

## СОДЕРЖАНИЕ

**Учредитель журнала:**  
ООО Рекламно-издательская  
фирма «Стройматериалы»

**Главный редактор  
издательства**  
РУБЛЕВСКАЯ М.Г.

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.

ВЕРЕЩАГИН В.И.

ГОРНОСТАЕВ А.В.

ГУДКОВ Ю.В.

ЗАВАДСКИЙ В.Ф.

КОЗИНА В.Л.

СИВОКОЗОВ В.С.

УДАЧКИН И.Б.

ФЕРРОНСКАЯ А.В.

ФИЛИППОВ Е.В.

ШЛЕГЕЛЬ И.Ф.

### Авторы

опубликованных материалов  
несут ответственность  
за достоверность приведенных  
сведений, точность данных  
по цитируемой литературе  
и отсутствие 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

Тел./факс: (095) 124-3296

124-0900

E-mail: rifsm@ntl.ru

http://www.ntl.ru/rifsm

## МАТЕРИАЛЫ И КОНСТРУКЦИИ

Ю.Г. ГРАНИК. Ячеистый бетон в жилищно-гражданском строительстве ..... 2

В.В. ДУБРОВСКИЙ, Е.А. УРЕЦКАЯ, А.С. БАГДАСАРОВ.

Утепление фасадов зданий – подходы и решения ..... 8

С.Д. МАЛОЕДОВ, Л.Н. ВОСТРИКОВА.

Вентилируемая фасадная система «Волна» ..... 11

Ю.Ю. РЕЗНИЧЕНКО. Наружная теплоизоляция фасадов с применением

пенополистирола и тонкослойных штукатурок «Синтеко» и «Драйвит» ..... 13

В.Ф. КОРОВЯКОВ.

Эффективный теплоизоляционный материал «Эволит-термо» ..... 14

Ю.И. ЩЕТИНИН. «Родипор» – новинка на российском рынке

теплоизоляционных материалов ..... 16

В.Н. ТИМОШИН. Новые имена на рынке строительных материалов ..... 18

С.Н. КУЛИШ, В.К. ГРИШИН, В.П. ЛЯЛИН. Опыт производства

эффективных минераловатных утеплителей ОАО «АКСИ» ..... 20

Л.А. БРАТЧЕНЯ, В.В. ТЮТЮННИК. Нетканые льносодержащие

изоляционные материалы для строительства ..... 23

Б.Л. КРАСНЫЙ. Разработка и опыт применения керамических

огнеупорных материалов, стойких к агрессивным расплавам стекол ..... 24

ISOVER готов предложить рынку больше ..... 26

## ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

Г.М. ПОГРЕБИНСКИЙ, Г.И. ИСКОРЕНКО, В.П. КАНЕВ.

Гранулированное пеностекло как перспективный  
теплоизоляционный материал ..... 28

И.Ф. ШЛЕГЕЛЬ, П.Г. ГРИШИН, В.Е. МИРОШНИКОВ,

М.Ю. СТЕПАНОВ, Г.В. ТИТОВ, И.В. ВОЙЦЕЩУК.  
Линия обжига кирпича ШЛ-320 ..... 30

В.Г. ЛЕВИНСОН. ЭКОФОР – энергосберегающая технология XXI века ..... 32

В.В. ЧАЛОВ. Надежная коммуникация – решение проблем ..... 34

## РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

И.Я. ГНИП, В.И. КЕРШУЛИС. Исследование ползучести  
конструктивного пенополистирола по методике европейских норм ..... 37

М. А. МИХЕЕНКОВ, С.И. ЧУВАЕВ. Механизм структурообразования  
и кинетика твердения высокопористых неорганических композиций ..... 40

В.Б. САЛЬНИКОВ. Свойства минеральной ваты после длительной  
эксплуатации в стенах зданий на Среднем Урале ..... 42

Мобильные бетонные заводы финской фирмы Tecwill Oy ..... 43

## ЭКОЛОГИЯ И ОТРАСЛЬ

А.А. КАЛЬГИН. Некоторые аспекты экологической безопасности  
производства и применения строительных материалов ..... 44

О.Ш. КИКАВА, М.А. ФАХРАТОВ. О возможном влиянии  
промышленности строительных материалов на озоновый щит Земли ..... 45

## ИНФОРМАЦИЯ

Расширенное заседание коллегии Госстроя России  
состоялось в Омске 5–6 февраля 2003 г. .... 48

Стройсиб-2003 ..... 50

Л.А. КРОЙЧУК. Известковое производство в Рюдерсдорфе (Германия) ..... 52

Ю.Г. ГРАНИК, директор по научной деятельности ОАО ЦНИИЭП жилища, д-р техн. наук

## **Ячеистый бетон в жилищно-гражданском строительстве**

Идея получения поризованных бетонов принадлежит пражскому инженеру Гофману, получившему в 1889 г. патент на изготовление бетонов, ячеистая структура которых образовывалась за счет выделения углекислого газа при реакции соляной кислоты и гидрокарбоната натрия ( $\text{NaHCO}_3$ ). Еще раньше в 1880 г. изобретателем Михоэлсом был получен патент на автоклавную обработку цементно-песчаной смеси. Создателем современного газобетона является шведский изобретатель Эрикссон, запатентовавший в 1923 г. этот материал. Создание и внедрение в строительную практику пенобетонов относится к середине двадцатых годов прошлого столетия и было обусловлено развитием органической химии. Следует отметить, что до настоящего времени совершенствование пенобетонов происходит в зависимости от достижений химической промышленности в части создания эффективных пенообразователей.

Совершенствование свойств и способов производства ячеистых бетонов продолжается у нас в стране и за рубежом.

Годовой объем мирового производства ячеистого бетона составляет примерно 45 млн  $\text{м}^3$ , выпускаемых на более чем двухстах заводах в 50 странах (без учета России), работающих по технологиям таких фирм, как германские «Итонг» (46 заводов) и «Хебель» (31 завод), шведско-финская «Сипорекс» (33 завода), нидерландская «Калсилоркс» (15 заводов) и другие. Наиболее распространенная производительность этих предприятий находится в диапазоне 160–200 тыс.  $\text{м}^3$  в год. Самый крупный ячеисто-бетонный завод производительностью 560 тыс.  $\text{м}^3$  в год построен в 1987 г. в Венгрии по лицензии фирмы «Хебель».

Россия значительно отстает по выпуску ячеистого бетона от развитых стран Запада. В 1991 г. в СССР было выпущено 5,7 млн  $\text{м}^3$  конструкций и изделий из ячеистого бетона. Намечалось довести выпуск ячеистого бетона в 1995 г. до 40 млн  $\text{м}^3$ .

В связи с распадом СССР намеченные программы были свернуты, и к 2000 г. производство ячеистого бетона в Российской Федерации не превышало 4,5 млн  $\text{м}^3$ . В последние годы намечился некоторый подъем в развитии этого эффективного материала. Запущены современные заводы с передовой технологией в Липецке, г. Сертолово Ленинградской области, Новосибирске, Водино Самарской обл. и других городах страны. Значительные усилия по развитию производства ячеистого бетона по резательной вибротехнологии предпринимает ЗАО «Корпорация стройматериалов».

Наибольшие успехи в производстве ячеистого бетона среди республик бывшего Советского Союза имеются в Республике Беларусь. Производство этого материала на душу населения в республике в 12 раз превышает аналогичный показатель в среднем по странам СНГ. Следует отметить, что рост объемов производства ячеистого бетона в республике сопровождается существенным повышением качества выпускаемых изделий и конструкций.

Флагманом среди заводов ячеисто-бетонных изделий в Белоруссии является предприятие ОАО «Забудово» (п. Чисть Минской обл.). Это предприятие производительностью 200 тыс.  $\text{м}^3$  в год производит комплект ячеисто-бетонных изделий, в том числе стеновые блоки и блоки перегородок, армированные перемычки, плиты перекрытий и покрытий, стеновые панели и другие изделия с плотностью ячеистого бетона 400–700  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Важнейшими физико-механическими показателями ячеистых бетонов являются прочность, плотность, морозостойкость, теплопроводность, усадка и водопоглощение. По этим показателям ячеистые бетоны в зависимости от исходных материалов, составов и способов производства отличаются друг от друга в очень широком диапазоне. В табл. 1 представлены характеристики автоклавных газобетонов, массово выпускаемых передовыми заводами. Характеристики приведены применительно к наиболее

распространенной продукции — блокам стен и перегородок.

Данные табл. 1 показывают, что в настоящее время на передовых предприятиях страны достигнуты показатели, соответствующие мировому уровню. Следует отметить, что для стеновых блоков плотность ячеистого бетона 400  $\text{кг}/\text{м}^3$  является критической, поскольку при меньшей плотности существенно снижается прочность, и, что особенно важно, морозостойкость. Однако даже увеличение плотности ячеистого бетона в случае нарушения заводской технологии не гарантирует соответствующего роста морозостойкости, особенно в диапазоне плотностей 400–550  $\text{кг}/\text{м}^3$ . При этом практика проектирования показала, что оптимальное соотношение между плотностью ячеистого бетона, с одной стороны, и его прочностью и морозостойкостью — с другой, находится в диапазоне 400–600  $\text{кг}/\text{м}^3$ . В этом случае ячеисто-бетонные блоки можно применять в несущих наружных стенах домов малой и средней (до 4–5) этажности, а также в ненесущих наружных стенах многоэтажных зданий при соблюдении приемлемой по конструктивному и экономическому соотношениям толщины стен.

Ячеистый бетон в конструкции наружных стен может удачно сочетаться с кирпичной облицовкой и эффективным утеплителем.

В последние годы в связи с созданием эффективных пенообразователей все большее распространение получают неавтоклавные пенобетоны, что обусловлено стремлением упростить изготовление этого материала, сократить энергозатраты на производство и иметь возможность применять его в условиях строительной площадки.

Пенобетоны автоклавной обработки практически обладают теми же физико-механическими показателями, что и газобетоны, кроме усадки, обусловленной недостаточной стабильностью пены. Пенобетоны неавтоклавной обработки в массовом производстве пока не достигли качества автоклавных газобе-

тонов, хотя на уровне опытного или ограниченного производства они, по данным некоторых разработчиков, уже соответствуют газобетонам. В НИИЖБ под руководством канд. техн. наук Т.А. Уховой разработана новая разновидность пенобетона, которому авторы дали название «неавтоклавный поробетон». Отличительными особенностями этого бетона являются введение в его состав помимо цемента, пенообразователя, молотого и немолотого кварцевого песка модифицирующих химических добавок, позволяющих путем одностадийного интенсивного перемешивания получать структуру материала с равномерно распределенными воздушными порами диаметром 0,1–1 мм, занимающими 20–90% объема бетона. При этом достигается снижение технологической влажности, не превышающей по массе 10% и, что особенно важно для пенобетонов, снижение в 1,5–2 раза усадочных деформаций. Физико-механические показатели поробетона, по данным разработчиков, не уступают аналогичным показателям автоклавных газобетонов. В табл. 2 приведены некоторые физико-механические характеристики неавтоклавных пенобетонов.

На большинстве заводов и предприятий по выпуску изделий из неавтоклавного пенобетона пока еще не достигнут уровень показателей, указанный в табл. 2, в частности, средняя плотность производимого пенобетона составляет 650–800 кг/м<sup>3</sup>.

Одним из наиболее важных показателей, определяющих эффективность применения ячеистого бетона, является расчетный коэффициент теплопроводности  $\lambda_0$ , зависящий от эксплуатационной влажности этого материала. Если в

сравнении коэффициентов теплопроводности ячеистых бетонов в сухом состоянии между нашими нормами, регламентированными в приложении № 3 СНиП II-3-79\* «Строительная теплотехника», и зарубежными аналогами практически нет расхождений, то указанные в упомянутом документе значения расчетных коэффициентов теплопроводности очень существенно отличаются от принятых в зарубежной практике. Это расхождение обусловлено тем, что в соответствии с нашими нормами расчетные значения коэффициентов теплопроводности установлены для условий А при 8% влажности ячеистого бетона, а для условий Б – при 12%. При этом  $\lambda_0$  по сравнению с теплопроводностью сухого материала возрастает для условий А в 1,5 раза, а для условий Б – в 2 и более раза. Соответственно этому возрастает требуемая толщина стены, что резко снижает эффективность применения ячеистого бетона в наружных стенах.

Между тем реальное положение дел совершенно не соответствует принятым в упомянутом СНиП положениям. Многочисленные замеры эксплуатационной влажности ячеистого бетона, выполненные специалистами НИИЖБ, ЦНИИЭП жилища, ЛенЗНИИЭП и других организаций во многих городах страны, показали, что фактическая средняя равновесная влажность ячеистого бетона в наружных стенах через 3 года устанавливается даже в условиях Санкт-Петербурга на уровне 5%, а в Москве в домах со стеновыми панелями из газобетона Люберецкого завода – 4,2%. В соответствии с фактическим положением зарубежные нормы устанавливают значения расчетной

теплопроводности ячеистых бетонов при 4–6% влажности (см., например, сборник строительных правил Финляндии).

Республика Беларусь уже пересмотрела существовавшие союзные нормативы и установила значение расчетных теплопроводностей, соответствующих влажности материала 4% для условий А и 5% для условий Б. К сожалению, Госстрой России, несмотря на неоднократные обращения, не считает нужным пересмотреть установленные в середине 60-х годов прошлого столетия нормативы, что сдерживает развитие производства ячеистого бетона в стране. Ведущими институтами и организациями (ЦНИИЭП жилища, НИИЖБ, ЗАО «Корпорация стройматериалов» и др.) была достигнута с Управлением стандартизации, технического нормирования и сертификации Госстроя России только устная договоренность, не закрепленная документально, о том, что аккредитованные испытательные лаборатории имеют право устанавливать для производств после проведения соответствующих исследований расчетные значения  $\lambda_0$ .

В связи с принятием в 1995 г. новых теплотехнических нормативов ЦНИИЭП жилища выполнил комплекс научно-практических разработок, связанных с повышением теплоэффективности жилых и общественных зданий, в частности наружных стен. В условиях повышения требований по теплозащите зданий в 3,2–3,4 раза пришлось пересмотреть целесообразность применения в наружных стенах ряда традиционных материалов и конструкций. Проведенные разработки показали, что новым теплотехническим нормативам удовлетворяют только слоистые

Таблица 1

Название завода или предприятия	Показатели					
	Размеры, l×h×h, мм	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Прочность, МПа	Коэффициент теплопроводности в сухом состоянии, Вт/(м·К)	Морозостойкость, циклы	Предельное отклонение от номинальных размеров, мм
Липецкий завод изделий домостроения	599×(50–500)×249	400–500 600–700	2–3,5 5	0,1–0,12 0,14–0,18	25 35	±1–1,5
Ступинский завод ячеистого бетона	600×(140–300)×(144–480)	600–700	3,5	0,18	25	±2,5–3
Комбинат ЖБИ № 211 (пос. Сертолово Ленинградской области)	200×200×400	400–500	2,5–3	0,1–0,12	25–30	±1–1,5
Унитарное промышленное предприятие ЗСК ОАО «Забудово» (Беларусь)	599×(50–500)×249	400–500 600–700	1,5–2,5 3,5–5	0,09–0,12 0,14–0,18	15–25 35–50	±1–1,5

Наименование разработчика или предприятия	Показатели				
	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Прочность, МПа	Коэффициент теплопроводности в сухом состоянии, Вт/(м·К)	Морозостойкость, цикл	Усадка при высыхании, мм/м
АО «Строминноцентр» ЗАО «Корпорация строй-материалов»	400–600 700–1000	0,9–2,2 2,9–1,1	0,11–0,15 0,18–0,29	25 35	Около 2,5–3
АО НПИА «Стройпрогресс», ВНИИСТРОМ им. П.П. Будникова	600–800	2,5–5	0,15–0,2	25	Около 2,5–3
Ростовский государственный строительный университет. («ФИПЕБ» – пенобетон, армиро- ванный синтетическим волокном)	400–600 700–1000	1–3 2,5–10	0,11–0,14 0,18–0,29	25–80 80–150	1,5–2
НИИЖБ (поробетон)	400–600	2,4–3,7	0,12–0,16	25–35	1,7–1,8

конструкции наружных стен, в которых применен эффективный утеплитель, расчетный коэффициент теплопроводности которого не превышает 0,08 Вт/(м·К). Исключение составляют однослойные стены из ячеистого бетона, плотность которого не превышает 600 кг/м<sup>3</sup>. При этом с учетом фактической эксплуатационной влажности ячеистого бетона, о чем сказано выше, толщина наружных стен в центральных регионах России составляет 600–650 мм, а при плотности ячеистого бетона 500 кг/м<sup>3</sup> – соответственно 450–550 мм, что вполне приемлемо по конструктивным и экономическим соображениям.

Особенно целесообразно применение ячеистого бетона в малоэтажном строительстве, где он может выполнять не только теплоизоляционные, но и несущие функции. В этом случае, как показывает практика работы ряда заводов и предприятий, ячеистый бетон может

применяться комплексно в конструкциях наружных и внутренних стен, перегородок, перекрытий, покрытий, перемычек и даже лестничных ступеней. Делались попытки использования ячеистого бетона в конструкциях фундаментов и стен подвалов, однако обоснование этого требует дополнительной проверки на долговечность и надежность таких конструкций.

Стены из ячеистого бетона в малоэтажных зданиях делают, как правило, однослойными из мелко-размерных блоков. Реже применяют крупноразмерные блоки, так как они требуют грузоподъемных механизмов, и монолитные конструкции стен. Практика работы ЗСК «Забудово» показала, что при прочности бетона 3,5–5 МПа ячеисто-бетонные стены можно выполнять несущими даже для зданий в 4–5 этажей. Хорошая паропроницаемость ячеистого бетона обеспечива-

ет комфортный микроклимат в помещении, а достаточная морозостойкость позволяет ограничиваться покраской при отделке фасадов. Следует отметить, что многими заводами для фасадной отделки ячеисто-бетонных стен разработаны и предлагаются сухие смеси и специальные составы, обеспечивающие разнообразную фактуру и окраску стен. Кроме того, ряд заводов, выпускающих стеновые блоки высокой точности (Липецкий завод изделий домостроения, ЗСК «Забудово» и др.), производят клеящие составы для кладки стен вместо растворов, что обеспечивает повышение теплозащитных качеств стены за счет уменьшения толщины швов с 12–15 мм до 3–4 мм и 4–6-кратное уменьшение расхода кладочного материала.

К достоинствам ячеисто-бетонных стен следует отнести хорошую обрабатываемость и гвоздимость.

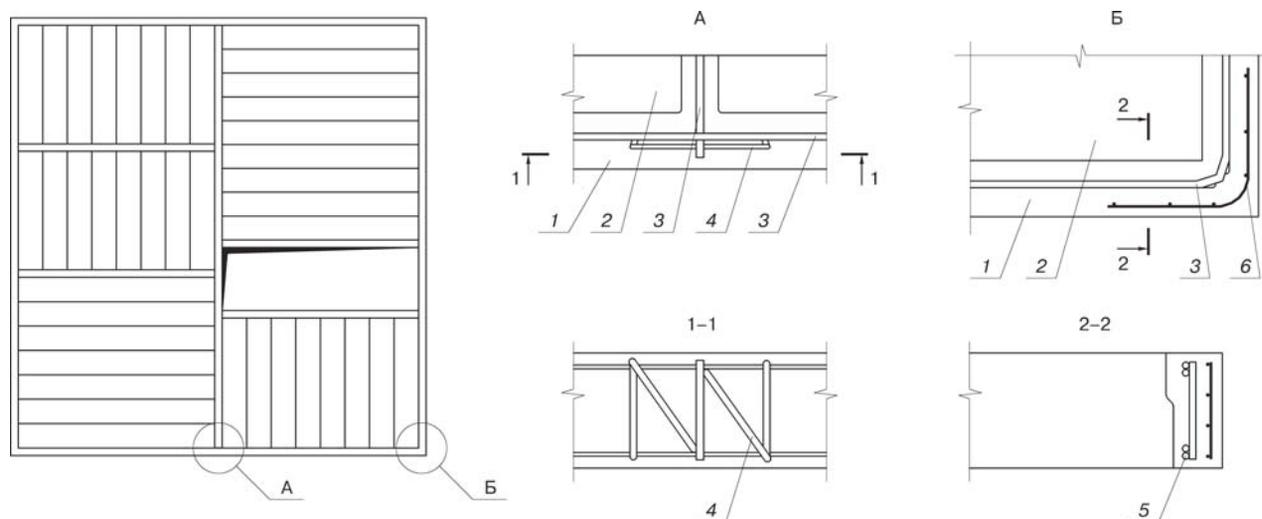


Рис. 1. Армирование обвязочного контура: А – Т-образное сопряжение; Б – угловое соединение: 1 – монолитный обвязочный контур; 2 – ячеисто-бетонная плита; 3 – арматурные каркасы; 4 – Г-образные стержни; 5 – замыкающий Г-образный элемент; 6 – гнутая сетка

Таблица 3

Этапы	Прямые затраты по этапам, у. е.	
	3-комнатный дом	5-комнатный дом
Строительство стартового здания	10536,5	13913,2
Пристройка веранды	1221,6	1306,5
Устройство мансарды	1851,8	2338,1
Пристройка гаража	1346,8	1346,8
<b>Всего:</b>	<b>14956,7</b>	<b>18904,6</b>
Затраты на 1 м <sup>2</sup> общей площади	152,15	137,19

**Примечание.** В затратах не учтена стоимость работ по устройству фундамента и выполнению чистовых отделочных работ (окраска, оклейка), которые выполняются по усмотрению заказчика.

Применение ячеистого бетона в перекрытиях и покрытиях имеет свои особенности. Для изготовления плит перекрытия используют ячеистый бетон класса В 2,5–3,5 и плотностью 600–700 кг/м<sup>3</sup>. Выпуск таких плит налажен на ЗСК «Забудово». Максимальная длина плит составляет 5980 мм, при этом они способны воспринимать полезную нагрузку 2 кН/м<sup>2</sup>. При длине плит 5380 мм и 4780 мм их несущая способность соответственно возрастает до 4 и 6 кН/м<sup>2</sup> полезной нагрузки. Конструкция и монтаж ячеисто-бетонных плит перекрытия имеет некоторую специфику.

На рис. 1 показан план межэтажного перекрытия одноквартирного жилого дома. Как видно из рисунка, плиты перекрытия в местах опирания на стены объединяются железобетонным обвязочным контуром, армирование которого осуществляют сварными плоскими каркасами. Армирование углов и ветвей обвязочного каркаса показано на рис. 1, а опирание плит на стены – на рис. 2. На несущие стены торцы плит перекрытия должны заходить на глубину 100–150 мм, а боковые грани плит – на 20–25 мм. Швы между плитами выполняют замоноличенными с конструктивным армированием одиночными стержнями Ø 6–8 мм из стали АIII с отгибами по концам (рис. 3). Для установки плит перекрытия и покрытия используют специальные траверсы, поскольку монтажные петли в этих изделиях не применяют.

В целях предотвращения коррозии арматуры в ячеисто-бетонных изделиях арматурные каркасы покрывают составом, содержащим цемент, латекс, казеин, борогептомат натрия и другие компоненты в специальных ваннах способом двойного окунания.

ЦНИИЭП жилища по заданию ЗАО «Корпорация стройматериалов» разработал проекты 1–4- и 2–7-комнатных одноквартирных малоэтажных домов из ячеистого бетона. Объемно-планировочные решения растущих усадебных домов обеспечивают высокий уровень комфорта; в них предусмотрен полный набор современного инженерного оборудования, и в то же время эти дома достаточно экономичны, рассчитаны на массового потребителя и соответствуют планировочным параметрам сельского жилья, нормируемым СНиП 31-02–2001 «Дома жилые одноквартирные».

Концепция общедоступного для граждан со средними доходами растущего (развивающегося) одноквартирного дома предполагает поэтапное развитие стартового объема здания в

зависимости от состава семьи и материальных возможностей застройщика. Первоначально предполагается возводить жилой дом ограниченного объема с одной-двумя жилыми комнатами, кухней и санитарно-техническим узлом. В дальнейшем при наличии материальных возможностей устраивается мансарда, образующая дополнительно еще 2–5 жилых комнат. Предусматривается также возможность пристройки веранды, гаража и других помещений.

Проект учитывает как необходимое условие существенного удешевления выполнение основного объема работ собственными силами застройщика без использования дорогостоящих подъемно-транспортных механизмов. Поэтому предусмотрено ограничение веса строительных деталей и изделий, которые должны быть рассчитаны на возможность подъема и установки силами одного-двух человек. При этом конструктивные решения стен и перекрытий «растущего дома» предусматривают возможность последующего устройства дополнительных проемов, необходимых для изменения планировочных решений в процессе расширения. Для этого в конструкциях оставляют проемы, которые временно заделывают легкими листовыми материалами с применением эффективного утеплителя.

В планировке растущих зданий соблюдены следующие приемы:

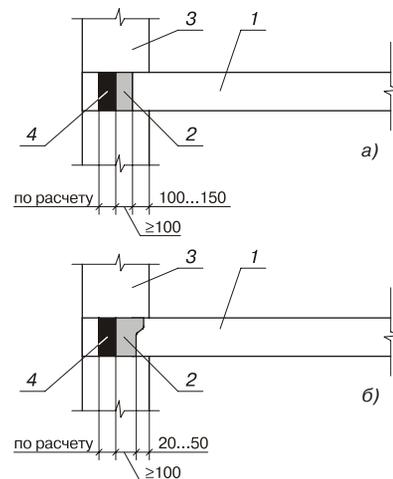
- компактное расположение инженерного оборудования санитарно-технического узла, кухонного оборудования и отопительного агрегата, что позволяет свести к минимуму протяженность трубопроводов и потери тепла;
- функциональное зонирование жилых и подсобных помещений.

В целях сокращения единовременных затрат при строительстве, а

также эксплуатационных затрат за счет снижения теплопотерь конфигурация основной коробки в плане принята компактной. Наиболее экономичное и эффективное решение мансарды достигается при крыше ломаного очертания. В целях разнообразия фасада и силуэта здания предусмотрены также другие варианты крыши.

Перекрытия разработаны в нескольких вариантах, в том числе с применением ячеисто-бетонных плит, деревянных балок и ячеисто-бетонных блоков по легким (до 80 кг) железобетонным тавровым балкам. Последние два варианта позволяют обходиться без применения при устройстве перекрытия монтажных кранов.

Для оформления фасадов предусмотрено применение различных декоративных и функционально-декоративных элементов – рустов, наличников, сандриков, пилястр, по-



**Рис. 2.** Опирание плит сборно-монолитных перекрытий на наружные стены: а – торцами; б – продольными гранями: 1 – ячеисто-бетонная плита; 2 – монолитный обвязочный контур; 3 – наружная стена; 4 – дополнительная теплоизоляция

Таблица 4

Конструкция наружной стены	Градусо-сутки ГСОП		
	3000	5000	7000
	$R_o =$ $= 2,45 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$	$R_o =$ $= 3,15 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$	$R_o =$ $= 3,85 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$
Трехслойные панели с гибкими связями	3,3	4,1	4,5
Слоистые кирпичные стены с пенополистирольным утеплителем	3,1	3,6	4,1
Кирпичная стена, утепленная снаружи минплитой типа «Роквул»	2,5	3	3,4
Ячеисто-бетонная стена	1,9	2,4	2,7

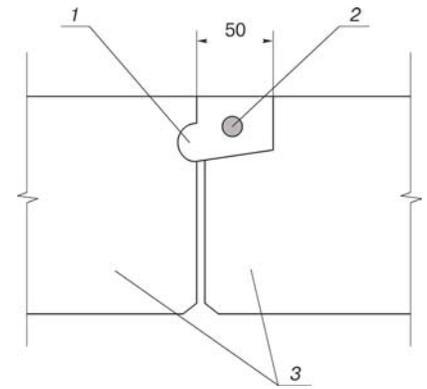


Рис. 3. Пример узла сопряжения плит перекрытия и перекрытия между собой: 1 – замоналиченный шов; 2 – арматурный стержень; 3 – ячеисто-бетонные плиты

ясков и других деталей. Вариабельность архитектурного образа дома создается также оконными переплетами и ограждениями веранд и балконов, фактурой и цветом скатной кровли, а также малыми формами (крыльцо, дымовая труба и др.). Возможно также использование деревянных декоративных элементов – декоративных выпусков стропил, резных балясин на балконе, резных наличников, ставен и других деталей.

Совместное использование разнообразных объемно-пространственных решений и приемов декоративной отделки позволяет получить широкий диапазон стилистических решений архитектурного образа одноквартирного дома.

Затраты на возведение 3- и 5-комнатных одноквартирных домов из ячеистого бетона представлены в табл. 3.

В многоэтажных зданиях ячеистый бетон применяется для устройства ненесущих наружных стен и перегородок. Следует сказать, что в этом случае при применении однослойных наружных стен необходимо во избежание перегрузки перекрытия использовать ячеистый бетон плотностью 350–450 кг/м<sup>3</sup>. Чтобы не выполнять снаружи с лесов или подмостей мокрые работы по оштукатуриванию фасадов, в практике московского строительства применяют их облицовку кирпичом. При этом соответственно возрастает нагрузка на перекрытие. Поэтому более широкое распространение получил вариант, при котором существенное снижение веса наружной стены достигается за счет применения трехслойной конструкции со средним утепляющим слоем из эффективного утеплителя. Чаще всего в этом случае применяют наиболее дешевый плитный пенополистирол. При необходимости максимально снизить нагрузку на

перекрытие применяются наружные стены с оштукатуренным фасадом, что, как сказано выше, связано с устройством наружных лесов и выполнением штукатурных работ при температуре не ниже +5°C.

Наружные работы с лесов приходится выполнять и при применении вентилируемых фасадов. Для закрепления кронштейнов и других крепежных элементов несущей части системы вентилируемого фасада к стене следует применять специальные дюбели, предназначенные для ячеистого бетона. Такими же дюбелями закрепляют в ячеисто-бетонных стенах окна и двери. Дюбели должны иметь разрешение на применение, выданное органами строительного надзора, например Центром сертификации Госстроя России. Кроме того, при сверлении отверстий под дюбели нельзя использовать ударные дрели.

Для наружного оштукатуривания ячеисто-бетонных стен разработано и выпускается свыше десятка разных составов сухих смесей, обеспечивающих разные фактуры и цветовые решения фасадов. Одним из наиболее важных требований к наружной штукатурке является необходимая паропроницаемость, поскольку стены из ячеистого бетона обладают достаточно высокой паропроницаемостью. Кроме того, эти штукатурки должны иметь более низкий модуль упругости по сравнению с аналогичным показателем у ячеистого бетона или каких-либо промежуточных оштукатуриваемых слоев, хорошую адгезию к основанию, малую усадку во избежание трещинообразования, малое водопоглощение и хорошую гидрофобность, а также способность к самовысыханию после увлажнения.

По заданию Госстроя России ЦНИИЭП жилища совместно с НИИ строительной физики провел

исследования по определению экономически целесообразного значения сопротивления теплопередаче наружных стен разной конструкции, в том числе трехслойных панелей с гибкими связями, слоистых и утепленных снаружи кирпичных стен и стен из ячеистого бетона.

