Это свойство важно для определения срока службы материала и продолжительности его хранения на строительной площадке под открытым небом. Часто монтаж облицовки затягивается на несколько месяцев, в результате чего стабильность его свойств приближается к критической отметке. Как правило, эта проблема решается на стадии производства материала. В состав высококачественных дорогих пленок входит УФ-стабилизатор, способствующий сохранению первоначальных свойств под воздействием солнечных лучей.

Недорогие пленки, не содержащие УФ-стабилизатора, без защитного покрова через 3–4 месяца начинают раз-

Характеристика	Методика	Требуемое значение	Tyvek® Housewrap	Tyvek® Soft	Нетканый полипропилен	Микроперфорированные пленки	Двух-трехслойные мембраны
Разрывная нагрузка при растяжении, кг/5 см, не менее вдоль полотна поперек полотна	ГОСТ 2678–94	25 25	31,8 33,9	14,5 13,5	18 18	22 60	10 33
Паропроницаемость при 21°C, г/м² за 24 ч, не менее	ГОСТ 25898–83	600	994	683	1000	20–100	600–1000
Водонепроницаемость, мм (водяной столб 24 ч)	ГОСТ 2678–94	200	1500	1500	менее 200	менее 200	1000–4000
Сохранение параметров после искусственного старения (температура + УФ-облучение)	EN 1297	да	да	да	нет	нет сведений	да

рушаться. Многие двух- или трехслойные пленки имеют непродолжительный срок службы. Для них необходимо определение усилия, при котором мембрана расслаивается до и после искусственного старения. Это связано с тем, что на российском рынке встречается большое количество продукции, переработанной на одном из российских или центрально-европейских заводов. Технология изготовления таких материалов несовершенна, и срок их службы остается под вопросом.

Важным параметром является и воздухопроницаемость. Существуют разные мнения о требуемой величине ее значений — от нулевого показателя до минимального значения 1–2 м³/м² за 1ч при разности давлений 50 Па. В пользу сторонников минимальных показателей стоит отметить, что если пленка способна пропускать воздух, то она не препятствует инфильтрации и эксфильтрации в стене и тем самым способствует естественному воздухообмену.

Свойства пожарной безопасности мембран примерно одинаковы. Такие материалы являются горючими и потому не должны устанавливаться в непосредственной близости от источников открытого огня. На основании приложения к Приказу № 320 МЧС России материал Tyvek® не подлежит обязательной сертификации в области пожарной безопасности. Поэтому отдельно

испытания на класс пожарной безопасности мембраны не проводятся. Испытания на пожарную безопасность обязательны для систем вентилируемых фасадов, и мембраны проходят испытания вместе с системой. По результатам этих испытаний фасадной системе присваивается определенный класс пожарной безопасности и выдается заключение, разрешающее применение данной системы, включая все ее элементы.

Из изложенного следует, что для применения в качестве гидро- и ветрозащитного слоя в системах навесных вентилируемых фасадов пригодны немногие материалы, представляемые в настоящее время на рынок. Это материалы, обладающие всеми требуемыми свойствами, имеющие высокие показатели качества и определенный набор свойств. Такие материалы созданы на основе высоких технологий и стоят дороже 45 р/м². Среди них всем требованиям отвечают лишь Tyvek® Housewrap и некоторые высококачественные недорогие трехслойные мембраны. Tyvek® Housewrap применяется уже более 30 лет в США и Канаде с климатом, близким к российскому, а трехслойные мембраны являются относительно новым (не более 10 лет на рынке) высокотехнологичным продуктом, не в полной мере прошедшим апробацию временем и климатическими воздействиями.

DuPont™
Tyvek®

ООО «Кемопласт»

Тел.: (495) 970-1326

факс: (495) 970-1327

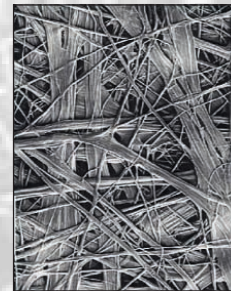
e-mail: membrane@kemoplast.ru

www.kemoplast.ru

Что такое Tyvek® ?



- Нетканый материал
- HDPE (полиэтилен повышенной прочности)
- Микропористая волокнистая структура
- Постоянная паропроницаемость
- Полная ветрозащита
- Высокая водонепроницаемость
- Высокое сопротивление УФ-лучам и высоким температурам
- Отсутствие эффекта «палатки»
- Большой срок службы



Супердиффузионная подкровельная мембрана в скатных кровлях



1. Кровельное покрытие
2. Контробрешетка
3. Обрешетка
4. Диффузионная мембрана Tyvek®
5. Стропило

Ветрозащита в ограждающих конструкциях (вентилируемый фасад)



6. Теплоизоляция (минвата, стекловата)
7. Пароизоляция VCL Sd2
8. Внутренняя отделка (гипсокартонная плита)
9. Каркасная конструкция (стойки)
10. Отделка фасада (сайдинг, декоративные плиты)

Современный материал для отделки фасадов

Современное строительство предъявляет к материалам высокие требования. Все чаще перед строителями встает вопрос выбора материала для наружной отделки здания. Любой заказчик хочет, чтобы здание было современным, вызывало восхищение и говорило о престиже фирмы.

В последнее время большую популярность приобрели навесные вентилируемые фасады. Конструкция такой системы состоит из нескольких слоев – несущей стены, теплоизоляции, воздушного зазора и облицовочного материала. Подконструкция навесного фасада состоит из кронштейнов и несущих профилей, которые крепятся непосредственно к несущей стене и образуют каркасную систему. Утеплитель фиксируется на наружной поверхности стены с помощью дюбелей. Между защитно-декоративным экраном и стеной остается воздушный зазор. Именно он определяет важнейшие эксплуатационные свойства навесных фасадов.

Достоинством наружной теплоизоляции является увеличение теплоаккумулирующей способности массива стены. Использование традиционных строительных материалов, таких как бетон, кирпич, дерево, требует устройства дополнительной теплоизоляции. При отключении теплоснабжения кирпичная стена с навесным вентилируемым фасадом остывает в 6 раз медленнее, чем стена, облицованная кирпичом или деревом с внутренним слоем теплоизоляции такой же толщины.

Выбор подобной технологии, получившей широкое распространение как за рубежом, так и в России, обусловлен рядом ее преимуществ перед другими способами отделки фасадов:

- защита наружных стен и теплоизоляции от атмосферных воздействий;
- высокая тепло- и звукоизоляция;
- снижение энергозатрат при эксплуатации здания;
- естественная вентиляция внутренних слоев;
- нивелирование термических деформаций, возникающих вследствие сезонных и суточных перепадов температур;
- отсутствие специальных требований к поверхности несущих стен;
- идеально ровные поверхности;
- возможность ведения монтажа при любых погодных условиях;
- сокращение сроков строительства за счет быстроты монтажа.

Наиболее распространенными из облицовочных материалов для навесных фасадов являются алюминиевые композитные панели (АКП). Такая популярность объясняется свойствами материала – небольшой поверхностной плотностью – 5,5–5,8 кг/м², быстрым монтажом и большими возможностями дизайна, широкой цветовой гаммой.

Структура всех панелей не зависит от марки и производителя практически одинакова: два листа алюминия толщиной 0,3–0,5 мм, один из которых предварительно окрашен, соединены между собой композитной прослойкой. Общая толщина панели варьируется от 2 до 6 мм. Основные отличия материала заключаются в качестве алюминия, стойкости покрытия, цветовой гамме и пакете услуг, предлагаемых поставщиками. В настоящее время основную долю рынка занимают материалы китайского и корейского производства.

Производство первого российского алюминиевого композитного материала Alcotek было налажено чуть

более двух лет назад в Калуге. Для производства АКП Alcotek используют первичный российский алюминий. Лучшим покрытием для алюминиевых композитных панелей является PVDF (поливинилденфторид). Для окраски алюминиевой ленты компания «Алкотек» использует покрытие марки «KYNAR 500» (KCC, Южная Корея), содержание смол в котором составляет 70%. Срок службы такого покрытия более 25 лет, что позволяет не затрачивать ежегодно средства на косметический ремонт фасадов. Благодаря своим свойствам, материал выдерживает сезонные колебания температуры в диапазоне –50–+80°С, отличается высокой стойкостью к УФ-излучению. Базовая колерная карта насчитывает 60 цветов, кроме того, можно подобрать любой цвет по системе RAL. Материал сертифицирован для использования на территории РФ.

Компания «Алкотек» строит свою производственную деятельность, ориентируясь на современные концепции развития рыночных отношений, предъявляет высокие требования к поставщикам сырья. Усилия компании направлены на совершенствование характеристик товара, для чего фирма уже аккумулировала достаточно ресурсов. Компания имеет большие преимущества перед иностранными фирмами по срокам поставки материала и ценам.

В настоящее время в ассортименте панелей Alcotek более 30 стандартных и более 50 нестандартных цветов.

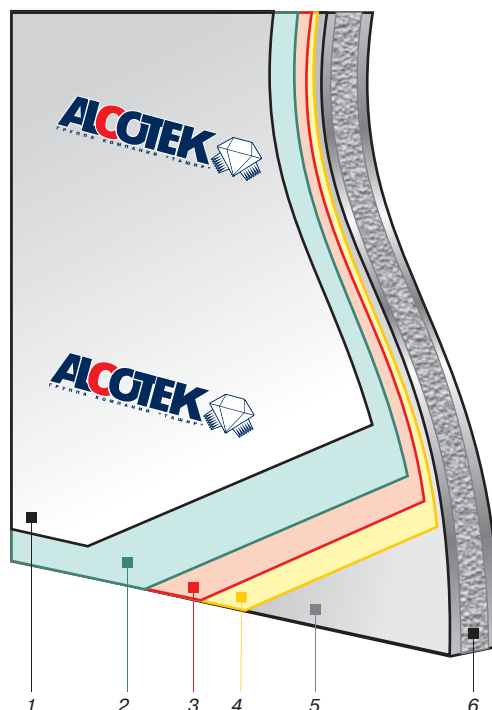


Схема расположения слоев АКП Alcotek: 1 – защитная пленка; 2 – покрытие лаком на основе PVDF; 3 – слой эмали на основе PVDF; 4 – слой грунта; 5 – анодированный алюминий толщиной 0,4–0,5 мм; 6 – композитный материал



Гостиничный комплекс «Турист» (г. Бобруйск, Республика Беларусь)



Офисное здание в Калуге (реконструкция)

Кроме устройства навесных вентилируемых фасадов, АКП могут быть использованы при реконструкции зданий, в отделке интерьеров нежилых зданий и небольших сооружений, в наружной рекламе. Спустя два года с момента выпуска панелей Alcotek на рынок объем производства и реализации достигает 50 тыс. м² в месяц. На предприятии планируют довести этот показатель до 90 тыс. м² в месяц.

Первыми объектами, при возведении которых были использованы панели, стали здания Москвы, Московской области, Калуги, Казани. География рынка сбыта постоянно расширяется. С применением АКП Alcotek построено более 50 крупных объектов самого разного назначения как в районах Крайнего Севера (Тюмень, Новый Уренгой, Ангарск, Югорск), так и в городах на юге страны (Краснодар, Ставрополь, Грозный, Сочи). В настоящее время возводятся и реконструируются крупные объекты в Саранске, Казани, Тольятти, Костроме,

Волгограде, Сочи. Создана широкая дилерская сеть. Продукция получила признание у российских и зарубежных клиентов и инвесторов, архитектурных институтов. Компания тесно сотрудничает с разработчиками и производителями конструкций навесных фасадных систем «U-kon», «A-System», «ОЛМА» и др.

Продукция ООО «Алкотек» стала лауреатом конкурса «Инновация-2006» в номинации «Строительные конструкции и стеновые материалы» на Международной строительной выставке «BalticBuild-2006» (Санкт-Петербург). Компания дорожит своими клиентами, поддерживает с ними доверительные и конструктивные отношения, обеспечивает индивидуальный подход, учитывает их возможности и пожелания, предлагает оптимальные цены и высокий уровень обслуживания.

По материалам компании «Алкотек»




РОССИЙСКИЙ АЛЮМИНИЕВЫЙ КОМПОЗИТНЫЙ МАТЕРИАЛ

производство в г. Калуге




**НАВЕСНЫЕ ВЕНТИЛИРУЕМЫЕ ФАСАДЫ
РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

ТОРГОВЫЙ ДОМ: 248001, г. Калуга, ул. Кирова, 63
E-mail: tdalcotek@mail.ru www.alcotek.ru

тел.: (4842) 57-80-80, 79-50-86, 59-94-62,
тел./факс: (4842) 59-94-70

РЕКЛАМА

АКВАПАНЕЛЬ®

Цементная плита



ОСНОВА ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОЙ ОТДЕЛКИ ФАСАДОВ И ИНТЕРЬЕРОВ

Строителям хорошо известна продукция фирмы КНАУФ, ассортимент которой постоянно расширяется. В настоящее время компания выводит на российский строительный рынок новый продукт – цементные плиты АКВАПАНЕЛЬ® для наружных и внутренних отделочных работ, которые выпускаются на предприятии компании KNAUF USG Systems в Германии.

Плита АКВАПАНЕЛЬ® состоит из сердечника на основе легкого бетона, все плоскости которого, кроме торцевых кромок, армированы стеклосеткой. Торцевые кромки (EasyEdge®) армированы стекловолокном. Толщина плит АКВАПАНЕЛЬ® соответствует толщине КНАУФ-листа – 12,5 мм. Это позволяет использовать ее в комплектных системах КНАУФ без изменения конструкций каркасов для КНАУФ-листа.

Цементная плита АКВАПАНЕЛЬ® Внутренняя – влагостойкий материал, обеспечивающий прочное и надежное основание для облицовки плиткой помещений с мокрым и влажным режимом эксплуатации, например ванных комнат, общественных душевых, кухонь, зон вокруг бассейнов, прачечных, гаражей и автомоек.

При монтаже плиты АКВАПАНЕЛЬ® Внутренние крепятся к металлическому или деревянному каркасу комплектными шурупами и склеиваются между собой клеем АКВАПАНЕЛЬ® Клей для швов. Данная технология не требует дополнительного шпаклевания швов и использования специальных гидроизоляционных матери-

алов, поэтому уже через сутки влагостойкая поверхность готова для дальнейшей декоративной отделки.

Благодаря жесткости плит нет необходимости уменьшать шаг стоек каркаса при облицовке керамической плиткой: используется стандартный шаг каркасно-обшивных конструкций 600 мм и однослойная обшивка, на которую можно приклеивать до 50 кг плитки на 1 м².

Цементные плиты АКВАПАНЕЛЬ® Внутренние устойчивы к образованию грибка и плесени, что особенно важно для помещений, рассчитанных на высокую влажность; обладают хорошей паропроницаемостью. Это гарантирует беспрепятственное движение пара через обшивку, что является важным параметром для слоистых конструкций.

Для удобства заказчиков разработан альбом рабочих чертежей «Комплектные системы КНАУФ. Конструкции с применением армированных цементно-минеральных плит АКВАПАНЕЛЬ® Внутренняя».

Цементная плита АКВАПАНЕЛЬ® Наружная – это долговечный строительный материал, имеющий высокую стой-

Физико-технические характеристики цементных плит АКВАПАНЕЛЬ®

Характеристики	Цементная плита АКВАПАНЕЛЬ®	
	Внутренняя	Наружная
Габаритные размеры, мм		
ширина	900	900
длина	1200/2400	1200/2400
толщина	12,5	12,5
Минимальный радиус изгиба, м		
для плиты шириной 900 мм	3	3
для полос из плит шириной 300 мм	1	1
Масса 1 м ² плиты, кг	15	16
Плотность, кг/м ³	1050	1100–1200
Предел прочности при изгибе, МПа, не менее	>6,2	>10
Морозостойкость, циклы		>75
Показатель кислотности pH	12	12
Модуль упругости, МПа	около 5000	4000–7000
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	0,36	0,36
Тепловое расширение 10 ⁻⁶ м/К, в интервале температуры		
–50 °С – +20 °С		9
+20 °С – +40 °С		8
+40 °С – +80 °С		4
Коэффициент паропроницания, мг/(м ² ·ч·Па)	0,0208	0,0329
Изменение длины при насыщении водой, %	0,1	0,1
Прочность сцепления плит с базовым штукатурным слоем, МПа, не менее		>0,75
Группа горючести	Г1	Г1
Удельная эффективная активность естественных радионуклидов, не более, Бк		370



кость к различным климатическим воздействиям (ветер, дождь, снег, изменение температуры и т. д.). Обшивка из плит АКВАПАНЕЛЬ® Наружные применяется в качестве несущего основания в системах с тонким наружным штукатурным слоем. Тонкослойная штукатурная система фирмы КНАУФ включает: штукатурно-клеевую смесь КНАУФ-Северенер; грунтовочный состав КНАУФ-Изогрунд; декоративную штукатурную смесь КНАУФ-Диамант.

Плиты АКВАПАНЕЛЬ® Наружные находят широкое применение при устройстве подвесных потолков, облицовке наружных стен, ремонте и восстановлении фасадов и других видах наружной отделки.

Вертикальные деформационные швы, компенсирующие температурные деформации конструкции, предусматриваются через каждые 15 м стены. Дополнительные горизонтальные деформационные швы, компенсирующие деформации здания, предусматриваются в зоне межэтажных перекрытий.

Рекомендуемые нормы расхода основных материалов при обшивке и оштукатуривании фасадов с применением плит АКВАПАНЕЛЬ® Наружная

Плита АКВАПАНЕЛЬ® Наружная (однослойная обшивка), м ²	1
Гидроветрозащитный материал типа «Тайвек», м ² ...	1,1
Шурупы для крепления плит АКВАПАНЕЛЬ® при шаге стоек 600 мм, шт.	15
Армирующая лента (серпянка) для швов шириной 10 или 33 см, м	2,1
Шпаклевочная смесь для швов, кг	0,7
Штукатурно-клеевая смесь КНАУФ-Северенер при толщине 5 мм, кг	7-8
Стеклосетка, м ²	1,1
Грунтовочный состав КНАУФ-Изогрунд, г	200
Штукатурная декоративная смесь КНАУФ-Диамант, кг ..	3,8

Для крепления цементных плит АКВАПАНЕЛЬ® можно использовать специальные стальные скобы или винтовые гвозди, каталог которых составлен в сотрудничестве с фирмой «Хаубольд – Килберг ГмБХ» (Хемминген, Германия) и высылается по запросу заказчика.

Цементная плита АКВАПАНЕЛЬ® удобна и технологична. Ее раскрой производится путем надреза ножом и отламывания по месту надреза, что позволяет минимизировать затраты времени для устройства ограждающей конструкции, перегородки или потолка.

Благодаря армирующей стеклосетке цементную плиту АКВАПАНЕЛЬ® можно гнуть без дополнительных технологических операций в отличие от КНАУФ-листов, которые необходимо смачивать водой, прокалывать слой картона специальным валиком со стальными шипами, придавать листам форму с помощью деревянных шаблонов. Это позволяет быстро и эффективно применять ее для создания или облицовки криволинейных поверхностей, что существенно расширяет возможности реализации творческих идей архитекторов и дизайнеров.

Системы на основе цементных плит АКВАПАНЕЛЬ®, разработанных компанией KNAUF USG Systems, дают следующие преимущества при внутренней и наружной отделке зданий:

- высокая влагостойкость (без разбухания или крошения);
- высокая морозостойкость;
- долговечность;
- высокие прочностные характеристики;
- экологичность материала;
- отсутствие трудоемких процессов обработки;
- не требуется применение специального инструмента;
- быстрота монтажа способствует сокращению стоимости работ.

www.knauf.ru

Э.Н. ХАФИЗОВА, инженер, Е.А. ТУРНАЕВА, канд. хим. наук,
Г.А. ЗИМАКОВА, канд. техн. наук,
Тюменский государственный архитектурно-строительный университет

Защитно-декоративные материалы для облицовки фасадов

Оформление фасадов следует рассматривать как неотъемлемую в функциональном и художественном отношениях часть архитектурной отделки зданий и их комплексов.

Традиционной декоративной отделкой фасадов зданий являются: облицовка строительной керамикой, декоративными штукатурками и окраска различными составами [1, 2]. В настоящее время находят широкое применение системы вентилируемых фасадов, при которых для облицовки используются разнообразные материалы: металлы, композитные материалы, бетоны, керамический гранит, стекла со специальным покрытием, натуральный камень, покрытия, имитирующие камень, дерево, кирпич [3].

Для фасадов зданий предпочтительно использовать отделку навесными элементами с защитно-декоративным слоем из мелкозернистых материалов. В большинстве случаев проблемным в подобных материалах является клеевой слой, который подвержен усадочным деформациям и разрушениям в результате атмосферных воздействий – перепадов температур, дождя и снега [4].

При разработке покрытий важны цвет и состав клеевой подложки, а также цвет и зернистость используемых для присыпки материалов.

Авторами в испытательной лаборатории ТЮМГАСУ разработаны облицовочные материалы для фасадов с защитно-декоративным мелкозернистым слоем, который наносится и закрепляется на асбестоцементных плитах с помощью клеевой композиции. При разработке состава клея для нанесения декоративного защитного слоя на плиты использовали эпоксидные смолы холодного отверждения отечественного и зарубежного производства (ЭД-20, ЕРИКОТЕ 816, ЕРИКОТЕ 828). Эпоксидные смолы модифицировали каучуками, обеспечивающими получение композитов с необходимым уровнем механической, адгезионной и когезионной прочности и эластичности. Для модификации использовали каучуки и композиции на их основе производства ОАО «Казанский завод синтетического каучука». Такая модификация позволяет регулировать эксплуатационные свойства не только клеевых композиций, но и фасадной плиты в целом.

По клеевому слою наносят мелкозернистую каменную крошку различных фракций: до 1,5; 1,5–3 и 3–5 мм. Гранулометрия материалов влияет на адгезионную прочность соединения крошки с клеем, на расход клеевой композиции, фактуру декоративного покрытия и его цвет: в зависимости от размера зерен меняется степень отражения от поверхности. При увеличении размеров крошки адгезионная прочность снижается, а расход клея возрастает на 20–30%.

Декоративные фасадные плиты с мелкозернистыми материалами, заглубленными в клеевой слой, отличаются от многих покрытий своей декоративностью и прочностью.

На декоративные фасадные плиты воздействуют различные атмосферные факторы – температура, свет, кислород воздуха и влага. Все они действуют с зональной, суточной и сезонной периодичностью, и поэтому вызываемое ими атмосферное старение материала носит ярко выраженный циклический характер. В соединениях возникают циклические температурно-влажностные напряжения, которые в сочетании с химической деструкцией в основном определяют атмосферостойкость большинства фасадных материалов. Старение фасадных покрытий под влиянием атмосферных воздействий примерно в 50 раз интенсивнее, чем при службе таких же покрытий в помещении [5].

У разрабатываемых защитно-декоративных материалов определяли светостойкость, адгезионную прочность, морозостойкость и атмосферостойкость.

Таблица 1

Концентрация пигмента S 610, %	Светостойкость, ч
0	0,5
0,5	1,5
1	5
3	более 50
5	более 50

Таблица 2

Типы фасадных плит	Водопоглощение, %
Асбестоцементная плита	9,8–9,9
Асбестоцементная плита + клеевая композиция + белая мраморная крошка (фракция 1,5–3 мм)	7,8–8
Асбестоцементная плита + клеевая композиция + белая мраморная крошка (фракция 3–5 мм)	7,9–8,2

Таблица 3

Свойства	Величина
Предел прочности при изгибе, МПа	не ниже 23
Плотность, кг/м ³	не ниже 1800
Морозостойкость: количество циклов попеременного замораживания и оттаивания	50
остаточная прочность, %	не ниже 40
Адгезионная прочность, МПа	не ниже 0,3
Деформация при крутящей нагрузке	отсутствие отколов декоративного слоя

Адгезионная прочность декоративного покрытия находится в пределах 2,7–4,5 МПа, что существенно выше стандартных требований, предъявляемых к такого рода материалам согласно СНиП 3.04.01–87 «Изоляционные и отделочные покрытия».

При определении атмосферостойкости фасадных плит фиксировали изменение их характеристик в процессе циклического переменного воздействия положительной (+70°C) и отрицательной температуры (–40°C), влажности, ультрафиолетового воздействия (УФ) и слабоагрессивных сред (растворов), имитирующих воздействие критических эксплуатационных нагрузок по ГОСТ 9.401–91 «Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов».

В качестве слабоагрессивных сред выбраны разбавленные растворы NaCl, NaHCO₃, H₂SO₄ (температура растворов при испытании 20°C).

Морозостойкость определяли многократным замораживанием и оттаиванием материалов, насыщенных в течение 2 ч водой. Замораживание осуществляли в течение 4,5 ч в морозильной камере при $t = -40^\circ\text{C}$, оттаивание – в течение 1,5 ч в воде при $t = +20^\circ\text{C}$.

Светостойкость разработанных декоративных покрытий оценивали по результатам УФ-облучения. В качестве источника УФ-излучения использовали кварцевую лампу со световым потоком 3500–4000 лк, расстояние от источника света составляло 50 см. После УФ-воздействия оценивались: выгорание цвета декоративного слоя плиты, наличие белесых пятен, желтизны, изменение эластичности клеевого слоя, адгезионной прочности сцепления крошки с клеем и клея с плитой.

В качестве показателей при определении атмосферостойкости покрытий учитывали их декоративные свойства, прочность при изгибе фасадных плит, адгезионную прочность сцепления декоративного покрытия с основой. При этом фиксировали следующие повреждения: растрескивания и отслоения, связанные с глубокой разрушения отделочного и нижележащего слоев, пузыри, осыпание крошки. При выявлении участков изделия с повышенными дефектами, вызванными сосредоточенным воздействием агрессивных факторов, оценивали: качество углов, ребер, качество лицевой поверхности. После окончания каждого цикла испытаний для выявления дефектов внешнего вида проводили визуальный осмотр изделий.

Для улучшения зрительного эффекта и декоративности покрытий, на которые влияют сочетания цветов клеевого компонента и зернистого материала, при окрашивании в состав клеевой композиции вводили от 0,5 до 10% титановых и железооксидных пигментов различных цветов производства Германии, Украины, Саудовской Аравии, Китая. В табл. 1 представлены результаты исследования влияния железооксидного коричневого пигмента S 610 (Германия) на светостойкость клеевой композиции.

Увеличение дозировки пигментов повышает светостойкость клеевых композиций, и при определенной концентрации они без изменения цвета выдерживают УФ-облучение продолжительностью свыше 50 ч.

Облицовочные материалы с разработанным декоративным слоем выдерживают 50 циклов попеременного замораживания и оттаивания со снижением показателей адгезионной прочности в допустимых пределах (превышает 0,3 МПа) и обладают термостойкостью до +100°C.

Как следует из табл. 2, нанесение полимерного покрытия, создаваемого отвержденным клеевым составом на поверхности материала, и мелкозернистых каменных материалов позволяет снизить водопоглощение исходных асбестоцементных плит на 16–20%.

Результаты испытаний опытных образцов показывают, что физико-механические показатели рекомендуемых к промышленному производству фасадных плит с разработанным декоративным слоем превышают нормативные требования к физико-механическим характеристикам, приведенным в табл. 3.

Таким образом, установлено, что разработанные защитно-декоративные материалы обладают необходимыми строительно-техническими свойствами при достаточно жестком перепаде температуры и УФ-облучении. Разработанные композиты позволяют получать на фасаде одноцветные покрытия или многоцветное красочное панно.

Полученные экспериментальные данные по качеству отделки фасадных плит мелкозернистыми покрытиями позволяют создавать различные декоративные варианты конструкций с высокими защитными характеристиками.

Разработанные защитно-декоративные материалы внедрены в промышленное производство в г. Тюмени, где их уже в течение двух лет используют для облицовки новых и при реставрации старых зданий различной этажности.

Список литературы

1. Громов Ю.Е., Лежнеков В.П., Северинова Г.В. Индустриальная отделка фасадов зданий. М.: Стройиздат. 1980. 70 с.
2. Завражин Н.Н., Северинова Г.В., Громов Ю.Е. Производство отделочных работ в строительстве (Зарубежный опыт). М.: Стройиздат. 1987. 310 с.
3. Цыганов Ю.В. Системы SPIDI для навесных вентилируемых фасадов // Строит. материалы. 2003. № 7. С. 24–25.
4. Кардашов Д.А. Конструкционные клеи. М.: Химия, 1980. 288 с.
5. Елесин М.А., Туренко Ф.П. Физико-химическая оценка качества покрытий зданий фасадными красками // Строит. материалы. 2005. № 10. С. 32–35.

**Российская академия наук
Уральское отделение
Правительство Республики Коми**

III Международная конференция

**ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ
БАРЕНЦЕВА РЕГИОНА В ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ
И ТЕХНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

25 – 27 сентября 2007 г. г. Сыктывкар

Тематика конференции:

- ◆ минерально-сырьевые ресурсы Баренцева региона и сопредельных территорий, проблемы рационального природопользования, комплексное использование природных и техногенных минеральных ресурсов;
- ◆ проблемы переработки природного и техногенного минерального сырья, получение эффективных строительных и технических материалов;
- ◆ современные проблемы строительного материаловедения и технологии строительных материалов;
- ◆ экономика строительной индустрии, проблемы развития промышленности строительных материалов;
- ◆ экологические проблемы недропользования и переработки минеральных ресурсов.

Официальные языки конференции – русский и английский

Основные даты:
до 1 августа 2007 г. – прием тезисов докладов;
до 1 сентября 2007 г. – рассылка программы конференции.

Оргкомитет: тел.: (8212) 44-65-34, 20-39-43 (секретариат конференции);
Факс: (8212) 24-09-70, 24-53-46 E-mail: minraw@geo.komisc.ru
Амосова Ольга Евгеньевна, Митюшева Татьяна Павловна

Почтовый адрес: Россия, 167982, Сыктывкар, ул. Первомайская, д. 54,
Институт геологии Коми НЦ УрО РАН

УДК 699.8

В.В. БАБКОВ, д-р техн. наук, УГНТУ;
Г.С. КОЛЕСНИК, В.А. ДОЛГОДВОРОВ, кандидаты техн. наук, БашНИИстрой;
Г.Т. ПОНОМАРЕНКО, ООО «Экстрем» (Уфа)

О надежности и долговечности навесных фасадных систем

Повышенные требования к теплотехническим характеристикам ограждающих конструкций зданий и сооружений, изложенные в новых российских нормативных документах СНиП 23-02–2003, СП 23-101–2000 и региональном ТСН 23-318–2000 РБ, могут быть эффективно реализованы только в многослойных ограждающих конструкциях с использованием современных теплоизоляционных материалов. Одним из вариантов многослойной ограждающей конструкции, завоевывающим все большую популярность, являются навесные фасадные системы (НФС) с воздушным зазором в межслойном пространстве.

Навесные фасадные системы – это относительно новые в российской строительной практике технически сложные составляющие ограждающих конструкций, состоящие более чем из десятка различных элементов заводской готовности, монтируемых на объекте в определенной технологической последовательности, с заданными технологическими допусками. Любое незначительное отступление от технологии процесса монтажа и несоответствие регламентируемым допускам снижает надежность и долговечность всей системы. Поэтому высокая квалификация рабочих и инженерно-технического персонала, осуществляющего монтаж системы, определяет качество многослойной ограждающей конструкции.

Дефекты и повреждения, выявляемые в процессе технических обследований НФС начального периода их применения (1996–2004 гг.), объясняются рядом факторов.

1. Отсутствие нормативных документов, регламентирующих требования к материалам и конструктивным элементам НФС, а также апробированных и утвержденных методик прочностного и теплотехнического расчета; отсутствие опыта проектирования навесных фасадов привели к отсутствию в проектах зданий проектной документации на НФС.

2. Монтаж навесных систем производился по рекламным проспектам и альбомам технических решений без привязки к возводимому зданию.
3. Отсутствие требований к материалам, используемым в сертифицированных Госстроем (Росстроем) НФС, привело к большому количеству ошибок, связанных с заменой дорогих комплектующих элементов на более дешевые материалы, порой не совместимые с другими элементами системы.
4. Отсутствие проектной документации на НФС соответственно привело и к отсутствию исполнительной документации.
5. Монтаж НФС исполнялся монтажниками-самоучками методом проб и ошибок с большим количеством дефектов и нарушений нормативно-технической документации производителей систем (далее системодержателей).
6. Комплект инструментов не соответствовал требованиям системодержателей, что приводило к нарушениям технологического процесса, повреждениям защитных покрытий элементов системы.
7. На строительном рынке существовало множество мелких монтажных организаций-однодневок, не имеющих обученного инженерного и технического персонала, которые выполняли работы дешевле монтажных подразделений системодержателей за счет замены комплектующих материалов и нарушения технологии производства работ.
8. Отсутствие проектов НФС привело к низкому качеству монтажных работ за счет бесконтрольности монтажных организаций со стороны застройщиков и проектных организаций.

В результате на высотных зданиях Уфы стали фиксироваться падения элементов декоративного экрана



Рис. 1. Фасад здания с выпавшим фрагментом фиброцементного листа и шелушением фактурного слоя декоративного экрана (Уфа, жилой дом по ул. Р. Зорге, 76; введен в эксплуатацию в 1999 г.)

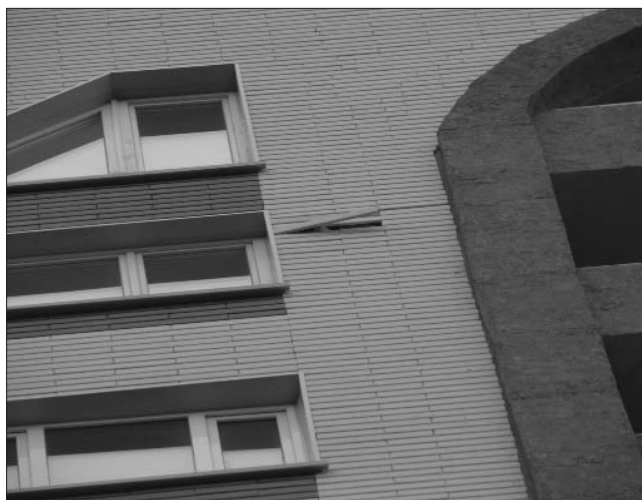


Рис. 2. Нарушение целостности облицовки НФС из каменной плитки «Мраморок» (Уфа, жилой дом по Лесному пр., 16; введен в эксплуатацию в 2004 г.)

Системодержатель	Марка системы	Материал подконструкции (алюминиевый сплав)	Защитное покрытие	Допустимая степень агрессивности газовой среды (по СНиП 2.03.11–085)
ООО «НП-Строй»	FS-300	АМг-2Н2	Отсутствует	Неагрессивная Слабоагрессивная
ООО СК «ROST»	Кг.Кл. К.30К. К.50К.	6060 или 6063	Отсутствует	Неагрессивная Слабоагрессивная
ООО «Юкон Инжиниринг»	АТС-КА-СХ-ВХ	6060 или 6063	Отсутствует	Неагрессивная Слабоагрессивная

(рис. 1, 2), коробление и утеря фактурного внешнего слоя экрана (рис. 1, 3), следы коррозии металлического каркаса (подконструкции) НФС.

Безопасность навесных фасадов определяется не только качеством монтажа, но и коррозионной стойкостью материалов и комплектующих элементов. Опубликованные в строительной прессе результаты исследований, проведенных ИЦ «ЭкспертКорр-МИСиС», по устойчивости к атмосферной коррозии различных металлов и их комбинаций в навесных ограждающих конструкциях в условиях реальной среды применения, угрожающе [1–3]. Наиболее активно используются навесные фасады в крупных промышленных городах со среднеагрессивной и даже сильноагрессивной степенью коррозионной агрессивности атмосферы. В таких условиях все без исключения НФС с подконструкцией из алюминиевых сплавов должны иметь защитное покрытие (согласно СНиП 2.03.11–85 «Защита строительных конструкций от коррозии»). Системы из алюминиевого сплава АД31, который используется в большинстве недорогих систем, даже в неагрессивной среде должны иметь анодированное покрытие толщиной не менее 15 мкм. Системодержатели в рекламных проспектах зачастую умалчивают результаты экспертизы коррозионной стойкости систем и не доводят до потенциальных потребителей информацию об области применения и методах защиты подконструкции и крепежа НФС в различных средах применения. Распространенное мнение о высокой коррозионной стойкости алюминиевых сплавов в НФС, эксплуатируемых в различных газовых средах, опровергается повседневной практикой.

Для изготовления подконструкции навесных фасадных систем могут применяться:

- коррозионностойкая (нержавеющая) сталь;
- алюминий (сплавы с высокой коррозионной стойкостью, анодированные или окрашенные);
- оцинкованная сталь с обязательным лакокрасочным покрытием.

Из-за низкой коррозионной стойкости нельзя применять низкосортные алюминиевые сплавы и неокрашенную оцинкованную сталь.

Проектным организациям и застройщикам при принятии решения следует более внимательно изучать Техническое свидетельство (ТС) на предлагаемые к использованию системы навесного фасада, и в первую очередь обязательное приложение «Техническая оценка пригодности продукции для применения в строительстве» (ТО, раздел «Область применения»). В таблице приведены сравнительные характеристики наиболее часто используемых систем с подконструкцией из алюминиевых сплавов по допустимости их применения без дополнительной защиты поверхности составляющих их элементов в различных средах применения. Данные приняты по материалам технической оценки.

