



ЯЧЕИСТЫЙ  
БЕТОН

9-я МЕЖДУНАРОДНАЯ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
МИНСК, 18–19 МАЯ 2016 г.

# ОПЫТ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ

Организаторы конференции



Информационные партнеры



# masa

Milestone to your success.

## Наши решения – Ваш успех



[www.masa-group.com](http://www.masa-group.com)

Фирма «Маза» предлагает отдельные машины и участки производственных линий, а также установки «под ключ» для промышленного производства строительных материалов: мелкоформатных бетонных изделий, бордюрного камня, декоративных плит мощения, силикатного кирпича, газобетонных изделий.

Фирма «Маза» осуществляет разработку индивидуальных технических решений, проектирование, изготовление оборудования, его монтаж и ввод в эксплуатацию. Наш Клиент сможет оценить все преимущества работы с поставщиком, производителем и ответственным партнером в одном лице.

Masa GmbH  
Masa-Str. 2  
56626 Andernach  
Germany  
Phone +49 2632 9292 0  
Service Hotline +49 2632 9292 88

Masa GmbH  
Werk Porta Westfalica  
Osterkamp 2  
32457 Porta Westfalica  
Germany  
Phone +49 5731 680 0

Маза-Москва  
Ср. Тишинский пер., 28, офис 220  
123557 РФ, Москва  
Тел. +7 495 23251 27  
Факс +7 495 23251 28  
[info@masa.ru](mailto:info@masa.ru)

[info@masa-group.com](mailto:info@masa-group.com)  
[service@masa-group.com](mailto:service@masa-group.com)  
[www.masa-group.com](http://www.masa-group.com)

Masa - made in Germany.





Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь  
Союз строителей Республики Беларусь  
Научно-исследовательское республиканское унитарное предприятие «Институт БелНИИС»  
Научно-исследовательское государственное предприятие «Институт НИИСМ»  
Частное проектное унитарное предприятие «ТНКА-Архитек»

# **Опыт производства и применения ячеистого бетона автоклавного твердения**

Материалы  
9-й Международной научно-практической конференции  
Минск, 18–19 мая 2016 года

Минск  
«Колоград»

2016

УДК 666.973.6.035.56(082)  
ББК 38.626.1я43  
О-62

**Редакционная коллегия:**

кандидат технических наук Н.П. Сажнев (ответственный редактор),  
кандидат технических наук Г.С. Гарнашевич,  
В.Г. Морозова

**Рецензенты:**

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой  
“Технология бетона и строительные материалы” Белорусского  
национального технического университета

**Э.И. Батяновский;**

доктор технических наук, заместитель директора по научной  
работе Государственного предприятия “Украинский научно-  
исследовательский и проектно-конструкторский институт  
строительных материалов и изделий “НИИСМИ”

**С.Д. Лаповская**

**Опыт производства и применения ячеистого бетона автоклавного твердения:**  
материалы 9-й Международной научно-практической конференции. Минск, 18–19 мая  
2016 г. / редкол.: Н.П. Сажнев (отв. ред.) [и др.]. — Минск: Колорград, 2016. — 112 с.:  
ил.

**ISBN 978-985-7148-54-7.**

Сборник содержит доклады ученых и специалистов Республики Беларусь, стран СНГ и Европейского  
О-62 Союза, Украины, прозвучавшие на 9-й Международной научно-практической конференции “Опыт производ-  
ства и применения ячеистого бетона автоклавного твердения”, прошедшей 18-19 мая 2016 г. в г. Минске.

Включает результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, посвященных пробле-  
мам выбора технологий и оборудования для производства ячеистобетонных изделий. Изложены требова-  
ния к качественным характеристикам сырьевых материалов, в том числе перспективные направления по  
использованию техногенных отходов, обеспечивающих максимально полное замещение энергоемких сы-  
рьевых компонентов в составе ячеистобетонных смесей. Особое внимание уделено исследованиям и раз-  
работкам для обеспечения требуемого тепловлажностного режима ограждающих конструкций из ячеисто-  
го бетона, в частности фасадного отделочного покрытия с повышенной паропроницаемостью.

Представлен опыт проектных организаций по комплексному применению ячеистого бетона при возве-  
дении жилых домов и зданий различного назначения, использованию армированных конструкций  
из ячеистого бетона пониженной плотности.

Предназначен для научных работников, проектировщиков, технологов, преподавателей высших и сред-  
них учебных заведений, аспирантов и практиков строительной отрасли.

УДК 666.973.6.035.56(082)  
ББК 38.626.1я43

**ISBN 978-985-7148-54-7**

© Оформление. Частное предприятие  
«ТНКА-Архитек», 2016  
© Оформление. ЧПТУП «Колорград», 2016



## СОДЕРЖАНИЕ

### РАЗДЕЛ 1.

#### ПРОИЗВОДСТВО ЯЧЕИСТОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

<b>Гарнашевич Г.С., Губская А.Г., Сажнев Н.П., Лоско А.В., Лоско В.В., Власенко Ж.Н.</b> Ячеистый бетон автоклавного твердения: теплофизические и эксплуатационные свойства. Проблемы и решения	5
<b>Вишневский А.А., Гринфельд Г.И., Смирнова А.С.</b> Российский рынок автоклавного газобетона в 2015 году	11
<b>Сиротин О.В.</b> Всеукраинская ассоциация производителей автоклавного газобетона. На страже интересов производителей	14
<b>Д-р Клаус Бонеманн, Галина Романова</b> Новые разработки Wehrhahn для расширения ассортимента Вашей продукции	17
<b>Лаповская С.Д., Зеленина А.И., Волошина Т.Н., Лихвар Т.А.</b> Отходы автоклавных газобетонов для нейтрализации кислых газовых потоков и неводных жидких сред	21
<b>Мечай А.А., Барановская Е.И., Попова М.В., Жишко Р.В.</b> Автоклавный ячеистый бетон с улучшенными свойствами на основе механоактивированного цемента	26
<b>Батяновский Э.И., Самуйлов Ю.Д.</b> Неавтоклавный газобетон на гранитоидном микрозаполнителе – особенности технологии получения и результаты ее апробирования	29
<b>Барановская Е.И., Мечай А.А.</b> Технология автоклавного ячеистого бетона с использованием электросталеплавильного шлака	33
<b>Крутилин А.Б.</b> Некоторые результаты экспериментальных исследований сорбционного увлажнения ячеистых бетонов низких плотностей	37
<b>Пастушков П.П., Павленко Н.В., Гринфельд Г.И.</b> Исследования влажностных характеристик автоклавного газобетона различных марок по плотности	42
<b>Сафонова И., Берген А.</b> Алюминиевые пудры и пасты Schlenk. История и достижения. Качественные характеристики алюминиевых пудр и паст для производства ячеистого бетона	47
<b>Прохоров С.Б.</b> Специализированные газообразователи марок “Газобето”	53
<b>Павел Вольский</b> Пасты и пудры производства Бенда-Лютц: стандартные и с модифицированным газовыделением	56
<b>Змановский С.В., Игуменьцев А.С., Кафтаева М.В.</b> Алюминиевые газообразователи РУСАЛа. Приоритет – качество	57
<b>ОАО “Минский комбинат силикатных изделий” – базовое предприятие конференции</b>	62

## РАЗДЕЛ 2. ПРИМЕНЕНИЕ ЯЧЕИСТОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

<b>Кацынель Р.Б.</b> 50-летний опыт применения ячеистого бетона в наружных ограждающих конструкциях зданий в Гродненской области	65
<b>Савчук П.П., Силенков С.А.</b> Опыт проектирования зданий с комплексным применением ячеистобетонных изделий на примере рациональных решений института “Минскгражданпроект”	73
<b>Рыхленок Ю.А.</b> Армированные конструкции из ячеистого бетона автоклавного твердения пониженной плотности	80
<b>Батаев Д.К-С., Газиев М.А., Пинскер В.А.</b> Опыт исследования и внедрения преднапряженных стеновых панелей из автоклавных ячеистых бетонов	83
<b>Петер Радлофф</b> Инновационная технология “redbloc”	86
<b>Тонкушин А.А.</b> Программа “Технолог АГБ” как инструмент повышения эффективности технологической службы	91
<b>Ширский А.Н.</b> Эффективные и экономичные системы групповой упаковки ячеистого бетона автоклавного твердения “Роксор Индастри”	95
<b>Christian Kjeldal, Algimantas Ivaskevicius, Пичугин С.А.</b> Возможности применения и преимущества метода упаковки Стретч Худ в отрасли ячеистого бетона	98
<b>Ружинский С.И., Бузинов Ф.В.</b> Интернет-маркетинг – от рекламы к продвижению	104

# Ячеистый бетон автоклавного твердения: теплофизические и эксплуатационные свойства. Проблемы и решения

Гарнашевич Г.С., к.т.н., зав. сектором теплофизических исследований ГП «НИИСМ»

Губская А.Г., к.т.н., зав. лабораторией физхимии силикатов ГП «НИИСМ»

Сажнев Н.П., к.т.н., старший научный сотрудник

Лоско А.В., директор ООО «СлаВикСа»

Лоско В.В., зам. директора ООО «СлаВикСа»

Власенко Ж.Н., вед. инженер ГП «НИИСМ»

В настоящее время Беларусь входит в число мировых лидеров по производству ячеистого бетона автоклавного твердения, представляющего собой систему, которая отвечает основным современным требованиям к строительным стеновым материалам по теплозащитным свойствам. Основными направлениями развития материально-технической базы строительства республики изделия из ячеистого бетона автоклавного твердения определены главным стеновым материалом.

Несмотря на огромное количество исследовательских работ, посвященных процессу управления структурообразованием, морозостойкости, трещиностойкости при влагообменных и карбонизационных процессах, использованию различного рода добавок, аспектам эксплуатационной надежности, теплофизическим свойствам, ячеистый бетон автоклавного твердения и до настоящего времени является предметом постоянных исследований. По теплофизическим свойствам материал отвечает всем требованиям действующих в настоящее время ТНПА и в строительном комплексе Республики Беларусь занимает одно из ведущих мест, широко применяется не только в массовом строительстве, но и при возведении таких уникальных сооружений, как Национальная библиотека [1–7].

По экологичности ячеистый бетон автоклавного твердения занимает 3-е место после дерева и кирпича керамического, которым принадлежат 1-е и 2-е места по 20-бальной шкале. Высокие теплозащитные и эксплуатационные свойства материала подтверждаются результатами многолетних лабораторных и натурных исследований ряда научно-исследовательских подразделений как в нашей стране, так и за рубежом.

Ячеистый бетон автоклавного твердения обладает высокой стойкостью к сверхнизким температурам, что подтверждается результатами исследований его образцов плотностью 700,0–600,0 кг/м<sup>3</sup>, производимых основными предприятиями Республики Беларусь (Т.А. Ухова, г. Москва, НИИЖБ) [8]. А его эксплуатационная стойкость и долговечность убедительно представлена на примере группы отапливаемых зданий, построенных в Риге в 1939 г. без устройства наружной защитно-декоративной отделки. За прошедшие десятилетия до настоящего времени признаки разрушения бетона в их конструкциях не появлялись (рис. 1) [9, 10].

В свое время международным комитетом по бетону (1997 г., Лондон) была создана рабочая группа по ячеистому бетону автоклавного твердения, которая одним из основных показателей выделила эксплуатационную влажность, составляющую 4,0–5,0% по массе и устанавливающуюся через 1–2 года эксплу-



Рис. 1. Здание из ячеистого бетона автоклавного твердения без наружной отделки (постройка 1939 г.), г. Рига, ул. Эльвирас, 15

атации [11–14]. Впервые в 1993 году в Республике Беларусь был введен в действие основной нормативный документ по строительной теплотехнике – СНБ 2.01.01–93 “Строительная теплотехника”, разработанный на основании СНиП П-3–79\*\* “Строительная теплотехника”, в соответствии с требованиями которого величина эксплуатационной влажности для ячеистого бетона плотностью 700,0–300,0 кг/м<sup>3</sup> для условий эксплуатации “А” и “Б” составляла соответственно 8,0–12,0% по массе, что не корреспондировалось как с действительными значениями величин эксплуатационной влажности, так и значениями величин, полученных ведущими зарубежными фирмами по производству ячеистого бетона.

Отвечая современным требованиям к строительным материалам по теплозащитным и эксплуатационным свойствам, ячеистый бетон требует наличия достаточно высокой культуры производства строительных работ и определенных условий эксплуатации.

По всей вероятности высокая нормированная эксплуатационная влажность ячеистого бетона автоклавного твердения в сочетании с низкой культурой производства строительных работ обусловила в свое время негативное отношение к ячеистому бетону со стороны как проектных, так и строительных организаций. Хотя известно, что прямое попадание влаги в конструктивные элементы из любого строительного материала приводит к различного рода разрушениям.

В связи с создавшимся положением в вопросе эксплуатационной влажности ячеистого бетона автоклавного твердения ГП “Институт НИИСМ” был выполнен комплекс многолетних как лабораторных, так и натурных исследований по определению значений величины эксплуатационной влажности. Исследования проводились в лабораторных и натуральных условиях в соответствии с требованиями действующих ТНПА. Определение эксплуатационной влажности в натуральных условиях выполнялось как на фрагментах стеновых ограждений, так и на натуральных жилых объектах с различным сроком эксплуатации в гг. Гродно, Сморгони и Могилеве. Величина эксплуатационной влажности, полученная как в лабораторных условиях, так и на натуральных объектах, не превышала 5,0% по массе.

На основании полученных результатов комплекса лабораторных и натурных исследований по определению величин эксплуатационной влажности было разработано и утверждено приказом Минстройархитектуры

№ 374 от 29.08.1997 г. Изменение № 1, установившее для ячеистого бетона плотностью 700–300 кг/м<sup>3</sup> величину эксплуатационной влажности 4,0% для условий эксплуатации “А” и 5,0% – для условий эксплуатации “Б” по массе. Это позволило снизить величину расчетной теплопроводности ячеистого бетона автоклавного твердения в среднем на 23% и обеспечить нормативные требования к показателю сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций зданий и сооружений до июля 2009 г.

После введения с 01.07.2009 г. повышенных требований к сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций ячеистый бетон автоклавного твердения остался практически единственным строительным материалом, который автономно обеспечивает выполнение нормативных требований строительной теплотехники. При наличии сырьевой базы и развитого производства, оснащенного современным технологическим оборудованием, он является стратегическим материалом для нашей страны.

В настоящее время наружные ограждающие конструкции зданий и сооружений различного функционального назначения выполняются в том числе и из ячеистого бетона, а их фасады, как правило, отделываются различными защитно-декоративными покрытиями с использованием сухих строительных смесей и композиций защитно-отделочных строительных, включающих как полимерные, так и полимерминеральные добавки, и лакокрасочных фасадных материалов.

В связи с этим во второй раз в Беларуси сложилась негативная для ячеистого бетона ситуация, но уже в плане обеспечения эксплуатационной надежности и долговечности стеновых ограждений жилых домов (особенно малоэтажных) с несущими и самонесущими стеновыми конструкциями из ячеистого бетона автоклавного твердения, фасады которых отделаны защитно-декоративными покрытиями с использованием полимерных и полимерминеральных добавок [15–20].

В результате выполненных отдельных исследований стен из ячеистого бетона автоклавного твердения, отделанных защитно-декоративными покрытиями с использованием сухих строительных смесей были обнаружены существенные дефекты, требующие проведения комплекса различного рода восстановительных мероприятий, в том числе и усиления конструкций (рис. 2).



Рис. 2. Фрагменты разрушений стеновых ограждающих конструкций:  
1, 2 – 8-я городская гинекологическая больница, г. Минск;  
3, 4 – жилые дома, Минский р-н, г. Логойск;  
5, 6 – ясли-сад № 2, Молодечненский р-н, д. Чисть



Наиболее распространенным дефектом является трещинообразование в виде сетки трещин с шириной раскрытия до 1,0 мм по защитно-декоративному покрытию и кладке стен из ячеистобетонных блоков, а также отслаивание защитно-декоративного покрытия, как правило, вместе со слоем ячеистого бетона. Указанные дефекты вызваны различного рода нарушениями в проектной документации, технологии производства строительных работ, что в конечном итоге в период эксплуа-

тации зданий приводит к разрушению как защитно-отделочного покрытия, так и бетона под покрытием, а также появлению грибков и плесени на внутренних поверхностях стен. Увеличение влагосодержания наружных стеновых ограждений из ячеистого бетона автоклавного твердения после 5–10 лет эксплуатации в отдельных случаях составляет 20–40% по массе, что вызывает как разрушение кладки стен, так и значительно снижает теплозащитные свойства, долговечность ограждающих конструкций

и комфортность внутренних помещений [Отчеты по результатам обследований ОАО «Управляющая компания холдинга «Забудова»].

Из литературных источников следует, что в зарубежной строительной практике для отделки поверхностей стен из ячеистого бетона автоклавного твердения широко применяется цементно-известково-песчаная штукатурка для мелких блоков и водоотталкивающая паропроницаемая окраска для панелей. Для внутренней отделки в абсолютном большинстве применяются известково-песчаные или цементно-известково-песчаные растворы в виде штукатурки при кладке стеновых ограждений из блоков и цементно-песчаной замазки или тонкого слоя штукатурки для стеновых ограждений из панелей [1].

Ячеистый бетон наряду с низкой теплопроводностью обладает достаточно высокой паропроницаемостью (ТКП 45–2.04–43–2006, обязательное приложение 1, таблица А.1). Однако в указанном документе отсутствуют требования к смесям с полимерными и полимерминеральными добавками. В соответствии с требованиями СТБ 1307–2012 п. 5.3.9 паропроницаемость растворов должна соответствовать требованиям, приведенным в нормативно-технической или проектной документации и быть не менее 0,02 мг/(м·ч·Па), а величина паропроницаемости ячеистого бетона автоклавного твердения (плотность 300,0–900,0 кг/м<sup>3</sup>) в соответствии с требованиями ТКП 45–2.04–43–2006 составляет 0,26–0,12 мг/(м·ч·Па) (практически на порядок выше).

Несмотря на широкое применение ячеистого бетона в строительном комплексе Республики Беларусь вопрос защитно-декоративной

отделки наружных ограждающих конструкций до настоящего времени не имеет конкретного решения. Одним из основных теплофизических показателей любого отделочного покрытия является паропроницаемость, отсутствие учета которого в абсолютном большинстве становится причиной различного рода разрушений. Тем не менее во всех рекомендациях по наружной отделке стен из ячеистого бетона автоклавного твердения в перечне требований не указываются значения величин паропроницаемости.

При прочих равных условиях для ячеистого бетона как декоративные, так и защитные покрытия должны выполнять две основные функции: с одной стороны, они должны препятствовать проникновению влаги любого агрегатного состояния вовнутрь стенового ограждения; с другой – не являться сдерживающим фактором для отдачи влаги наружными слоями ограждения в окружающую среду, обеспечивая конструкции требуемый тепловлажностный режим в процессе эксплуатации.