В качестве критерия экономической эффективности были приняты приведенные затраты. Расчетный период учета эксплуатационных затрат был принят равным 30 годам в соответствии с рекомендациями Правительства Москвы (постановление №1036 от 31 декабря 1966 г., п. 3). Стоимость тепловой энергии была принята 30 у. е. за 1 МВт·ч (постановление Правительства г. Москвы № 959 РП от 10.10.1996 г.). Коэффициент теплопроводности ячеистого бетона был принят 0,17 Вт/(м·К), что соответствует плотности ячеистого бетона 600 кг/м<sup>3</sup> при фактической эксплуатационной влажности 6% для условий Б.

Было установлено, что для ячеисто-бетонных наружных стен экономически целесообразное сопротивление теплопередаче по сравнению с другими конструкциями наружных стен является минимальным (табл. 4). Это говорит, во-первых, о том, что для ячеисто-бетонных стен нормируемые приведенные сопротивления могут быть установлены на 22–30% ниже регламентированных СНиП II–3–79\* для соответствующих регионов, а во-вторых, о том, что такие стены имеют наименьший период окупаемости по сравнению с другими конструкциями.

Таким образом, однослойные ячеисто-бетонные стены по критерию приведенных затрат обладают существенными преимуществами в сравнении с наиболее распространенными конструкциями наружных стен.

## Утепление фасадов зданий – подходы и решения

Фирма «Радекс» известна на строительном рынке Республики Беларусь не только как ведущий производитель сухих строительных смесей, но и как разработчик одной из первых отечественных легких штукатурных систем утепления фасадов. С начала широкого применения системы утепления «Радекс» прошло более 6 лет. Первоначальные технологии были усовершенствованы, за указанный период появилась много новых разработок. В настоящее время фирма предлагает уже не одну, а несколько технологий тепловой санации фасадов зданий.

Дифференцирование систем утепления в зависимости от типов и особенностей зданий вытекает из простых логических рассуждений. Давно известно, что количество влаги, падающей на фасад в районе парапета, карниза, цоколя, в несколько раз превышает показатели водонасыщения в любом другом участке стены.

Последние исследования ученых показывают, что вихревые потоки, а значит, и нагрузка на наружные слои систем утепления, выше 10–12-го этажей возрастают на порядок, однако этот факт до сих пор не находил отражения в предлагаемых на рынке технологиях утепления.

Любой опытный конструктор согласится, что подходы к утеплению здания первых массовых серий, монолитного 16-этажного жилого дома и панельного административного здания должны быть разные. Каждому из перечисленных выше типов зданий присущ определенный набор конструктивных и архитектурных особенностей. Поэтому и к выбору систем утепления необходимо подходить дифференцированно.

В настоящее время НП ООО «Радекс» подготовило и выпустило новый нормативный документ – пособие П 5-02 «Проектирование и устройство тепловой изоляции ограждающих конструкций зданий и сооружений». Система «Радекс» к СНиП 3.03.01–87, в котором обобщен имеющийся опыт и, насколько возможно, регламентированы подходы к утеплению фасадов зданий.

В данном нормативном документе компания предлагает три системы утепления:

- легкую штукатурную систему утепления (ЛШС);
- тяжелую штукатурную систему утепления (ТШС);
- вентилируемую систему утепления (ВС).

**ЛШС «Радекс»** с применением негорючих минераловатных плит предназначена для тепловой защиты стен зданий, кроме монолитных, высотой до 25 этажей. По результатам натурных огневых испытаний, проведенных в НИИ ПБ и ЧС Беларуси, в ЛШС «Радекс» разрешено применение пенополистирольных плит для жилых домов до 12 этажей, построенных в областных центрах Республики Беларусь, и до 9 этажей в других населенных пунктах.

**ТШС «Радекс»** с применением негорючих минераловатных плит предназначена для тепловой защиты стен зданий, в том числе монолитных, высотой до 16 этажей. Применение пенополистирольных плит, а также трудногорючих минераловатных плит в ТШС до проведения огневых испытаний пока еще ограничивается требованиями пожарной безопасности. Особенностью ТШС является возможность применения отечественных минераловатных утеплителей.

**ВС «Радекс»** предназначена для тепловой защиты стен зданий, к которым предъявляются повышенные архитектурные и эксплуатационные требования. В ней предусмотрена возможность применения отечественных минераловатных утеплителей и различных видов облицовочных панелей. Необходимым условием является устройство вентилируемой прослойки и ветрозащитного слоя, для создания которого используются специальные минераловатные плиты (при этом этажность зданий не ограничивается) или диффузионные пленки (для двухэтажных зданий).

### Легкая штукатурная система утепления «Радекс»

ЛШС «Радекс» включает семь конструктивно-технологических вариантов. Все они представляют собой многослойные конструкции,

состоящие из нескольких слоев и конструктивных элементов (рис. 1). Система закрепляется на наружной поверхности стен зданий, выполненных из различных материалов, кроме деревянных.

Теплозащитные и несущие функции в системе выполняет теплоизоляционный слой, который состоит из негорючих минераловатных плит (Рагос RAL4 и др.) или плит пенополистирольных ПСБ-С-25(35) и приклеивается к стене клеем «Полимикс-КС». В качестве дополнительных несущих элементов используются анкерные устройства, которые передают нагрузки от конструкции системы утепления на стену здания.

Для защиты от механических повреждений на поверхности теплоизоляционных плит устраивается армированный слой, который в зависимости от режима эксплуатации здания (нормальный или влажный), а также особенностей декоративно-художественного оформления фасада может выполняться по трем вариантам.

**Первый вариант.** Клей «Полимикс-КС» (3 мм) – стеклосетка ССШ-160 – клей «Полимикс-КС» (2 мм), если в качестве декоративного оформления используются крупнозернистые защитно-отделочные штукатурки.

**Второй вариант.** Клей «Полимикс-КС» (3 мм) – стеклосетка ССШ-160 – водоотталкивающая штукатурка «Полимикс-ВШ» (4 мм), если в качестве декоративного оформления используются тонкодисперсные защитно-отделочные штукатурки или паропроницаемые фасадные краски, а также для фасадов с режимом эксплуатации при повышенной влажности.

**Третий вариант.** Клей «Полимикс-КС» (3–4 мм) – стеклосетка ССШ-160 – шпатлевка «Полимикс-РШ выравнивающий» (3 мм), если декоративное оформление предусмат-

ривает создание фактурного слоя, который впоследствии окрашивается тонкодисперсными защитно-отделочными штукатурками или паропроницаемыми фасадными красками.

Для обеспечения стойкости к атмосферным воздействиям и архитектурной выразительности фасада в системе предусматривается декоративно-защитный слой, для устройства которого используются цветные или бесцветные штукатурные составы «Полимикс-ОС тонкодисперсный» и «Полимикс-ОС фактурный (0,315; 1,25; 2,0; 2,5)» или паропроницаемые фасадные краски.

Толщина армированного и декоративно-защитного слоев зависит от выбранного варианта конструктивного решения системы утепления и может варьироваться от 7 до 8 мм.

### Тяжелая штукатурная система утепления «Радекс»

ТШС «Радекс» представляет собой многослойную конструкцию (рис. 2).

Особенностью ТШС является четкое разграничение функций отдельных элементов между собой.

Несущими элементами системы являются анкерные устройства и металлическая сетка, которые воспринимают нагрузки от конструкции системы утепления и передают их на стену здания. Крепление теплоизо-

ляционных плит к поверхности стен выполняется при помощи прямых или наклонных анкерных устройств. Использование варианта конструкции с прямыми анкерными устройствами допускается при толщине армированного слоя не более 20 мм.

Теплозащитные свойства системы обеспечиваются теплоизоляционным слоем. Здесь допускается использование отечественных минераловатных утеплителей марки 175 и выше по ГОСТ 9573–76, а также пенополистирольных утеплителей ПСБ-С-25(15). Утеплитель в ТШС не является несущим элементом, а выполняет только теплозащитную функцию. Если используются наклонные анкеры, утеплитель не приклеивается к стене.

Армированный слой следует выполнять из специальной модифицированной штукатурной смеси «Полимикс», усиленной металлической сеткой ГОСТ 5336–80. Модифицированная штукатурка имеет повышенные показатели паропроницаемости и гидрофобности, что позволяет избежать скопления избыточной влаги в толще утеплителя.

Толщина армированного слоя колеблется в пределах 20–50 мм и обеспечивает защиту теплоизоляционных плит от механических повреждений и требования противо-

пожарной безопасности. После получения положительных результатов натурных огневых испытаний в НИИ ПБ и ЧС возможно уменьшение толщины армированного слоя до 20–30 мм.

Архитектурные требования, а также требования по защите от атмосферных воздействий обеспечиваются декоративно-защитным слоем, для устройства которого используются цветные (бесцветные) штукатурки «Полимикс-ОС тонкодисперсный» и «Полимикс-ОС фактурный (0,315; 1,25; 2,0; 2,5)» или паропроницаемые фасадные краски.

Появление трещин в защитно-отделочном слое ТШС «Радекс» от усилий, возникающих в результате температурных деформаций, предотвращается устройством горизонтальных и вертикальных температурных швов шириной не менее 10 мм, расположенных на расстоянии не менее 10 м друг от друга. Швы следует располагать также на углах зданий и вдоль архитектурных элементов фасадов.

### Вентилируемая система утепления «Радекс»

В вентиляруемой системе утепления «Радекс» обеспечена ограниченная циркуляция воздуха по поверхности утеплителя путем устройства воздушной прослойки, сообщаемой с наружным воздухом (рис. 3).

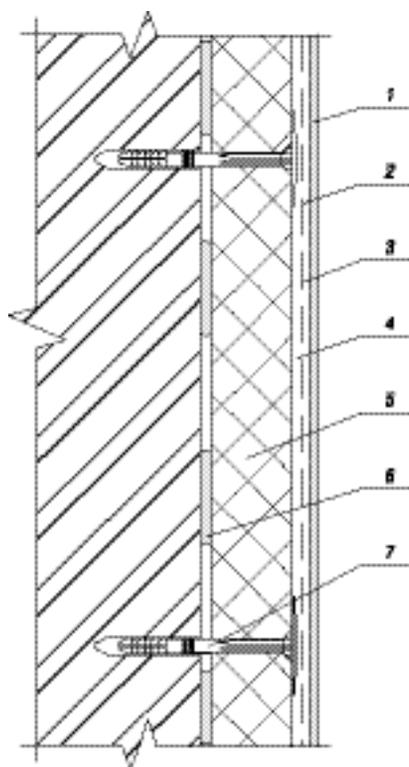


Рис. 1. Конструкция легкой штукатурной системы «Радекс»: 1 – защитно-отделочный слой из цветной штукатурки НПМ-1 СС 0,315 «Полимикс ОС фактурный»; 2, 4, 6 – клей «Полимикс-КС»; 3 – стеклосетка ССШ-160; 5 – теплоизоляционный слой; 7 – анкерные устройства

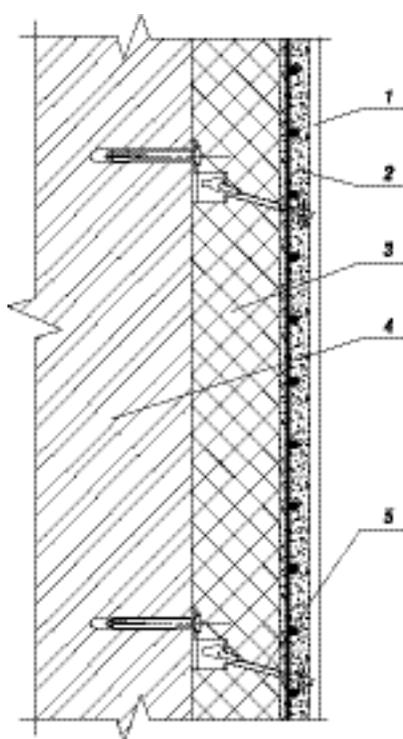


Рис. 2. Конструкция тяжелой штукатурной системы «Радекс»: 1 – защитно-отделочный слой; 2 – армирующий слой, состоящий из модифицированной штукатурки, металлической проволочной сетки; 3 – теплоизоляционный слой; 4 – стена здания; 5 – анкерные устройства

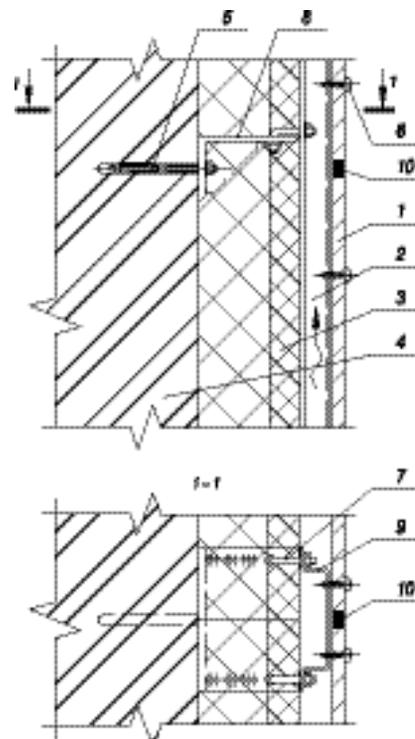


Рис. 3. Конструкция вентиляруемой системы утепления «Радекс»: 1 – облицовка; 2 – вентиляруемый зазор; 3 – теплоизоляционный слой; 4 – стена здания; 5 – анкерные устройства; 6 – самонарезающий винт; 7 – шпилька крепежная; 8 – опорный столб; 9 – профиль металлический; 10 – силиконовая мастика



## Вентилируемая фасадная система «Волна»

Комбинат «Волна» один из ведущих производителей и поставщиков асбестоцементных изделий высокого качества. С 1997 г. комбинат начал выпуск плоских прессованных асбестоцементных листов, которые стали основой многих фасадных панелей российского производства. На основе этих листов с 2000 г. выпускаются фасадные плиты «Красколор», «Виколор» и «Красстоун» на комбинате «Волна», а так же фасадные плиты предприятий «Краспан» и «Фасст».

Изучив зарубежный опыт, специалисты комбината совместно с институтом «Красноярский ПромстройНИИпроект» разработали и подготовили базовую конструкцию фасадной системы «Волна» с воздушным зазором, получившую в 2002 г. техническое свидетельство Госстроя России № ТС-07-0628-02.

Система практически полностью основана на отечественных материалах и отличается от западных аналогов тем, что учитывает все российские климатические и нормативные особенности.

С 2001 г. при комбинате самостоятельно монтирует фасадные системы «Волна» и в настоящее время имеет большой опыт успешной работы на высоком профессиональном уровне.

Специалисты комбината «Волна» выполняют весь комплекс работ, связанных с технологией навесных фасадов: проектирование (эскизное, рабочее, ППР), полную комплектацию и поставку подсистемы, утеплителя и облицовочных плит, монтаж фасадов.

### Назначение и допустимая область применения фасадной системы «Волна» с воздушным зазором

Фасадная системы «Волна» с воздушным зазором предназначена для утепления и отделки наружных стен зданий и сооружений различного назначения при плотности материала ограждающей конструкции не менее  $600 \text{ кг/м}^3$ .

Использование системы позволяет, с одной стороны, отделать фасад современными отделочными материалами, а с другой — улучшить теплотехнические характеристики ограждающих конструкций и защитить их от атмосферных воздействий.

Система может применяться при обычных условиях строительства, на вечномёрзлых грунтах (используемых по I принципу) и на просадочных грунтах с первым типом грунтовых условий.

В зависимости от ветрового района (по СНиП 2.01.07-85) допускается монтаж системы на зданиях высотой до 75 м в ветровых районах — I–IV. Интервал допустимой температуры при эксплуатации системы  $-55$  —  $+80^\circ\text{C}$  на поверхности облицовки.

Эксплуатация системы разрешена в сухой, нормальной и влажной зонах (по СНиП 21.01-97\*) с допустимой относительной влажностью воздуха внутри помещений здания до 75%. Систему разрешается эксплуатировать как в неагрессивной, так и в среднеагрессивной среде.

По огнестойкости и классу функциональной и конструктивной пожарной опасности система с облицовочными панелями «Красколор» не имеет ограничений.

### Достоинства системы

Скорость монтажа вентиляруемого фасада на объекте в 10 раз выше, чем при строительстве дополнительной стенки из кирпича (сравниваются два одинаковых по форме здания с одинаковым энергопотреблением).

Уменьшаются затраты на возведение фундамента, так как нагрузки на него меньше в несколько раз или за счет уменьшения массы конструкции появляется возможность возведения более высоких объектов.

Благодаря разнообразию цветовой гаммы фасады с использованием системы можно гармонично вписать в существующую архитектуру. Многообразие цветовых комбинаций, а также возможность производства панелей фасадной системы произвольной текстуры и формы обеспечивают максимальную полноту оформительских возможностей и делают два одинаковых типовых здания непохожими друг на друга, придавая им оригинальный и неповторимый облик.

Отсутствие специальных требований к поверхности несущей стены — не нужна предварительная подготовка поверхности (кроме зачистки) и выравнивание. Более того, сама система позволяет скрывать дефекты и неровности поверхности.



Рис. 1



Рис. 2



Рис. 3

Возможно проведение фасадных работ в любое время года за исключением времени, когда идет дождь или снегопад, а также при скорости ветра более 10 м/с..

Размеры и формы панелей могут быть произвольными и определяются только требованиями, предъявляемыми к фасаду.

Специальная схема монтажа конструкции к стене спроектирована таким образом, чтобы поглощать и ослаблять термические деформации, возникающие при суточных и сезонных перепадах температуры, что позволяет избежать внутренних напряжений в материале облицовки и несущей конструкции, приводящих к появлению трещин и разрушению здания.

Наличие воздушного зазора способствует удалению из ограждающей конструкции атмосферной влаги и влаги, образующейся за счет диффузии водяных паров изнутри, что предотвращает образование грибка и плесени во внутренних помещениях здания.

Система позволяет скрыть последствия эксплуатации здания, такие как различные трубы и провода, существенно портящие внешний вид любого здания.

Фасад выполняется из материалов, сохраняющих свои экологически безопасные свойства в течение всего срока эксплуатации. Длительный срок службы обеспечивается устойчивостью против коррозии, деформации, вредных воздействий окружающей среды, незначительной реакцией на воздействие кислот, масел, газов, ультрафиолетового излучения.

Простота в обслуживании и длительный безремонтный срок (до 50 лет) делают систему экономически выгодной.

Конструкция системы позволяет проводить мелкий косметический ремонт в случаях умышленного или преднамеренного повреждения панелей и модернизацию фасада (установка кондиционеров и прочее) в сжатые сроки, без демонтажа всей конструкции.

Для обеспечения пожарной безопасности в систему навесных фасадов включены материалы и изделия, относящиеся к категории трудногоряемых или негоряемых, препятствующих распространению огня.

## Описание системы

Фасадная система «Волна» состоит из следующих основных элементов:

- каркас из гнутых стальных профилей, состоящий из вертикальных направляющих и кронштейнов;
- анкерные дюбели;
- утеплитель — минераловатные плиты на синтетическом связующем;
- тарельчатые дюбели;
- облицовочные панели на основе плоских асбестоцементных листов «Красстоун» или «Краскоolor»;
- теплоизоляционные прокладки из паронита;
- самонарезающие винты и шурупы;
- стальные заклепки;
- уплотнительные элементы из резины;
- декоративные фасонные элементы из стали для стыковки облицовочных панелей;
- фасонные элементы из стали для облицовки оконных и дверных проемов, подоконников, сливов, фасонных элементов для парапета.

Благодаря оригинальному техническому решению каркас при небольшом собственном весе обладает высокой несущей способностью и рассчитан на применение различных видов фасадных экранов (керамогранит, металлокассеты и др.). Высота зданий для применения ФС «Волна» по несущим нагрузкам — 25 этажей для IV ветрового района (г. Владивосток и Приморский край). Кроме того, за счет тщательно продуманной схемы крепежа и уникальной конструкции несущих кронштейнов значительно упрощается процесс выверки, сборки и выставления системы на стене. ФС «Волна» позволяет компенсировать отклонения от вертикальности стены до 17 см.

Фасадные плиты «Краскоolor», «Виколор» и «Красстоун» также изготавливаются на ООО «Комбинат «Волна», и имеют отдельные технические свидетельства Госстроя РФ. Материал «Краскоolor» представляет собой гладкую цветную плиту с акриловым покрытием, «Виколор» — гладкую цветную плиту с полимерным покрытием, «Красстоун» — плиту с отделкой из натуральной каменной крошки различных цветов и фракций. С 2003 г. производятся плиты с рельефным рисунком, имитирующим поверхность камня, дерева и др.

Фасадная плита «Краскоolor» и «Виколор» имеет толщину 8 мм, «Красстоун» — 11–13 мм. Рекомендуемые форматы: 1200×1200, 1200×1570, 60×60.

Несомненным достоинством ФС «Волна» является ее пожаробезопасность. Огневые испытания, проведенные по специальной методике, показали, что фасадная система «Волна» не содержит материалов, поддерживающих горение, вызывающих распространение огня и выделяющих опасные вещества.

Расчетный срок службы фасадной системы «Волна» составляет не менее 50 лет, гарантийный срок — 10 лет.

Фасадная система «Волна» успешно применена при строительстве и реконструкции зданий в Сургуте, Ханты-Мансийске, Новосибирске, Красноярске, Владивостоке.



Госстрой России и РНТО строителей при информационной поддержке журналов «Строительные материалы», «Горный журнал», «Горная промышленность» и газеты «Строительный эксперт» проводят заседание круглого стола «Разработка обводненных месторождений нерудного сырья без водопонижения» (технология и оборудование).

Заседание состоится 28 мая 2003 г. в 10<sup>00</sup> в помещении РНТО строителей:  
Тел.: (095) 124-32-96, 124-09-00

Москва, Подсосенский пер., д.25  
E-mail: rifsm@ntl.ru

## **Наружная теплоизоляция фасадов с применением пенополистирола и тонкослойных штукатурок «Синтеко» и «Драйвит»**

После ужесточения требований к сопротивлению теплопередаче наружных ограждающих конструкций на строительном рынке стали востребованы энергосберегающие технологии для отделки фасадов. В настоящее время одной из наиболее популярных конструкций для утепления и отделки наружных стен является система скрепленной теплоизоляции. Это традиционный вид отделки, который предоставляет максимальную свободу архитектору при выборе цвета, фактуры и объемно-пластических решений. Применение этих технологий обусловлено тем, что они являются наиболее изученными и широко распространенными во всем мире.

В системах скрепленной теплоизоляции при правильно подобранной толщине утеплителя материал несущей конструкции стены всегда будет оставаться в сухом состоянии, так как точка росы будет вынесена в толщу утеплителя. Такая конструкция обеспечивает наиболее комфортные условия во внутренних помещениях здания. При этом практически отсутствует перепад температур между воздухом и внутренней поверхностью стены, обеспечивается нормальный пароперенос и отсутствует влага внутри самой стеновой конструкции. Конструкция обладает высокой тепловой однородностью, в ней практически отсутствуют мостики холода.

Первые здания в мире с применением наружной теплоизоляции с отделкой тонкослойной штукатуркой были построены в начале 60-х годов прошлого столетия и эксплуатируются от Саудовской Аравии до Аляски. К настоящему времени таким способом утеплены сотни тысяч зданий и десятки миллионов квадратных метров стен. В мире свыше 50% всех зданий строится с применением данной технологии.

При использовании в системах скрепленной теплоизоляции эффективных материалов может быть достигнуто любое требуемое приведенное сопротивление теплопередаче для любого типа зданий. Таким эффективным утеплителем является высококачественный фасадный пенополистирол марки ПСБ-С М25Ф производства ООО «Кнауф Гипс».

В случае применения в качестве декоративно-защитных слоев материалов, не содержащих цемента, например акриловых материалов Druvit американского производства, существенно улучшаются эксплуатационные характеристики системы в условиях крупных городов, страдающих от загрязнения воздуха. Морозостойкость системы повышается до 100 циклов, снижается скорость старения, увеличивается стойкость к ультрафиолетовому излучению.

### **Техническая характеристика системы «Драйвит»**

Толщина штукатурного слоя, мм	
защитно-декоративного .....	1,5–2
базового .....	3–4
Адгезия штукатурного раствора к основанию, МПа .....	1,3–1,5
Ударная прочность, кДж .....	4–6
Сопротивление паропроницаемости, Па·м <sup>2</sup> ·ч/мг .....	0,5
Долговечность, лет .....	не менее 30

Несколько лет назад НИИМосстроя, ГУ Центр «Энлаком» и компания ЗАО «ИНФОКОСМОС 2000» разработали и внедрили отечественную систему теплоизоляции с тонкослойными штукатурками «СИНТЕКО». В нее входят эффективный утеплитель пенополистирол специальной фасадной марки ПСБС-М25Ф, клей для приклеивания утеплителя «ИнфоТерм-К», армирующий клеевой состав «ИнфоТерм-Ш», декоративно-отделочный состав «ИнфоТерм-Ф».

Новые технологии, современное оборудование, применение специальных полимерных добавок обеспечило материалам, входящим в систему и выпускаемым на собственном производстве, свойства, присущие лучшим мировым аналогам.

### **Техническая характеристика системы «СИНТЕКО»**

Толщина защитно-декоративного штукатурного слоя, мм .....	3–3,5
Адгезия штукатурного раствора к основанию, МПа через 3 сут твердения .....	0,6–0,8
через 28 сут твердения .....	1–1,3
Морозостойкость, циклов .....	не менее 75
Ударная прочность, кДж .....	3–4
Сопротивление паропроницаемости, Па·м <sup>2</sup> ·ч/мг .....	0,5
Долговечность, лет .....	не менее 25

Пенополистирол фасадной марки ПСБС-М25Ф, прошедший полномасштабные огневые испытания в составе систем теплоизоляции «СИНТЕКО» и «Драйвит», поставляемых компанией ЗАО «ИНФОКОСМОС 2000», в настоящее время широко применяется нами при утеплении фасадов зданий в Москве и ряде регионов России. Суммарный объем его использования в вышеуказанных системах теплоизоляции составляет более 40% от общей площади утепления.

Одним из основных преимуществ применения пенополистирола как утеплителя является чрезвычайно благоприятное соотношение цена/качество. Себестоимость 1 м<sup>2</sup> стены, утепленной с применением пенополистирола, на 15–25% ниже аналога, выполненного с применением жесткой минераловатной плиты.

В ноябре 2002 г. в НИИСФ завершили испытания на долговечность системы наружного утепления «СИНТЕКО», где в качестве утеплителя был использован фасадный пенополистирол ПСБС-М25Ф. Всего было осуществлено 80 циклов замораживания-оттаивания образцов системы, что соответствует сроку службы системы не менее 40 лет.

Производителям и потребителям предстоит провести еще немало работы, чтобы пенополистирол занял подобающее ему место среди материалов для эффективных систем наружной теплоизоляции. Хотя сегодня уже можно с полной уверенностью сказать, что системы наружного утепления с тонкослойными штукатурками и пенополистиролом в качестве утеплителя — это не мода, а насущная необходимость. Это подтверждается устойчивым ростом объемов потребления фасадного пенополистирола на строительных объектах ЗАО «ИНФОКОСМОС 2000».

## Эффективный теплоизоляционный материал «Эволит-термо»

Потребность в теплоизоляционных материалах растет из года в год. Несмотря на довольно широкую номенклатуру теплоизоляционных материалов, потребность в них удовлетворяется не полностью. Поэтому продолжаются исследования, направленные на получение более эффективных универсальных теплоизоляционных материалов.

Особое место среди теплоизоляционных материалов занимают неорганические материалы ячеистой структуры, к которым относятся ячеистые автоклавные и неавтоклавные бетоны, пеностекло, стеклоперлитовые изделия, стеклопор и др. Эти материалы имеют ряд преимуществ перед органическими и органоминеральными теплоизоляционными материалами. Они не горючи, термостойки, имеют низкий коэффициент теплопроводности, высокую долговечность и сравнительно невысокую стоимость.

К такому классу материалов относится новый теплоизоляционный материал «Эволит-термо». Его получают самовспучиванием смеси, включающей жидкое стекло, кремнеземистые компоненты (кварцевый песок, золы, шлаки и др.), специальные добавки. Благодаря использованию недорогих, доступных компонентов стоимость материала невысока.

### Технические характеристики материала «Эволит-термо»

Средняя плотность в сухом состоянии, кг/м <sup>3</sup> . . . . .	150–400
Предел прочности при сжатии, МПа . . . . .	0,08–2
Предел прочности при изгибе, МПа . . . . .	0,04–0,4
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С) . . . . .	0,06–0,11
Диапазон рабочей температуры, °С . . . . .	–60 – +800

Сырьевая смесь из твердых компонентов готовится в виде состава, который достаточно перемешать с необходимым количеством жидкого стекла и воды, залить полученную смесь в форму или на изолируемый участок. Через некоторое время (5–15 мин) начинается саморазогрев смеси до температуры не менее 100°С, сопровождаемый интенсивным газообразованием и паровыделением, которые обеспечивают вспучивание и отверждение массы. Процесс заканчивается через 10–20 мин. Продолжительность вспучивания и отверждения можно регулировать.

В зависимости от состава кратность вспучивания составляет шесть и более раз. Особенно важно то, что экзотермический характер реакции позволяет получать материал при отрицательной температуре.

«Эволит-термо» может применяться в виде готовых изделий (плиты, скорлупы, полуцилиндры) или заливочной самовспенивающейся массы, приготавливаемой на объекте из сухой смеси и жидкого стекла. Перемешивание компонентов осуществляется в любых смесителях принудительного действия, предназначенных для приготовления растворов, а также в смесителях для приготовления красок. Небольшие количества заливочной смеси можно сделать с помощью дрели с установленной на ней мешалкой, как и другие растворы и шпаклевки из сухих смесей.

Изделия «Эволит-термо» можно завозить на объект в специальных контейнерах или упакованными на поддонах, обеспечивающих защиту от внешних повреждений и атмосферных осадков.

Основные области применения «Эволит-термо»:

- теплоизоляция трубопроводов, в том числе с высокой температурой теплоносителя;
- теплоизоляция плоских кровель;
- в качестве утеплителя в трехслойных ограждающих конструкциях заводского изготовления;
- в качестве теплоизоляционного слоя при монолитном возведении ограждающих конструкций;
- теплоизоляция наружных стен реконструируемых зданий старой постройки.

При использовании «Эволит-термо» для теплоизоляции трубопроводов необходимо учитывать, что материал может использоваться не только в виде готовых изделий соответствующих диаметров, но и в монолитном варианте в качестве самовспучивающейся смеси, заливаемой в съемную или несъемную опалубку. Конструкции тепло- и гидроизоляции трубопроводов должны проектироваться в соответствии с действующими нормативными документами и с учетом особенностей материала «Эволит-термо».