Степень агрессивности атмосферы Уфы, являющейся крупным транспортным узлом, промышленным центром нефтехимической, химической, машиностроительной, электротехнической отраслей, однозначно



Рис. 3. Шелушение фактурного слоя фиброцементных листов декоративного экрана (Уфа, жилой дом по ул. Р. Зорге, 76; введен в эксплуатацию в 1999 г.)

относится к среднеагрессивной, а вдоль транспортных магистралей, на промышленных предприятиях и в пределах их санитарно-защитных зон может быть отнесена и к сильноагрессивной. Интенсивное транспортное движение стало в настоящее время основным загрязнителем атмосферы городов и источником (до 90%) общего объема выбросов веществ, загрязняющих атмосферу.

Наблюдаемое в настоящее время на строительных площадках Уфы полное игнорирование требований СНиП и ГОСТов можно охарактеризовать по меньшей мере как халатность. Повсеместно монтируются навесные системы с подконструкцией из алюминиевого сплава АД31, реже АМг-2Н2 без анодирования и лакокрасочного покрытия. То же самое можно отметить относительно использования НФС с подконструкцией из низколегированной оцинкованной стали без дополнительного слоя лакокрасочного покрытия. С учетом допускаемых производителями работ нарушений ГОСТ 9.005–72 в узлах сопряжения элементов подконструкции и декоративного экрана коррозионная стойкость таких фасадов близка к нулю.

Еще один аспект, определяющий безопасность навесных фасадов, – это степень его пожароопасности по ГОСТ 31251–2003. Сущность метода заключается в определении характеристик и показателей пожарной опасности наружных стен зданий с внешней стороны при испытании в условиях, установленных данным стандартом. Эти условия имитируют тепловое воз-

действие на фасад здания факела пламени из окна помещения с очагом пожара и учитывают возможное влияние конструкции стены и ее отделки, а также системы утепления на распространение опасных факторов пожара. Для зданий I–II степеней огнестойкости и класса С0 конструктивной пожарной опасности класс пожарной опасности стен наружных с внешней стороны по ГОСТ 31251–2003 устанавливается К0.

Производимые изменения и замены в принятой к исполнению сертифицированной системе навесного фасада, повсеместно выявляемые на объектах г. Уфы, могут значительно понизить класс пожарной опасности ограждающей конструкции. Приведем наиболее часто выявляемые нарушения.

1. Не выполняется защитный противопожарный кожух из окрашенной оцинкованной стали по периметру оконного проема в системах с подконструкцией из алюминиевых сплавов, который предусмотрен даже в системах с подконструкцией из стали.
2. Производят замену материала декоративного экрана на другой, не прописанный в ТС и не имеющий результатов испытаний с монтируемой системой по ГОСТ 31251–2003. Сертификат пожарной безопасности на материал замены с указанием групп горючести, воспламеняемости, дымообразующей способности и токсичности в данных условиях не является критерием, даже если его характеристики совпадают с характеристиками заменяемого материала.

Таким образом, проектным организациям и застройщикам при необходимости замены одного облицовочного материала на другой, а также любые отступления от ТС следует согласовывать с системодержателем и подтверждать правильность принятых решений соответствующей экспертизой пожароопасности и коррозионной стойкости навесного фасада. Сразу следует отметить, что затраты времени и средств на проведение пожарных испытаний и экспертизы навесного фасада столь значительны, что экономически выгодно не производить никаких замен и изменений в конструкции системы.

В 2006 г. ведущие предприятия фасадного строительства Республики Башкортостан провели в Уфе семинары по проблемам проектирования и возведения навесных фасадов с участием специалистов из Москвы и Екатеринбурга. Эта работа проводилась в рамках создания некоммерческой организации «Ассоциация предприятий фасадного строительства РБ» с целью за-

щиты потребительского рынка НФС от применения некачественных материалов и нарушений технологии производства работ. По итогам первого семинара была создана рабочая комиссия по разработке территориального нормативного документа, регламентирующего вопросы проектирования, монтажа и эксплуатации НФС. В состав комиссии были приглашены специалисты ГУП БашНИИстрой, кафедры СК УГНТУ, инспекции ГАСН Уфы, Министерства строительства, архитектуры и транспорта РБ. Такой документ был разработан и передан на рассмотрение в ряд проектных организаций (ПИ БГП, ЗАО ТАФ АРХПРОЕКТ), Министерство жилищно-коммунального хозяйства РБ, Управление Главэкспертизы по РБ. Полученные замечания были рассмотрены и учтены при редактировании Временного положения по проектированию, монтажу и эксплуатации навесных фасадных систем с воздушным зазором. Научно-технический совет БашНИИстрой рекомендовал разработанный документ к утверждению в качестве территориального нормативного документа.

В заключение следует отметить, что навесные фасады – это престижно, но и в то же время достаточно дорого. Фасадная теплоизоляция с тонким слоем штукатурки, как правило, вдвое дешевле, чем навесной фасад. Если это дорого, то должно быть качественно выполнено, служить дольше и с минимальными эксплуатационными затратами. Экономическая целесообразность применения навесных фасадов при современном уровне цен на энергию и энергоносители проявляется только при длительных сроках безремонтной эксплуатации, обозначенных в ТР 161–05 «Технические рекомендации по проектированию, монтажу и эксплуатации навесных фасадных систем» для зданий I уровня ответственности – 50 лет, для зданий II уровня ответственности – 30 лет.

Список литературы

1. *Казакевич А.В., Волкова О.В.* Противокоррозионная защита металлоконструкций навесных фасадов // Строительная инженерия. 2006. № 9. С. 58–62.
2. *Казакевич А.В.* Коррозионная стойкость – основа безопасности металлоконструкций // Технологии строительства. 2006. № 7. С. 22–25.
3. *Лаковский Д.М.* Актуальные проблемы современного фасадостроения // Технологии строительства. 2006. № 7. С. 16–20.

Ассоциация предприятий фасадного строительства Республики Башкортостан

В июле 2006 г. в Уфе (Республика Башкортостан) состоялась учредительное собрание некоммерческого партнерства «Ассоциация предприятий фасадного строительства Республики Башкортостан».

Основными целями создания партнерства являются:

- ✓ защита прав и законных интересов членов партнерства;
- ✓ координация деятельности членов партнерства при взаимодействии с застройщиками, корпоративными заказчиками, а также органами государственной власти и местного самоуправления, коммерческими и некоммерческими (общественными) объединениями, органами по сертификации и стандартизации и иными организациями;
- ✓ повышение качества производимой продукции и оказываемых услуг участниками рынка;
- ✓ повышение квалификации и профессионализма работников членов партнерства
- ✓ противодействие недобросовестной конкуренции и потребительскому экстремизму;
- ✓ содействие защите прав потребителей;
- ✓ повышение авторитета бренда партнерства на рынке фасадного строительства и светопрозрачных конструкций в РФ;
- ✓ расширение участия членов партнерства на рынке фасадного строительства и светопрозрачных конструкций РБ.

В сферу интересов Ассоциации входят:

- ✓ навесные фасадные системы (НФС);
- ✓ светопрозрачные конструкции (СПК) – двери, окна, витражи, купола и другие мокрые фасады.

Учредителями Ассоциации предприятий фасадного строительства Республики Башкортостан при поддержке Министерства строительства, архитектуры и транспорта Республики Башкортостан стали:

ООО «АРС-ФАСАД-УФА» – проектирование, комплектация и монтаж фасадных систем «Диат» (Россия), «Мармарок» («Сканрок») (Швеция-Украина)

ООО «АСПЕКТ» – изготовление окон

ООО «ГАЛЕРЕЯ ОКОН» – изготовление и монтаж оконных конструкций из ПВХ-профиля Roplasto и KBE (Германия), утепление и отделка фасадов зданий с применением тонкослойных штукатурных систем и систем навесных вентилируемых фасадов и др.

ООО «МАСТЕР ОКОН» – производство и монтаж вентилируемых фасадов, витражей, фонарей, производство светопрозрачных конструкций из пластика и алюминия (окна, входные группы, купола, зимние сады) и др.

ООО «СОЮЗТЕХСТРОЙ» – расчет и монтаж вентилируемых фасадов, изготовление и монтаж витражей, общестроительные работы

ООО «СТРОЙАРТ УФА» – продажа комплектующих для производителей ПВХ, алюминиевых светопрозрачных конструкций, фурнитуры

ООО «ТД ТЕХНОСТРОЙ» – поставка теплоизоляционных материалов Rockwool, систем и решений на строительный рынок РБ

ООО «УПАТ МОНТАЖНЫЕ СИСТЕМЫ УФА» – оптовые продажи профессиональных крепежных систем

ООО «ЭКСТРЕМ» поставка навесных фасадных систем «Rost'al», монтаж НФС

В.И. ЖУКОВ, член президиума РОИС, заместитель министра — руководитель Департамента градостроительной деятельности Министерства строительства и ЖКХ Самарской области;
Л.Д. ЕВСЕЕВ, председатель комиссии по энергосбережению в строительстве РОИС (Самарское отделение)

Типичные недостатки наружного утепления зданий пенополистиролом

В последние несколько лет при наружной теплоизоляции фасадов зданий в основном с использованием пенополистирола в Самаре и области наблюдается массовое нарушение нормативной документации, что приводит к некомфортным условиям проживания, так как температура зимой в помещениях не превышает 10–12°C. Кроме того, в помещениях наблюдается повышенная влажность, при которой создаются все условия для появления плесени и грибка на внутренних поверхностях стен. Это приводит не только к повышенному заболеванию людей, но и к разрушению фасадного слоя уже после 3–4 лет эксплуатации, а также к огромным незапланированным затратам на ремонт наружного теплоизоляционного слоя (срок ремонта таких фасадных систем в условиях климата Германии составляет 10 лет).

Высокого качества наружной теплоизоляции нельзя добиться, если работы производятся при наличии влаги в конструкции, под дождем, на морозе, с использованием низкоквалифицированной рабочей силы.

В процессе эксплуатации происходит загрязнение наружного декоративного покрытия, в том числе из-за

неправильного функционирования системы вентиляции, от растущих поблизости деревьев и других насаждений, стихийных бедствий (сильный ветер, ураган), что не нашло отражения в проектной документации.

Недостатки, выявленные в результате неправильного монтажа теплоизоляционных систем, обсуждены на комиссии по энергосбережению в строительстве Российского общества инженеров строительства (Самарское отделение) и сведены в таблицу, где указаны отличия выполненных монтажных работ от нормативной документации и результатов исследовательских работ. Эти отличия, являющиеся грубыми нарушениями нормативов, привели в настоящее время к многочисленным судебным процессам, инициированным собственниками жилья и приведут к лавинообразному количеству таких процессов в будущем, если коренным образом не изменится качество выполнения работ.

Ниже в табличной форме указаны основные недостатки при наружной теплоизоляции зданий. В левом столбце указано существующее положение, а в правом, как должно быть в соответствии с имеющейся нормативной документацией.

Как есть	Как должно быть
Монтаж наружной теплоизоляции производится с подвесных строительных люлек.	Монтаж наружной теплоизоляции зданий с тонким штукатурным слоем по утеплителю следует производить с использованием жестких лесов например трубчатых. Применение строительных люлек приводит к ухудшению качества работ и снижению надежности теплоизоляционного слоя [1].
В договорах с дольщиками отсутствуют гарантийные обязательства застройщика, в том числе на теплоизоляционное покрытие.	Расчетный срок службы теплоизоляционного покрытия определяется проектной организацией и должен составлять не менее 20 лет [1]
Поверхность стены перед наклеиванием утеплителя не готовится специальным образом: не промывается и не просушивается.	Поверхность стены, не имеющая декоративных покрытий, должна быть тщательно промыта водой с помощью агрегатов высокого давления и просушена. При наклеивании утеплителя без предварительной очистки основания в 12% случаев происходит полное отслаивание и обрушение теплоизоляционной системы [1].
Плиты из пенополистирола (ППС) укладываются на бетонную или кирпичную поверхности, имеющие высокий процент влажности, в холод, под дождем, при заморозках.	Допускается влажность бетонного или кирпичного основания (стены) при нанесении грунтовки не более 4%. Работы под дождем, при заморозках приводят к отслаиванию (вспучиванию) отделочного и штукатурного слоев. Такие дефекты составляют 30% от общего количества случаев. Пенополистирол при замораживании-оттаивании значительно увеличивает водопоглощательную способность. При эксплуатации на процесс химической деструкции оказывают влияние и другие факторы: кислород воздуха; газы, образующиеся в помещениях в результате жизнедеятельности человека; несовместимые материалы, применяемые в наружных ограждениях или для ремонта [2].

Как есть	Как должно быть
Неровная поверхность на стыках плит утеплителя и, как следствие, большая разница толщины штукатурного слоя. Широкие щели между плитами утеплителя (2–15 мм), которые заполняются штукатурным раствором или совсем не заполняются, что ведет к фильтрации влаги в помещение, появлению плесени и промерзанию.	Допустимая ширина щелей на стыках между плитами не более 2 мм, более широкие щели заполняют специально нарезанными полосами этого же утеплителя [1]. Заполнять стыки штукатурным раствором недопустимо, так как возникают микротрещины и нефилтрующие трещины. Такие дефекты составляют 25% от общего количества. Торцевые края утепляющих плит должны плотно прилегать друг к другу [2]. На снижение теплозащитных свойств влияет продольная фильтрация воздуха в плитах, а также ветер, проникающий через швы облицовочных элементов. В зависимости от конструктивного решения теплопроводность может увеличиваться на 25–30%.
Теплоизоляционные плиты на поверхности стен и на углах укладываются без перевязки.	Плиты необходимо укладывать вразбежку по швам как по поверхности стен, так и на углах [1, 2]. Монтаж теплоизоляции следует выполнять с устройством зубчатого зацемячения на внешних и внутренних углах стен.
Значительная разница толщины плит утеплителя.	Отклонение между плитами по толщине не должно превышать 3 мм [1].
При бурении отверстий с помощью механизированного инструмента ударно-вращательного действия не производится очистка отверстия от буровой пыли.	Очистка отверстия от буровой пыли путем продувки сжатым воздухом, если бурение отверстия осуществляется без пылеотсоса [1].
Как правило, на теплоизоляционную плиту размером 1000×1000 мм устанавливаются только 5 дюбелей (иногда 4); расстояние между дюбелями составляет 50–80 см.	Рекомендуемое количество дюбелей для плит 1000×1000 мм 7–9 штук, что обеспечивает нормативную адгезию плиты к стене [2].
Тарельчатая головка дюбеля заглублена в теплоизоляционный слой (до 20 мм), и углубление заполнено цементно-песчаным раствором.	Головка пластмассового дюбеля тарельчатого типа с металлическим стержнем должна находиться в плоскости плиты, при полиамидном дюбеле нижняя часть головки шурупа должна быть в плоскости теплоизоляционной плиты [1, 2]. Правильно установленный дюбель не должен выступать выше поверхности плиты более чем на 1 мм.
Отсутствие испытаний адгезии клеевого состава и сопротивления дюбелей на отрыв с предоставлением результатов заказчику.	В обязанности подрядчика входит проведение испытаний адгезии клеевого состава, сопротивления дюбелей на отрыв и предоставление результатов испытаний заказчику [1].
Нижняя часть стены (цокольный этаж) утепляется плитным пенополистиролом с последующей облицовкой сайдингом. При этом нарушается свод правил, ППР, противопожарные нормы, что может привести к пожару, а также к распространению мышей в теплоизоляционном слое.	Наружная теплоизоляция зданий заканчивается, как правило, на высоте 0,65–0,7 см от поверхности земли. Если необходимо утеплить нижнюю часть стены и заглубленную часть, то следует: – применить тот же утеплитель, что и для всей системы, и выполнить армированный нижний слой штукатурки; – выполнить гидроизоляцию цокольной части здания, например на базе битумной эмульсии без растворителей пенополистирола [1]. Утепление нижней части стены необходимо производить по следующей схеме: – наружная часть здания (стена); – клеящий состав толщиной 3–4 мм; – плита утеплителя; – усиленная арматура (сетка из стекловолокна); – нижний слой штукатурки толщиной 5–8 мм; – отделочный слой толщиной 2–3 мм; – защитная плита 12–16 мм или отделочный слой толщиной 2–3 мм [1].
На многих объектах Самары работы по наружной теплоизоляции зданий производятся всю осень и зиму, то есть при низкой температуре и большой влажности. Это приводит к ухудшению теплотехнических характеристик стен и их недолговечности.	Работы по наружной теплоизоляции зданий должна прекращаться при окружающей температуре ниже +5°C, при попадании дождевой влаги на поверхность стены [1].
Плиты из пенополистирола прикреплены к стене только дюбелями без приклеивания маячковым, полосовым или сплошным методом, что ведет к полному отслаиванию и обрушению системы.	Утеплитель необходимо приклеивать качественным клеевым составом на предварительно очищенное основание (стену), а затем механически прикреплять. Доля таких дефектов составляет 12 % от общего числа [1, 2].
Применяются материалы ненадлежащего качества, подделки, что значительно влияет на долговечность конструкции.	Теплоизоляционную систему следует выполнять только из сертифицированных материалов, предусмотренных проектом. Замена материалов без согласования с проектной организацией и заказчиком не гарантирует качества выполненных работ [1].

Как есть	Как должно быть
<p>В проектно-сметной документации отсутствуют указания по уходу за наружной теплоизоляцией зданий для сохранения стабильности свойств с проверкой на герметичность и внешний вид.</p>	<p>В составе проектно-сметной документации должны быть указания (информация) по уходу за наружной теплоизоляцией фасадов зданий. По отношению к теплоизоляционному покрытию фасадов здания следует применять следующие меры предосторожности:</p> <ul style="list-style-type: none"> а) запретить спортивные игры вблизи фасадов зданий, например в теннисный мяч, когда утепленная стена используется как мишень или отражающая поверхность; б) защищать поверхность стены при работе на фасадах с приставных лестниц; в) при парковке автомобилей вблизи здания исключить возможность появления механических повреждений поверхности стены; г) сохранять в рабочем состоянии все вентиляционные устройства здания, обеспечивающие эвакуацию влажного воздуха из помещений [1].
<p>Герметизация и теплоизоляция оконных проемов выполнена монтажной пенополиуретановой пеной, значительная часть которой не рассчитана на работу при морозе из-за содержания влаги в пене до 60%. При многократном замораживании-оттаивании происходит разрушение пены.</p>	<p>В соответствии с ГОСТ 30971–2002 требуется применение трехслойной системы герметизации примыкания оконных блоков к стеновым проемам. Наружный слой герметика предотвращает попадание атмосферной влаги в шов, накопление конденсата в утеплителе (является паропроницаемым). Средний слой служит для теплоизоляции и предотвращает потери тепла из помещения. Внутренний слой пароизоляционный и не пропускает влагу из помещения внутрь конструкции шва. Интегральная пленка, образующаяся при нанесении монтажной пены, не изучена. Неизвестен коэффициент паропроницаемости пленки, следовательно, этот материал не может быть заложен в проектную документацию.</p>
<p>Анкерные штыри (дюбеля) забиваются в стену через ППС, при этом происходит разрушение теплоизоляционного материала в месте контакта дюбеля с утеплителем.</p>	<p>Отверстия для анкерных штырей (дюбелей) необходимо формировать при изготовлении плит ППС или в специальных пресс-формах, чтобы стенки отверстий были оплавлены [3, 4].</p>
<p>Для устранения перемещения водяного пара из помещений в стены устраивается пароизоляция по утепляющему слою над отделкой стены. В качестве пароизоляции используется окрашивание паропроницаемыми синтетическими эмалями.</p>	<p>Неконтролируемые или трудноконтролируемые технологические операции должны быть исключены из производственного процесса. Нарушение условий теплопередачи (сопротивление теплопередаче утепляющего слоя не должно превышать 20% от общего сопротивления теплопередаче существующей стены) влечет за собой снижение температуры поверхности стены под слоем утеплителя. При температуре ниже точки росы происходит конденсация водяного пара на поверхности стены и намокание утеплителя [5].</p>
<p>Не указан гарантийный срок ППС и наружных систем утепления с использованием ППС.</p>	<p>Декларируемый гарантийный срок службы отечественного ППС 13–80 лет и 15–20 лет – импортного. По результатам исследований долговечность наружного слоя строительной конструкции при применении отечественного ППС составляет 13–34 г. При деструкции ППС значительно увеличивается коэффициент теплопроводности. Зафиксированы случаи увеличения коэффициента теплопроводности в 2–3 раза за 7–10 лет эксплуатации. Превышение нормативного значения коэффициента теплопроводности ППС уменьшает безремонтный срок эксплуатации зданий, приводит к значительным непредвиденным затратам [6, 7].</p>
<p>Применение ППС значительно ухудшает противопожарные свойства ограждающих конструкций, особенно при низком качестве работ.</p>	<p>ППС имеет низкую огнестойкость. Даже введение антипиренов не сохраняет этот материал при пожаре. Но главная опасность заключается в его низкой теплостойкости: при 80–90°C начинают развиваться процессы термоокислительной деструкции с изменением объема и выделением вредных веществ. При 100–110°C в течение 2 ч происходит полная деструкция пенополистирола с уменьшением объема в 3–5 раз [4, 6].</p>
<p>ППС несовместим с битумной гидроизоляцией, клеем и красками на основе агрессивных растворителей, а также подвержен воздействию жидких и газообразных фракций бензина, ацетона и др. Влияние этих веществ приводит к значительному ухудшению теплотехнических характеристик дома и уменьшению долговечности наружной теплоизоляционной системы.</p>	<p>При воздействии бензина, ацетона, уайт-спирита, толуола, красок в жидком состоянии наступает полное растворение образцов через 40–60 с. В парах полное растворение происходит через 15 сут [6].</p>
<p>В местах примыкания утеплителя к существующим конструкциям здания (стена) открытый стык (примерно 15 мм) не заполняется водостойкой мастикой.</p>	<p>Открытый стык шириной примерно 15 мм должен заполняться водостойкой мастикой. [1].</p>
<p>ППС плиты имеют плотность 20–30 кг/м³.</p>	<p>Рекомендуется применять ППС плотностью 40 кг/м³ ($\lambda=0,041$ Вт/(м·К)) [1].</p>

Как есть	Как должно быть
Термофасады быстро разрушаются из-за низкого сопротивления паропроницаемости ППС и минеральной ваты в сравнении с кирпичом, бетоном, раствором. Пар проходит через утеплитель почти не задерживаясь, конденсируется и замерзает на наружной холодной облицовке. При значительном потеплении тонкий штукатурный слой приобретает положительную температуру, лед на его внутренней поверхности тает, насыщая влагой отделочный слой и частично теплоизоляцию.	За весенний и осенний периоды в Самарской области таких циклов может наблюдаться до 20, а за 3 года – не менее 50. Морозостойкость штукатурного слоя, выполненного вручную без контроля качества в построечных условиях, не превышает 50 циклов, поэтому зафиксировано разрушение фасадов в Москве уже на 3–4-м году эксплуатации. Процесс морозного разрушения ускоряют щели, появляющиеся в результате температурных и усадочных деформаций утеплителя и штукатурного слоя. Их появление часто опережает появление щелей от морозного разрушения. Выполненные расчеты наружной стены показали, что межремонтный срок для таких систем утепления не превышает 5 лет.
Устанавливаются окна из ПВХ с толщиной коробок 70–90 мм, что в 2,5–3 раза тоньше ранее применяемых. Это открывает на оконных откосах стен зоны с низкими температурами и вызывает образование на них обильного конденсата в виде пара, особенно в зданиях с увеличенной толщиной стен.	Это возможно в зданиях, оборудованных принудительной проточной вентиляцией и устройствами для очистки и подогрева проточного воздуха, а также системами автоматической поддержки температуры и влажности воздуха в соответствии с санитарно-гигиеническими требованиями.
Теплоизоляционная система частично монтируется осенью до наступления морозов, а финишный слой наносится после прекращения морозов.	Ни один нормативный документ не допускает оставлять частично смонтированную теплоизоляционную систему (слой ППС, покрытый сеткой) на зимний период без финишного покрытия.
Оконные проемы заделываются пеной в зимнее время при наличии на поверхности инея и ледяной корки.	Утепление оконных проемов однокомпонентной пенополиуретановой системой, например «Макрофлекс», должно производиться при наружной температуре не ниже +5°C при отсутствии инея и наледи на поверхности. Кроме документации такие записи имеются в инструкции по эксплуатации, основные положения которой отпечатаны на корпусе баллона с пеной.
Толщина утеплителя на стенах домов велика и не соответствует новым требованиям СНиП 23-02–2003 и ТСН 23-349–2004.	При увеличении толщины утеплителя на стенах существенно возрастают усадочные и температурные деформации, что приводит к образованию заметных трещин, разрывам контактных зон с конструктивными материалами; изменяется воздухопроницаемость и паропроницаемость, что в процессе эксплуатации снижает теплоизоляционные качества и капитальность наружных стен.
Кромки углов теплоизоляционных плит ППС не защищены от скола.	Кромки углов защищают перфорированными уголковыми профилями из алюминия или оцинкованной стали. Уголки крепятся клеящим составом непосредственно на утеплитель по всей высоте стены. Армированный нижний слой штукатурки выполняется обычным способом поверх уголка [1, 2].
Количество дюбелей для крепления плит в средней части здания и в краевых зонах одинаково.	Изоляционные плиты в краевых зонах (1/8 ширины торца здания) фасадов должны закрепляться большим количеством дюбелей, чем на рядовых участках стен [2].
Оконные коробки размещают (очевидно, для увеличения площади подоконника) ближе к плоскости фасада, что приводит к мостикам холода, промерзанию, плесени.	Оконные коробки в деревянных или пластиковых переплетах независимо от числа слоев остекления следует размещать в оконном проеме на глубину обрамляющей «четверти» (50–120 мм) от плоскости фасада теплотехнически однородной стены или посередине теплоизоляционного слоя в многослойных конструкциях стен, закрепляя пространство между оконной коробкой и внутренней поверхностью «четверти» вспенивающимся теплоизоляционным материалом. При выборе окон в пластиковых переплетах следует отдавать предпочтение конструкциям, имеющим более широкие коробки (не менее 100 мм).
При проектировании наружной теплоизоляционной системы не учитывается величина затухания амплитуды колебаний температуры наружного воздуха, что влияет на теплостойкость конструкции.	При проектировании необходимо руководствоваться положениями: теплостойкость конструкции зависит от порядка расположения слоев материалов; величина затухания амплитуды колебаний температуры наружного воздуха двухслойной конструкции увеличивается, если более теплостойкий материал расположен изнутри.

Таким образом, можно сделать вывод, что расположение утеплителя снаружи несущей части стены вызывает снижение ее долговечности за счет скапливания у наружного отделочного слоя влаги, замораживания и оттаивания в процессе эксплуатации в холодный и переходные периоды года.

Натурными обследованиями термофасадов после двух лет эксплуатации зданий зафиксировано значи-

тельное количество трещин, увеличивается появление плесени и грибка.

Применяемые методы наружной теплоизоляции зданий значительно дороже (не менее чем на 30%) по сравнению с другими альтернативными методами теплоизоляции зданий [8].

При использовании вышеуказанных методов теплоизоляции на первый план выдвигается человеческий

фактор. При невысокой квалификации и большой текучести рабочих кадров нецелесообразно применять сложные технологии, рассчитанные на квалифицированных и опытных рабочих. Это приводит к тотальному нарушению технологии и браку.

В реальных условиях отсутствует должный контроль строительного процесса со стороны проектных организаций, строительных предприятий и контрольных органов, что ведет к лавинообразному нарушению технологии из года в год к браку, просрочке окончания строительства и скрытию недостатков.

В условиях отечественного климата и существующей организации работ невозможно фасадную систему накладывать на сухую стену (влажность не более 4%) большую часть года (осень-зима-весна), что требуют нормативы.

Применяемые наружные системы наружной теплоизоляции зданий препятствуют попаданию свежего воздуха в квартиру через слои химических, не всегда совместимых между собой материалов. Влияние этого фактора пока не изучено.

Низкая долговечность наружной системы теплоизоляции приведет к необходимости ее замены через короткий промежуток времени за счет жильцов.

Необходимо переходить к таким методам теплоизоляции зданий, при которых качество работ практически не будет зависеть от:

- климатических условий;
 - квалификации рабочей силы;
 - уровня контроля, особенно инструментального, со стороны проектных организаций, производственных предприятий, контролируемых органов;
 - подмены материалов материалами низкого качества.
- Методы теплоизоляции зданий отражены в нормативной документации:
- ТСН 23-349-2003 Самарской области «Энергетическая эффективность жилых и общественных зданий. Нормативы по энергопотреблению и теплозащите»;
 - пособие к ТСН 23-349-2003 «Расчет и проектирование ограждающих конструкций энергоэффективных зданий»;
 - альбом технических решений строительных ограждающих конструкций с применением пенополиуретана в качестве утеплителя. Пособие по проектированию.

Вышеуказанные рекомендации проверены практической деятельностью в течение последних 10 лет ком-

панией «Ритм» (Самара), а также независимыми экспертами – Научно-исследовательским институтом строительной физики (отчет № 16310 от 04.08.2003 г.) и Самарской государственной архитектурно-строительной академией (техническое заключение по теме «Теплотехническое обследование наружных стен жилых домов, утепленных пенополиуретаном»). Выданы рекомендации по более широкому применению утепления из ППУ в стеновых конструкциях. В целях повышения приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен следует утеплять оконные откосы пенополиуретаном.

Список литературы

1. СП 12-101-98 Технические правила производства наружной теплоизоляции зданий с тонкой штукатуркой по утеплителю.
2. Новое строительство и реконструкция. Теплоизоляция из пенополистирола. Материалы для проектирования и рабочие чертежи. Порядок производства работ по отделке и утеплению фасадов зданий. М.: ЦНИИпромзданий. 2004.
3. Андриянов К.А., Ярцев В.П. Пенополистирол для ограждающих конструкций // Жилищное строительство. 2004. № 2.
4. Андриянов К.А., Ярцев В.П. Влияние концентратора напряжений на работоспособность пенополистирола в ограждающих конструкциях зданий. Эффективные строительные конструкции: теория и практика. Сб. докладов международной научной конференции. Пенза. 2002. С. 267–272.
5. Шилов Н.Н. Об экономии энергоресурсов и о материалах для утепления зданий // Жилищное строительство. 2004. № 2.
6. Ананьев А.И., Лобов О.И., Можжев В.П., Вязовченко П.А. Влияние технологических и эксплуатационных факторов на долговечность стен и покрытий, утепленных пенополистиролом // Строительный эксперт. 2003. № 2.
7. Ясин Ю.Д., Ясин В.Ю., Ли А.В. Пенополистирол. Ресурс и старение материала. Долговечность конструкций // Строит. материалы. 2002. № 5.
8. Жуков В.И., Евсеев Л.Д. Сколько стоят плесень и низкая квалификация? // Строй-инфо. 2005. № 5.
9. Пособие к ТСН 23-349-2004 «Расчет и проектирование ограждающих конструкций энергоэффективных зданий». Самара. 2004.

Производственно-строительная компания «Ритм» лидер применения пенополиуретанов в строительной индустрии

предлагает

■ Нормативную документацию и техническую литературу

- Пособие к ТСН 23-349-2003 для проектировщика «Расчет и проектирование ограждающих конструкций энергоэффективных зданий»
- Ю.С. Вытчиков, Л.Д. Евсеев, А.Ю. Вытчиков, И.Г. Беляков. Применение пенополиуретана в строительных ограждающих конструкциях энергоэффективных зданиях (монография)
- Рекомендации по применению пенополиуретана в качестве утеплителя строительных ограждающих конструкций

■ Исследования теплофизических характеристик пенополиуретанов различных марок

■ Оптимальные теплофизические расчеты по утеплению зданий пенополиуретаном

■ Выполнение работ по теплоизоляции зданий, ангаров, холодильных камер пенополиуретаном

■ Теплоизоляционные изделия (скорлупы, отводы) из пенополиуретана для теплоизоляции трубопроводов

**Компания «Ритм»
443095, Самара, а/я 632**

**Тел./факс: (846) 956-59-20, 927-02-70, 927-04-00
www.ppu.ru ritmsamara@mail.ru**

А.В. НОВИКОВ, технический директор инженерного центра (Москва)

Причины возникновения дефектов в конструкциях облегченной кладки

В последние годы при устройстве наружных стен зданий достаточно широко применяется технология облегченной кладки. Однако, авария в г. Железнодорожном Московской обл., в результате которой в апреле 2007 г. с 7-го и 8-го этажей рухнула значительная (около 30 м²) часть наружной кладки фасада здания (рис. 1), требует детального анализа причин обрушения. Обрушение произошло мгновенно, хотя этому предшествовало, по рассказам местных жителей, образование множественных трещин локального характера.

Осмотр десятков зданий, возведенных с применением указанной технологии и находящихся несколько лет в эксплуатации (что, конечно же, очень мало для того, чтобы делать какие либо серьезные выводы), позволил обнаружить большое число разнообразных дефектов наружной части кладки, определяемых визуально. Их можно сгруппировать следующим образом:

- растрескивание внешних плоскостей облицовочных кирпичей наружной части кладки с последующим выпадением отдельных фрагментов (рис. 2);
- растрескивание значительных участков наружной части кладки в местах ее опирания или примыкания снизу к плитам перекрытий или несущим стальным опорным кронштейнам с последующим обрушением этих участков (рис. 3);
- долговременные (многолетние) высолы на значительных площадях поверхности кладки, ведущие к эрозии раствора кладочных швов и самого кирпича под воздействием накапливаемых солей (рис. 4);
- вертикальные трещины значительной протяженности вдоль внешних и внутренних углов (рис. 5);
- трещины различной ориентированности и степени раскрытия в кладке вокруг проемов (рис. 6);
- размораживание участков внешней кладки, примыкающих к перекрытиям (рис. 7);
- обрушение облицовочной плитки или штукатурки с торцов плит перекрытий (рис. 8);
- многочисленные трещины оштукатуренных и окрашенных стен (рис. 9);
- разрушение кирпича оштукатуренной и окрашен-

ной наружной кладки в результате размораживания с последующим выпадением фрагментов наружной кладки (рис. 10).

Для того чтобы определить причины возникающих дефектов, вспомним историю вопроса и наиболее распространенные варианты устройства наружных стен с применением технологии облегченной кладки.

Данная технология достаточно давно известна в отечественном строительстве под названием «колодезная кладка» и применялась до 70-х гг. XX в. во всех климатических регионах СССР. При этом не раз проявлялись деструктивные процессы, происходящие в стенах зданий, построенных по этой технологии и находящихся в эксплуатации от 5 лет и более.

Особенно часто такие процессы фиксировались в регионах с большими сезонно-суточными температурными перепадами при относительно высокой влажности воздуха (Дальний Восток, Прибайкалье, ряд регионов Восточной и Западной Сибири). Нехватка строительных материалов со специальными свойствами (кирпич повышенной паропроницаемости и высоких марок по морозостойкости, нержавеющей сталь для гибких связей, эффективные виды утеплителя с высокими сроками службы) и широкое распространение панельного домостроения на некоторое время сократили объемы применения указанной технологии при устройстве наружных стен зданий.

С середины 90-х гг. подобные технологии вновь стали достаточно широко применяться, что обусловлено появлением на рынке широкой номенклатуры современных видов утеплителей, изделий из коррозионно-устойчивых сталей и различных видов облицовочного кирпича, а также резким увеличением объемов монолитного домостроения. Также в это время значительно повысились требования к показателям энергоэффективности ограждающих конструкций.

Однако нормативная база, определяющая правила и требования к проектированию и условиям производства работ по технологии облегченной кладки, не претерпела сколько-нибудь существенных изменений. В первую



Рис. 1. Дом в г. Железнодорожном после обрушения части фасадной кладки облегченного типа



Рис. 2. Облицовочные кирпичи наружной части кладки с выпавшими отдельными фрагментами



Рис. 3. Выпавшие участки наружной части кладки в местах ее опирания или примыкания снизу к плитам перекрытий или несущим стальным опорным кронштейнам

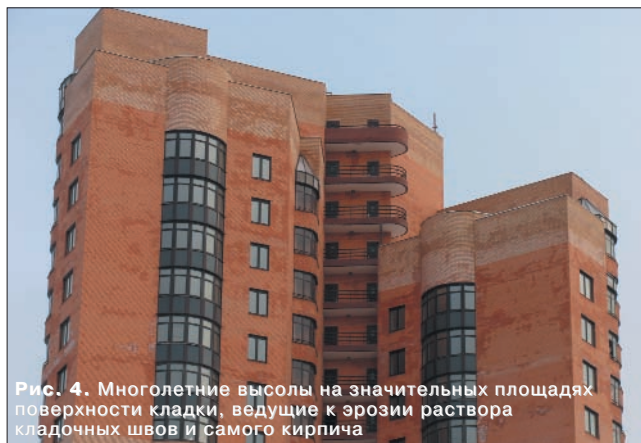


Рис. 4. Многолетние высолы на значительных площадях поверхности кладки, ведущие к эрозии раствора кладочных швов и самого кирпича



Рис. 5. Вертикальные трещины значительной протяженности вдоль внешних или внутренних углов



Рис. 6. Трещины различной ориентированности и степени раскрытия в кладке вокруг проемов



Рис. 7. Размораживание участков внешней кладки, примыкающих к перекрытиям



Рис. 8. Обрушение облицовочной плитки или штукатурки с торцов плит перекрытий



Рис. 9. Многочисленные трещины оштукатуренных и окрашенных стен



Рис. 10. Разрушение кирпича оштукатуренной и окрашенной наружной кладки в результате размораживания с последующим выпадением фрагментов наружной кладки

очередь это касается требований по безопасности в условиях долговременной эксплуатации зданий. Например, общий объем информации по требованиям к возведению стен из облегченной кладки в СНиП 3.03.01–87 «Несущие и ограждающие конструкции», и в СНиП II–22–81 «Каменные и армокаменные конструкции» составляет всего около 50 (!) строк стандартного текста. Это весь объем нормативной документации по данному вопросу в настоящее время. При этом существуют различные альбомы типовых решений, выпущенные рядом проектных институтов, имеющие справочно-рекомендательный статус и значительное количество необоснованных или неоднозначно трактуемых решений. Это привело к тому, что заказчику-застройщику еще на стадии проектирования закладываются относительно дешевые, но технически необоснованные решения по устройству наружных стен без учета реальных теплотехнических процессов, происходящих внутри ограждающих конструкций и значительно влияющих на срок их службы. Положение усугубляется тем, что результаты вышеуказанных ошибок выявляются далеко не сразу, а после нескольких лет эксплуатации зданий и, как правило, после окончания гарантийных обязательств.