Для проведения экспериментальных исследований по определению тепловлажностного режима наружных стеновых ограждений из ячеистого бетона автоклавного твердения в процессе эксплуатации были изготовлены фрагменты из ячеистобетонных блоков автоклавного твердения Д500 производства ОАО «Управляющая компания холдинга «Забудова» (размер блоков 620x500x250 мм; плотность 490 кг/м<sup>3</sup>; влагосодержание на момент изготовления составляло 32–33% по массе) и установлены на стенде для натурных исследований ограждающих конструкций лабораторного корпуса ГП «Институт НИИСМ» (рис. 3).

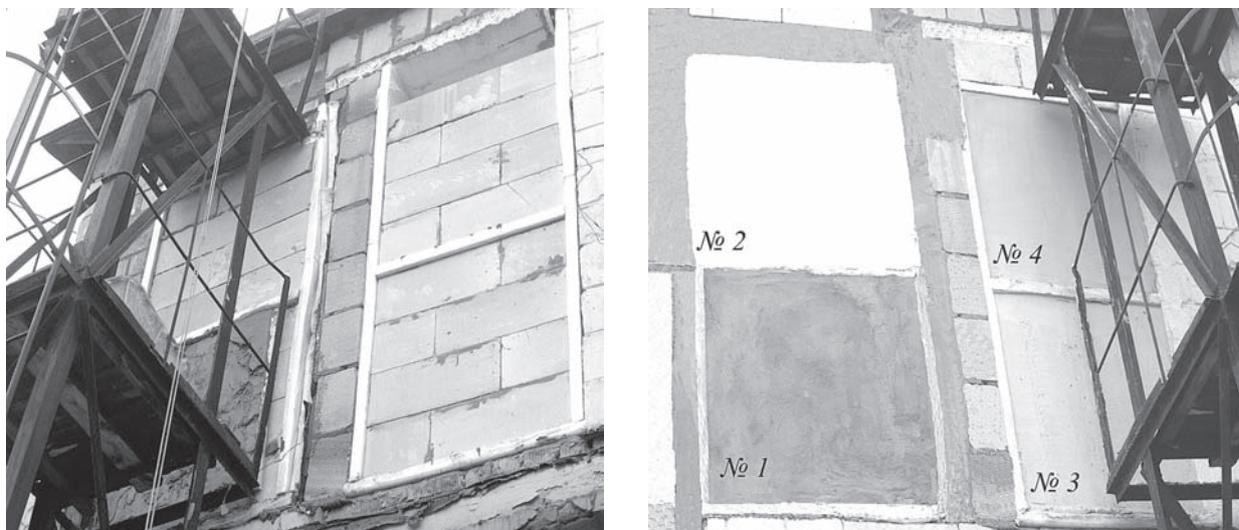


Рис. 3. Фрагменты стенда для натурных исследований стеновых ограждений

С целью определения влияния вида защитно-отделочного покрытия на влагосодержание фрагмента стенового ограждения отделка их наружных поверхностей была выполнена из защитно-отделочных покрытий различной паропроницаемости в диапазоне 0,1050–0,0070 мг/(м·ч·Па). Наружная поверхность каждого из фрагментов покрыта фасадной краской ВД-СК-102 (Ф) (табл. 1).

Показатели паропроницаемости  
отделочно-защитных покрытий

Таблица 1

№ фрагмента	Наименование защитно-отделочного покрытия	Плотность, $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Паропроницаемость, $\mu$ , мг/(м·ч·Па)
1	Цементно-песчаный штукатурный раствор	2121,0	0,0854
2	Сухая штукатурная смесь "Isochiat"	380,0	0,1050
3	Сухая строительная смесь (МПООО "Радекс")	953,0	0,0316
4	Сухая строительная смесь (ОАО "Управляющая компания холдинга "Забудова")	1506,0	0,0662
5	Краска фасадная ВД-СК-102 (Ф)	–	0,0070

Влагосодержание фрагментов определялось в начале (ноябрь) и конце (апрель) периода влагонакопления по ГОСТ 26254–84 "Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций". Натурные исследования по определению влагосодержания фрагментов продолжаются.

Результаты экспериментального определения влагосодержания исследуемых фрагментов представлены в табл. 2.

Из полученных результатов следует, что устранить дефекты, возникающие в процессе эксплуатации ограждающих конструкций из ячеистого бетона автоклавного твердения, только за счет использования защитно-отделочных покрытий в виде толстослойных или тонкослойных штукатурок с повышенной паропроницаемостью не представляется возможным.

Для устранения возникающих в процессе эксплуатации различного рода дефектов и обеспечения требуемого тепловлажностного режима ограждающих конструкций необходимо разработать фасадное отделочное по-

Влагосодержание фрагментов

Таблица 2

№ фрагмента	Наименование защитно-отделочного покрытия	Паропроницаемость, $\mu$ , мг/(м·ч·Па)	Максимальное влагосодержание, % по массе
1	Цементно-песчаный штукатурный раствор	0,0854	32,58
2	Сухая штукатурная смесь "Isochiat"	0,1050	31,67
3	Сухая строительная смесь (МПООО "Радекс")	0,0316	31,94
4	Сухая строительная смесь (ОАО "Управляющая компания холдинга "Забудова")	0,0662	32,48
5	Краска фасадная ВД-СК-102 (Ф)	0,0070	–

крытие с повышенной паропроницаемостью порядка 0,095–0,103 мг/(м·ч·Па), что позволит повысить долговечность и обеспечит требуемый тепловлажностный режим ограждающих конструкций во время эксплуатации.

В настоящее время на предприятии ООО "СлаВикСа" совместно с ГП "Институт НИИСМ" организовано производство заполнителя сверхлегкого, изготовленного путем термической обработки природной породы осадочного происхождения (ТУ ВУ 100122953.083–2014), насыпной плотностью 75–250 кг/м<sup>3</sup> с теплопроводностью соответственно 0,055–0,086 Вт/(м·К) (рис. 4).

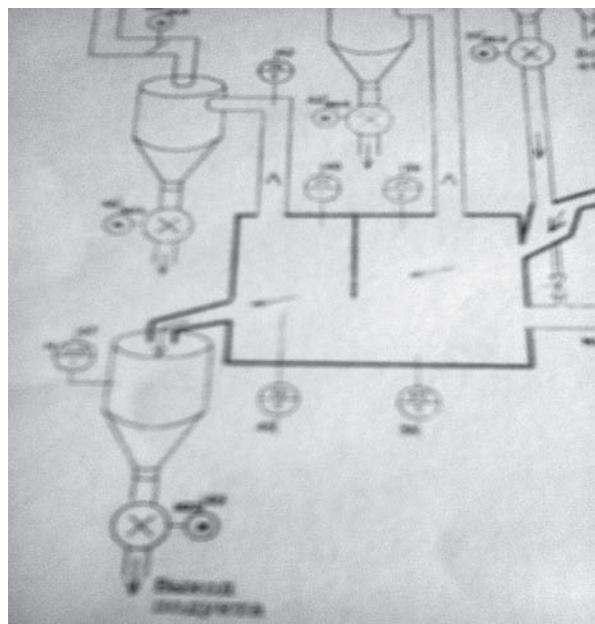


Рис. 4. Фрагмент узла выхода изготовленного заполнителя сверхлегкого



На основании полученного заполнителя разработаны и изготовлены штукатурные теплоизоляционные растворы (ТУ ВУ 100122953.085–2015) с повышенной паропроницаемостью плотностью 250–600 кг/м<sup>3</sup> с теплопроводностью 0,085–0,140 Вт/(м·К) и паропроницаемостью 0,150–0,122 мг/(м·ч·Па).

#### Литература

1. Автоклавный ячеистый бетон. – Москва: Стройиздат, 1981.
2. Геллерс, Бо Дж., Шмидт, Р. Ячеистый бетон автоклавного твердения – история легкого материала (Швеция) // Материалы 5-й Международной конференции по ячеистому бетону автоклавного твердения. – Быдгощ (Польша), 2011.
3. Джагер, В., Шопс, П. Ограниченная кладка – шанс улучшить несущую способность (Германия) // Материалы 5-й Международной конференции по ячеистому бетону автоклавного твердения. – Быдгощ (Польша), 2011.
4. Кехлер, В., Шеффлер, Г. Сильно изолированные несущие внешние стены (Германия) // Материалы 5-й Международной конференции по ячеистому бетону автоклавного твердения – Быдгощ (Польша), 2011.
5. Лодерер, Ф. Пригодность легких наружных слоев штукатурки и покрытий для ячеистого бетона автоклавного твердения (Германия) // Материалы 5-й Международной конференции по ячеистому бетону автоклавного твердения. – Быдгощ (Польша), 2011.
6. Рыбаржук, Т. Ячеистый бетон автоклавного твердения – материал, обладающий огромным потенциалом: примеры зданий из ячеистого бетона автоклавного твердения, построенных в Польше // Материалы 5-й Международной конференции по ячеистому бетону автоклавного твердения. – Быдгощ (Польша), 2011.
7. Шобер, Г. Ячеистый бетон автоклавного твердения: обзор структуры ячеек, типов ячеек, методы измерения и влияния ячеистой структуры на свойства (Германия) // Материалы 5-й Международной конференции по ячеистому бетону автоклавного твердения. – Быдгощ (Польша), 2011.
8. Отчет по результатам исследований ячеистого бетона автоклавного твердения Республики Беларусь – НИИЖБ, г. Москва, 1989 г.
9. Гринфельд, Г.И. Инженерные решения обеспечения энергоэффективности зданий. Отделка кладки из автоклавного газобетона – Санкт-Петербург, Издательство Политехнического университета, 2011 г.
10. Гринфельд, Г.И. Руководство по отделке AERC – Санкт-Петербург, 2012. – 40 с.
11. Гаевой, А.Ф., Качура, Б.А. Качество и долговечность ограждающих конструкций из ячеистого бетона – Харьков, издательское объединение “Виша школа”. – 1978. – 224 с.
12. Ван Боггелен, В.М. Вклад ячеистого бетона автоклавного твердения в надежное будущее (Нидерланды) // Материалы 5-й Международной конференции по ячеистому бетону автоклавного твердения. – Быдгощ (Польша), 2011.
13. Шок, Т. Строительство энергосберегающих домов с использованием ячеистого бетона автоклавного твердения в различных климатических условиях Европы (Германия) // Материалы 5-й Международной конференции по ячеистому бетону автоклавного твердения. – Быдгощ (Польша), 2011.
14. Сажнев, Н.П., Гончарик, В.Н., Гарнашевич, Г.С., Соколовский, Л.В. Производство ячеистобетонных изделий. Теория и практика. – Минск, Стринко, 1999. – 284 с.
15. Пинскер, В.А., Вылегжанин, В.П. Газобетон в жилищном строительстве с максимальным его использованием // Ячеистые бетоны в современном строительстве. Сборник докладов. Выпуск 5. – Санкт-Петербург: НП “Межрегиональная северо-западная строительная палата”, Центр ячеистых бетонов, 2008. – С. 10–32.
16. Силаенков, Е.С. Долговечность изделий из ячеистых бетонов – М.: Стройиздат, 1986. – 176 с.
17. Рекомендации по применению стеновых мелких блоков из ячеистых бетонов. ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. – М., 1992. – 86 с.
18. СТО 501–52–01–2007 Проектирование и возведение ограждающих конструкций жилых и общественных зданий из ячеистых бетонов в Российской Федерации. Ассоциация Строителей России. – М.: 2008. – 44 с.
19. Коровкевич, В.В., Пинскер, В.А. и др. Малоэтажные дома из ячеистых бетонов. Рекомендации по проектированию, строительству и эксплуатации. – ЛенЗНИИЭП, Ленинград, 1989. – 284 с.
20. Руководство по наружной отделке стен из ячеистобетонных блоков автоклавного твердения / Ассоциация НAAF. – Белгород, 2010. – 10 с.

# Российский рынок автоклавного газобетона в 2015 году

Вишневецкий А.А., Гринфельд Г.И., Смирнова А.С.  
Национальная Ассоциация производителей автоклавного газобетона

Национальная Ассоциация производителей автоклавного газобетона (НААГ) на протяжении пяти последних лет проводит мониторинг российского рынка автоклавного газобетона (АГБ). В своих исследованиях НААГ оценивает установленные мощности по производству АГБ, изучает производственные итоги, формирует прогноз развития отрасли на ближайший период. Исследования проводятся путем анкетирования производителей АГБ и последующим обобщением полученных результатов.

В феврале–марте текущего года подведены итоги работы российских производителей АГБ в 2015 году. Как показали проведенные исследования, установленная мощность предприятий по выпуску АГБ по итогам 2015 г. составила 18 587 500 м<sup>3</sup> (табл. 1). Производственные мощности неуклонно растут последние 12 лет в результате открытия новых заводов (в частности, в 2015 году введено в эксплуатацию три завода) и модернизации действующих производств.

Российские заводы оснащены преимущественно импортными технологическими линиями. На долю отечественных линий приходится лишь 18,5% от всех установленных мощностей. Как следует из данных, представленных в табл. 2, основным поставщиком обо-

Таблица 1  
Мощности по выпуску АГБ по состоянию на конец 2015 года

Технологические линии	Количество заводов	Установленные мощности	
		м <sup>3</sup> /год	%
Импортные	54	15 148 800	81,5
Отечественные	24	3 438 700	18,5
Все	78	18 587 500	100

\* Предприятия, в которых имеются отечественные и импортные линии разнесены по принципу каких мощностей больше (импортных или отечественных).

дования по производству АГБ является немецкая компания Wehrhahn. За 10 лет она поставила на российский рынок 23 линии с совокупной производственной мощностью 6,3 млн м<sup>3</sup> (доля рынка 34,1%).

Согласно проведенным исследованиям, общий выпуск в 2015 году составил 13 024 869 м<sup>3</sup> изделий из автоклавного газобетона. В сравнении с прошлым годом показатель увеличился на 0,96%. Таким образом, даже в условиях экономического спада отрасль показала положительный прирост производства в прошедшем году.

Таблица 2  
Линии по производству АГБ

Производитель	Количество линий	Общая мощность, м <sup>3</sup> /год	Доля рынка, %
Wehrhahn	23	6 333 800	34,1
Masa-Henke	11	3 474 000	18,7
Отечественное (Универсал, Силбетблок и др.)	31	3 438 700	18,5
Hess	5	1 530 000	8,2
WKB	6	1 151 000	6,2
Прочие	13	2 660 000	14,3

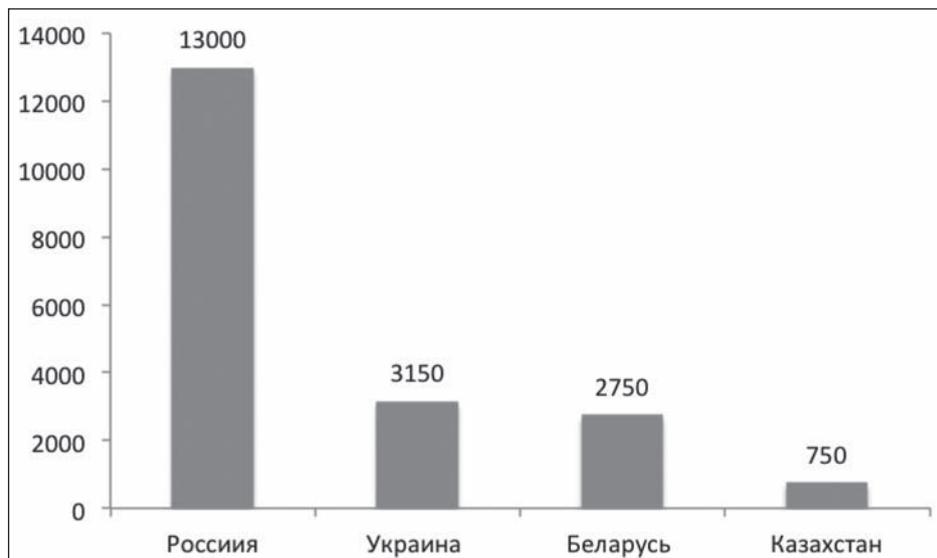


Рис. 1. Выпуск AGB (в тыс. м³) в 2015 году в некоторых странах бывшего СССР (Источник: НИПТИС, Белоруссия; ВААГ, Украина; КАПАГ, Казахстан)

Как и прежде, Россия значительно опережает своих ближайших соседей по выпуску газобетона (рис. 1). Однако по производству на душу населения лидерство уверенно сохраняет Белоруссия – 0,29 м³/чел. В России по итогам 2015 года данный показатель составил 0,09 м³/чел.

По общему объему произведенного AGB можно оценить объем внутрироссийского потребления данного материала. При этом следует учесть импорт газобетона из соседних стран, главным образом из Белоруссии. По данным института НИПТИС (Министерство архитектуры и строительства РБ) ввоз AGB в Россию из Белоруссии в 2015 году составил 790,5 тыс. м³. В этой связи общее потребление изделий из AGB в России в 2015 году можно оценить на уровне 13,8 млн м³.

В табл. 3 представлены сравнительные данные о потреблении AGB в России и Белоруссии. Как и в случае с выпуском, лидерство в абсолютных значениях не приводит к лидерству в относительных единицах. Удельное потребление AGB в России по итогам 2015 года оказалось в два раза ниже, чем аналогичный показатель в Белоруссии. Другими словами, вовлеченность газобетона в строитель-

ство в Республике Беларусь существенно выше, чем в России.

Следует оговориться, что данные по выпуску и потреблению AGB, полученные в ходе исследования НААГ, отличаются от данных других источников. В частности, по данным Федеральной службы государственной статистики (ФСГС) в 2015 году объем производства ячеистого бетона снизился на 2,3%. А по данным аналитической компании «ГС-Эксперт» российский выпуск AGB в прошедшем году составил 12,1 млн м³, что ниже показателя 2014 года на 4,3%. При этом, по результатам исследования НААГ, производство AGB в России в 2015 году выросло на 1% по сравнению с 2014 годом.