Для примера рассмотрим два варианта теплогидроизоляции трубопровода (рис. 1). Вариант А предусматривает следующую конструкцию:

- теплоизоляционный слой из материала «Эволит-термо» с плотностью 170–250 кг/м<sup>3</sup>, коэффициентом теплопроводности 0,07–0,08 Вт/(м·°С) при толщине слоя 120–160 мм в зависимости от температуры теплоносителя;
- кровельный слой, состоящий из армирующего элемента (армирующая металлическая сетка) с защитой от коррозии;

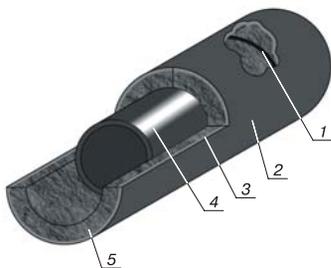


Рис. 1. Теплоизоляция трубопроводов: 1 – стяжка; 2 – кровельный слой; 3 – гидроизоляционный слой; 4 – труба; 5 – «Эволит-термо»

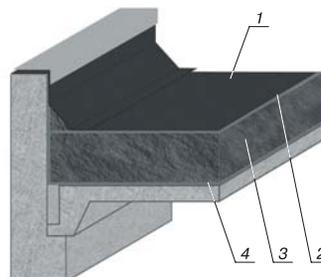


Рис. 2. Теплоизоляция плоских кровель: 1 – наплавляемое полимерное покрытие; 2 – выравнивающий армирующий слой; 3 – «Эволит-термо»; 4 – пароизоляция

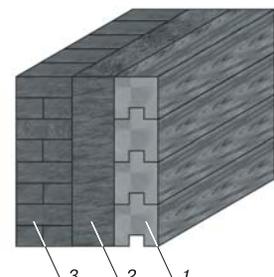
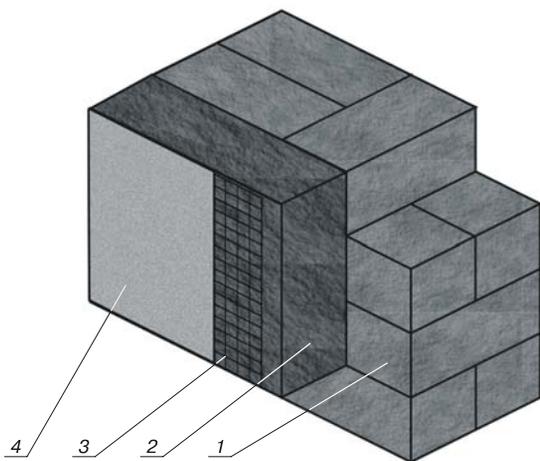


Рис. 3. Устройство гидроизоляции ограждающих конструкций: 1 – внутренняя деревянная стена; 2 – «Эволит-термо»; 3 – наружная кирпичная стена



**Рис. 4.** Система наружной теплоизоляции: 1 – несущая стена; 2 – «Эволит-термо»; 3 – штукатурная сетка; 4 – защитное декоративное покрытие

– защитный элемент в соответствии со СНиП 2.04.14–88 «Тепловая изоляция и оборудование труб», который может быть из стали тонколистовой (ГОСТ 14918–80) с покраской, стеклоцемента текстолитового, ровинга с покраской, холста из стеклокристаллического волокна из горных пород с защитной покраской эмалью.

Вариант Б предусматривает:

- теплоизоляционный слой тот же, что и в варианте А;
- покрывной слой из стеклоткани с эпоксидной промазкой (первый слой на основе эпоксидной шпаклевки, затем покраска эпоксидной эмалью нужного цвета).

Материал «Эволит-термо» является эффективным и надежным решением для теплоизоляции *плоских кровель*. Причем «Эволит-термо» в монолитном исполнении выгодно отличается от других теплоизоляционных систем. После самовспучивания и отверждения материал не требует дополнительного защитного покрытия, так как сам является достаточно твердым и жестким. Это снижает нагрузку на плиты перекрытия и уменьшает затраты на устройство кровли. При этом «Эволит-термо» легко обрабатывается, что позволяет создавать нужные уклоны.

После обработки теплоизоляционного слоя для придания поверхности однородной плотной структуры можно нанести смесь «Эволит-гидро» тонким слоем. После этого можно проводить работы по устройству гидроизоляционного ковра, используя при этом любые существующие на сегодняшний день типы кровельных материалов для плоских кровель.

Все расчетные величины для данной системы необходимо принимать на основе нормативных документов и характеристик используемого материала «Эволит-термо». На рис. 2 приведен пример устройства плоской кровли.

Увеличение теплозащитных свойств *ограждающих конструкций* является первостепенной задачей современного строительства и реконструкции зданий, особенно жилых.

Новое строительство с соблюдением современных требований по теплозащите возможно либо из трехслойных панелей с теплоизоляционным слоем при полносборном строительстве, либо также с теплоизоляционным слоем, возводимым монолитным способом. Многослойные конструкции стен наиболее широко используются в современном строительстве, так как эффективно сочетают в себе теплофизические, экономические и эстетические свойства.

Основой любой многослойной ограждающей конструкции является ее несущая часть, выполняемая из бе-

тона, кирпича, дерева, искусственного камня (керамические камни и кирпич, силикатный кирпич) и других материалов, толщина которой определяется лишь прочностными требованиями. Затем идет слой теплоизоляционного материала, его толщина диктуется теплофизическими требованиями. Наружный декоративно-защитный слой предохраняет утеплитель от воздействия атмосферных факторов и создает эстетический вид. Конструкция стены с применением «Эволит-термо» в качестве теплоизоляционного слоя обеспечивает хорошую паропроницаемость, естественный перенос влаги изнутри здания наружу.

Большинство технологий возведения многослойных стен монолитным способом предполагает раздельное устройство несущего, теплоизоляционного и защитного слоев. Технология монолитного утепления стен старой постройки с использованием материала «Эволит-термо» позволяет одновременно формировать теплоизоляционный и отделочный слой, увеличивая тем самым скорость строительства при снижении его стоимости. На рис. 3 и 4 приведены примеры устройства теплоизоляции с использованием «Эволит-термо».

Высокая адгезия материала «Эволит-термо» к любым поверхностям придает дополнительную прочность конструкции. Если в качестве защитного слоя проектом предусмотрен штукатурный раствор, устройство монолитного утепления производится при помощи скользящей опалубки. Штукатурные работы в этом случае необходимо проводить по штукатурной сетке.

Здесь приведены лишь основные области применения материала «Эволит-термо». Также материал можно применять как звукоизоляционный. Технология «Эволит-термо» предусматривает получение материалов с различной структурой от мелкоячеистой до крупнопористой. Последние могут служить звукопоглощающим материалом.

## ЭВОЛИТ-ТЕРМО

**НЕГОРЮЧИЙ, ЖАРСТОЙКИЙ, МИНЕРАЛЬНЫЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ**

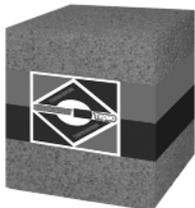
Сертификат соответствия № РОСС RU.СЛ65.Н00313 от 17.02.2003 г.

Уникальность данного материала состоит в возможности перенесения процесса его изготовления на строительную площадку, снизив тем самым накладные расходы, а также возможность выполнять теплоизоляционные работы горизонтальных и вертикальных конструкций монолитным способом.

Типичные объекты применения:

- теплоизоляция дымовых труб, трубопроводов, промышленного оборудования с температурой изолируемых поверхностей до 800°C;
- утепление ограждающих конструкций жилых, промышленных и общественных зданий (стены, покрытия, кровли).

Характеристики:	250	300	350	400
Плотность, кг/м <sup>3</sup>				
Прочность при сжатии/изгибе, МПа	0,2/0,15	0,5/0,3	0,7/0,4	1,2/0,6
Теплопроводность в сухом состоянии, Вт/(м·°C)	0,065	0,072	0,095	0,11
Кратность самовспучивания	8-10			
Время отверждения, мин	10-20			



## ЭВОЛИТ-ГИДРО

**СУХАЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННАЯ СМЕСЬ**

Сертификат соответствия № РОСС RU.СЛ16.Н00135 от 18.05.2000 г.

Гидроизоляционная смесь проникающего действия. Применяется в качестве защитного и изолирующего материала как с внешней стороны защищаемой поверхности, так и с внутренней. Может использоваться для защиты не только новых или строящихся зданий, но и для объектов, потерявших свои эксплуатационные характеристики.

Типичные объекты применения:

- подвалы и фундаменты;
- колодцы и подземные своды;
- канализационные системы, автостоянки и гаражи, плавательные бассейны, тоннели.

Характеристики:	W10
Марка по водонепроницаемости	не менее F 200
Марка по морозостойкости	не менее 2
Прочность сцепления, МПа	4
Предел прочности при сжатии, МПа	8
Предел прочности при изгибе, МПа	8



## СТРОЙЭВОЛЮЦИЯ

НОВЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Наш адрес: 105187, г.Москва, ул.Ткацкая, 46, офис 36  
Тел./факс: /095/ 369.09.94, 369.10.48  
www.evolut.ru E-mail: Evolit@mail.ru

## «Родипор» – новинка на российском рынке теплоизоляционных материалов

В настоящее время существует достаточно широкий спектр теплоизоляционных материалов. Каждый обладает своими особенностями.

Потребители в первую очередь обращают внимание на:

- теплозащитные качества материала;
- технологичность и простоту использования;
- доступность цены и экологичность.

В последние годы все большее место в ряду теплоизоляционных материалов занимают штукатурные составы. Одним из таких материалов является штукатурный материал «Родипор». Его эффективность в качестве теплоизоляции проверена временем, в том числе и в экстремальных климатических условиях, и подтверждена мониторингом зданий на протяжении 40 лет.

«Родипор» (Rhodipor Dammputz B) – это штукатурный теплоизоляционный материал, производимый в Германии.

Выпуск материала налажен на заводе «Родиус», который в 2003 г. отметил 175-летний юбилей. Основная продукция завода – это лакокрасочные материалы, абразивный инвентарь, сухие штукатурные смеси. После изобретения пенополистирола (ППС) завод «Родиус» одним из первых начал выпуск пенопласта высокого качества в виде плит для утепления зданий и упаковки.

В годы энергетического кризиса в Европе (60-е годы XX века) остро встал вопрос энергосбережения. Имея в своем распоряжении пенопласт и сухие строительные смеси, руководство завода поставило цель получения продукта в виде штукатурной массы с низким коэффициентом теплопроводности, как у пенопласта, и со способом нанесения, как обычной штукатурки. С 1955-го по 1960 годы шел интенсивный поиск состава материала, включающего пенопласт, цемент, известь и при этом обеспечивающего равномерную структуру штукатурной массы, не растрескивающуюся, не осыпавшуюся в процессе эксплуатации и выдерживающую множественные перепады температуры.

Научной группе сотрудников завода «Родиус» удалось создать материал «Родипор», который с 1965 г. активно применяется в жилищном и промышленном строительстве Германии, Норвегии, Швеции, Австрии, Швейцарии, Чехии, Израиля, ОАЭ, Саудовской Аравии, США, Японии, а с 2002 г. и в России. Только в Чехии в настоящее время утеплено порядка 10 млн м<sup>2</sup> муниципального жилья в рамках программы «Санация строений. Современные энергосберегающие технологии».



Высокая адгезия материала «Родипор» проявляется уже через несколько минут после приготовления

Теплоизолирующий материал «Родипор» активно применяется не только в традиционно холодных странах, таких как Финляндия, Швеция, Норвегия, но и в странах с продолжительным жарким климатом – Объединенных Арабских Эмиратах, Саудовской Аравии, Израиле.

Материал «Родипор» имеет некоторые отличительные свойства:

- высокую адгезию к основанию;
- низкое водопоглощение;
- не деформируется и не разрушается длительное время;
- малую массу, не оказывающую существенной нагрузки на фундамент;
- высокую паропроницаемость;
- низкий коэффициент теплопроводности;
- долговечность;
- возможность использования снаружи и внутри помещений;
- хорошие характеристики пожарной безопасности;
- хорошие шумоизолирующие свойства;
- удобство в применении, пластичность, технологичность;
- удобство хранения и транспортировки;
- возможность использования для утепления полов, ванных комнат, бассейнов, труб горячего и холодного водоснабжения;
- экологичность.

### Технические характеристики материала «Родипор»

Теплопроводность, Вт/(м·К) . . . . .	0,063
Коэффициент диффузии . . . . .	≤10
Коэффициент водопоглощения, кг/м <sup>2</sup> ·ч <sup>0,5</sup> . . . . .	2
Огнестойкость . . . . .	B1, G1, D1
Насыпная плотность сухой смеси, кг/м <sup>3</sup> . . . . .	190
Плотность свежеуложенного раствора, кг/м <sup>3</sup> . . . . .	340
Плотность затвердевшего раствора через 28 сут твердения на воздухе, кг/м <sup>3</sup> . . . . .	235
Прочность при сжатии, Н/мм <sup>2</sup> . . . . .	0,5

В состав материала «Родипор» входят: ППС (около 75%), цемент, известь и специальные добавки, оптимизирующие переработку.

Для приготовления рабочего раствора содержимое мешка – 14 кг затворяют водой в количестве 12,5–14 л в зависимости от температуры и влажности воздуха.

Приготовление рабочего раствора производится при помощи ручного миксера (дрель с насадкой) или в штукатурном агрегате (как правило, на крупных объектах).

Из 14 кг сухого раствора получается 72–75 л рабочего раствора. Нанесение материала возможно вручную по правилам проведения штукатурных работ или с помощью штукатурной машины марки PFT G-4. Работы можно производить при температуре не ниже 5°C.

Минимальная толщина штукатурки составляет 20 мм, однако за один проход можно наносить слой толщиной до 50–60 мм. Если расчетная толщина штукатурки более 50 мм, то нанесение производится в два и более слоев. Материал «Родипор» может использоваться в качестве самостоятельного теплоизолирующего материала или в составе фасадной системы утепления зданий «Родитерм».



Применение материала «Родипор» возможно не только при возведении зданий, но и при реконструкции старых сооружений

**Система теплоизоляции фасадов «Родитерм»** включает смесь «Родипор», штукатурную выравнивающую смесь на клеевой основе, водоотталкивающий грунт и финишную декоративную минеральную штукатурку на клеевой основе, предварительно окрашенную в нужный цвет. Фасадная система характеризуется высокой адгезией к несущей стене и имеет длительный срок эксплуатации.

Высокие теплозащитные качества, технологичность, простота в использовании – вот основные преимущества материала «Родипор». Слой материала «Родипор» толщиной 5 см по теплопроводности соизмеримы с теплопроводностью 36 см красного пустотелого кирпича или 50 см силикатного кирпича.

В промышленном и гражданском строительстве использование системы утепления и отделки фасадов

«Родитерм» гарантирует качество на долгие годы и эстетичный, современный облик здания с эффектом энергосбережения. В России материал применяется уже с 2002 г. и хорошо зарекомендовал себя при реконструкции объектов в Москве и др.

Вся система теплоизоляции «Родитерм» полностью сертифицирована для применения в жилищном и промышленном строительстве в России. Испытания проведены в ОС «Моспромстройсертификация».

Дополнительно проведены контрольные испытания основных показателей теплоизолирующего материала «Родипор» в лабораториях Ростовского государственного строительного университета (Ростов-на-Дону), кафедры теплофизики Нижегородского строительного университета (Нижегород) и др.

ДОБЫЧА, ОБРАБОТКА, ПЕРЕРАБОТКА, ПРИМЕНЕНИЕ ПРИРОДНОГО КАМНЯ

**ЭКСПОКАМЕНЬ EXPOSTONE**

**24-27  
ИЮНЯ  
JUNE  
2003**

**4-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА  
«ЭКСПОКАМЕНЬ-2003»**

**Россия, Москва  
Всероссийский Выставочный Центр  
Павильон № 69**

Дирекция: Москва, Нахимовский пр-т, 24  
тел.: (095) 127-3881, 120-6211  
e-mail: [expostroy@expostroy.ru](mailto:expostroy@expostroy.ru)  
[www.expostroy.ru](http://www.expostroy.ru)

**2003**

**EXPOSTONE**

**Родипор**

*теплоизоляционная штукатурная смесь*

- « Эффективна
- « Универсальна
- « Удобна в работе
- « Пожаробезопасна
- « Экологична

**rhodipor**  
**Dämmputz B**

Inhalt 75 l

**ЗАО «ДЛХ Трейд»**  
Тел.: (095) 915-7161, 915-5119, 298-0760  
E-mail: [mail@dlh.ru](mailto:mail@dlh.ru)

*Традиционный немецкий материал теперь в России!*

## Новые имена на рынке строительных материалов

Продукция ОАО «Термостепс-МТЛ» хорошо известна не только в Самарской области, но и далеко за ее пределами. Внедрение прогрессивных технологий позволяет предприятию изготавливать современные материалы, предназначенные для тепловой изоляции зданий и сооружений, различных промышленных установок, аппаратуры, трубопроводов, холодильников и транспортных средств.

За свою почти полувековую историю предприятие накопило значительный опыт производства теплоизоляционных материалов. Вначале это была минеральная вата и войлок. Затем в процессе расширения ассортимента освоено производство шлаковаты, потом в перечень производимой продукции вошли перлитцементные плиты и перлитовый песок. Предприятие работало стабильно, большое внимание постоянно уделялось качеству выпускаемых изделий. И усилия заводчан не пропали даром. В 1975 г. продукция нашего завода был присвоен государственный Знак качества.

С началом социально-экономических преобразований в стране стало очевидно, что дальнейшее использование старых технологий бесперспективно. Стремительное повышение цен на все виды ресурсов вывело рациональное использование природных ресурсов в разряд не только экологических, но и актуальных экономических проблем. Внедрение новых строительных технологий для возведения современного жилья предусматривало основатель-

ное утепление зданий. Для этих целей были необходимы теплоизоляционные материалы нового качества.

Следует отметить, что требования, предъявляемые к изоляции, во все времена диктовались условиями ее применения. Например, срок службы шлаковаты ограничен 7–12 годами. Поскольку в прежние времена утеплению жилых зданий уделялось меньше внимания, то шлаковата в основном использовалась для теплоизоляции коммуникаций промышленного производства. Трубы были рассчитаны на эксплуатацию тоже примерно в течение 9–12 лет, а затем их меняли, как и изоляцию.

В 1994 г. в процессе акционирования предприятие получило статус открытого акционерного общества и стало называться «Термостепс-МТЛ».

В 2000 г. завод вошел в состав крупного холдинга, и было принято решение об оснащении предприятия современными технологическими линиями. Был разработан проект реконструкции, найдены необходимые средства (собственные и кредитные). И в уже в 2001 г. состоялся пуск первой линии по производству теплоизоляции с использованием принципиально новой для России технологии, основанной на применении тонкого базальтового волокна.

Как известно, утеплители на основе базальта – магматической горной породы – отличаются долговечностью, термической и химической стойкостью. Кроме того, базальты в отличие от других вулканических

пород обладают низкой вязкостью при высокой температуре. Прочностные характеристики этого утеплителя в 1,5–2 раза выше по сравнению с аналогичными изделиями, выпускаемыми по традиционной технологии. Он экологически чист, не содержит вредных искусственных примесей.

В настоящее время наша линия по производству теплоизоляционного материала считается одной из самых высокотехнологичных в Европе. Ее производительность в сутки составляет 1,5 тыс. м<sup>3</sup>. Сырье используется отечественное из Первоуральска, Кемерово, Петрозаводска и других регионов.

Главным достоинством новой линии стал плавильный агрегат нового поколения – коксогозовая вагранка отечественной разработки. Сырьевая шихта расплавляется при температуре 1500°C. Производительность агрегата до 5 т расплава в час. Для повышения экологической безопасности предусмотрены установки дожига СО, система очистки отходящих газов и многое другое.

Через центрифугу расплав подается в горизонтальную камеру волоконноосаждения, где происходит его орошение компонентами связующего. По транспортеру сформированное волокно попадает в маятниковый раскладчик, который придает ему вертикальную ориентацию, что существенно улучшает однородную плотность ковра и его внутреннюю структуру, а следовательно, повышает теплоизоляционные свойства. Транспортером ковер подается на гофрировщик-подпрессовщик, предназначенный для придания ему волнистой структуры.

После прохождения этого участка минераловатный ковер попадает в камеру полимеризации, имеющую существенные отличия от аналогов. По мере продвижения в ней минераловатного ковра направление воздуха, максимальная температура которого составляет 300°C, меняется 4 раза. Благодаря этому происходит полная полимеризация связующего.

После этого происходит формирование изделия. Обрезаются кромки, и материал либо сворачивается в рулоны, либо раскраивается на плиты. Часть продукции, получившей название ТЕРМО, упаковывается в

Таблица 1

Наименование	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	
		$\lambda_A$	$\lambda_B$
ТЕРМО плиты мягкие	35	0,038	0,044
	50	0,037	0,043
ТЕРМО СЛОЙ плиты полужесткие	60	0,037	0,043
	70	0,036	0,041
ТЕРМО БАРЬЕР плиты жесткие	80	0,035	0,04
	100		
	120	0,036	0,041
140			
ТЕРМО ЩИТ плиты сверхжесткие	150	0,037	0,043
	175	0,039	0,045
	200		

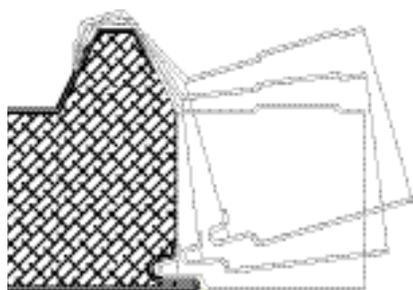


Рис. 1. Схема соединения кровельных панелей

Наименование	Толщина, мм	Приведенное сопротивление теплопередаче, $R_0$ , м <sup>2</sup> ·°С/Вт	Предел огнестойкости ГОСТ 30247–94	
			ПСБ	ПКБ
ТЕРМОПАНЕЛЬ монолит ПСБ (стеновая)	50	0,95	ПСБ	ПКБ
	80	1,52		
	100	1,9	EI 90	RE 30
ТЕРМОПАНЕЛЬ монолит ПКБ (кровельная)	120	2,3	EI 150	RE 30
	150	2,8	EI 180	RE 30
	200	3,8	EI 180	RE 30

Таблица 3

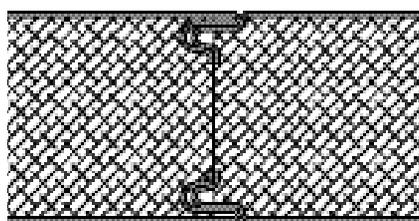


Рис. 2. Пазогребневая конструкция замка стеновых панелей

Наименование показателей качества покрытия	Методы испытаний	Показатели качества полимерного покрытия
Адгезия (прочность сцепления), баллы	ГОСТ 15140–78	Не более 1
Прочность при обратном ударе, кгс/см <sup>2</sup>	ГОСТ 4765–73	50–100
Эластичность по Эриксену, мм	DIN 53156	Не менее 6
Прочность при изгибе на 180°	ГОСТ 25706	Не более 2 Т
Твердость по карандашу	ЕССА Т <sub>4</sub>	F-H-2H
Блеск, %	ЕССА Т <sub>2</sub>	30–40
Атмосферостойкость, ч	ЕССА Т <sub>8</sub>	Не менее 500

термоусадочную пленку и отправляется на склад готовой продукции, другая часть поступает на линию производства сэндвич-панелей марки ТЕРМОПАНЕЛЬ. Основные характеристики теплоизоляционных материалов ТЕРМО приведены в табл. 1.

Линия по производству сэндвич-панелей была запущена на предприятии вслед за основной. Сэндвич-панели представляют собой многослойные строительные конструкции полной заводской готовности, не требующие дополнительной отделки, готовые к монтажу при любых погодных условиях.

Сэндвич-панели ТЕРМОПАНЕЛЬ находят широкое применение в строительстве промышленных зданий, зданий и сооружений общественного и бытового назначения, спортивных сооружений, производственных и складских помещений. В зависимости от назначения они подразделяются на стеновые и кровельные (табл. 2).

ТЕРМОПАНЕЛЬ представляет собой два профилированных листа толщиной 0,5–0,8 мм из оцинкованной стали, нержавеющей стали или алюминия с полимерным покрытием и слоем утеплителя ТЕРМО между ними. Огнестойкая базальтовая изоляция ТЕРМО обеспечивает высокую огнестойкость и долговечность панелей.

В замке панелей использована двойная пазогребневая конструк-

ция, обеспечивающая влагонепроницаемость соединения (рис. 1 и 2).

Линия, выпускающая ТЕРМОПАНЕЛЬ, оборудована автоматами контроля качества. Ее проектная мощность позволяет производить до 2 млн м<sup>2</sup> сэндвич-панелей в год.

В 2002 г. на предприятии запущена в эксплуатацию автоматизированная линия по окрашиванию оцинкованного листа (ТЕРМОКОЛОП). Полимерное покрытие служит для дополнительной защиты металла от коррозии. Процесс нанесения полностью автоматизирован, и контроль качества осуществляется на каждом этапе технологической цепочки.

Стальная лента проходит стадии предварительной обработки, фосфатации, грунтования, и только после этих операций наносится защитное полимерное покрытие широкой цветовой гаммы.

Продукция выпускается в строгом соответствии с условиями применения и требованиями заказчика. Полимерные покрытия могут быть различной устойчивости к ультрафиолетовому излучению, температуре, агрессивным средам и механическим повреждениям (табл. 3).

Одним из наиболее распространенных покрытий оцинкованного стального листа является полиэстер. Это покрытие обладает хорошей атмосферо- и коррозионноустойчивостью. Благодаря своим характеристикам по цветостойкости и

пластичности полиэстер может быть использован практически в любой климатической зоне.

Для наружного применения, например при изготовлении кровли, предпочтительнее использовать покрытие «Пурал» на основе полиуретана.

Проектная мощность третьей линии – около 20 тыс. т в год. Планируется, что половина произведенной на третьей линии продукции будет использоваться для изготовления сэндвич-панелей и столько же поступит на реализацию.

Следуя своим традициям, предприятие успешно внедрило многоступенчатую систему контроля качества. Вся выпускаемая продукция успешно прошла сертификационные испытания на соответствие ГОСТам, требованиям пожарной безопасности, санитарно-эпидемиологическим, радиационным требованиям и др.

До начала инвестиций средств в новое производство специалисты компании провели анализ рынка этой продукции. Оказалось, что в 2001 г. в России было изготовлено около 6 млн м<sup>2</sup> сэндвич-панелей и все они были востребованы. В предстоящие два года, по нашим подсчетам, потребность в этой продукции в стране возрастет почти вдвое. И мы не только готовы задействовать свою линию на полную проектную мощность, но и поставить вторую подобную линию для обеспечения строительного рынка столь необходимой продукцией.

## Опыт производства эффективных минераловатных утеплителей ОАО «АКСИ»

ОАО «АКСИ» (бывший Челябинский завод жестких минераловатных плит) известен с 1980 г. как самый крупный производитель минераловатных плит повышенной жесткости. Его проектная мощность составляла 200 тыс. м<sup>3</sup> в год. Завод в своем составе имел четыре технологические линии СМТ-194.

С 1993 г. за счет собственных средств на предприятии проводится техническое перевооружение. В настоящее время производство ППЖ-200 ведется на двух технологических линиях, и одна линия переоборудована на выпуск прошивных матов с различными видами обкладок (металлической сеткой, стеклотканью и др.).

С 1999 г. на предприятии запущена в эксплуатацию итальянская автоматизированная технологическая линия фирмы «ТЕКИНТ», позволяющая производить широкую гамму плит различной плотности и назначения (рис. 1). В настоящее время ОАО «АКСИ» выпускает почти всю номенклатуру минераловатных изделий.

Несмотря на неблагоприятное положение с инвестициями в области производства утеплителей, наше предприятие из года в год наращивает выпуск минераловатных утеплителей и в 2002 г. произвело 810,3 м<sup>3</sup> продукции в пересчете на условную вату.

Сейчас можно уверенно заявить, что изделия предприятия по своим теплофизическим и механическим свойствам не уступают изделиям зарубежных фирм, а по цене ниже в 1,5–2 раза.

Определяющая роль в повышении качественного уровня продукции отводится минеральному волокну и синтетическому связующему. Согласно ГОСТ 4640–93 минеральная вата ОАО «АКСИ» по своим физико-механическим показателям соответствует:

- по диаметру волокна виду ВМТ;
- по модулю кислотности типу А.

Работа над рецептурой многокомпонентной шихты на основе базальтовых пород позволила увеличить Мк до 1,6 и выше, что соответствует вате типа А, и существенно повысить водостойкость ваты; довести средний показатель рН до 3,3, следовательно, увеличить ее долговечность.

В последнее время большое внимание уделяется применению техногенного сырья, например доменных шлаков для производства минеральной ваты. Существует мнение, что минеральная вата, изготовленная из расплава природного, более долговечна, чем минеральная вата, изготовленная из расплава, содержащего техногенное сырье. На наш взгляд, это мнение глубоко ошибочно и было навязано импортерами минераловатного утеплителя

в период становления рынка в России. Задача состоит в том, чтобы набрать необходимое количество соответствующих оксидов, обеспечивающих высокий модуль кислотности, и в конечном счете не важно, за счет каких составляющих эти оксиды попадают в вату, так как все материалы проходят стадию плавления.

Конечно, выбор техногенного сырья требует осторожного подхода. Например, металлические включения нарушают процесс волокнообразования, а повышенное содержание оксидов титана увеличивает температуру плавления и т. д. Поэтому, когда мы слышим сочетание «базальтовая вата», то это, как правило, рекламный трюк, хотя базальтовая вата существует и получается при производстве ультратонкого волокна.

Высокий модуль кислотности в сочетании с оптимальными характеристиками расплава и параметрами многовалковой центрифуги обеспечили получение более длинного волокна со средним диаметром 4–5 мкм, содержанием неволоконистых включений 3,5%. Вата из волокон такого диаметра соответствует виду ВМТ, плотность ее при удельной нагрузке  $98 \pm 1,5$  Па составляет 45 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность при 25°C – 0,035 Вт/(м·К).