Наиболее распространены два варианта устройства наружных стен с применением технологии облегченной кладки.

Вариант А: опирание наружной кладки из кирпича на железобетонные монолитные перекрытия. При этом в монолите краевой части перекрытия выполняется сквозная перфорация прямоугольными отверстиями, куда закладывается утеплитель из пенополистирола (ПСБ-С) или минераловатных плит (МВП). Отверстия располагаются вдоль основной, внутренней стены с шагом 300–400 мм и, как правило, имеют длину 350–500 мм, а ширина соответствует толщине утеплителя (ПСБ-С или МВП), крепящегося к внешней плоскости внутренней стены. Называется это «термоизолирующие вставки». Иногда ширина вставок больше толщины утеплителя стены на величину воздушного зазора (20–50 мм) между внешней поверхностью утеплителя и внутренней поверхностью наружной части кладки.

Внутреннюю стену выполняют из монолитного бетона, кирпича или ячеисто-бетонных блоков, реже из керамзитобетонных или шлакобетонных блоков. Кладку наружной части стены выполняют из кирпича. Толщина кладки 120 мм (½ кирпича).

В зависимости от вариантов внешней отделки здания для наружной кладки применяют или различные виды кирпича под оштукатуривание с последующим окрашиванием, или облицовочный кирпич, в том числе с глазурованной поверхностью, под расшивку. Торцы перекрытий, на которые опирается внешняя кладка, либо оштукатуривают и окрашивают (иногда просто шпаклюют и окрашивают), либо отделывают специальной керамической плиткой под кирпич. Крепление наружной части кладки к внутренней стене осуществляется гибкими связями, как правило, стальными, иногда из коррозионно-стойкой стали (к сожалению, крайне редко).

Вариант Б: опирание наружной кладки из кирпича на несущие стальные конструкции, закрепленные анкерами в торцы монолитных перекрытий или во внутреннюю часть наружных стен, если она выполнена из монолитного бетона. Все остальное примерно так же, как в варианте А. Внешняя отделка таких стен также выполняется двумя принципиально разными вариантами — кладкой из облицовочного кирпича с расшивкой швов или так же, но с последующим оштукатуриванием и окраской или облицовкой керамической плиткой.

Рассмотрим некоторые теплофизические процессы, происходящие внутри стены из облегченной кладки, где внутренняя часть кладки выполнена из кирпича

с утеплителем в стене и теплоизолирующих вставках из МВП (рис. 11а).

Изнутри на стену воздействует тепло (эксплуатационная расчетная температура $+18 - +22^{\circ}\text{C}$) и водяной пар от эксплуатации помещений биологическими объектами и различным техническим оборудованием, стремящийся наружу, так как парциальное давление водяного пара внутри помещения обычно выше, чем снаружи. Извне на конструкцию стены воздействует отрицательная расчетная зимняя температура (разная для разных регионов). Для упрощения не будем учитывать воздействие влаги межсезонных осадков на внешнюю кладку в сочетании с ночными заморозками.

Паровоздушная смесь при относительно высокой температуре помещения достаточно легко проходит через внутреннюю часть кладки с небольшим снижением температуры и давления водяного пара на выходе из стены. Далее на пути — утеплитель из МВП, пропускающий пар намного лучше, чем кирпич кладки, но поглощающий своим массивом часть положительной температуры. На выходе из массива утеплителя, то есть на границе участков (5 и 3), получается относительно насыщенная паровоздушная смесь (почти такая же, что поступила в стену из помещения) с определенным снижением температуры.

Отрицательная температура окружающей среды воздействует на наружную кладку в холодное время года и полностью промораживает ее. При этом значительно понижается температура воздушного зазора (3). При снижении температуры до $+8 - +10^{\circ}\text{C}$ создаются благоприятные условия для выпадения конденсата из насыщенной паровоздушной смеси. И это при нормальном парциальном давлении водяного пара. А в данной ситуации давление неизбежно будет расти, так как скорость прохождения пара через относительно холодную наружную кладку из облицовочного кирпича на обычном растворе существенно ниже скорости, с которой пар двигался до этой границы. И деваться этому избыточному давлению некуда, так как воздушный зазор замкнут и именно поэтому обязательно учитывается при теплотехнических расчетах.

Рост давления пара, в свою очередь, повышает расчетную температуру возможного выпадения конденсата, и в результате получается постепенное выпадение конденсата во всем объеме наружной кладки, далее в воздушном зазоре и в глубине массива утеплителя.

Глубина и количество выпадения конденсата в утеплителе зависят от множества характеристик материалов, особенностей погоды (не только холодного, но и теплового периодов года) и считаются в каждом случае отдельно. Эти показатели понятны и прогнозируемы стандартными методами теплотехнических расчетов.

Гораздо более сложная ситуация складывается на границе прямого контакта утеплителя с охлажденным бетонным перекрытием (6, 7). Температура резко охлаждаемого монолитного участка (2) значительно ниже температуры участков (4, 3), и на границе этих участков очень быстро начинает выпадать конденсат, причем гораздо раньше, а значит, и больше по объему, чем в остальном массиве стены. Особенно на участке (6). При этом конденсат активно впитывается утеплителем, имеющим более высокую температуру, чем бетон. Утеплитель намокает, теряет свои теплоизолирующие свойства, граница выпадения конденсата сдвигается все глубже внутрь утеплителя, что вызывает еще большее намокание и т. д.

Процесс развивается по нарастающей. При этом начинает образовываться наледь из замерзающего конденсата, находящегося на поверхности бетона, так как намокший утеплитель уже не обеспечивает положительную температуру во всем объеме воздушного зазора, особенно на границе участков (2 и 3). Наличие льда на поверхности бетона в воздушном зазоре, в свою очередь, резко охлаждает окружающее пространство — как воздух,

так и материал утеплителя. Это увеличивает скорость выпадения конденсата и скорость образования наледи. При определенных погодных условиях (резкие суточные или многодневные перепады с относительно низкой ночной и относительно высокой — немного выше 0°C дневной температурой) процесс может принимать лавинообразный характер.

Конечно, вышеописанный процесс происходит не так уж быстро. До определенного времени сказывается влияние положительной температуры теплоизолирующей вставки (4). Как только из-за погодных «чудес» начнется выпадение конденсата, остановить процесс может только резкое и долговременное потепление. Причем срабатывает оно только на стенах, выполненных из относительно паропроницаемого, то есть неглазурованного облицовочного кирпича под расшивку, предпочтительно на специальном пористом растворе. Тогда при резком повышении температуры поверхности стены под прямыми солнечными лучами избыток влаги в виде пара начнет выходить из конструкции даже в зимний период. А при других комбинациях материалов это может не происходить.

Рассмотрим процессы, происходящие в сечении без теплоизолирующей вставки (рис. 11б). Все явления происходят так же, как описано выше, только встреча «зимы» и «лета» в массиве монолита плиты произойдет гораздо раньше, условия для конденсатообразования возникнут тоже раньше, и на большей площади поверхности бетона. Для быстрого намокания не только утеплителя, но и самого бетона создаются самые благоприятные условия. Соответственно вероятность образования льда (с соответствующим влиянием на соседние участки со вставками) во внутреннем объеме наружной стены становится существенно больше.

Описанная ситуация несколько утрирована. На самом деле схемы происходящих процессов намного сложнее. Взаимное влияние участков со вставками на участки без них носит сложный характер. Однако, это примерно так и происходит на самом деле, что подтверждается результатами обследований и визуальных наблюдений. К тому же для анализа был рассмотрен действительно неудачный случай с точки зрения комбинации материалов кладки и утеплителя. Например, если внутренняя стена выполнена из монолитного бетона хорошего качества, в качестве утеплителя применен ПСБ-С, жестко выдержаны параметры воздушного зазора, по-другому выполнено устройство вставок, для внешней кладки под расшивку применен высокопористый облицовочный кирпич, то, как правило, проблем не возникает. Если внутренняя стена выполнена из высокопаропроницаемых ячеисто-бетонных блоков, то вообще непонятно, какой утеплитель можно применять, чтобы избежать или паробарьера на выходе из внутренней стены, или огромного количества конденсата на поверхности утеплителя по всей площади воздушного зазора. Тогда ситуация становится даже хуже описанной в примере.

Если посчитать коэффициент теплотехнической неоднородности вышеописанных конструкций с применением теории температурных полей, то по прямой стене он может достигать значения 0,5, а по внешним углам зданий — до 0,2. Отсюда вывод о необходимости значительного увеличения толщины утеплителя. А это уже совсем другая экономика строительства, и другая конструкция стен и т. д.

Анализ фактов и обстоятельств позволяет определить основные причины возникновения дефектов.

1. Нарушения при производстве теплотехнических расчетов. Отсутствие учета процессов паропереноса в объеме ограждающих конструкций, что влечет за собой ошибки в оценке объемов выпадающего конденсата и показателей увлажнения стен. Показатели влажности материалов определяют их устойчивость и долговечность в условиях

замораживания-оттаивания конструкции.

2. Ошибки в части устройства температурно-деформационных швов в наружной кладке ввиду отсутствия точных и технически обоснованных требований и рекомендаций, учитывающих особенности работы наружной кладки под воздействием различных климатических воздействий с учетом возможных вариантов ее опирания и крепления к несущей внутренней стене. При этом в Центральном регионе не редкость пиковые температурные нагрузки: зимой до -40°C, летом более +30°C, а долговременные прогнозы синоптиков обещают ежегодное увеличение пиковых нагрузок при общем увеличении среднегодовой температуры.

3. Отсутствие технических решений, гарантированно устраняющих проблемы мостиков холода, локально возникающих поэтажно и по всему периметру здания в местах опирания наружной кладки на перекрытия. Этот процесс в условиях отсутствия миграции конденсата в виде насыщенного водяного пара носит лавинообразный характер и развивается по принципу цепной реакции. Данная проблема мало изучена и требует исследований и соответствующих изменений в применяемых технологиях.

4. Отсутствие технических решений, устраняющих проблему выпадения конденсата в объеме утеплителя и на внутренней поверхности наружной кладки в условиях отсутствия конвективных процессов переноса воздуха в замкнутом воздушном зазоре при резких перепадах температуры (суточные — в межсезонье ранней весной и поздней осенью, сезонные пиковые падения температуры ниже -30°C). Указанный процесс возникает практически во всех случаях, когда внешняя поверхность наружной кладки укрывается отделочными материалами, не обеспечивающими достаточную паропроницаемость конструкции.

5. Отсутствие подтвержденных испытаниями показателей долговечности теплоизолирующих материалов, позволяющих выбрать материалы, обеспечивающие безаварийную работу всей конструкции в течение всего нормативного срока эксплуатации зданий и сооружений.

6. Применение материалов для наружной кладки, не обеспечивающих необходимую степень паропроницаемости конструкции (непоризованные кладочные растворы, практически паронепроницаемый облицовочный кирпич с глазурованной стекловидной поверхностью).

Надежность и качество стен, выполняемых по данной технологии, во многом зависит от человеческого фактора. Монтаж утеплителя, устройство воздушного зазора, монтаж гибких связей и несущих кронштейнов — весь этот комплекс работ относится к скрытым работам, поэтому роль постоянного контроля становится определяющей в борьбе за итоговое качество конструкции. Так как доступ к ранее выполненным работам после кладки наружной части стены ограничен, а чаще просто невозможен, представляется сомнительной гарантия качества перечисленных видов работ, нарушения в которых даже в незначительных объемах через некоторое время неизбежно приводят к тяжелым последствиям. Например, некачественный монтаж плит утеплителя или неправильный выбор их марки обязательно приведет к массивному выпадению конденсата внутри конструкции с последующим образованием льда и разрушением внешней кладки на значительных площадях.

Положение осложняется тем, что в настоящее время отсутствуют доступные для широкого применения методы инструментального контроля, которые позволяли бы проводить выборочный осмотр состояния элементов внутреннего объема выполненной кладки. Применение тепловизионной съемки в данном случае оказывается малоэффективным, потому что реальные показатели качества и эффективности выполненных работ по устройству на-

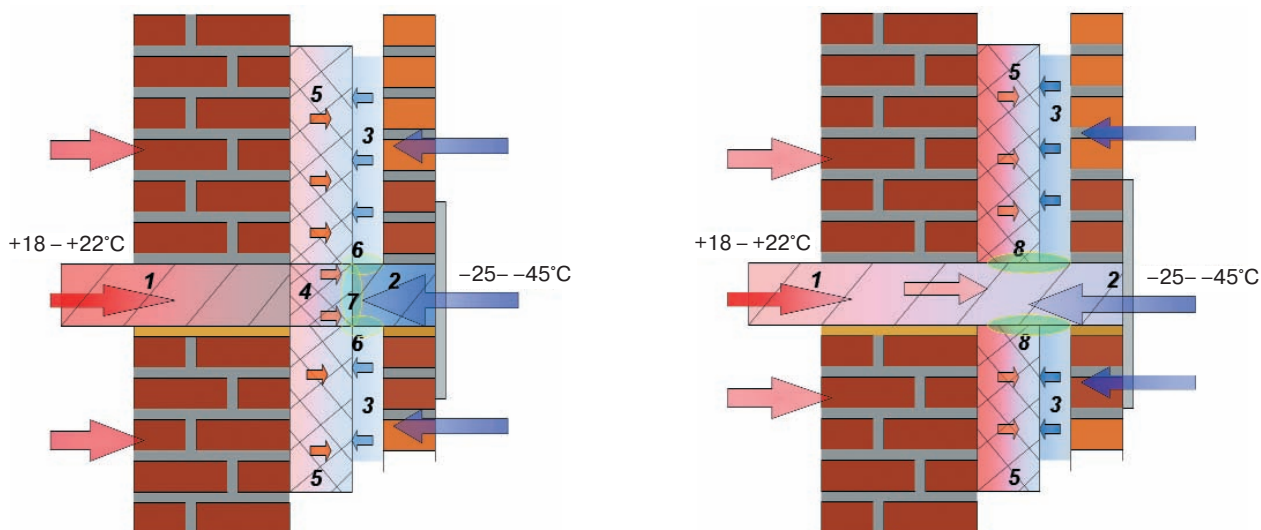


Рис. 11. Сечение стены и перекрытия с теплоизолирующей вставкой (а) и без вставки (б): 1, 2 – плита перекрытия; 3 – воздушный зазор; 4 – теплоизолирующая вставка (МВП); 5 – утеплитель стены; 6, 7, 8 – зона контакта бетона и утеплителя

ружного утепления можно определить только через 1,5–3 года после окончания всех общестроительных и отделочных работ, связанных с мокрыми процессами. Как правило, именно такое время требуется, чтобы в ограждающих конструкциях под воздействием эксплуатационных нагрузок установился истинный температурно-влажностный баланс. Кроме того, выполнение тепловизионной съемки наружных стен из облегченной кладки в любое другое время года, кроме периода окончания зимы и начала весны (как правило, это 2–3 недели), не имеет смысла, и результаты такой съемки просто могут ввести в заблуждение. Причина заключается в том, что процесс набора влаги утеплителем достигает наивысших показателей именно к концу холодного периода года.

В итоге события в г. Железнодорожном требуют действия, пока они не стали привычным явлением, как провалы грунта в Москве. Наверное, заинтересованные организации должны начать широкомасштабные технические обследования «дефектных» зданий, собрать результаты этих обследований и серьезно проанализировать. Только подход должен быть действительно серьезным, а не так, как у нас обычно бывает: спали, спали, а потом по команде сверху проснулись и побежали, лишь бы отрапортовать. Представляется, что на бегу эту проблему решить будет сложновато. Хотя, конечно, можно и еще подождать. Пока само не отвалится. Процесс, как говорил в свое время один политический деятель, пошел...



2007 China (Zibo) International Ceramics Industry Exhibition

CZCIE

Международная выставка
Промышленной Керамики 2007 Китай (Зибо)

September 6–9, 2007

6–9 сентября 2007

The second largest exhibition
for the ceramics industry in China

Вторая по величине выставка
для керамической промышленности в Китае



新之联展览服务有限公司
UNIFAIR EXHIBITION SERVICE CO., LTD.

Add: Rm. 902-903, Daxin Building,
No. 538 Dezheng North Road,
Guangzhou, China 510045

Tel: 0086 20 8327 6369 / 8327 6389
Fax: 0086 20 8327 6330 / 8327 6350
E-mail: czcie@unifair.com

Website: <http://czcie.unifair.com>



Simultaneity with:

2007 China (Zibo) International Ceramics Expo
2007 World Ceramics Purchasing Fair

CZCIE

2007 China (Zibo) International
Ceramics Industry Exhibition

Конференция



В апреле 2007 г. в Санкт-Петербурге состоялась 4-я Международная научно-техническая конференция AquaStop-2007 «Гидроизоляционные и кровельные материалы». Организатором конференции является АНТЦ «АЛИТ» при поддержке Федерального агентства по строительству и ЖКХ, Правительства Санкт-Петербурга и Правительства Ленинградской области.

В конференции приняло участие около 80 специалистов, представляющих практически всю цепочку специалистов – ученых ведущих научно-исследовательских организаций и вузов; руководителей и инженеров фирм-производителей гидроизоляционных и кровельных материалов, компонентов для их производства; представителей компаний, выполняющих сложные гидроизоляционные работы из различных регионов России и зарубежья.

За два дня участниками конференции AquaStop было заслушано около 20 докладов по основным вопросам в области гидро- и теплоизоляционных материалов, в том числе гидроизоляции подземных сооружений. Производство гидроизоляционных и кровельных материалов является динамично развивающейся отраслью: появляются новые материалы, внедряются новые технологии по переработке материалов на объектах строительства, повышая их эффективность и экономичность.

Успех при устройстве качественной гидроизоляции и кровли зависит от профессиональности принимаемых решений. При этом необходимо учитывать особенности применяемых материалов, воздействия окружающей среды, совместимость материалов, технологию выполнения работ, вопросы эксплуатации и ремонтпригодности и др.

Решение перечисленных вопросов требует от производителей материалов, проектировщиков и специалистов служб заказчика не только обширных знаний, но и узкоспециализированной профессиональной информации по изоляции и кровле.

С анализом прогноза строительных комплексов субъектов РФ по отдельным показателям жилищного строительства и развития производства основных строительных материалов, изделий и конструкций на период до 2010 г. выступил зам. начальника отдела управления строительных программ Росстора РФ С.В. Коляда.

В.Ф. Степанова (НИИЖБ, Москва) отметила, что 15–75% всех строительных конструкций работает в агрессивной среде. 10% конструкций ежегодно выходит из строя из-за коррозии бетона. Поэтому защита бетона имеет большое значение для строительных объектов. В докладе были рассмотрены современные системы защитных покрытий на основе ЛКМ и

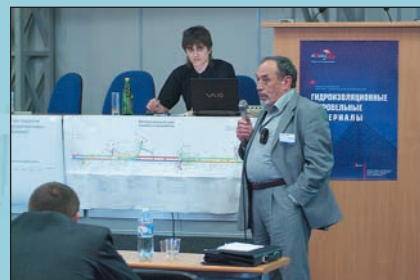
пропиток, изложены критерии оценки показателей качества защитных покрытий на бетоне, а также результаты испытаний различных систем покрытий, выполненных в лаборатории коррозии НИИЖБ.

При строительстве подземных сооружений из сборных железобетонных конструкций большое значение приобретает возможность их омоноличивания, которое может обеспечить их водонепроницаемость. Растворами на обычном портландцементе сделать это практически невозможно вследствие усадки цементного камня в процессе схватывания и твердения. Доклады Т.В. Кузнецовой (РХТУ им. Д.И. Менделеева) и Д.Я. Френкеля (ООО НПК «Монофлекс Френкеля») были посвящены свойствам модифицированных портландцементов и опыту их применения в подземных конструкциях.

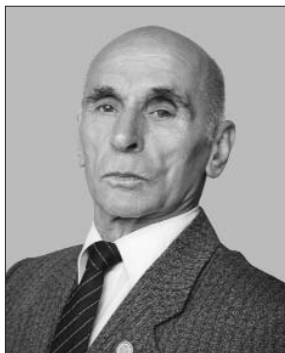
Конструктивные способы повышения сроков службы плоских неэксплуатируемых кровель рассмотрел И.А. Мехнецов (ООО «УРСА Евразия», Санкт-Петербург). Предложено повысить надежность и продлить срок службы путем применения экструдированного пенополистирола в качестве утепляющего слоя под слой гидроизоляции. В этом случае обеспечивается достаточная жесткость кровельного пирога и используется исключительное свойство XPS – низкое водопоглощение, за счет которого вода при протечках изоляционного слоя не впитывается в утеплитель.

Большое внимание специалистов привлекла практическая часть конференции, когда в режиме on-line специалисты демонстрировали процесс выполнения работ с различными видами материалов. На этот раз механизированную технологию нанесения полимерно-битумных и полимерцементных материалов представила компания «АСОКА»; технологию устройства кровель из полимерных рулонных материалов с механическим креплением к основанию на примере мембран Sikaplan и Sarnafil продемонстрировала компания «Зика».

Практически все выступления специалистов вызвали активную реакцию участников конференции. Это неудивительно, так как основной задачей конференции является объединение и организация диалога производителей и потребителей данных материалов, а также возможность получения профессиональной консультации техническими специалистами.



КОЛЛЕГИ



К юбилею И.И. Немеца

9 июня 2007 г. исполнилось 80 лет доктору технических наук, профессору кафедры технологии и дизайна керамики огнеупоров БГТУ им. В.Г. Шухова **Немецу Игорю Ивановичу**. Он родился в семье инженера-строителя в Харькове. В 1947 г. И.И. Немец поступил на силкатный факультет Харьковского института цементной промышленности (впоследствии Харьковский политехнический институт). После окончания института в 1952 г. Игорь Иванович был принят на работу во Всесоюзный научно-исследовательский институт огнеупоров. С этого момента научная деятельность И.И. Немеца была неразрывно связана с технологией огнеупорных и керамических материалов, что нашло отражение в его кандидатской (1964 г.) и докторской (1974 г.) диссертациях, научных трудах.

С 1975 г. Игорь Иванович работает в Белгородском технологическом институте строительных материалов, где в течение 17 лет был руководителем кафедры химической технологии керамики и огнеупоров. Благодаря И.И. Немецу внесен значительный вклад в отечественную науку по созданию эффективных жаростойких материалов с по-

вышенной термостойкостью, создана теория повышения термостойкости прогрессивных видов керамики и огнеупоров, разработан аналитический метод прогнозирования термостойкости хрупких, упругодеформированных керамических материалов. Им впервые был привлечен зольгель-процесс для создания на межзеренных границах фаз с заданным составом с целью повышения термостойкости материалов. За время научно-педагогической деятельности он подготовил 13 кандидатов технических наук. В этот период было написано около 300 научных работ и получено более 50 авторских свидетельств.

Работа Игоря Ивановича Немеца не раз отмечалась наградами. Он является почетным работником высшего профессионального образования, заслуженным изобретателем СССР, имеет бронзовую медаль ВДНХ за достигнутые успехи в развитии народного хозяйства СССР и др. Игорь Иванович и в настоящее время является ведущим ученым, одним из лучших преподавателей кафедры, энтузиазму и энергии которого могут позавидовать даже студенты.

Многие годы И.И. Немец активно сотрудничает с журналом «Строительные материалы»® — он активный автор, рецензент и научный консультант.

Редакция и редакционный совет поздравляют с 80-летием Игоря Ивановича Немеца и желают ему крепкого здоровья и дальнейших творческих успехов.

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

КНАУФ расширяет свои производства на Кубани

23 мая 2007 г. генеральный управляющий группы КНАУФ СНГ доктор Герд Ленга и первый заместитель руководителя департамента строительства Краснодарского края В.А. Погребняк совершили символическую закладку первого камня в фундамент новых производственных корпусов завода по производству гипсового вяжущего и завода по производству сухих смесей ОАО «КНАУФ гипс Псебай» (до переименования — «Кубанский гипс КНАУФ»). Этому событию предшествовало заключение соглашения о сотрудничестве между фирмой КНАУФ и Администрацией Краснодарского края, подписанное в рамках деловой программы Международного экономического форума «Кубань» осенью 2006 г. Согласно этому соглашению стороны объединяют усилия для осуществления инвестиционных проектов и программ деятельности фирмы КНАУФ на территории Краснодарского края. С германской стороны было заявлено о намерении удвоить к 2010 г. производственные мощности предприятий КНАУФ в России.

Результатом этого заявления стал третий этап модернизации крупнейшего на Юге России производителя отделочных материалов — ОАО «КНАУФ гипс Псебай».

Модернизация производства осуществляется за счет реинвестиции прибыли предприятия в собственное производство, поскольку прибыль, полученная предприятием, не вывозится за пределы страны, а вкладывается в расширение мощностей, строительство новых заводов КНАУФ в России, образовательную деятельность, социальные программы. В строительство двух новых заводов — гипсового вяжущего и сухих смесей будет инвестировано около 500 млн р. Строительство этих заводов позволит увеличить имеющиеся мощности почти в три раза. Завершение строительства планируется в первом квартале 2008 г. В течение 2–3 лет на предприятии будут проведены реконструкция и расширение производства гипсового карьера и завода гипсокартонных КНАУФ-листов, что приведет к увеличению общего объема производства ОАО «КНАУФ гипс Псебай» на 50%.

По материалам пресс-службы фирмы КНАУФ в России и СНГ

Компания URSA планирует запустить пятый завод в России

Новый завод будет специализироваться в производстве изделий из экструдированного пенополистирола (XPS).

Открытие нового производства в г. Серпухове Московской обл. намечено на II кв. 2008 г.; запуск строительства планируется летом 2007 г., в год 100-летнего юбилея концерна URALITA GROUP, куда входит компания ООО «УРСА Евразия».

Наиболее перспективными областями применения для XPS при строительстве жилого и нежилого фондов

являются плоские кровли, фундаменты и полы. Высокая прочность и долговечность плит URSA XPS позволяют использовать их при утеплении оснований под автомобильные дороги, железнодорожные насыпи, взлетные полосы аэродромов, а также в теплоизоляции оснований газо- и нефтепроводов. При производстве URSA XPS не будут использоваться фреоновые компоненты.

По материалам компании «УРСА Евразия»

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

Группа ЛСР развивает географическую экспансию

Aeroc International – газобетонный субхолдинг Группы ЛСР приступил к реализации сразу двух газобетонных проектов – на Украине и в Литве. Общий размер инвестиций 57 млн евро, совокупные мощности двух заводов 800 тыс. м³. Выход на новые рынки Группа ЛСР осуществляет в рамках стратегии географической экспансии, принятой руководством холдинга в 2006 г.

Размер собственных и привлеченных средств, которые Aeroc International вложит на Украине в строительство и техническое оснащение нового газобетонного завода в г. Березань Киевской области, составит 30 млн евро. Это первое на Украине предприятие как Aeroc International, так и Группы ЛСР. Его ежегодные мощности составят 400 тыс. м³ газобетона AEROC. Ввод предприятия в промышленную эксплуатацию запланирован на середину 2008 г. В настоящее время на рынке Украины работают только сравнительно небольшие газобетонные предприятия, совокупные производственные мощности которых составляют порядка 600 тыс. м³ в год. В результате этот материал на Украину поставляют из Белоруссии, Польши, Турции. Для строительства нового предприятия на Украине Aeroc International приобрела активы местного домостроительного комбината «Березаньский ППДО», который уже 10 лет не работал и являлся банкротом. Новое

предприятие по производству газобетона строится на его производственных площадях с использованием уже существующей инфраструктуры. Оборудование для нового завода поставит известная немецкая компания «Hess AAC-Systems». Планируемое количество персонала 180 человек.

Для реализации проекта по строительству нового газобетонного завода в Литве Aeroc International завершает приобретение площадки с готовой промышленной инфраструктурой под застройку будущего завода в центральной части страны. Там намечено построить с нуля новое производство AEROC мощностью 400 тыс. м³. В литовское предприятие компания инвестирует 27 млн евро как собственных, так и привлеченных средств. Оборудование поставит та же немецкая компания «Hess AAC-Systems». Промышленный пуск запланирован на конец 2008 г. – первый квартал 2009 г.

Таким образом, Aeroc International AS объединяет сразу пять производственных единиц: два строящихся завода в Литве и на Украине, а также три уже работающих на полную мощность предприятия – ООО «Аэрок Санкт-Петербург» в России, Aeroc AS в Эстонии, Aeroc SIA в Латвии. Кроме того, в настоящее время Aeroc приступил к поиску территории и проработке проекта по производству газобетона в Московском регионе.

По материалам
пресс-службы Группы ЛСР

«Сибирский цемент» представил проект цементного завода в Казахстане

Презентация прошла в г. Таразе Жамбылской области при участии Президента Республики Казахстан Нурсултана Назарбаева. Новый завод мощностью 1,2 млн т цемента в год будет работать по сухому способу. Предприятие будет производить общестроительные марки цемента на основе порландцементного клинкера, соответствующие экологическому кодексу Республики Казахстан. При производстве в качестве минеральных добавок и наполнителей будут использоваться отходы промышленного производства других предприятий. Сырьевая база – Актауское месторождение известняков с запасами не менее 125 млн т. Строительство завода будет способствовать развитию социальной сферы: количество рабочих мест не менее 1000 человек. Общая

сумма инвестиций 5,25 млрд р. Предполагаемая дата завершения строительства 2010 г. Для реализации проекта создано совместное предприятие ТОО «Юг-Цемент» (г. Тараз Жамбылской области); разработку ТЭО будет осуществлять ТОО «НИИСТРОМПРОЕКТ» (Алматы). Срок выполнения ТЭО – 5 месяцев. Технологическое оборудование строящегося завода будет поставляться компанией «Инжиниринг Полизиус» («POLISIUS AG»), входящей в состав ThyssenKrupp (Германия). В настоящее время фирмой «Инжиниринг Полизиус» ведутся предпроектные работы, проводятся испытания сырья, добавок, топлива и разрабатывается схема производства цемента с подбором технологического оборудования.

По сообщению пресс-службы
ХК «Сибирский цемент»

«Сен-Гобен» представляет новый продукт

Компания «Сен-Гобен Строительная Продукция» представила в России теплоизоляционный продукт нового поколения – ISOVER Ultimate. Это новый вид негорючей волокнистой теплоизоляции с температурой плавления 1000°C. Материал сочетает огнеупорные свойства каменного и легкость стеклянного волокон. Компания «Сен-Гобен» усовершенствовала собственное ноу-хау – процесс волокнообразования TEL, который обеспечивает высокое качество стекловолокна. Промышленное производство негорючей тепло- и звукоизоляции Ultimate началось в 2004 г. на заводе ISOVER в г. Любц (Германия). В последующие годы ISOVER Ultimate получил широкое применение в промышленном и гражданском строительстве в Германии.

Волокно Ultimate преимущественно изготавливается из натуральных природных материалов вулканического происхождения. Оно эластичное, хорошо сжимается

и в два раза легче каменной ваты. Ultimate имеет широкий спектр применения: используется в технической изоляции промышленного оборудования, тепло- и звукоизоляции железнодорожного транспорта, утеплении частных домов и промышленных зданий. Материал сохраняет свою структуру при 1000°C. Ultimate – продукт премиум-класса. Это результат инновационных разработок ученых «Сен-Гобен» за последние десять лет. Он обладает высокой огнеупорностью, устойчивостью к деформациям, имеет малый удельный вес, высокое звукопоглощение (54 дБ) и низкую теплопроводность ($\lambda=0,03$ Вт/(м·К)). Ultimate так же легок в монтаже, как и обычное стекловолокно ISOVER, экономичен в хранении и транспортировке. Все эти свойства обеспечивают благоприятные перспективы его применения в самых разных областях строительства и промышленности в России.

По материалам компании
«Сен-Гобен Строительная Продукция»



ИНТЕРСТРОЙЭКСПО-2007

Крупнейший в Северо-Западном регионе России выставочный форум состоялся 17–21 апреля 2007 г. в Санкт-Петербурге. Проект включен в план приоритетных мероприятий Федерального агентства по строительству и ЖКХ России, проходит под патронажем Торгово-промышленной палаты РФ при содействии Комитета ТПП РФ по предпринимательству в сфере строительства и ЖКХ, Правительства Санкт-Петербурга и Ленинградской области, Российского союза строителей, Союза строительных объединений и организаций, Ассоциации «Строительно-промышленный комплекс Северо-Запада», Санкт-Петербургского союза строительных компаний «Союзпетрострой», ОАО «Ленэкспо», ВО «Рестэк», ЗАО «Балтэкспо».

В рамках международного строительного форума «Интерстройэкспо-2007» состоялись 15 специализированных выставок: «Интерстройэкспо», «Тепловент», «Водоснабжение», «Энергоснабжение и электротехника», «Строительство и строительные материалы», «Инструмент и оборудование», «Окна. Двери. Ворота», «Кровля и изоляционные материалы», «Автоспецтехника», «Интерьерные решения», «Сантехника», «Отделочные материалы», «Умный дом», «Российская стройиндустрия», «Загородное домостроение».

В 2007 г. международный строительный форум подтвердил лидирующие показатели среди всех выставок, проходящих в Северо-Западном регионе, по числу участников и по размерам выставочной площади. Всего в выставке приняло участие около 900 фирм, которые расположили свои экспозиции более чем на 30 тыс. м². Свою продукцию продемонстрировали представители практически всех регионов России. Коллективные стенды в рамках выставки «Российская стройиндустрия» были организованы компаниями из Московской, Ростовской, Новгородской и Саратовской областей. Представительство зарубежных фирм составило почти 13%.



Открытые площадки были заполнены специальной строительной техникой

За пять дней работы выставку посетили почти 80 тыс. человек, в основном специалисты, руководители предприятий.

Около 70% участников представили свои новые разработки. Некоторые компании участвовали в форуме впервые. Среди них компания «ПетроПерлитСтрой» (Санкт-Петербург), которая занимается производством вспученного перлита и различных материалов на его основе: цементно-перлитовых и магнезито-перлитовых растворов для устройства стяжек полов, кладочных растворов, теплоизолирующих штукатурных смесей. Вспученный перлит обладает отличными сорбционными свойствами, огнестоек, химически инертен, биостоек.

Многих посетителей привлекли блоки несъемной опалубки, разработанные компанией «Durisol» (Голландия), представленные на стенде фирмы «БулГ» (Санкт-Петербург). Материал Durisol производится на основе природных компонентов — древесной щепы (до 90% объема), обработанной минеральными добавками и скрепленной портландцементом. Durisol соответствует требованиям пожарной безопасности: горючесть — группа Г1, воспламеняемость — группа В1.



Представитель компании «ПетроПерлитСтрой» рассказывает посетителям о возможных областях использования вспученного перлита



На стенде фирмы «КНАУФ» посетителей выставки приветствовали музыканты в национальных баварских костюмах



Участников Международного конгресса по строительству «IBC» приветствовала губернатор Санкт-Петербурга В.И. Матвиенко



Выступление президента Союза проектировщиков В.А. Новоселова было посвящено кадровым вопросам строительной отрасли



Коммерческий директор ЗАО «Парастек Бетон» Д.А. Титарев рассказал о проблемах применения ЖБИ в строительстве

Как всегда насыщенной была деловая программа «Интерстройэкспо». Ежедневно проводились конференции и семинары, посвященные актуальным вопросам строительства. В рамках форума впервые было открыто «Международное бюро контактов». Цель проекта — определить возможности и пути сотрудничества зарубежных стран и Северо-Западного региона России в области строительства, использования и внедрения новых строительных технологий и материалов. В этом году его открыла Германия.

Центральным событием деловой программы форума стал *Международный конгресс по строительству «IBC»*. Основная тема конгресса — «Развитие строительного комплекса России в ходе реализации национального проекта «Доступное и комфортное жилье — гражданам России». В работе конгресса приняли участие делегации 47 регионов России.