Анализируя продукцию, выпущенную в 2015 году, можно отметить, что в подавляющем количестве российские предприятия выпускают мелкие стеновые блоки с плотностью 400–600 кг/м³ (рис. 2). Наиболее массовой маркой, как и прежде, остается D500 – на долю данной продукции приходится 65,8% от общего выпуска AGB. В сравнении с 2014 годом доля D500 чуть снизилась, главным образом за счет увеличения доли AGB с плотностью 400 кг/м³. Росту выпуска теплоэффективного AGB способствует увеличение числа

Таблица 3

Потребление AGB в России и Белоруссии в 2015 году

Страна	Общий выпуск AGB, млн м³	Потребление AGB с учетом экспорта-импорта, млн м³	Потребление AGB на душу населения, м³/чел
Россия	13,0	13,8	0,09
Белоруссия*	2,7	1,9	0,20

\* По данным НИПТИС

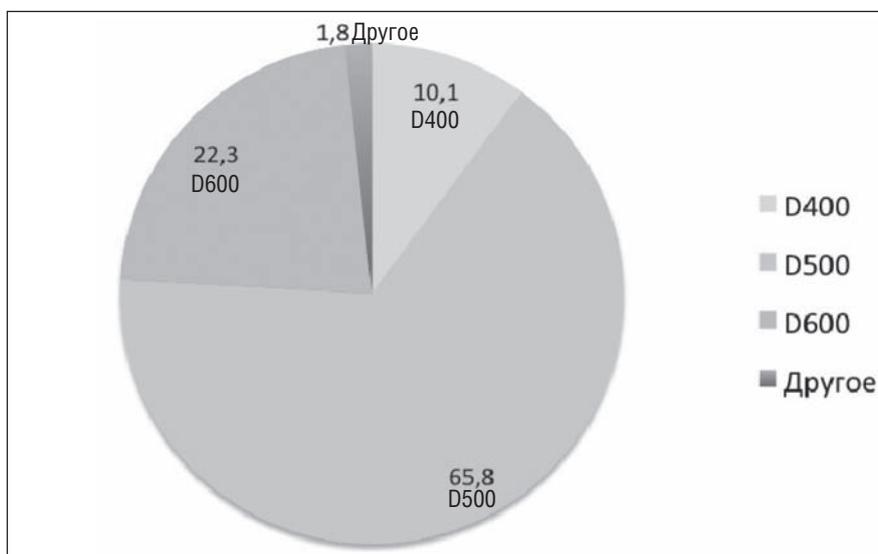


Рис. 2. Структура выпуска АГБ (по маркам по средней плотности), 2015 г.

производителей данной продукции: в 2015 году газобетон с плотностью 400 кг/м<sup>3</sup> выпускали 50 производителей, годом ранее о выпуске D400 заявили 39 заводов. В общей сложности 50 предприятий выпустили 1,3 млн м<sup>3</sup> АГБ марки D400.

Также в отчетный период произведено 2,5 тыс. м<sup>3</sup> утеплителя из АГБ с плотностью 200 кг/м<sup>3</sup>. Выпуск данных изделий в 2015 году вели три предприятия. Данный вид продукции только появляется на российском рынке, как правило, в виде небольших опытных партий. Помимо новизны более широкому использованию утеплителя из АГБ препятствует отсутствие нормативной базы по его применению. Тем не менее многие производители рассматривают возможность организации производства данного продукта на своих мощностях.

На протяжении последних лет наметилась устойчивая тенденция снижения плотности выпускаемого АГБ. В 2015 году средняя плотность всего выпущенного газобетона составила 514,1 кг/м<sup>3</sup>, что ниже показателя 2014 года на 2,6 кг/м<sup>3</sup>. Снижение плотности является следствием того, что российский потребитель все в большей степени ориентируется на применение низких, теплоэффективных марок АГБ.

Что касается армированных изделий, то их доля в общем выпуске продолжает оставаться низкой – 0,55%. Всего в 2015 году произведено 72 229 м<sup>3</sup> армированных изделий. В основном (58,3%) из армированного АГБ выпускают перемычки. Развитию данного производства способствует появление технических решений по разрезанию газобетонного массива на отдельные перемычки в сыром виде (до автоклавирования). Это существенно

упрощает и удешевляет производство армированных элементов и делает сам процесс более технологичным.

Что касается домокомплектов из АГБ, то их производство продолжает снижаться. Происходит это как по технологическим причинам (износ оборудования, несовершенство форм и др.), так и из-за сниженных теплотехнических показателей стеновых панелей из АГБ, входящих в домокомплекты. На текущий момент только два предприятия продолжают выпуск серий домов с использованием крупно-размерных армированных изделий из АГБ.

Таким образом, в условиях экономического спада отрасль производства АГБ продолжила свое развитие. Несмотря на снижение объемов строительства выпуск АГБ в 2015 году увеличился. Отрасль сохранила темпы прироста мощностей, как за счет запуска новых производств, так и за счет модернизации действующих линий. Предприятия продолжили движение в сторону выпуска более легкой и теплоэффективной продукции. Все это позволяет позитивно оценить итоги прошедшего года и со сдержанным оптимизмом ожидать результаты 2016 года.

## На страже интересов производителей

**Сиротин О.В.**

исполнительный директор Всеукраинской ассоциации производителей автоклавного газобетона (ВААГ)

**Всеукраинская ассоциация производителей автоклавного газобетона (сокращенно ВААГ)** создана в 2010 году ведущими предприятиями Украины по производству современного автоклавного газобетона.

В нее входят следующие компании:



Компания **ООО "Ориентир-Будэлемент"** (г. Бровары, Киевская обл.) с проектной производственной мощностью 1 100 тыс. м<sup>3</sup> в год. Предприятие выпускает продукцию под торговой маркой **STONELIGHT**.

Сайт производителя: [www.stonelight.kiev.ua](http://www.stonelight.kiev.ua)



Компания **ООО "Енерджи Продакт"** (г. Новая Каховка) с проектной производственной мощностью 450 тыс. м<sup>3</sup> в год.

Сайт производителя [www.gazobeton.ks.ua](http://www.gazobeton.ks.ua)



Компания **ООО "ЮДК"** (г. Днепропетровск) с проектной производственной мощностью 450 тыс. м<sup>3</sup> в год.

Предприятие выпускает продукцию под торговой маркой **UDK GAZBETON**.

Сайт производителя: [www.udkgazbeton.com](http://www.udkgazbeton.com)

**Всеукраинская ассоциация производителей автоклавного газобетона** представляет собой некоммерческую общественную организацию, созданную для защиты прав и интересов ее членов.

Основными целями ассоциации являются:

- координация деятельности ее членов;
- формирование положительного имиджа автоклавного газобетона в Украине;
- представление и защита общих имущественных и профессиональных интересов членов ассоциации в государственных органах, общественных или иных организациях;
- содействие в продвижении изделий из автоклавного газобетона в строительной отрасли Украины.

Для достижения поставленных целей определены основные задачи **ВААГ** на ближайший период:

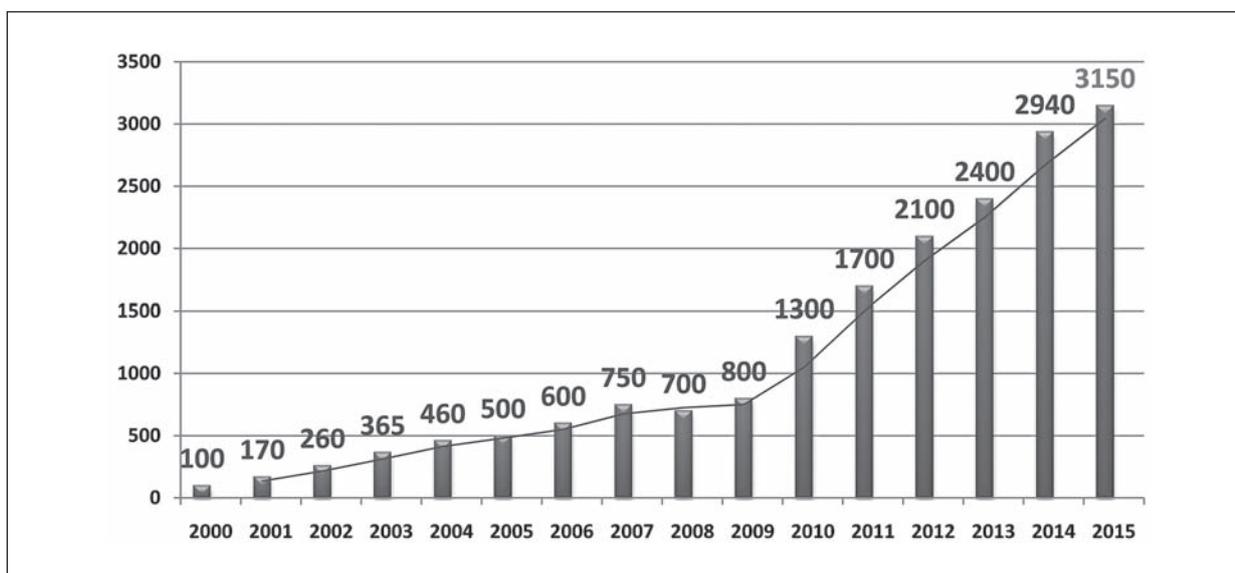
- разработка новой и пересмотр имеющейся нормативно-технической документации на автоклавный газобетон исходя из возможностей современной технологии его производства предприятиями стройиндустрии Украины;
- осуществление информационно-рекламной деятельности, направленной на продвижение автоклавного газобетона на строительном рынке;
- содействие расширению рынка автоклавного газобетона за счет государственных программ по строительству;
- подготовка аналитической и статистической отраслевой информации;
- обмен опытом в области производства и применения автоклавного газобетона;
- представление интересов участников объединения в Европейской Ассоциации Производителей Автоклавного Газобетона (ЕААСА);
- привлечение новых членов **ВААГ**.

Высшим органом управления Ассоциацией являются общие сборы участников. Исполнительным органом Ассоциация является испол-

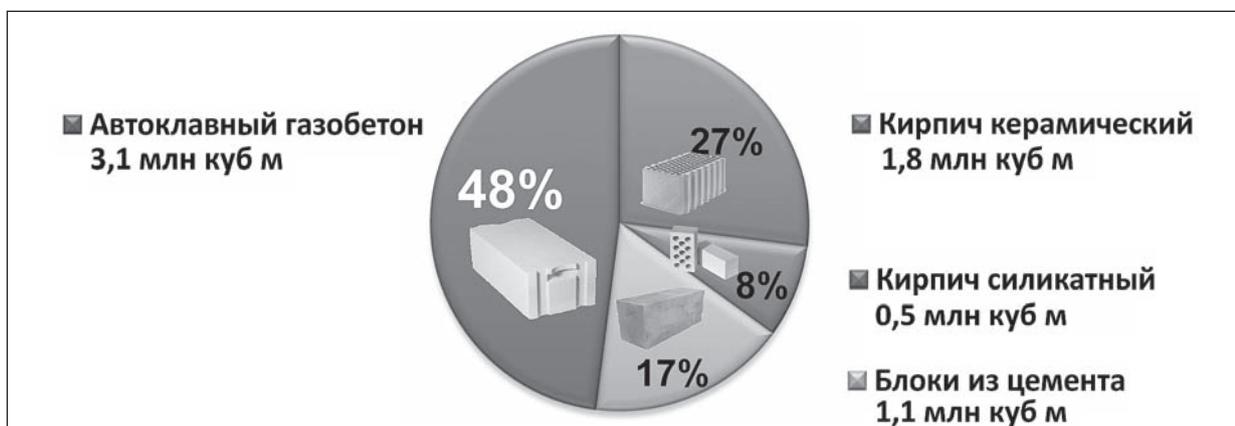
Статистика производства и продаж газобетона в Украине в 2015 г.

Предприятие	Максимальная суточная мощность, куб. м	Производственная мощность, тыс. куб. м в год	Объем продаж в 2015 г., тыс. куб. м
Теплобуд-Сиверщина Чернигов	100	30	20
ТБК Херсон	400	120	0
Купянский СЗ	600	200	54
Житомирский КСИ	300	80	42
Днепропетровский ЗСМ	150	50	20
Корпорация ХСМ	600	200	144
Автокрафт Бершадь	250	80	0
ЮТОН Вознесенск	800	250	150
Аэрок (2 завода)	3200	960	926
ЮДК	1500	420	323
Ориентир-Будэлемент	3600	1100	1137
Энерджи Продакт Н. Каховка	1300	380	331
ИТОГО	12800	3870	3147

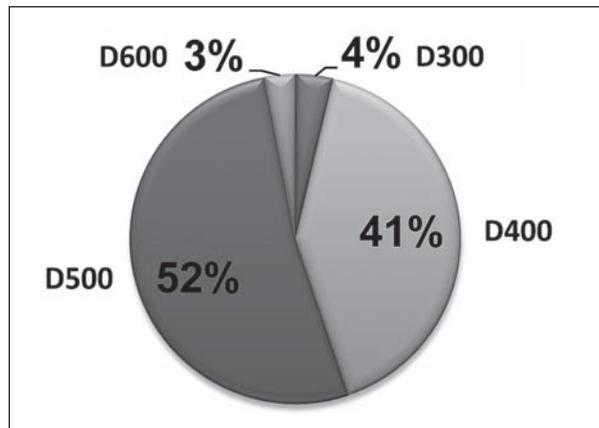
Объемы продаж автоклавного газобетона в Украине в 2000–2015 гг, тыс. куб. м



Доля рынка стеновых материалов в Украине по видам в 2015 г.  
(Госкомстат +ВААГ)



Доли рынка блоков из газобетона по марке средней плотности в 2015 г.



нительный директор **БААГ**. При Ассоциации создан научно-консультативный совет (НКС), куда входят лучшие специалисты Украины по вопросам производства и применения автоклавного газобетона в строительстве.

Доли рынка гладких и пазогребневых блоков из газобетона в 2015 г.



### Сравнительный анализ рынка автоклавного газобетона в 2014 и 2015 гг.

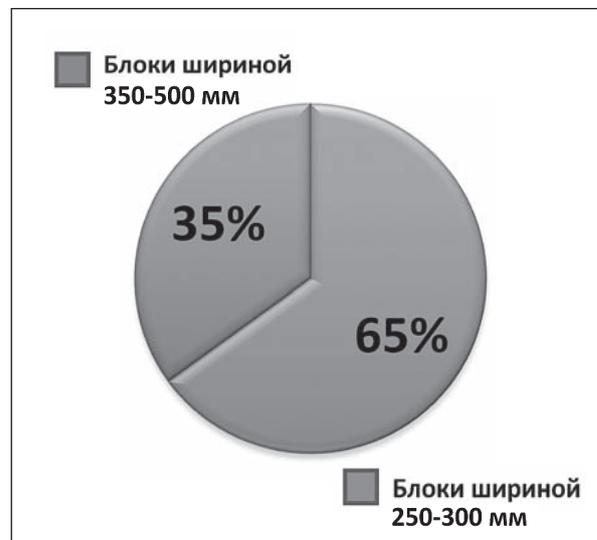
1. Рост производственных мощностей национальных производителей в 2015 г. составил +6% по сравнению с 2014 г., рост продаж +6% к аналогичному периоду.

2. Доля рынка автоклавного газобетона выросла с 46% в 2014 г. до 48% в 2015 г. за счет “выдавливания” керамического кирпича (-3%).

3. Основной потребитель газобетона в Украине – индивидуальный застройщик, желающий построить односемейный 1–2-этажный дом. Наружные однослойные стены из газобетона составляют от 15% до 25% наружных стен из этого материала, что больше показателей 2014 г. (от 10% до 20%).

4. Основная тенденция потребления газобетона в Украине в свете ужесточения норм к теплоизоляции стен и удорожания энергоносителей – снижение объемного веса (плотности) стеновых блоков с сохранением прочностных характеристик продукции и строительство однослойных однорядных наружных стен дома с максимальной шириной блока.

Доли рынка по ширине блоков из газобетона для наружных стен в 2015 г.



# Новые разработки Wehrhahn для расширения ассортимента Вашей продукции

Д-р Клаус Бонеманн, кандидат технических наук, президент  
Галина Романова, координатор проектов в странах СНГ и Балтии

Wehrhahn поставляет оборудование для производства целого спектра строительных материалов: газобетонных блоков, плит и перемычек, фиброцементных листов, сухих строительных смесей, строительной извести, силикатного кирпича. Производимые на нашем оборудовании материалы отвечают самым высоким требованиям по дизайну, качественным характеристикам, эксплуатационным свойствам. Они экологичны и высокоэффективны как на этапе производства, так и при последующем их использовании.

Так, газобетон, производимый на оборудовании Wehrhahn, составляет более 35% всей выпускаемой в России газобетонной продукции. Всего в страны постсоветского пространства поставлено уже более 40 газобетонных линий.

Wehrhahn – единственный поставщик оборудования для производства газобетона на основе золы уноса и золы отвала. На золе работают линии Wehrhahn в России, Великобритании, Индии и других странах.

Wehrhahn предлагает целый ряд новых технических решений, обеспечивающих эффективное производство газобетонной продукции расширенного ассортимента.

## 1. Инновационные решения для эффективного производства плит и перемычек и для их применения

Как показывает практика, наиболее востребованной армированной конструкцией из ячеистого бетона является перемычка. Использование ячеистобетонных перемычек в сравнении с железобетонными дает целый ряд преимуществ:

- однородная стена и соответственно исключение мостиков холода;
- отсутствие необходимости в дополнительном утеплителе;
- ровная поверхность для отделки стен;
- легкий вес.

Некоторые производители ячеистого бетона уже давно увидели потребности рынка и производят перемычки из U-блоков. Это, однако, имеет свои недостатки, например, дополнительное время на изготовление и работы на стройке, промерзаемость в регионах с холодными зимами.

На всех заводах Wehrhahn возможно производство полного ассортимента армированных изделий: стеновых панелей, плит покрытий и перекрытий, перемычек. Wehrhahn поставит все необходимое для этого оборудование.

## Производство арматурных каркасов

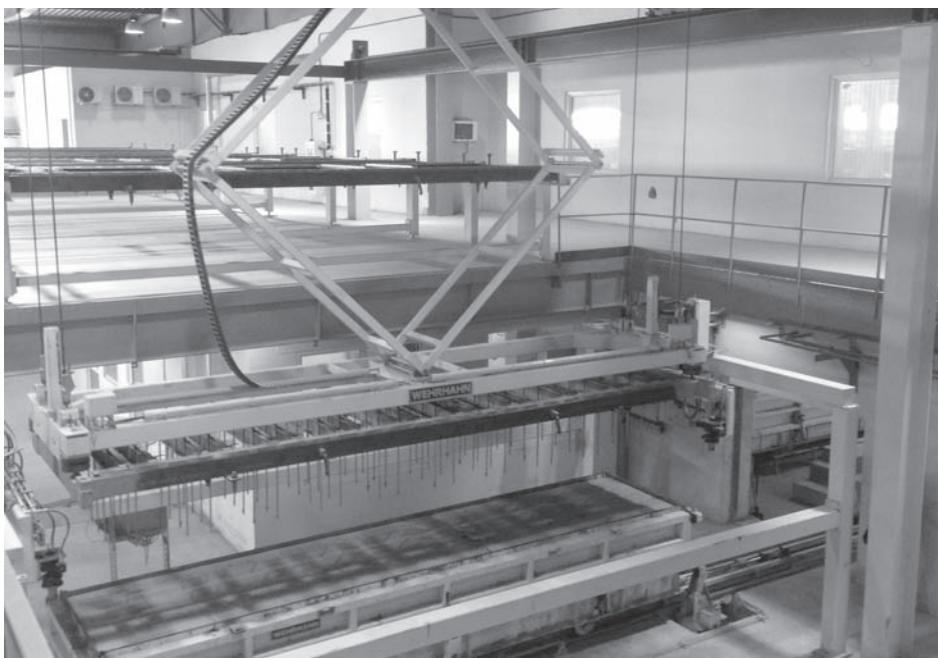
Арматурные каркасы для плит и перемычек могут поставляться с завода-изготовителя арматурных изделий или изготавливаться непосредственно на газобетонном заводе. Wehrhahn поставит для этого весь комплекс оборудования с различной степенью автоматизации: от простых сварочных автоматов до полностью автоматических линий, позволяющих сваривать сетки, разматывая арматуру прямо с бухт.