До 2002 г. в качестве синтетического связующего применялась карбамидоформальдегидная смола ти-



Рис. 1. Автоматизированная линия по производству минераловатных изделий «АКСИ»



Рис. 2. Вся готовая продукция упаковывается в термоусадочную пленку и на складах предприятия хранится только в контейнерах

Таблица 1

Наименование	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Водопоглощение, % мас., не более	Сжимаемость, %	Прочность при сжатии при 10%-ной деформации, МПа	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)					Коэффициент паропроницаемости, мг/м·ч·Па	Температура применения, °С
					при температуре, °С			при условиях эксплуатации			
					10	25	125	А	Б		
<b>Плиты минераловатные</b>											
Мягкие											
П-75	до 75	10	6–7,5		0,032	0,035	0,049	0,041	0,044	0,49	400
Полужесткие											
П-100	50–100	10	4,2–5		0,033	0,036	0,05	0,041	0,045	0,48	400
П-125	101–125	10	3,2–3,7		0,033	0,037	0,052	0,042	0,045	0,46	400
Жесткие											
П-150	126–150	10	1,5–3		0,033	0,037	0,052	0,046	0,049	0,44	400
П-150 ПП	126–150	10	0,5–2		0,033	0,037	0,052	0,046	0,049	0,44	400
П-175	151–175	10	1,2–2,9		0,033	0,037	0,052	0,046	0,049	0,42	400
Повышенной жесткости											
ППЖ-150	125–175	10		0,05	0,035	0,039		0,048	0,052	0,042	250
ПФ	150–190	10		0,07	0,037	0,041		0,049	0,053	0,42	
ППЖ-200	175–225	10		0,1	0,038	0,042		0,050	0,054	0,42	250
<b>Маты прошивные теплоизоляционные</b>											
М1 – М5	85–110		25		0,032	0,036	0,05	0,041	0,045	0,48	до 700
<b>Вата минеральная на основе базальтовых пород</b>											
ВМТ	до 50				0,031	0,035	0,049	0,041	0,044	0,5	1000

Таблица 2

Вид изделий	Область применения
П-75	Ненагруженная тепло- и звукоизоляция строительных конструкций всех типов зданий. Теплоизоляция промышленного оборудования, тепловых сетей, магистральных нефте- и газопроводов, технологических трубопроводов промышленных предприятий при температуре изолируемой поверхности –60 – +400°С
П-100; П-125	Теплоизоляция с несущей нагрузкой 5–8 кН/м <sup>2</sup> ограждающих конструкций всех типов зданий, легких ограждающих конструкций каркасного типа. В качестве теплоизоляционного слоя трехслойных облегченных стен из кирпича, керамзито-бетонных, газобетонных и др. блоков в малоэтажном строительстве. Теплоизоляция промышленного оборудования и резервуаров при температуре изолируемой поверхности –60 – +400°С
П-125	Теплоизоляция вентилируемых фасадных конструкций. В качестве теплоизоляционного слоя трехслойных стеновых панелей типа «сэндвич»
П-150; П-175	Теплоизоляция с несущей нагрузкой 20–30 кН/м <sup>2</sup> вертикальных, горизонтальных и наклонных ограждающих конструкций всех типов зданий. В качестве теплоизоляционного слоя трехслойных облегченных стен из кирпича, керамзитобетонных, газобетонных и др. блоков в малоэтажном строительстве. Теплоизоляция промышленного оборудования и резервуаров при температуре изолируемой поверхности –60 – +400°С
П-150 ПП	В качестве теплоизоляционного слоя при производстве конструкций «Петропанель»
П-175	В качестве теплоизоляционного слоя в трехслойных стеновых и кровельных панелях типа «сэндвич». Теплоизоляция плоской кровли из профилированного настила или железобетона
ППЖ-150; ПФ; ППЖ-200	Теплоизоляция с несущей нагрузкой до 100 кН/м <sup>2</sup> строительных конструкций, в том числе стеновых панелей, перекрытий и покрытий, выполненных из профилированного настила или железобетона без устройства выравнивающего слоя и дополнительной цементной стяжки. Наружная теплоизоляция фасадов с последующим оштукатуриванием или устройством защитного слоя. Тепло-, звуко- и противопожарная изоляция в судостроении
М1 – М5	Теплоизоляция строительных конструкций, зданий, сооружений и промышленного оборудования при 180 – +700°С. Тепло- и противопожарная изоляция конструкций, трубопроводов, воздухопроводов, котлов, бойлеров и др. Тепло- и звукоизоляция ограждающих конструкций и перегородок всех видов в малоэтажном деревянном строительстве. Теплоизоляция холодильных камер
ВМТ	Производство теплоизоляционных, звукоизоляционных и звукопоглощающих изделий. Теплоизоляция в строительстве и промышленности при температуре изолируемой поверхности до +1000°С. Теплоизоляция реакторов в кислородном производстве



**Рис. 3.** Широкий ассортимент готовой продукции удовлетворит практически любые запросы потребителей

па КС-11, с 2002 г. используются только более водостойкие малотоксичные фенолоформальдегидные смолы СФЖ 3102 производства Уральской химической компании и «Авалон» Тюменского завода пластмасс.

Более высокий уровень качества минеральной ваты в сочетании с применением фенолоформальдегидных смол позволил существенно улучшить качество изделий, полу-

чить стабильные показатели по прочности и сжимаемости. Тонковолокнистая вата при малом содержании неволокнистых включений обеспечивает низкую теплопроводность изделий.

Все плитные изделия «АКСИ» гидрофобизированы и имеют стабильное водопоглощение до 10%. Высокий модуль кислотности, хорошая водостойкость волокна, использование фенолоформальдегидных смол, низкое водопоглощение существенно увеличивают долговечность минераловатного утеплителя «АКСИ».

Использование фенолоформальдегидных смол в сочетании с высоким качеством волокна дало возможность кардинально снизить содержание органических веществ в плитах, например для ППЖ-200 с 8 до 4,5% и тем самым уменьшить концентрацию вредных веществ, выделяющихся из них в процессе эксплуатации. Все минераловатные изделия «АКСИ» негорючи.

Вся продукция «АКСИ» упаковывается в термоусадочную пленку. Внутри предприятия внедрена контейнеризация изделий, что совместно с упаковкой способствует их лучшей сохранности при перевозке, складировании и хранении (рис. 2).

Изделия «АКСИ» имеют гигиенические заключения, сертификаты пожарной безопасности и сертификаты соответствия.

Целенаправленная работа по повышению качества позволила предприятию производить продукцию по заявкам потребителей, удовлетворять почти все их требования, в том числе и по типоразмерам, и обеспечить все многообразие строительных конструкций и объектов качественной тепловой изоляцией (рис. 3).

Номенклатура продукции «АКСИ» в общем виде и ее основные характеристики представлены в табл. 1.

В 2002 г. АО «Теплопроект» разработало рекомендации по применению с альбомом технических решений «Теплоизоляционные изделия «АКСИ» в ограждающих конструкциях зданий и сооружений». Рекомендуемые области применения приведены в табл. 2.

Учитывая большой опыт работы по выпуску минераловатного утеплителя, солидные производственные мощности, высокие качественные показатели изделий и рекомендации к применению, у ОАО «АКСИ» есть все предпосылки для успешной работы на рынке России и ближнего зарубежья.

## НЕГОРЮЧАЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ

### Плиты .....

- ППЖ-200    ■ П-100    ■ П-150
- П-75        ■ П-125    ■ П-175

### Маты прошивные

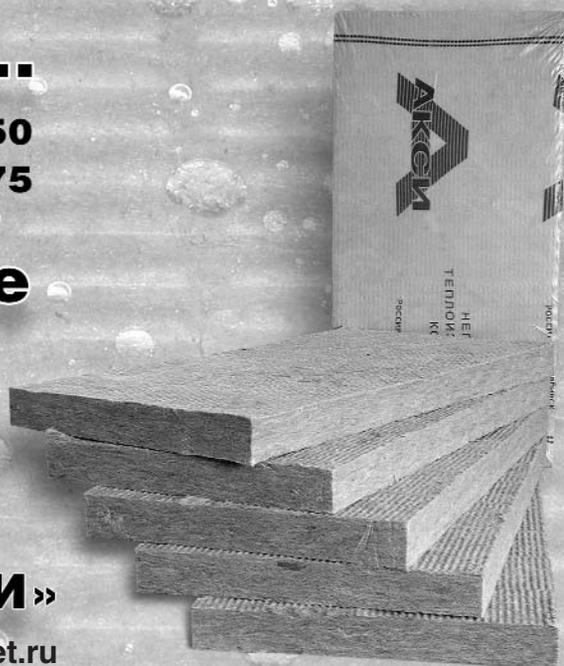
- без обкладки
- на стеклосетке
- на стеклоткани
- на металлической сетке

**ЗАО ТОРГОВЫЙ ДОМ «АКСИ»**

[www.aksiural.ru](http://www.aksiural.ru)

[aksi@chel.surnet.ru](mailto:aksi@chel.surnet.ru)

Телефон: (3512) **72.82.70, 72.79.32, 74.43.47, 72.07.23**



## Нетканые льносодержащие изоляционные материалы для строительства

В современных условиях развития экономики остается приоритетным решение задач совершенствования теплоэффективных материалов для строительства. Проблемам экологической чистоты строительных материалов в последнее время уделяется значительное внимание, так как это непосредственно связано со здоровьем человека.

Помимо экологической чистоты, теплофизических и акустических характеристик теплозвукоизоляционные материалы должны быть пожаробезопасными, иметь стабильные свойства в процессе эксплуатации.

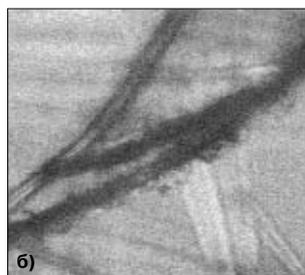
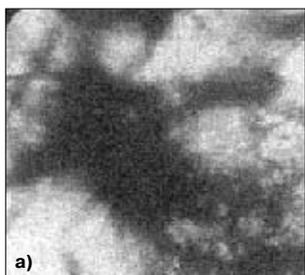
Оригинальность структур нетканых материалов позволяет наилучшим образом удовлетворить комплекс требований, предъявляемых к изоляционным материалам. Анализ информационных источников показал, что данному направлению уделяется значительное внимание производителями Финляндии, Словакии, США, Германии.

Применение натуральных волокон позволило развить новое поколение экологически чистой изоляции в строительстве на основе конопляного, сезалевого, кокосового, льняного волокон.

Лен — исконно русская культура — является одним из важнейших видов отечественного волокнистого сырья для текстильной промышленности. Ресурсы льноволокна в России составляют более 50 тыс. т, из которых только 25% пригодны для выработки тканей и трикотажа. Остальные 75% приходится на короткий лен, не используемый для изготовления традиционной текстильной продукции. Таким образом, использование короткого льноволокна для производства нетканых изоляционных материалов имеет большое значение с точки зрения ресурсосбережения и, как показали исследования, технологически оправданно.

Проведенные испытания нетканых материалов одинаковых толщин из различного волокнистого сырья в НИИСФ показали, что использование льняного волокна в структуре теплозвукоизоляционного материала значительно повышает акустические свойства. Это объясняется уникальностью свойств льна, которых нет ни у одного натурального волокна, даже у хлопка.

Известно, что льняные материалы способны отводить тепло как во влажной, так и в сухой среде, то есть оказывать благоприятное воздействие при начинающемся перегреве. Они отражают практически весь спектр ультрафиолетового излучения и создают в помещениях полезный для человека микроклимат, повышают комфортность за счет снижения напряженности полей статического электричества. Это обусловливается отсутствием скопления электростатического заряда у льна. Имея высокие прочностные характеристики, лен обладает антисептическими и противогнилостными свойствами.



В связи с тем, что одним из основных требований, предъявляемых к строительным материалам, является их пожаробезопасность, в НИИИМ проведены работы по созданию огнестойких льносодержащих изоляционных материалов.

Достижение этой цели возможно следующим образом:

- получение теплозвукоизоляционных нетканых материалов толщиной до 20 мм путем обработки специальными составами суровых полотен;
- получение изоляционных материалов толщиной 20–50 мм путем придания огнестойких свойств натуральным и химическим волокнам до формирования волокнистого холста.

После обработки огнестойкими составами биостойкость льна ухудшается, поэтому потребовалась их дополнительная защита с помощью бактерицидных препаратов. Полиэфирные волокна обладают высокой устойчивостью к воздействию микроорганизмов, как в суровом виде, так и после обработки огнестойкими составами. Следовательно, введения бактерицидных препаратов для их обработки не требуется.

Проведенные исследования позволили получить волокна льна, которые не горят при температуре 400°C и устойчивы к воздействию микроорганизмов.

С помощью метода световой микроскопии получена достоверная картина процесса горения льносодержащего нетканого полотна. В результате контакта материала с огнем получается тонкая пленка из расплава волокон, продуктов горения и расплава кристаллов антипирена (смесь), обволакивающая волокна, которые остаются не расплавленными и не сгоревшими, в том числе и те, которые остались не покрыты веществом или покрыты очень тонким слоем. Так происходит защита волокон от дальнейшего горения.

Для выполнения функции защиты не обязательно полное и равномерное покрытие всех волокон в материале антипиренами. Достаточно локального покрытия и не для всех типов одинакового.

На рисунке представлена картина поражения микроорганизмами не обработанных (а) и обработанных (б) огнебиостойкими составами нетканых льносодержащих полотен. Оценка грибостойкости образцов производилась по ГОСТ 9.802–84 в баллах. Образец, полученный из необработанных волокон, соответствует 5 баллам, а образец, полученный из обработанных волокон, соответствует 3 баллам.

В результате проведенных исследований получены изоляционные материалы со следующими свойствами:

Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup> . . . . .	700–1300
Толщина, мм . . . . .	20–50
Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> ·с . . . . .	200–500
Устойчивость к воздействию открытого пламени при t = 400°C (продолжительность воздействия 4 мин) . . . . .	негорюч
Коэффициент звукопоглощения при частоте 4000 Гц	
полотно 800 г/м <sup>2</sup> . . . . .	0,95
полотно 1300 г/м <sup>2</sup> . . . . .	0,7
Устойчивость к воздействию микроорганизмов по методике фирмы «Фиат»	
наличие плесени . . . . .	не обнаружено
по ГОСТ 9.802–84, балл . . . . .	3
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К) . . . . .	0,037–0,044

## **Разработка и опыт применения керамических огнеупорных материалов, стойких к агрессивным расплавам стекол**

В настоящее время наблюдается резкий всплеск производства теплоизоляционных материалов на основе минеральной ваты и базальтового волокна.

Основой таких производств, как правило, являются ванны стекловаренные печи различных конструкций. Минераловатные и базальтовые расплавы исключительно агрессивны. Традиционная футеровка стекловаренной печи, выполненная из плавнелитых бакоровых огнеупоров, разрушается в этих расплавах через 6–8 мес. В связи с этим одним из существенных мероприятий по снижению затрат при производстве минераловатных и базальтовых теплоизоляционных материалов является продление кампании печей.

На основании анализа реальных условий эксплуатации и лабораторных исследований стеклоустойчивости различных огнеупорных материалов в НТЦ «Бакор» разработан ряд керамических огнеупорных материалов [1–4] для дифференцированного использования в качестве конструктивных элементов в различных зонах стекловаренных печей.

На Дмитровском заводе теплоизоляционных изделий малая печь производства базальтовой ваты производительностью 20 кг/ч, работающая в непрерывном режиме при  $T = 1550^{\circ}\text{C}$ , была целиком выполнена из огнеупора хромалюмоциркониевого состава ХАЦ-Т ( $\text{Cr}_2\text{O}_3 - 31,5\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 - 33,5\%$ ;  $\text{ZrO}_2 - 18\%$ ) взамен высокоглиноземистой футеровки. Применение этих огнеупоров позволило увеличить кампанию печи с 2 мес до 1,5 лет при значительном улучшении качества базальтовых нитей.

На Норильском заводе «Тисма» для выработки базальтового волокна эксплуатируется ванная стекловаренная печь с электроподогревом площадью 48 м<sup>2</sup>, выложенная огнеупорами американской фирмы «CORHART».

Хромосодержащие огнеупоры, разработанные и поставленные НТЦ «Бакор», полностью обеспечили четырехлетнюю кампанию печи и имели меньший износ, чем американские огнеупоры. В настоящее время завод полностью перешел на использование в своих печах огнеупоров производства НТЦ «Бакор».

На Тамбовском заводе теплоизоляционных материалов «ИЗОРОК» кампания ванной печи площадью 63 м<sup>2</sup> для варки минерального расплава, выложенной (по рекомендации немецкой фирмы «МАТ») из бакора и муллита, не превышала 3 месяцев. По рекомендации НТЦ «Бакор», переливной порог печи был выполнен из хромосодержащего огнеупора ХКТ-30 (содержание  $\text{Cr}_2\text{O}_3 - 30,1\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 - 68\%$ ), а выстилка влетов горелок – из огнеупора ХАЦ-30Т (содержание  $\text{Cr}_2\text{O}_3 - 31,5\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 - 33,6\%$ ,  $\text{ZrO}_2 - 18,1\%$ ,  $\text{SiO}_2 - 12,9\%$ ). После года эксплуатации рекомендованные огнеупоры имели незначительный (5–7%) износ. По результатам этого эксперимента Тамбовским заводом «Изорок» было принято решение о полной замене футеровки ванной печи на хромосодержащие огнеупоры.

На Ульяновском заводе теплоизоляционных изделий окружка бассейна регенеративной ванной печи площадью 48 м<sup>2</sup>, производительностью 2–3 т/ч для производства минерального волокна была выложена из хромокорунда. Печь эксплуатируется с августа 2002 г. до настоящего времени. Используемый до этого электроплавильный бакор выходил из строя через 1,5–2 мес. Аналогичные про-

блемы были решены на заводе «Тизол» (г. Нижняя Тура) и «Тисма» (Тюмень).

На основании выполненных исследований и практического опыта применения хромосодержащих огнеупоров в минераловатном и базальтовом производстве НТЦ «Бакор» разработал рекомендации по использованию этих огнеупоров при производстве минераловатных волокон.

Большой объем исследований был проведен НТЦ «Бакор» по разработке технологий высокохромистых керамических огнеупоров для футеровки ванн стекловаренных печей в производстве стекловолокна из бесщелочного стекла – так называемого стекла «Е» с содержанием  $\text{SiO}_2 - 54\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 - 14,5\%$ ;  $\text{MgO} - 4-4,5\%$ ;  $\text{CaO} - 16,5-18\%$ ;  $\text{V}_2\text{O}_5 - 8-10\%$ ;  $\text{F} - 0,2-1\%$ . Стекло «Е» является тугоплавким и высоковязким, что заставляет вводить в шихту мышьяк и плавиковый шпат. Все это повышает агрессивность стекломассы. Ранее для футеровки этих печей использовались высокохромистые огнеупоры немецкой фирмы «ДЮКО» и американской «CORHART». При разработке технологии высокохромистых огнеупоров за базу сравнения были взяты технические характеристики изделий этих фирм. Испытания проводились в печи с дисилицидмолибденовыми нагревателями в динамическом режиме (вращение образцов в расплаве стекла при  $T = 1500^{\circ}\text{C}$ , скорость вращения образцов 20 об/мин). Продолжительность испытаний – 16 ч. Разогрев печи и испытываемых образцов, расположенных в печи над тиглем с расплавом, проводили со скоростью  $100^{\circ}\text{C}/\text{ч}$ . По достижении температуры  $1500^{\circ}\text{C}$  образцы опускали в расплав и приводили во вращение с указанной скоростью. После испытаний образцы извлекались из расплава и охлаждались вместе с печью со скоростью  $100^{\circ}\text{C}/\text{ч}$ .

Для определения коррозии огнеупора оценивали глубину проникновения расплава в структуру огнеупора с помощью микрорентгеноспектрального анализа (МРСА) на микроанализаторе ХА-8600. Установлено, что коррозия хромосодержащих огнеупоров в расплавах базальта и стекла марки «Е» составляет 0,001–0,005 мм/сут. Аналогичные результаты получены на американских образцах.

По результатам систематических испытаний установлено, что изменения линейных размеров, контролируемых микрометром, и деформации образцов не замечены.

На основании лабораторных и опытно-экспериментальных работ были проведены опытно-промышленные испытания высокохромистых керамических огнеупоров на действующих предприятиях производства стекловолокна:

- на Ступинском заводе стеклопластиков для печи регенеративного типа по выпуску стеклошариков ШСБ-7,5, площадью 40 м<sup>2</sup> и производительностью 15 т/сут был выполнен проток, арка влета, выстилка дна и стен рабочей зоны ванной печи. После 3 лет эксплуатации печь была остановлена на холодный ремонт. Высокохромистые огнеупоры производства НТЦ «Бакор» практически не имели износа и были оставлены на вторую кампанию;
- на Уфимском заводе по производству стекловолокна (ЗАО «Стеклонит») из высокохромистых огнеупоров, изготовленных НТЦ «Бакор», была выполнена окружка бассейна ванной печи и проток. По прошествии 3 лет эксплуатации отмечен незначительный износ футеровки;

— на Новгородском заводе стекловолокна проведены испытания щелевых камней, выполненных из высокохромистых огнеупоров. Полугодовые испытания показали их высокие эксплуатационные качества.

В настоящее время кладка ванн печей производства стекловолокна систематически осуществляется из высокохромистых огнеупоров производства ЗАО «НТЦ «Бакор».

Учитывая высокую агрессивную и термическую стойкость разработанных хромосодержащих огнеупоров, они были испытаны на заводе «Велор» в условиях агрессивного воздействия в ваннах фриттоварочных печах в наиболее изнашиваемой ее части — сливном лотке. Проблема заключалась в том, что эксплуатируемый до этого лоток, выполненный из плавленного БК-37, разрушался через 1,5 месяца. Изготовленный НТЦ «Бакор» лоток хромокорундового состава выдержал эксплуатацию в течение года, и в настоящее время эта проблема на заводе решена.

Весьма эффективно во фриттоварочных печах показали себя бадделеитокорундовые керамические огнеупоры.

На Воронежском керамическом заводе для футеровки вращающихся фриттоварочных печей использовался высокоглиноземистый огнеупор производства Семилукского огнеупорного завода. После 7 дней эксплуатации футеровка выходила из строя и требовался капитальный ремонт печи. После замены высокоглиноземистого огнеупора на бадделеитокорундовый керамический огнеупор производства НТЦ «Бакор» межремонтный период печи был увеличен до 3 месяцев. Аналогичные результаты получены на Кучинском керамкомбинате.

На плиточном производстве Оскольского металлургического комбината при ремонте ванной фриттоварочной печи бадделеитокорундовые керамические огнеупоры были установлены на устье и внутренней части колодца отходящих газов печи, где огнеупоры подвержены наибольшей коррозии и износу из-за наличия агрессивной среды отходящих газов и высокой температуры ( $T = 1250\text{--}1300^\circ\text{C}$ ). Кампания печи продлена с 90 до 162 суток.

На наш взгляд, весьма перспективным и интересным для стекольных предприятий является опыт применения термостойких бадделеитокорундовых керамических огнеупоров (БКТ). На заводе «Флайдерер-Чудово» плиты из БКТ длиной более 800 и толщиной до 100 мм использовались для перекрытия фидерного канала и эксплуатировались более 4 лет. Для тех же целей аналогичные плиты использовались на Ступинском и Уфимском заводах стеклопластиков. На Гомельском стекольном заводе плитами из БКТ была осуществлена выстилка рабочего ряда дна ванной печи.

Преимущества бадделеитокорундовых керамических изделий перед плавленнолитыми в первую очередь заключается в их значительно более высокой термостойкости, возможности изготовления изделий толщиной менее 75 мм и отсутствии усадочных раковин в изделиях.

ЗАО «НТЦ «Бакор» накоплен значительный опыт по разработке и применению коррозионно- и термостойких керамических огнеупоров для стекловаренных печей. В настоящее время идет расширение производственной базы НТЦ «Бакор», в результате чего появится возможность более полно удовлетворять потребности предприятий, имеющих в своем производстве стекловаренные печи.

#### Список литературы

1. Красный Б.Л., Журавлев С.А. Некоторые экспериментальные данные о формировании огнеупоров в системе  $\text{Cr}_2\text{O}_3\text{--Al}_2\text{O}_3$  по керамической технологии // Новые огнеупоры. 2002. № 1. С. 102–105.
2. Патент RU. № 2172726. МКИ C04B 35/12. 2001.
3. Патент RU. № 2172727. МКИ C04B 35/482. 2001.
4. Патент RU. № 2196118. МКИ C04B 35/12, 35/482, 35/106. 2003.



**БАКОР**

**Многолетний опыт  
производства  
и применения  
коррозионно-стойких  
огнеупоров**

**хромоксидных  
хромкорундовых  
цирконокорундовых  
муллитокорундовых  
бадделеитокорундовых  
хромалоциркониевых**

для службы в наиболее ответственных  
и изнашиваемых участках футеровок печей  
на контакте с расплавами стекла и базальта  
для производства минерального волокна.

Использование огнеупоров НТЦ «БАКОР» позволяет  
увеличить рабочую кампанию печи до 3–4 лет  
в зависимости от типа, конструкции печи  
и характеристик расплава.

**Размеры, конфигурацию  
и физико-химические  
показатели изделий  
определяет заказчик!**

142171  
Московская обл.,  
г. Щербинка, ул. Южная, 17

Отдел маркетинга:

Телефон: (095) 359 86 61, (967) 67 22 10  
Факс: (095) 940 90 64

Приемная: (095) 940 90 62, 359 86 60, (967) 67 22 09

Для звонков из Москвы и Московской области: (27) 67-22-10

# ISOVER

## готов предложить



## рынку больше

Компания «Сан-Гобэн ИзOVER» входит в международный концерн Saint-Gobain со штаб-квартирой во Франции и составляет основную часть продукции с заводов в Финляндии.

Концерн Saint-Gobain – мировой лидер в стекольной промышленности и крупнейший в мире производитель минераловатной изоляции, входит в первую сотню промышленных групп мира. В 2001 г. объем продаж концерна составил 30,4 млрд EUR.

В состав концерна входит более тысячи компаний из 46 стран мира, общее количество занятых составляет 173 тыс. человек. Теплоизоляционные материалы производятся на 30 заводах в 19 странах Европы, а также в США, Бразилии, Аргентине и Китае.

Компания Saint-Gobain Isover Oy – крупнейший в Финляндии производитель тепло- и звукоизоляционных материалов из стекловолокна. Осуществляет поставки в Россию, Прибалтику, Украину, Белоруссию и Казахстан.

В своем бизнесе Saint-Gobain Isover Oy придерживается принципов постоянного совершенствования продукции и бережного отношения к окружающей среде.

Имеет сертификаты соответствия качества организации производства ISO 9001 и системы экологического менеджмента ISO 14001.

В конце лета 2003 г. компания «Сан-Гобэн ИзOVER» – один из крупнейших в России поставщиков минераловатной теплоизоляции – планирует запустить первый в России завод по производству теплоизоляционных материалов на основе стекловолокна ISOVER мощностью 1,5 млн м<sup>3</sup> изделий в год. Строительство завода ведется в подмосковном г. Егорьевске. Общий объем инвестиций составит 30 млн EUR.

На первом этапе завод будет выпускать мягкую теплоизоляцию, затем линия будет переоборудована на выпуск жесткой стекловаты. За первой очередью последует вторая – в 2005 г. будет введена в строй еще одна линия мощностью 1,5 млн м<sup>3</sup>, затем третья такой же мощности. К 2007 г. общая производительность завода составит 4,5 млн м<sup>3</sup> изделий на основе стекловолокна.

Строительство завода обусловлено постоянно растущим объемом продаж. В 2001 г. фирма «Сан-Гобэн ИзOVER» реализовала 1,5 млн м<sup>3</sup> изделий из стекловолокна, а в 2002 г. – 1,7 млн м<sup>3</sup>. К 2007 г. компания планирует существенно увеличить рыночную долю, поэтому сбыт продукции будет обеспечен.

Утвердившись в статусе российского производителя, фирма «Сан-Гобэн ИзOVER» получит возможность участвовать в специальных программах российского строительного комплекса. Более того, имея собственное производство в Подмоскowie, компания сможет более оперативно реагировать на требования рынка и строить взаимоотношения с покупателями.

Компания «Сан-Гобэн ИзOVER» предлагает теплоизоляционные материалы на основе стеклянного и базальтового волокон, а также экструдированный пенополистирол



Для профессионального строительного сообщества появление завода ISOVER безусловно означает, что в ближайшие 1,5–2 года расширится выбор высококачественной изоляции и улучшится общая ситуация на рынке, так как компании-производители будут прикладывать все больше усилий для продвижения своей продукции. Топ-менеджеры компании «Сан-Гобэн ИзOVER» небезосновательно рассчитывают, что при цивилизованной конкурентной борьбе продукция с торговой маркой ISOVER будет иметь успех, так как фирма «Сан-Гобэн ИзOVER» известна не только высокими стандартами производства, но и гибкой маркетинговой политикой.

### Все лучшее для изоляции

За 10 лет работы в России компания «Сан-Гобэн ИзOVER» стала одной из ведущих на рынке теплоизоляционных материалов. Марка ISOVER завоевала популярность не только среди профессиональных строителей, но и среди частных застройщиков главным образом благодаря высокому качеству материалов из стекловолокна.

Несмотря на то что у потребителей сложилась устойчивая ассоциация ISOVER – стекловолокно, в 2001 г. компания вывела на рынок целую серию продуктов на основе базальтового волокна. И стала практически единственной, кто в настоящее время предлагает максимально широкий выбор изделий для тепло- и звукоизоляции. Это теплоизоляционные материалы на основе стеклянного и базальтового волокон и экструдированный пенополистирол. Экструдированный пенополистирол марки STYROFOAM компания поставляет, являясь официальным дистрибьютором американского концерна Dow Chemical.

Такая позиция позволяет компании предлагать спектр изделий, с помощью которых можно эффективно решать задачи по теплоизоляции в каждом конкретном случае. Функциональность плюс высокое качество – в этом и состоит уникальность материалов ISOVER.

Сохраняя лидирующие позиции на рынке стекловолокна, компания «Сан-Гобэн ИзOVER» поставляет продукцию трех видов:

- строительная теплоизоляция ISOVER;
- техническая изоляция ISOTEC для изоляции трубопроводов и инженерного оборудования;
- акустические потолки и стеновые панели ECOPHON.



#### Теплоизоляция различных конструкций

- 1 – Скатная кровля  
**ISOVER KT-11 TWIN, RKL или ISOVER KL-E, VKL**
- 2 – Мансарда  
**ISOVER KL-E или KT-11 TWIN**
- 3 – Плоская кровля  
**ISOVER OL-K или DACHOTERM**
- 4 – Стены и перегородки  
**ISOVER KL-E**
- 5 – Межэтажные перекрытия  
**ISOVER OL-FLO** против ударного шума
- 6 – Оштукатуренный фасад  
**ISOVER OL-E или FASOTERM, POLTERM**
- 7 – Внешняя стена с вентилируемым зазором  
**ISOVER KL-E, RKL или VENTITERM**
- 8 – Пол и фундамент  
Экструдированный пенополистирол **STYROFOAM**
- 9 – Трубопроводы и нагревательное оборудование  
цилиндры **ISOTEC KK-AL**  
Фольгированные маты **KIM-AL**
- 10 – Камин  
Сетчатые маты **KOVM-8257-Alu**

### Есть задача – найдется марка

Строительная изоляция представлена более чем двадцатью марками от легких мягких до жестких плотных изделий. Каждая марка предназначена для утепления тех или иных элементов зданий в соответствии со своими теплотехническими характеристиками.

Наиболее популярными являются легкие материалы – рулоны ISOVER KT-11 TWIN и плиты ISOVER KL-E. На них приходится основная доля продаж всей продукции ISOVER, что неудивительно, поскольку эти материалы имеют самую широкую сферу применения. Они используются там, где изоляция не испытывает нагрузки, – в обрешетке, для изоляции перегородок, полов, межэтажных перекрытий. Кроме того, эти материалы широко применяются для изоляции скатных крыш. В этом случае их комбинируют с более жесткими ветрозащитными плитами из стекловолокна или с мембранами типа «Изоспан», «Славич», Тувек и т. д.