Участников конгресса приветствовала губернатор Санкт-Петербурга **В.И. Матвиенко**. В своем приветственном слове Валентина Ивановна отметила широко растущую с каждым годом популярность петербургской экспозиции современных строительных материалов и услуг. По словам губернатора, эта популярность обусловлена конкурентными преимуществами города. Санкт-Петербург в настоящее время является лидером в реализации важнейших инфраструктурных проектов, программ жилищного строительства. Уже несколько лет подряд в Петербурге сдается более 2 млн м² жилья в год. В 2006 г. эта цифра составила 2,4 млн м². В настоящее время в Петербурге в разной стадии строительства и проектирования находятся такие крупнейшие объекты, как Морской пассажирский терминал на Васильевском острове, многофункциональный комплекс «Балтийская жемчужина», западный скоростной диаметр, кольцевая автомобильная дорога, комплекс защитных сооружений от наводнений, вторая сцена Мариинского театра, новый футбольный стадион на Крестовском острове, ансамбль «Новая Голландия». Запланирована модернизация и развитие аэропорта «Пулков». В.И. Матвиенко отметила приоритет Петербурга и в организации строительства крупнейших объектов, который основан на механизмах государственно-частного партнерства. Так, Западный скоростной диаметр — проект, поддержанный федеральным инвестиционным фондом, станет первой дорогой в России, построенной на концессионной основе. «Строительство всех этих объектов не может обойтись без применения самых современных технологий, и мы надеемся, что форум «Интерстройэкспо» даст нам в этом дополнительные возможности», — сказала В.И. Матвиенко.

В докладе руководителя Федерального агентства по строительству и ЖКХ **С.И. Круглика** был сделан анализ причин, которые тормозят реализацию национального проекта «Доступное и комфортное жилье — гражданам

России». В числе прочих были названы неумение строительными организациями пользоваться кредитно-финансовыми механизмами, отсутствие финансирования на местном уровне подпрограммы «Обеспечение жильем молодых семей», отсутствие земли на рынке, плохое развитие инженерной инфраструктуры, отсутствие региональной аналитики и политики развития стройиндустрии и промышленности строительных материалов.

Как отметила в докладе заместитель председателя комитета Торгово-промышленной палаты РФ **Л.С. Баранова**, с 1997 г. динамика производства стройматериалов положительна. Согласно прогнозу к 2009 г. возможен дефицит цемента при существующих производственных мощностях, но планируется ввод мощностей по производству 50 млн т цемента, хотя, по мнению аналитиков, достаточно ввести 25 млн т. Однако заложенное в бюджете повышение к 2009 г. цен на газ может привести к 3-кратному росту цен на цемент, в связи с чем становится актуальным поиск альтернативных материалов.

В настоящее время остро стоит вопрос кадрового обеспечения строительной отрасли. Как отметил президент Союза проектировщиков **В.А. Новоселов**, существует острый дефицит кадров проектировщиков среднего звена и этот провал ликвидировать сложно. Кроме того, проектное дело отстает на 5–6 лет в области внедрения информационных технологий. В последнее время полностью отсутствуют квалифицированные кадры градостроителей, которые должны определять, что и из чего строить и влиять на формирование рынка строительных материалов, его емкость.

Об актуальных проблемах применения сборного железобетона в современном строительстве рассказал коммерческий директор ЗАО «Парастек Бетон» **Д.А. Титарев**. Он отметил, что существующие предприятия по производству ЖБИ отличаются по оснащенности современным оборудованием, наличию квалифицированных кадров. Использование устаревшего оборудования, отсутствие дополнительного сервиса — проектирования, доставки, монтажа и пр., — исторически сложившийся низкий имидж изделий являются факторами, сдерживающими развитие отрасли.

Международный строительный форум «Интерстройэкспо» — одно из ведущих выставочных мероприятий России. Тринадцатилетний опыт работы и безупречный имидж организации форума высоко оцениваются специалистами и ведущими строительными компаниями на российском и зарубежном рынках. В преддверии строительного сезона «Интерстройэкспо» стал прекрасной площадкой для налаживания деловых связей и демонстрации новинок сезона.

И.В. Козлова, канд. физ.-мат. наук;
И.В. Рыльцова, инженер-строитель

Международный семинар по моделированию и оптимизации композитов – МОК'46

26–27 апреля 2007 г. в Одессе состоялся очередной, 46-й Международный семинар по моделированию и оптимизации композитов «Моделирование в компьютерном материаловедении», участие в котором традиционно приняли ученые и специалисты Украины, Молдовы, России и Польши. Семинар проводится Научным советом по компьютерному материаловедению Международной инженерной академии совместно с кафедрой процессов и аппаратов Одесской государственной академии строительства и архитектуры (ОГАСА) и Центром научно-технического творчества молодежи ОГАСА.



Зеленый зал Дома ученых г. Одессы не смог вместить всех желающих послушать доклады и принять участие в дискуссии



Об экспериментальных данных, на которых базируется определяющее уравнение биокоррозии в газовых агрессивных средах, рассказала д-р хим. наук И.В. Довгань



Научное наследие школы О.П. Мчедлова-Петросяна представил известный ученый д-р техн. наук А.В. Ушеров-Маршак

По сложившейся традиции семинар открыл его руководитель д-р техн. наук **В.А. Вознесенский**, который поздравил слушателей, защитивших в прошлом году диссертационные работы, в чем есть немалая заслуга семинара – своеобразной школы для специалистов и ученых в области компьютерного материаловедения.

В докладе «Компромиссная многофакторная оптимизация качества материала (на примере шлакощелочного вяжущего)» В.А. Вознесенский показал, как с помощью существующего аппарата построения экспериментально статистических моделей при поэтапном принятии компромиссных решений можно оптимизировать многофакторную рецептурно-технологическую задачу, каких подводных камней на этом пути следует избегать.

В последние годы активизировались работы по изучению биокоррозии бетонов, в том числе в газовых средах. Развитие этих работ и накопление экспериментальных данных по коррозии бетонов под воздействием тионовых бактерий позволили приступить к разработке математической модели, включающей процессы эволюции, биохимических взаимодействий, массопереноса, накопления продуктов коррозии. О разработке такой модели рассказали д-р хим. наук **И.В. Довгань** (Одесса, Украина) и д-р техн. наук **А.С. Файвусович** (Луганск, Украина). Предложенная модель кроме упомянутых выше процессов включает также модель порового пространства бетона, которая представляет собой цилиндр с изолированными боковыми гранями со сквозным капилляром в центре. При создании модели полагалось, что влажность воздушной среды достаточна для образования на поверхности бетона и в капилляре пленки конденсата, обеспечивающего протекание коррозии; в газовой фазе содержатся все вещества для жизнедеятельности тионовых бактерий; бактерии равномерно распределены по поверхности бетона; для описания размножения, развития и смены бактерий использовалось логистическое уравнение; тепловыделение и теплоперенос на этом этапе не учитывались; из всей совокупности биохимических, химических и физических процессов учитывались только лимитирующие скорость коррозии. Разработанная модель позволяет делать анализ и прогнозировать биокоррозию конструкций и сооружений.

В 2007 г. отмечается 90-летие со дня рождения выдающегося материаловедца Отара Петровича Мчедлова-Петросяна, основателя харьковской школы строительного материаловедения. Историю создания и развития школы представил на семинаре д-р техн. наук **А.В. Ушеров-Маршак** (Харьков, Украина). Еще в 50–60-е гг. прошлого века О.П. Мчедлов-Петросян с учениками сформулировали на первый взгляд очень простые положения, относящиеся к физико-химическим основам технологии бетона или управляемого структурообразования. Эти положения содержали ряд аспектов, которые развиваются в настоящее время в концепциях бетонов нового поколения (УНРС, РС). Наиболее наглядна прозорливость О.П. Мчедлова-Петросяна в формулировке и обосновании главного физико-химического принципа бетоноведения – принципа соответствия параметров технологических воздействий термодинамическим, кинетическим и др. характеристикам компонентов бетона, прежде всего твердеющего цемента. Обстоятельства современного периода развития бетоноведения в Украине обусловили, по мнению Александра Владимировича, появление значительного числа разработок надуманного, формального характера, засорение терминологии необоснованно перенесенными из других областей знаний терминами. Поэтому углубление уровня знаний всех, кто причастен к бетоноведению, не только дань памяти выдающемуся ученому, но и необходимость научно-технического сопровождения технологии современного бетона.

То что на семинаре по моделированию и оптимизации композитов вспоминали Отара Петровича, не случайно. В.А. Вознесенский напомнил собравшимся, что в апреле 1968 г. в журнале «Бетон и железобетон» вышла статья О.П. Мчедлова-Петросяна, В.Г. Зазимко, А.С. Корхина «Определение оптимальных условий виброобработки бетонных смесей», которая, по меткому выражению Виталия Анатольевича, зажгла зеленый свет на тернистом пути компьютерного материаловедения. Не оставлял без

доброжелательного внимания при бескомпромиссной критике Отар Петрович диссертационные работы, в которых предлагались математические методы решения рецептурно-технологических задач (В.А. Вознесенский, Л.И. Дворкин, А.Е. Рохваргер). Ведущие отраслевые журналы, прежде всего журнал «Строительные материалы», поддерживали ученых, работающих в этом направлении.

Современное развитие математического аппарата и возможности вычислительной техники, огромная экспериментальная база данных позволяют развиваться моделированию и решать более сложные задачи. Однако любому начинающему исследователю в этой области следует очень аккуратно и методически правильно использовать имеющиеся возможности, проявлять инженерное чутье и знание законов физики, химии и материаловедения.

Относительно новым направлением в строительном материаловедении является системный подход.

Когда объект или явление изучают как систему, при достижении определенного уровня понимания возникают факторы, мешающие системному подходу. Преодолеть сложность можно, мешающие факторы надо включить в систему. Для гетерогенных материалов системный подход, по мнению канд. техн. наук **А.Г. Гергеги** (Одесса, Украина), позволяет отнести к структуре особенности заполнения пространства молекулами и атомами, обусловленные их химической природой; кластеры со всем многообразием их свойств; внутренние границы раздела фаз. Положенная в основу теория перколяции позволяет изучать со сходных позиций различные явления, происходящие в бесконечном кластере. Определение кластера в этом случае будет существенно зависеть от масштаба, в котором изучается объект или явление.

Созданию динамической модели кинетических процессов в строительных материалах был посвящен доклад д-ра техн. наук **Н.М. Ершовой** (Днепропетровск, Украина). Формирование основных физико-механических характеристик в строительных материалах происходит одновременно и длится некоторое время, иными словами, этот процесс можно рассматривать в виде параллельного переходного процесса. В теории автоматического управления переходный процесс характеризуется переходной функцией, которая есть реакция системы на единичное ступенчатое воздействие при нулевых начальных условиях. Это положение является основным при доказательстве обобщенной динамической модели кинетических процессов в строительных материалах, которая может быть представлена дифференциальным уравнением второго порядка. Решение частных задач возможно. Например, на основе динамической модели кинетического процесса набора прочности методом динамического программирования легко определяются формулы для параметров проектирования – сопротивления и жесткости материалов. В качестве критерия оптимальности принимается квадратичный функционал качества, физический смысл которого – минимум затрат энергии на управление переходным процессом. Закон управления кинетическим процессом можно получить с помощью стохастического динамического программирования.

О работах в области развития парадигмы устойчивого развития, которые ведутся в Национальном техническом университете Украины «КПИ», и прежде всего о построении методологического и аналитического блоков устойчивого развития, которые связаны с Мировым центром данных НТТУ «КПИ», рассказал д-р техн. наук **Г.А. Статюха**.

Расширилось представительство российских докладчиков, принимавших участие в семинаре. **А.М. Харитонов** (Санкт-Петербург, Россия) представил модель структуры и механизма усадки цементных композиций. Структура цементного камня была представлена плоской моделью, в которой отдельными структурными элементами являются сферические частицы размером 5 нм, представляющие собой агрегаты микрокристаллов гидросиликатов кальция. Моделирование проводилось средствами компьютерной графики путем случайного расположения единичных структурных элементов (глобул). Значение пористости составляло 20% и удельная поверхность – 85 м²/г. Были заданы следующие физико-механические свойства: модуль упругости 22,4 ГПа; коэффициент Пуассона 0,25; плотность твердой фазы 2,65 т/м³. Считалось, что усадка обусловлена действием двух факторов – капиллярным давлением и перемещениями, вызванными изменением свободной поверхностной энергии. Несмотря на достаточно сильное приближение, модель имеет совпадения с экспериментальными данными. Дальнейшее усложнение модели позволит получить результаты, адекватно описывающие эксперимент.

О Центре нанотехнологий, организованном Белгородским государственным технологическим университетом им. В.Г. Шухова при поддержке Московского государственного университета, ряда научно-исследовательских центров страны, рассказала д-р техн. наук **В.В. Строкова**.

Дискуссия, которая проводилась после каждого доклада, показала, что затронутые темы актуальны и важны для развития науки о строительных материалах – строительного материаловедения и для практического применения полученных результатов в отрасли. И только время – объективный судья определит жизнеспособность выдвигаемых докладчиками идей и теорий.

И.В. Козлова,
канд. физ.-мат. наук



Живое обсуждение вызвал доклад д-ра техн. наук Н.М. Ершовой



Научные направления, которые разрабатываются в Центре нанотехнологий в БГТУ им. В.Г. Шухова, представила д-р. техн. наук В.В. Строкова



О создании модели структурообразования и усадки цементных композиций рассказал канд. техн. наук А.М. Харитонов



Традиционно активное участие в дискуссии принимают молодые ученые



**СПЕЦИАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО
СКБ СТРОЙПРИБОР
ПРИБОРЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ**

Лицензия Госстандарта РФ на изготовление средств измерений №000110-ИР
Приборы сертифицированы, имеют энергонезависимую память, режим связи с ПК.

ПОС-30(50)МГ4 "Отрыв"



Измерители прочности бетона методом отрыва со скалыванием по ГОСТ 22690.
Диапазон.....5...100 МПа
Максимальное усилие вырыва анкера:
ПОС-30МГ4.....29,4 кН (3000 кгс)
ПОС-50МГ4.....49,0 кН (5000 кгс)

ПСО-МГ4



Измерители прочности сцепления защитных и облицовочных покрытий с основанием по ГОСТ 28089, ГОСТ 28574, а также усилия вырыва анкерных болтов и тарельчатых дюбелей.
Максимальное усилие отрыва:
ПСО-2,5МГ4.....2,45 кН (250 кгс)
ПСО-5МГ4.....4,9 кН (500 кгс)
ПСО-10МГ4.....9,80 кН (1000 кгс)

Влагомер-МГ4У



Измеритель влажности древесины, бетона, сыпучих по ГОСТ 16588 и ГОСТ 21718.
Может комплектоваться зондовым преобразователем.
Диапазон измерения влажности1...60%

ИПА-МГ4



Измеритель защитного слоя бетона, расположения и диаметра арматуры железобетонных конструкций магнитным методом по ГОСТ 22904.
Диапазон измерения
Защитного слоя.....3...150 мм
При диаметре стержней.....3...40 мм

ПГМ-100 / ПГМ-500 / ПГМ-1000

Прессы испытательные гидравлические малогабаритные на 100, 500 и 1000 кН. Снабжены электрическим приводом (сеть 220 В, 50 Гц) и тензометрическим силоизмерителем. Диапазон нагрузок 1...100 / 5...500 / 10...1000 кН



ИПС-МГ4.03

Измеритель прочности бетона, раствора методом ударного импульса по ГОСТ 22690.
Расширенный режим измерений с возможностью выбора вида заполнителя, возраста и условий твердения бетона.
Диапазон измерения прочности.....3...100 Мпа



ПОС-50МГ4 "Скол"

Измерители прочности бетона методами скалывания ребра и отрыва со скалыванием по ГОСТ 22690.
Диапазон:
методом скалывания ребра.....10...70 МПа
методом отрыва со скалыванием.....5...100 МПа



ПОС-2МГ4П

Измеритель прочности ячеистых бетонов методом вырыва спирального анкера.
Предусмотрена возможность корректировки результатов испытаний в зависимости от влажности бетона.
Диапазон.....0,5...8 МПа



ИТП-МГ4 «100/250»

Измерители теплопроводности и термического сопротивления материалов при стационарном режиме по ГОСТ 7076 и методом теплового зонда по ГОСТ 30256.
Диапазон.....0,02...1,5 Вт/м·К



Измерители теплопроводности, плотности тепловых потоков, параметров вибрации, влажности стройматериалов. Термометры, гигрометры, анемометры, пирометры, толщинометры, твердомеры, дефектоскопы, лазерные дальнометры.

тел./факс в Челябинске: (351) 790-16-85, 790-16-13
796-64-13, 796-64-14
в Москве: (495) 964-95-63, 220-38-58

454084, г. Челябинск, ул. Калинина 11-г, а/я 8538
E-mail: stroypribor@chel.surnet.ru <http://www.stroypribor.ru>

ДЕВЯТАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ 2008

**30 ЯНВАРЯ - 2 ФЕВРАЛЯ
МОСКВА,
ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»**



ОРГАНИЗАТОРЫ:



Правительство Москвы
(Комплекс архитектуры, строительства,
развития и реконструкции города)



ЕВРОЭКСПО

ОФИЦИАЛЬНАЯ
ПОДДЕРЖКА:



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ИНФОРМАЦИОННЫЙ
СПОНСОР:



ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА:



ИНФОРМАЦИОННЫЙ
СПОНСОР ДСК:



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ИНТЕРНЕТ-ПАРТНЕР:



ИНТЕРНЕТ-ПАРТНЕР:



WWW.OSMEXPO.RU

А.И. БОГОЯВЛЕНСКИЙ, П.Г. ИСАКОВ, А.С. ПЛАТОНОВ, инженеры,
С.И. ХАНКОВ, д-р техн. наук, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Методы измерения удельного теплового сопротивления ограждающих конструкций

В соответствии с современными требованиями к минимизации потребления тепловой энергии повышается актуальность определения теплоизоляционных характеристик стен и перекрытий зданий и сооружений. В соответствии с требованиями СП 23-101-2000 величина удельного теплового сопротивления (УТС) ОК должна попадать в диапазон 0,3–4 м²·К/Вт, а качественной теплоизоляции внешних стен соответствует величина УТС не менее 3 м²·К/Вт.

Для многослойной стенки УТС определяется из соотношения:

$$r = \sum_{i=1}^n r_i + \sum_{k=1}^{n-1} r_k, \quad r_i = \frac{L_i}{\lambda_i}, \quad (1)$$

где r_i – удельное тепловое сопротивление i -го слоя стенки, м²·К/Вт; r_k – контактные тепловые сопротивления между соседними слоями, м²·К/Вт; n – число слоев, L_i – толщина i -го слоя, м; λ_i – коэффициент теплопроводности материала i -го слоя, Вт/(м·К).

Наличие второго слагаемого в (1) затрудняет расчет теплового сопротивления по известным значениям коэффициента теплопроводности каждого слоя. Наиболее точными являются методы, основанные на измерениях проходящего через стенку теплового потока и перепада температур по ее толщине в стационарном тепловом режиме.

Известные методы определения УТС либо используют в качестве источника нагрева системы внутреннего отопления в зимний период [1], либо основаны на применении импульсных источников тепловыделений [2, 3]. В первом случае из-за суточных и более длительного цикла колебаний температур стационарный тепловой режим фактически не реализуется [1], а при импульсных тепловыделениях возможно только исследование ОК. Поэтому возникает необходимость разработки стационарных методов исследований УТС, применимых не только в отопительный период, но и в летнее время.

Задачу прогрева стенки (ОК) можно решить двумя различными способами. Первый основан на использовании источника теплового потока (ИТП) в виде плоского электронагревателя. В математической постановке это соответствует граничным условиям (ГУ) II рода. Второй способ реализуется при использовании источника температурного напора (ИТН), например проточного теплообменника, через который протекает горячий теплоноситель, и в математической постановке описывается с ГУ III рода.

Проведем сравнительный анализ указанных двух способов прогрева. В обоих случаях задача является нелинейной, так как и теплообменник, и электронагреватель обладают термической инерцией. Поэтому даже в случае однослойной стенки в одномерном приближении решение задачи аналитическими методами [4] затруднено. Задача решалась численно с использованием конечно-разностного метода. Выбрана шеститочечная неявная разностная схема, построенная интегроинтерполяционным методом [5].

При расчете для описания нестационарной среднеобъемной температуры теплообменника использовались соотношения [6]:

$$t_w = t_0 + \Delta t_m \left\{ \frac{\sigma_k}{\sigma_k + c_f ME} [1 - \exp(-m_0 \tau)] + \exp(-m_0 \tau) \right\};$$

$$\Delta t_m = t_c - t_0; \quad m_0 = m_i + \frac{c_f ME}{C_w}; \quad m_i = \frac{\sigma_k}{C_w}; \quad (2)$$

$$E = 1 - \exp(-\varphi); \quad \varphi = \frac{\alpha S}{c_f M},$$

где C_w – полная теплоемкость теплообменника вместе с трубопроводом, Дж/К; c_f – теплоемкость теплоносителя, Дж/(кг·К); M – массовый расход теплоносителя, кг/с; t_w – температура теплообменника, °С; t_c – температура поверхности стенки, примыкающей к рабочей поверхности теплообменника, °С; t_0 – температура теплоносителя на входе, °С; σ_k – тепловая контактная проводимость между поверхностями теплообменника и пластины, Вт/К; α – коэффициент теплоотдачи в трубопроводе, Вт/(м²·К); S – площадь внутренней поверхности трубопровода, м²; τ – время от начала поступления теплоносителя на вход теплообменника, с.

Наиболее полная теплоотдача и наиболее быстрый нагрев обеспечиваются при выполнении условия $\varphi \gg 1$, при котором $E=1$, а для практики достаточно выполнения следующего условия [6]:

$$\varphi > 4; \quad S > 4 \frac{c_f M}{\alpha}. \quad (3)$$

Соотношение, описывающее требование к теплообменной площади S , должно использоваться для выбора длины и диаметра внутреннего канала трубопровода теплообменника. При $E=1$ существенно упрощается обработка результатов измерений, поскольку отпадает необходимость в определении конвективного коэффициента теплоотдачи в трубопроводе.

Расчеты проводились при выполнении условия (3). С использованием итераций учитывалось, что температура поверхности стенки, соприкасающейся с рабочей поверхностью теплообменника, растет во времени. В расчетах значение УТС стенки изменялось в диапазонах $r=0,3-3$ м²·К/Вт, а величина коэффициента теплообмена принята равной $\alpha_k=100$ Вт/(м²·К). При толщине исследуемой стенки $L=0,3$ м и величине коэффициента теплопроводности ограждающей конструкции $\lambda=0,1$ Вт/(м·К) это соответствует значению безразмерного критерия Био, равному $Bi = \alpha_k r = 300$, что фактически соответствует идеальному тепловому контакту и условию вырождения ГУ третьего рода в ГУ первого рода, когда на поверхности задана температура.

При решении задачи в случае использования ИТП принято, что нагреватель, укрытый от окружающей среды слоем теплоизоляции с тепловым сопротивлением $r_i=1$ м²·К/Вт, имеет толщину 0,01 м, т. е. объемная мощность тепловыделений q_v в 100 раз меньше поверхностной плотности теплового потока q_s . Результаты численного решения задачи для ОК, имеющей тепловое сопро-

тивление $3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ при условии естественного лучистого теплообмена на охлаждаемой поверхности ОК. Для ГУ третьего рода задан температурный напор на нагреваемой поверхности 80°C и значение коэффициента теплообмена $100 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$; для ГУ второго рода – значение удельного теплового потока $50 \text{ Вт}/\text{м}^2$ (рис. 1, 2).

Как видно из данных рисунков, время установления стационарного теплового режима в исследуемой стенке при использовании ИТП существенно выше, чем при использовании ИТН. Аналогичные результаты сопоставления получены и для меньших значений УТС, однако длительность переходного теплового режима для обоих вариантов нагрева снижалась с уменьшением УТС стенки.

Установлено, что стационарная температура нагреваемой поверхности ОК существенно зависит не только от мощности нагревателя и УТС исследуемой ОК, но и от УТС теплоизоляции нагревателя. Эта зависимость при $r=3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ с погрешностью 5% может быть описана соотношением:

$$t = t_0 + (0,34 + 0,55r_{uz})10^{-2}q_v \quad (4)$$

Соотношение (4), в котором температура определяется в градусах Цельсия, справедливо при $0,3 \leq r_{uz} \leq 4 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$; $0 \leq q_v \leq 10^4 \text{ Вт}/\text{м}^2$ и при $t_0=10^\circ\text{C}$.

Представляет интерес также тот факт, что при использовании ИТП с объемной мощностью $q_v = 5 \text{ кВт}/\text{м}^3$ и в диапазоне $0,3 \leq r_{uz} \leq 4 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ время установления стационарного теплового режима в часах с погрешностью 5% может быть описано соотношением:

$$t = 280 + 40r \quad (5)$$

Из (5) следует, что при $r = 3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ время, затраченное на подготовку к измерениям, составит 400 ч, что также следует из данных рис. 1.

Метод, основанный на применении ИТН, реализуется в разработанном устройстве подвода и отвода теплоты проточными теплообменниками и последовательной подачей теплоносителя по одному общему трубопроводу [7, 8]. Схема предлагаемого устройства представлена на рис. 3. Первым теплообменником будем считать тот, который отдает тепловую энергию внутренней поверхности стенки. Вторым будем считать теплообменник, отбирающий тепловую энергию от внешней поверхности стенки. Тепловой поток передается через стенку от первого теплообменника ко второму. Тепловая энергия выделяется в первом теплообменнике в результате теплоотдачи от теплоносителя.

Трубопровод размещается на достаточно толстой плите из материала с высокой теплопроводностью. При выполнении условия (3) температура теплообменника равна температуре теплоносителя на выходе из канала теплообменника [6]; в этом случае принимаемая или отдаваемая тепловая мощность может быть вычислена по простой формуле, не требующей информации о коэффициентах теплоотдачи, а именно, для нагревающего (первого) теплообменника:

$$P_T = c_f M (t_{ex} - t_{вых}), \quad (6)$$

где P_T – тепловая мощность, передаваемая через стенку от первого теплообменника ко второму, Вт; $t_{вых}$ – температура теплоносителя на выходе из теплообменника, $^\circ\text{C}$; t_{ex} – температура теплоносителя на входе в теплообменник, $^\circ\text{C}$.

Уравнения теплового баланса при условии, что тепловые сопротивления контактов стенки с каждым из теплообменников пренебрежимо малы по сравнению с тепловым сопротивлением стенки [6]:

$$P_T = c_{f1} M_1 (t_{ex1} - t_{вых1}); \quad (a)$$

$$P_T = \sigma (t_g - t_n); \quad \sigma = \alpha_w F; \quad (b) \quad (7)$$

$$P_T = c_{f2} M_2 (t_{вых2} - t_{ex2}), \quad (b)$$

где σ – тепловая проводимость стенки, Вт/К; α_w – коэффициент теплопередачи через стенку, Вт/($\text{м}^2 \cdot \text{К}$);

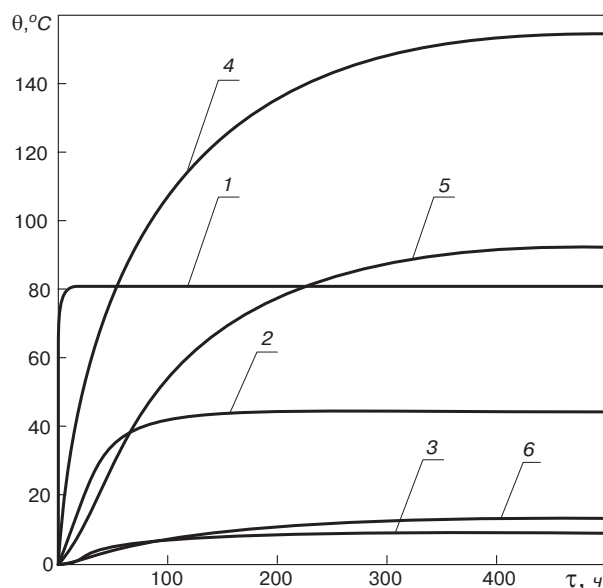


Рис. 1. Зависимости перегрева стенки (ОК) от времени: на нагреваемой поверхности (линии 1, 4); в середине (линии 2, 5); на охлаждаемой поверхности (линии 3, 6): 1–3 – граничные условия третьего рода; 4–6 – второго рода

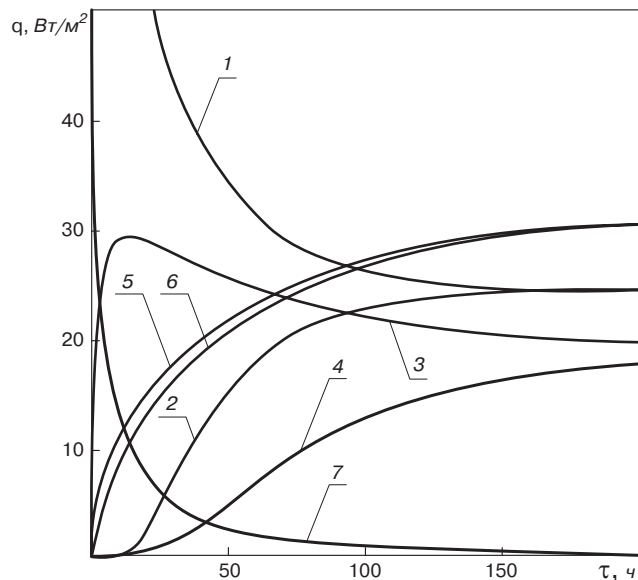


Рис. 2. Зависимость от времени удельных тепловых потоков, входящих в нагреваемую поверхность ОК (1, 3) и выходящих через противоположную, охлаждаемую ее поверхность (2, 4): 1, 2 – граничные условия третьего рода; 3, 4 – второго рода; 5–7 – граничные условия второго рода, реализуемые при использовании электронагревателя с мощностью поверхностного тепловыделения $50 \text{ Вт}/\text{м}^2$, изолированного от окружающей среды слоем пенопласта толщиной 0,08 м. Линии 5 и 6 соответствуют удельным потокам, передаваемым соответственно от нагревателя к теплоизоляции и от теплоизоляции в окружающую среду. Линия 7 – тепловой поток, затрачиваемый на нагрев нагревателя

F – площадь теплообмена поверхностей стенки с каждым из теплообменников, м^2 ; t_{exi} , $t_{выхi}$ – температуры теплоносителей на входе и выходе i -го теплообменника, $^\circ\text{C}$, индексы соответствуют $i=1$ – первый теплообменник, $i=2$ – второй теплообменник; t_g , t_n – температуры на внутренней и наружной поверхностях стенки, $^\circ\text{C}$.

При выполнении условия (3) реализуются соотношения [6] $t_{вых1} = t_g$; $t_{вых2} = t_n$.

Из (7б) нетрудно получить соотношение для определения тепловой проводимости стенки:

$$\sigma = \frac{PT}{t_g - t_n} \quad (8)$$

При последовательном соединении теплообменников массовый расход теплоносителя в обоих контурах одинаков, а для таких теплоносителей, как вода и воздух, в диапазоне температур 20–80°C удельная теплоемкость практически постоянна, с учетом этого:

$$c_{f1}M_1 = c_{f2}M_2 = c_f M. \quad (9)$$

Подставив выражение для тепловых потоков (7а) и (7в) с учетом (9) в соотношение (8), можно получить расчетные формулы:

$$\sigma_1 = c_f M \frac{t_{ex1} - t_a}{t_a - t_n}; \quad (10)$$

$$\sigma_2 = c_f M \frac{t_n - t_{ex2}}{t_a - t_n}. \quad (11)$$

Можно предположить, что при наличии боковых потерь теплового потока в стенке, которые не учитывались в рассматриваемой задаче, будет выполняться неравенство:

$$\sigma_{max} = \sigma_1 > \sigma_2 = \sigma_{min}. \quad (12)$$

Рассеяние теплового потока в слоях стенки в поперечных направлениях должно приводить к снижению температуры наружной поверхности t_n . Поэтому значение σ_1 , определенное из соотношения (10), строго говоря, не является истинно максимальным. Полезно использовать среднее значение тепловой проводимости:

$$\bar{\sigma} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} = \frac{c_f M}{2} \left(\frac{\Delta t_m}{\Delta t_c} - 1 \right); \Delta t_m = t_{ex1} - t_{ex2}; \Delta t_c = t_a - t_n. \quad (13)$$

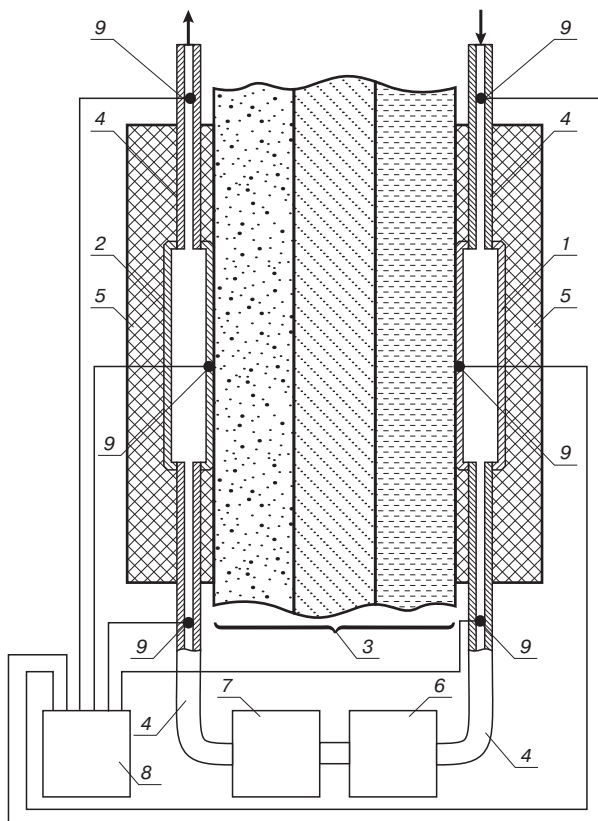


Рис. 3. Устройство для измерения удельного теплового сопротивления: первый (нагревающий) (1), второй (охлаждающий) (2) теплообменники, закрепленные на исследуемой ОК (3), соединенные трубопроводом (4) и закрытые от окружающей среды слоями теплоизоляции (5), а также блоки регулировки массового расхода (6) и температуры (7) теплоносителя, электронный блок обработки (8) данных датчиков температуры (9)

Таким образом, для определения среднего значения тепловой проводимости стенки достаточно измерить три величины: M , Δt_m и Δt_c , для чего потребуется только расходомер и две дифференциальные термопары.

Для реализации описанного метода был изготовлен теплообменник в виде трубопровода, уложенного на квадратную плиту из меди со стороной 0,6 м и площадью $F=0,36 \text{ м}^2$.

С целью определения требований к площади внутренней поверхности трубопровода по формуле (3) проводился расчет коэффициента теплоотдачи в теплообменнике с использованием известных методик [9].

По результатам расчетов установлено, что при массовом расходе воды $M < 2 \text{ г/с}$, внутреннем диаметре канала $d=8 \text{ мм}$ и длине трубопровода не более 3 м и при укладке на плите с размерами $0,6 \times 0,6 \text{ м}$ трех витков трубопровода, припаянных плотно к плите, обеспечивают условия полной рекуперации.

Измерительная схема, представленная на рис. 3, была реализована в экспериментальной установке. В эксперименте на уменьшенной модели ОК исследовалось УТС пенопластового листа толщиной 0,05 м. Время выхода в стационарный режим составило 75 мин, измеренное значение УТС для этого листа составило $1,5 \text{ м}^2\text{К/Вт}$. Это соответствует значению коэффициента теплопроводности материала $\lambda=0,033 \text{ Вт/(м·К)}$. Справочное значение равно $\lambda=0,046 \text{ Вт/(м·К)}$ [10]. Расхождение значения коэффициента теплопроводности может быть связано с различием марки пенопласта, плотности и влажности исследуемых образцов.

Для дальнейшей отработки предложенного метода измерений УТС необходимо более детальное исследование систематических погрешностей, связанных с боковыми потерями, с потерями тепловой энергии от принимающего теплообменника через тепловую изоляцию в окружающую среду. Тем не менее результаты предварительных экспериментальных исследований указывают на эффективность предложенного метода.

Список литературы

1. Соколов Н.А. Метрологическое обеспечение энергосбережения (Измерение теплопроводности и связанных с ней величин): научное издание. СПб: Межрегиональный институт окна. 2005. 128 с.
2. Неразрушающий контроль: Справочник: В 7 т. / Под общ. ред. В.В. Клюева. Т.5: В 2 кн. Кн. 1: Тепловой контроль. М.: Машиностроение. 2004. 679 с.
3. Чернышов В. Н., Сысоев Э. В., Павлов Р. В. Способ бесконтактного неразрушающего контроля тепловых физических свойств материалов. Патент РФ на изобретение № 2251098 // Оpubл. 27.04.2005.
4. Лыков А.В. Теория теплопроводности. М.: Высшая школа. 1967. 600 с.
5. Самарский А.А. Теория разностных схем. М.: Наука. 1977. 656 с.
6. Ханков С.И. Теоретические основы теплового проектирования теплонагруженных узлов опико-электронных систем. СПб.: Изд-во НТЦ им. Л.Т. Гучкова. 2002. 182 с.
7. Дацюк Т. А., Исаков П.Г., Лаповок Е. В. и др. Устройство для измерения теплового сопротивления (варианты). Патент РФ № 52186 на полезную модель // Оpubл. 10.03.2006.
8. Абрамова Е. В., Богоявленский А.И., Будадин О.Н. и др. Измеритель теплового сопротивления. Патент РФ № 53779 на полезную модель // Оpubл. 27.05.2006.
9. Дульнев Г.Н., Семяшкин Э.М. Теплообмен в радиоэлектронных аппаратах. Л.: Энергия 1968. 360 с.
10. Физические величины: Справочник / Под ред. И.С. Григорьева, Е.З. Мейлихова. М.: Энергоатомиздат. 1991. 1232 с.