## Установка арматурных каркасов в форму

Разработана инновационная система крепления арматурных каркасов на несущей раме. Новая система позволяет точно и надежно фиксировать до 120 арматурных каркасов в форме. Арматурные каркасы автоматически закрепляются на штифтах-фиксаторах, помещенных в несущую раму арматурных каркасов. После созревания массива также полностью автоматически осуществляется разблокировка штифтов-фиксаторов. Несущая рама арматурных каркасов снимается с формы. Массив готов к автоматической резке.

## Резка армированных изделий

Инновационная система резки армированных изделий в сыром массиве обеспечива-



Установщик  
несущей рамы  
арматурных каркасов  
со штифтами-  
фиксаторами

ет разделение массива на плиты и перемычки еще до автоклавирования. Резка армированных изделий “по сухому” исключается. Благодаря этому значительно увеличивается эффективность производственного процесса.

Дополнительные машины для резки армированных изделий интегрируются в хорошо известную и прекрасно себя зарекомендовавшую линию резки Wehrhahn. Резка перемычек по толщине и длине осуществляется на тех же машинах, что и резка блоков. Для резки перемычек по высоте разработана дополнительная установка.

Линии Wehrhahn “SMART” и “eco-PLUS” идеально подходят для резки перемычек по высоте в сыром массиве. Линии Wehrhahn “PLUS”, имеющие установку удаления нижнего подрезного слоя, также могут быть дооснащены установкой для резки перемычек по высоте.

#### **Автоклавирование**

Процесс автоклавирования армированных изделий длится дольше, чем автоклавирование блоков. Автоклавная кривая должна быть более плавной как при подъеме, так и при снижении давления, чтобы избежать повреждения массива в силу разных коэффициентов теплового расширения двух материалов – стали и газобетона. Именно поэтому рекомендуется использовать арматурные стержни диаметром до 8 мм. Более толстые стержни усугубляют опасность возникновения дефектов.

#### **Упаковка армированных изделий**

Благодаря новым разработкам Wehrhahn стала возможной полностью автоматическая упаковка армированных изделий: установка на паллеты, упаковка в пленку, бандажирование. Даже крупногабаритные плиты теперь можно упаковывать полностью автоматически.

#### **Применение армированных изделий**

**Длинные плиты** с успехом применяются во многих странах мира как стеновые элементы в промышленном и социальном строительстве, а также в жилищном строительстве в качестве плит покрытия и перекрытия.

**Короткие плиты** идеально подходят для возведения стен в жилищном строительстве. Они устанавливаются вертикально, образуя высоту потолка.

**Супергладкие плиты** могут оптимально изготавливаться на линиях Wehrhahn SMART, оснащенных установкой супергладкой резки. Супергладкие плиты толщиной 75 или 100 мм идеально подходят для стен-перегородок, поскольку не требуют подготовки стен к отделке: декоративная штукатурка или обои прямо на стену!

#### **Эффективное строительство с применением армированных изделий из автоклавного газобетона**

Специальное вспомогательное оборудование для монтажа и крепления армированных изделий значительно ускоряет и упрощает строительные работы.



Установка  
вертикальных стеновых  
плит – строим дом  
быстро и эффективно!

Имеются специальные программы для расчета параметров арматуры по заданным проектным нагрузкам, а также ноу-хау по применению плит всех видов.

*Wehrhahn готов содействовать своим клиентам в организации эффективного и грамотного строительства с применением плит и перемычек из автоклавного газобетона.*

## 2. Теплоизоляционные панели: новые сферы применения для прекрасно зарекомендовавшего себя газобетона

Растет спрос на теплоэффективный газобетон плотностью до 200 кг/м<sup>3</sup>. В Западной Европе он уже начал интенсивно вытеснять такие известные утеплители, как пенополистирол, различные виды минеральной ваты. В Германии теплоизоляционные панели из газобетона составляют уже 5% от общего количества используемого утеплителя несмотря на их новизну и высокую рыночную стоимость.

Теплоизоляционный газобетон объединяет в себе все преимущества уже известных утеплителей, не имея при этом их недостатков.

Свойства теплоизоляционных панелей из газобетона:

- экологичность, безопасность для здоровья: состоят только из натурального сырья;
- здоровый микроклимат в помещениях благодаря хорошей паропроницаемости и влагопоглощению;
- негорючесть;
- прекрасные теплоизолирующие качества: коэффициент теплопроводности менее 0,05 Вт/(м·К);



Облицовка фасада  
газобетонными  
панелями –  
оптимальное  
решение  
по теплоизоляции  
зданий

– стабильность размеров, хорошие прочностные показатели;

– устойчивость к агрессивным средам, воздействию ультрафиолетовых лучей, морозостойкость обеспечивают его долговечность и стабильность теплоэффективных свойств: срок службы данного утеплителя практически неограничен!

## Производство газобетона низкой плотности имеет целый ряд особенностей.

Необходимо более качественное сырье: чистый кварцевый песок очень тонкого помола, известь стабильного качества очень тонкого помола, качественный быстротвердеющий цемент, мелкодисперсный алюминий.

Дополнительные требования предъявляются и к оборудованию: высокая точность дозировки сырья и его интенсивное смешивание, бережная высокоточная резка, транспортные системы, обеспечивающие плавное перемещение массива по всем производственным участкам вплоть до упаковки готовой продукции.

*Wehrhahn предлагает комплексное оборудование для производства теплоэффективных блоков: от подготовки сырья до упаковки готовой продукции.*

### 3. Облицовка зданий из автоклавного газобетона: фиброцементные листы, произведенные на линиях Wehrhahn

Фиброцементные листы – это долговечный и высококачественный отделочный материал, который очень широко используется в странах Западной Европы и получает все большее распространение во многих странах мира.

Большая привлекательность фиброцементных листов в их разнообразии: плоские или гофрированные, прессованные или непрессованные, с фактурой “под дерево”, “под камень” или просто гладкие, покрытые лаком или покрашенные в любой желаемый цвет – немногие строительные материалы могут соперничать с фиброцементными листами по многообразию ассортимента. Также многообразны и сферы применения фиброцементных листов. Так, например, это оптимальный материал для сооружения навесных фасадов зданий из газобетона.

Компанией Wehrhahn поставлено уже более 100 фиброцементных заводов по всему миру. Такие признанные производители строительных материалов из фиброцемента, как DANSK ENTERNIT, JAMES HARDIE являются клиентами Wehrhahn. При этом оборудование Wehrhahn для производства фиброцементных листов постоянно совершенствуется.

#### Новые технические разработки на линиях Wehrhahn по производству фиброцементных листов, уже внедренные на новых заводах:

– листоформовочная машина: оптимальная геометрия баков и улучшенная фильтра-

ция фиброцементной смеси на ситах обеспечивают максимальную эффективность производства – эксклюзивная разработка Wehrhahn;

– удобная и экономичная замена производственного сукна листоформовочной машины;

– эффективные sprыскивающие форсунки увеличивают срок службы сукна и обеспечивают стабильность процесса производства;

– усовершенствованные вакуумные коробки позволяют развивать более высокую скорость сукна и, соответственно, более высокую производительность линии;

– автоматический контроль толщины листа на основании информации о плотности смеси в гомогенизаторе дает возможность производственным системам быстрее распознавать отклонения и сразу их устранять;

– измельчитель фиброцементных листов повышенной толщины. Производство фиброцементных листов на линиях Wehrhahn является безотходным: все обрезки и нестандартные листы еще в сыром виде возвращаются в производство. Для этого их необходимо измельчить.

В настоящее время на рынке все большим спросом пользуются толстые фиброцементные листы. Они предпочтительны в качестве настилов полов, особенно во влажных или открытых помещениях (балконы, террасы, веранды), а также для облицовки таких помещений. Для обеспечения безотходности их производства разработан измельчитель с более мощной системой резки.

За более детальной информацией обращайтесь к специалистам Wehrhahn!



Листоформовочная машина Wehrhahn нового поколения для эффективного производства фиброцементных листов

УДК 666.972

## Отходы автоклавных газобетонов для нейтрализации кислых газовых потоков и неводных жидких сред

Лаповская С.Д., д.т.н., зам. директора по научной работе ГП «НИИСМИ»  
Зеленина А.И., к.х.н., с.н.с., директор ООО «ОСНафтохимсерт», г. Киев  
Волошина Т.Н., с.н.с., ГП «НИИСМИ», г. Киев  
Лихвар Т.А., м.н.с., ГП «НИИСМИ», г. Киев

В статье рассмотрено использование отходов производства мелких стеновых блоков из ячеистого бетона автоклавного твердения для производства акцептирующих контактов с целью нейтрализации газовых потоков и неводных жидких сред, содержащих примеси кислых соединений. Показана возможность и целесообразность использования акцептирующих контактов на основе оксидов щелочных и щелочноземельных металлов, нанесенных на пористые носители для твердофазной глубокой очистки газовых потоков и органических жидкостей от примесей кислот и их ангидридов на ряде производств.

Ключевые слова: автоклавный газосиликат, щелочь, оксид, хемосорбент, поглощающая способность.

## Accepting contacts based on waste autoclaved aerated concrete to neutralize the acidic gas stream and the non-aqueous liquid environments

Use of waste production of small building blocks of aerated autoclaved concrete to produce accepting contacts to neutralize the gas flows and non-aqueous liquid media containing impurities of acidic compounds are given. The possibility and feasibility of using accepting contacts oxide alkaline metals deposited on a porous solid phase carriers for deep cleaning of gas flows and organic liquids from acids impurities and their anhydrides in a number of industries is shown.

Keywords: autoclaved gas silicate, alkali oxide, chemisorbent, absorptive capacity.

Основными источниками загрязнения окружающей среды в крупных городах являются промышленные предприятия энергетического комплекса (ТЭЦ, ТЭС), промышленного комплекса и транспорт. Так, предприятия энергетического комплекса регулярно выбрасывают в атмосферу углекислый газ и соединения азота. Объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух исчисляется в тысячах тонн. На ТЭЦ также остаются отходы золы и золошлаковой смеси, а также известковый и ванадийсодержащий шлам.

Несмотря на тенденцию некоторого уменьшения объемов образования отходов производства в городах продолжается процесс на-

копления отходов разных видов. Основные проблемы обращения с отходами остаются нерешенными, а именно:

– не внедрена четкая система утилизации продуктов переработки макулатуры, стеклобоя, автомобильных шин, полимерных отходов, отходов легкой и пищевой промышленности, отработанных нефтепродуктов и тому подобное;

– не внедрена система обращения (уничтожения) с токсичными отходами. Например, в Киеве на территории промышленных предприятий и на свалках сконцентрировано около 170 тыс. тонн промышленных токсичных отходов;

– не организована утилизация золы и золашлаковой смеси, образующейся на ТЭЦ, известкового и ванадийсодержащего шламов;

– не решена проблема утилизации шламов гальванического производства и ила от мытья транспорта.

Существующие технологии очистки газовых потоков и сточных вод недостаточно эффективны, поэтому отходы гальванических производств являются одним из основных источников загрязнения водного бассейна городов высокотоксичными тяжелыми и цветными металлами (цинк, никель, хром, медь, кадмий и т.д.).

В последнее время разработаны специальные твердые контакты, содержащие на инертном носителе различные активные компоненты, связывающие кислые газы в результате реализации на их поверхности топохимических реакций. При этом в зависимости от общего количества кислого газа или его концентрации в очищаемом потоке, а также экономической эффективности, применяемые контакты могут подлежать регенерации или применяться однократно.

Существует два способа приготовления контактов:

1 – ввод активных компонентов в шихту на стадии формирования гранул;

2 – предварительное приготовление макропористого носителя с последующим нанесением на его поверхность активных компонентов, преимущественно оксидов щелочных и щелочно-земельных металлов традиционными методами.

Первый способ приготовления носителей заключается в формировании и спекании шихты, представляет собой смесь измельченных основных оксидов, гидроксидов и солей с оксидами 3, 4, 8 групп периодической системы элементов, в результате чего мелкодисперсные частицы агрегатного материала связываются между собой сrostками, образующимися в процессе спекания алюминатами, силикатами и титанатами металлов. По этому способу можно получить не только окислительные, но и пористые металлические контакты. В зависимости от состава и режима приготовления химические и структурные характеристики и механическая прочность гранул контактов может регулироваться в широких пределах.

Высокая дисперсность частиц активных компонентов на поверхности пористого носителя обеспечивает большую глубину извлечения кислых примесей, высокую поглощающую способность контактов и большую скорость и глубину регенерации галоида.

Принцип действия контактов основан на взаимодействии кислых газов с оксидами и гидроксидами щелочных и щелочноземельных металлов. Последние наносятся на поверхность носителя (например, кварцевого) и находятся в мелкодисперсном состоянии, что позволяет уменьшить влияние диффузионных факторов в процессе поглощения кислых соединений, резко увеличить глубину очистки и степень превращения активных компонентов в соответствующие соли металлов. Некоторые из контактов могут быть подвергнуты окислительной регенерации при повышенных температурах с выделением и возвращением в процесс элементарных целевых продуктов (например, галоидов). Возможно также удаление из контактов целевых продуктов в виде водных растворов солей.

Институтами НИИСМИ разработан технологический процесс производства щелочного акцептирующего контакта на основе использования отходов производства автоклавных ячеистых бетонов (газосиликата). В частности, разработанный акцептирующий контакт может быть использован для очистки газов от сероводорода и других сернистых соединений, неорганических кислот (HCl, HF, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и т.д.) и других кислых примесей.

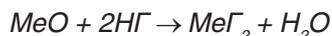
В ряде производств потоки содержат относительно небольшое количество кислых примесей, соединений серы и т.п., затрудняющих осуществление последующих стадий химического процесса, приводят к коррозии аппаратов и оборудования, ухудшают качество конечных продуктов или загрязняющих окружающую среду при их выбросе в атмосферу.

В то же время удаление этих примесей в условиях данного производства нецелесообразно через небольшие количества или невозможность использования. К таким процессам в первую очередь относятся: получение галоидоводородов, поливинилхлорида, полиэтилена низкого давления, сварочных флюсов, спецметаллов, гальванические, травильные и сварочные участки машиностроительных, металлургических и других предприятий, нефтехимических процессов и т.п.

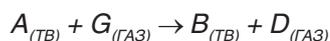
В качестве носителя для получения акцептирующих контактов используют бой и отходы от распиловки блоков из автоклавного ячеистого бетона (газосиликата). Высокая активность контакта обеспечивается наличием в нем активных компонентов в мелкодисперсном состоянии со значительным размером пор носителя. Макропористая структура контакта не затрудняет транспорт вещества к поверхности частиц активных компонентов. Значительная удель-

ная пористость облегчает нанесение активных компонентов методом пропитки. При этом носитель (автоклавный газосиликат) практически не принимает участия в реакциях. Температурные границы эксплуатации контактов находятся в пределах от +15 °С до +300 °С.

Активными компонентами акцептирующих контактов являются оксиды и гидроксиды металлов, на поверхности которых происходит поглощение галоидоводорода. Реакция протекает по схеме:



Взаимодействие между акцептирующим контактом и кислой газовой средой происходит по механизму топохимической реакции, особенностью которой является взаимодействие исходного твердого продукта  $A_{(ТВ)}$  с газом с образованием новой твердой фазы  $B_{(ТВ)}$ :



Для топохимической реакции характерно то, что химическое преобразование не может происходить в любой точке пространства, например, в случае реакций, протекающих в гомогенной системе. Реакция может осуществляться только на контакте между двумя фазами. Спецификой топохимических реакций является локализация процесса на границе раздела твердых фаз исходного вещества и продукта реакции.

Сама топохимическая реакция (газ – твердое тело) в своем развитии проходит ряд стадий: начального периода, когда молекулы твер-

дого продукта реакции образуются, диффундируя вглубь твердого реагента (доядерный период); образование и рост твердого продукта реакции на поверхности исходного твердого реагента, что является возможной причиной автокатализа и периода слияния ядер; стадии образования сплошного слоя продукта реакции на поверхности твердой фазы, являющейся ответственной за замедление скорости топохимической реакции.

В процессе исследований изучены термодинамика взаимодействия углеводородов с оксидами и карбонатами металлов и кинетика взаимодействия углеводородов с оксидами некоторых металлов.