Группа ветрозащитных материалов представлена марками RKL, RKL-A, RKL-EJ, VKL. Плиты RKL покрыты с обеих сторон стеклохолстом, RKL-A и RKL-EJ с одной стороны – стеклохолстом, и с другой – гидроветрозащитной мембраной Тувек. Эти изделия предназначены для теплоизоляции полов, потолков, стен мансардных помещений в комбинации с легкими материалами. Более жесткие плиты марки VKL используют для ликвидации «мостиков холода».

Для внешнего утепления зданий компания «Сан-Гобэн ИзOVER» предлагает марки OL-A, OL-E и OL-P, которые применяют в системах теплоизоляции фасадов с воздушным зазором, с толстослойной штукатуркой по стальной армирующей сетке, а также в качестве теплоизоляционного слоя в трехслойных бетонных и железобетонных стеновых панелях.

Для утепления плоских крыш предназначены плиты большей плотности – марки OL-KA, OL-LA, OL-YK. Эти плиты имеют не только высокую плотность, но обладают и значительной прочностью при сжатии – 35–60 кПа. Благодаря этому в процессе монтажа гидроизоляционный ковер и инженерное оборудование можно устанавливать, не рискуя повредить утеплитель.

В начале 2003 г. ЦНИИПРОМЗДАНИЙ разработал альбом технических решений по применению материалов ISOVER в плоских крышах, который включает изоляционные материалы не только на основе стекловолокна, но и на основе базальтового волокна.

### Новые материалы – новые объекты

Материалы из базальтового волокна фирма «Сан-Гобэн ИзOVER» поставляет на российский рынок уже 1,5 года. Эти изделия предназначены прежде всего для утепления плоских крыш и наружных стен зданий. В основном их применяют в системах вентилируемых фасадов и в системах скрепленной теплоизоляции фасадов, в которых теплоизоляционный слой защищается слоем штукатурки.

В системах вентилируемых фасадов используют материалы VENTITERM и VENTITERM PLUS. Материал VENTITERM PLUS облицован стеклохолстом, что улучшает его ветрозащитные свойства и позволяет использовать двухслойное утепление в сочетании с мягкими плитами KL-E.

Для утепления стен с оштукатуриванием компания предлагает материалы FASOTERM PF и FASOTERM NF. Особенность последних заключается в том, что они представляют собой плиты, состоящие из полос (ламеллей), и предназначены для утепления криволинейных и ломаных поверхностей (эркеры, пилястры и т. д.).

Группа материалов для теплоизоляции крыш – самая многочисленная и включает три марки под общим названием DACHOTERM. Плиты марки DACHOTERM S применяют в основном при однослойной теплоизоляции крыш. При двухслойной изоляции в качестве верхнего слоя используют плиты DACHOTERM G, нижнего – DACHOTERM SL.

Новая продукция ISOVER уже успела зарекомендовать себя в строительном комплексе. Управление стандартизации, технического нормирования и сертификации Госстроя рекомендовало материалы VENTITERM и VENTITERM PLUS для использования в системе вентилируемых фасадов «Диат». С применением новых материалов ISOVER построены такие объекты, как комплекс зданий Управления по налогам и сборам, таможенный терминал во Внуково, здания Комплекса перспективного развития Москвы, новое здание МВД, ряд административных зданий в различных округах столицы.

Вся продукция ISOVER сертифицирована и имеет технические свидетельства Госстроя РФ.

*Владимир Бацагин,  
Юлия Ермакова*

[www.isover.ru](http://www.isover.ru)

**ISOVER**

ЗАО «Сан-Гобэн ИзOVER»  
123022, Москва, 2-я Звенигородская ул., 13, корп. 15  
Тел.: (095) 775-1510 (многоканальный)  
Факс: (095) 775-1511

ЗАО «Сан-Гобэн ИзOVER Северо-Запад»  
198103, Санкт-Петербург, Лермонтовский пр-т, 44  
Тел.: (812) 327-5660  
Факс: (812) 251-7165

**SAINT-GOBAIN  
ISOVER RUSSIA**

Г.М. ПОГРЕБИНСКИЙ, канд. техн. наук, Сибирская автомобильно-дорожная академия,  
Г.И. ИСКОРЕНКО, главный инженер, В.П. КАНЕВ, зам. директора,  
КСМ АО «Омский бекон» (Омск)

## Гранулированное пеностекло как перспективный теплоизоляционный материал

Ведущая тенденция в современном строительстве заключается в сочетании энергоэффективности возводимых зданий с их долговечностью. Эта тенденция выявила важное противоречие в практике проектирования и строительства, заключающееся в том, что наибольшее термическое сопротивление ограждающих конструкций достигается при использовании пенопластов, основными недостатками которых являются: горючесть, пониженная теплостойкость [1], а также старение, свойственное полимерам, особенно термопластичным. Имеет значение воздействие грызунов на некоторые пенопласты, например на пенополистирол, что требует специальной конструктивной защиты теплоизоляционного слоя.

Сумма указанных факторов снижает долговечность стен и покрытий сравнительно с несущими конструкциями. Получается, что долговечность разных элементов здания неодинакова. Это особенно важно в связи с переходом жилищного строительства от преимущественно крупнопанельного, со сроком эксплуатации не более 60 лет, на преимущественно каркасное, в основном из монолитного железобетона, долговечность которого достигает 150 лет. Более перспективными при этом становятся теплоизоляционные материалы минерального происхождения.

Оптимальное сочетание высокого термического сопротивления ограждающих конструкций с долговечностью всех элементов здания достигается при использовании блочного и гранулированного пеностекла. К достоинствам пеностекла относятся: высокое сопротивление теплопередаче, негорючесть, термостабильность до 450°C, биостойкость против бактерий, плесени и грызунов, шумопоглощение, водо- и кислотостойкость, свойственная стеклу высокая долговечность, экологическая чистота, возможность использования и утилизации дешевого местного промышленного и бытового отхода — стеклобоя.



Рис. 1

Пеностекло выпускают двух видов — блочное и гранулированное. Блочное пеностекло вспенивают в огнеупорных формах, расположенных в один ряд, преимущественно в зонированных тоннельных печах. После обжига (вспенивания) блоки подвергают достаточно длительному отжигу в специальных печах с многоступенчатым понижением температуры. Полученные блоки распиливают на заданные размеры, причем брак самих блоков и отходы при распиловке составляют от четверти до трети объема выпускаемой продукции. Все это обуславливает высокую стоимость блочного пеностекла, которое тем не менее обладает существенным достоинством — штучные блоки и плиты удобно укладывать в строительные конструкции.

Специалисты Лузинского комбината строительных материалов ОАО «Омский бекон» и кафедры дорожного и строительного материаловедения СибАДИ разработали технологический процесс и его аппаратное оформление технологической линии по производству гранулированного пеностекла (ГПС). Накопленные за 15 лет опыт и усовершенствования зафиксированы в документах Роспатента [2, 3].

ГПС представляет собой зернистый материал из белых пористых шариков правильной формы (рис. 1), которые изготавливают из стеклобоя с добавками путем вспенивания при обжиге [4].

### Техническая характеристика ГПС

Насыпная плотность ГПС, кг/м <sup>3</sup> , не более	200
Средняя плотность гранул, кг/м <sup>3</sup>	345
Пористость гранул, %	86
Межзерновая пустотность ГПС, %	42
Теплопроводность в насыпи при 20°C, Вт/(м·°C)	0,06–0,068
Водопоглощение по объему, %	1,7–4
Предел прочности при сжатии в цилиндре, МПа	0,5–1,1
Диаметр гранул, мм	5–30
Коэффициент формы гранул	1,1–1,28
Морозостойкость по потере массы, циклов	15

Основным сырьем для производства ГПС служит тонкомолотый бой строительного, тарного (для пищевых продуктов и напитков) и экологически безопасного технического стекла, а газообразователем — природные карбонаты. При производительности цеха 7 тыс. м<sup>3</sup> в год требуется 1,56 тыс. т стеклобоя, сбор которого на предприятиях, стройках, в магазинах и на базах поощряется экологическими службами.

Линия производства ГПС с общей численностью персонала 14 человек работает в три смены и размещается в цехе размером 12×84 м. Аппаратное оформление процесса выполнено в основном на базе серийно выпускаемого технологического и транспортного оборудования с незначительной его реконструкцией.

Технологический процесс производства гранулированного пеностекла осуществляется следующим образом (рис. 2).

Стеклобой доставляют на заводской склад сырья 1 автомобильным транспортом, а затем фронтальным по-

грузчиком 2 подают в приемный бункер 3 измельчителя стеклобоя 4. После предварительного измельчения и дозировки ящичным питателем 5 он поступает в моечно-сушильный барабан 6. Мойку производят водой, распыляемой механическими форсунками. Сушат стеклобой горячим воздухом, отходящим от ленточно-сетчатой сушилки 14. Промытый и высушенный стеклобой подают в бункера-накопители 7. Над транспортирующим конвейером установлен электромагнитный сепаратор для извлечения металлических включений.

Из бункеров-накопителей стеклобой поступает в весовой дозатор 8, а затем через поворотную воронку с желобом 9 – в шаровые мельницы 10. Карбонатный газообразователь берут из расходных бункеров, взвешивают и загружают в шаровые мельницы для совместного помола до удельной поверхности 5000 см<sup>2</sup>/г. Затем сырьевую смесь направляют в бункера-накопители 11, откуда она поступает в расходный бункер с дозатором 12.

Из расходного бункера дозированную шихту подают на тарельчатый гранулятор 13, куда для улучшения гранулирования через механическую форсунку добавляют раствор жидкого стекла с помощью центробежного насоса. Конечная влажность полученных окатышей 15–17%.

Сырые окатыши после грануляции перемещают в ленточно-сетчатую сушилку 14 и сушат до влажности 1–1,5% горячим воздухом с температурой до 300°С. Высушенные и приобретшие некоторую прочность окатыши направляют в бункера-накопители сухих сырцовых гранул 16. Горячий воздух для ленточно-сетчатой сушилки образуется в теплогенераторе 15, работающем на природном газе или мазуте. Из бункеров-накопителей окатыши ленточным питателем направляют на вибросито 17. После отсева дробленки их подают во вращающуюся печь вспенивания 18, оборудованную газовой или мазутной горелкой 19. Вспенивают окатыши в температурном интервале 790–840°С при продолжительности пребывания гранул в печи 8–10 мин. Одновременно с сырцовыми гранулами в печь вспенивания загружают разделяющую присыпку – мелкий речной песок, чтобы предотвратить их слипание.

Вспененные гранулы по пересыпной тече поступают во вращающийся барабан отжига 20, где они медленно охлаждаются и упрочняются. На выходе из барабана отжига присыпку отсеивают, а охлажденное гранулированное пеностекло направляют в бункера готовой продукции.

Гранулированное пеностекло пользуется высоким спросом на строительном рынке и успешно применяется для утепления полов, покрытий, при колодезной кладке стен и во всех случаях, когда нужна засыпная теплоизоляция. Так построено уже несколько многоэтажных домов силами Омского треста № 5, жилой квартал в районном центре Азово, выполнена теплоизоляция холодильных камер крупнейшей в России промышленного холодильника для ОАО «Омский бекон», утепление подземных резервуаров для нефти. ГПС может быть использовано в сооружениях оборонного назначения и др.

ГПС опробуют для сбора нефти, разлитой на поверхности воды и на земле. Пористая поверхность гранул обволакивается нефтью, которая почти не впитывается из-за преобладания замкнутых пор в гранулах и вязкости нефти. Благодаря хорошей плавучести гранулы легко собираются с поверхности разлитой нефти, регенерируются при 200°С и могут применяться повторно.

Ведутся разработки по изготовлению на основе гранулированного пеностекла плит, блоков, скорлуп и других изделий на различных долговечных связующих.

В проекты монолитных жилых домов, намеченных к строительству в Омске и Омской области, ТПИ «Омскгражданпроект» закладывает применение в ограждающих конструкциях гранулированного пеностекла и изделий из него.

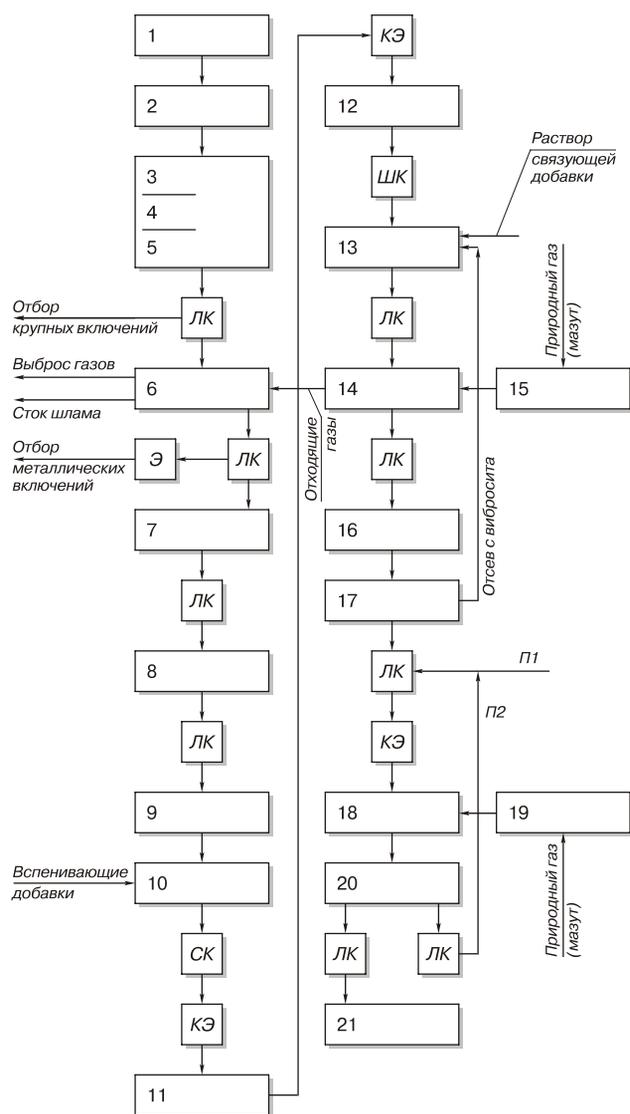


Рис. 2. Технологическая схема процесса производства гранулированного пеностекла. Конвейеры: ЛК – ленточный, СК – скребковый, ШК – шнековый. Ковшовый элеватор – КЭ. Электромагнитный сепаратор – Э. Присыпки: П1 – свежая, П2 – возвратная

В настоящее время ГПС в два-три раза дешевле блочного. Ожидается, что с началом массового выпуска штучные изделия из гранулированного пеностекла по технологичности применения сравняются с блочным пеностеклом.

Сравнительно простая, менее энерго-, топливо- и металлоемкая технология, обеспечивающая очень высокую ( $\pm 5\%$ ) стабильность насыпной плотности и других свойств, повышает конкурентоспособность гранулированного пеностекла.

#### Список литературы

1. Энциклопедия «Стройиндустрия и промышленность строительных материалов». М.: Стройиздат, 1996.
2. Искоренко Г.И., Канев В.П., Погребинский Г.М. Комплексная технологическая линия производства гранулированного пеностекла из стеклобоя. Свидетельство Роспатента на полезную модель № 10169 от 16.06.99.
3. Искоренко Г.И., Канев В.П., Погребинский Г.М. Способ изготовления гранулированного пеностекла из стеклобоя. Патент Роспатента на изобретение № 2162825 от 10.02.01.
4. ТУ 5914-001-00643867–94 «Гранулированное пеностекло».

И.Ф. ШЛЕГЕЛЬ, директор, П.Г. ГРИШИН, В.Е. МИРОШНИКОВ, М.Ю. СТЕПАНОВ, Г.В. ТИТОВ, И.В. ВОЙЦЕЦУК, конструкторы Института Новых Технологий и Автоматизации промышленности строительных материалов (ООО «ИНТА-СТРОЙ», Омск)

## Линия обжига кирпича ШЛ-320

При проектировании Комплекса ШЛ-300 производительностью 20 тыс. м<sup>3</sup> кирпича (10 млн шт. условного кирпича в год) было принято решение использовать для обжига шахтные печи, отличающиеся удивительной экономичностью [1].

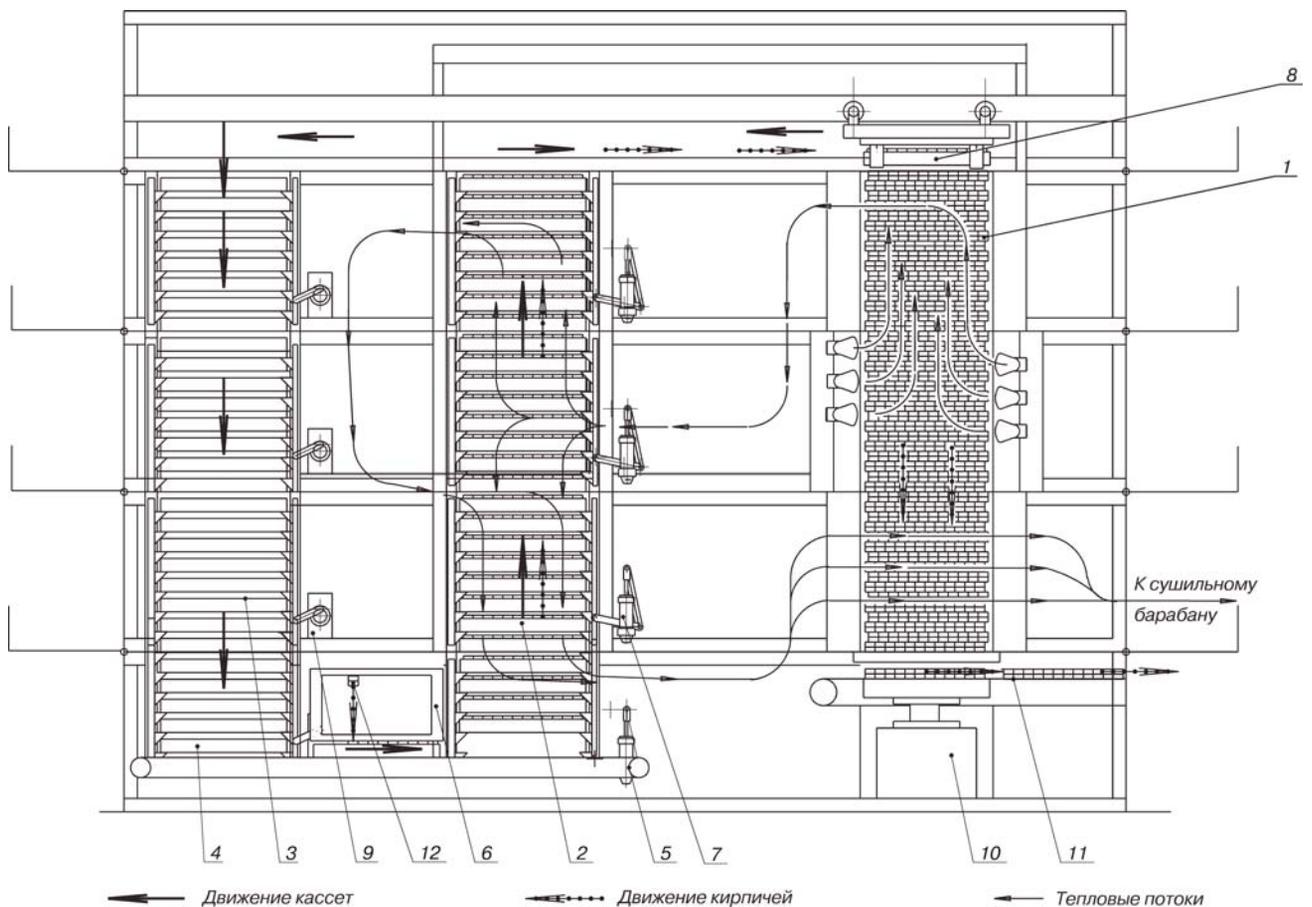
В промышленности накоплен достаточный опыт применения шахтных печей — для выплавки чугуна, для обжига извести [2] и т. п., но в кирпичной отрасли сделаны только первые шаги в этом направлении. В России в начале 90-х годов были построены три печи, две из которых работали на угле, одна — на газе. Из-за перестроечной неразберихи эти печи в настоящий момент не работают, но их недолговременная эксплуатация выявила колоссальное преимущество шахтных печей — удельный расход топлива составил около 100 г на 1 шт. кирпича, тогда как в лучших тоннельных печах расход условного топлива составляет не менее 160 г на один кирпич, а по российской кирпичной промышленности средний расход составлял около 300 г условного топлива на один кирпич.

Если учесть, что затраты на обжиг составляют примерно 40% от объема затрат на производство кирпича, то применение шахтных печей на 20–25% снижает себестоимость кирпича.

Кроме того, шахтные печи обеспечивают высокое качество обжига, что связано с равномерностью распределения температур по сечению канала. Однако в построенных шахтных печах не был решен основной вопрос современных технологий: загрузка печей производилась вручную, а выгрузка с применением ручных или механических снижателей с дальнейшей ручной перекладкой кирпича.

Задача автоматизированной загрузки сырца и выгрузки кирпича решена при разработке линии обжига кирпича ШЛ-320, в которой также реализована общая концепция комплекса ШЛ-300:

- модульное выполнение агрегатов;
- минимизация времени монтажа и пусконаладки;
- максимальная автоматизация всех процессов;



Линия обжига кирпича ШЛ-320

— транспортабельность крупноблочных модулей.

Линия ШЛ-320 состоит из пяти модулей, устанавливаемых при монтаже друг на друга. При этом площадки обслуживания шарнирно закреплены на металлоконструкции и при перевозке являются частью упаковки модуля.

При монтаже площадки обслуживания устанавливаются в горизонтальное положение, а ограждения — в вертикальное, и из модулей собирают этажерку высотой 12,5 м.

На рисунке показана схема линии ШЛ-320, состоящая из обжигового канала 1 (с размерами 1,7×3,9 м), сушилки 2 (с размерами канала 1,7×1,9 м), накопителя 3 (с размерами канала 1,7×1,9 м). Перемещение кирпичасырца на обжиг осуществляется в кассетах 4. При помощи конвейера 5 пустая кассета 4 из накопителя 3 перемещается к сушилке 2. В процессе пошагового перемещения кассета порядно загружается кирпичом-сырцом 12 в автомате-укладчике 6.

Как только загруженная кассета попадает в канал сушилки 2, осуществляется ее вертикальное перемещение вверх. Таким образом, происходит заполнение сушилки кассетами с сырцом. Сушилка необходима не только для досушки (после прессования влажность составляет 7–9%) сырца, но и является «демпфером» технологического процесса, обеспечивая равномерную подачу кирпича на обжиг.

Перемещение кассет в сушилке осуществляется механизмами подъема 7, которые установлены во втором, третьем и четвертом модулях. В сушилке применен комбинированный способ подачи теплоносителя, сочетающий прямоточную и противоточную сушку дымовыми газами и воздухом из зоны охлаждения печи. Большая часть воздуховодов выполнена внутри модулей и собирается на заводе-изготовителе, что значительно сокращает трудоемкость монтажа.

В обжиговом канале шахтной печи 1 кирпич устанавливается друг на друга со смещением через 2 ряда, образуя рисунок садки с наличием продольных и поперечных каналов.

При перемещении садки кирпича вниз на один шаг в канале обжига образуется свободное место и подается соответствующая команда садчику 8, который переносит кассету с сырцом из сушилки в зону обжигового канала. Там сырец выгружается из кассеты на предыдущий слой, а кассета перемещается в накопитель 3, где пустые кассеты перемещаются сверху вниз при помощи механизмов опускания 9 и попадают снова на конвейер 5.

Перемещение садки кирпича сверху вниз осуществляется при помощи снижателя 10, который работает в автоматическом режиме и производит выгрузку обожженного кирпича на конвейер 11. Температура кирпича на выходе из печи обжига не превышает 50°C. С конвейера 11 кирпич поступает в автомат упаковки ШЛ-326 (на рисунке не показан).

Назначение зон в обжиговом канале 1 шахтной печи такое же, как у тоннельной печи, только расположены они вертикально. Газовые горелки расположены в средней части обжигового канала.

Между сушилкой и печью осуществляется тройная рекуперация тепла — из печи на сушилку и из сушилки отработанный теплоноситель подается в зону охлаждения печи, а далее — к сушильному барабану, обеспечивая его теплом на 50–90%.

Благодаря высокой степени рекуперации тепла и снижению теплотерь мы надеемся в новом проекте добиться экономии расхода топлива не менее 15% по сравнению с ранее разработанными шахтными печами.

В автоматизированной системе управления (САУ) использованы датчики и коммутаторы фирмы SIEMENS. САУ линии ШЛ-320 позволяет осуществлять работу в автоматическом режиме без вмешательства человека.

Основные параметры линии ШЛ-320 приведены ниже.

#### Технические характеристики линии ШЛ-320

Производительность, м <sup>3</sup> /ч	3
м <sup>3</sup> /сут	65
тыс. м <sup>3</sup> /год (300 сут в году)	20
млн шт. усл. кирпича в год	10
Годовая потребность природного газа, млн м <sup>3</sup>	1,5
Габариты, (длина × ширина × высота), м	24×6×12,5
Габариты отдельного модуля	
в транспортируемом положении, м	18×3×2,5
Масса, т, не более	80
Срок монтажа и пусконаладки, мес, не более	3
Установленная эл. мощность, кВт, не более	100

Таким образом, по сравнению с известными обжиговыми комплексами линия обжига кирпича ШЛ-320 имеет следующие преимущества:

- в 1,5–3 раза снижен расход топлива;
- в 3–4 раза снижена занимаемая площадь;
- в 2 раза снижен строительный объем;
- в 3 раза снижена трудоемкость;
- в 2–6 раз снижены сроки монтажа и наладки;
- в 5–6 раз снижена энергоемкость;
- в 3–8 раз снижена стоимость.

Благодаря этим показателям мы уверены, что линия ШЛ-320 найдет широкое применение в кирпичной промышленности России и других стран.

#### Список литературы

1. Шлегель И.Ф., Соколова В.В. Шахтные обжиговые печи // Строит. материалы. 1993. № 5. С.16–18.
2. Перегудов В.В., Роговой М.И. Тепловые процессы и установки в технологии строительных изделий и деталей // М.: Стройиздат. 1983. С. 271–288.

ИНСТИТУТ  
НОВЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ и  
АВТОМАТИЗАЦИИ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

проектирование  
 инжиниринг  
 поставка оборудования

Комплектные заводы  
по выпуску высококачественного  
керамического кирпича «под ключ»

Россия, 644113, Омск-113, ул. 1-я Путевая, д. 100  
Тел.: (3812) 420-593, 420-635 Факс: (3812) 420-608  
Internet: www.inta.ru E-mail: inta@xl.ru

## ЭКОФОР – энергосберегающая технология XXI века

Энергосберегающая технология ЭКОФОР и устройства для ее реализации [1] появились совсем недавно и в связи со своей необычностью, оригинальным подходом и многообразными возможностями стали стремительно завоевывать поклонников и подозрительных скептиков. За прошедшие шесть лет технология и устройство ЭКОФОР успешно внедрены на десятках заводов во многих странах мира.

Что же представляет собой технология ЭКОФОР? Чем может помочь она в такой традиционной и хорошо изученной области, как производство строительных материалов?

Известно, что любое постороннее воздействие на технологический предел вызывает в нем активное противодействие, часть которого реализуется в виде появления на его поверхности и в объеме многочисленных свободных электрических зарядов. Когда технологический предел представляет собой непроводящую массу, возникающие заряды препятствуют протеканию технологического процесса. Например, при помолу наличие свободных электрических зарядов приводит к агломерации частиц, адгезии [2], то есть налипанию измельчаемого материала на мелющие тела и бронеплиты, способствует смыканию части возникающих микротрещин после соударений.

Можно возразить, что все технологическое оборудование в обязательном порядке заземляется, и это справедливо. Однако реально существующее сопротивление заземления выполняется на уровне 4 Ом, да и не весь материал технологического передела касается металла оборудования. Все это делает существующую систему заземления несовершенной для полного удаления возникающих электрических зарядов и, стало быть, предоставляет возможность ее усовершенствовать. Вот это усовершенствование и является сутью нашего способа и устройства для его реализации.

Как же реализуется в промышленности наша разработка? На сегодняшний день основные работы по реализации технологии ЭКОФОР связаны с производством цемента [3]. Около девяноста устройств уже работают на шаровых и вертикальных роликовых мельницах, ролл-прессах при сухом измельчении известняка и

помоле цементного клинкера. При сохранении необходимой тонины помола удается на 12–25% увеличить производительность помольных агрегатов, снизить удельный расход электроэнергии на производство продукции, резко сократить, а то и полностью исключить использование дорогостоящих, токсичных поверхностно-активных веществ.

Проведена работа по использованию нашей технологии на цементных печах, где удается на 4–9% сократить расход топлива или соответственно увеличить их производительность. При тепловых процессах структурная поляризация материала приводит в общем случае к перерасходу топлива. Воздействие ЭКОФОР технологии на тепловые процессы можно объяснить расширением твердых веществ при нагревании. А поэтому, например, шихта, нагревая в печи, испытывая тепловое напряжение, сопротивляется этому воздействию. Это сопротивление проявляется в усиленных колебаниях кристаллической решетки, в многократном возросшей миграции многочисленных заряженных дефектов и дислокаций, следствием чего является возникновение как на поверхности, так и в объеме непроводящего технологического передела неравномерных электрических зарядов, которые препятствуют проведению технологического процесса, приводя к перерасходу топлива для его осуществления.

Таким образом, механизм образования свободных носителей зарядов во всех случаях схож, а предложенная технология ЭКОФОР универсальна. Поэтому технических вопросов использования нашей разработки нет, а есть лишь вопросы психологические, как реакция на все новое, и рентабельности ее применения.

Что касается применения нашей технологии и устройств в производстве извести [4], то они внедрены на заводе в Литве (AKCINE BENDROVE «NAUJASIS KALCITAS»). Здесь устройство ЭКОФОР было подключено сразу к двум шаровым мельницам CM1456 Ø1,6×5,6 м, производящим известковое вяжущее с добавлением песка до 15%. Подключение к двум, а иногда и более агрегатам практикуется нами при небольшой, до 30 т/ч производительности мельниц при условии, что они располагаются недалеко друг от друга. В ходе испытаний производи-

тельность мельниц была увеличена в среднем на 9%, было исключено налипание продукта на мелющие шары и бронеплиты. Производительность обжиговой печи и мельниц завода была таким образом сбалансирована с дополнительной прибылью.

Подобные испытания проводились нами в 1996 г. на Белгородском ОАО «Стройматериалы». Здесь производительность мельницы Ø1,5×5,6 м была увеличена на 19,2%. Остаток на сите 80 мкм уменьшился с 35 до 25%, а на сите 200 мкм с 8 до 5%.