А.А. ПАК, канд. техн. наук, Р.Н. СУХОРИКОВА, научн. сотрудник, Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Кольского научного центра РАН (г. Апатиты Мурманской обл.);
Д.А. АНДРЕЕВ, канд. техн. наук, А.М. ЦИРЛИН, д-р техн. наук, Институт программных систем РАН (г. Переславль-Залесский Ярославской обл.)

Влагоперенос в многослойных изделиях из полистиролгазобетона

Для регионов, имеющих расчетную величину отопительного периода 6000 градусо-суток по СНиП 23-02–2003 «Тепловая защита зданий», нормируемое значение сопротивления теплопередаче R_0 ограждающих конструкций жилых и общественных зданий должно быть не менее $3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$. Чтобы обеспечить такую теплозащиту зданий, необходимо в 2–2,5 раза увеличить толщину стен из известных стеновых материалов либо утеплить их эффективными теплоизоляционными материалами [1]. Например, для обеспечения заданного выше сопротивления теплопередаче требуется, чтобы толщина ограждающей конструкции из керамического кирпича составляла 2,7 м, а из силикатного – 3,5 м.

Как показывают выполненные авторами исследования [2], композиционные многослойные полистиролгазобетонные стеновые изделия, обладающие значительно меньшей теплопроводностью, чем, например, ограждающие конструкции из силикатного и керамического кирпича, легкого или наиболее эффективного ячеистого бетона, позволяют возводить стены без увеличения их толщины при сохранении всех остальных эксплуатационных показателей или же исключить трудоемкие теплоизоляционные работы на строительной площадке. Высокие теплоизоляционные свойства нового материала, установленные экспериментальным путем, а также теоретический анализ процессов тепло-влагопереноса в многослойном полистиролгазобетоне, расчет толщины стены в соответствии с новыми требованиями СНиП подтвердили их эффективность.

Как показали испытания, по сравнению с традиционным ячеистым бетоном разработанный полистиролгазобетон (ПГБ) имеет капиллярный подсос меньше в 1,5–2 раза, а водопоглощение – в 3–4 раза (рис. 1).

Испытания по определению сорбционной влажности исследуемых материалов проводили по ГОСТ 24816–81 «Материалы строительные. Методы определения сорбционной влажности». Сущность метода заключается в доведении предварительно высушенных образцов материала до равновесно влажностного состояния в искусственно созданных паровоздушных средах заданной относительной влажности. В эксикаторах создавалась паровоздушная среда с четко фиксированной влажностью 40, 60, 80, 90 и 97% при температуре 20°C.

ГОСТ 25485–89 «Бетоны ячеистые. Технические условия» лимитирует показатели сорбционной влажности ячеистого бетона на золе при относительной влажности воздуха 75 и 97%: для плотности $400 \text{ кг}/\text{м}^3$ – 12 и 18% соответственно, для плотности $800 \text{ кг}/\text{м}^3$ – 15 и 22% соответственно. Как видно из рис. 2, исследованные газозобетоны на золошлаковой смеси Апатитской ТЭЦ имеют сорбционную влажность ниже допустимой. У пенополистирола сорбционная влажность при влажности воздуха 75% составляет всего 0,3% (определена по графи-

ку методом интерполяции). Показатель сорбционной влажности многослойного композиционного материала можно представить как величину, пропорциональную влажности составляющих его компонентов с учетом их долевого содержания. Композиционный ПГБ плотностью $700 \text{ кг}/\text{м}^3$, состоящий из 50% газозобетона плотностью $800 \text{ кг}/\text{м}^3$ и 50% пенополистирола, имеет сорбционную влажность: при относительной влажности воздуха 75% – 3,31% и при 97% – 9,38%, что значительно меньше допустимых 12 и 18% по ГОСТ 25485–89.

Таким образом, композиционный ПГБ характеризуется значительно меньшими показателями капиллярного подсоса, водопоглощения и сорбционной влажности, чем ячеистый бетон, что способствует улучшению теплофизических и эксплуатационных характеристик ограждающих конструкций зданий из ПГБ.

Для использования строительного материала в ограждающих конструкциях требуется найти поле температуры и влажности при различных внешних условиях и различной облицовке блоков. Ограждающая конструкция должна обеспечить требуемое сопротивление теплопередаче при отсутствии внутренней влагоненасыщения для большого диапазона температуры на ее холодной стороне [3].

Расчеты распределений температуры и влажности по ширине ограждения производились для двух- и трехслойных ПГБ-блоков размерами $200 \times 200 \times 400 \text{ мм}$ при их различной ориентации относительно помещения: с несущим газобетонным слоем на внутренней и внешней сторонах ограждения. Расчеты показали, что у двухслойного блока с толщиной газобетонного слоя 120 мм и пенополистирольного слоя 80 мм термическое сопротивление теплопередаче составляет $3,08 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ независимо от ориентации блока. Влагоконденсация возникает

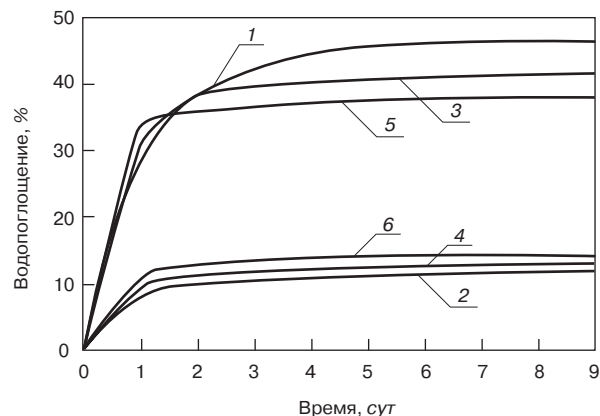


Рис. 1. Зависимость водопоглощения от плотности: 1, 3, 5 – традиционный газобетон плотностью 400, 500, 600 $\text{кг}/\text{м}^3$; 2, 4, 6 – то же для ПГБ такой же плотности

Название слоя	Плотность, кг/м ³	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	Коэффициент паропроницаемости, мг/(м·ч·Па)
Листы гипсовые обшивочные (сухая штукатурка)	800	0,21	0,075
Газобетон	600	0,19	0,17
Пенополистирол	90	0,035	0,05
Камень керамический пустотелый (250×120×138), $\gamma_0 = 800$ кг/м ³	960	0,35	0,14

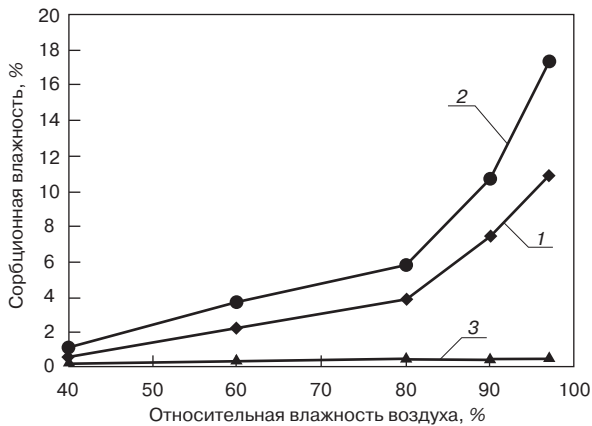


Рис. 2. Сорбционная влажность материалов в зависимости от их плотности и относительной влажности воздуха: 1, 2 – газобетон плотностью 400 и 800 кг/м³ соответственно; 3 – уплотненный пенополистирол плотностью 90 кг/м³

в слое пенополистирола в плоскости 157 мм от внутренней поверхности в случае, когда газобетонный слой располагается с внутренней стороны, и в плоскости 59 мм от внутренней поверхности, когда газобетон с внешней стороны при наружной температуре ниже -12°C .

В трехслойном блоке с теми же габаритными размерами при толщине газобетонных слоев по 60 мм и пенополистирольного слоя 80 мм сопротивление теплопередаче также равно $3,08 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$, а влагоконденсация возникает в слое пенополистирола в плоскости 108 мм от внутренней поверхности блока при наружной температуре ниже -7°C .

Выполнены расчеты профилей температуры и давления водяного пара в ограждающей конструкции, состоящей из двухслойного ПГБ-блока и облицовочных слоев – внутреннего из сухой штукатурки толщиной 10 мм и наружного из керамического кирпича толщиной 120 мм. Граничные условия для эксплуатации блоков следующие: температура наружного воздуха -27°C , внутреннего $+20^{\circ}\text{C}$; коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности стены $8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$; относительная влажность наружного и внутреннего воздуха 84 и 55% соответственно. Условия эксплуатации ограждающих конструкций выбирают в зависимости от влажностного режима зданий и зоны влажности района строительства. Для г. Апатиты это будут условия эксплуатации Б (нормальный влажностный режим здания при влажном или мокром районе строительства). Характеристики слоев ограждающей конструкции из полистиролгазобетонных блоков согласно СТО 00044807-001-2006 «Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий» представлены в таблице. Общая толщина ограждающей конструкции составляет 330 мм.

Расчеты показали, что при такой конструкции ограждения сопротивление теплопередаче составляет $R_0 = 3,47 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$. Влагоконденсация возникает в слое пенополистирола в плоскости 180 мм от внутренней поверхности в случае, когда слой газобетона ближе к внутренней стороне, и в плоскости 83 мм, когда он ближе

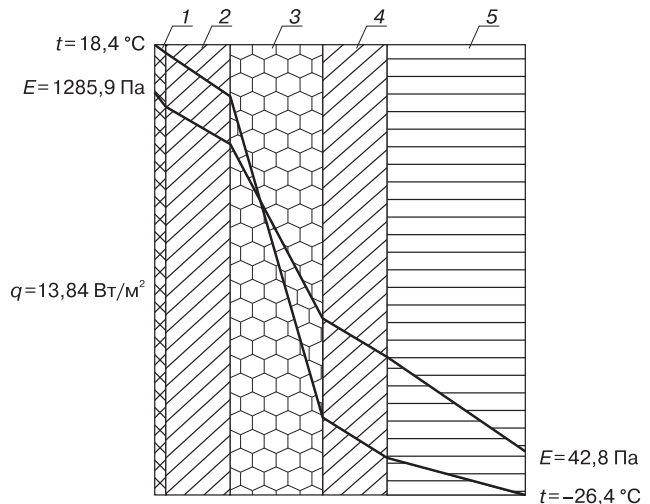


Рис. 3. Профили температуры и давления водяного пара в ограждающей конструкции, состоящей из трехслойного блока и облицовочных слоев: 1 – сухая штукатурка; 2, 4 – газобетон; 3 – пенополистирол; 5 – камень керамический

к внешней стороне ограждения при наружной температуре ниже -8°C .

Ограждающая конструкция, представленная на рис. 3, обеспечивает сопротивление теплопередаче $R_0 = 3,47 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$. Влагоконденсация возникает в слое пенополистирола в плоскости 132 мм от внутренней стороны при температуре ниже 1°C . В связи с тем, что влагоконденсация не оказывает существенного отрицательного влияния на теплозащитные свойства и прочность пенополистирола [4], каких-либо дополнительных мер по его защите не требуется. Если же влагоконденсация смещается к стыку между слоями, то требуется укладка пароизоляционного слоя в виде гидроизоляционного материала.

Расчеты показывают, что для обеспечения требуемого сопротивления теплопередаче $R_0 = 3,5 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$ в двух- и трехслойных полистиролгазобетонных блоках необходимо увеличить толщину слоя пенополистирола до 95 мм, при этом размеры блока составят $215 \times 215 \times 430$ мм.

Список литературы

1. Завадский В.Ф., Косач А.Ф. Производство стеновых материалов и изделий. Новосибирск: НГАСУ. 2001. 168 с.
2. Пак А.А., Сухорукова Р.Н., Гришин Н.Н. Композиционные изделия из полистиролгазобетона и обоснование зависимости их теплопроводности от плотности и слоистости материала // Строит. материалы. 2006. № 6. С. 28–30.
3. Андреев Д.А., Могутов В.А., Цирлин А.М. Выбор расположения слоев ограждающей конструкции с учетом предотвращения внутренней конденсации // Строит. материалы. 2001. № 12. С. 42–45.
4. Федосов С.В., Ибрагимов А.М. Нестационарный тепло- и массоперенос в многослойных ограждающих конструкциях // Строит. материалы. 2006. № 4. С. 86–87.

Инженерный метод определения плоскости наибольшего увлажнения для ограждающих конструкций

Еще на стадии проектирования необходимо знать участки ограждающей конструкции, подвергающиеся наибольшему увлажнению. Знание таких участков позволяет разработать проектные решения, которые позволят исключить влагонакопление и тем самым повысить долговечность и эксплуатационные качества наружных ограждений.

В настоящей работе представлен инженерный метод определения плоскости наибольшего увлажнения для широкого класса ограждающих конструкций. Под плоскостью наибольшего увлажнения понимается сечение в ограждении, в котором происходит наибольшее увлажнение материалов. Предлагаемый метод основан на использовании понятия потенциала влажности.

В [1, 2] предложена новая шкала абсолютного потенциала влажности для материалов ограждающих конструкций. Абсолютный потенциал влажности Θ_p , кДж/кг, показывает изменение энергии системы влажный материал – воздух при изменении парциального давления водяного пара в материале p по сравнению с давлением насыщенного водяного пара p_s свободной жидкости при эталонной температуре ($t_0 = 20^\circ\text{C}$):

$$\Theta_p = -135,3 \ln(1 - p/p_s), \quad (1)$$

где p/p_s – относительное парциальное давление водяного пара в материале.

Там же показано, что абсолютный потенциал влажности Θ_p характеризует влажностное состояние материалов в неизотермических условиях, а влагоперенос определяется градиентом Θ_p .

В [3] введено понятие максимального сорбционного потенциала влажности $\Theta_p^{m.s}$, соответствующего максимальному сорбционному влагосодержанию материала при данной температуре. В той же работе установлена зависимость $\Theta_p^{m.s}$ от температуры:

$$\Theta_p^{m.s}(t) = \frac{5,314 \cdot 10^3}{1 + 107,08 \exp(-0,106 t)}, \quad -20 \leq t \leq 30^\circ\text{C}. \quad (2)$$

Пользуясь этими понятиями, сформулируем условие переувлажнения любой ограждающей конструкции в виде следующего неравенства:

$$\Theta_p > \Theta_p^{m.s}. \quad (3)$$

Рассмотрим одномерный тепло- и влагоперенос в многослойной ограждающей конструкции, состоящей из n слоев различных материалов. Условия тепло- и влагопереноса в конструкции предполагаются стационарными при фиксированных значениях температуры ($t_{в}$, $t_{н}$) и абсолютного потенциала влажности ($\Theta_{рв}$, $\Theta_{рн}$) внутреннего и наружного воздуха. Теплофизические характеристики отдельных материальных слоев в конструкции (коэффициенты теплопроводности λ и влагопроводности λ_m) постоянны в пределах данного слоя и ступенчато изменяются от слоя к слою. На границах конструкции с окружающей средой заданы коэффициенты теплообмена ($\alpha_{в}$, $\alpha_{н}$) и влагообмена (α_{mv} , α_{mn}).

Требуется определить плоскость наибольшего увлажнения в ограждающей конструкции. Для решения задачи введем координатную ось по толщине конструкции от внутренней ее поверхности к наружной. Упорядочим слои конструкции, присвоив первому слою, примыкающему к внутренней поверхности, индекс 1, последнему слою, примыкающему к наружной поверхности, – индекс n . Определение плоскости наибольшего увлажнения будем производить послойно, начиная с первого слоя. Пусть рассматриваемая плоскость наибольшего увлажнения лежит в j -м слое ограждения; x_j – расстояние от внутренней поверхности j -го слоя до этой плоскости. При указанных выше допущениях распределение температуры $t(x_j)$ в пределах j -го слоя ограждения имеет вид:

$$t(x_j) = t_{\text{в}} - q_{\text{т}} \left(R_{\text{в}-j} + \frac{x_j}{\lambda_j} \right), \quad (4)$$

где $q_{\text{т}}$ – плотность теплового потока, проходящего через ограждение:

$$q_{\text{т}} = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}}{R_{\text{о}}}, \quad (5)$$

здесь $R_{\text{о}}$ – общее сопротивление теплопередаче:

$$R_{\text{о}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}, \quad (6)$$

где δ_i – толщина i -го слоя ограждения; λ_i – коэффициент теплопроводности материала i -го слоя; $R_{\text{в}-j}$ – сопротивление теплопередаче от внутреннего воздуха до внутренней поверхности j -го слоя; λ_j – коэффициент теплопроводности материала j -го слоя.

Распределение абсолютного потенциала влажности $\Theta_p(x_j)$ в пределах j -го слоя ограждения равно:

$$\Theta_p(x_j) = \Theta_{\text{рв}} - q_{\text{м}} \left(R_{\text{мв}-j} + \frac{x_j}{\lambda_{mj}} \right), \quad (7)$$

где $q_{\text{м}}$ – плотность потока влаги, проходящего через ограждение:

$$q_{\text{м}} = \frac{\Theta_{\text{рв}} - \Theta_{\text{рн}}}{R_{\text{мо}}}, \quad (8)$$

здесь $R_{\text{мо}}$ – общее сопротивление влагопередаче:

$$R_{\text{мо}} = \frac{1}{\alpha_{\text{mv}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{mi}} + \frac{1}{\alpha_{\text{mn}}}, \quad (9)$$

где λ_{mi} – коэффициент влагопроводности материала i -го слоя; $R_{\text{mv}-j}$ – сопротивление влагопередаче от внутреннего воздуха до внутренней поверхности j -го слоя; λ_{mj} – коэффициент влагопроводности материала j -го слоя.

На основании формулы (4) и зависимости $\Theta_p^{m.s}$ от температуры получим распределение максимального сорбционного потенциала влажности $\Theta_p^{m.s}(x_j)$ в пределах j -го слоя ограждения:

$t_j, ^\circ\text{C}$	$F(t_j)$	$t_j, ^\circ\text{C}$	$F(t_j)$	$t_j, ^\circ\text{C}$	$F(t_j)$	$t_j, ^\circ\text{C}$	$F(t_j)$
-20	$9,57 \cdot 10^4$	-7	$2,43 \cdot 10^4$	6	$6,29 \cdot 10^3$	19	$1,75 \cdot 10^3$
-19	$8,61 \cdot 10^4$	-6	$2,19 \cdot 10^4$	7	$5,68 \cdot 10^3$	20	$1,6 \cdot 10^3$
-18	$7,75 \cdot 10^4$	-5	$1,97 \cdot 10^4$	8	$5,13 \cdot 10^3$	21	$1,46 \cdot 10^3$
-17	$6,97 \cdot 10^4$	-4	$1,77 \cdot 10^4$	9	$4,63 \cdot 10^3$	22	$1,34 \cdot 10^3$
-16	$6,27 \cdot 10^4$	-3	$1,6 \cdot 10^4$	10	$4,19 \cdot 10^3$	23	$1,23 \cdot 10^3$
-15	$5,64 \cdot 10^4$	-2	$1,44 \cdot 10^4$	11	$3,79 \cdot 10^3$	24	$1,13 \cdot 10^3$
-14	$5,08 \cdot 10^4$	-1	$1,3 \cdot 10^4$	12	$3,43 \cdot 10^3$	25	$1,04 \cdot 10^3$
-13	$4,57 \cdot 10^4$	0	$1,17 \cdot 10^4$	13	$3,11 \cdot 10^3$	26	$9,58 \cdot 10^2$
-12	$4,11 \cdot 10^4$	1	$1,05 \cdot 10^4$	14	$2,82 \cdot 10^3$	27	$8,87 \cdot 10^2$
-11	$3,7 \cdot 10^4$	2	$9,49 \cdot 10^3$	15	$2,56 \cdot 10^3$	28	$8,23 \cdot 10^2$
-10	$3,33 \cdot 10^4$	3	$8,56 \cdot 10^3$	16	$2,32 \cdot 10^3$	29	$7,66 \cdot 10^2$
-9	$3 \cdot 10^4$	4	$7,72 \cdot 10^3$	17	$2,11 \cdot 10^3$	30	$7,15 \cdot 10^2$
-8	$2,7 \cdot 10^4$	5	$6,96 \cdot 10^3$	18	$1,92 \cdot 10^3$	-	-

$$\Theta_p^{m.s}(x_j) = \frac{5,314 \cdot 10^3}{1 + 107,08 \exp \left[-0,106 \left[t_b - q_0 \left(R_{b-j} + \frac{x_j}{\lambda_j} \right) \right] \right]} \quad (10)$$

Введем функцию $\Phi(x_j) = \Theta_p(x_j) - \Theta_p^{m.s}(x_j)$. Исследуем эту функцию внутри j -го слоя на экстремум.

После дифференцирования получим трансцендентное уравнение относительно x_j следующего вида:

$$\frac{\left[1 + 107,08 \exp \left[-0,106 \left[t_b - q_0 \left(R_{b-j} + \frac{x_j}{\lambda_j} \right) \right] \right] \right]^2}{\exp \left[-0,106 \left[t_b - q_0 \left(R_{b-j} + \frac{x_j}{\lambda_j} \right) \right] \right]} = 6,032 \cdot 10^4 \frac{q_0 \lambda_{mj}}{q_m \lambda_j} \quad (11)$$

Уравнение (11) удобно решать путем замены переменной x_j на переменную t_j , данную формулой (4). Тогда получим:

$$F(t_j) = 6,032 \cdot 10^4 \frac{q_0 \lambda_{mj}}{q_m \lambda_j}, \quad (12)$$

где $F(t_j)$ – комплекс, зависящий только от температуры в плоскости наибольшего увлажнения:

$$F(t_j) = \frac{\left[1 + 107,08 \exp(-0,106 t_j) \right]^2}{\exp(-0,106 t_j)}. \quad (13)$$

Для определения значения температуры t_j рекомендуется использовать таблицу.

Из формулы (4) по значению t_j определяем критическую точку x_j , лежащую внутри j -го слоя ограждения. Если $\Phi(x_j) > 0$, то в сечении x_j происходит влагонакопление.

На основании проведенных исследований для всех слоев и определения критических точек, в которых происходит влагонакопление, вычисляются значения функции Φ на границах ограждающей конструкции с воздухом и на стыках материалов. Выберем значение x (при $\Phi(x) > 0$), при котором $\Phi(x)$ принимает наибольшее значение. Это и есть плоскость наибольшего увлажнения.

Поясним рассмотренный метод примером. Требуется определить плоскость наибольшего увлажнения в кирпичной стене ($\rho_0 = 1800 \text{ кг/м}^3$) толщиной 0,25 м, утепленной изнутри пенобетоном ($\rho_0 = 600 \text{ кг/м}^3$) толщиной 0,2 м. Здание жилое, район строительства Волгоград. Параметры микроклимата здания: $t_b = 20^\circ\text{C}$; $\phi_b = 55\%$; $\Theta_{pb} = 78 \text{ кДж/кг}$. Параметры климата (январь): $t_n = -9,5^\circ\text{C}$; $\phi_n = 85\%$; $\Theta_{pn} = 12 \text{ кДж/кг}$. Расчетные теплофизические характеристики материалов ограждения: пенобетон – $\lambda_1 = 0,22 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$; $\lambda_{m1} = 2,25 \cdot 10^{-10} \text{ кг/[м}\cdot\text{с}\cdot(\text{кДж/кг})]$;

кирпичная кладка – $\lambda_2 = 0,7 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$; $\lambda_{m2} = 1,46 \cdot 10^{-10} \text{ кг/[м}\cdot\text{с}\cdot(\text{кДж/кг})]$. Коэффициенты тепло- и влагообмена: у внутренней поверхности $\alpha_b = 8,7 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$; $\alpha_{mb} = 5,2 \cdot 10^{-9} \text{ кг/[м}^2\cdot\text{с}\cdot(\text{кДж/кг})]$; у наружной поверхности $\alpha_n = 23 \text{ Вт/(м}^2\cdot^\circ\text{C)}$; $\alpha_{mn} = 10,4 \cdot 10^{-9} \text{ кг/[м}^2\cdot\text{с}\cdot(\text{кДж/кг})]$.

Рассчитаем по формуле (6) общее сопротивление теплопередаче ограждения $R_0 = 1,42 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C/Вт}$; по формуле (9) – общее сопротивление влагопередаче ограждения $R_{mo} = 2,89 \cdot 10^9 \text{ м}^2\cdot\text{с}\cdot(\text{кДж/кг})/\text{кг}$; по формуле (5) – плотность теплового потока, проходящего через ограждение, $q_0 = 20,71 \text{ Вт/м}^2$; по формуле (8) – плотность потока влаги, проходящего через ограждение, $q_{mo} = 2,28 \cdot 10^{-8} \text{ кг/(м}^2\cdot\text{с})$.

Найдем критические точки внутри материальных слоев ограждения: 1-й слой (пенобетон) – по формуле (12) $F(t_1) = 5,59 \cdot 10^4$; из таблицы $t_1 = -14,9^\circ\text{C}$; на границах слоя $t_1^b = 17,61^\circ\text{C}$ и $t_1^h = -1,27^\circ\text{C}$; так как t_1 выходит за температурный интервал первого слоя, то критических точек внутри этого слоя нет; 2-й слой (кирпичная кладка) – $F(t_2) = 1,14 \cdot 10^4$; $t_2 = 0,2^\circ\text{C}$; на границах слоя $t_2^b = -1,27^\circ\text{C}$ и $t_2^h = -8,7^\circ\text{C}$; так как t_2 выходит за температурный интервал второго слоя, то критических точек внутри этого слоя нет.

Определим значения функции Φ на границах конструкции с воздухом и на стыках материалов: внутренняя поверхность ограждения – $\Theta_{pв.п} = 73,6 \text{ кДж/кг}$; $\Theta_{pв.п}^{m.s} = 302,9 \text{ кДж/кг}$; $\Phi_{в.п} = -229,3 \text{ кДж/кг}$; так как $\Phi_{в.п} < 0$, влагонакопления на внутренней поверхности ограждения нет; стык пенобетона с кирпичной кладкой – $\Theta_{p12} = 53,3 \text{ кДж/кг}$; $\Theta_{p12}^{m.s} = 43,3 \text{ кДж/кг}$; $\Phi_{12} = 10 \text{ кДж/кг}$; так как $\Phi_{12} > 0$, влагонакопление на стыке пенобетона с кирпичной кладкой есть; наружная поверхность ограждения – $\Theta_{pн.п} = 14,2 \text{ кДж/кг}$; $\Theta_{pн.п}^{m.s} = 19,9 \text{ кДж/кг}$; $\Phi_{н.п} = -5,7 \text{ кДж/кг}$; так как $\Phi_{н.п} < 0$, влагонакопления на наружной поверхности ограждения нет.

Таким образом, плоскость наибольшего увлажнения находится на стыке пенобетона с кирпичной кладкой.

Список литературы

1. Корниенко С.В. Потенциал влажности для определения влажностного состояния материалов наружных ограждений в неизотермических условиях // Строит. материалы. 2006. № 4. С. 88–89.
2. Корниенко С.В. Потенциал влажности для материалов ограждающих конструкций зданий // Строительная физика в XXI веке: Материалы научно-технической конференции / Под ред. И.Л. Шубина. М.: НИИСФ РААСН. 2006. С. 132–135.
3. Корниенко С.В. Потенциал влажности воздушной среды // Жилищное строительство. 2006. № 7. С. 16–17.

С.С. СЕДИП, инженер,
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Тепловлажностный режим наружных керамзитобетонных стен жилых панельных зданий с дополнительным утеплением

В настоящее время в Республике Тыва эксплуатируется 3,86 млн м² жилищного фонда, из него 1,4 млн м² (36%) в г. Кызыле. Площадь помещений, размещенных в аварийных и ветхих строениях, составляет 529,1 тыс. м²; выбытие по ветхости и аварийности – 4,1 тыс. м² площади жилых помещений в год, или 0,8% от ветхого и аварийного жилищного фонда. Объемы вводимого жилья в республике ежегодно снижаются: с 20,7 тыс. м² в 2000 г. до 5,3 тыс. м² в 2004 г. [1].

В Кызыле более четверти (416,5 тыс. м²) населения проживает в 5- и 9-этажных крупнопанельных домах серий 72 и 135, наружные ограждения которых запроектированы из керамзитобетона плотностью 1000 кг/м³, а фактически имеют плотность выше 1300 кг/м³. Наружные стены многих зданий имеют значительный физический износ и пониженные эксплуатационные качества, проявляющиеся в промерзании отдельных участков стен в зимние периоды, увлажнении внутренней поверхности, образовании и распространении на ней плесени. А вследствие снижения объема капитального ремонта нарушен нормальный ход восстановления эксплуатационных свойств ограждающих конструкций жилых зданий. Это приводит к ускоренному износу из-за увеличения влажности и глубины промерзания материалов наружного ограждения и повышению трансмиссионных теплопотерь жилых зданий, которые достигают порядка 19–30% годового потребления энергии вследствие повышения коэффициента теплопроводности. Натурные обследования [2] показали, что даже при влажности 9–12% фактическое сопротивление теплопередаче керамзитобетонных панелей составляет 0,7–0,85 м²·К/Вт, что ниже расчетных значений 1,1–1,3 м²·К/Вт. Это подтверждают термограммы (рис. 1), полученные после тепловизионного обследования панельного здания с использованием портативного компьютерного термографа ИРТИС-2000. Обследованное 9-этажное панельное здание серии 135 имеет максимальные потери тепла в швах и узлах соединения панелей.

С целью уменьшения потерь тепла необходимо дополнительное утепление наружных ограждений жилых зданий с учетом климатических условий республики ($t_{ext} = -47^\circ\text{C}$, $z_{ht} = 225$ сут, $D_d = 7875^\circ\text{C}\cdot\text{сут}$).

Предлагается способ утепления наружных стен: непосредственно по месту проведения работ заготавливают панель утеплителя из пенополистиролбетона необходимого размера и формы и снимают фаску по периметру ее наружной поверхности. Затем наносят базальтофибробетонную стяжку на наружную поверхность панели утеплителя в горизонтальном положении. После схватывания стяжки панель переворачивают, на внутреннюю поверхность панели наносят слой клея из базальтофибробетона и приклеивают к наружной поверхности фасада здания. Для анкеровки панелей в стене здания просверливаются шпурсы, в которые затем инъецируется базальтофибробетонный раствор; при твердении раствора образуется анкер.

Для проверки соответствия санитарно-гигиеническим, комфортным и энергосберегающим требованиям наружного ограждения после утепления с применением предлагаемой технологии выполнен расчет тепловлажностного режима для трехслойной и однослойной керамзитобетонной панельной стены. Расчет осуществлялся по формулам и таблицам действующих строительных норм.

Фактическое значение сопротивления теплопередаче существующей стены из трехслойной керамзитобетонной панели составляет $R_o = 2,95$ м²·°C/Вт, а из однослойной – $R_o = 0,804$ м²·°C/Вт. Требуемое значение сопротивления теплопередаче составляет $R_o^{mp} = 4,2$ м²·°C/Вт.

Требуемые сопротивления теплопередаче наружной стены из трехслойной и однослойной керамзитобетонных панелей с дополнительным утеплением с применением базальтофибробетонной облицовки соответственно равны $R_o = 4,41$ м²·°C/Вт и $R_o = 4,29$ м²·°C/Вт, что удовлетворяет санитарно-гигиеническим, комфортным и энергосберегающим требованиям.

Сопротивление паропрооницанию ограждающей конструкции (в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации) должно быть не меньше наибольшего из следующих величин:

– требуемого сопротивления паропрооницанию R_{vp1}^{req} , м²·ч·Па/мг (из условия недопустимости накопления влаги ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации), которое определяется по формуле:

$$R_{vp1}^{req} = \frac{(e_{int} - E)R_{vp}^e}{(E - e_{ext})} = \frac{(1454,2 - 858,5) \cdot 3,5}{(858,5 - 49,3)} = 2,6; \quad (1)$$

– требуемого сопротивления паропрооницанию R_{vp2}^{req} , м²·ч·Па (из условия ограничения влаги ограждающей конструкции за период с отрицательными среднемесячными температурами наружного воздуха):

$$R_{vp2}^{req} = \frac{0,0024 z_0 (e_{int} - E_0)}{\rho_w \delta_w \Delta w_{av} + \eta} = \frac{0,0024 \cdot 178 (1454,2 - 69)}{250 \cdot 0,22 \cdot 5 + 7,23} = 2,1. \quad (2)$$

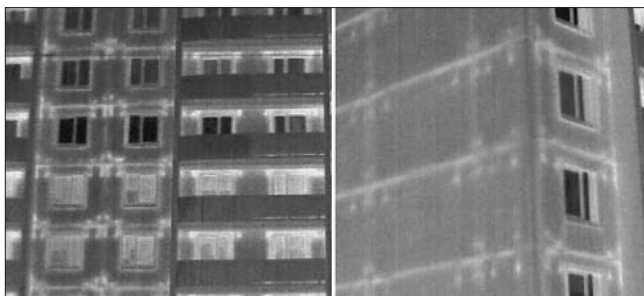


Рис. 1. Результаты тепловизионного обследования 9-этажного панельного здания

№ поверхности	$R_o, \text{м}^2\cdot\text{°C}/\text{Вт}$	$R_n, \text{м}^2\cdot\text{ч}\cdot\text{Па}/\text{мг}$	$\tau_x, \text{°C}$	$E_x, \text{Па}$	$e_x, \text{Па}$
Однослойная панель					
1	0,115	0	20,6	2426	1454,2
2	0,945	4,81	10,1	1236	713,8
3	2,578	6,81	-10,5	248	406
4	4,243	9,31	-31,5	34	21,2
Трехслойная панель					
1	0,115	0	20,6	2426	1454,2
2	0,23	0,934	19,2	2225	1264,35
3	2,56	1,804	-9,4	273	1087,5
4	2,78	3,64	-12,1	215	714,3
5	4,37	7,05	-31,6	34	21,2

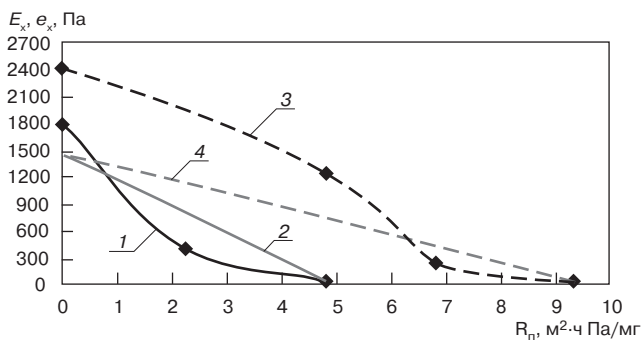


Рис. 2. Распределение максимально возможной E_x (1, 3) и действительной e_x (2, 4) упругости водяных паров в толще однослойного панельного ограждения: 1, 2 – до и 3, 4 – после утепления предлагаемым способом

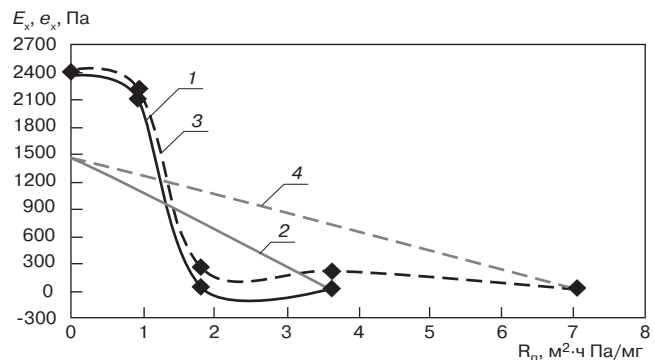


Рис. 3. Распределение E_x (1, 3) и e_x (2, 4) в толще трехслойного панельного ограждения: 1, 2 – до и 3, 4 – после утепления предлагаемым способом

Для предотвращения конденсации влаги на внутренней поверхности и в углах ограждающей конструкции определяют точку росы τ_r , при этом должно соблюдаться условие $\tau_v > \tau_r$.

Температура на внутренней поверхности ограждающей конструкции, утепленной с применением базальтофибробетонной облицовки, вычислялась при температуре внутреннего воздуха $t_{int} = 22^\circ\text{C}$ и наружного воздуха самого холодного месяца (январь) $t_{ext} = -32,19^\circ\text{C}$:

$$\tau_v = t_{int} - \frac{(t_{int} - t_{ext})}{nR_o} = 22 - \frac{(22 - (-32,1))}{8,7 \cdot 4,29} = 20,6 \text{ °C}. \quad (3)$$

Температура точки росы определялась:

$$\tau_r = 20,1 - (5,75 - 0,00206 \cdot e_{int})^2 = 12,5 \text{ °C}. \quad (4)$$

Таким образом, из проведенных расчетов видно, что конденсации влаги внутренней поверхности ограждающих конструкций (одно- и трехслойная панели), утепленных с применением базальтофибробетонной облицовки, происходить не будет, так как выполняется условие: $\tau_v = 20,6^\circ\text{C} > \tau_r = 12,5^\circ\text{C}$.

Для выявления возможности конденсации влаги в толще ограждения осуществлялся соответствующий расчет.

Распределение максимально возможных упругостей E_x водяных паров в толще утепленного ограждения определялось по СП 23-101-2003 [прил. М, табл. М.2] в соответствии τ_x , а действительные упругости e_x по формуле:

$$e_x = e_{int} - \frac{(e_{int} - e_{ext})}{R_{op}} R_{px} = 713,8 \text{ Па}. \quad (5)$$

Полученные значения на границе слоев в ограждении представлены в таблице (нумерация слоев начинается со стороны помещения).