Для всех изученных систем наблюдались общие закономерности (рис. 1, 2):

- зависимость изменения скорости реакции от времени – типична для топохимической реакции;

- скорость реакции в начальный период незначительна, затем быстро растет во времени и, достигая максимального значения, падает. Это объясняется образованием, ростом и слиянием ядер новой твердой фазы соли щелочного металла на поверхности оксида щелочного металла и последующим продвижением поверхности раздела фаз внутрь частиц активного компонента;

- максимальная поверхность раздела фаз относится к моменту, предшествующему перекрыванию ядер новой фазы, и соответствует максимальной наблюдаемой скорости реакции;

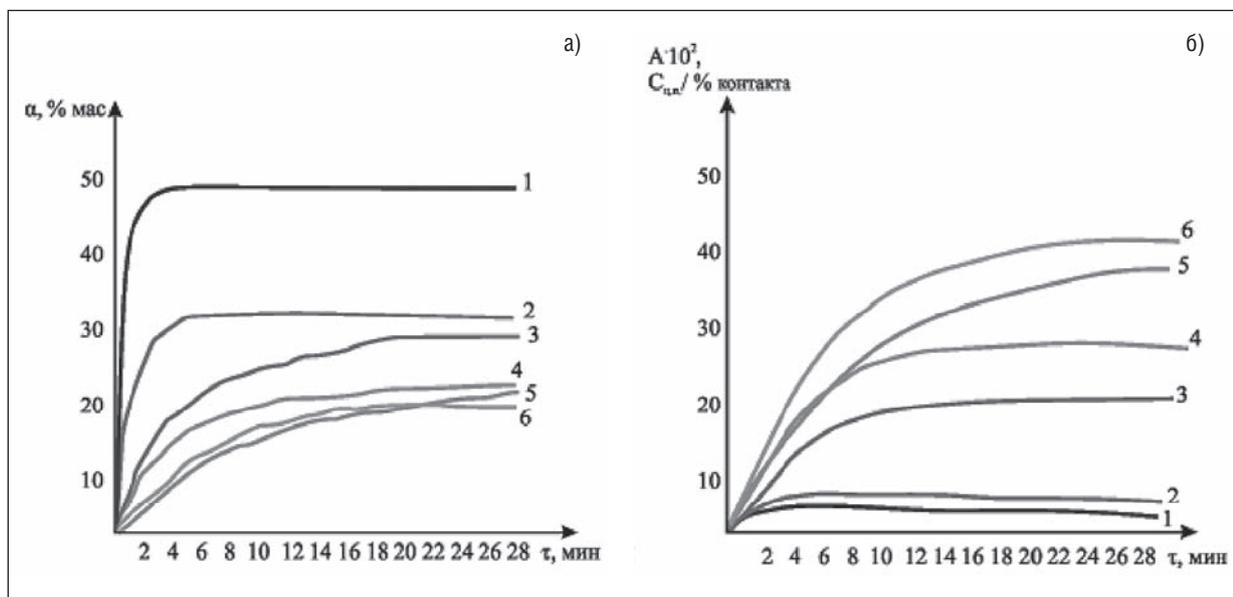


Рис. 1. Влияние продолжительности акцептирования при  $t = 300$  °С, целевой продукт  $Ar = 1:10$  для образцов с различным содержанием оксида щелочного металла:

а) степень превращения оксида щелочного металла, б) количество поглощенного целевого продукта

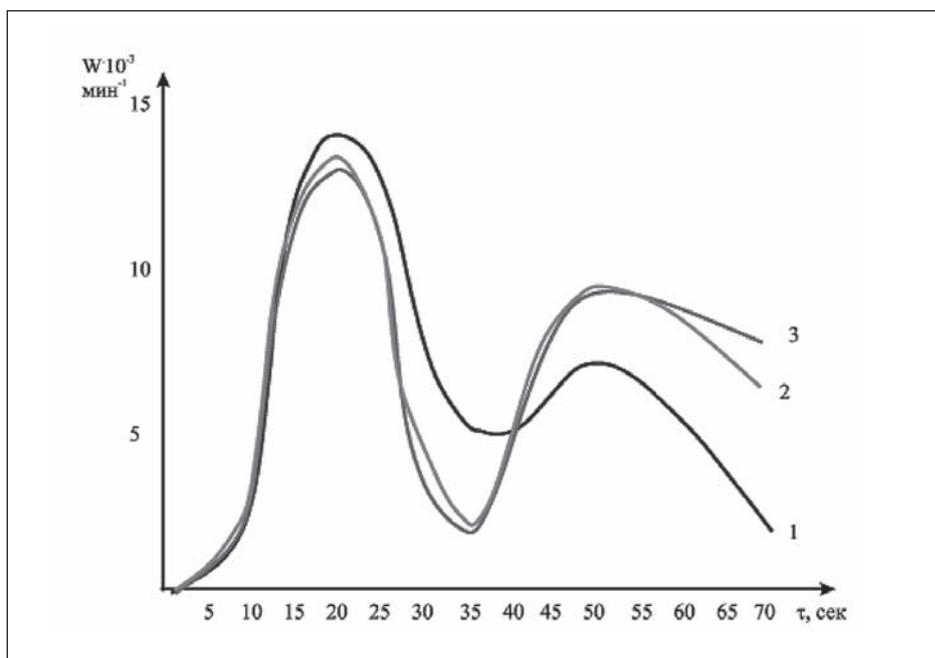


Рис. 2. Кинетические кривые акцептирования целевого продукта при  $t = 305\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 1, 2, 3 – разные опыты

– образующийся сплошной слой затрудняет доступ кислых газов к оксиду щелочного металла, вызывая заметное снижение скорости реакции;

– вследствие некогерентности кристаллических решеток оксида и соли щелочного металла в сформированном слое новой фазы происходит образование трещин, открывающих доступ газообразного реагента к исходной поверхности. В результате происходит новое нарастание скорости реакции, характеризующее возникновением второго максимума на кривой скорости реакции более низкого уровня.

Этот процесс, по-видимому, является периодическим и затухающим. Последовательность стадий превращения твердого реагента можно представить в виде следующей схемы:



Зависимость удельной скорости реакции от концентрации кислого газа в потоке линейна (рис. 3) и говорит о первом порядке реакции по газообразному реагенту. Содержание оксида щелочного металла не оказывает влияния на величину удельной скорости реакции.

Таким образом, предполагая, что скорость реакции на границе раздела фаз постоянна и ускорение или замедление реакции связано с изменением величины поверхности раздела и диффузионным сопротивлением слоя, анализ кинетических данных показал, что реакция имеет первый порядок по газовой фазе и не зависит от концентрации оксида щелочного металла в акцептирующем контакте. Образование и рост ядер сопровождается увеличением их количества во времени, а наблюда-

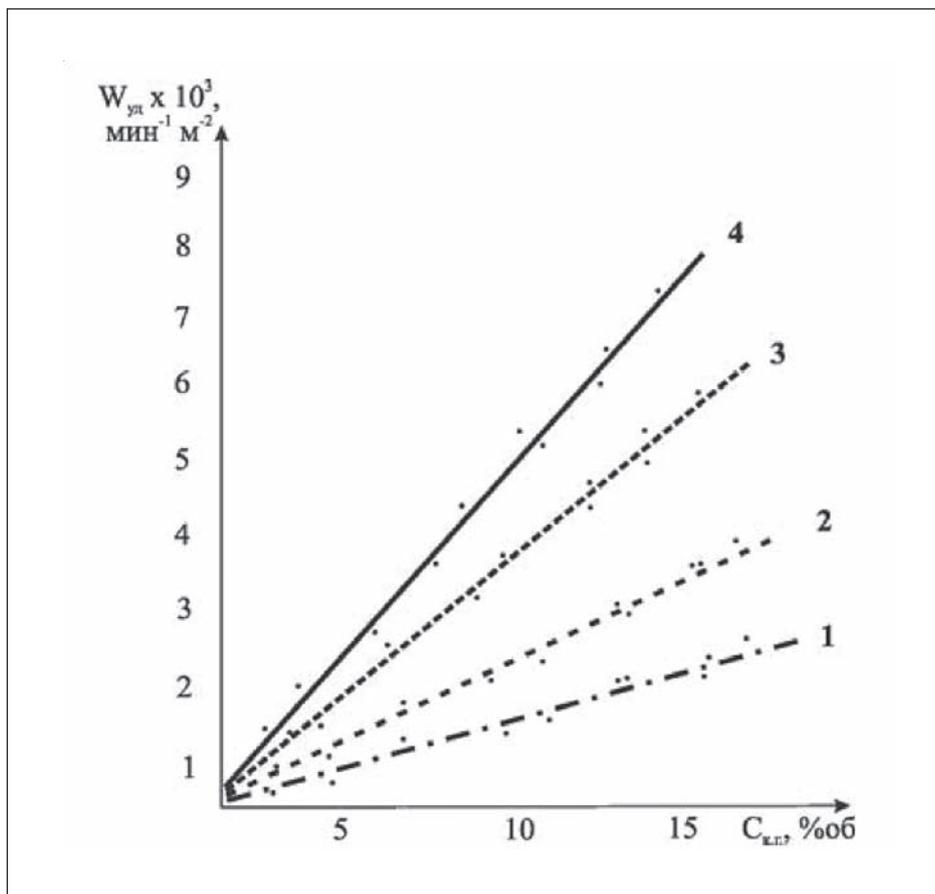


Рис. 3. Зависимость удельной скорости реакции акцептирования кислого соединения оксидом щелочного металла от содержания кислого соединения в газовом потоке при температуре: 1 – 273 °С, 2 – 305 °С, 3 – 330 °С, 4 – 363 °С

емая скорость реакции пропорциональна поверхности раздела твердых фаз.

Акцептирующая способность полученных контактов на основе щелочных и щелочно-земельных металлов коррелируется с величиной атомного веса катионов. Установлено, что скорость и предельная степень превращения активного компонента (кислого соединения) в соль щелочного металла возрастает с уменьшением среднего размера частиц оксида щелочного металла в контакте. Контакты с высоким содержанием щелочного или щелочноземельного агента имеют повышенную динамическую активность, что объясняется большим влиянием эффекта растрескивания слоя новой фазы на более крупных частицах с образованием дополнительных транспортных пор.

Использование носителя на основе газосиликатов автоклавного твердения существенно улучшает качество акцептирующих контактов по сравнению с использованием носителей на основе керамзита или аглопорита благодаря наличию высокопористой структуры, состоящей из макропор и сквозных капилляров по всей массе гранул.

# Автоклавный ячеистый бетон с улучшенными свойствами на основе механоактивированного цемента

Мечай А.А., канд. тех. наук, зав. кафедрой химической технологии вяжущих материалов  
Барановская Е.И., канд. тех. наук, науч. сотр.  
Попова М.В., науч. сотр.  
Жишко Р.В., студ.  
Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Беларусь

## Введение

В связи с постоянным ужесточением требований по теплотерям, которые должны составлять не более 60 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год в многоэтажном и 90 кВт·ч/м<sup>2</sup> в год в малоэтажном исполнении необходимо повышать термическое сопротивление стен до уровня  $R_t$  норм = 6 м<sup>2</sup>·°С/Вт. Обеспечить такие показатели для стен из ячеистого бетона плотностью 400–500 кг/м<sup>3</sup> можно только за счет увеличения толщины стены до 70–80 см, поэтому актуальным является получение теплоизоляционного бетона с плотностью 250–300 кг/м<sup>3</sup> и прочностью не менее 1,0 МПа. Снижение плотности стеновых блоков из ячеистого бетона на каждые 50 кг/м<sup>3</sup> позволяет снизить расход топлива на обогрев зданий на 1 кг условного топлива на 1 м<sup>2</sup> стены в год. Производство такого материала обеспечит снижение расхода цемента и извести на 20–30%, сокращение энергозатрат на помол сырья, сохранность изделий при транспортировке и снижение нагрузки на фундамент при строительстве [1].

В странах ЕС производство ячеистобетонных изделий с плотностью 250–300 кг/м<sup>3</sup> широко распространено благодаря использованию извести с активностью 88–92%, кварцевого песка с содержанием активного SiO<sub>2</sub> не менее 95% и высокотехнологичного оборудования, обеспечивающего точную дозировку компонентов и эффективную гомогенизацию смеси. Единственным предприятием в Беларуси, освоившим выпуск ячеистого бетона с плотностью 150–250 кг/м<sup>3</sup> является филиал № 5 “Гродненский комбинат строительных материалов” ОАО “Красносельскстройматериалы”. Основным фактором, ограничивающим широкое производство и применение данного материала, является его недостаточная прочность.

Одним из способов улучшения физико-механических свойств вяжущих строительных материалов является механическая активация входящих в него компонентов. Проблема недоиспользования потенциальных возможностей исходного сырья при производстве строительных материалов в сегодняшних условиях требует немедленного решения, и применение технологии механоактивации открывает новые возможности рационального использования материальных и энергетических ресурсов. В связи с этим представляет интерес исследование возможности применения механоактивированного цемента (МАЦ) в производстве ячеистого бетона.

Известно, что наиболее эффективным аппаратом для проведения процесса механической активации вяжущих материалов является дисмембратор или дезинтегратор, характеризующийся высокой производительностью и небольшим удельным расходом энергии [2].

## Разработка составов ячеистого бетона с использованием механоактивированного цемента

На кафедре химической технологии вяжущих материалов БГТУ разработаны составы теплоизоляционного ячеистого бетона с использованием механоактивированного портландцемента. В качестве сырьевых материалов для получения ячеистого бетона с маркой по плотности D300 в соответствии с СТБ 1570–2005 использовали портландцемент марки М500 с удельной поверхностью 320 м<sup>2</sup>/кг, известь негашеную кальциевую с содержанием активных CaO и MgO 72–73 мас.%, песок молотый кварцевый с удельной поверхностью 280–300 м<sup>2</sup>/кг, порообразователь – алюминиевую пудру ПАП-1 и воду.

В качестве контрольных использовались образцы ячеистого бетона, полученные с использованием неактивированного цемента.

Для получения ячеистобетонной смеси портландцемент подвергался механоактивации в дисмембраторной мельнице (в том числе с классификационной камерой) [3].

Лабораторная установка дисмембраторного типа с классификационной камерой (рис. 1) разработана на кафедре машин и аппаратов химических и силикатных производств БГТУ.

При помощи частотного преобразователя 5 в экспериментальной установке можно изменять частоту вращения вала электродвигателя дисмембраторной мельницы, регулируя тем самым интенсивность процесса активации и режим классификации цемента в дисмембраторе. Изменяя угол наклона лопаток в классификационной камере можно регулировать размер частиц на выходе из нее.

В работе использовали цемент, полученный в лабораторных условиях непосредственно перед экспериментом, и цемент со сроком хранения 1,5 месяца. На первом этапе работы портландцемент подвергался механоактивации в дисмембраторной мельнице без классификационной камеры при частоте вращения ротора 2500–4000 об/мин. Установлено, что прочность образцов ячеистого бетона при использовании механоактивированного цемента, полученного непосредственно перед экспериментом и цемента со сроком хранения 1,5 месяца, полученного в дисмембраторной мельнице при частоте вращения ротора мельницы 3500 об/мин, увеличилась по сравнению с контрольными образцами на 34% и 48% соответственно. Далее

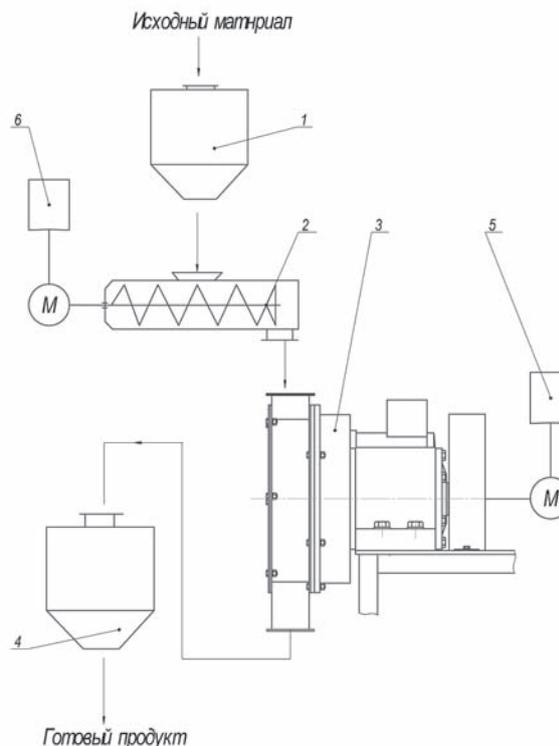


Рис. 1. Экспериментальная установка дисмембраторного типа с классификационной камерой: 1 – расходный бункер; 2 – шнековый питатель; 3 – дисмембраторная мельница с классификационной камерой; 4 – приемный бункер; 5 – частотный преобразователь привода мельницы; 6 – частотный преобразователь привода питателя

для получения ячеистобетонной смеси использовали МАЦ, полученный в дисмембраторной мельнице при частоте вращения ротора 2500–4000 об/мин с классификационной камерой, изменяя угол поворота лопаток в ней от плюс 15° до минус 30° (рис. 2).

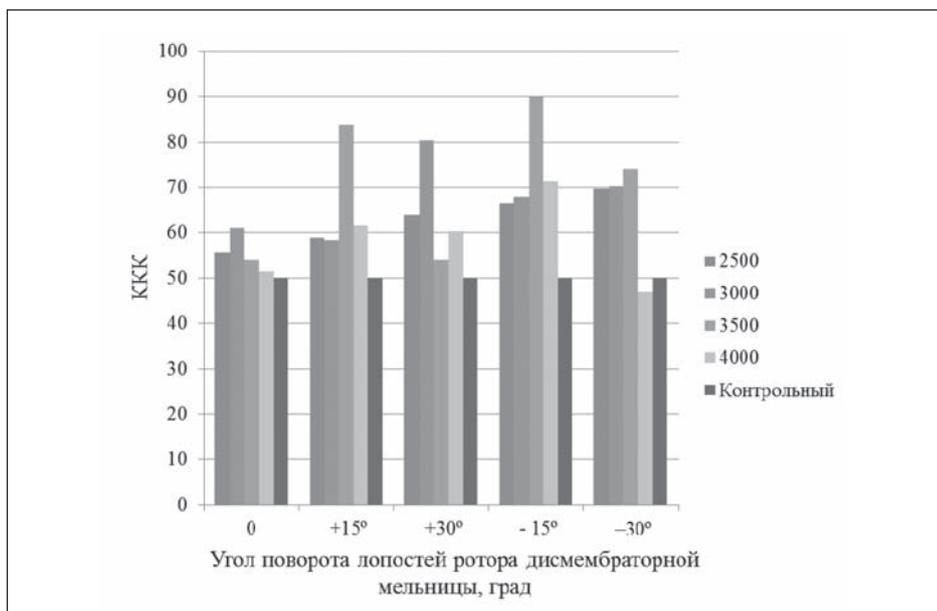


Рис. 2. Зависимость ККК ячеистого бетона с использованием МАЦ, полученного при разном угле поворота лопаток классификационной камеры дисмембраторной мельницы

Наиболее эффективной является механоактивация портландцемента при следующем режиме дисмембраторной мельницы: частота вращения ротора 3000–3500 об/мин, угол поворота лопаток классификационной камеры – минус 15°. При этом ККК ячеистого бетона с использованием МАЦ увеличивается по сравнению с контрольным образцом в 1,8 раза. Необходимо отметить, что аналогичное оборудование, которое может быть использовано для механоактивации цемента (ударно-центробежные мельницы), в промышленном масштабе производится в ОАО «НПО «Центр» (г. Минск). В настоящее время ведутся работы по оптимизации режима механоактивации цемента в данных установках.

Согласно данным дифференциально-термического анализа продукты твердения и структура образцов ячеистого бетона с использованием МАЦ характеризуются более высоким содержанием низкоосновных гидросиликатов кальция (тоберморита и ксонотлита) по сравнению с контрольными образцами. Основные физико-механические свойства ячеистого бетона с использованием МАЦ представлены в таблице.

#### Основные физико-механические свойства ячеистого бетона с использованием МАЦ

Состав	Физико-механические свойства		
	Марка по плотности	Класс по прочности	Марка по морозостойкости
Контрольный	D300	B0,5	Не менее F15
С использованием МАЦ	D300	B0,75	Не менее F25

Улучшение физико-механических свойств ячеистого бетона является следствием изменения механизма гидратации цемента, обусловленного его механоактивацией, что приводит к образованию дополнительного количества низкоосновных гидросиликатов кальция.

#### Заключение

Проведенные исследования показали эффективность применения механоактивации цемента в технологии автоклавного ячеистого бетона. В результате разработаны технологические параметры и оптимальные режимы механоактивации портландцемента в дисмембраторной мельнице с классификационной камерой. Установлено, что наиболее эффективным является использование механоактивированного цемента, полученного при частоте вращения ротора мельницы 3000–3500 об/мин и угле поворота лопатки классификационной камеры – минус 15°. За счет использования МАЦ коэффициент конструктивного качества образцов ячеистого бетона увеличивается в 1,8 раза по сравнению с контрольными образцами.