Испытания технологии и устройства в Израиле на заводе «Stone and Lime» проводились на шаровой мельнице помола некондиционной гашеной извести. Мельница нуждалась в еженедельной трудоемкой, ручной чистке. После подключения устройства ЭКОФОР мельница через неделю работы оказалась совершенно чистой. На этом же заводе устройство было подключено к печи обжига извести (L = 70 м, Ø = 3 м). За три дня работы устройства на печи содержание СаО повысилось с 84 до 90%, кроме того, по оценке местных специалистов, повысилась устойчивость работы печи.

Подобные испытания проводились нами также на Любанском заводе в Белоруссии. Здесь заводскими специалистами было отмечено не только увеличение производительности шаровой мельницы, но и отсутствие привычного для них налипания материала, а также необычный вид мелющих шаров. Они были не только абсолютно чистыми, но и



Устройство ЭКОФОР, модель ЭФ-01-03

обладали непривычным темным цветом. Прочность кирпича, полученного из этого материала, оказалась на 30% выше, чем обычно.

Кстати, о воздействии устройства ЭКОФОР на мелющие тела. Цементный завод на Кипре, который уже более четырех лет эксплуатирует наши устройства, отмечает резкое (в три раза) уменьшение износа шаров, что говорит об упрочнении поверхности металла под воздействием ЭКОФОР и может рассматриваться как дополнительная и весьма важная составляющая общего позитивного воздействия нашей технологии.

Устройство ЭКОФОР, модель ЭФ-01-03 (см. рисунок) представляет собой сертифицированное, серийно выпускаемое изделие массой около 10 кг, имеет исполнение по

степени защиты IP54, получает питание от однофазной электрической сети переменного тока с заземленной нейтралью напряжением 220 В, частотой 50 Гц и потребляет не более 90 ВА. Устройство подключают к работающему оборудованию, например к корпусу подшипника ведущей шестерни, и не отключают даже на время эксплуатационных остановок. Срок службы устройства ЭКОФОР составляет не менее десяти лет, а окупаемость около трех месяцев.

ЗАО «ЭКОФОР» по желанию заказчика производит предпродажную демонстрацию технологии, устройства поставляются «под ключ», производится обучение персонала и сервисное обслуживание.

Представленная технология позволяет повысить производительность

оборудования, снизить удельные затраты электроэнергии при производстве строительных материалов и улучшить его экономические показатели.

#### Список литературы

1. Патент на изобретение РФ №2100492. Устройство для наложения технотехнических воздействий на структурируемые технологические передель. 1995.
2. *Дерягин Б.В.* Адгезия твердых тел. М., 1973.
3. *Глухарев Н.Ф.* Энергосбережение в производстве цемента с использованием устройств ЭКОФОР // Цемент и его применение. 2002. №1.
4. Патент на изобретение РФ. № 2100308. Способ производства силикатного кирпича. 1996.

# ЭКОФОР®

## Энергосберегающие технологии

Россия, 196191 Санкт-Петербург, Ленинский пр., д. 168

Телефон/факс: (812) 370-15-01

E-mail: [info@ecofor.com](mailto:info@ecofor.com)

[www.ecofor.com](http://www.ecofor.com)

## ГОРОД-2003

9-ая специализированная выставка



### 20-23 мая

- Проектирование, архитектура, дизайн интерьеров;
- Реконструкция зданий и сооружений;
- Строительство, эксплуатация, обслуживание городского жилого фонда;
- Строительные материалы, изделия;
- Строительная техника, инструмент;
- Деревообработка, мебель;
- Инженерные коммуникации отопление, вентиляция, водоснабжение;
- Наружное благоустройство и ландшафтный дизайн, дорожные знаки, наружная реклама;
- Экосистемы: очистка питьевой воды, воздухоочистительные системы;
- Транспорт;
- Телекоммуникации, связь.

В программе выставки семинары, конкурсы.

Организаторы:  
Администрация Приморского края,  
ООО "Дальэкспоцентр"  
При поддержке:  
Госстрой России, РААСХ

**г. Владивосток**

За справками обращаться:  
690090, г. Владивосток, а/я 255, ул. Алеутская, 45а, каб.618  
Телефакс: (4232) 40-00-80, 30-04-18  
E-mail: [Dalexpo@marine.su](mailto:Dalexpo@marine.su)

СОЮЗ СТРОИТЕЛЕЙ ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА



Т/ф: (8632) 69-62-90, 69-62-85,

40-47-85. [ROSTEX@AAANET.RU](mailto:ROSTEX@AAANET.RU)

344007, Ростов-на-Дону, Академия Госслужбы, (Пушкинская, 70).

## СТРОИТЕЛЬНЫЕ ВЫСТАВКИ 2003

12 - 14 марта  
Новороссийск

ГОРОД-ПОРТ.  
ГОРОД-КУРОРТ

23 - 25 апреля  
Ростов-н/Д

К 3-летию образования  
Южного Федерального  
Округа

ЮЖНАЯ  
СТОЛИЦА

#### Основные разделы:

Комплексное решение проблем градостроительства и эксплуатации городских сооружений;  
Строительные, облицовочные, кровельные, гидроизоляционные и отделочные материалы; Жилищно-коммунальное хозяйство;  
Коммуникации; Энергосбережение; Водоснабжение, канализация и сантехника;  
Отопление, вентиляция, кондиционирование;  
Современный парковый ландшафт; Бассейны; Интерьеры.

22 - 24 мая, Сочи

СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
БИЗНЕС  
ЮГА  
РОССИИ



## Надежная коммуникация – решение проблем

Современный рынок средств связи предлагает широкий ассортимент продукции – сотовую, радиотелефоны, мини-АТС, телефоны дальнего радиуса действия, радиостанции. Каждый вид связи решает свои задачи и оптимален в различных условиях эксплуатации. Грамотно выбранные коммуникационные средства позволяют иметь качественную и надежную связь между различными подразделениями предприятий: офисом, производственными цехами, складскими помещениями, стройплощадками (для связи с крановщиком, между удаленными бригадами и др.).

Разобраться в многообразии средств связи без участия специалистов сложно. Однако, чтобы сориентироваться в обилии информации, следует прежде всего определить, для каких целей необходима связь.

Следует отметить, что для строителей проблема выбора остается актуальной, так как специфика работы подразумевает определенные требования к средствам связи. Прежде всего это компактность, простота использования, качество связи в различных условиях, экономичность, наличие связи, не зависящей от базового источника, и др.

На стройплощадке пользоваться мобильной связью дорого, а иногда и невозможно из-за отсутствия зоны покрытия сотовой связи. Гораздо дешевле и удобнее обычная радиосвязь. Радиостанция обеспечивает постоянную

связь в любом труднодоступном месте. Для установления не требуется набирать телефонный номер, достаточно лишь нажать одну клавишу, и можно говорить.

Можно обойтись и без нажатия клавиши, так как в основном радиостанции оснащены системой управления голосом VOX (голосовая активация режима передачи). Это полностью освобождает руки, что иногда немаловажно на стройплощадках и в производственных цехах. При произнесении первых звуков в микрофон передатчик станции автоматически включается, а при паузах в разговоре выключается. Поскольку радиостанции используются в различных условиях, то VOX обычно делают с регулируемой чувствительностью.

Радиостанции, как правило, водонепроницаемы и ударопрочны, антенна для удобства эксплуатации прижимается к корпусу. В некоторых моделях предусмотрена возможность установки телескопической или внешней антенны вместо штатной.

В отдельных моделях предусмотрена возможность автоматического контроля нахождения прибора в радиовидимости. Станция периодически посылает в эфир импульсный сигнал, получив который другая станция дает подтверждение о приеме. Если ответа нет, станция издает сигнал и выводит на дисплей предупреждающий значок.

Весь диапазон (433,075–434,750 МГц) разбит на 69 каналов. Обычно на дисплее высвечивается номер канала. В некоторых радиостанциях можно посмотреть частоту и другие параметры. Из стандартных функций можно еще отметить шумоподаватель (SQUELCH). Он используется для того, чтобы в отсутствие сигнала от корреспондента станция не шумела. При необходимости принять слабый сигнал эту функцию отключают.

Для строителей можно рекомендовать профессиональные рации, которые предназначены для эксплуатации в тяжелых условиях ударных нагрузок и вибрации. Такие радиостанции комплектуют аккумуляторами с повышенной емкостью (1700 мА·ч), что обеспечивает время непрерывной работы до 13 ч.

Наиболее часто используемые модели радиостанций в строительстве: ALINCO, ROGER, BEST WILL, VERTEX, MOTOROLA и др.

Отсутствие качественной связи – это чаще всего потерянное время, деньги, нерешенные производственные проблемы и аварийные ситуации. Поэтому наличие надежных средств коммуникации решает многие проблемы на стройке и производстве.



### НАДЕЖНЫЕ СРЕДСТВА СВЯЗИ РАДИОСТАНЦИИ

alinco · roger · best will · vertex · motorola

для использования на стройках,  
в производственных цехах, карьерах  
и на других объектах

000 «ПОРТЛАЙН»

Тел./факс: (095) 567-54-64 E-mail: portline\_1@msn.com

И.Я. ГНИП, В.И. КЕРШУЛИС, кандидаты техн. наук (институт «Термоизоляция» Вильнюсского технического университета им. Гедиминаса, Литва)

## Исследование ползучести конструктивного пенополистирола по методике европейских норм

Ячеистое строение полистирольных пенопластов (пенополистирола) во многом определяет специфичность их свойств. В частности, это возможность значительно деформироваться, например при их применении в трехслойных конструкциях с наружными слоями из более прочных и жестких материалов, в особенности под длительно действующими нагрузками. Поскольку в таких конструкциях значительные деформации среднего слоя из пенополистирола недопустимы, так как вызывают большие деформации и разрушение конструкции в целом, при их проектировании необходимо знание характера деформативности пенополистирола под нагрузкой во времени.

Настоящая работа посвящена экспериментальному исследованию ползучести пенополистирола по методике европейских норм EN-1606 [1]\* и выполнена на плитах из пенополистирола марки М 25 (плотность от 25 до 30 кг/м<sup>3</sup>) [2]. Плиты изготовлены литовскими предприятиями беспрессовым способом – вспениванием пенопласта в замкнутом объеме реактора [3] – из сырья в виде бисера (твердых гранул) фирмы «StyroChem».

### Методика исследований

**Образцы** для исследований изготовляли размером 100×100 мм и высотой, равной толщине плит, то есть ≈50 мм\*\*. Поверхности образцов, на которые передавалась нагрузка, шлифовали. Отобранные образцы для длительных испытаний на ползучесть и кратковременное сжатие хранили в помещении с относительной влажностью воздуха 55±5% и температурой 23±2°C и испытывали спустя 1–1,5 мес после их изготовления.

**Оборудование** для испытаний пенополистирольных образцов на ползучесть (рис. 1) было сконструировано

согласно [1] и изготовлено в институте «Термоизоляция». При способление обеспечивало вертикальность приложения равномерной сжимающей нагрузки. Деформации образцов измеряли с помощью индикаторов моделей ИЧ-50 и ИЧ-25 с ценой деления 0,01 мм.

**Загрузка образцов.** Одновременно с выполнением длительных испытаний проводили определение прочности образцов пенополистирольных плит при кратковременном сжатии [4]. Испытывали 12 контрольных образцов с размерами, как и для длительных испытаний на ползучесть. Скорость нагружения составляла 4–6 мм/мин. Нагружение продолжали до достижения 10%-ной деформации образца и вычисляли соответствующую величину напряжений. База измерений деформаций соответствовала высоте испытываемого образца, определяемой по [5].

При загрузке образцов длительной сжимающей нагрузкой величина статических длительных напряжений  $\sigma_c$  в испытаниях составляла 0,35 значения  $\bar{\sigma}_{10\%}$  образцов при сжатии. В EN [1] указаны и другие значения  $\sigma_c$ , в частности 0,3; 0,25; 0,2; 0,15 величины  $\bar{\sigma}_{10\%}$  – среднего значения по результатам испытаний образцов при кратковременном сжатии. При одной и той же выбранной нагрузке одновременно испытывали три образца\*\*\*. Загружение каждого образца осуществляли в течение 15 с и начальную деформацию фиксировали с точностью до 0,01 мм спустя 60±5 с после начала нагружения. В дальнейшем деформации образцов измеряли после 0,1; 1; 5 ч и позднее – после 1, 2, 4, 7, 9, 11, 14, 18, 24, 32, 42, 53, 65 сут, а при более длительных испытаниях – после 80, 100, 123, 156, 190 сут. Продолжительность испытаний определяют согласно [1] в зависимости от величины экстраполяции времени, в течение которого

вычисляют прогнозируемые деформации ползучести. Например, величина экстраполяции времени 5, 10 и 15 лет обуславливает продолжительность проведения длительных испытаний 61, 122, 183 сут соответственно. При проведении длительных испытаний в помещении поддерживали относительную влажность воздуха 50±5% и температуру 23±2°C.

### Математико-статистическая обработка экспериментальных результатов длительных испытаний

Обработка результатов испытаний пенополистирола на ползучесть основана на функциональной зависимости (1), которая носит название «уравнение Финдлея» (Findley) [7] и допускает описание процесса ползучести теплоизоляционных материалов по уравнению линейной

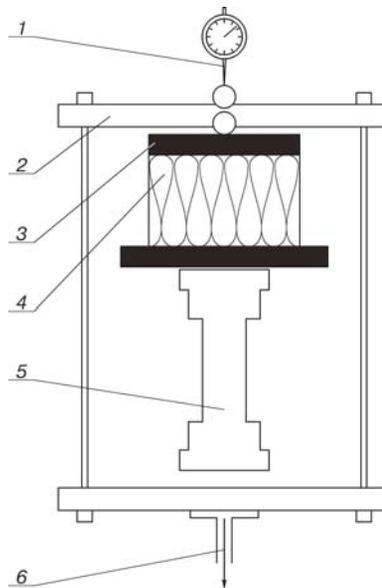


Рис. 1. Схема устройства для определения деформаций ползучести: 1 – индикатор часового типа; 2 – нагружающая подвеска; 3 – подвижная пластина для равномерного распределения нагрузки; 4 – образец; 5 – опорная балка; 6 – постоянная нагрузка

\* Согласно директиве Европейского союза 89/106/СЕ внедрены в Литве в 2000 г. (до внедрения EN единая методика определения ползучести пенополистирола отсутствовала).

\*\* Согласно [1] рекомендуются образцы квадратной формы с размерами сторон, равными 50, 100, 150, 200, 300 мм.

Высота образцов принимается равной толщине пенополистирольных изделий.

\*\*\* Согласно [6] рекомендуется 2 образца.

Таблица 1

$t, ч$	$X_{ct}, мм$	Основные уравнения линейного регрессионного анализа	Значения статистических показателей
0,1	0,0283	$x_m = \sum x_t / n$	3,02558
1	0,0617	$y_m = \sum y_t / n$	-0,59574
5	0,085	$Q_x = \sum x_t^2 - \left[ \left( \sum x_t \right)^2 / n \right]$	3,39506
24	0,1183		
48	0,1333	$Q_y = \sum y_t^2 - \left[ \left( \sum y_t \right)^2 / n \right]$	0,14405
120	0,16		
168	0,1683	$Q_{xy} = \sum x_t y_t - \left[ \frac{\sum x_t \cdot \sum y_t}{n} \right]$	0,69698
216	0,1783		
288	0,1917	$S_R^2 = \frac{Q_y - (Q_{xy}^2 / Q_x)}{n - 2}$	0,0000643
360	0,21		
432	0,2183		
552	0,2233		
792	0,2433	$r^2 = \frac{Q_{xy}^2}{Q_x \cdot Q_y}$	0,99331
1008	0,255		
1296	0,265	$b = Q_{xy} / Q_x$	0,20529
1632	0,275		
1919	0,285	$a = y_m - b \cdot x_m$	-1,21687
2256	0,295		
2592	0,305		
2976	0,3117		
3336	0,3217	$m = 10^a$	0,06069
3672	0,325		

**Примечания.**  $n$  – количество измеренных значений при  $t \geq 168$  ч;  $x_t$  – время,  $\log t$ ;  $y_t$  – деформации ползучести,  $\log X_{ct}$ ;  $x_m$  – среднее значение измеренных значений  $x_t$ ;  $y_m$  – среднее значение измеренных значений  $y_t$ ;  $Q_x$  – сумма квадратов отклонений значений  $x_t$ ;  $Q_y$  – сумма квадратов отклонений значений  $y_t$ ;  $Q_{xy}$  – сумма отклонений значений  $x_t$  и  $y_t$ ;  $S_R^2$  – дисперсия;  $S_R$  – стандартное отклонение;  $r^2$  – коэффициент детерминации ( $r^2 \geq 0,9$ );  $r$  – коэффициент корреляции;  $a$  – значение ординаты в уравнении (2);  $b$  характеризует степень наклона прямой линии по уравнению (2).

Таблица 2

Сведения о плитах			Результаты испытаний образцов плит при длительной сжимающей нагрузке									
марка плит по плотности	сырье, примененное для изготовления плит	прочность при сжатии $\sigma_{10\%}$ , кПа	размеры образцов, мм	среднее значение толщины $d_s$ , мм	среднее значение плотности образцов, кг/м <sup>3</sup>	постоянно сжимающее напряжение $\sigma_c$ , кПа	среднее значение начальной деформации $X_0$ , мм	продолжительность испытания $t$ , сут	деформация $X_t$ , мм (над чертой), относительная деформация $\varepsilon_t$ , % (под чертой) при длительной постоянно сжимающей нагрузке, действующей в течение, годы			коды ползучести пенополистирола при длительной постоянной сжимающей нагрузке, действующей в течение 5, 10, 15 лет соответственно
									5	10	15	
M 25	EPS NF-514 (20%) EPS NF-714 (80%) (фирма «StyroChem»)	171±11	100×100	50,8	27	60	0,86	183	$\frac{1,4}{2,76}$	$\frac{1,48}{2,92}$	$\frac{1,54}{3,03}$	CC(1,1/2,8/5)60 CC(1,2/2,9/10)60 CC(1,3/3,0/15)60

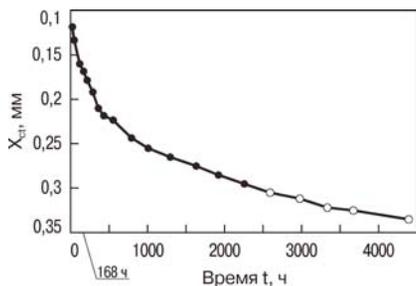


Рис. 2. Развитие деформаций ползучести пенополистирола плотностью 27 кг/м<sup>3</sup> при постоянном сжимающем напряжении  $\sigma_c = 60$  кПа. Экспериментальные результаты при продолжительности испытаний, сут: ● – до 90; ○ – более 90

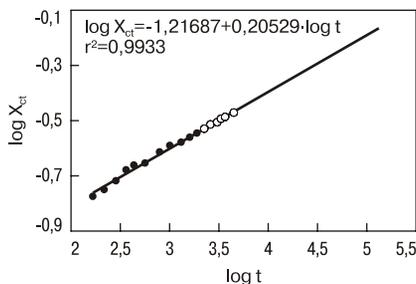


Рис. 3. Деформация ползучести (линейный регрессионный анализ); ●, ○ – см. пояснения к рис. 2.

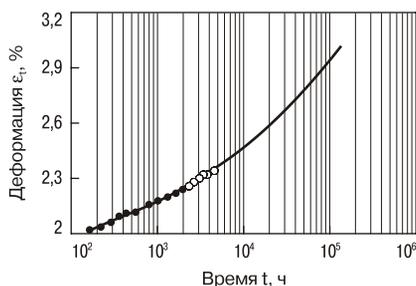


Рис. 4. Изменение деформаций пенополистирола при постоянном сжатии с течением времени (измеренные значения и вычисленная экстраполяция); ●, ○ – см. пояснения к рис. 2.

регрессии (2), если коэффициент детерминации  $r^2 \geq 0,9$ .

$$X_t = X_0 + m \cdot t^b, \quad (1)$$

где  $X_t$  – деформация образца в течение времени  $t$ , мм;  $X_0$  – начальная деформация образца (спустя 60 с после начала приложения нагрузки), мм;  $t$  – время, ч;  $m$ ,  $b$  – постоянные параметры материала, вычисляемые по экспериментальным данным.

Уравнение (1) можно представить в логарифмическом виде

$$\log(X_t - X_0) = \log m + b \log t, \quad (2)$$

где  $(X_t - X_0) = X_{ct}$  – изменение деформаций образца с течением времени при заданных постоянных относительной влажности и температуре воздуха.

Из уравнения (2) видно, что свободный член  $\log m$  есть значение ординаты, а  $b$  характеризует угол наклона прямой линии. Эти постоян-

ные параметры рассчитывают на основании регрессионного анализа значений изменений деформации в зависимости от времени приложения нагрузки.

Деформацию теплоизоляционного материала при длительной постоянной сжимающей нагрузке, например действующей в течение 5 и больше лет, вычисляют по уравнению (1), принимая значения постоянных параметров  $m$  и  $b$ , полученных при испытании образцов материала на ползучесть. Значение соответствующей относительной деформации  $\epsilon_t$ , % вычисляют по формуле

$$\epsilon_t = \frac{X_t}{d_s} \cdot 100, \quad (3)$$

где  $X_t$  – деформация за время  $t$ , мм;  $d_s$  – среднее значение толщин (высот) испытываемых образцов при удельной нагрузке 250 Па, мм [5].

EN 1606 допускают при статистической обработке результатов эксперимента экстраполяцию времени испытаний до 30 раз при условии  $r^2 \geq 0,9$ .

По результатам испытаний на ползучесть вычерчивается линия регрессии зависимости  $\log X_{ct}$  от  $\log t$ , а также зависимости относительной деформации  $\epsilon_t$  от продолжительности нагружения  $t$  в полулогарифмической системе шкал.

#### Результаты исследований

На рис. 2 приведена кривая ползучести исследуемого пенополистирола под длительной постоянной сжимающей нагрузкой. Экспериментальные значения деформаций ползучести и результаты математико-статистической обработки данных длительных испытаний приведены в табл. 1.

Для детального расчета  $m$  и  $b$  использованы значения деформаций  $X_{ct}$  начиная со значения, получаемого при  $t = 7$  сут (168 ч) [1]. На рис. 3 представлена линия регрессии зависимости  $\log X_{ct}$  от  $\log t$ . Деформации испытанного пенополистирола при длительной постоянной сжимающей нагрузке, действующей в течение 5, 10 и 15 лет, вычислены по уравнению (1), где значения постоянных параметров  $m$  и  $b$  получены по данным выполненного эксперимента (табл. 1). Величины соответствующих относительных деформаций  $\epsilon_t$ , %, рассчитаны по формуле (3). Зависимость  $\epsilon_t$  от продолжительности нагружения представлена на рис. 4.

Результаты испытаний плит из пенополистирола М 25 при кратковременном и длительном нагружении приведены в табл. 2. В таблице приведены и коды ползучести пенополистирола при длительной посто-

янной сжимающей нагрузке, где согласно [6] принято следующее обозначение:  $CC(i_1/i_2/y)\sigma_c$ . Здесь  $i_1$  – величина деформации ползучести, %, не более;  $i_2$  – общее уменьшение толщины изделия, %, не более;  $y$  – время, годы;  $\sigma_c$  – номинальная величина сжимающего напряжения, кПа.

Таким образом, принимая во внимание важность исследований ползучести конструктивного пенополистирола, в статье:

- приведены и учтены при расчетах основные требования методики европейских норм EN-1606 по определению ползучести теплоизоляционных материалов;
- представлены результаты определения ползучести образцов пенополистирольных плит плотностью 27 кг/м<sup>3</sup>;
- приведены согласно EN 13163 коды плит из пенополистирола, испытанных на ползучесть.

#### Список литературы

1. EN 1606+AC:1996(E). Thermal insulating products for building applications. Determination of compressive creep. 19 p. (Строительные теплоизоляционные изделия. Определение ползучести).
2. LST 1583:1999 lt. Statybinės termoizoliacinės medžiagos. Polistireninio putplasčio gaminiai. Techniniai reikalavimai. 20 p. (Литовский стандарт. Строительные теплоизоляционные материалы. Полистирольно-пенопластовые изделия. Технические требования).
3. Палуев А.И. Пенополистирол ТИГИ КНАУФ – современному российскому строительству // Строит. материалы. 1998. № 8. С. 28–30.
4. EN 826:1996 (D). Wärmedämmstoffe für das Bauwesen. – Bestimmung des Verhaltens bei Druckbeanspruchung. 12 s. (Строительные теплоизоляционные материалы. Определение прочности на сжатие).
5. EN 12085:1997 (E). Thermal insulating products for building applications – Determination of linear dimensions of test specimens. 9 p. (Строительные теплоизоляционные изделия. Определение линейных размеров образцов).
6. EN 13163:2001 (E). Thermal insulation products for buildings – Factory made products of expanded polystyrene (EPS) – Specification. 39 p. (Строительные теплоизоляционные изделия. Пенополистирольные (EPS) изделия заводского изготовления. Технические требования).
7. Findley W.N. Creep Characteristics of Plastics. Symposium on Plastics, Am.Soc. Testing Mats. 1944.

## Механизм структурообразования и кинетика твердения высокопористых неорганических композиций

Повышение требований к тепловому сопротивлению ограждающих конструкций привело к тому, что предприятия стройиндустрии, находясь в тяжелом экономическом положении, были поставлены перед выбором: либо менять парк формовочной оснастки с целью увеличения толщины строительных изделий, либо использовать многослойные панели с полимерными утеплителями как наиболее эффективными в настоящее время. Большинство предприятий пошло по второму пути. Такое решение не учитывает долговечности таких утеплителей и возможности выделения ими в процессе пожара токсичных продуктов сгорания.

Для повышения теплового сопротивления ограждающих конструкций наиболее правильным будет использование высокопористых неорганических композиций (ВНК) полностью на неорганической основе или с введением небольшого количества (до 4%) полимерных модификаторов.

Проведение работ на строящихся объектах с заливным утеплителем «Силаст» на основе жидкого стекла позволило накопить обширный опыт по заливке конструкций строящихся объектов. В соответствии с традиционными представлениями реакции твердения большинства неорганических строительных вяжущих как воздушных, так и гидравлических, протекают на границе раздела твердой фазы. В общем виде кривая *A* кинетики твердения подобной композиции представлена на рис. 1.

В течение индукционного периода 0–1 происходит активизация поверхности раздела, формирование на ней термодинамических и структурных условий для начала образования новой фазы и начинается растворение продуктов новообразований. Реакция при этом протекает очень медленно, многие физические свойства вяжущей композиции, в частности ее вязкость, остаются практически неизменными.

На участке 1–2 в жидкой фазе происходит появление зародышей новообразований, их рост и слияние, что сопровождается ростом структурной вязкости композиции. В целом данный участок характеризует протекание кинетической части реакции.

Завершение процесса формирования новообразований характеризуется замедлением реакции и переходом в диффузионную фазу (2–3), то есть дальнейшие процессы взаимодействия реагирующих веществ протекают через поверхность раздела вновь образовавшейся твердой фазы.

В высокопористой неорганической композиции параллельно протекают процессы формирования пористой структуры и ее разрушение. Поведение ВНК схематично представлено кривой *B*. Формирование пористой структуры ВНК производится в течение индукционного периода (участок ОК кривой *B*). При этом если период пеноустойчивости (участок *KL*) меньше индукционного периода ВНК, то произойдет ее разрушение. Если же период пеноустойчивости (участок *KN*), превосходит индукционный период, то на кинетическом участке (кривая *A*), произойдет фиксация сформированной пористой структуры с последующим нормальным твердением ВНК.

Вышеприведенный анализ показывает, что возможны два пути формирования пористой структуры ВНК: повышение пеноустойчивости ВНК и уменьшение индукционного периода твердения ВНК.

Характер твердения композиции с коротким индукционным периодом схематично иллюстрируется кривой *C* на рис. 1.

Большинство фирм, представляющих на рынке различные варианты пенобетонной технологии, реализуют именно первый вариант. Опыт заливки строящихся объектов показал, что ВНК с большим индукционным периодом твердения проникают через любые щели опалубки и вытекают из заливаемой полости. Высокий гидростатический напор такой ВНК приводит к раздуву, а иногда и разрушению заливаемой опалубки. Если осуществляется заливка блоков в стационарных условиях, то данное обстоятельство резко снижает оборачиваемость формовочной оснастки.

С практической точки зрения, индукционный период твердения ВНК не должен превышать 30 мин, а в идеале — 5 мин. Применительно к цементным композициям для снижения индукционного периода твердения следует применять известные ускорители. Во всех предлагаемых технологиях пена вводится в перемешиваемое цементно-песчаное тесто, с последующей перекачкой пенобетонной смеси насосами в заливаемую полость. Введение эффективных ускорителей в пенобетон может привести к забивке перекачивающего насоса и транспортировочных шлангов.

Нами разработан вариант технологии и оборудования, позволяющих реализовать схему производства ВНК с коротким индукционным периодом.

Высокопористая неорганическая композиция является термодинамически неустойчивой системой и стремится упорядочить свою структуру за счет уменьшения удельной поверхности пены вследствие самопроизвольной коалесценции, то есть слияния пузырьков. Основным механизмом слияния пузырьков считается истечение жидкости из стенок в каналы Плато, сопровождающееся утончением стенок с последующим слиянием пузырьков. Наиболее эффективным механизмом предотвращения разрушения высокопористой неорганической композиции на стадии свежего пенообразования является введение добавок, предотвращающих отток жидкости из пленок.

Можно выделить несколько групп стабилизаторов пористой структуры ВНК, реализующих данный механизм:

- мелкодисперсные добавки, способные поглощать большое количество воды;
- органические добавки, повышающие вязкость жидкости внутри пленок (протеин, желатин, сапонин);

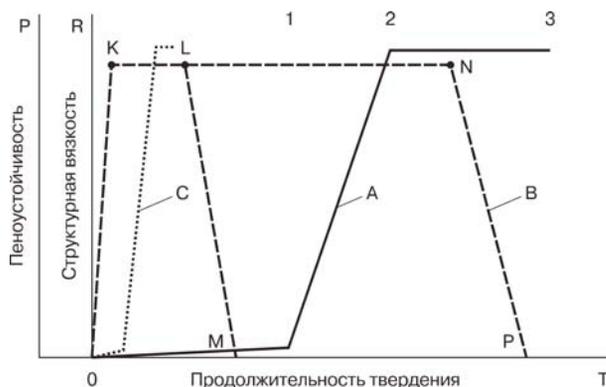
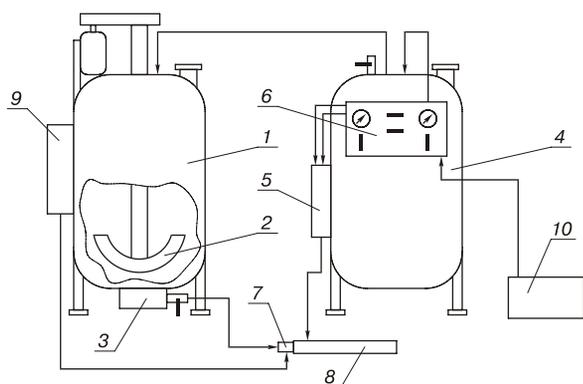


Рис. 1. Кинетика твердения и структурообразования высокопористой неорганической композиции



**Рис. 2.** Схема установки для производства высокопористой неорганической композиции: 1 – бак-смеситель; 2 – перемешивающее устройство; 3 – фильтр; 4 – бак для пенообразователя; 5 – пеногенератор; 6 – пневматический пульт распределения; 7 – распыляющая форсунка-смеситель; 8 – раздатчик-гомогенизатор; 9 – бак для технологических добавок; 10 – компрессор

– добавки, способные поглощать большое количество кристаллизационной влаги.