На рис. 2, 3 показаны графики изменения максимально возможной упругости водяных паров E_x и действительной упругости e_x в толще одно- и трехслойного панельного ограждения до и после утепления с применением базальтофибробетонной облицовки.

На основе анализа выполненного расчета следует, что на внутренней поверхности ограждающих конструкций (одно- и трехслойная панели), утепленных с применением базальтофибробетонной облицовки, отсутствует конденсация водяного пара. Благодаря дополнительному утеплению предлагаемым способом в толще однослойного панельного ограждения зона конденсации водяных паров сдвинулась во внешний теплоизоляционный слой (рис. 2), что исключает отсыревание внутренней части стены. Для трехслойного панельного ограждения дополнительное утепление предлагаемым способом нецелесообразно, так как зона конденсации водяных паров осталась неизменной (рис. 3). Улучшение теплозащитных качеств таких ограждений можно осуществить утеплением межпанельных стыков с монтажной пеной или пенополиэтиленовой прокладкой и их герметизацией мастикой или герметиком.

Список литературы

1. Строительство жилья и объектов социальной сферы в Республике Тыва за 2000–2004 годы: по кат. № 15 / Федер. служба гос. статистики, територ. орган Федер. служба гос. статистики по Респ. Тыва. Кызыл. 2005. 16 с.
2. Кузнецов Е.П. и др. Качество теплоснабжения городов. СПб.: ПЭИПК. 2004. 295 с.

Стройгерметик-2007

В марте 2007 г. в г. Дзержинске Нижегородской обл. состоялась 3-я Всероссийская конференция «Стройгерметик-2007», организованная Федеральным агентством по строительству и ЖКХ, Российским союзом строителей и ООО «Завод герметизирующих материалов».

В конференции приняли участие специалисты, научные работники, руководители производств из различных регионов России и Беларуси.

С приветственным словом выступила генеральный директор ООО «Завод герметизирующих материалов» *Г.А. Савченкова*.

Профессор *О.А. Лукинский* (Государственная академия профессиональной переподготовки и повышения квалификации руководящих работников и специалистов инвестиционной среды, Москва) сделал доклад по проблеме повышения качества герметизирующих и гидроизоляционных материалов, в котором указал на причины дефектов гидрозащиты, подчеркнул, что качество здания во многом определяется надежностью герметизации, гидрозащиты. Экономия на герметиках и нарушения технологии их использования оборачиваются стократными потерями при эксплуатации здания. Докладчик продемонстрировал разработанные им нормативные документы по герметизации и гидроизоляции.

Также докладчик рассмотрел технологические особенности герметизации скатных металлических и стеклянных кровель с использованием мастик и лент серии «Абрис», предложил принципиально новые решения устройства и ремонта мягких кровель с использованием самозалечивающихся мастичных покрытий, армированных стеклянными, базальтовыми и полимерными неткаными материалами, проанализировал особенности конструктивных решений герметизации стоков в полносборном строительстве и технологию использования в них армированных герметиков, дал рекомендации по гидроизоляции и герметизации швов в подвалах.

Ведущий инженер аттестационно-диагностического комплекса ОАО «Гипрониогаз» (Саратов) *А.В. Кузнецов* в докладе «Современная нормативная документация и подход к выбору изоляционных и защитных покрытий для антикоррозионной защиты подземных трубопроводов, емкостей, резервуаров и сооружений» сообщил о роли института в сфере проектирования защиты подземных металлоконструкций и диагностики строения защитных покрытий.

Технический менеджер ОАО «Хенкель-ЭРА» *И.И. Хайруллин* (Москва) посвятил свое выступление герметикам, монтажным клеям и пенам, производимым компанией «Хенкель Макрофлекс», и разработке отечественного ленточного термоклей для склеивания и герметизации узла стыковки полиэтиленовых трубопроводов. Разработанный клей на основе сэвилена не уступает зарубежным аналогам. На клей разработаны ТУ, инструкция по применению. Прогнозируемый срок службы клевого соединения 25–30 лет.

Заместитель директора по научно-исследовательской работе, технологии и развитию ООО «Завод герметизирующих материалов» *Т.А. Артамонова* сделала подробный обзор герметизирующих материалов серии Абрис, производимых заводом, обобщила опыт использования, рассказала о перспективных разработках, методологии проектирования новых модификаций герметиков.

Профессор Казанского государственного технического университета *Ю.Н. Хакимуллин* затронул очень важную для России проблему повышения качества дорожных и кровельных битумов. Совместными усилиями казанских вузов (технологического и строительного университета) разработаны новые виды смесевых термоэластопластов, которые в отличие от используемых для модифицирования битумов дивинилстирольных, нестойких в атмосфере, лишены этого недостатка. Разработчики установили, что в качестве одного из компонентов смеси может быть использован регенерат, получаемый из отходов бутилкаучука радиолитом. По совокупности свойств разработанные композиции отвечают требованиям, предъявляемым к листовым и рулонным кровельным матери-

алам. Наряду с этим они легко свариваются, поэтому возможна быстрая сборка кровельных ковров без использования клеев.

Руководитель Испытательного центра «Стройтест-СибАДИ» *А.Д. Кривошеин* (Омск) в докладе «Пенные утеплители для герметизации узлов примыканий оконных и дверных балконных блоков к стеновым проемам» указал на то, что существующие методы оценки этих материалов недостаточно корректны, что может привести к снижению надежности узлов.

М.П. Поманская из ФГУП «ВНИПИИстромсырье» (Москва) в своем выступлении о внедрении новых видов отечественных герметиков при монтаже оконных блоков со стеклопакетами сообщила об успешном опыте применения на строительных объектах в Москве и ряде других городов России бутилового герметика Бутизол-МОК и силиконового Паросил. Расчетный срок службы составляет не менее 20 лет.

Заместитель начальника отдела кровель ОАО «ЦНИИПромзданий» *Г.Н. Андреева* (Москва) ознакомила участников конференции с разработанным в институте Стандарте организации СО-002-02495342-2003, предназначенном для проектирования и строительства кровель. С учетом этого стандарта спроектированы и сооружены несколько зданий в Москве и Московской обл.

Заведующий кафедрой автоматизации Дзержинского филиала Нижегородского государственного технологического университета профессор *С.Г. Сажин* рассмотрел особенности контроля герметичности изделий с герметизирующими элементами конструкций с применением масс-спектрометрического метода контроля с использованием пробного тела – газообразного гелия.

Доцент Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета *В.А. Войтович* выступил с докладом «Зеленая» химия для герметиков». «Зеленой» химией в настоящее время называют получение веществ из возобновляемого сырья, в основном биомассы, традиционно синтезируемых из углеводородного сырья. Докладчик порекомендовал специалистам начать изучение возможности применения в герметизирующих материалах оксида кремния, получаемого пиролизом рисовой шелухи, кремнеуглеродного композита, получаемого тоже из этого растительного продукта. В настоящее время за рубежом началось многоотоннажное производство из растительного сырья биоэтанола – растворителя, полупродукта для получения синтетического каучука, ряда других веществ.

Ведущий специалист НИЦ ООО ПКФ «Оргхимпром» (г. Дзержинский Новгородской обл.) *О.Н. Ермилова* в докладе «Клеевые материалы на основе дисперсий «Лакротэн» и области их применения» сделала обзор продукции этой фирмы – клеев с различными свойствами, в том числе с постоянной липкостью, пластично-эластичных герметизирующих композиций.

Заместитель начальника этого же центра *Д.А. Родионов* в докладе «Морозостойкие водно-дисперсионные грунтовки глубокого проникновения» рассказал о дисперсии Лакротэн Э-021, размер глобул которой около 60 нм, и о возможности ее использования для глубокого пропитывания строительных материалов с порами наноразмеров.

Первый заместитель директора ООО «Завод герметизирующих материалов» *В.П. Савченков* выступил с сообщением «Некоторые аспекты безопасности при выполнении национальной программы «Комфортное и доступное жилье гражданам России».

Все выступления на конференции вызвали оживленный интерес участников, побудили к продолжительной дискуссии.

*В.А. Войтович,
канд. техн. наук*

ISOVER. Яркие этапы пути

Ю.А. ЕРМАКОВА, руководитель отдела маркетинговых коммуникаций
 ООО «Сен-Гобен Строительная Продукция Рус»

В 2007 г. компания «Сен-Гобен ИзOVER» отмечает одновременно две круглые даты – 70-летие начала производства теплоизоляции ISOVER во Франции и 50-летие технологии производства стекловаты TEL. Это повод оглянуться назад и обратиться к истории компании, полной блестящих научных открытий и маркетинговых побед.

Концерн «Сен-Гобен» по праву считается основоположником теплоизоляционной отрасли. Уже в 1937 г. компания производила теплоизоляционные материалы под маркой ISOVER и очень быстро стала в отрасли игроком первого плана.

Перед Второй мировой войной «Сен-Гобен» обладал всеми известными технологиями производства стекловолна, двумя заводами во Франции, а также контролировал предприятия в Германии, Италии и Бельгии. Компания производила 1/3 стекловаты, выпускаемой в Европе. «Сен-Гобен» организовал в Париже первый Международный конгресс по вопросам изоляции. В послевоенные годы создал Организацию исследований для развития стекловолна и начал активно работать над изобретением новой технологии.

Более 10 лет плеяда талантливых инженеров концерна «Сен-Гобен» трудилась над созданием передовой машины волокнообразования TEL. Вытягивание в центрифуге расплавленной струи стекла в потоке горячего газа – таков передовой принцип производства стекловолна. Усилия компании увенчались успехом в мае 1957 г., когда «ИзOver» официально объявил об изобретении технологии TEL.

Новая технология позволила выпускать волокно несравнимой тонкости и легкости. Продукт, произведенный по новой технологии, весил в два раза меньше каменной ваты. Это стало началом международного успеха. Через несколько лет десятки лицензий на использование технологии TEL были проданы по всему миру, в том числе в США. Владельцы лицензий получили техническую поддержку, а «Сен-Гобен» – бесценное знание иностранных рынков.

В 70-е гг. теплоизоляционная отрасль переживала настоящий бум: нефтяные кризисы 1973 и 1979 гг. буквально взорвали рынок изоляции. «ИзOver» доминировал в мире и внедрился даже на рынок Японии. Во Франции компания стала практически монополистом. Этот всемирный успех, казалось бы, мог гарантировать благоденствие и в последующие десятилетия. Но только на первый взгляд.

В 80-е гг. XX в. на европейский рынок вышли конкуренты, кроме того, после длительного периода эйфории спрос на теплоизоляционную продукцию начал снижаться. «Сен-Гобен» впервые сталкивается с проблемой избыточности мощностей.

В 1982 г. компания пересматривает свою политику и решительно берет новый курс развития, старается «открыть клиента заново». Поскольку просто предлагать стекловату теперь недостаточно, «Сен-Гобен» адаптирует свою продукцию к разным сегментам рынка,



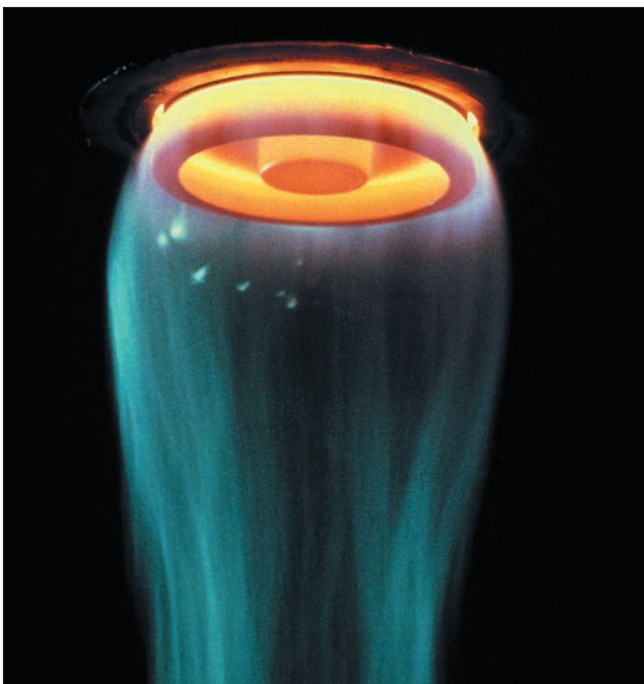
1937 г. – запуск производства теплоизоляционных материалов под маркой ISOVER



1957 г. – революция на рынке теплоизоляции. Изобретение технологии TEL

начинает новые исследования для усовершенствования технологии TEL. Эти усилия впоследствии приведут компанию к возрождению и обеспечат успех на протяжении многих лет.

Так, например, 1981 г. концерн «Сен-Гобен» считает годом рождения «второго ребенка» – теплоизоляции следующего поколения, которую назвали TELSTAR.



1981 г. – разработка и внедрение стекловаты нового поколения TELSTAR. Материал ISOVER признан мировым стандартом теплоизоляции



1986 г. – изобретение инновационной упаковки MULTIPACK

Этот изоляционный материал с более тонкими волокнами и улучшенными механическими характеристиками станет **мировым стандартом теплоизоляции из стекловаты**. «Изовер» празднует большой коммерческий успех. Увеличенная производительность и более высокая степень сжатия продукта в упаковке помогут компании оптимизировать транспортные расходы.

В 1986 г. концерн «Сен-Гобен» делает очередной шаг навстречу рынку и предлагает принципиально новую модель упаковки теплоизоляционной продукции ISOVER. Упаковка «Мультипак» (Multipack) – поставка пакетированной под прессом продукции на паллетах. «Мультипак» не только длительно сохраняет продукцию и защищает ее на пути к заказчику, но и позволяет сократить время и стоимость ее транспортировки. Без сомнения, это самый яркий пример использования механических характеристик волокна TEL. «Мультипак» завоевывает все страны Европы и Соединенные Штаты, где экономия на транспортировке играет решающую роль. Распространение новой продукции и хороших идей станет отныне визитной карточкой «Сен-Гобен Изовер».

Технологии ISOVER для энергосбережения

Применение высококачественной теплоизоляции более чем в 2 раза снижает выделение в атмосферу CO₂ и способствует сохранению окружающей среды. Это особенно актуально в свете реализации Киотского протокола. «Сен-Гобен» занимает здесь активную позицию: проводит кампании в СМИ, выступает с законодательскими инициативами, продвигает идею мультикомфортного дома с низким потреблением энергии.

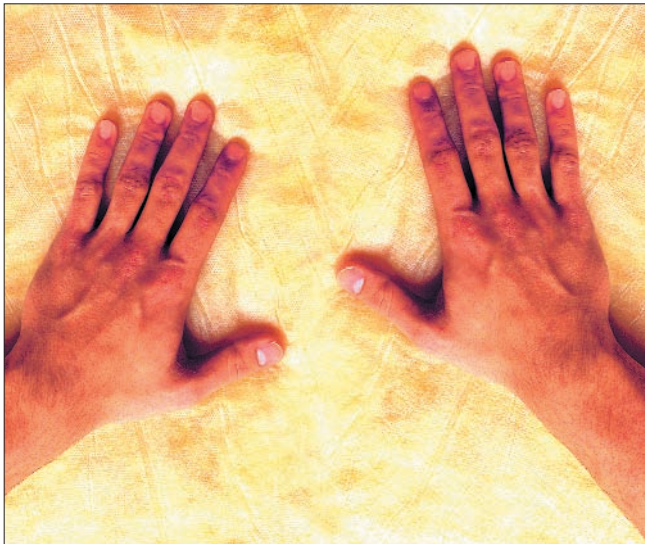
Эффективное терморегулирование в мультикомфортном доме «Сен-Гобен» позволяет обойтись без активного отопления. Достигается это благодаря правильно выполненной теплоизоляции, контролируемой системе вентиляции и уровня влажности. В качестве «пассивного» источника тепла используется энергия, излучаемая солнцем, домашними электроприборами и самим человеком. И если энергозатраты в традиционном доме составляют 8 евро/м² в год, то в мультикомфортном доме всего 1 евро!

В последнее десятилетие XX в. распахиваются границы в Восточной Европе, на передний план выходят проблемы окружающей среды – все это открывает новые перспективы для «Сен-Гобен». Обязательства Киотского протокола и новый нефтяной кризис меняют ситуацию на рынке: изоляция становится одним из главных способов уменьшения расходов электроэнергии, а следовательно, выбросов в атмосферу CO₂, создающего парниковый эффект. В этот период «Изовер» покоряет новые территории – Россию, где компания строит завод, США, где рынок постоянно расширяется, но в особенности, страны Азии – Китай и Индию – с миллиардным населением и неизмеримыми потребностями.

Проводя экспансию, «Изовер» одновременно совершенствует логистику и сервис, выпуская «карту услуг», которая гарантирует быстрые поставки и гибкость в обслуживании. Одна из услуг – «строительная площадка» заключается в поставке товара прямо конечному потребителю. Она получает распространение в Финляндии, где водители грузовиков связаны по телефону со строительными площадками. Поэтому можно оперативно

Сладкая вата для ISOVER

Предтечей процесса волокнообразования TEL является технология Юлиуса Хагера, которая, как утверждает история, родилась на ярмарке! В 1928 г. изобретатель Фредерик Розенгарт, прогуливаясь по ярмарке, обратил внимание на устройство по изготовлению сладкой ваты. Изобретатель задался вопросом, можно ли использовать эту технологию для других плавких материалов, а именно, для стекла. В своем гараже он создал прототип, используя деревянный диск и мотор от вентилятора. Чтобы испытать изобретение, Розенгарт обратился к промышленнику Ю. Хагеру в Германии. Именно там началось первое промышленное производство стекловолна центробежным способом. На протяжении всей жизни изобретатель Розенгарт был неразрывно связан с концерном «Сен-Гобен». Он улучшал технологию, которая в результате стала знаменитой технологией TEL.



2003 г. – запуск новой продукции THERMISTAR с повышенными теплозащитными свойствами. Открытие российского предприятия ISOVER



2007 г. – вывод на российский рынок инновационного продукта ISOVER ULTIMATE

изменить график или маршрут движения и согласовать точное время доставки. Наконец, сама продукция совершенствуется. Все шире «Изовер» предлагает системные решения. В Германии создается телефонная служба

Завод ISOVER в г. Егорьевске (Московская обл.)

История завода началась в 2002 г., когда группа «Сен-Гобен» приобрела бывший сельский строительный комбинат в промышленной зоне г. Егорьевска и начала его реконструкцию.

В сентябре 2003 г. была запущена первая линия по производству мягкой стекловаты. Первоначально мощность завода составляла 20 тыс. т готовой продукции в год. В связи с растущим спросом на строительную изоляцию в августе 2005 г. была запущена вторая линия, которая позволила увеличить объем выпускаемой продукции вдвое.

Общая площадь завода составляет 15 га. На территории предприятия расположены производственные помещения, склады сырья и готовой продукции и железнодорожные пути, которые обеспечивают поставку продукции в регионы России и страны СНГ.

Две производственные линии выпускают мягкую стекловату в плитах и матах и жесткую стекловату в плитах. Предприятие обеспечивает работой 240 человек. Завод оснащен современной системой управления процессом производства Siemens, высокотехнологичной упаковочной машиной Multipack. Теплоизоляционные материалы производятся по фирменной технологии TEL.

В мае 2007 г. российский завод ISOVER вышел на плановую мощность и стал одним из самых крупных заводов по производству изоляционных материалов группы «Сен-Гобен» в мире.

технической поддержки – «Изовер Диалог», где консультантами являются архитекторы и разработчики.

В 2003 г. компания представляет рынку еще один новый продукт с повышенными теплозащитными свойствами – THERMISTAR. В этом же году в подмосковном г. Егорьевске открывается **российское предприятие ISOVER**.

В 2004 г. вследствие усовершенствования технологии волокнообразования TEL «Сен-Гобен» заявил рынку о выпуске **инновационного продукта ULTIMATE**. Это негорючая тепло- и звукоизоляция, сочетающая в себе лучшие качества базальтового и стеклянного волокон. В марте 2004 г. продукт получает приз за инновацию ISO 2004 на выставке в Висбадене (Германия).

Стекловолокно ULTIMATE демонстрирует отличную термостойкость, расширяя тем самым область применения стекловаты. Оно сохраняет свою структуру при 1000°C и является отличным термическим и акустическим изоляционным материалом – эластичным, хорошо сжимаемым, а главное, в два раза легче, чем каменная вата. Это решающий аргумент для одного из новых рынков его применения – судостроения, где каждая выигранная тонна веса дает существенную экономию горючего. Кроме технической изоляции кораблей и промышленного оборудования, ULTIMATE используют везде, где требования к пожарной безопасности особенно высоки. **В 2007 г. ISOVER ULTIMATE выходит на российский рынок.**

www.isover.ru

ISOVER

МИРОВОЙ СТАНДАРТ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ

123022, Москва,
2-я Звенигородская ул., 13, корп. 15
Тел.: (495) 775-15-10 (многокан.)
Факс: (495) 775-15-11

197101, Санкт-Петербург,
ул. Чапаева, 15
Тел.: (812) 332-56-60
Факс: (812) 332-56-61

344010, Ростов-на-Дону,
пр. Семашко, 114, офис 305
Тел.: (863) 250-00-55, 250-00-28

620026, Екатеринбург,
ул. Куйбышева, 44 (ЦМТ), офис 315
Тел./факс: (343) 359-61-59

603006, Нижний Новгород,
ул. Ошарская, 18/1, офис 26
Тел.: (8312) 61-94-65

620132, Новосибирск,
ул. Нарымская, 27
Тел.: (383) 335-07-12, 335-07-13

Производство:
140300, Московская обл.,
Егорьевск, ул. Смычка, 80

SAINT-GOBAIN
CONSTRUCTION PRODUCTS

А.Г. АЛЕКСЕЕВ, научный сотрудник НИИОСП им. Н.М. Герсевича,
А.И. БЕК-БУЛАТОВ, канд. техн. наук, начальник технического отдела
ООО «Пеноплэкс СПб» (Москва)

Применение теплоизоляции ПЕНОПЛЭКС® для снижения сил морозного пучения грунта за подпорными стенами

В последнее время в России значительно увеличились объемы строительства крупных жилых, промышленных и транспортных объектов, особенно в таких городах, как Москва, Санкт-Петербург, Екатеринбург и др. Строительство объектов в местах с плотной городской застройкой вызывает необходимость устройства котлованов, ограждаемых подпорными стенами из шпунта или устройства «стены в грунте», которые в дальнейшем могут служить стенами подвалов и подземных сооружений (тоннелей, подземных переходов и др.).

При проектировании и строительстве подпорных стен на пучинистых грунтах приходится сталкиваться с усилиями, действующими на эти конструкции при сезонном промерзании грунтов. Промерзание пучинистых грунтов за стенами обуславливает развитие усилий, которые подразделяются на касательные, нормальные вертикальные и горизонтальные силы морозного пучения (рис. 1).

Касательные силы морозного пучения грунта, действующие по боковой поверхности, зависят от вида грунта, шероховатости стены и ее площади. Эти силы следует определять в соответствии с рекомендациями по расчету касательных сил для боковой поверхности фундаментов мелкого заложения по СП 50-101-2004 «Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений».

Касательные силы действуют в вертикальном направлении, уравниваются заделкой подпорных стен в талый грунт и существенного влияния на устойчивость сооружения не оказывают.

Вертикальные нормальные силы морозного пучения грунта действуют на здания и сооружения, находящиеся возле стен; на устойчивость стен не влияют.

Горизонтальные силы морозного пучения развиваются как при промерзании грунта с поверхности земли (вертикальное промерзание), так и через подпорную стену (горизонтальное промерзание). Величина горизонтальных сил морозного пучения для глинистых грунтов может достигать 0,6 МПа [1]. Вертикальные и горизонтальные силы морозного пучения следует оп-

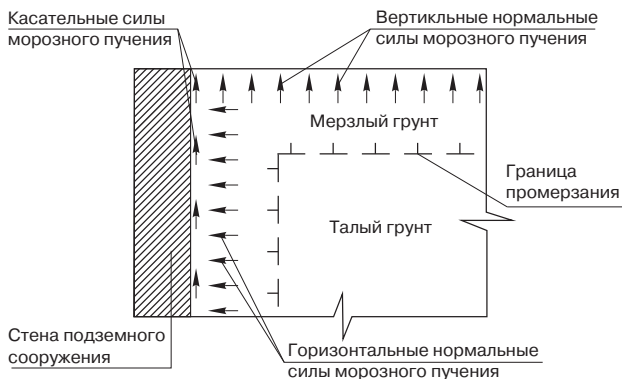


Рис. 1. Схема промерзания грунта за подпорной стеной и направление усилий, действующих при этом на стену

ределять опытным путем в лабораторных условиях по методике, предложенной в работе [2]. При отсутствии опытных данных допускается определять силы пучения расчетами по методике [3].

Давление морозного пучения зависит от свойств грунта (влажность, плотность, сжимаемость и др.), глубины промерзания грунта за стеной, наличия водоносного горизонта, конструкции стены, наличия вертикальной нагрузки возле подпорной стены.

Как показывает опыт строительства подземных сооружений, без выполнения специальных мероприятий, исключающих или снижающих усилия от промерзания пучинистых грунтов, в сооружениях возникают недопустимые деформации, приводящие к их частичному или полному разрушению. К таким мероприятиям относятся:

- устройство теплоизоляции (вертикальной или горизонтальной);
- замена пучинистого грунта непучинистым;
- изменение конструкции стены (повышение или понижение ее податливости);
- устройство дренажа в пределах глубины промерзания грунта;
- обработка пучинистого грунта растворами, снижающими температуру его замерзания.

Наиболее эффективным мероприятием по снижению давления морозного пучения является теплоизоляция. Применение в качестве теплоизоляции плит полистирольных экструзионных ПЕНОПЛЭКС® позволяет полностью или значительно снизить промерзание грунта за подпорной стеной и, как следствие, исключить развитие сил морозного пучения грунта. При устройстве вертикальной теплоизоляции со свободной поверхности (рис. 2) исключается промерзание не только грунта, но и материала самой стены, что предотвращает деформирование стены

Наименование работ	Варианты устройства подпорных стен, р./м ²		
	с заменой грунта	с анкеровкой	с утеплением
Разработка грунта механизмами с погрузкой и вывозом грунта	380	–	–
Песок карьерный	350	–	–
Засыпка с трамбовкой	170	–	–
Перфорация бетона, бурение, импрегнирование раствора, установка анкера	–	≥ 5000	–
Плиты ПЕНОПЛЭКС®	–	–	270
Монтаж плит ПЕНОПЛЭКС®	–	–	330
Итого	900	≥ 5000	600

Примечание. Расчеты приведены для высоты подпорной стены 3 м.

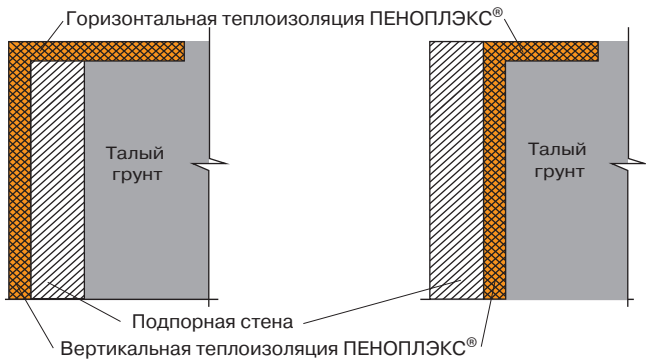


Рис. 2. Варианты устройства теплоизоляции подпорной стены

от внутренних напряжений. Остальные мероприятия, такие как замена грунта, применение незамерзающих растворов и усиление конструкции стен, снижают силы пучения за счет снижения пучинистых свойств грунта. Со временем непучинистые грунты заполняются глинистым пучинистым наполнителем (заиливаются), а несущая способность усиленных стен снижается.

В финансовом отношении применение теплоизоляции в 1,5–2 раза дешевле замены пучинистого грунта непучинистым и в 12 раз дешевле мероприятий по увеличению несущей способности подпорных стен – увеличения заглубления и толщины, применения дополнительных распорок и анкеров (см. таблицу).

Теплоизоляция подпорных стен будет находиться в сложных условиях – перепады температуры; большая влажность; высокие нагрузки и др. Всем этим требованиям отвечают плиты полистирольные вспененные экструзионные ПЕНОПЛЭКС®.

Параметры теплоизоляционного слоя из плит ПЕНОПЛЭКС® для устройства подпорных стен принимаются на основании теплотехнических расчетов, учитывающих теплопроводность стены, грунта, теплоизоляции и климатические условия района строительства и могут

быть определены по данным, приведенным в «Руководстве по применению теплоизоляции из плит полистирольных вспененных экструзионных ПЕНОПЛЭКС® при проектировании и устройстве малозаглубленных фундаментов на пучинистых грунтах» [4].

Выбор вида теплоизоляции (вертикальной или горизонтальной) зависит от распределения горизонтального давления морозного пучения по высоте стены, обусловленного расположением пучинистых грунтов.

Таким образом, наиболее эффективным с экономической и технологической точек зрения мероприятием по снижению давления морозного пучения является теплоизоляция. Для сложных условий эксплуатации подпорных стен в качестве теплоизоляции рекомендуется применять экструзионные пенополистирольные плиты ПЕНОПЛЭКС®.

Список литературы

1. Орлов О.В., Бондаренко Г.И., Алексеев А.Г. Полевые исследования горизонтального давления морозного пучения грунта, действующего на стены подземных сооружений // Объединенный научный журнал. 2006. № 7.
2. Бондаренко Г.И., Алексеев А.Г. Определение давления морозного пучения грунтов в лабораторных условиях // Геотехника: актуальные теоретические и практические проблемы: Межвузовский тематический сборник трудов. СПбГАСУ. 2006.
3. Алексеев А.Г. Методика расчета горизонтального давления морозного пучения грунта, действующего на стены подземных сооружений // Объединенный научный журнал. 2006. № 7.
4. Конач В.Е., Бондаренко Г.И., Алексеев А.Г., Хрусталев Л.Н., Бек-Булатов А.И. Руководство по применению теплоизоляции из плит полистирольных вспененных экструзионных ПЕНОПЛЭКС® при проектировании и устройстве малозаглубленных фундаментов на пучинистых грунтах. М.: НИИОСП, 2007.

ЭКСТРУЗИОННЫЕ ВСПЕНЕННЫЕ ПОЛИСТИРОЛЬНЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ПЛИТЫ



ПЕНОПЛЭКС®

ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ

ООО «ПЕНОПЛЭКС СП»
191014, Санкт-Петербург, ул. Маяковского, 31/1,
Тел.: (812) 329-54-11, Факс: (812) 329-54-21

Московское представительство:
115054, Москва, Большой Строченовский пер., д.7
Тел. +7 (495) 982 55 59, 982 55 43

www.penoplex.ru

Реклама

Филизоль
ТРАДИЦИИ, КАЧЕСТВО, РАЗВИТИЕ

- Рулонные кровельные и гидроизоляционные битумно-полимерные материалы "Филизол", "Филикров"
- Рулонные кровельные и гидроизоляционные битумные материалы "Гидростеклоизол", "Филигиз"
- Ленточные самоклеящиеся герметики "Герлен"
- **Материалы для кровель:**
Водосточные системы • Кровельная вентиляция
Гибкая черепица и комплектующие
- Кровельные работы • Доставка

123995, г. Москва, Кутузовский проезд, 16
Телефон: +7 495 142 4267, 983 30 40, 983 30 41
E-mail: market@filizol.ru; www.filizol.ru

Реклама

ПРОМЫШЛЕННАЯ ГРУППА®
КРАТА
ПИГМЕНТ НПФ ТЕХНОХИМ

ДОБАВКИ, пластификаторы для бетонов

ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ: алкидные, акриловые, полиуретановые

КОЛЕРОВОЧНЫЕ ПАСТЫ на водной основе

ПИГМЕНТЫ: органические, неорганические

АКРИЛОВЫЕ эмульсии дисперсии

ШИРОКИЙ АССОРТИМЕНТ ПРОДУКТОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

СМОЛЫ: карбамидоформальдегидные, фенолформальдегидные

ОАО "Пигмент"
392681, Россия, г.Тамбов, ул.Монтажников, 1
(4752) 71-13-98, 72-11-51, т/ф: 71-46-67
info@krata.ru
http://www.krata.ru

Реклама

П.Л. КРАСНОВ, директор по маркетингу ООО «ГЕРЛЕН РЕСУРС» (Москва)

Ленточные герметики Герлен® для современных строительных конструкций

Завод «Филикровля» более 80 лет специализируется в области производства кровельных, гидроизоляционных материалов и герметиков. В настоящее время выпускается несколько видов битумно-полимерных кровельных гидроизоляционных материалов, таких как Филизол®, Филикров, Гидрокров, Филлиз, Гидростеклоизол, а также неотверждаемый ленточный герметик Герлен®.

Стремительное увеличение темпов строительства в 70-х гг. XX в., связанное с развитием индустриального метода домостроения, потребовало новых видов герметизирующих материалов. Разработка и внедрение в 1978 г. самоклеящегося герметика Герлен® для воздухо- и влагоизоляции зданий и сооружений стала совершенно новым словом в производстве строительных материалов.

Традиционными областями применения Герлена® являются герметизация межпанельных стыков в жилищном и промышленном строительстве и звукоизоляция и герметизация в авиа- и автомобилестроении.

В последние годы в связи с активным внедрением в практику строительства полимерных мембран возникло новое направление применения материала Герлен®. При применении EPDM или СКЭПТ-мембран проблема заключается в качественной склейке полотнищ между собой для получения герметичного кровельного ковра. Специальные клеящие составы, как правило, очень дороги. Применение двусторонней самоклеящейся ленты Герлен®, обладающей высокой адгезией к данным видам мембран и долговечностью более 25 лет, помогает решить эту проблему.

Протечка скатных кровель — одна из самых распространенных проблем, особенно весной. Для устройства новых кровель из листового материала (жесть, медь и др.) запатентован метод с применением материала Герлен®, исключающий возможность образования протечек в конструкции кровли. При аварийном ремонте кровли широко применяется материал «Герлен-ФА», имеющий в качестве защитного слоя алюминиевую фольгу.

Для герметизации навесных фасадов разработан новый тип материала Герлен®, срок службы которого составляет 50 лет в условиях климата средней полосы России, что подтверждено испытаниями, проведенными НИИ Строительной физики.

В 2004 г. разработана система герметизирующих материалов на основе Герлена® для монтажа оконных систем в соответствии с ГОСТ 30971–2002. Важной и необходимой задачей при монтаже различных оконных систем

в современном строительстве является надежная и долговечная герметизация примыканий и швов в несущих конструкциях. Методика конструирования стыка окна и стены здания заключается в том, что стык не должен пропускать воздух и влагу внутрь помещения и пропускать пары влаги из помещения наружу.

Применение комплексной системы при монтаже оконных блоков при незначительном удорожании стоимости конструкции позволяет многократно увеличить срок службы монтажной пены и теплоизоляционные показатели конструкции в целом. Хорошая адгезия лент Герлен® ко всем строительным материалам обеспечивает надежную защиту от проникновения влаги внутрь стыка (повышение влажности пены даже на 5% снижает ее теплоизоляционные свойства на 50%).

Уникальные рецептуры, по которым выпускается Герлен®, разработаны силами заводской лаборатории. Основными отличительными особенностями ленты Герлен® от аналогичных материалов являются высокая пластичность и эластичность, которые сохраняются на протяжении всего срока эксплуатации.

Высокая адгезия к основным видам строительных материалов и широкий температурный диапазон эксплуатации обеспечивают возможность применения материала в различных областях строительства, а также в быту (см. таблицу).

Герлен® производится на высокотехнологичном оборудовании известной фирмы BERSTORFF. В состав герметика входят различные модификаторы, обеспечивающие стабильность свойств.

Герлен® пользуется большой популярностью и используется в различных конструкциях зданий. Этим обусловлен широкий ассортимент Герлена®. Также под заказ изготавливается материал с требуемыми характеристиками. В заводской лаборатории продолжают разрабатываться новые рецептуры для получения нужных свойств герметика.

По потребительским свойствам выделяются четыре основные марки Герлена®: Д — дублированный холстом; ФА — дублированный алюминиевой фольгой; Т — липкий с двух сторон, бежевого цвета и АГ — липкий с двух сторон, черного цвета с повышенной адгезией к металлу. Также разнообразие достигается за счет различной толщины (1,5–3 мм) и ширины (15–200 мм) лент.

Качество выпускаемой продукции является главной целью предприятия. Внедренная в 2003 г. Система менеджмента качества подтверждена Сертификатом соответствия ГОСТ Р ИСО 9001–2001 в 2003 г.