Разработка технологии высокопрочного теплоизоляционного ячеистого бетона автоклавного твердения с марками по плотности D250–D350 обеспечит уменьшение энергозатрат при его производстве на 20–30% и снижение теплопотерь через ограждающие конструкции зданий на 30–35%.

#### Литература

1. Соколовский, Л.В. Энергосбережение в строительстве. – Минск: Стринко, 2000. – 46 с.
2. Гарабажиу, А.А. Применение дисмембраторной мельницы со встроенным классификатором для исследования процесса активации вяжущих материалов // Вестник ПГУ. – 2014. – С. 80–88.
3. Мурог, В.Ю., Вайтехович, П.Е., Костюнин, Ю.М. Влияние использования активированного цемента на прочностные характеристики бетонных изделий // Труды БГТУ. Сер. химии и технологии неорган. в-в. – 2002. Вып. X. – С. 233–237.

УДК 691.327.332

# Неавтоклавный газобетон на гранитоидном микрозаполнителе – особенности технологии получения и результаты ее апробирования

Батяновский Э.И., доктор технических наук, профессор  
Самуйлов Ю.Д., магистр технических наук, аспирант  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Беларусь

## Аннотация

В материале изложены особенности технологии получения неавтоклавного газобетона на гранитоидном микрозаполнителе, достоинством которой является возможность отказа от энергозатратного процесса автоклавирования изготавливаемых изделий; приведены характеристики газобетона, полученного по данной технологии, намечены направления ее применения в строительной отрасли.

## Введение

В Беларуси широко распространена практика применения ячеистого бетона в различных видах строительства. Современная “неавтоклавная” технология получения ячеистого бетона позволяет работать с данным материалом как в сборном, так и в монолитном вариантах строительства, минимизируя при этом номенклатуру оборудования, используемого для изготовления ячеистобетонных изделий. Это позволяет мелким и средним производственным предприятиям освоить данный сегмент производственной деятельности. Однако качество современных ячеистых бетонов неавтоклавного твердения оставляет желать лучшего. На сегодняшний день они значительно уступают по своим прочностным характеристикам ячеистобетонным изделиям, выполненным по автоклавной технологии. В связи с этим предпринята попытка усовершенствовать технологию неавтоклавного газобетона с целью повышения его качества.

Одним из путей повышения качества неавтоклавного газобетона выбрано использование гранитоидного микрозаполнителя, полученного дополнительным измельчением “технологического” гранитного отсева ОАО “Гранит” (г. Микашевичи, Брестская обл.), что одновременно направлено на решение задачи его рационального использования.

## Особенности технологии

Образцы неавтоклавного газобетона изготавливали по технологии, которая включает в себя стадии: приготовления газобетонной смеси; заливки в форму и вспучивания (вибровспучивания) газобетонной смеси; выдержки вспученных образцов в течение до 48 ч – до набора расплужной прочности; срезки горбушки и расплужки образцов газобетона; тепловлажностной обработки (ТВО) образцов газобетона; сушки образцов газобетона (при необходимости).

Процесс приготовления газобетонной смеси состоит из следующих операций:

- дозирование и гомогенизация компонентов для приготовления алюминиевой суспензии в отдельной емкости (вода + ПАВ (в качестве ПАВ использовался жидкий ( $C_p = 30\%$ ) гиперпластификатор “Стахемент 2000-М”) + газообразователь (алюминиевая пудра ПАП));

- дозирование и перемешивание воды, цемента (в качестве цемента использовался портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н, производства ОАО “Кричевцементношифер”), растертой комовой извести (при необходимости) и алюминиевой суспензии в основной емкости для перемешивания газобетонной смеси;

- добавка в основную емкость для перемешивания гранитоидного микрозаполнителя ( $S_{уд.МК} \sim 3000 \text{ см}^2/\text{г}$ ) и окончательное перемешивание всех компонентов газобетонной смеси.

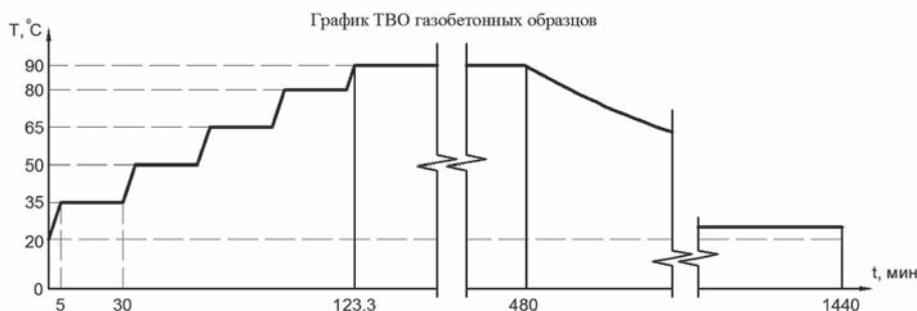


Рис. 1

Процесс вспучивания осуществляли в двух вариантах: либо путем выдержки формы с газобетонной смесью в состоянии покоя, либо с помощью воздействия на форму вибрированием на мультислотной виброплощадке (частота – 50 Гц, амплитуда – 272,5 мкм). Формы с газобетонными образцами в течение 48-часовой выдержки укрывали полиэтиленовой пленкой во избежание потери образцами влаги. Срезку горбушки осуществляли с помощью возвратно-поступательного движения металлической проволоки по аналогии с производственными приемами.

Тепловлажностную обработку образцов газобетона осуществляли в течение 48 ч (два цикла) по режиму рис. 1 в сушильном шкафу. Во избежание потерь влаги перед началом тепловлажностной обработки извлеченные из форм образцы газобетона смачивали и укрывали полиэтиленовой пленкой. Сушку образцов газобетона производили в течение 24 ч (1 цикл) по режиму, аналогичному приведенному на рис. 1, остаточная влажность образцов газобетона на выходе не превышала 5%.

### Результаты оценки характеристик газобетона

Результаты экспериментальных исследований усовершенствованной технологии получения ячеистого бетона неавтоклавного твердения, основанной на использовании в качестве микрозаполнителя гранитоидного отсе-

ва, показали, что она позволяет сократить качественный разрыв между имеющимися в настоящее время на рынке Беларуси изделиями из ячеистого бетона, изготовленными по автоклавной и неавтоклавной технологиям.

Из экспериментальных данных табл. 1 следует, что предлагаемая усовершенствованная технология производства ячеистого бетона неавтоклавного твердения позволяет получить практически все классы ячеистого бетона, указанные в ГОСТ 25485–89 как для неавтоклавной, так и для автоклавной технологии.

Из всего приведенного в таблице перечня по данной технологии не удалось воспроизвести только высшие классы прочности для марок по плотности: D800; D900; D1000; D1100, над получением которых работа продолжается.

Из данных о теплофизических свойствах неавтоклавного газобетона на основе гранитоидного и песчаного микрозаполнителя (рис. 2), следует, что в целом наблюдается тенденция к снижению теплопроводности газобетона равной плотности, полученного на гранитоидном микрозаполнителе. Это очевидно связано с тем, что собственная теплопроводность кварцевой породы выше, чем у гранитоидной (табл. 2). Поэтому при равной средней плотности ячеистого бетона (то есть примерно одинаковой пористости структуры) этот фактор обеспечивает снижение теплопроводности образцов газобетона на гранитоидном микрозаполнителе.



Рис. 2. Сравнительный анализ теплофизических свойств неавтоклавного газобетона на основе гранитоидного и песчаного микрозаполнителя

Таблица 1

Вид бетона	Марка по плотности	Класс прочности	Автоклавный		Неавтоклавный		Неавтоклавный, по новой технологии	
			Произ-водится	Не произ-водится	Произ-водится	Не произ-водится	Произ-водится	Не произ-водится
Теплоизоляционно-конструкционный	D500	B0,75						
		B1						
		B1,5						
		B2						
		B2,5						
	D600	B1						
		B1,5						
		B2						
		B2,5						
		B3,5						
	D700	B1,5						
		B2						
		B2,5						
		B3,5						
		B5						
	D800	B2						
		B2,5						
		B3,5						
		B5						
		B7,5						
D900	B2,5							
	B3,5							
	B5							
	B7,5							
	B10							
Конструкционный	D1000	B5						
		B7,5						
		B10						
		B12,5						
	D1100	B7,5						
		B10						
		B12,5						
		B15						
	D1200	B10						
		B12,5						
B15								
Данные из ГОСТ 25485-89 "Бетоны ячеистые, технические условия"							Эксп. данные	

Таблица 2

Характеристики сыпучих материалов, полученных из кварцевого песка и гранитоидного отсева идентичных фракционных составов

Вид материала	Показатель	Ед. изм.	Кол-во	Изменение показателя, %
Кварцевый песок	Насыпная плотность в сухом состоянии	кг/м <sup>3</sup>	1380	100
	Коэффициент теплопроводности	Вт/(м·К)	0,26	100
Гранитоидный отсев	Насыпная плотность в сухом состоянии	кг/м <sup>3</sup>	1520	110,1
	Коэффициент теплопроводности	Вт/(м·К)	0,22	84,6

### Направления использования технологии

Кроме производства штучных сборных изделий возможно использование предлагаемой технологии в монолитном строительстве с учетом ряда ее особенностей. В частности, процесс вспучивания газобетона связан с реологическими свойствами смеси, в связи с чем по консистенции и особенностям процесса вспучивания ячеистобетонных смесей на гранитоидном микрозаполнителе их можно разделить на текучие-самовспучивающиеся и вязкие-вибровспучивающиеся. При наиболее оптимальном с позиций экономических затрат соотношении расходов гранитоидного микрозаполнителя и цемента –  $M3/Ц = 1$  к текучим-самовспучивающимся ячеистобетонным смесям можно отнести следующие, указанные в табл. 4.

При необходимости получения более высоких классов прочности ячеистого бетона и отсутствии возможности вибрационного воздействия на опалубку допускается увеличить расход цемента и при  $M3/Ц < 1$  получать текучие-самовспучивающиеся ячеистобетонные смеси следующих классов, указанных в табл. 5.

Таблица 4  
Текучие-самовспучивающиеся ячеистобетонные смеси, которые можно получить по предлагаемой технологии при  $M3/Ц = 1$

Марка ячеистого бетона по плотности	Класс прочности
D500	до B0,75
D600	до B1,25
D700	до B1,75
D800	до B2
D900	до B2,75
D1000	до B3,5
D1100	до B4,5
D1200	до B5,5

Таблица 5  
Текучие-самовспучивающиеся ячеистобетонные смеси, которые можно получить по предлагаемой технологии при  $0,5 < M3/Ц < 1$

Марка по плотности	Класс прочности
D500	до B1,25
D600	до B1,75
D700	до B2,25
D800	до B2,75
D900	до B3,75
D1000	до B4,75
D1100	до B6
D1200	до B7,5

Вибровоздействие на опалубку позволяет использовать вязкие-вибровспучивающиеся ячеистобетонные смеси, которые характеризуются меньшим расходом цемента или большей прочностью газобетона при том же расходе вяжущего.

**Выводы.** Усовершенствованная технология получения газобетона неавтоклавно твердения на гранитоидном микрозаполнителе дает возможность расширить диапазон прочностей газобетона, которые можно получить без применения автоклавирования.

Сравнительный анализ теплофизических характеристик газобетонов показывает, что газобетоны на гранитоидном микрозаполнителе характеризуются меньшим коэффициентом теплопроводности, а значит, большим сопротивлением теплопередаче, чем газобетоны на песчаном микрозаполнителе.

Усовершенствованная технология дает возможность получать текучие-самовспучивающиеся ячеистобетонные смеси, которые могут быть применены при монолитном бетонировании и при этом позволяют получать классы ячеистого бетона по прочности, обеспечивающие необходимые и достаточные условия их применения в данном варианте строительства.

### Литература

- ГОСТ 25485–89. Бетоны ячеистые. Технические условия – М: ИПК ИС, 1990. – 15 с.
- ГОСТ 10180–2012. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам – М: Стандартинформ, 2013. – 36 с.
- ГОСТ 12730.2–78. Бетоны. Метод определения влажности – М: Стандартинформ, 2007. – 4 с.
- ГОСТ 12730.1–78. Бетоны. Методы определения плотности – М: Стандартинформ, 2007. – 5 с.
- ГОСТ 7076–87. Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности [Электронный ресурс] – <http://files.stroyinf.ru>



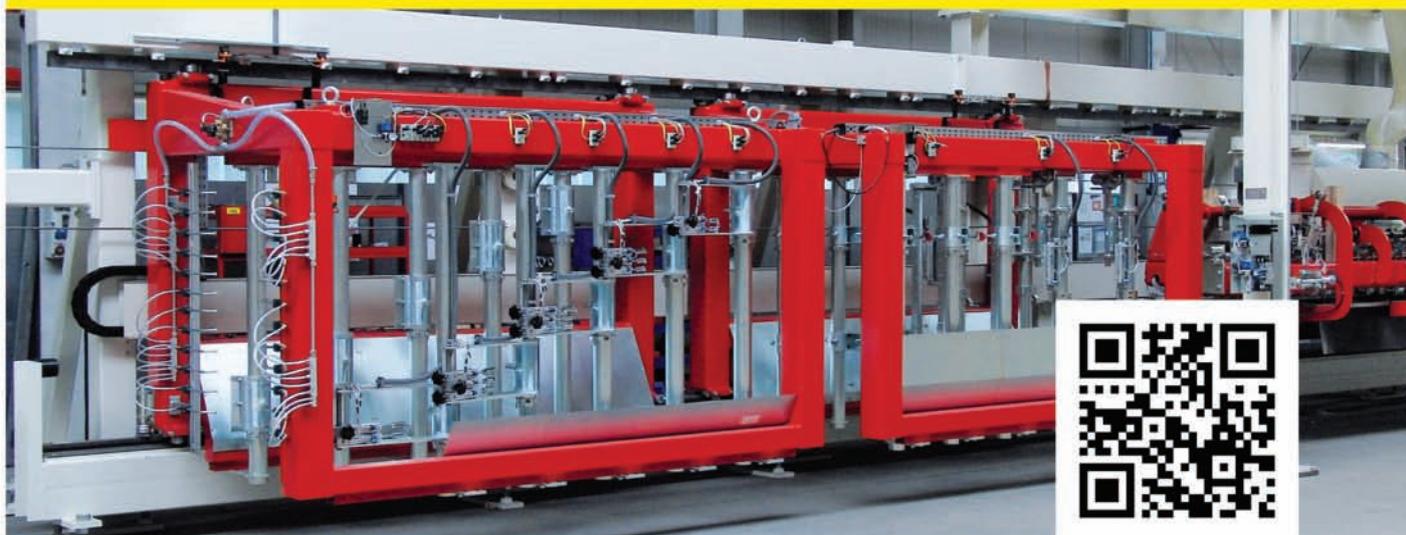
**WKB**

■■■■■ innovation made by experience



**Надежное оборудование WKB Systems GmbH –  
ячеистый бетон европейского качества**

- полное оснащение заводов
- модернизация производства
- замена линий резки типа „Универсал“



# ПРОДАЁТСЯ

ЦЕЛОСТНЫЙ КОМПЛЕКТ СОВРЕМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ  
ДЛЯ ЗАВОДА ПО ПРОИЗВОДСТВУ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА



- Цена всего комплекта 4,5 млн. евро
- Полностью автоматизированная производственная линия WEHRHANN Smart
- В т.ч. 5 автоклавов SCHOLZ, котельная LOOS, компрессора, силоса
- Производительность: 600 м<sup>3</sup> в сутки
- Местонахождение: Евросоюз
- Оборудование мало использовано и находится в отличном состоянии

Контактная информация: Дмитрий, моб.: +7 921 4258502

УДК 666.973.6/666.972.16

# Технология автоклавного ячеистого бетона с использованием электросталеплавильного шлака

Барановская Е.И., канд. тех. наук, науч. сотр.

Мечай А.А., канд. тех. наук, зав. кафедрой химической технологии  
вяжущих материалов

Белорусский государственный технологический университет  
г. Минск, Беларусь

## Введение

В связи с острой проблемой сбыта продукции актуальным направлением для предприятий-производителей автоклавного ячеистого бетона является снижение его себестоимости. Учитывая высокую долю энергоемких сырьевых компонентов в составе ячеистобетонных смесей, использование техногенных отходов, обеспечивающих максимально полное их замещение, является перспективным направлением.

В работах [1–4] представлена подробная характеристика имеющихся в Республике Беларусь техногенных отходов, которые могут частично либо полностью заменить такие дорогостоящие компоненты сырьевых ячеистобетонных смесей, как известь и цемент. Одним из таких крупнотоннажных отходов является электросталеплавильный шлак. В отвалах Белорусского металлургического завода накоплено около 10 млн т шлака с ежегодным приростом 200–250 тыс. т. На сегодняшний день только 40–50% от общей массы шлаков используется для подсыпки дорог. Оставшиеся 50–60%, представляющие собой фракцию 0–5 мм, накапливаются в отвалах. Проблема эффективного использования электросталеплавильного шлака в составе строительных материалов заключается в наличии в его составе тонкодисперсных стальных включений, которые не поддаются магнитной сепарации и значительно затрудняют помол материала, а при гидросиликатном твердении вызывают разупрочнение структуры продуктов гидрата-

ции вяжущих веществ. Кроме того, при неполной гидратации кристаллических фаз шлака со временем происходит силикатный распад (модификационный переход  $\beta - 2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \rightarrow \gamma - 2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ , сопровождающийся увеличением объема кристаллической решетки на 10–12% и саморассыпанием.

Экспериментальные данные, полученные на кафедре химической технологии вяжущих материалов Белорусского государственного технологического университета, показали возможность эффективного использования электросталеплавильного шлака в качестве сырьевого компонента автоклавного ячеистого бетона при условии удаления тонкодисперсных стальных включений. В связи с этим в рамках выполнения задания Государственной программы освоения в производстве новых и высоких технологий на 2011–2015 годы проводились исследования, направленные на разработку и внедрение ресурсосберегающей технологии автоклавного ячеистого бетона с использованием очищенного от металлических включений электросталеплавильного шлака. Основными задачами являлись: разработка эффективной технологии помола и очистки шлака с использованием сушильно-измельчительно-обогащительного комплекса; разработка ресурсосберегающих составов ячеистобетонных смесей с частичной и полной заменой цемента на шлак; изучение физико-механических свойств бетона; освоение производства автоклавного ячеистого бетона разработанных составов.

### Разработка технологии автоклавного ячеистого бетона с использованием сталеплавильного шлака

В качестве сырьевых материалов для получения ячеистого бетона автоклавного твердения с марками по плотности D200–D500 в соответствии с СТБ 1570–2005 использовали портландцемент марки М500, известь негашеную кальциевую с содержанием активных СаО и MgO 72–73 мас.%, песок молотый кварцевый с содержанием общего SiO<sub>2</sub> не менее 85 мас.%, порообразователь – алюминиевую пудру ПАП-1. В состав сырьевых смесей вводили молотый электросталеплавильный шлак Белорусского металлургического завода (ОАО “БМЗ – Управляющая компания холдинга “БМК”, г. Жлобин). Дозировка шлака составляла 30–100 мас.% взамен цемента. В качестве контрольных бы-

ли приняты образцы без добавки шлака, составы сырьевых смесей которых рассчитывались на получение ячеистого бетона с марками по плотности D200–D500 в соответствии с рецептурой филиала № 5 “Гродненский КСМ” ОАО “Красносельскстройматериалы”.