При разработке добавок рассматривались добавки, способные создать в цементной композиции соединения из третьей группы. Исходя из того, что в цементный клинкер при помеле вводится дигидрат сульфата кальция, являющийся замедлителем твердения цемента, для ускорения твердения можно нейтрализовать действие гипса, связав его в другие химические соединения, причем такие, которые как раз и поглощают воду. При этом связывание дигидрата сульфата кальция помимо стабилизации пористой структуры приводит к общему ускорению твердения композиции, так как алюминатная  $C_3A$  и ферритная  $C_4AF$  фазы клинкера начинают быстрее гидратироваться.

Известно, что наилучшими соединениями, в которые может быть преобразован дигидрат сульфата кальция, являются гидросульфалоюминаты кальция или алюмокалиевые квасцы, поскольку одна молекула гидросульфалоюмината кальция способна связать 31 молекулу воды, а алюмокалиевые квасцы – 14 молекул.

Для сокращения индукционного периода необходимо создавать данные соединения сразу после смешения цементной суспензии с пеной. Проверка показала, что при увеличении количества добавки, вводимой в композицию, индукционный период твердения уменьшается, достигает минимума, а затем начинает увеличиваться. Расчеты показывают, что минимальный индукционный период достигается при стехиометрическом соотношении дигидрата сульфата кальция, содержащегося в цементе, и добавки, что приводит к образованию в композиции этtringита или алюмокалиевых квасцов.

Получение теплоизоляционно-конструкционных ВНК с плотностью  $600 \text{ кг/м}^3$  особых трудностей не вызывает, их можно получать и без использования стабилизаторов. Большие трудности возникают при получении теплоизоляционных ВНК с плотностью  $200 \text{ кг/м}^3$ . Вероятно, получение теплоизоляционных ВНК на чисто цементной основе с высокими физико-механическими характеристиками невозможно, поскольку при производстве теплоизоляционных ВНК вместе с пеной и водой затворения в систему вводится большое количество воды ( $v/c = 0,8-0,9$ ), что препятствует формированию прочной структуры.

Рассматривая структуру теплоизоляционной ВНК как композит (цементный каркас – матрица), а остальные добавки как улучшители ее определенных свойств,

можно существенно повысить физико-механические свойства системы. При разработке технологии использовался механизм, который включает активацию цементного теста при перемешивании, введение типовых пластификаторов и высокомолекулярных полимеров. Перед смешением цементной суспензии с пеной в суспензию вводится упрочняющая добавка. С водой затворения могут также вводиться ускоряющие добавки.

При твердении в структуре ВНК формируются зародыши новообразований, отличающиеся от структуры цементной композиции. Зародыши новообразований блокируются высокомолекулярным полимером, не позволяющим сформироваться крупнокристаллической структуре. В результате в стенках ВНК образуется мелкокристаллическая полимерсиликатная композиция, обладающая высокой когезионной прочностью.

Для производства ВНК разработана установка, позволяющая реализовать вышеописанный механизм (рис. 2). Цементная суспензия готовится в баке 1, туда же могут подаваться полимерные добавки. Раствор пенообразователя заливается в бак 4. После приготовления суспензии в баки подается сжатый воздух от компрессора 10. При установлении рабочего давления открываются соответствующие краны на пульте управления, и в пеногенератор 5 подается сжатый воздух и раствор пенообразователя из бака 4. В пеногенераторе 5 формируется пена, которая направляется в раздатчик 8. Туда же направляется цементная суспензия, которая распыляется на форсунке 7 и впрыскивается в пену. В распылительную форсунку может направляться технологическая добавка из бака 9. В раздатчике смесь интенсивно перемешивается и заливается в утепляемую полость или форму.

За счет действия технологических добавок ВНК через 5–15 мин приобретают структурную прочность, которая не позволяет сформированной пористой структуре разрушаться. Вводимые технологические добавки из бака 9 и полимерные добавки, вводимые вместе с цементом, ускоряют твердение и придают ВНК повышенную прочность. Вместе с установкой поставляется вся необходимая документация и технологические инструкции.

#### Техническая характеристика установки

Емкость баков, л	200
Производительность с одной заправки бака суспензии, $\text{м}^3$	0,2–1
Продолжительность одного цикла заливки, мин	от 10
Количество циклов выработки бака пенообразователя, циклов выработки бака-смесителя, не более	10
Установленная мощность (без компрессора), кВт	1,5
Частота вращения вала смесителя, $\text{с}^{-1}$	5
Габаритные размеры одного бака (Д×Ш×В), мм	800×1000×1600
Масса, кг	250

Установка позволяет получать как конструкционно-теплоизоляционные, так и теплоизоляционные материалы из различных вяжущих. На установке получены ВНК на основе обычных портландцементов, на основе магнезиального, жидкостеклового вяжущих и высокоглиноземистого цемента. При производстве ВНК на основе магнезиального вяжущего наблюдается сильный экзотермический эффект, а с высокоглиноземистым цементом можно получать теплоизоляционные композиции, обладающие высокой огнеупорностью, что позволяет осуществлять ремонт тепловых агрегатов непосредственно на производстве путем свободной заливки ВНК.

По вопросам приобретения оборудования обращаться:

НПО «СтандартБетонРесурс», Россия, 620142, Екатеринбург, ул. Щорса, 7«я»

Тел. (3432) 22-93-89, 67-90-10 Факс (3432) 67-89-40 E-mail: aerol@aerol.ru Internet: http://aerol.ru

## Свойства минеральной ваты после длительной эксплуатации в стенах зданий на Среднем Урале\*

Повышенные требования к теплозащите зданий привели к широкому использованию многослойных ограждающих конструкций, в которых один из слоев выполнен из эффективного утеплителя. В этом случае ограждающая конструкция представляет собой комбинированную систему, состоящую как минимум из двух разнородных материалов, долговечность которой определяется наименьшей долговечностью одной из ее составляющих.

Долговечность традиционно применяющихся в России стеновых материалов (кирпич, различные виды легких и тяжелых бетонов) изучена

довольно полно. Сопоставление результатов лабораторных испытаний и оценка поведения этих материалов при длительной эксплуатации позволяет уверенно прогнозировать долговечность ограждающих конструкций из этих материалов.

Значительно менее изучены изменения свойств эффективных утеплителей при длительной эксплуатации. Известны предложения отечественных ученых по методикам прогнозирования долговечности минераловатных изделий [1, 2]. Однако в действующих нормативных документах и рекомендациях по применению эффективных утеп-

лителей в ограждающих конструкциях полностью отсутствуют или даются в ограниченном объеме сведения о долговечности утеплителей при совокупном воздействии всех факторов, наблюдающихся при длительной эксплуатации. Отсутствуют не только данные лабораторных испытаний, но и сведения, полученные при натурных обследованиях конструкций после длительной эксплуатации. Без этих сведений невозможно корректно оценить экономическую целесообразность использования той или иной системы утепления.

Высокоэкономичным утеплителем является минеральная вата. Однако в последние годы она не применяется для утепления стен зданий. Одной из причин этого является опасность осадки слоя минеральной ваты в стене с образованием воздушного зазора и потерей вследствие этого теплозащитных качеств ограждения.

В Свердловской области в 40-е – 50-е годы на Березовском заводе строительных конструкций (БЗСК) Главураэнергостроя изготавливались трехслойные панели из двух железобетонных скорлуп со средним слоем из минеральной ваты, из которых были возведены ряд одно- и двухэтажных жилых домов.

В данной статье приводятся данные обследования состояния слоя минеральной ваты в панелях этих зданий после 50 лет эксплуатации. В табл. 1 приведены сведения об объектах, из стен которых отбирались пробы.

При визуальных обследованиях во всех случаях было отмечено отличное состояние слоя минеральной ваты под железобетонной скорлупой. Минеральная вата не расслаивается, а вынимается слоями. Никаких внешних особенностей образцов минеральной ваты, извлеченных из панелей, которые отличали бы их от свежизготовленной минеральной ваты, не было отмечено.

По данным опроса жильцов, проживающих в этих домах длительный срок (более 40 лет), в квартирах всегда тепло. Никаких промерзаний или отсыреваний на поверхности стен нет. Промочки при растрескивании швов имели место и ликвидировались закачиванием в разрушившиеся швы пе-

Таблица 1

Местонахождение здания	Длительность эксплуатации	Этажность	Место отбора пробы	Толщина слоев, мм		
				Железобетон		Минеральная вата <sup>4</sup>
				наружный	внутренний	
г. Березовский, Березовское СУ	53	1	Северо-восток <sup>1</sup>	25	25	150
г. Екатеринбург, ул. Энергостроителей, 2	50	2	Север <sup>2</sup>	25–35	25	150
г. Березовский, БЗСК	43	1	Север <sup>3</sup>	25	45–50	150

<sup>1</sup> Пробу отбирали снаружи здания на расстоянии 15–20 см от верха панели.  
<sup>2</sup> Пробу отбирали снаружи здания на первом этаже в простенке на высоте 50 см от цоколя.  
<sup>3</sup> Изнутри здания в простенке на расстоянии 20 см от потолка.  
<sup>4</sup> Минеральная вата находилась в ящике из деревянных реек, обшитых толем или фанерой толщиной 3 мм.

Таблица 2

Показатели	Значение показателей для проб минеральной ваты				
	Норма	Современного производства	Панель № 1	Панель № 2	Панель № 3
Влажность, мас. %	≤ 1	0,1	1,38	0,12	0,31
Содержание органических веществ, мас. %	≤ 2	0,15	0,15	0,13	0,21
Диаметр волокна, мкм	≤ 6	6,1	5,18	5,4	5,1
Водостойкость, рН	≤ 4	4,5	1,35	1,3	3,95
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	100	95	107	105	107
Химический состав, мас. %					
SiO <sub>2</sub>		39,61	44,56	44,24	47,15
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		1,39	11,06	10	9,4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		16,68	18,94	13,3	14,6
CaO		37,3	20,3	19,27	22,85
MgO		1,39	6	8,2	5,16
Модуль кислотности		1,33	2,41	2,47	2,2
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)		0,038–0,043	0,04	0,04	0,04

\* Руководитель работы – заслуженный строитель РФ, канд. техн. наук Е.С. Силаенков.

ны. Температура внутреннего воздуха во всех квартирах в период замеров превышала нормативную, а перепад температур между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности наружной стены не превышал 2°C.

Можно отметить, что теплоизоляция — минеральная вата — сохранила при длительной эксплуатации первоначальные теплоизоляционные свойства и обеспечила стабильные теплозащитные качества стен (табл. 2).

Результаты обследования показали, что минеральная вата, не содержащая связующего, после 50-летней эксплуатации в качестве утеплителя в трехслойных железобетонных панелях наружных стен в зданиях на Среднем Урале имеет физико-технические свойства, в том числе коэффициент теплопроводности, соответствующие требованиям действующих ГОСТов и аналогичные свойствам минеральной ваты, не подвергавшейся 50-летней эксплуатации.

Поэтому долговечность минеральной ваты в утеплении наружных стен зданий на Среднем Урале при соответствующем конструктивном решении наружного и внутреннего слоев стены и отсутствия увлажнения превышает 50 лет. При этом стены должны проектироваться из условий недопустимости накопления влаги в

слое утеплителя в годовой период эксплуатации согласно требованиям СНиП II-3-79\* (изд. 1998 г.).

#### Список литературы

1. *Горяинов К.Э., Бобров Ю.Л.* Теоретические основы метода исследования долговечности минераловатных утеплителей на синтетическом связующем. В кн.: Вопросы улучшения качества минераловатной ваты и изделий из нее // Сб. трудов ВНИПИтеплоизоляции. Вильнюс, 1968 (прототип).
2. *Бобров Ю.Л.* Долговечность теплоизоляционных минераловатных материалов. М.: Стройиздат. 1987.

## информация

### Мобильные бетонные заводы финской фирмы Tescwill Oy

В марте 2003 г. группа российских журналистов побывала в Финляндии по приглашению компании Финпро. Целью поездки было ознакомление с продукцией и оборудованием финских компаний, которые могут представлять интерес для российских специалистов.

Интересную разработку продемонстрировала компания Tescwill Oy, являющаяся одним из лидеров на рынке оборудования для производства бетона. С 1982 г. компания разрабатывает и изготавливает не только оборудование, но и специальные компьютерные и информационные программы. Поэтому мобильные заводы фирмы экономичны и надежны.

Одной из разработок фирмы Tescwill Oy являются передвижные заводы COBRA, специально спроектированные для работы в суровых климатических условиях. Они могут производить различные виды бетонов: товарный, для строительства мостов, дорог, зданий различного назначения. Производительность заводов COBRA составляет 30–140 м<sup>3</sup>/ч.

Основным достоинством данных заводов является модульная конструкция, что позволяет в короткие сроки осуществить монтаж (демонтаж) оборудования. Полностью автоматизированный технологический процесс требует минимум работников. Обычно это один оператор.

В бетоносмесительных заводах COBRA реализована запатентованная технология прогрева заполнителя. Прогрев заполнителя осуществляется чередованием подачи острого пара и горячего воздуха, чтобы избежать чрезмерного увлажнения. Такой технологический прием позволяет получать бетонную смесь заданной температуры.

Все технические параметры: дозирование материалов и воды с учетом влажности заполнителя, регулировка подвижности бетонной смеси и др. осуществляются специально разработанной системой управления WillControl. Контроль и регулирование технологических процессов осуществляется одним оператором на компьютере через интерактивную программу управления, в том числе и на русском языке.

Для мощного производственного комплекса COBRA не нужны массивные фундаменты и тяжелое монтажное оборудование. Завод устанавливается на бетонную плиту или на грунт, если он выдерживает соответствующую нагрузку. Компания Tescwill Oy предоставляет чертежи фундамента под завод.

В сжатые сроки завод COBRA может быть переведен на новый объект. Это потребует существенно меньших инвестиционных и производственных затрат по сравнению с другими мобильными заводами.

Другим видом продукции фирмы Tescwill Oy являются модульные заводы TOWER башенного типа. Они занимают минимум площади, поэтому незаменимы для реализации строительных проектов в условиях городской застройки. Производительность заводов TOWER 60–140 м<sup>3</sup>/ч бетонной смеси.

Так же как заводы COBRA, они управляются системой WillControl, что обеспечивает выпуск высококачественной продукции в любых погодных условиях.

Строительные компании Москвы, Санкт-Петербурга, Урала, Сибири уже используют бетонные заводы Tescwill Oy. Специалисты компании осуществляют шеф-монтаж, ввод в эксплуатацию и техническое обслуживание заводов.

Подробнее специалисты могут познакомиться с разработками фирмы Tescwill Oy на стенде G123/5 в павильоне № 2 на Международной строительной выставке MosBuild 8–11 апреля 2003 г. в выставочном комплексе «Экспоцентр» на Красной Пресне.

*А.Б. Юмашев*



А.А. КАЛЬГИН, д-р техн. наук, ректор Московского института коммунального хозяйства и строительства

## **Некоторые аспекты экологической безопасности производства и применения строительных материалов**

Промышленность строительных материалов (ПСМ) является одной из самых материалоемких отраслей промышленности. Она перерабатывает огромные объемы природного сырья и промышленных отходов. Без специальных экологических исследований и мер защиты невозможно обеспечить полную безопасность производства и применения строительных материалов, создания комфортных условий и благоприятного микроклимата в помещениях.

Введение в нормативные показатели стройиндустрии повышенных требований по ограничению радиационного фона в помещениях привело к созданию новых радоноизолирующих материалов повышенной плотности с допустимой суммарной удельной активностью радионуклидов, а так же к надежной изоляции фундаментов. С этой целью в производстве железобетонных конструкций применяют заполнители, производимые из природного или техногенного сырья.

Суммарная удельная активность для вновь строящихся жилых зданий не должна превышать  $A_{эфф} < 350$  Бк/кг; для дорожного строительства в пределах территории населенных пунктов и зон перспективной застройки, при возведении производственных зданий и сооружений —  $A_{эфф} = 370-740$  Бк/кг; для дорожного строительства вне населенных пунктах —  $A_{эфф} = 740-1350$  Бк/кг.

Установленные в СНиП 11-3-79\* «Строительная теплотехника» нормативы термического сопротивления ограждающих конструкций могут быть достигнуты за счет применения многослойных конструкций с использованием эффективных утеплителей. Основные теплоизоляционные материалы, применяемые для этих целей, — минераловатные и пенополистирольные плиты, обладающие высокими теплоизоляционными свойствами, в экологическом аспекте не всегда являются безопасными.

Большая часть минераловатных изделий изготавливается с использованием фенолоспиртов. Если такие изделия производятся на морально и физически устаревшем оборудовании или с нарушениями технологического процесса, то при их эксплуатации в помещении может выделяться фенол и формальдегид.

Главным недостатком пенополистиролов является их горючесть. При недостатке кислорода, что чаще всего бывает при пожарах, образуются токсичные вещества. Горючесть ППС снижают за счет применения антипиренов. Однако для разработки мер по снижению токсичности необходимо проведение дополнительных исследований.

Экологически безопасны теплоизоляционные материалы на основе перлита, вермикулита, ячеистые бетоны и др. Стоимость этих материалов с учетом того, что  $1 \text{ м}^3$  эффективной теплоизоляции экономит около  $1,5 \text{ т}$  усл. топлива, является весьма приемлемой.

Особые требования экологической безопасности предъявляются к полимерным покрытиям для полов и отделочным материалам. В настоящее время в России в

основном производится линолеум на основе ПВХ — более 90%. Экологическая безопасность ПВХ-линолеума и других видов отделочных материалов в основном зависит от качества сырья: поливинилхлорида, пластификаторов и др. Использование высококачественного сырья (более дорогого) значительно снижает выделение мономеров в процессе эксплуатации и обеспечивает экологическую чистоту. Наиболее экологически чистым является алкидный линолеум. Основным сырьем для производства алкидного линолеума являются растительные масла — льняное, тунговое, хлопковое, подсолнечное, общее количество которых в композиции составляет 22–23 мас. %. Высокое содержание дорогостоящего сырья, а также относительная сложность изготовления сдерживает увеличение объемов производства алкидного линолеума.

Неоднозначно отношение потребителей к асбестосодержащим материалам. Необходимо отметить, что современные технологии, отработанные десятилетиями правила безопасности позволяют организовать экологически безопасное контролируемое производство асбеста и изделий на его основе. Использование асбестосодержащих изделий для потребителя безопасно, так как выделение свободных волокон из изделий, где асбест находится в связанном состоянии, практически исключено.

Изготовление строительных материалов связано с изъятием огромного невосполнимого количества природных ресурсов, иногда приводящим к нарушению экологии водного и грунтового бассейнов. Установлено, что использование промышленных отходов позволяет покрыть до 40% потребностей отрасли в сырьевых ресурсах. Применение промышленных отходов позволяет на 10–30% снизить затраты на изготовление строительных материалов по сравнению с производством из природного сырья. Кроме того, из промышленных отходов можно создавать новые строительные материалы с высокими технико-экономическими показателями.

Масштабы использования промышленных отходов остаются недопустимо малыми. Это в основном шлаки, золы, опилки. Анализ многочисленных литературных и производственных данных показывает, что препятствием к более широкому использованию промышленных отходов является прежде всего отсутствие государственной политики по вовлечению отходов в процесс производства. Крупные предприятия по производству строительных материалов, работающие на природном минеральном сырье, с нежеланием используют отходы промышленных предприятий, поскольку это требует изменений в технологии, наличия свободных производственных площадей, приобретения и установки дополнительного оборудования, затрат на проведение НИОКР и т. д.

Кроме того, предварительная подготовка отходов, обеспечивающая экологическую безопасность строительного материала, зачастую требует дополнительных энергозатрат.

Предприятия, например ТЭС, создающие отходы, также не желают изготавливать из них строительные мате-

риалы, поскольку кроме указанных выше причин хлопотно создавать и эксплуатировать непрофильные производства. Предприятий, изначально ориентированных на использование промышленных отходов в качестве основного сырья, очень мало. Поэтому большая часть отходов вывозится в отвалы. Небольшая часть при этом перерабатывается в строительные материалы на маломощных полкустарных установках с большим объемом ручного труда.

В подобных условиях весомое слово должен сказать молодой российский бизнес. Однако высокие проценты на кредиты, не стимулирующие налоги, относительно медленная окупаемость затрат (3–5 лет) сдерживают предпринимателей. К тому же, несмотря на достаточно большое количество научно-технических разработок и нормативных документов по использованию промышленных отходов в технологиях строительных материалов, отсутствуют достаточно убедительные промышленные образцы, нет специализированного оборудования и технологических линий.

Необходимо также отметить, что имеющиеся научно-технические данные не обобщены, отсутствует теоретически обоснованная методика использования промотходов в производстве строительных материалов, поэтому трудно

сопоставить результаты отдельных исследований и в каждом конкретном случае приходится создавать нормативные документы (ТУ, технологический регламент и т. п.). Как правило, эти документы и результаты исследований не проходят серьезную экологическую экспертизу в соответствии с МУ 2.1.674–97.

Традиционно промышленные отходы перерабатываются в различные виды бетонов, вяжущие и теплоизоляционные материалы. При использовании отходов используется оборудование, применяемое в технологии традиционных материалов. Практика показала, что подобное не всегда приводит к положительным результатам. Особенно это касается смесительного и уплотняющего оборудования.

Отдельные виды оборудования и технологические линии создаются на основе недостаточно обоснованного технического задания, поскольку средств на НИОКР инвесторами чаще всего не выделяется.

Создать эффективную программу по вовлечению отходов и техногенного сырья в производственный оборот под силу только государству. Утилизация промышленных отходов в строительные материалы является важным путем снижения нагрузки на окружающую среду. Этот путь эффективен экономически и экологически.

О.Ш. КИКАВА, канд. техн. наук, М.А. ФАХРАТОВ, канд. техн. наук  
(Московский институт коммунального хозяйства и строительства)

## О возможном влиянии промышленности строительных материалов на озоновый щит Земли

До бурного развития технического прогресса взаимоотношения человеческого общества и окружающей среды складывались вполне лояльно. Однако как только люди получили преимущество в виде знаний, они начали использовать их без оглядки на последствия для своей собственной среды обитания.

Существенный урон окружающей среде наносят газобразные выбросы предприятий различных отраслей промышленности, энергетики, продукция бытовой химии и др. В ряду самых экологически неблагоприятных газов, являющихся продуктами деятельности человека, находятся различные фреоны — насыщенные летучие органические соединения, используемые в качестве холодильных жидкостей, пропеллентов для аэрозолей, вспенивающих агентов и растворителей в различных отраслях промышленности.

Широкомасштабное производство и применение фреонов началось в 50-х годах XX века. Фреоны химически инертны, что обеспечивает безопасность работы с ними. Постепенно молекулы фреонов поднимаются в стратосферу (слой атмосферы, расположенный на высоте от 8–17 до 50 км от поверхности Земли, в средней части которого сосредоточено максимальное количество озона). Сами по себе фреоны не разрушают озон, однако некоторые продукты их распада ответственны за разрушение озонового слоя.

В середине 70-х годов XX столетия ученые Калифорнийского университета (США) Ш. Роуланд и М. Молина, а также П. Крутцен из Института химии им. Макса Планка (Германия) провели исследования, которые объяснили причины снижения концентрации стратосферного озона. Было доказано, что основными разрушителями озона являются ионы хлора и брома, отделившиеся от молекул галоидированных углеводородов под действием УФ-излучения. В 1995 г. ученые были удостоены Нобелевской премии в области химии за это открытие.

С точки зрения разрушающего воздействия на озон, наиболее опасными являются трихлорфторметан  $\text{CFCl}_3$  (ХФУ-11, или CFC-11, или R-11), дихлордифторметан  $\text{CF}_2\text{Cl}_2$  (ХФУ-12, или CRC-12, или R-12), 1,1,2-трихлортрифторэтан  $\text{CF}_2\text{ClCFCl}_2$  (CFC-113 или R-113), тетрахлорметан  $\text{CCl}_4$ , не полностью замещенные ХФУ, такие как дифторхлорметан  $\text{CHClF}_2$  (HCFC-22, R-22), метилхлорид  $\text{CH}_3\text{Cl}$  и многие другие.

На рисунке показана упрощенно схема воздействия на озон (приводится по материалам официального интернет-сайта «The Nobel Foundation»).

Из приведенных реакций видно, что ионы хлора являются катализатором и не поглощаются в ходе реакции. Каждый ион хлора, образовавшийся в стратосфере, может разрушить тысячи молекул озона. Процесс гораздо более выражен для ионов брома. Полная химия разрушения озона очень сложна — в процессе задействовано более 100 соединений.

Для количественной оценки влияния различных соединений на озон был принят относительный коэффициент *озоновый разрушающий потенциал* (ОРП), кото-

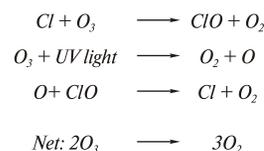
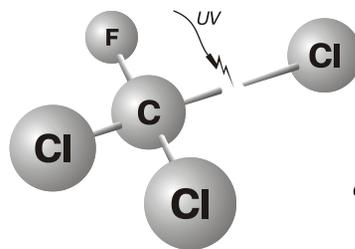


Таблица 1

Название соединения	Формула	ОРП			
		10 лет	30 лет	100 лет	Равновесное значение
CFC-113	CF <sub>2</sub> ClCFCl <sub>2</sub>	0,56	0,62	0,78	1,1
Тетрахлоруглерод	CCl <sub>4</sub>	1,25	1,22	1,14	1,08
Метилхлороформ	CH <sub>3</sub> CCl <sub>3</sub>	0,75	0,32	0,15	0,12
HCFC-22	CHF <sub>2</sub> Cl	0,17	0,12	0,07	0,05
Галон-1301	CF <sub>3</sub> Br	10,4	10,7	11,5	12,5

рый характеризует способность соединения разрушать стратосферный озон.

ОРП соединения «х» определяется как соотношение общего количества озона, разрушенного определенным количеством соединения «х», к количеству озона, разрушенного тем же количеством трихлорфторметана CFCl<sub>3</sub> (CFC-11). ОРП CFC-11 принимается равным 1, ОРП других соединений рассчитывается относительно эталонного соединения. Например, соединение с ОРП, равным 0,2, в пять раз меньше разрушает озон по сравнению с CFC-11.

ОРП соединения зависит от природы галогена, количества атомов хлора и брома в молекуле, молекулярной массы (поскольку ОРП определяется сравнением одинаковых масс, а не молей), временем «жизни» в атмосфере (ОРП для CH<sub>3</sub>CCl<sub>3</sub> ниже, чем для CFC-11, поскольку большая часть CH<sub>3</sub>CCl<sub>3</sub> разрушается в тропосфере).

В последние годы было введено понятие «мягкие» фреоны и сделаны попытки замещения известных ХФУ на новые, обладающие укороченным периодом жизни в атмосфере. Идеальной заменой явились бы соединения, обладающие коротким периодом жизни в тропосфере и длительным периодом жизни в стратосфере, то есть устойчивые и не выделяющие хлора и брома под воздействием УФ-излучения. В 1991 г. было введено понятие ОРП, зависящего от времени:

$$\text{ОРП}(x, T) = \frac{\text{потери озона под действием вещества X в период времени T}}{\text{потери озона под действием CFC-11 в период времени T}}$$

При T, стремящемся к бесконечности, формула переходит к равновесному значению ОРП. В табл. 1 представлены зависящие от времени и равновесные значения ОРП ряда галогенуглеродов.

Водородосодержащие ХФУ (английская аббревиатура HCFC) отличаются от CFC тем, что в их молекуле лишь часть атомов водорода замещена на хлор или бром. Наиболее известным представителем этой группы соединений является HClF<sub>2</sub>, известное как HCFC-22, широко применяемое в качестве хладагента. Атом водорода, содержащийся в молекуле, делает ее подверженной атаке гидроксильного радикала OH<sup>•</sup>, при этом значительные доли HCFC разрушаются до достижения стратосферы. Сопоставление на молекулярном уровне показывает, что HCFC разрушают озоновый слой в меньшей степени, чем CFC, что позволило начиная с 1976 г. считать их приемлемыми заменителями.

Большинство HCFC обладает ОРП в интервале 0,01–0,1, следовательно, за время жизни в стратосфере они расщепляют лишь 1–10% озона по сравнению с CFC-11. Они более реакционноспособны в тропосфере, следовательно, меньшие количества достигают стратосферы, однако их реакционная способность достаточно велика и там, что приводит к высокому ОРП на начальных стадиях. Таким образом, для HCFC более правильно использовать ОРП, зависящий от времени.

Таблица 2

Название соединения	Химическое название	ОРП
HCFC-22	Монохлордифторметан	0,05
HCFC-123	2,2-дихлор-1,1,1-трифторэтан	0,02
HCFC-124	2-хлор-1,1,1,2-тетрафторэтан	0,02
HCFC-141b	1,1-дихлор-1-фторэтан	0,1
HCFC-142b	1-хлор-1,1-дифторэтан	0,06

Необходимо учесть, что существует природный 10–20 летний лаг между выделением CFC и разрушением озона. Современное разрушение озона связано с выбросами CFC в 70–80-х годах, а сегодняшний контроль процессов выделения CFC может предотвратить массовое разрушение озона через многие годы.

В 1987 г. Монреальский протокол определил, что эмиссия CFC должна быть сокращена к 2000 г. до 50% существующего уровня (до этого увеличение эмиссии составляло 3% ежегодно). К соглашению, в 1987 г. подписанному лишь 22 странами, за прошедший период присоединилось большинство стран – членов ООН и множество частных компаний. Протокол определяет процессы снижения и запрещения производства и применения различных CFC с учетом их опасности, а также предусматривает облегченные варианты программ для развивающихся стран.

Монреальский протокол был развит в 1990 г. в Лондонском соглашении к нему, определяющем полное прекращение производства CFC, CCl<sub>4</sub> и галонов к 2000 г. Учитывая ухудшающуюся ситуацию, Копенгагенское соглашение 1992 г. еще более ужесточило требования к производству и применению хлорфторуглеродов, особенно содержащих водород и считавшихся относительно безопасными. В конечном итоге под первую фазу запрета попали также многочисленные HCFC, в особенности являющиеся «парниковыми газами». В табл. 2 приведены данные по наиболее известным и распространенным HCFC, сокращение производства и использования которых планируется в первую очередь.

В промышленности строительных материалов различные хлорфторуглеводороды активно применяются при производстве вспененных полимерных материалов, используемых в качестве промышленной и строительной теплоизоляции – пенополиуретанов, пенополистиролов и, в частности, экструдированных пенополистиролов, которые считаются в настоящее время наиболее эффективными теплоизолирующими материалами.