Марка материала	Герлен-Д	Герлен-Т	Герлен-АГ	Герлен-ФА
Адгезия к бетону, МПа	0,1	0,1	со сталью 0,1	0,1
Характер разрушения	когезионный	когезионный	–	когезионный
Водопоглощение, %, не более	0,2	0,2	0,3	0,15
Сопrotивление текучести на подложке, °С, не менее	+120	+100	+100	+120
Работоспособность в интервале температуры, °С	–60 – +120	–60 – +100	–60 – +100	–60 – +120

Р.Р. ВАГИЗОВА, инженер, Ю.Н. ХАКИМУЛЛИН, д-р техн. наук,
П.А. СТЕПАНОВ, канд. хим. наук,
Казанский государственный технологический университет

Применение бутилрегенерата для кровельных и гидроизоляционных материалов

Композиционные материалы на основе бутилкаучука (БК) обладают уникальным комплексом свойств, таких как газонепроницаемость, высокая стойкость к различным агрессивным средам, повышенная атмосферостойкость и термостойкость, а также адгезия к различным строительным материалам. Благодаря этому их активно используют в промышленном строительстве. На основе БК производят отверждаемые и неотверждаемые гидроизоляционные и кровельные материалы, как мастичные, так и рулонные; клеи, в том числе в виде липких слоев, нанесенных на основу, для склеивания рулонных кровельных мембран, не высыхающие мастики для герметизации стеклопакетов и межпанельных стыков в крупнопанельном домостроении. Учитывая большую емкость строительного рынка, а также высокую стоимость самого БК, всегда актуальны вопросы снижения стоимости композиционных материалов, содержащих БК, с сохранением их качества. Большой интерес представляют исследования по изучению возможности применения в промышленном строительстве вместо БК его регенерата, получаемого по радиационной технологии.

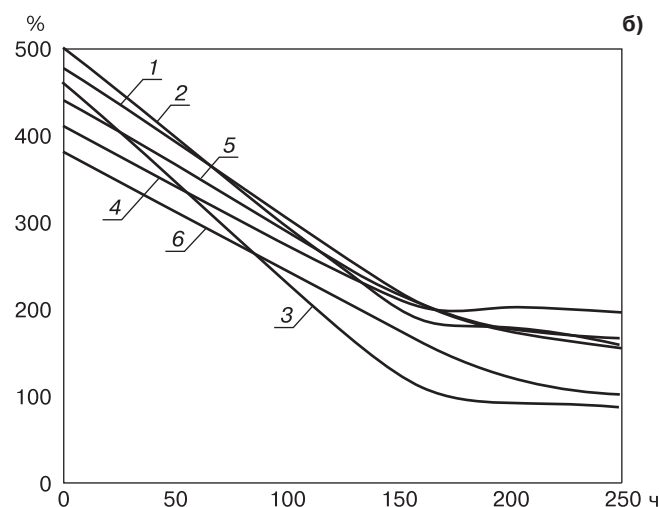
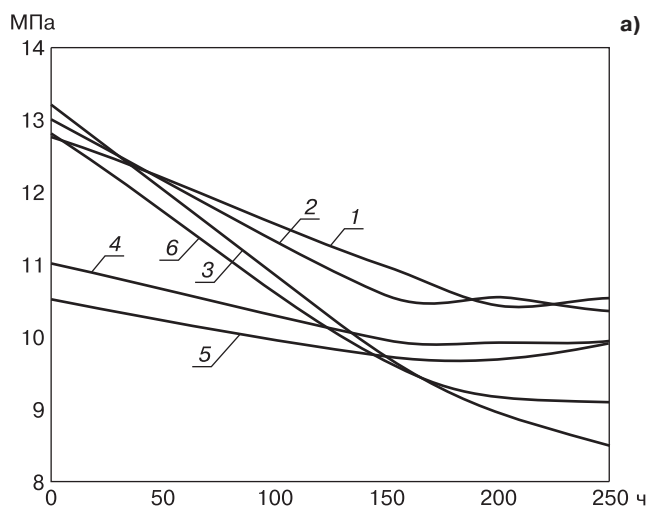
Сырьем для получения бутилрегенерата служат отходы производства шин. Существует несколько основных способов регенерации БК, отличающихся аппаратурным оформлением и качеством получаемого регенерата [1, 2]. В отличие от всех остальных радиационный метод не требует введения дополнительных агентов регенерации, мягчителей, предварительного измельчения перерабатываемого материала. При его производстве отсутствуют

отходы, а получаемый регенерат в основном идентичен по составу исходной резине.

Наибольшую известность получило использование регенерата в виде добавки до 20% в диафрагменные резины на основе БК без заметного ухудшения свойств [1]. Для установления возможности применения в композиционных строительных материалах бутилрегенерата, полученного по радиационной технологии, взамен БК и полиизобутилена как добавки, повышающей адгезионные свойства, проводили сравнительный анализ свойств таких композиций. В качестве базового использовали регенерат БК марки Р-5, полученный на установке периодического действия РВ-1200 (источник γ -излучения Co^{60}) с дозой облучения 50 кГр.

В связи с возросшим интересом к композиционным материалам, способным к низкотемпературной вулканизации [3, 4], была изучена эффективность применения для получения резин на основе регенерата систем так называемого холодного отверждения. Это динитрозогенерирующие соединения различного строения: парадинитрозобензол (*n*-ДНБ), *n*-бензохинондиоксим (*n*-ХДО) в сочетании с окислителем и хиноловый эфир (ЭХ-1). Применение всех изученных вулканизирующих агентов приводит к получению резин с высоким уровнем свойств. Это позволяет сделать вывод о возможности использования получаемого радиационной деструкцией регенерата взамен БК для получения герметизирующих и клеевых композиций, в том числе и холодного отверждения.

Было проведено сравнительное изучение поведения резин на основе БК и Р-5 в условиях термического ста-



Свойства кровельных материалов, содержащих СКЭПТ, БК и Р-5 (мас. ч.) при термическом воздействии (150°C): а – прочность при разрыве, б – относительное удлинение. Материалы, полученные серной вулканизацией: 1 – СКЭПТ/Р-5 – 80 : 20; 2 – СКЭПТ/БК – 80 : 20; 3 – СКЭПТ – 100; материалы, полученные радиационной вулканизацией: 4 – СКЭПТ/Р-5 – 80 : 20; 5 – СКЭПТ/БК – 80 : 20; 6 – СКЭПТ – 100

Таблица 1

рения (150°C, 240 ч). Для вулканизатов БК со смоляным вулканизующим агентом, содержащих поперечные С–С и С–О связи, характерна высокая стойкость к термическому старению [5], в то время как для серных вулканизатов БК наблюдается интенсивная термоокислительная деструкция с разрывом моно-, ди- и тетра-сульфидных поперечных связей [4]. Пониженная теплостойкость резин, вулканизованных *n*-ДНБ, обусловлена нерастворимостью последнего в каучуке. Для резин с вулканизирующей системой на основе *n*-ХДО в присутствии MnO₂ процессы деструкции в отличие от серных вулканизатов происходят через промежуточное структурирование, и после 60 ч термического старения такие резины полностью разрушаются.

Резины на основе регенерата, обладая более низкими исходными физико-механическими показателями, значительно превосходят резины на основе БК по стойкости к термическому старению. Для резин на основе Р-5 со смоляными вулканизирующими агентами прочность при разрыве даже после 200 ч термостарения превосходит исходное значение за счет увеличения плотности поперечных связей. В серных вулканизатах значительная деструкция наблюдается в первые 30 ч, далее процесс замедляется и стабилизируется. При этом относительное и остаточное удлинение практически не изменяется, а изменение плотности химически сшитых цепей полимерной сетки коррелирует с изменением прочности. Для резин на основе Р-5, полученных с использованием *n*-ХДО, *n*-ДНБ и ЭХ-1, наблюдается незначительное снижение свойств в ходе термического старения. Процессы сшивания, характерные для вулканизатов БК с *n*-ХДО, также имеют место и для регенерата БК, однако они значительно менее выражены.

Повышенная термостойкость резин на основе Р-5, по-видимому, связана с наличием в самом регенерате фрагментов разрушенной алкилфенолоформальдегидной смолы, применяемой при изготовлении диафрагменных камер для шин, которые оказывают ингибирующее влияние на процессы термоокислительной деструкции. Таким образом, Р-5 можно использовать в любых композиционных материалах строительного назначения, содержащих БК, работающих в условиях повышенной температуры.

В ранее проведенных исследованиях было установлено, что введение 10–20% БК в резины на основе СКЭПТ при сохранении основных физико-механических свойств улучшают их эластические и технологические свойства [6]. В связи с этим изучалась возможность использования Р-5 взамен БК в резиновых кровельных материалах. При серной вулканизации замена до 30 мас. ч. СКЭПТ на БК не сказывается на исходных показателях кровельного материала, но является нецелесообразной с точки зрения экономики (БК в два раза дороже СКЭПТ). В случае Р-5 возможна замена 20 мас. ч. СКЭПТ. При радиационной вулканизации замена более 20 мас. ч СКЭПТ на БК или Р-5 приводит к закономерному ухудшению прочности, так как БК при радиационном облучении подвергается деструкции. Было изучено поведение кровельных материалов, полученных серной и радиационной вулканизацией, в которых 20 мас. ч. СКЭПТ заменены на БК или Р-5 в условиях длительного термического старения при 150°C. В обоих случаях добавление БК или Р-5 приводит к лучшему сохранению прочности при разрыве и, что особенно важно, предела относительного удлинения по сравнению с резинами на основе только СКЭПТ (см. рисунок) вне зависимости от способа вулканизации. При этом применение радиационного регенерата оказывается более эффективным как с экономической, так и с технологической точки зрения.

При дозе радиационного облучения 200 кГр (марка Р-20) происходит уменьшение молекулярной массы БК

Показатель	Гидроизоляционные мастики		
	на основе БК		на основе Р-5
	адгезионная добавка		
	ПИБ-10	Р-20	
Условная прочность при разрыве, МПа	0,75	0,87	0,71
Относительное удлинение, %	960	700	680
Адгезия, МПа: к стали к бетону	1,2 1,25	1,34 1,29	1,35 1,34
Теплостойкость, °С	150	150	150
Морозостойкость (R=5 мм), °С	-60	-60	-60
Условия испытаний			
Вода, 20°C, 30 сут: условная прочность при разрыве, МПа относительное удлинение, % водопоглощение, %	0,76	0,85	0,67
	575	610	635
	0,84	0,65	0,72
Вода, 70°C, 7 сут: условная прочность при разрыве, МПа относительное удлинение, % водопоглощение, %	3,12	2,95	2,5
	725	780	810
	3,25	3,2	3,2
Воздух, 150°C, 7сут: условная прочность при разрыве, МПа относительное удлинение, %	6,12	6,25	5,1
	240	255	320

Таблица 2

Технические характеристики	Поликен 980	Опытная лента
Толщина адгезионного слоя, мм	0,5	0,5
Разрушающее напряжение при растяжении, кг/50 мм	28,7	60
Относительное удлинение при разрыве, %	400	400
Адгезия к стали с праймером, кН/м: через 30 сут после кипячения в воде, 3сут	2,2 – –	2,4 3,2 7
Напряжение при электропробое, кВ	22	22
Удельное об. электро-сопротивление, Ом·см	1·10 ¹²	1·10 ¹³

до 10–12 тыс. [7], появляется возможность его использования в качестве эффективной адгезионной добавки. Введение такого регенерата в количестве 30 мас. ч. на 100 мас. ч. каучука в мастики на растворителях приводит к существенному увеличению адгезии к бетону, стали, полиэтилену и т. д. (3,2–3,5 кН в течение 5 сут под грузом и 4–4,5 кН с праймером при аналогичных испытаниях) с сохранением остальных свойств. Мастики с использованием таких адгезионных добавок способны долговременно эксплуатироваться как в условиях контакта с водой, так и в атмосфере без ухудшения защитных свойств. Полная замена БК на Р-5 в составе гидроизоляционных мастик показала, что их физико-механические и адгезионные свойства ни в чем не уступают мастикам на основе БК. В табл. 1 приведены показатели свойств гидроизоляционных мастик на основе БК с добавкой Р-5.

Определенный интерес представляет возможность использования радиационного регенерата для получения липких составов, нанесенных на основу. Рулонные материалы с таким липким слоем обладают высокой адгезией как к металлам, так и к резине на основе СКЭПТ и к термоэластопластичным материалам и по основным показателям не уступают известным материалам типа Поликен.

В табл. 2 приведены технические характеристики изоляционной ленты с липким слоем, нанесенным на термоэластопласт в сравнении с лентой марки Поликен-980, у которой липкий слой нанесен на полиэтилен.

Таким образом, проведенными исследованиями показана возможность полноценной замены БК на его регенерат, полученный по радиационной технологии, для

рецептур герметизирующих и клеевых композиций, в том числе холодного отверждения, гидроизоляционных мастик, липких слоев и композиционных материалов, работающих в условиях повышенных температур.

Список литературы

1. *Левитин И.А., Морковкина Г.В., Дроздовский В.Ф. и др.* Свойства бутилрегенератов, полученных различными способами из смоляных вулканизатов бутилкаучука // Производство шин, РТИ и АТИ. 1974. № 9. С. 6–9.
2. *Усачев С.В., Соловьева О.Ю., Воронов В.М. и др.* Особенности вторичной переработки амортизованных варочных камер и диафрагм // Каучук и резина. 2005. № 1. С. 24–31.
3. *Дроздовский В.Ф., Михайлова В.В., Сазонов В.Ф.* Получение и применение бутилового, хлоропренового и бутадиен-нитрильного регенератов: Тем. обзор. М.: ЦНИИТЭнефтехим. 1973. 102 с.
4. *Макаров Т.В., Ключников О.Р., Вольфсон С.И. и др.* Термическое старение резин на основе СКЭПТ и бутилкаучука // Каучук и резина. 2004. № 1. С. 15–17.
5. *Федюкин Д. П., Махлис Ф. А.* Технические и технологические свойства резин. М.: Химия. 1985. С. 127–129.
6. *Khakimullin Y.N., Yarullin R.S., Saburov V.Y. et al.* Thermal and radioactive aging of application rubber and rubber-bitumen composition // Inter. Conf. «Strength, durability and stability of materials and structures». Panevezys. Lietuva. 1999. P. 345–350.
7. *Вагизова Р.Р., Хакимуллин Ю.Н., Харлов В.А. и др.* Гидроизоляционные мастики на основе радиационных регенератов бутилкаучука // Клеи герметики, технологии. 2006. № 8. С. 6–8.

Аксил

материалы для реставрации, гидроизоляционные материалы, смеси для промышленных полов, грунтовок, пропитки, упрочнители

- **Аксил РеСо** – штукатурные смеси для реставрации
- **Аксил Барьер** – состав для пропиточной гидроизоляции. Может применяться для восстановления горизонтальной гидроизоляции при реставрации и восстановлении зданий в качестве грунтового слоя в системе Аксил Гермомикс
- **Аксил Бетон-защита** – защитное покрытие для бетонных поверхностей от воздействия атмосферных осадков и CO₂
- **Аксил ГидроФ** – защитное покрытие для создания поверхностной гидрофобизации гладких и фактурных штукатурок с целью упрочнения и защиты против воздействия атмосферных осадков и повышения устойчивости к высолообразованию
- **Аксил ШС** – ровнители и шпаклевки под роспись
- **Аксил Антисоль** – состав для ликвидации высолов на кирпичных оштукатуренных и бетонных поверхностях
- **Аксил Бекам I** – закрепитель белого камня, мрамора и изделий из них
- **Аксил Гермомикс** – обмазочный герметизирующий материал. Тип I – однокомпонентный, тип II – двухкомпонентный
- **Аксил Бекам II** – гидрофобизатор белого камня, мрамора и изделий из них
- **Аксил Цемент-Защита** – универсальная грунтовка для строительных работ. Применяется для предотвращения пересыхания и растрескивания свежоштукатуренных и бетонных поверхностей

Компания «Сталкер» разрабатывает и производит составы Аксил, а также реставрационные штукатурные смеси, кладочные растворы на гидравлической извести, составы для укрепления кирпичной кладки по характеристикам заказчика.

ООО «Сталкер»

119991, Москва, Ленинский пр., д. 31, оф. 5/3

Тел.: (495) 540-38-58
Тел./факс: (495) 540-38-48
www.aksil.ru

реклама

В.И. ВЕРЕЩАГИН, д-р техн. наук, А.Д. ШИЛЬЦИНА, д-р техн. наук,
Томский политехнический университет; Ю.В. СЕЛИВАНОВ, канд. техн. наук,
Хакасский технический институт, филиал Сибирского федерального университета

Моделирование структуры и оценка прочности строительной керамики из грубозернистых масс

В данной работе проведена оценка прочности строительной керамики из грубозернистых масс на основе моделирования структуры керамики с целью обеспечения возможности проектирования составов керамики.

Для выполнения работы применяли пластичные и непластичные виды сырья Хакасии и прилегающих районов юга Красноярского края (табл. 1), являющихся типичными для производства строительной керамики.

В керамике из грубозернистых масс по аналогии с композиционными материалами (конгломератами, бетонами) зерна (ядра) создают скелет, а тонкодисперсные частицы служат связкой между ними на стадии формования, образуя оболочки вокруг зерен в процессе обжига [1, 2]. Поэтому для расчета значений предельной прочности строительной керамики из грубозернистых масс использовался принцип аддитивности с учетом значений прочности материалов ядра и оболочки и их объемных долей. В свою очередь, значения предпочтительных соотношений размеров ядра и оболочки и количество вещества оболочки, обеспечивающих вероятность формирования прочной структуры керамики, определялись по результатам моделирования структур строительной керамики из композиций глин с непластичными компонентами и по результатам экспериментальной проверки моделей структур строительной керамики.

Моделирование структуры проводилось по типу ядро-оболочка при соотношении размеров агрегатов ядра и оболочки 1, 2, 5, 10, 20 и 50, когда количество вещества оболочки изменяется от 11 до 96 об. %. Исследовалось 5 вариантов моделей структуры строительной керамики: с ядром из глинистых агрегатов; с ядром из агрегатов частиц золы; с ядром из агрегатов частиц природного (кварц-серицит-хлоритовых сланцев) и техногенного кварцосодержащего непластичного сырья (кварц-полевошпатового сорского песка); с ядром из зерен шлака и модели смешанных структур – всего 30 моделей. Новым является то,

что моделирование структуры проводилось не только с позиции получения наиболее плотнейшей упаковки, но и с позиции учета процессов, протекающих в материалах ядра и оболочки, и в зонах их контакта с учетом изменения усадочных процессов при спекании.

Глинистые агрегаты при температурах до 900–950°C в результате твердофазового спекания дают усадку 0,8–4% в зависимости от типа глин. Зольные агрегаты и зерна шлака при этих температурах усадки не дают, а агрегаты кварц-серицит-хлоритовых сланцев и кварц-полевошпатового сорского песка имеют даже небольшое (до 0,5%) расширение. Варианты образования контактных зон ядра с оболочкой и формирования прочных структур керамики представлены в табл. 2.

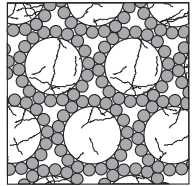
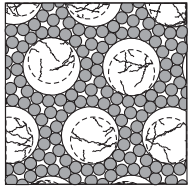
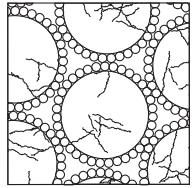
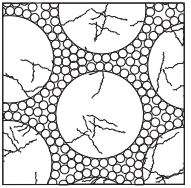
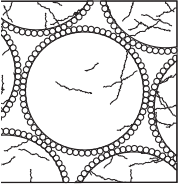
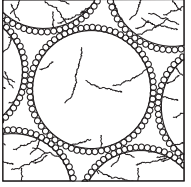
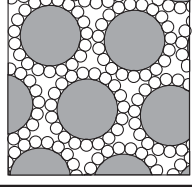
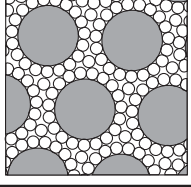
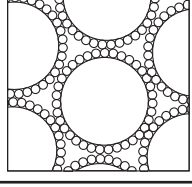
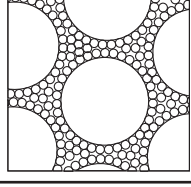
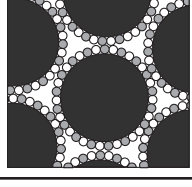
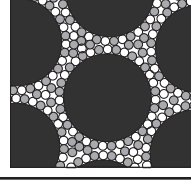
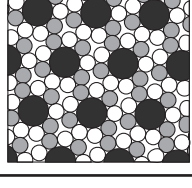
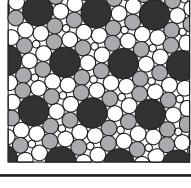
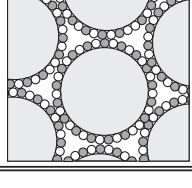
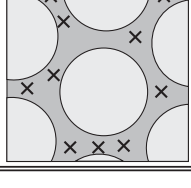
Если глинистые агрегаты являются ядром формирующейся структуры, то наличие у них усадки и, напротив, отсутствие таковой у агрегатов вещества оболочки обуславливают отрыв оболочки от ядра, смещение агрегатов глинистых частиц ядра под действием силы тягести и образование только единичных контактов с поверхностью оболочки, что явно не достаточно для развития спекания и получения прочных структур. При образовании более или менее тонкой оболочки вокруг глинистого ядра мелкие агрегаты частиц оболочки могут захватиться более крупными спекающимися агрегатами глинистых частиц ядра. В результате оболочка от ядра не отрывается и образуется контактная зона ядра с оболочкой по всей ее поверхности.

Если глинистые агрегаты образуют оболочку, то при их усадке она обжимает ядро из безугадочных зольных агрегатов и зерен шлака или расширяющихся агрегатов из частиц кварцосодержащих силикатных пород, обеспечивая появление контактных зон ядра с оболочкой по всей ее поверхности. Наличие же аморфизированных продуктов распада агрегатов глинистых частиц при температуре 900–950°C и появление микроколичеств рас-

Таблица 1

Наименование сырья	Содержание оксидов, мас. %								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	ППП
Вскрышные породы	61,26	16,45	0,31	4,76	4,82	1,41	0,43	0,32	9,18
Хлоритсодержащие сланцы	45,28	19,04	0,62	8,73	13,3	3,52	0,45	0,34	8,54
Песок сорский кварц-полевошпатовый	62,05	15,94	0,58	4,18	4,72	2,01	4,27	3,85	2,39
Зола (смесь) ТЭЦ	50,98	6,36	0,52	7,71	27,14	3,76	0,4	0,36	1,89
Шлак ТЭЦ	50,69	8,09	–	8,94	27,51	3,5	0,27	0,2	0,8
Стеклобой	67,4	5,81	–	1,76	7,21	3,38	12,73	2	–

Таблица 2

№ модели	Ядро Оболочка	Модель структуры прессовки	Соотно- шение размеров ядра и оболочки	Размер агрегатов ядра, мм	Размер агрегатов оболочки, мм	Количество вещества оболочки, об. %	Модель структуры после обжига	Характеристика структуры
1	Глина Зола		5	0,5	0,1	63,6		Оболочка достаточно толстая, плохо спекающаяся. Отрыв оболочки от ядра
2	Глина Зола		10	1	0,1	42,2		Оболочка средней толщины. Отрыва оболочки от ядра может не быть. Вещества оболочки достаточно для заполнения пустот
3	Глина Зола		20	2	0,1	24,87		Оболочка тонкая, захватывается ядром при обжиге. Отрыва от ядра не происходит, высокая пористость
4	Зола Глина		5	0,3	0,06	63,67		Оболочка обжимает зольное ядро в значительной степени. Глинистого вещества достаточно для заполнения пустот между зернами. Плотная упаковка с большой площадью контакта
5	Зола Глина		10	0,1	0,01	42,18		
6	Шлак Глина и зола		10	1	0,1	42,49		Прерывистость сплошности глинистой оболочки. Слабая конгломерация глинистых агрегатов
7	Шлак Глина и зола		2	1	0,5	87,5		Прерывистость сплошности глинистой оболочки. Относительно заметная конгломерация глинистых агрегатов
8	Непла- стичный силикат Глина и стеклобой		10	0,5	0,05	42,5		Стекловидная фаза оболочкаивает поверхность зерен и заполняет все пустоты между зернами. Происходит взаимодействие расплава с поверхностью ядра, сопровождающееся кристаллизацией новых фаз

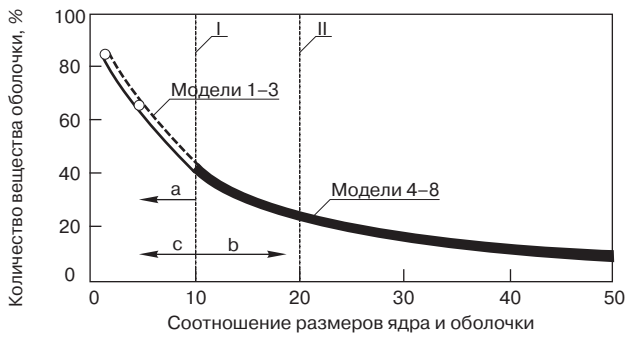


Рис. 1. Направление смещения границ соотношений размеров ядра и оболочки, обеспечивающих необходимую (I) и недостаточную (II) плотность структур: 1–8 – номера моделей (табл. 2)

плава в них предопределяют возможность реакционно-го взаимодействия материалов ядра и оболочки в контактных зонах еще на стадии твердофазового спекания. Увеличение интенсивности образования жидкой фазы и повышение ее активности на более поздней стадии обжига при температурах выше 900–950°C [1, 2] предопределяют возможность спекания ядра с оболочкой.

Анализ результатов формирования структуры керамики по изложенным вариантам показывает, что плотность и прочность структуры обеспечиваются при соотношениях размеров ядра и оболочки от 5 до 10 мм (максимальный размер зерен 0,1–3 мм) и толщине оболочки 0,01–0,3 мм, когда вещества оболочки достаточно и для заполнения пустот между ядрами (табл. 2, модели 2, 4, 5). Установленное количество глинистого компонента в композициях находится в пределах 40–60%. Соответственно максимально возможное содержание непластичных компонентов в композициях будет также находиться в пределах 40–60%. Причем при использовании высококальциевого зол из ирша-бородинских углей в таких количествах в шихте будет находиться 3–4,6% свободного оксида кальция, который связывается в процессе обжига [3, 4].

При формировании смешанных структур их прочность определяется видом дополнительных компонентов, входящих в смеси с глиной в оболочку. При наличии зольных частиц в веществе оболочки сплошность глинистой оболочки прерывается неспекающимися в твердой фазе зольными частицами, за счет чего усложняются условия образования контактных зон и появления разового количества расплава для развития спекания. Поэтому развитие процесса спекания можно ожидать при максимальных количествах вещества оболочки (87,5%), когда содержание глинистых частиц в оболочке составляет 43,7% (табл. 2, модели 6, 7) и отмечается их заметная конгломерация. За счет этого общее количество вещества оболочки увеличивается (рис. 1, направление a).

Наличие стеклобоя в веществе оболочки обеспечивает более быстрое и полное его плавление. Образующаяся жидкая фаза обволакивает всю поверхность ядер и не просто заполняет пустоты между ними, как в случае с глинистой оболочкой, а стягивает ядра, создавая наиболее удачное их размещение. Кроме того, оплавляя поверхность ядра, жидкая фаза оболочки способствует интенсивному увеличению количества расплава. Поэтому предполагается, что при соотношении размеров ядра и оболочки 10 (табл. 2, модель 8), когда количество вещества оболочки составляет 42%, его будет не только достаточно, но даже избыточно для образования прочных структур.

Результаты экспериментального исследования спекания образцов из композиций высококальциевого шлака или кварц-полевошпатового сорского песка со связками

из смесей глин со стеклобоем подтверждают [3, 4], что при использовании 30–40 % этих связок обеспечивается образование расплава в количествах, больших, чем требуется для спекания композиций. При наличии стеклобоя в оболочке общее количество ее вещества снижается (рис. 1, направление b). При увеличении общего количества вещества оболочки (рис. 1, направление c) появляется возможность корректировки интенсивности образования расплава путем изменения тонкости помола компонентов связки, изменения температуры обжига или обоих факторов одновременно.

На основании установленных зависимостей разработаны предпочтительные составы композиций, обеспечивающие вероятность формирования прочной структуры (табл. 4), и предложена схема расчета прочности керамики из грубозернистых масс (рис. 2) с учетом процессов, происходящих в оболочке (связке).

В табл. 3 приведены пределы прочности при сжатии отдельных компонентов керамики. Для глины и золы определяли предел прочности при сжатии образцов, обожженных при температуре 1000–1100°C. Для легкоплавких связок — образцов из смеси глин (40–60%), стеклобоя (40–60%) и добавки (10%) соответствующего компонента (кварц-полевошпатового сорского песка или высококальциевого шлака) вследствие того, что связки, взаимодействуя с поверхностью зерен и обогащаясь материалом зерна, приобретают прочность, отличающуюся от прочности смеси глин со стеклобоем. Для сланцев, кварц-полевошпатового сорского песка и золошлаковой смеси устанавливали среднюю прочность обожженных образцов из пресс-порошков и самих зерен. Это связано с тем, что в структурах керамики из композиций с перечисленными компонентами ядрами могут быть конгломераты из спеченных тонких частиц и отдельные зерна. Например, ядрами могут быть крупные частицы (1–3 мм) кварц-серицит-хлоритового сланца или зерна кварца, полевого шпата, шлака, прочность которых значительно выше прочности прессовок из дезагрегированных частиц.

При расчете предполагаемой прочности кварц-серицит-хлоритового сланца, кварц-полевошпатового

Таблица 3

Компонент	Предел прочности при сжатии, МПа*
Глина с размером агрегатов, мм 0,5–3 0,05–0,25 0,05–0,4 0,01–0,06	10–15 (12,5) 30–40 (35) 20–30 (25) 40–90 (65)
Сланец прессованный порода	15–20 (17,5) 40–50 (45)
Кварц-полевошпатовый песок прессованный Кварц Полевой шпат Зола прессованная Шлак (зерно) Золошлаковая смесь	20–30 (25) 1000–2000 (1500) 120–170 (145) 7–10 (8,5) 50–80 (65) (25,45)
Смесь глины со стеклобоем и кварц-полевошпатовым сорским песком	70–120 (95)
Смесь глины со стеклобоем и высококальциевым шлаком	290–368 (329)

*В скобках приведена средняя прочность компонентов, принятая в расчетах прогнозируемого предела прочности керамики.

Таблица 4

Ядро / оболочка	Соотношение размеров ядра и оболочки	Размер агрегатов ядра, мм	Размер агрегатов оболочки, мм	Количество вещества оболочки, об. %	Предел прочности при сжатии, МПа*	
					прогнозируемый (по аддитивности)	экспериментальный
Глина / зола	10	0,5–3	0,05–0,3	42,5	10,8	21,5–27,6**
Зола / глина	5–10	0,1–0,3	0,01–0,06	42,2–63,67	32,3–44,5	
Сланцы / глина	5–10	0,5–1	0,05–0,25	42,2–63,5	32,8–34,4	
Кварц-полевошпатовый песок / глина					127,4–181,2	
Кварц-полевошпатовый песок / глина + стеклобой	10	0,5–1	0,05–0,1	30–70	155,7–231,3	
Шлак / глина + стеклобой					144,2–249,8	

*После обжига при температуре 950–1150°C. **При условии формирования структуры по смешанному типу, когда ядром структуры являются как глинистые агрегаты, так и зольные.

сорского песка и золошлаковой смеси учитывали, что в виде обломков (крупных частиц) или зерен их сохраняется примерно 50%. Кроме того, при расчете прочности золошлаковой смеси учитывали, что в ее товарной пробе содержится только около 30% шлака, а при расчете прочности кварц-полевошпатового сорского песка учитывали, что содержание зерен кварца составляет 30% и полевого шпата – 70%.

Анализ прогнозируемой прочности керамических материалов показывает (табл. 4), что из композиций оптимальных составов можно получить разные по назначению строительные материалы – стеновые (прочность при сжатии 10,8–44,5 МПа), черепицу (прочность при сжатии 127,4–181 МПа), клинкерный кирпич и облицовочные изделия (прочность при сжатии 144,2–249,8 МПа).

Для экспериментальной проверки разработанных моделей структур исследовали спекание и свойства образцов из смесей глин с непластичными компонентами, изготовленных по технологии полусухого прессования (количество непластичных компонентов 10–90%) и по технологии пластического формования (количество непластичных компонентов не более 40%).

Компоненты после сушки измельчали до прохождения через сито с определенным размером ячейки. Зола и кварц-полевошпатовый сорский песок использовали как готовые компоненты. В результате такой подготовки получили компоненты, содержащие 47–70% агрегатов соот-

ветствующих размеров (табл. 4), способных образовать оболочки, и 40–60 % агрегатов, способных стать ядрами.

Анализ результатов экспериментов показал, что спекание образцов из грубозернистых композиций происходит при содержании в них 40–60% глинистых компонентов, когда образующаяся вокруг зерна оболочка из глинистого вещества в наибольшей степени обжимает его и глинистого вещества достаточно для заполнения пустот между зернами и обеспечения плотных упаковок композиций.

Образцы из грубозернистых масс за счет того, что коэффициенты упаковки после прессования (0,76–0,78) и обжига (0,78–0,8) отличаются незначительно, характеризуются небольшой усадкой: 0,1–1,9% (глинистая связка между зернами) и 1,8–3,8% (связка из смеси глин и стеклобоя), но высокой прочностью при сжатии: 19,7–36,8 МПа (глинистая связка между зернами) и 204–290 МПа (связка из смеси глин и стеклобоя), а также высокой морозостойкостью (от 21 цикла до более 50) [3–5]. При этом экспериментальные значения прочности образцов (табл. 4) находятся в хорошем соответствии с расчетными, полученными на моделях структур.

Таким образом, экспериментально подтверждается, что моделирование структуры строительной керамики из грубозернистых масс с учетом процессов, протекающих в материалах зерна и оболочки на границе их контакта, а также с учетом изменения усадочных процессов при спекании может использоваться для проектирования составов керамики с требуемыми свойствами.

Список литературы

1. Будников П.П., Балкевич В.Л., Бережной А.С. и др. Химическая технология керамики и огнеупоров. М.: Стройиздат. 1972. 552 с.
2. Боженов П.И., Галибина И.В., Григорьев Б.А. Строительная керамика из побочных продуктов промышленности. М.: Стройиздат. 1986. 136 с.
3. Шильцина, А.Д., Селиванов В.М. Строительная керамика на основе глин и непластичного природного и техногенного сырья Хакасии // Промышленность строит. материалов. Сер. 5. Керамическая промышленность: Аналит. обзор. М.: ВНИИЭСМ. 2002. 75 с.
4. Шильцина А.Д., Селиванов В.М. Керамические плитки из зернистого техногенного сырья // Стекло и керамика. 2000. № 7. С. 24–28.
5. Шильцина А.Д., Селиванов В.М. Стеновые керамические материалы с использованием кварц-серицит-хлоритовых сланцев // Строит. материалы. 1998. № 6. С. 32–33.

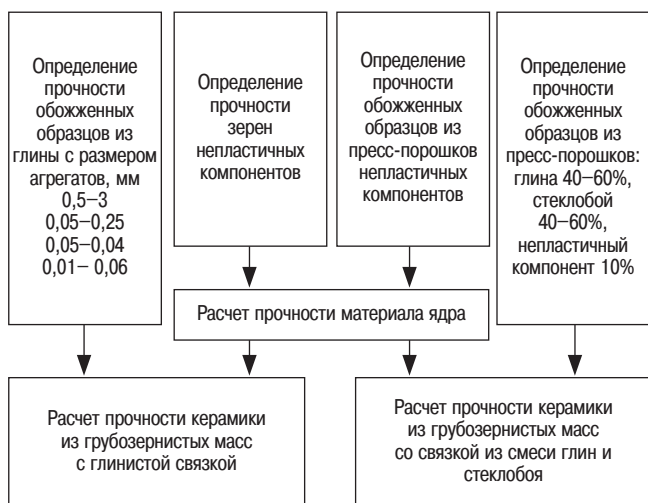


Рис. 2. Схема расчета прочности керамики из грубозернистых масс с учетом процессов, происходящих в связке

А.Н. ПОНОМАРЕВ, канд. техн. наук,
ООО «Научно-Технический Центр Прикладных Нанотехнологий» (Санкт-Петербург)

Нанобетон: концепция и проблемы

Синергизм наноструктурирования цементных вяжущих и армирующей фибры

Проявившийся в последнее время повышенный интерес к программам работ в области нанотехнологии вызвал в строительном материаловедении появление термина «нанобетон». На основании опыта в разработке практических процессов и материалов, связанных с использованием различных углеродных наноматериалов [1], предлагается следующее определение: **нанобетон** — это материал на основе минеральных вяжущих, полученный с использованием наномодификаторов и имеющий общий признак — обладание преимуществами благодаря своей особой структуре, задаваемой на наноуровне. Нанобетонами могут являться и быть названы бетоны совершенно различных классов и марок. Разработка рецептур и технологий получения нанобетонов, использующих новые приемы, находится в настоящее время в начальной стадии. Нанобетон не имеет какого-то определенного состава, реализующего узкую строительную задачу.

Одной из важных стадий в технологии нанобетонов является направленно формирование цементного камня в бетонах, запускаемое специально вводимыми в состав наночастицами.

Метод усиления бетонов введением углеродной фибры, модифицированной углеродными нановолокнами, защищенный патентом США [2], может служить примером работ, проводимых в направлении создания нанобетонов за рубежом.

Однако в технологии нанобетона просматривается ряд серьезных задач, решение которых потребует значительных усилий в будущем. Во-первых, крайне важным является обеспечение равномерного распределения наночастиц в объеме бетонов. Во-вторых, сам выбор наиболее эффективных нанодобавок должен быть основан на результатах объемных экспериментальных исследований или на убедительном моделировании закономерностей, информация о которых только начинает накапливаться.

В-третьих, должна быть выработана экономическая методология, позволяющая использовать нанобетоны, несмотря на стоимостные ограничения.