Формование изделий осуществлялось литьевым способом, режимы созревания массивов, резки и автоклавной обработки соответствовали технологическим регламентам Гродненского КСМ.

Разработка конструкторской и технической документации, изготовление сушильно-измельчительно-обогащительного комплекса КСИ-0,4.001.00.00.000 проводились в ОАО “НПО “Центр” (г. Минск). На рис. 1 приведена схема измельчительного комплекса и фотографии установки, размещенной на производственной площадке ОАО “НПО “Центр”.

Комплекс для помола и очистки шлака от металла состоит из сушильного отделения, главным элементом которого является сушильный барабан, и измельчительного, включающего центробежную мельницу со встроенным классификатором. Способ центробежно-ударного измельчения, реализуемый в указанном измельчительном комплексе, позволяет получить материал, характеризующийся качественными показателями, труднодостижимыми с помощью других видов измельчения. Полученный продукт обладает высокой удельной поверхностью и физико-химической активностью частиц за счет однородной изометрической формы с хорошо развитой поверхностью, имеет гранулометрический состав, характеризующийся содержанием частиц раз-

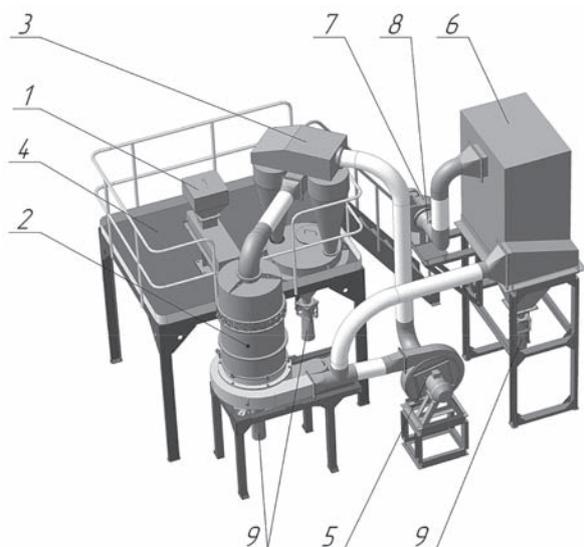
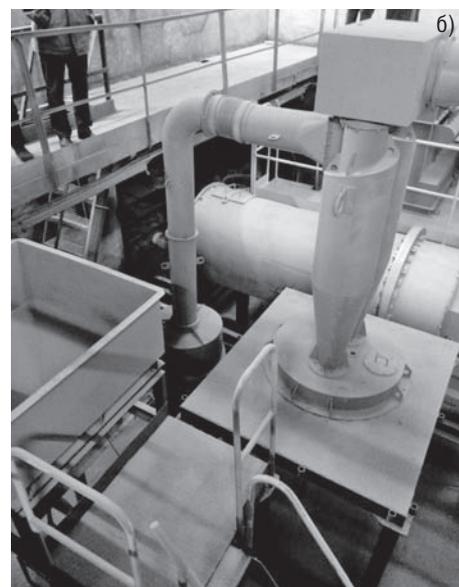
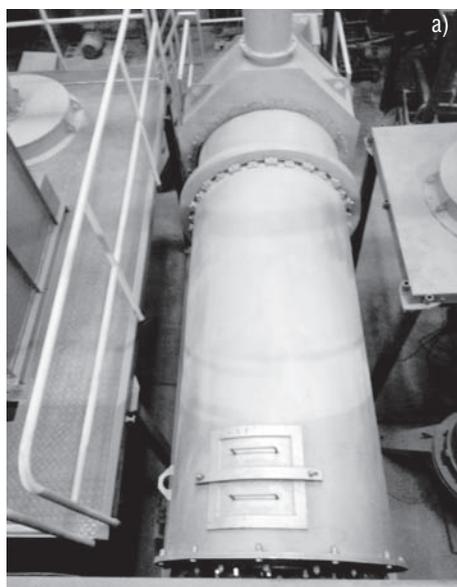


Рис. 1. Сушильно-измельчительно-обогащительный комплекс КСИ-0,4.001.00.00.000:

- 1 – бункер с питателем;
- 2 – мельница центробежная КИ-0,4;
- 3 – циклон; 4 – площадка;
- 5 – вентилятор транспортный;
- 6 – фильтр рукавный ФПС-04; 7 – вентилятор аспирационный;
- 8 – шибер регулировочный;
- 9 – затвор рукавный;
- а) – сушильный барабан;
- б) – центробежная мельница со встроенным классификатором



мером 10–35 мкм более 45 мас.%. Температура газов на выходе из сушилки составляет не более 130 °С, влажность материала после сушки – не более 0,5%. Затраты электроэнергии на измельчение шлака до величины зерен 0,01 мм составляют около 30 кВт/т. Учитывая, что содержание металлических включений в исходном материале колеблется в пределах 2–8%, в процессе измельчения с помощью воздушной классификации производится практически полная его очистка.

Основными преимуществами комплекса являются: высокие показатели работы; простота и удобство обслуживания; малая занимаемая площадь; низкая энергоемкость (снижение расхода электроэнергии в 2–2,5 раза по сравнению с шаровыми мельницами); возможность регулирования тонкости помола готового продукта; отсутствие переизмельченных классов за счет итерационного цикла работы комплекса. Его производительность составляет до 0,5 т/ч. Ориентировочная стоимость подготовленного шлака – 6–8 у.е. за 1 т.

Молотый сталеплавильный шлак, подготовленный с помощью сушильно-измельчительно-обогащительного комплекса, представляет собой порошок с удельной поверхностью 450–500 м<sup>2</sup>/кг. Распределение частиц в указанных диапазонах (мкм) следующее, мас. %: 0–1 – 1,76; 1–5 – 14,08; 5–10 – 21,13; 10–35 – 47,53; 35–70 – 15,50. Электросталеплавильный шлак, используемый в работе, является основным ( $M_o \geq 1$ ). Минералогический состав по результатам рентгенофазового анализа [1–2] характеризуется наличием белитовой фазы ( $\beta - 2CaO \cdot SiO_2$ ,  $\gamma - 2CaO \cdot SiO_2$ ), мервинита, монтичеллита, ранкинита, а также железосодержащих силикатных фаз.

Опытно-промышленные испытания проводились в филиале № 5 “Гродненский комбинат строительных материалов” ОАО “Красносельскстройматериалы”, где было выпущено 3 партии бетона общим объемом 120 м<sup>3</sup> (рис. 2). В соответствии с экономическими расчетами, проведенными специалистами предприятия, установлено, что эффективной является дозировка шлака в сырьевых смесях от 30 мас.% и выше.



Рис. 2. Опытно-промышленные испытания в филиале № 5 “Гродненский комбинат строительных материалов” ОАО “Красносельскстройматериалы”

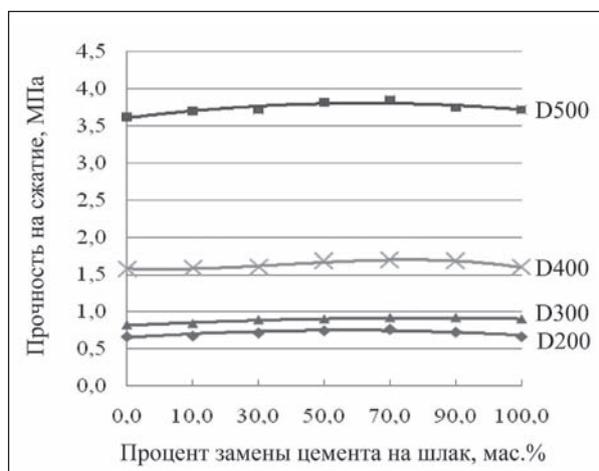


Рис. 3. Зависимость прочности ячеистого бетона от процента замены цемента на шлак

С точки зрения влияния шлака на физико-механические свойства ячеистого бетона оптимальными являются составы с заменой 70–100 мас.% цемента. Зависимость прочности бетона от процента замены цемента представлены на рис. 3.

Исходя из результатов эксперимента установлено, что введение молотого шлака в состав сырьевых смесей обеспечивает повышение прочности на сжатие бетона в 1,2–1,25 раза по сравнению с контрольными образцами либо позволяет сохранить прочность на прежнем уровне в зависимости от плотности бетона и дозировки шлака. Оптимизация составов бетона проводилась с учетом требований предприятия к сохранению реологических свойств ячеистобетонных смесей и параметров созревания массива. Полученные образцы прошли испытания в аккредитованной лаборатории ГП «Институт НИИСМ» и соответствуют требованиям СТБ 1570–2005 и ГОСТ 10180–90. Использование молотого шлака позволило получить бетон с марками по морозостойкости F15–F35, снижение коэффициента теплопроводности составило 10–15% в зависимости от состава сырьевых смесей.

Полученные данные по улучшению физико-механических свойств бетона можно объяснить исходя из представлений о щелочной активации шлака при его гидратации в гидротермальных условиях. Установлено, что кристаллические фазы шлака медленно гидратируются либо инертны при нормальных условиях, однако в условиях автоклавной обработки их гидравлическая активность значительно повышается.  $\gamma - 2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  в присутствии тонкомолотого кварца в автоклаве также подвергается

гидратации с образованием низкоосновных гидросиликатов кальция, обуславливающих улучшение прочностных характеристик бетона.

### Заключение

В результате проведенных исследований разработана и внедрена в филиале № 5 «Гродненский КСМ» ОАО «Красносельскстройматериалы» ресурсосберегающая технология автоклавного ячеистого бетона с использованием очищенного от металлических включений электросталеплавильного шлака. Указанная технология предусматривает помол и очистку шлака с помощью сушильно-измельчительно-обогащительного комплекса КСИ-0,4.001.00.00.000, изготовленного в ОАО «НПО «Центр», а также выбор оптимальных составов сырьевых смесей, рассчитанных на получение бетона с плотностью D200–D500. Максимальной прочностью по сравнению с контрольными составами обладают образцы ячеистого бетона с заменой 70–100 мас.% портландцемента на молотый шлак. Такой процент замены цемента в производственных условиях является эффективным с точки зрения улучшения физико-механических и теплофизических свойств материала, а также обеспечивает высокие показатели экономической эффективности от внедрения разработанной технологии на предприятиях по производству автоклавного ячеистого бетона.

### Литература

1. Мечай, А.А. Модифицированный автоклавный ячеистый бетон на основе электросталеплавильного шлака / А.А. Мечай, Е.И. Барановская // Проблемы современного бетона и железобетона: материалы III Междунар. симпозиума, Минск, 9–11 нояб. 2011 г.: в 2 т. / РУП «Институт БелНИИС»; редкол.: М.Ф. Марковский [и др.]. – Минск, 2011. – Т. 2. – С. 369–387.
2. Мечай, А.А. Структура и свойства модифицированного ячеистого бетона на основе электросталеплавильного шлака / А.А. Мечай, Е.И. Барановская // Строительная наука и техника. – 2011. – № 5 (38). – С. 40–44.
3. Барановская, Е.И. Использование сталеплавильного шлака в производстве ячеистого бетона автоклавного твердения / Е.И. Барановская, А.А. Мечай // Опыт производства и применения ячеистого бетона автоклавного твердения: сб. мат. 8-й Междунар. науч.-практ. конф. / редкол.: Н.П. Сажнев [и др.]. – Минск: Стринко, 2014. – С. 53–56.
4. Барановская, Е.И. Использование железосодержащих отходов в производстве автоклавного ячеистого бетона / Е.И. Барановская, А.А. Мечай // Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии: материалы Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 23–26 нояб. 2010 г. / Белорус. гос. технол. ун-т; редкол.: И.М. Жарский [и др.]. – Минск, 2010. – С. 161–164.

УДК 666.973.6/666.972.16

# Некоторые результаты экспериментальных исследований сорбционного увлажнения ячеистых бетонов низких плотностей

Крутилин А.Б., зав. лаб. теплофизических исследований,  
РУП «Институт БелНИИС», г. Минск, Беларусь

## Введение

Уровень теплозащиты наружных ограждающих конструкций зависит от многих факторов. Одним из направлений его увеличения является эффективное использование «теплозащитного потенциала» строительных материалов. В процессе эксплуатации материалы должны иметь как можно меньшие влажности, что будет выражено в их более низких коэффициентах теплопроводности.

Прогнозирование влажностного режима наружных стен зданий позволяет получить распределение массовой влажности по сечению (объему) ограждающей конструкции и определенными конструктивными решениями (введением пароизоляционных слоев и др.) понизить влажности материалов. При отсутствии зоны (плоскости) возможной конденсации водяного пара в толще конструкции определяющим фактором, влияющим на влажность материалов, являются их сорбционные (десорбционные) свойства. Снижение сорбционной влажности ячеистых бетонов – одно из направлений улучшения их свойств [1].

У ячеистых бетонов в начальный период технологическая влажность, как правило, превышает сорбционное увлажнение материала при относительной влажности воздуха  $\varphi = 97\%$  (далее по тексту – максимальное сорбционное увлажнение). При этом в начальный период эксплуатации в отдельных слоях наружных стен происходит снижение влажности материалов, в том числе за счет процесса десорбции. Изотермы сорбции и десорбции ячеистого бетона, как правило, имеют гистерезис, поэтому при одинаковой относительной влажности в порах материалов они могут иметь разные влажности.

В настоящей работе определены изотермы сорбции и десорбции ячеистых бетонов плотностью 400 и 500 кг/м<sup>3</sup>, а также выполнен их анализ для использования в расчетах влажностного режима ограждающих конструкций.

## 1. Распределение относительной влажности воздуха в порах материалов наружных стен из ячеистобетонных блоков

Расчетами влажностного режима наружных стен из ячеистобетонных блоков установлено, что в зависимости от конструктивного решения их наружной отделки (облицовки), а также относительной влажности внутреннего воздуха, значительно колеблются влажности материалов. Для примера рассчитаны распределения относительной влажности воздуха в порах материалов для двух конструкций наружных стен:

– тип № 1 – кладка из ячеистобетонных блоков ( $\rho = 500$  кг/м<sup>3</sup>,  $\delta = 400$  мм) с теплоизоляцией легкой штукатурной системой и утеплителем из минераловатных плит ( $\rho = 130$  кг/м<sup>3</sup>,  $\delta = 80$  мм);

– тип № 2 – кладка из ячеистобетонных блоков ( $\rho = 500$  кг/м<sup>3</sup>,  $\delta = 500$  мм) с наружной штукатуркой полимерцементным раствором ( $\delta = 6$  мм,  $\mu \geq 0,06$  мг/(м·ч·Па)).

Температура наружного воздуха принята равной  $t_n = -5,9$  °С, относительная влажность –  $\varphi_n = 85\%$ . Температура внутреннего воздуха принята равной  $t_b = 18,0$  °С. Относительная влажность внутреннего воздуха принята в 2-х вариантах:  $\varphi_b = 55$  и 30%. Результаты расчетов приведены на рис. 1–4.

По результатам расчетов видно, что относительная влажность воздуха в порах ячеистого бетона у внутренней поверхности наружной

стены главным образом зависит от относительной влажности внутреннего воздуха. Относительная влажность воздуха в порах ячеистого бетона у наружной поверхности стены зависит от вида наружной отделки (облицовки). При использовании систем утепления относительные влажности воздуха в порах ячеистого бетона значительно меньше, в сравнении с отделкой штукатурными слоями или облицовками с высоким сопротивлением паропроницанию.

Следует отметить, что если влажности ячеистого бетона у наружной поверхности стен (в зависимости от конструктивного решения) могут быть близки к максимальному сорбционному увлажнению, то влажности ячеистого бетона у внутренней поверхности стен будут

зависеть от относительной влажности внутреннего воздуха и сорбционных (десорбционных) свойств материала.

## 2. Некоторые результаты натурных обследований влажностного состояния наружных стен из ячеистобетонных блоков

Натурные обследования наружных стен жилых зданий выполняли на проблемных объектах (имеющих дефекты) с целью приведения их в удовлетворительное техническое состояние. При выполнении обследований производились их вскрытия с целью определения влажностей материалов. Вскрытия делались как с наружной, так и с внутренней стороны наружных стен. В качестве помещений с наружными стенами, как правило, выбирались

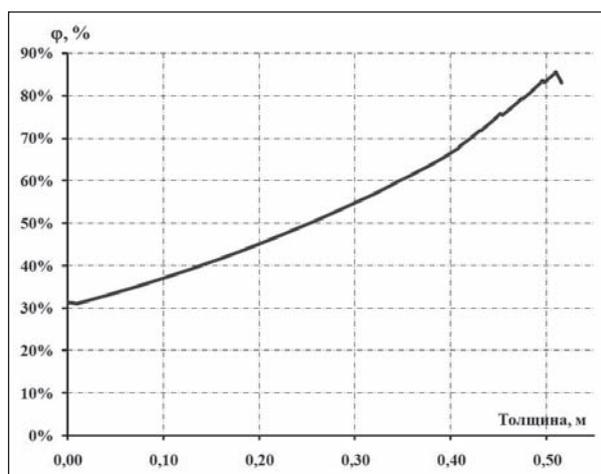


Рис. 1. Распределение относительной влажности воздуха в порах материалов по сечению наружной стены (тип № 1) при относительной влажности вн. воздуха  $\varphi_b = 55\%$

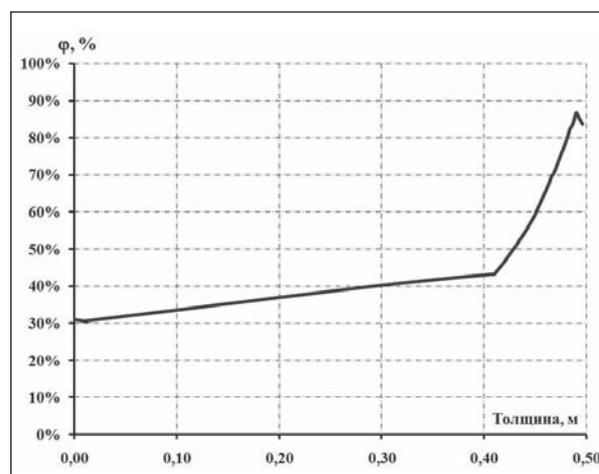


Рис. 3. Распределение относительной влажности воздуха в порах материалов по сечению наружной стены (тип № 2) при относительной влажности вн. воздуха  $\varphi_b = 55\%$