Их высокая эффективность определяется комплексом свойств, таких как высокая прочность при относительно низких плотностях, чрезвычайно низкое водопоглощение, обеспечивающее высокие теплоизолиру-

Таблица 3

Вспениватель	ОРП	Собственный объем молекул при 0°C, Nm <sup>3</sup>	Температура кипения, °C	Теплопроводность при 25°C и 101,3 КПа, Вт/(м·°C)	Коэффициент диффузии при 20–25°C, см <sup>2</sup> /с	Время замещения на воздух в плите толщиной 50 мм, лет	Время замещения на воздух в плите толщиной 100 мм, лет
CFC-12	1,0	0,19	-29,8	0,0099	0,23×10 <sup>-8</sup>	24	95
HCFC-22	0,05	0,26	-40,8	0,0118	0,18×10 <sup>-6</sup>	0,3	1
HCFC-142b	0,06	0,223	-9,6	0,0129	0,26×10 <sup>-6</sup>	21	84
HCFC-134a	0	0,22	-6,5	0,0141	0,29×10 <sup>-7</sup>	1,9	7,6
HCFC-152a	0	0,339	-24	0,0143	0,16×10 <sup>-5</sup>	0,1	0,7
CO <sub>2</sub>	0	0,509	-78,5	0,016	0,10×10 <sup>-5</sup>	0,01	0,1

ющие свойства (коэффициент теплопроводности 0,025–0,033 Вт/(м·°C), и многими другими.

В качестве высокоэффективных вспенивающих агентов производители первоначально использовали CFC-12 с последующим переходом на систему HCFC-22 и HCFC-142b. Переход в основном был осуществлен в 1989–90 гг. в результате принятого в соответствии с Монреальским протоколом запрещения применения CFC в Европейском сообществе с 1995 года. В Германии, а также в большинстве европейских стран запрещено применение HCFC-22 во вспенивающих системах с 1999 г., что поставило производителей перед задачей перехода на полностью бесфреонную систему на основе CO<sub>2</sub>.

Ведя разговор об эффективных утеплителях, следует учитывать, что вспениватель обладает собственной теплоизолирующей способностью. В экструдированном пенополистироле содержание полистирола не превышает 4%, остальное – вспенивающий газ, заключенный в порах материала. Постепенно он диффундирует через стенки пор, и состав газовой среды пор выравнивается с окружающей средой, то есть вспенивающий газ практически замещается воздухом.

Как показывают данные табл. 3, постепенное замещение вспенивателя воздухом должно в конечном итоге привести к достижению равновесного значения теплопроводности пенополистирола. При этом замена фреонов на CO<sub>2</sub> не оказывает значительного воздействия на теплопроводность. Материалы, полученные по указанной технологии, выделяют озоноразрушающие вещества в атмосферу постепенно.

Производство, применение и потребление HCFC и материалов на их основе в Европе регулируется Положением 2037/2000 от 29.09.2000 г. В соответствии с ним применение пен на основе HCFC запрещается:

- с 1 ноября 2000г. – для пенополиэтилена;
- с 1 января 2002 г. – для экструдированных ППС;
- с 1 января 2003 г. – для пенополиуретанов;
- с 1 января 2004 г. – для любых пен в виде блочных или заливных материалов.

В России также приняты нормативные документы, ограничивающие ввоз, производство и применение озоноразрушающих веществ и содержащей их продукции. Это постановление Правительства РФ № 563 от 8 мая 1996 г. «О регулировании ввоза в Российскую Федерацию и вывоза из Российской Федерации озоноразрушающих веществ и содержащей их продукции», в котором приводятся перечни озоноразрушающих веществ и продукции, их содержащей, а также перечень государств и международных организаций, подписавших Монреальский протокол. В 1999 г. Правительством России было издано постановление № 490 «Об усилении мер государственного регулирования производства и потребления озоноразрушающих веществ в Российской Федерации.

Производство экструдированного пенополистирола в России начато в 90-х годах XX столетия – существенно позднее многих зарубежных стран. В те годы уже были установлены и причины разрушения озонового слоя, и парникового эффекта. Однако, к сожалению, при организации отечественных производств ЭППС были реализованы технологии с использованием фреонов.

Конечно, вопросы энергосбережения особенно для нашей страны не менее глобальны и тесно связаны с различными аспектами экологии – разработкой месторождений нефти и газа, вырубкой лесов и др. Утепление существующего жилого фонда и строительство новых зданий с учетом новых теплотехнических требований может дать высокий экономический и экологический эффект. При этом производство эффективных утеплителей в России существенно отстает от потребностей, что неизбежно приводит к импорту материалов.

Сложившаяся ситуация может привести к тому, что зарубежные производители ЭППС, которые по различным причинам не перевели свои производства на бесфреонные технологии, потеряют традиционные европейские рынки сбыта, в том числе и в своих странах. Они будут сбывать свою продукцию в страны с более лояльным законодательством, в частности в Россию, где многие законы длительное время остаются на бумаге, так как не отлажен механизм их исполнения. Это приведет к поступлению на российский строительный рынок высокоэффективных, но экологически неблагоприятных материалов. Более того, экологически безопасные материалы могут оказаться неконкурентоспособными по цене, так как бесфреонные технологии производства ЭППС дороже традиционных, а на реконструкцию производства требуются немалые капиталовложения.

Необходимо помнить, что опасность представляет не столько импорт экологически опасных материалов, так как существует все-таки таможенный фильтр, сколько импорт опасных технологий. Ведь и оборудование, как бывшее в употреблении, так и новое, будет сбываться в страны с облегченным законодательством по демпинговым ценам.

Круг может замкнуться. В целях сокращения энергозатрат и соответственно уменьшения нагрузки на окружающую среду будет потребляться все больше различных теплоизоляционных материалов. Для сокращения импорта этих материалов будут создаваться новые производства. При этом как частные, так и государственные компании будут, конечно, экономить на инвестициях. Это и откроет путь на отечественный рынок морально устаревшему и экологически неблагоприятному оборудованию.

Каждый специалист и гражданин должен задуматься, не придется ли за принятые им решения расплачиваться будущим поколениям россиян.

## **Расширенное заседание коллегии Госстроя России состоялось в Омске 5–6 февраля 2003 г.**

Участники и гости коллегии, которых собралось в здании омского музыкального театра более 700, рассмотрели итоги работы строительного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации в 2002 г. и основные задачи на 2003 г.

Открыл заседание коллегии новый председатель Госстроя России **Н.П. Кошман**. Он кратко остановился на итогах работы строительного комплекса за 2002 г.

В настоящее время в строительном комплексе России функционирует около 130 тыс. организаций и предприятий строительства и промышленности строительных материалов. За прошедший год инвестиции в основной капитал составили 1,66 трлн р или 102,5 % к предыдущему году. Объем работ, выполненных по договорам строительного подряда, составил 869,1 млрд р, что на 2,7 % больше, чем в 2001 г. При этом в структуре себестоимости доля материальных затрат снизилась, но возросли затраты на оплату труда и амортизацию основных фондов.

Ввод в действие жилых домов составил 33,8 млн м<sup>2</sup>, что составляет 106,5% по отношению к предыдущему году. Такие показатели председатель Госстроя оценил как весьма скромные.

Конечно, прошедший год был насыщен чрезвычайными, весьма широкомасштабными событиями, отвлекшими значительные материальные и людские ресурсы для их ликвидации. В первую очередь речь шла о последствиях наводнения в Южном федеральном округе.

Анализ работ по ликвидации последствий наводнения показал, что строительный комплекс региона и России оказался не готов быстро реа-

гировать на чрезвычайные ситуации. Недостаточный контроль в области регистрации жилья, отсутствие страхования объектов недвижимости, нормативная база, не учитывающая условия чрезвычайных ситуаций, повлекли необоснованно длительные сроки проведения восстановительных работ и неоправданное расходование бюджетных средств.

Из года в год растут объемы ветхого и аварийного жилья. Средний износ домов по некоторым данным уже превышает 50%, а в некоторых случаях достигает критического износа 70%, когда эксплуатация жилья должна прекращаться. В настоящее время количество жилья с критическим износом составляет 4% от общей площади жилого фонда. В связи с этим в 2003 г. предусмотрено увеличить средства на эти цели до 1,3 млрд р.

С обстоятельным докладом выступил губернатор Омской области **Л.К. Полежаев**. Он отметил, что Омская область по объемам промышленного производства находится в числе ведущих регионов, как в Сибирском федеральном округе, так и по России в целом. В строительном комплексе задействовано 2,1 тыс. строительных организаций с общей численностью работающих 44,8 тыс. человек. В области 160 предприятий стройиндустрии, где трудится 7,2 тыс. работников.

Основные направления инвестиций из областного бюджета это жилищное строительство, реализация программы газификации региона, развитие и реконструкция материально-технической базы социальной сферы. В Омской области развернута собственная программа жилищного строительства. Для ее реализации в 2000 г. было создано «Агентство жи-

лишнего строительства Омской области», принято семь нормативно-правовых документов по поддержке граждан в строительстве и приобретении жилья, развивается ипотечное кредитование.

Это дало положительные результаты. В 2002 г. объем сдачи жилья в эксплуатацию увеличился по сравнению с 2001 г. на 27% и составил 220 тыс. м<sup>2</sup>. В 2003 г., согласно областной инвестиционной программе, для строительства жилья предусмотрено 220 млн. р.

Л.К. Полежаев рассказал, о деятельности рабочей группы по выработке концепции условий коренного преобразования ЖКХ России, которую он возглавлял. Программный документ «Концептуальные условия коренного преобразования жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации» был принят Госсоветом в мае 2001 г.

В Омской области уже сделано немало в области реформирования ЖКХ. Принято более 20 нормативных актов, направленных на совершенствование системы оплаты жилья и коммунальных услуг, социальную защиту населения, повышение эффективности бюджетного финансирования ЖКХ. Заменено более 900 устаревших котлов на новые экономичные с КПД до 96%. Закрыто 67 нерентабельных котельных с переводом потребителей на локальные и индивидуальные теплосети. Это позволило сократить протяженность теплосетей на 210 км. Проложено более 2 тыс. км газопроводов. На газе теперь работают 250 котельных. Подсчитано, что только за счет газификации каждая семья в области экономит более 100 р в месяц.



Делегация Самарской области



Доклад Л.С. Бариновой на заседании секции

Губернатор также отметил положительный эффект от использования высокого промышленного потенциала омских оборонных предприятий. Они производят котельные установки, теплообменники, теплогидроизолированные трубы, приборы учета и контроля и др.

Пути реформирования ЖКХ, совершенствование материальной базы отрасли были затронуты во многих выступлениях участников коллегии.

После пленарного заседания работа продолжилась в пяти секциях: по итогам работы строительного комплекса Российской Федерации в 2002 г. и перспективы его развития на 2003 г. (руководитель – советник председателя Госстроя РФ А.И. Петраков); по вопросам архитектуры и градостроительства (руководитель – заместитель председателя Госстроя П.А. Шевоцуков); по вопросам реформирования жилищно-коммунального хозяйства (руководитель – заместитель председателя Госстроя РФ Л.Н. Чернышов); по вопросам развития промышленности строительных материалов (руководитель – заместитель председателя Госстроя РФ Л.С. Баринаова); по вопросам государственной жилищной политики и жилищного финансирования (руководитель – статс-секретарь заместитель председателя Госстроя РФ В.Н. Пономарев).

На секции по вопросам развития промышленности строительных материалов в основном обсуждались вопросы разработки и внедрения новых технологий производства и применения эффективных строительных материалов. Отмечалось, что в настоящее время отрасль располагает необходимыми разработками, однако их внедрение не везде находит должную поддержку. Кроме этого, неравномерность размещения промышленных предприятий различных подотраслей ПСМ порождает применение привозных, в том числе импортных материалов, увеличение транспортной составляющей в себестоимости продукции.

Руководитель департамента по строительству, архитектуре, жилищно-коммунальному и дорожному хозяйству Администрации Самарской области **А.А. Латкин** в своем выступлении отметил, что в 2002 г. были закреплены положительные тенденции развития экономики Самарской области. Строительный комплекс области объединяет более девяти тысяч строительных, проектных, производственных предприятий и организаций, обеспечивающих около 130 тыс. рабочих мест.

Удельный вес инвестиций в ПСМ за последние три года вырос в 3,5 раза, а в строительство – в 4 раза, что

было бы невозможно без повышения инвестиционной привлекательности данной отрасли экономики.

Результатом целенаправленной деятельности руководства области стало повышение международным агентством «Standart&Poor's» рейтинга Самарской области с позиции В+ до В1 (прогноз стабильный). По этому показателю, отражающему стабильность экономики и повышение инвестиционной привлекательности, Самарская область находится на третьем месте в России после Москвы и Санкт-Петербурга. С 2001 г. удельный вес иностранных инвестиций в ПСМ увеличился на 8,6%.

Создание конкурентоспособных предприятий стройиндустрии обуславливает рост налоговых платежей в бюджеты, которые, в свою очередь, позволяют реализовать областные социальные программы по строительству жилья, объектов образования, здравоохранения, культуры и др. Работа эта ведется постоянно.

Например, в настоящее время реализуется совместный проект ЗАО «СТС» и фирмы «Таркет-Соммер» по созданию на производственных мощностях «СТС» дополнительной технологической линии по выпуску «общественного» линолеума, обладающего повышенными эксплуатационными характеристиками, мощностью 20 млн м<sup>2</sup> в год. Запуск линии планируется в 2003 г.

Примером инвестирования банковского капитала служит тольяттинское предприятие ЗАО «Ролти» по переработке древесины. На немецком оборудовании производится 250 тыс. м<sup>2</sup> оконных и дверных блоков, 250 тыс. м<sup>3</sup> погонажных изделий европейского качества.

Примером эффективной реализации стратегии привлечения инвестиций является создание «Базовой точки» в г. Кинеле, где объединены мощности по производству катионной битумной эмульсии и мытого кубовидного щебня уских фракций.

Элементом стратегии департамента является разработка новой типологии жилья, параметрами качества и комфортабельности отвечающего мировым стандартам.

Участники коллегии посетили выставку «Жилищно-коммунальный комплекс и стройиндустрия-2003», на которой познакомились с достижениями предприятий области и других регионов. Были широко представлены приборы учета и контроля, тепловые установки, комплектующие для трубопроводов различного назначения, современные строительные материалы.

Например, **ОАО «Омский комбинат строительных конструкций»** не только сохранил широкую номенкла-



Директор омского Института новых технологий и автоматизации промышленности строительных материалов И.Ф. Шлегель докладывает концепцию нового отечественного кирпичного завода Председателю Госстроя РФ Н.П. Кошману и Губернатору Омской области Л.К. Полежаеву

туру изделий сборного железобетона, но и развивает производство современных эффективных материалов: конструкции для каркасного строительства, пористые заполнители высокого качества (керамзит и дорзит), неавтоклавный теплоизоляционный пенобетон по резательной технологии. Следует отметить, что на предприятии налажено производство импортозамещающего протеинового пеноконцентрата. Начато строительство цеха сухих строительных смесей.

Участники коллегии познакомились с различными строительными объектами (метромост через реку Иртыш, жилой микрорайон «Кристалл», культурно-досуговый центр «Летур» и др.), а также предприятием ПСМ – ЗАО «Полимерстрой», производящее эффективные материалы на основе ППС – плиты для утепления фасадов, скорлупы для теплоизоляции трубопроводов, несъемную опалубку «Изодом», различные декоративные изделия и элементы отделки фасадов.



*Е.И. Юмашева*

11–14 февраля в Новосибирске состоялась 17-я Международная выставка архитектуры и строительства «Стройсиб-2003».

Организатором выставки является Сибирская ярмарка при поддержке Госстроя России, Российской академии архитектуры и строительных наук, Администрации Сибирского федерального округа, МА «Сибирское Соглашение», Ассоциации сибирских и дальневосточных городов, Межрегиональной ассоциации руководителей предприятий, администрации Новосибирской области, мэрии Новосибирска, Новосибирской организации Союза архитекторов России, Новосибирской торгово-промышленной палаты.

Общая площадь экспозиции составила около 5 тыс. м<sup>2</sup>, на которой расположилось более 600 фирм из различных регионов России и зарубежья. Традиционно выставка привлекает к себе большой интерес. По данным, представленным организаторами, за время работы на выставке побывало около 45 тыс. посетителей. В рамках выставки было проведено более 30 мероприятий — конференций, круглых столов, семинаров, презентаций.

Экспозиция выставки наглядно отражала позитивные процессы, происходящие в строительном комплексе Сибири. Специалисты могли познакомиться со строительной техникой, оборудованием для производства строительных материалов, сырьевыми материалами и различными компонентами, новыми технологиями производства материалов различного назначения.

В группе кровельных и гидроизоляционных материалов были представлены битумные и битумно-полимерные материалы ведущих российских и зарубежных компаний, металлическая черепица местных производителей и их коллег из близлежащих регионов. Привезли в Сибирь свою продукцию производители цементно-песчаной и керамической черепицы.

Гидроизоляционные материалы собственного производства на основе полиэтилена представила компания «ТехПолимер» из Красноярска. В настоящее время производится мембрана «ТехПолимер» двух видов: плоская и с анкерными ребрами. Материал можно применять для гидроизоляции фундаментов, подземных частей зданий, облицовки бетонных конструкций, изоляции полов на химических производствах, при создании радонозащитной системы зданий и сооружений, хранилищ отходов и сточных вод и др.



Все дни работы выставки на стенде журнала «Строительные материалы» в режиме поп-стор проходила читательская конференция. Главный редактор журнала Е.И. Юмашева обсуждает с преподавателями кафедры строительных материалов НГАСУ О.А. Игнатовой и С.А. Иноземцевой новые проекты издательства

#### Технические характеристики мембраны «ТехПолимер»

Толщина, мм .....	1–3
Ширина рулона, мм .....	1886
Прочность при растяжении, МПа .....	26,7
Прочность шва, МПа .....	24
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее .....	450
Морозостойкость, °С .....	–70
Стойкость к химическим веществам с рН .....	0,5–14

Соединение полотен выполняется сваркой горячим воздухом.

Выпуск полимерпесчаной черепицы, получившей название «Berlina», освоила **Группа «Плазма»** в Новосибирске. По многим свойствам она является аналогом керамической черепицы, но отличается меньшей массой.

#### Техническая характеристика полимерпесчаной черепицы «Berlina»

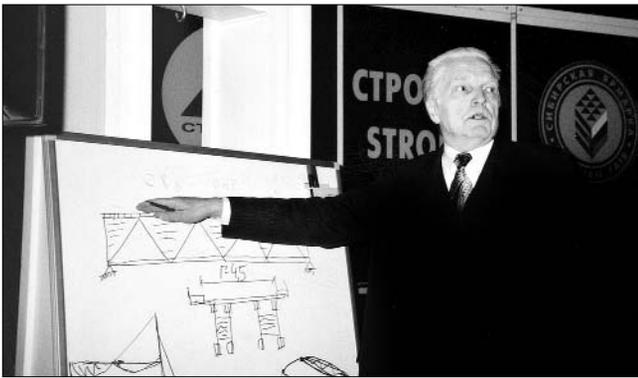
Прочность при сжатии, МПа .....	35
Прочность на растяжение при изгибе, МПа .....	21
Водопоглощение, % .....	0,5
Интервал эксплуатационной температуры, °С .....	–65 – +250
Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup> .....	1469

В настоящее время фирма изготавливает черепицу, окрашенную в массу, имитирующую цвет керамической черепицы.

На выставке «Стройсиб-2003» было представлено значительное число продуктов, предназначенных для модифицирования цементных составов и бетонов. Среди участников были ведущие поставщики зарубежных материалов («ЕвроХим-12», «Вэлком+» и др.).

Новосибирская компания «**Бенотех**» является одновременно поставщиком и производителем химических добавок для бетонов. В этом году компания наряду с продукцией других фирм представила новинку — добавку «Бенотех ПМП-1», которая предназначена для ускорения схватывания и твердения, ингибирования коррозии арматурной стали. Добавка обеспечивает твердение бетона при отрицательной температуре, не выщелачивается.

Одна из наиболее динамично развивающихся подотраслей ПСМ — производство сухих строительных смесей — пополнилась еще одним производителем оборудования. Новосибирское объединение «**Ронож**» ранее специализировалось на выпуске оборудования для резки и гибки стали, производства профнастила, элементов крепления гипсокартона и подвесных потолков. На выставке «Стройсиб-2003» компания предстала в качестве производителя автоматизированного комплекса по производству сухих строительных смесей. В комплекс входят: система пневмоподдачи сырьевых компонентов, дозатор, шнековый смеситель и автоматизированная система управления процессом.



Заведующий кафедрой мостов СибГУПС В.П. Устинов рассказывает о проблемах применения клееной древесины в пролетных строениях автодорожных мостов для северных районов Сибири участникам круглого стола «Клееные деревянные конструкции. Новые решения и пути развития»

#### Техническая характеристика комплекса

Производительность, т/смену, не менее .....	2
Максимальное время одного замеса, мин. ....	7
Потребляемая мощность, кВт .....	8–10
Обслуживающий персонал, чел. ....	1–2
Масса, кг.....	800
Площадь, м <sup>2</sup> .....	10

Проблемы устройства энергоэффективных ограждающих конструкций вот уже несколько лет являются наиболее злободневными для многих специалистов. Всегда большое внимание посетителей привлечено к тем стендам, где представлены теплоизоляционные материалы, фасадные системы, строительные системы с несъемной опалубкой из пенополистирола, оригинальные разработки защиты и декорирования конструкций из ячеистого бетона.

Теплоизоляционные материалы широко были представлены российскими производителями. Минераловатные изделия представили самарская компания «Термо-степс МТЛ», новая красноярская фирма «Минвата». Маты из супертонкого базальтового волокна представила компания «Черниговский базальт» (г. Березовский Кемеровской обл.) и кемеровское объединение «Минвата». Челябинская фирма «АКСИ» предлагала теплоизоляционные изделия на основе стекловолокна. Томское ЗАО «Союзполимерстрой» представило несъемную опалубку из ППС и кровельные и стеновые сэндвич-панели.

«Златоустовский завод металлоконструкций» производит металлические трехслойные стеновые и кровельные панели на основе минераловатных плит. В качестве связующего используется двухкомпонентный клей, обеспечивающий высокую степень сцепления металла и



Золотую медаль Сибирской ярмарки в номинации «Строительные материалы» получили заведующий кафедрой силикатов В.И. Верещагин от Томского политехнического университета и главный технолог Н.И. Рыхнова от ЗАО «Карьероуправление» за разработку и внедрение технологии производства объемно-окрашенного кирпича



На выставочном стенде продолжается обсуждение запуска нового завода «Стилвуд». Слева направо: А.Н. Бурленков, представитель поставщика оборудования немецкой фирмы Weinig, А.А. Погорельцев, ведущий специалист ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, В.Е. Сергиенко, председатель совета директоров, и И.Г. Мисько, директор ООО «Стилвуд»

утеплителя. Панели могут комплектоваться различными фасонными элементами. На основе панелей фирма изготавливает быстровозводимые здания. Основная часть продукции используется для строительства в Сибири и отвечает всем условиям по снеговой и ветровой нагрузке.

Круглый стол «XXI век – новые бетонные технологии» собрал многих специалистов стройиндустрии. На заседании были представлены возможности новых технологий и оборудования для производства изделий из бетона. Участники круглого стола обсудили новые решения в производстве бетона и добавок к нему, увеличивающих прочность и значительно сокращающих расход цемента. Также была представлена новая технология цветных декоративных бетонов, применяемая для создания внешних ландшафтных покрытий, устройства высокопрочных промышленных полов.

На заседании круглого стола «Мансардное строительство», организованного Ассоциацией строителей и инвесторов Новосибирска и Новосибирской области, разгорелись жаркие дебаты по технологии строительства сибирских мансард. Специалисты едины во мнении, что, как и в других регионах, для Новосибирска развитие мансардного строительства весьма актуально, так как в центре практически отсутствуют площадки для новостроек. Строительство мансард также позволяет комплексно решить проблему реконструкции жилья. Однако стоит ли применять специальные мансардные окна зарубежного производства? Ведь снеговые нагрузки в Сибири несравнимы с европейскими.

Теме «Клееные деревянные конструкции. Новые решения и пути развития» был посвящен круглый стол. Значительным событием в промышленности строительных материалов региона стал запуск нового завода по производству клееных конструктивных балок и стенового профилированного бруса. О производственных возможностях нового производства рассказал директор ООО «Стилвуд» И.Г. Мисько. Высокий уровень оснащения завода отметили представители фирмы Weinig, поставщика оборудования, и концерна Akzo Nobel, подразделение «Каско Продактс» которого поставляет высококачественные клеи.

ДКК в настоящее время вновь возвращаются на строительные площадки. Они перспективны для применения в гражданском, дорожном, сельскохозяйственном строительстве. ДКК часто бывают незаменимы при реконструкции различных зданий.

Выставка «Стройсиб-2003» завершилась подведением итогов традиционного конкурса «Золотая медаль Сибирской ярмарки». В числе победителей конкурса, получивших Большую золотую медаль, был журнал «Строительные материалы».

*Е.И. Юмашева, С.Ю. Горегляд*

## **Известковое производство в Рюдерсдорфе (Германия)**

*(по материалам публикаций журнала Zement-Kalk-Gips International)*

Месторождение Рюдерсдорф неподалеку от Берлина является одним из крупнейших в центральной Европе. Начиная с XII в., здесь добывали известняк для строительства дорог и получения извести.

В XVI в. непосредственно в слое известняка были сооружены первые известеобжигательные печи. В 1666 г. здесь были построены характерные для доиндустриальной эпохи двухкамерные печи периодического действия. В них в качестве топлива использовались дрова, а в конце XVIII в. стали использовать антрацит и бурый уголь.

Революционным этапом в развитии техники обжига стала печь Румфорда. Она представляла собой прямоугольную, сложенную из кирпича вертикальную камеру с арочным сводом и внешними стойками, обеспечивающими стабильность обжига. Она работала в следующем режиме: в камеру обжига поступали горячие газы из топки, сложенной из известняка. Выгрузка продукции осуществлялась через 12 часов. Суточная мощность одной печи составляла 68–80 т. Первую печь Румдорфа запустили на Рюдерсдорфском месторождении в 1804 г. Многократно модернизированные печи этого типа проработали здесь почти до конца XX в. — их ликвидировали в 1989 г.

В конце первой половины XIX в. использование известняка в дорожных работах сократилось, и в основном его стали обжигать на известе. Интенсивный рост известкового производства в этот период во многом связан со строительством железной дороги, вблизи которой в 1871 г. были сооружены известеобжигательные печи. В 1874 г. часть печей Румдорфа была снесена, и к 1877 г. здесь уже действовала батарея из 18 шахтных печей, известняк и уголь в которые доставляли по железной дороге.

Между 1905 и 1907 гг. была построена кольцевая известеобжигательная печь Хоффмана, состоящая из 65 камер с длиной канала подогрева до 340 м. До 1918 г. основную массу известняка обжигали в кольцевой печи, но затем вновь вернулись к батарее шахтных печей. Годовая мощность кольцевой печи составляла 43,3 тыс. т. В состав батареи входили две шахтные пересыпные печи с общей годовой мощностью 28,5 тыс. т, годовая же мощность остальных 16 печей составляла около 70 тыс. т.

В связи со строительством глиноземного завода в Рюдерсдорфе была сооружена механизированная туннельная печь, десятикратно превышающая производительность шахтной печи. После войны в 1945–1946 гг. это производство было демонтировано.

Известковое производство Рюдерсдорфа возобновилось в июне 1948 г., но еще в 1947 г. оно вошло в состав государственного предприятия «Rudersdorfer Kalk-, Zement-, und Betonwerke».

В конце 1959 г. к прежним 18 шахтным печам пристроили девятнадцатую — механизированную шахтную печь, оборудованную промежуточным бункером, вмещающим 12-часовой запас известняка и угля. Этот запас обеспечивал относительную автономность работы печи. Кроме того, к бункеру были подведены собственные железнодорожные пути, полностью исключившие возможность перебоев, связанных с подачей сырья.

Каждую существующую шахтную печь следовало оборудовать тремя элеваторными скиповыми подъемниками для известняка и одним — для топлива. Эти шахтные печи в Рюдерсдорфе проработали до ноября 1967 г., когда здесь были построены 6 отапливаемых коксом шахтных печей, помольное отделение с тремя валковыми мельницами и производство гашеной извести, оборудованное четырьмя гидратораами.

После 1990 г. в эксплуатации оставались лишь три из шести шахтных печей последнего поколения. В 1995 г. две из них были заменены регенеративной шахтной печью для обжига крупнокускового (50–110 мм) афритового известняка-ракушечника, составляющего лишь 40% добываемого на карьере камня.

Запасы Рюдерсдорфского месторождения оцениваются в 30 млн т известняка. Предполагалось, что при ежегодном потреблении 500 тыс. т оно обеспечит известковое производство на ближайшую четверть века. Для увеличения срока эксплуатации предприятия необходимо было добиться вовлечения в производство мелких фракций известняка. Благодаря расширению гранулометрии обжигаемого известняка от 25 до 110 мм запасы сырья для производства извести возросли и составили уже не 40, а 61% добываемого в карьере камня. В производство вернулась неиспользовавшаяся ранее мелочь, и срок эксплуатации известкового производства увеличился до 37 лет.

Для этого потребовалось проведение ряда мероприятий. В частности, на сортировочной установке, расположенной на карьере, были смонтированы дополнительные грохоты. Так как сырье от сортировочной установки к печам поступает лишь по одной конвейерной линии, необходимо сортировать материал на фракции 25–50, 50–70 и 70–110 мм непосредственно вблизи обжигового оборудования. Его сортируют с таким расчетом, чтобы фракция 25–50 (70) мм поступала на обжиг в регенеративную шахтную печь параллельного тока, а фракция 50 (70)–110 мм — в отапливаемые коксом шахтные печи.

Для обжига известковой мелочи — 25–50 (70) мм — необходима модернизация регенеративной шахтной печи параллельного тока с мощностью 550 т в сутки. Модернизация предусматривала создание системы распределения тепла внутри шахты в результате подачи газа к 33 установленным в ней горелкам. В результате обеспечивается равномерное распределение обжигаемого материала по сечению печи и кондиционирование отходящих газов и воздуха.

Опыт подобной модернизации у фирмы-изготовителя печного оборудования уже имелся: регенеративные шахтные печи с параллельным током для обжига мелочи успешно используются на немецких известковых заводах Калтес Тал и Рюбеланд соответственно с 1994 и 1996 гг.

С середины 1999 г. известковый завод в Рюдерсдорфе входит в компанию Fels-Werke GmbH из г. Гослара (ФРГ), объединяющую 10 известковых заводов Германии и один в Чешской республике, а также владеющую акциями итальянских известковых заводов. Ежегодно предприятие выпускает 360 тыс. т негашеной, 250 тыс. т гашеной и 140 тыс. т смешанной извести.