Синергизм наноструктурирования цементных вяжущих и армирующей фибры. Направленный подбор цементных вяжущих в сочетании с введением специальных добавок в состав бетона является основным методом повышения его эксплуатационных параметров. Наиболее эффективными добавками, повышающими прочность бетонов при изгибе, являются анизотропные неорганические либо полимерные структуры различной дисперсности, получившие название строительной фибры [3]. Наиболее высокопрочной является стальная фибра, от нее по физико-механическим показателям значительно отстоит группа полимерных фибр, однако коррозионная устойчивость и относительная дешевизна определяют их привлекательность для промышленного применения. Фибра из щелочестойких стеклянных волокон и базальтовая фибра составляют третью группу, осваиваемую индустрией строительных материалов в последние годы. По механическим свойствам приближаются к металлической фибре сверхвысокомодульные полиарамидные волокна (СВМ-волокна), однако их высокая стоимость заставляет искать пути снижения вводимого количества этих добавок. Штапельированные высококомодульные углеродные волокна могли бы служить идеальным вариантом строительной фибры, если бы не высокая цена. Тем не менее внимание к углеродным материалам не потеряно.

Фуллерены и углеродные нанотрубки [4] представляют огромный интерес в свете различных аспектов свойств, в том числе по механической прочности протяженных структур. Однако использовать их как компоненты строительных композиций явно преждевременно, в первую очередь ввиду отсутствия рентабельного тоннажного производства. Тем не менее выполнен подробный анализ физических свойств протяженных углеродных наноструктур в целях прогнозирования их влияния на свойства бетонов и осуществлены экспериментальные исследования легких бетонов класса В25–В32,5, модифицированных углеродными наноматериалами.

Фуллерены и фуллереноподобные материалы — фуллероиды представляют собой гигантские каркасные однослойные либо многослойные молекулы, составленные из сочетания углеродных гексагонов и пентагонов. При этом размеры фуллероидов (диаметр фуллерена C-60 — 0,67 нм, характерные диаметры нанотрубок 1–3 нм для однослойных и 10–40 нм для многослойных, размеры астраленов 30–150 нм [5]) позволяют отнести их к ряду классических наноматериалов.

Анизотропия и высокая механическая и термодинамическая устойчивость формы большинства фуллероидов определяют стабильность их свойств. Весьма значительные по сравнению с обычными органическими молекулами размеры предопределяют их способность превращаться во внешних полях в аномально большие диполи. Наведенный дипольный момент, например нанотрубок, может достигать нескольких тысяч Дебай. Логично рассматривать фуллероиды как потенциальный инструмент для модификации межфазных границ в самых различных конденсированных средах, причем при малых количествах наномодификаторов, что подтверждается на практике [6].

Для цементных бетонов интересна возможность управления структурой цементного камня. При затворении цементно-песчаной смеси коллоидной системой вода — углеродные нанотрубки и (или) астралены [7] фуллероидные наночастицы располагаются на поверхности наполнителя в поляризованном состоянии и направленно воздействуют на гидратацию минеральных вяжущих. При этом формируются фибриллярные микроструктуры уже многомикронного порядка (рис. 1). Были выполнены тщательные измерения величины изменения физико-механических характеристик полученного таким образом материала. Путем оптимизации концентрации фуллероидов в воде затворения для образцов низкомарочных (В25) строительных бетонов с заполнителем фракции 5–10 мм удалось добиться увеличения прочности при сжатии, по ГОСТ 10180, на 12–16%. Это упрочнение невелико, но статистически достоверно (доверительная вероятность

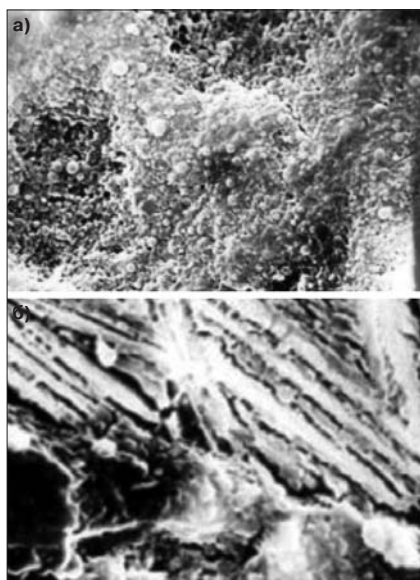


Рис. 1. Микрофотография структуры цементного камня: а – обычная структура цементного камня, представляющая собой изотропно расположенные чешуйки; б – фибриллярная структура цементного камня в модифицированной композиции

0,98) и связано со структурными изменениями цементного камня. Доказательством этого положения может служить тот факт, что для бетонов на более крупном заполнителе (щебень фракции 20–40 мм) достигаемое упрочнение не превышает 5% (при доверительной вероятности 0,98). При этом для низкомарочных мелкозернистых бетонов, в которых прочность определяется в основном свойствами цементного камня, упрочнение может быть двукратным, а для высокомарочных составит 20–30% от исходной прочности [8].

Одновременно проявляется совершенно новое качество наноструктурированного нанобетона: в 2–3 раза возрастает работа разрушения по сравнению с бетоном без введенных нанотрубок [8].

Значения концентраций фуллероидов, необходимых для достижения описываемого эффекта, лежат в диапазоне 10^{-3} – 10^{-4} мас. % (относительно массы бетона) – от 1 до 10 г в расчете на 1 т бетонной смеси.

Была произведена модификация поверхности фибры, полученной штапелированием полиарамидных СВМ-волокон. С достаточной статистической достоверностью (при доверительной вероятности 0,98) было установлено, что после обработки полиарамидных нитей в суспензии астраленов усилие разрыва увеличивается на 20–22%. Этот результат хорошо укладывается в рамки высказанной выше модели модификации поверхности на границе раздела фаз, но также не претендует на достижение рекордных значений модуля прочности строительной фибры.

Вид пластифицирующих добавок в смесь состава цемент : песок = 1 : 2	Водоцементное отношение	
	0,333	0,373
	Распływ конуса, мм	
Контрольный (без добавок)	101,5	112
0,25% V2500	110	112
0,75% V2500	122	189
0,75% V2500 + 0,005% Astr.	125	216
0,74% V2500 + 0,001% Astr.	131	230
0,25% V2500 + 0,001% Astr.	124,5	220

В состав бетонов нередко вводят незначительные количества 0,3–1,5 мас. % относительно цемента синтетических латексов, которые играют роль добавок, снижающих водопоглощение и повышающих показатели морозостойкости. Изучено влияние модификации фуллероидами на адгезионные и прочностные показатели пленок бутадиен-стирольных латексов. При концентрации введенных астраленов в $5 \cdot 10^{-4}$ мас. % увеличение прочности таких пленок составило 200–300%, а рост относительного удлинения был двукратным.

Для модифицированных бетонов почти обязательным является присутствие пластифицирующих компонентов. Для наиболее эффективных и дорогостоящих суперпластификаторов уменьшение их количества без потери качества бетона может оказаться экономически существенной целью. Исследовалось влияние фуллероидных наномодификаторов на эффективность суперпластификатора V2500 (Degussa Chemical GmbH). Некоторые результаты приведены в таблице. Обнаружен эффект повышения пластифицирующей способности V2500.

Тем не менее факты положительных эффектов от наноструктурирования отдельных компонентов еще не означают возможность получения аддитивного результата при совмещении этих операций для бетона. Попытка соединить обнаруженные возможности была опробована на примере создания легкого, плотностью не более $1,25 \text{ т/м}^3$ мелкозернистого бетона класса В25. Легкими наполнителями служили алюмосиликатные микросферы, цементное вяжущее марки ПЦ500Д0, в качестве микрофибры использовалась модифицированная базальтовая микрофибра МБМ ТУ 5161-014-13800624–2004 (длина волокон 150–600 мкм, диаметр 8–10 мкм) либо 5–10 мм насечка СВМ-волокон. При концентрации наномодифицированной базальтовой микрофибры 6% от массы цемента получены показате-

тели прочности при сжатии до 32 МПа; водопоглощения – 2% (ГОСТ 12730.3–78); марка по морозостойкости (ГОСТ 10060.0–95) – F300. Для легкого бетона с СВМ-волокнами были получены значения прочности при сжатии до 54 МПа, но из-за чрезвычайно высокой цены СВМ-волокон очевидной является необходимость искать пути уменьшения ее содержания в смеси. Экспериментально были получены номограммы концентрационных зависимостей прочности легкого бетона от количества фибры при меняющемся уровне введенных фуллероидных наномодификаторов ТУ 2166-001-13800624–2003 (рис. 2). Из представленных номограмм можно сделать предположение о синергическом усилении рассмотренных факторов на результирующую прочность разрабатываемого легкого бетона. При этом на основании проделанных опытов с определенностью можно утверждать, что экспериментальные работы по наноструктурированию строительных композиций фуллероидными наномодификаторами открывают перспективы создания материалов новых классов, особенно учитывая чрезвычайно высокие значения работы разрушения для наноструктурированных фибробетонов.

Возможной опережающей областью промышленности, в которой можно ожидать масштабное применение представленных методов наноструктурирования бетонов, в самое ближайшее время окажется производство наноструктурированных пено- и газобетонов. Основанием для такого прогноза служат результаты экспериментальных работ, выполненных коллективом исследователей с участием автора, по получению стандартных блоков из ячеистого нанобетона плотностью 300–800 кг/м³. Модификация и дисперсное армирование таких композиций приводят к заметному увеличению выхода качественных блоков в условиях производства вследствие повышения трещино-

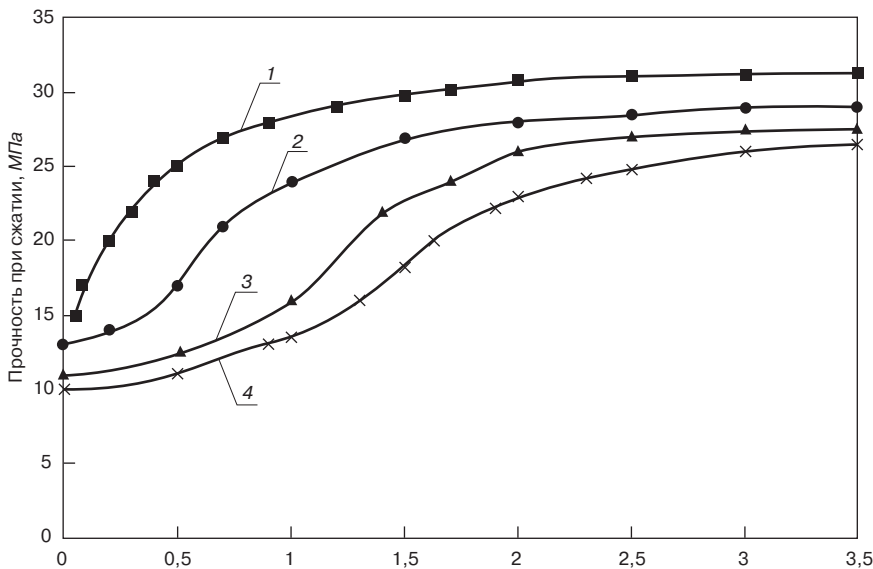


Рис. 2. Влияние концентрации фуллероидных модификаторов на прочность композиционного бетона при линейном возрастании количества СВМ-волокон

стойкости и прочности при сжатии, сокращению производственного цикла, а также к снижению плотности пенобетона на 8–10% при одновременном повышении физико-механических показателей.

Настоящая работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 06-08-00246а.

Список литературы

1. Пономарев А.Н. Технико-экономические аспекты и результаты практической модификации конструкционных материалов микродобавками нанодисперсных фуллероидных модификаторов // Вопросы материаловедения. 2003. № 3(35). С. 49–57.
2. Ogden J. Herbert. US Patent WO2006091185. 2006-08-31.
3. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. М.: Стройиздат. 1990. 360 с.
4. Елецкий А.Н. Углеродные нанотрубки // Успехи физических наук. 2000. Т. 170. № 2. С. 113.
5. Пономарев А.Н., Никитин В.А. Полиэдральные многослойные углеродные наноструктуры фуллероидного типа и способ их получения. Патент РФ на изобретение № 2196731. 2002 // Опубл. 4. 10.02.2004. БИ.
6. Епифановский И.С., Пономарев А.Н. Модификация свойств полимерных материалов малыми концентрациями фуллероидов // Перспективные материалы. 2006. № 2. С. 15–18.
7. Пономарев А.Н., Ваучский М.Н., Никитин В.А. и др. Композиция для получения строительных материалов. Патент РФ на изобретение № 2233254. 2004 // Опубл. 27.07.2004.
8. Ваучский М.Н. Направленное формирование упорядоченной надмолекулярной кристаллогидратной структуры гидратированных минеральных вяжущих // Вестник гражданских инженеров. 2005. № 2(3). С. 44–47.

**23 - 26
ОКТАБРЯ**

**ОМСК
2007**

Международный выставочный центр "ИнтерСиб" приглашает принять участие в выставках:

РЕМСТРОЙЭКСПО

8-Я СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ДРЕВЭКСПО. МЕБЕЛЬ
Лесопродукция, стройматериалы из дерева
мебель, комплектующие, фурнитура, машины,
оборудование, инструмент

СВЕТ. СТЕКЛО
Средства и системы для освещения помещений,
бытовые и промышленные осветительных
приборы и аксессуары

СИБКЛИНИНГ Профессиональная
уборочная техника и химия

Организатор: МВЦ "ИнтерСиб", 644033, Россия, г. Омск, ул. Красный путь, 155, корп. 1,
тел./факс: (3812) 25-84-87, 25-72-02, e-mail: fair@intersib.ru, http://www.intersib.ru

А.С. БОЧАРНИКОВ, д-р техн. наук, А.Д. КОРНЕЕВ, д-р техн. наук,
М.А. ГОНЧАРОВА, канд. техн. наук, В.В. ГАЛКИН, В.Г. СОЛОВЬЕВ, инженеры,
Липецкий государственный технический университет

Расчет параметров дискретного армирования сталефибробетона

В настоящее время сталефибробетон и изделия из него изготавливаются по двум технологиям – совместного перемешивания мелкозернистой бетонной смеси с фиброй и раздельной укладки указанных компонентов.

Традиционная технология сталефибробетона способом совместного перемешивания компонентов исследована достаточно полно. По указанной технологии изготавливается большое количество разнообразных конструкций. Наряду с традиционной технологией изготовления сталефибробетона способом совместного перемешивания компонентов в строительстве активно внедряется способ изготовления сталефибробетонных конструкций методом

раздельной укладки компонентов, при котором появляется возможность использования более длинной фибры.

Применение длинной фибры с геометрическим фактором (отношением длины волокна к диаметру), находящимся в пределах 100–400, позволяет ориентировать дискретную арматуру в плоскости, перпендикулярной действию нагрузок, в результате чего повышаются прочностные характеристики материала и появляется возможность уменьшения толщины изготавливаемых изделий. Например, толщина полки ребристой панели несъемной опалубки размером 2,7×1,2 м может быть снижена с 25 мм (традиционная технология) до 10 мм (технология изготовления изделий способом раздельной укладки компонентов) [1].

Если для изготовления эффективных изделий по традиционной технологии разработаны методики расчета параметров дисперсного армирования и проектирования оптимальных составов, то для технологии сталефибробетона способом раздельной укладки такие методики отсутствуют [2].

Расчет состава и прочностных характеристик сталефибробетона, изготавливаемого по технологии с раздельной укладкой компонентов и с оптимальными параметрами армирования бетонной матрицы, основан на результатах многолетних теоретических и экспериментальных исследований, выполненных авторами статьи [3, 4].

Необходимые исходные данные для разных классов мелкозернистого бетона по СНиП 2.03.01–84* «Бетонные и железобетонные конструкции» приведены в табл. 1.

Величина $\Delta l/l$, указанная в табл. 2, для фибры с разным геометрическим фактором, характеризует требуемую степень анкеровки стального волокна в бетонной матрице из условия обеспечения равной прочности фибры при разрыве и сцепления с бетонной матрицей. При этом длина фибры принимается с учетом величины Δl и двух участков критической длины фибры по каждую сторону от плоскости разрушения образца при его испытании (рис. 1).

Минимальная требуемая степень дискретного армирования (%) для соответствующего класса мелкозернистого бетона определяется как:

$$\mu_{V, \min} = \frac{E_b}{5E_{st}} \cdot 100 = 20 \frac{E_b}{E_{st}},$$

где E_b – модуль упругости бетона, МПа; E_{st} – модуль упругости стали, равен 180000–200000 МПа.

Геометрический фактор фибры исходя из технологических условий образования фиброкаркаса с соответствующей степенью дискретного армирования:

$$\frac{l}{d} = \frac{450}{\mu_{V, \min}}$$

Таблица 1

Класс мелкозернистого бетона	Начальный модуль упругости бетона, E_b , МПа	Расчетное сопротивление бетона, МПа	
		при сжатии, R_b	при растяжении, R_{tb}
B15	16500	8,5	0,75
B20	18000	11,5	0,9
B25	19500	14,5	1,05
B30	21000	17	1,2
B35	22000	19,5	1,3
B40	23000	22	1,4
B45	23500	25	1,45
B50	24000	27,5	1,55
B55	24500	30	1,6
B60	25000	33	1,65

Таблица 2

Геометрический фактор (отношение длины стального волокна к диаметру), l/d	Относительная критическая длина анкеровки волокна, $\Delta l/l$	Доля разрываемых волокон (α), из общего числа волокон, пересекающих плоскость разрушения
90–120	0,25	0,44
120–180	0,333	0,56
180–240	0,4	0,64
Более 240	0,5	0,75

Таблица 3

Стальные волокна (фибра)	Нормативные документы, разработчик	Временное сопротивление стали разрыву, R_{st} , МПа	Усредненные значения сцепления волокон с бетонной матрицей, τ , МПа
Из латунированной проволоки	ТУ 1221-003-400-96-263-03 ОАО «Фибробетон», Москва	2450	3,1
Фрезерованная из сляба, аналог «Hexex»	ТУ 09-91-125-46-85-40-90-01, НИИЖБ	980-1220	7,25
Рубленая из стальной проволоки, аналог «Dramix»	EN 116,C12D2-C18D2, Ин-т. стр. техн., Берлин	950-1350	3,05
Фрезерованная из листа	ТУ 1276-001-700837023-05 ЧГТУ, Челябинск	500-700	7,25

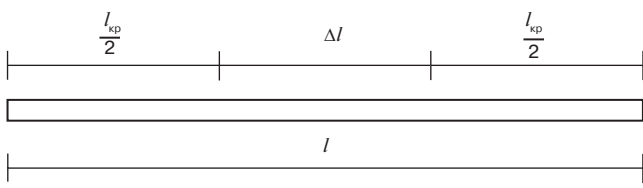


Рис. 1. Длина фибры с учетом минимальной критической анкеровки в бетоне

Минимальное временное сопротивление стальных волокон разрыву равно:

$$R_{st, min} = \frac{2 \frac{l}{d} (1 - \alpha_r) \tau}{\alpha_r},$$

где $R_{st, min}$ – предел прочности стали волокна на разрыв; α_r – вероятная доля разрываемых стальных волокон, пересекающих плоскость разрушения в результате их пространственной ориентации в бетонной матрице (табл.2); τ – величина сцепления стальных волокон с бетонной матрицей, определяется экспериментальным путем [1] или принимается по значениям, приведенным в табл. 3.

Требуемое значение геометрического фактора волокон с учетом выбранной по табл. 3 фибры с $R_{st} \geq R_{st, min}$ рассчитывается по формуле

$$\left(\frac{l}{d}\right)_{тр} = \frac{\alpha_r R_{st}}{2(1 - \alpha_r) \tau}.$$

Межфибровое расстояние B (размеры ячеек фиброкаркаса) определяется как

$$B = d \sqrt{1 + \frac{4E_{st}}{E_b}}.$$

Величина межфибрового расстояния должна быть в пределах 3–5 мм.

Затем выполняется расчет прочности сталефибробетона на сжатие:

$$R_{sfb} = 0,7 \cdot \left(1,43 R_b + k_a \tau \mu_V \frac{l}{d} \right)$$

и расчет прочности сталефибробетона на растяжение:

$$R_t^{sfb} = (1 - \mu_V) R_{fb} + \alpha_r k_a R_{st} \mu_V + 3(1 - \alpha_r) k_a \mu_V \tau \frac{l}{d},$$

где k_a – коэффициент эффективности работы фибры, который равен отношению вероятного количества волокон, пересекающих плоскость разрушения, к общему числу волокон, расположенных в плоскости сечения, $k_a = n_p / n$ (рис. 2).

Показатели прочности сталефибробетона должны быть проверены испытанием контрольных образцов

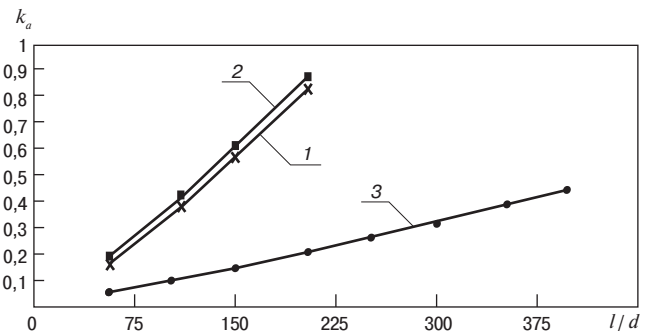


Рис. 2. Графические зависимости для определения коэффициента эффективности работы фибры k_a из стальных волокон различных диаметров: 1 – 0,7 мм; 2 – 0,5 мм; 3 – 0,3 мм

в виде кубов размером 150×150×150 мм и призм размером 150×150×600 мм.

Расчет состава мелкозернистой бетонной смеси для сталефибробетона производится по известной методике на основе метода абсолютных объемов.

Например, параметры армирования гофрированной фиброй ($E_{st} = 200000$ МПа; $R_{st} = 600$ МПа; $\tau = 2,35$ МПа) мелкозернистого бетона класса В30 ($E_b = 21000$ МПа; $R_b = 17$ МПа; $R_{fb} = 1,2$ МПа), рассчитанные по предложенной методике, будут: $\mu_{V, min} = 2,3\%$; $l/d = 196$; $(l/d)_{mp} = 226$; $B = 3$ мм; $R_{st, min} = 526$ МПа; $R_{st, np} = 600$ МПа; $R_{sfb} = 21,83$ МПа; $R_t^{sfb} = 5,6$ МПа.

Предлагаемая методика расчета параметров дискретного армирования позволяет проектировать составы сталефибробетона по технологии раздельной укладки компонентов с заданной прочностью, в результате чего появляется возможность изготовления высокопрочных сталефибробетонных конструкций, использующихся в специальном строительстве подземных и защитных сооружений.

Список литературы

1. Бочарников А.С. Дисперсно-армированные композиционные материалы на основе цементных вяжущих для конструкций защитных сооружений: Монография. Липецк: Изд. ЛГТУ. 2004. 261 с.
2. Рекомендации по проектированию и изготовлению сталефибробетонных конструкций. М.: НИИЖБ. 1987.
3. Бочарников А.С., Корнеев А.Д. Прочность сталефибробетона при растяжении с учетом вероятного распределения фибровой арматуры // Изв. вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. 2005. Прил. № 3. С. 82–89.
4. Бочарников А.С. Рациональный геометрический фактор стальных волокон в сталефибробетоне: Сб. научных трудов ЛГТУ. Липецк, 2001. Ч. 2. С. 132–137.

В.П. КУЗЬМИНА, канд техн. наук, генеральный директор
ООО «Колорит-Механохимия» (Москва)

Механоактивация материалов для строительства. Цемент

Задача получения высокомарочного механоактивированного цемента решается применением линии с виброцентробежной мельницей производительностью 1 т/ч по цементу.

Прежде всего необходимо правильно установить виброцентробежную мельницу, чтобы она своими вибрациями не разрушила здание цеха или саму себя. Отдельно стоящий стол-фундамент изготавливается из тяжелого бетона марки 300 объемом 7 м³ и устраивается так, чтобы он не соприкасался с полом или частями здания. Щель между столом и полом цеха лучше заполнить вибродемпфирующим материалом для гашения вибрации.

После набора марочной прочности работа продолжается на столе-фундаменте. Его целесообразно покрыть целым листом вакуумной резины и на нее поместить деревянную опалубку, на которую заливать бетонный фундамент под мельницу. Вакуумная резина должна быть термо-, морозо-, щелочестойкой, толщиной не менее 6 мм.

Для крепления металлической рамы мельницы перед заливкой бетона в будущий фундаментный блок следует закрепить анкерные болты по схеме завода — производителя мельницы. Анкерные болты должны иметь длину, достаточную для крепления не только рамы, но и виброгасителя низкочастотных вибраций. Такой виброгаситель выглядит снаружи как плоский резиновый диск с отверстием посередине. Внутри он состоит из двух металлических пластин с зубьями, вставленными навстречу друг другу и залитыми специальной резиновой массой. Такой виброгаситель надевается на каждый анкерный болт между бетонным фундаментным блоком и металлической рамой мельницы.

Масса бетонного фундамента мельницы должна быть в два с половиной раза больше массы мельницы с металлической рамой. Залить фундамент мельницы следует так, чтобы после ее монтажа разгрузочные устройства рабочих барабанов мельницы свободно соединились с входным устройством бункера — накопителем готовой продукции.

Все соединения лучше выполнить из тканевых рукавов (типа пожарных), фиксируя их хомутами или просто вязальной проволокой.

Все соединения агрегатов технологической линии должны быть герметичными во избежание пыления дорогостоящего тонкодисперсного продукта и загрязнения рабочей зоны линии.

После установки мельницы следует отрегулировать по массе и объему скорость прохождения потока рабочей смеси материала из винтового питателя-дозатора в рабочие барабаны мельницы.

Объем барабана мельницы известен из документации, например 10 л. Оптимальное соотношение мелющих тел и механоактивируемого материала в барабане $0,5 V_6 : 0,4 V_6$.

В соответствии с техническим заданием на помол и активацию конкретного материала половина внутреннего объема барабана загружается мелющими телами, например металлическими шарами диаметром 6 мм из подшипниковой стали. Необходимо также определить массу шаров.

После этого собирается барабан, устанавливается в ложемент и закрепляется болтами с гайками и контргайками.

Далее взвешивают 4 л рабочей смеси материала. В неподвижном состоянии в рабочем барабане должно находиться 5 л металлических шаров (масса которых уже определена) и 4 л материала (масса также определена). Материал загружается в расходный бункер и подается через распределительное устройство.

Время опорожнения барабана 30 с (необходимо определить опытным путем). С помощью вариатора скорости винтового питателя-дозатора устанавливается режим подачи материала с такой скоростью, чтобы за 30 с через каждый барабан проходило 4 л материала заданной массы. При этом надо зафиксировать уровень материала в расходном бункере над питателем-дозатором и поддерживать такой уровень постоянно.

После этого хомутами закрепляются гибкие рукава между каждой «штаниной» распределительного устройства и входными патрубками барабанов. Можно начинать механоактивацию. Сначала запускают мельницу, затем питатель.

Процесс механоактивации и взаимодействия компонентов рабочей смеси происходят в доли секунды, сразу же после попадания рабочей смеси в вихревой поток. Особенно наглядно это видно при получении пигментов. Цвет рабочей смеси во входном патрубке барабана один, а за перегородкой уже другой. Меняется строение кристалла — изменяется его цвет.

Портландцементный клинкер является поликристаллическим продуктом, поэтому его физико-механические свойства, а также свойства получаемого на его основе портландцемента определяются его составом. Механическая энергия стимулирует первичные и вторичные химические процессы, следствием их является изменение свойств портландцемента.

Минералогический состав портландцемента включает в себя фазы белита, алита и промежуточную фазу. Гидравлические свойства портландцементных фаз различны. Исследованиями [1] было установлено, что образцы из алита имеют более высокую прочность, чем из чистого C₃S за счет более деформированной решетки.

Характерные микродефекты ионных кристаллов определяют качество клинкера [2]. В кристаллических решетках различных фаз портландцементного клинкера присутствуют инородные ионы. Так, в белите Ca²⁺ часто замещен на Mg²⁺, K⁺, Na⁺, Cr³⁺, Mn²⁺, Ba²⁺ — катионные замещения; SiO₄⁴⁻ замещен на PO₄³⁻, SO₄²⁻ — анионные замещения.

Электронно-микроскопические исследования позволили выявить сильно дефектную структуру кристаллов твердых растворов трехкальциевого силиката C₃S и алита. Монокристаллы C₃S при длительном травлении их водой (коррозии) характеризовались отчетливо выраженной блочной структурой с ручьевыми узорами на поверхности излома по межфазным границам. Расстояние 0,2–0,3 мкм между дислокационными линиями на поверхности излома соответствовало плотности дислокаций порядка 10¹²–10¹⁴ м⁻². По межфазным границам в первую очередь происходит разрушение и открытие новой поверхности при механоактивации, что затем повышает активность портландцемента.

Промежуточная фаза портландцемента представлена ионными кристаллами C_3A , $C_6A_xF_y$ и стекловидной фазой. Состав алюмоферритовых твердых растворов не постоянен и приближается к C_4AF . Алюмоферритная фаза образует на сколах рельеф двух видов – плоский и ступенчатый.

При механохимической активации [3] промежуточное активное состояние материала наступает при мгновенном перераспределении механической энергии удара в макромолекуле. В соответствии с химической природой вещества в цементных фазах преобразование механической энергии (до 300 кДж/моль или 3 эВ) происходит с разрушением ионного кристалла и захватом электронов в узле решетки, соответствующим вакансии отрицательного иона (F-центр) или положительного иона (V-центр).

При увеличении разрушающей нагрузки от $3 \cdot 10^2$ до $3 \cdot 10^6$ кДж/моль или от 1 до 10^4 эВ, происходит электронная эмиссия с нарушением контакта между фазами с различной электронной плотностью при высоких значениях силы кавитации и трения.

Практика показала, что при создании ускорения в мельнице, равном 10g, происходят все заданные процессы активации. Дальнейшее увеличение ускорения нецелесообразно. Активные молекулы цементных минералов возникают при разрушении молекулярных упаковок на участках дефектов и разрыхлений метастабильной фазы при декомпенсации межмолекулярных сил. Процесс сопровождается изменением кинетики твердения портландцемента. В этом случае в возрасте 1 сут твердения достигается 50% от марочной прочности при сжатии (49 МПа); в возрасте 3 сут – 70% (58,8 МПа); в возрасте 7 сут – 90% (79,4 МПа); в возрасте 28 сут – 88,2 МПа.

Механохимическая активация способствует значительному увеличению удельной поверхности и, как следствие, водопотребности цемента; в присутствии пластифицирующей добавки ее можно снизить до 17%.

Портландцемент особобыстротвердеющий литьевой М700 получают механоактивацией портландцемента ДО М400 с суперпластификатором С-3. Такой цемент обладает литьевым свойством при затворении с водой при стандартном В/Ц=0,4; расплыв стандартного конуса превышает 220 мм. При малейшей вибрации бетон из механоактивированного цемента приобретает повышенную текучесть, хорошо транспортируется бетононасосом, легко заполняет формы и не требует пропаривания для ускоренного твердения.

Итак, схема воздействия механической энергии на зерна портландцемента имеет трехступенчатый характер. Первичный процесс – образование F, F' и V-центров в ионных кристаллах. Вторичный процесс – деструкция. Последствия – изменение свойств, таких как поверхностная активность, прочность, реологические и электрохимические характеристики, растворимость, набухание.

Список литературы

1. Ю.М. Бутт, В.В. Тимашев, В.Е. Каушанский. Кристаллическая структура и гидратационные свойства трехкальциевого силиката и алита // Известия вузов СССР. Химия и химическая технология. 1965. № 3. С. 453–458.
2. Ю.М. Бутт, В.В. Тимашев. Модифицирование кристаллической структуры клинкера // Журнал ВХО им. Д.И. Менделеева. 1975. т. 20. № 2. С. 136–148.
3. Защита от коррозии старения и биоповреждений машин, оборудования и сооружений / Под ред. А.А. Герасименко // М.: Машиностроение. 1987. 783 с.
4. Е.Г. Авакумов. Механические методы активации химических процессов. Новосибирск. НАУКА. 1986.
5. В.П. Кузьмина. Механоактивация цементов // Строит. материалы. 2006. № 5/ Technology. №7. С. 7–9.

ЭТИКЕТКА УПАКОВКА

weber.prim base
Акриловая грунтовка
• для внутренних работ
• бесцветная, промывочная
• обладает антибактериальными свойствами

ШПАТЛЕВКА ЛАТЕКСНАЯ
АКВА

ГРУНТОВКА
глубокопроникающая
АКВА

КЛЕЙ ПВА универсальный

БЕТОНОГРУНТ

ШПАТЛЕВКА ЛАТЕКСНАЯ

ГИДРОСТОП
ПОЛИАКРИЛОВАЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ

ПЕЧАТЬ ДИЗАЙН

За 5 лет работы:

- Более 50.000 заказов
- Более 20.000.000 м² качественной полиграфической продукции
- Более 1.000.000.000 шт. самоклеящейся флексоэтикетки
- Количество оригинальной упаковки – просто не смогли подсчитать

На сегодняшний день:

- Более 500 постоянных клиентов – крупнейшие российские производители
- Более 1.000.000 шт. самоклеящейся этикетки в день
- Более 20.000.000 шт. качественной упаковки в месяц

Потому что С НАМИ НАДЕЖНО

ПЕЧАТНЫЙ ЭКСПРЕСС

ФЛЕКСОГРАФИЯ
(495) 739 9933
WWW.PRINT-EXPRESS.RU

РЕКЛАМА

Требования к материалам, направляемым в группу журналов «Строительные материалы»® для опубликования

В группе журналов «Строительные материалы»® публикуются оригинальные статьи, нигде ранее не опубликованные и не предназначенные для одновременной публикации в других изданиях.

Научные статьи рецензируются специалистами.

Библиографические списки цитируемой, использованной литературы должны быть оформлены в соответствии с ГОСТ 7.1–2003. Цитируемая литература приводится общим списком в конце статьи в порядке упоминания. Порядковый номер в тексте заключается в квадратные скобки.

В начале статьи указывается УДК.

Статьи, направляемые в редакцию группы журналов «Строительные материалы»® для опубликования, должны оформляться в соответствии с *техническими требованиями*:

- текст статьи должен быть набран в редакторе Microsoft Word (рекомендуемый объем 10 страниц машинописного текста или 10 тыс. знаков, включая таблицы и рисунки; размер шрифта 14, печать через 1,5 интервала, поля 3–4 см) и сохранен в формате *.doc или *.rtf;
- единицы физических величин должны быть приведены в Международной системе единиц (СИ);
- для названий химических соединений необходимо придерживаться терминологии, рекомендуемой ИЮПАК;
- графические материалы (графики, схемы, чертежи, диаграммы, логотипы и т. п.) должны быть представлены *отдельными файлами* в форматах *.cdr, *.ai, *.eps, выполненные в графических редакторах: CorelDraw и Adobe Illustrator. При изготовлении чертежей в системах автоматического проектирования

(AutoCAD, Visuo и др.) необходимо экспортировать чертежи в формат *.eps. Сканирование графического материала и импорт его в перечисленные выше редакторы недопустимо. *Диаграммы, выполненные в Microsoft Excel, не принимаются.*

- иллюстративный материал (фотографии, коллажи и т. п.) должен быть передан в виде оригиналов фотографий, негативов или слайдов, либо в электронном виде – *отдельными файлами* в формате *.tif, *.psd, *.jpg (качество «8 – максимальное») или *.eps (Adobe PhotoShop) с разрешением не менее 300 dpi, размером не менее 115 мм по ширине, цветовая модель CMYK или Grayscale.

Весь материал, передаваемый в редакцию в электронном виде, должен сопровождаться:

- рекомендательным письмом руководителя предприятия (института) с указанием, является ли работа диссертационной;
- распечаткой, лично подписанной авторами;
- рефератом на русском и английском языках;
- подтверждением, что статья предназначена для публикации в группе журналов «Строительные материалы»®, ранее нигде не публиковалась, и в настоящее время не передана в другие издания;
- сведениями об авторах с указанием полностью фамилии, имени, отчества, ученой степени и ученого звания (звания в негосударственных академиях наук не указывать), должности, контактных телефонов, почтового и электронного адресов.

Подробнее можно ознакомиться с требованиями на сайте группы журналов www.rifsm.ru/avtoram.php.

Как оформить подписку на журнал «Строительные материалы»®

На почте:

**Индексы 70886, 87723 – по объединенному каталогу «Пресса России»
79809, 36108, 20461, 36109 – по каталогу агентства «Роспечать»
61970 – по каталогу «Издания органов научно-технической информации»**

В редакции:

Заявки на подписку принимаются по факсу (495) 124-32-96, 124-09-00 или по электронной почте mail@rifsm.ru

Через Интернет:

На сайте журнала «Строительные материалы»® www.rifsm.ru разделе «Подписка» (www.rifsm.ru/podpiska.php)

Альтернативная подписка:

«Агентство Артос-Гал»	(495) 160 58 47 504 13 45	«Урал-Пресс»	(495) 257 86 36 (343) 375 80 71
«Вся пресса»	(495) 787 34 47	«Агентство «Коммерсант-Курьер»	(495) 614 25 05 (843) 291 09 82
«Информ Наука»	(495) 787 38 73	РУП «Белпочта», Минск, Беларусь	(375-17) 227 20 31
«Интер-почта»	(495) 500 00 60		
«Красносельское агентство «Союзпечать»	(495) 707 12 88 707 16 58		
«Экс-Пресс»	(495) 234 23 80		