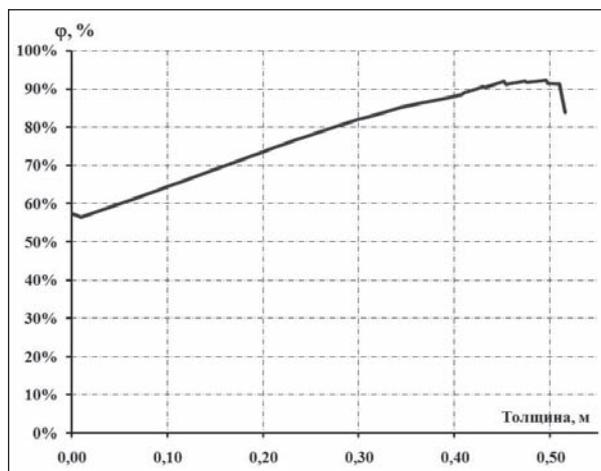


Рис. 2. Распределение относительной влажности воздуха в порах материалов по сечению наружной стены (тип № 1) при относительной влажности вн. воздуха  $\varphi_b = 30\%$

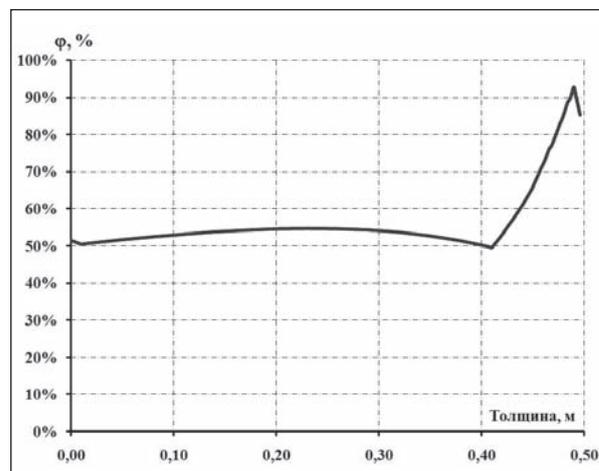


Рис. 4. Распределение относительной влажности воздуха в порах материалов по сечению наружной стены (тип № 2) при относительной влажности вн. воздуха  $\varphi_b = 30\%$

Наименование объекта обследования, год постройки	Вид наружной отделки или системы утепления	Год, в который выполнялось обследование	Минимальные и максимальные массовые влажности, %
г. Минск, пр. Независимости, 185; г.п. 2003...2004	кладка из блоков ( $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$ ) с наружной штукатуркой	2007	2,3 ... 30,7
г. Минск, ул. Грушевская, 91; г.п. 2004...2005	кладка из блоков ( $\rho = 450 \text{ кг/м}^3$ ) с наружной штукатуркой	2007, 2011	2,1 ... 40,2
Агрородадок Тимковичи, жилые здания № 11, 20, 24, 25; г.п. 2006	кладка из блоков ( $\rho = 400...600 \text{ кг/м}^3$ ) с наружной штукатуркой	2014	6,0 ... 71,3
г. Минск, ул. К. Либкхнета между домами 121 и 127; г.п. 2006	кладка из блоков ( $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$ ) без штукатурных слоев	на момент возведения	4,5 ... 26,2
Деревня Чуденичи, ул. Новая, дома № 1, 3, 5; г.п. 2000	кладка из блоков ( $\rho = 600 \text{ кг/м}^3$ ) с наружной штукатуркой	2008, 2010	2,9 ... 48,5

жилые комнаты квартир. При этом в некоторых из них наблюдались нарушения параметров микроклимата, во многих квартирах параметры микроклимата соответствовали требованиям [2].

Для дальнейшего анализа выбраны результаты обследований наружных стен зданий в квартирах, в которых не было нарушений параметров микроклимата. Результаты массовых влажностей ячеистого бетона приведены в таблице.

Минимальные влажности ячеистого бетона у всех обследованных объектов получены у внутренней поверхности наружных стен. Следует отметить, что влажности материалов более 40% по массе на ряде объектов вызваны намоканием ячеистого бетона в процессе возведения зданий и наблюдались у наружной поверхности стен.

### 3. Изотермы сорбции и десорбции ячеистых бетонов

Для расчетов влажностного режима наружных ограждающих конструкций изотермы

сорбции (десорбции) являются характеристиками материалов, по которым в различных методиках выполняется переход от относительных влажностей воздуха в их порах к массовым (объемным) влажностям.

Исследования сорбционного увлажнения ячеистых бетонов выполняли преимущественно в отопительные периоды в помещении без наружных ограждающих конструкций. Температура внутреннего воздуха в данном помещении поддерживалась близкой к постоянной. В эксикаторах с помощью солей, их растворов и растворов серной кислоты выдерживались относительные влажности сред близкие к  $\varphi = 10\%, 33\%, 55\%, 75\%, 85\%, 90\%, 97\%$ . Температуры и относительные влажности сред контролировались и регистрировались с шагом 5 минут термоэлектрическими преобразователями и датчиками влажности типа

“НИН-4000” ф. Honeywell. Запись выполняли круглосуточно за всю продолжительность экспериментов с помощью многоканального вольтметра типа “МВПН”. Общий вид части оборудования для выполнения исследований показан на рис. 5.



Рис. 5. Общий вид части оборудования для определения сорбции материалов

Определение влажностей материалов выполняли периодическим взвешиванием образцов. Изотермы сорбции ячеистого бетона двух различных производителей плотности  $\rho = 400 \text{ кг/м}^3$  показаны на рис. 6 и 7, плотности  $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$  (класс по прочности на сжатие В2,5) – на рис. 8 и 9.

Начало капиллярной конденсации независимо от типа и плотности ячеистого бетона происходит при относительной влажности среды более 85%. При этом наблюдается резкое увеличение массовой влажности материалов, что соответственно приводит к росту коэффициентов теплопроводности [3].

Установлена значительная разница в массовых влажностях ячеистого бетона одинаковой марки по плотности, но разных производителей, при относительных влажностях среды  $\varphi \geq 90\%$ .

В диапазоне относительных влажностей среды в порах материалов  $\varphi = 10...50\%$  массовые влажности для всех типов ячеистого бето-

на не превышают  $W = 1,6\%$  по массе. Следует отметить, что в данном диапазоне относительной влажности среды массовые влажности ячеистого бетона получены значительно меньше, в сравнении с величинами по результатам натурных обследований у внутренней поверхности наружных стен ( $W = 2,1...2,9\%$  по массе).

Изотермы сорбции и десорбции ячеистого бетона плотности  $500 \text{ кг/м}^3$  (тип 3, класс по прочности на сжатие В3,5) показаны на рис. 10. Видно, что влажности ячеистого бетона при десорбции выше, чем при сорбции за счет сорбционного гистерезиса и близки к влажностям материалов, полученным при натурных обследованиях наружных стен.

Экспериментами установлено, что если образцы с установившейся влажностью в процессе десорбции поместить в эксикаторы с большей относительной влажностью среды, то влажность образцов не всегда будет увеличиваться. Увеличение массовой влажности происходит только тогда, когда сорбционная

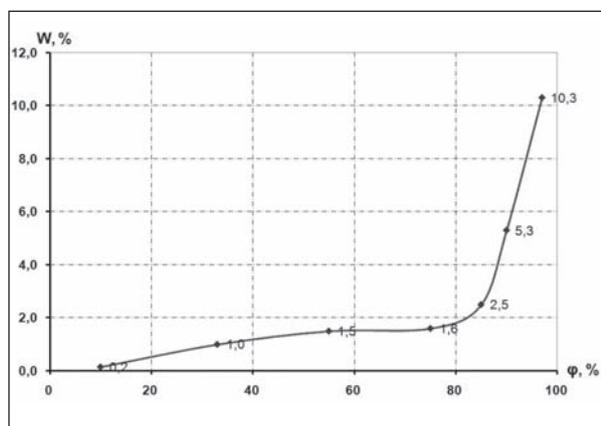


Рис. 6. Изотерма сорбции ячеистого бетона  $\rho = 400 \text{ кг/м}^3$  типа № 1

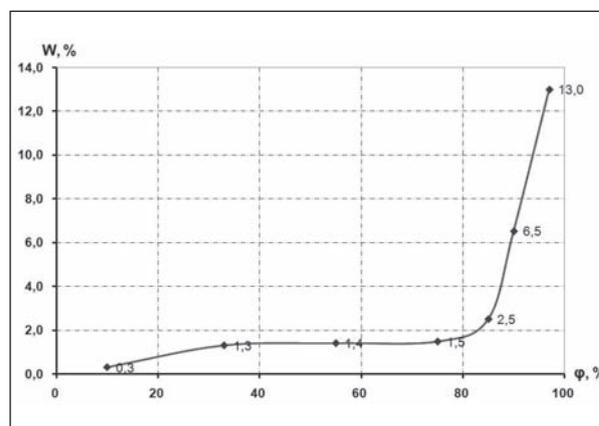


Рис. 8. Изотерма сорбции ячеистого бетона  $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$  типа № 1

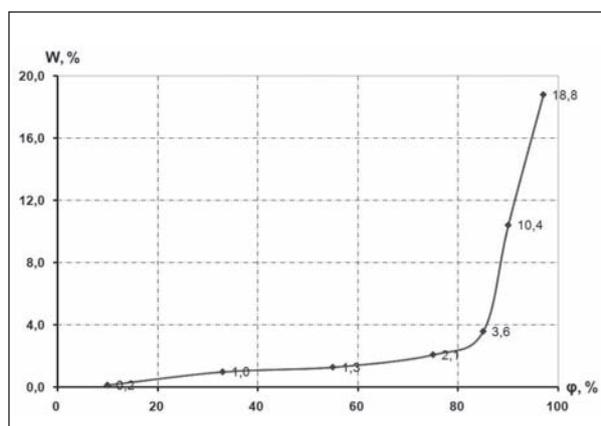


Рис. 7. Изотерма сорбции ячеистого бетона  $\rho = 400 \text{ кг/м}^3$  типа № 2

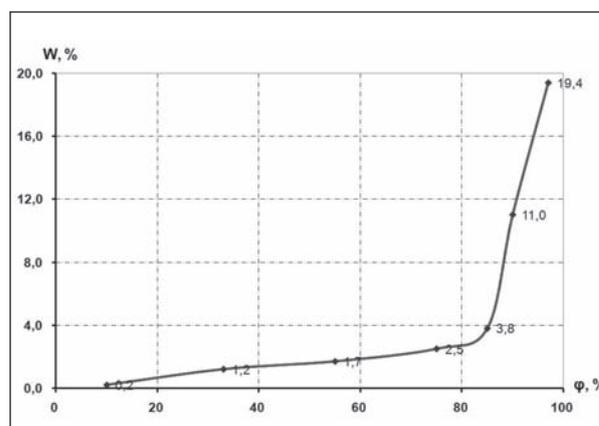


Рис. 9. Изотерма сорбции ячеистого бетона  $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$  типа № 2

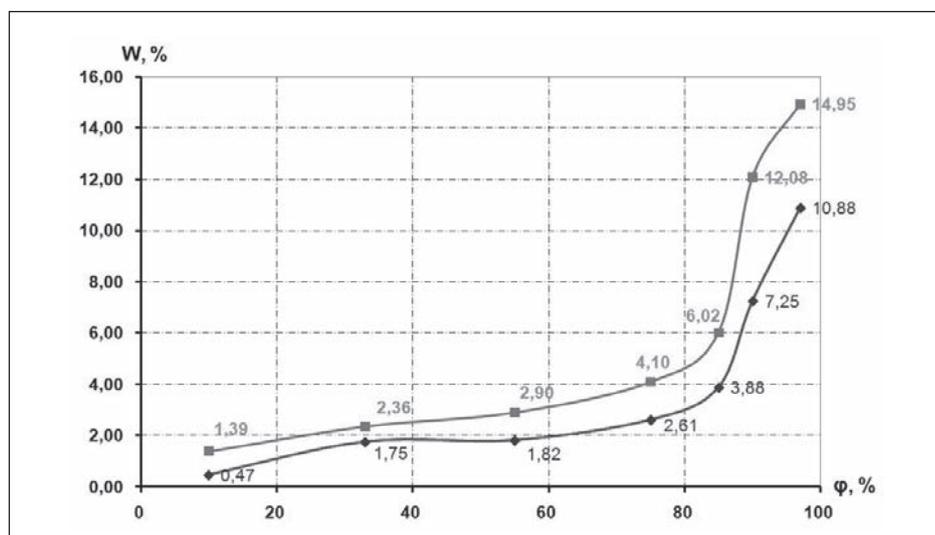


Рис. 10. Изотермы сорбции и десорбции ячеистого бетона  $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$  типа № 3

влажность ячеистого бетона при данной относительной влажности среды выше величины, установившейся после процесса десорбции.

Блоки ячеистого бетона после изготовления имеют влажности, превышающие максимальное сорбционное увлажнение. В определенных условиях в процессе эксплуатации влажность отдельных слоев ячеистого бетона будет снижаться. При понижении относительной влажности воздуха в порах материалов определяющим процессом будет десорбция, а при повышении – сорбция. Для таких условий при прогнозировании влажностного режима наружных стен из ячеистобетонных блоков необходимо иметь как изотерму сорбции, так и изотерму десорбции. Слои конструкции, в которых относительная влажность воздуха в порах ячеистого бетона превышает  $\varphi = 85\%$  и в процессе эксплуатации не снижается, будут иметь влажности, превышающие нормативные величины [4].

#### Литература

1. Силаенков, Е.С. Долговечность изделий из ячеистых бетонов / Е.С. Силаенков – М., Стройиздат, 1986. – 176 с.
2. ГОСТ 30494–96 “Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях”. – Минск, 1998.
3. Крутилин, А.Б. Теплофизические характеристики автоклавных ячеистых бетонов низких плотностей и их влияние на долговечность наружных стен зданий / А.Б. Крутилин, В.В. Лешкевич, Ю.А. Рыхленок // Инженерно-строительный журнал. – Санкт-Петербург, 2015. – № 2. – С. 46–55.
4. ТКП 45–2.04–43–2006\* “Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования”. Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. – Минск, 2015.

# Исследования влажностных характеристик автоклавного газобетона различных марок по плотности

Пастушков П.П., Н.В. Павленко  
НИИСФ РААСН, НИИ механики МГУ  
Гринфельд Г.И.

Национальная Ассоциация производителей автоклавного газобетона

## Введение

В 2013–2015 гг. лабораторией строительной теплофизики Научно-исследовательского института строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук (НИИСФ РААСН) совместно с Национальной ассоциацией производителей автоклавного газобетона (НААГ) проведен комплекс работ по расчету и оптимизации температурно-влажностного режима ограждающих конструкций зданий с использованием автоклавного ячеистого бетона (АЯБ) в различных климатических районах строительства. Актуальность этих работ обуславливалась тем, что АЯБ в настоящее время является самым распространенным материалом в наружных ограждающих конструкциях зданий [1], а последние крупные исследования по тематике температурно-влажностного режима проводились для ячеистых бетонов, имевших другие тепловлажностные характеристики (к настоящему времени практически полностью заменен парк оборудования для производства, изменились технологии и составы, из-за повышения норм к теплозащите более широкое применение получили марки пониженной плотности D300 и D400).

Наряду с основными результатами в виде распределений влажности внутри основных типов конструкций с АЯБ [2], а также установления эксплуатационной влажности АЯБ в различных районах строительства [3], проведен ряд исследований и получены новые результаты по определению влажностных характеристик автоклавного газобетона различных марок по плотности. Описанию этих результатов посвящена настоящая статья.

## Нормативные документы по определению влажностных характеристик строительных материалов

Численные методы, основанные на моделировании нестационарного влажностного режи-

ма, позволяют моделировать процесс эксплуатации конструкции, не пренебрегая никакими значимыми механизмами тепло- и влагопереноса, учитывая при этом изменения климатических параметров (в отличие от методов, основанных на моделировании стационарного влагопереноса). Для повышения точности проводимых расчетов температурно-влажностного режима НИИСФ РААСН развивает нестационарные численные методы. В 2013 г. лабораторией строительной теплофизики НИИСФ РААСН выпущен новый нормативный документ: ГОСТ 32494–2013 “Здания и сооружения. Метод математического моделирования температурно-влажностного режима ограждающих конструкций” [4].

Для проведения расчетов по математической модели, предложенной в разработанном стандарте, для каждого материала в составе конструкции потребовался набор тепловлажностных характеристик. Наряду с характеристиками, имеющимися в таблице теплотехнических характеристик СП 50.13330.2012 – плотность, удельная теплоемкость, теплопроводность, паропроницаемость, для расчетов необходима изотерма сорбции, определяемая по ГОСТ 24816–2014 “Материалы строительные. Метод определения равновесной сорбционной влажности”, а также коэффициенты влагопроводности и капиллярного всасывания. Методики определения последних характеристик ранее не были занормированы, хотя и были описаны [5]. Для исправления этого пробела стандартизации в ГОСТ 32494–2013 включены справочные приложения с методиками определения указанных влажностных характеристик строительных материалов, а также отдельно впервые выпущены стандарты ГОСТ Р 56504–2015 “Материалы строительные. Методы определения коэффициентов влагопроводности” и ГОСТ Р 56505–2015 “Материалы строительные. Методы определения показателей капиллярного всасывания воды”. В табл. 1 приведен необходимый для расчетов по математической моде-

Табл. 1.

**Необходимые характеристики материалов**

Наименование характеристик материала	Обозначение	Значения в таблицах	Метод определения
Плотность	$\rho$	СНиП 23-02-2003	ГОСТ 12730.1-78
Удельная теплоемкость	$c$	СНиП 23-02-2003	ГОСТ 23250-78
Теплопроводность	$\lambda$	СНиП 23-02-2003	ГОСТ 7076-99
Изотерма сорбции	$\varphi(\omega)$		ГОСТ 24816-2014
Коэффициент паропроницаемости	$\mu$	СНиП 23-02-2003	ГОСТ 25898-2012
Коэффициент капиллярного всасывания	$K$		ГОСТ Р 56505-2015
Коэффициент статической влажпроводности	$\beta$		ГОСТ Р 56504-2015
Коэффициент динамической влажпроводности	$\beta_{дин}$		ГОСТ Р 56504-2015

ли ГОСТ 32494–2013 набор свойств материалов и актуальные нормативные документы с методами их определения.

**Экспериментальные исследования**

Для актуализации данных по тепловлажностным характеристикам автоклавного газобетона выполнен ряд экспериментальных исследований. Наиболее значимыми следует признать полученные результаты исследований паропроницаемости и сорбции водяного пара, т.к. впервые за последние годы по методикам ГОСТ и на специальном оборудовании были одновременно испытаны основные марки автоклавного газобетона современного производства. Также впервые для образцов современного газобетона были апробированы методики и получены результаты исследований капиллярного всасывания и влажпроводности.

**Исследования сорбции и десорбции**

Осредненные результаты экспериментальных исследований сорбции водяного пара образцами автоклавного газобетона основных марок представлены в табл. 2. Испытания про-

водились по методике ГОСТ 24816–2014. Изотермы сорбции представлены на рис. 1.

Полученные данные можно обобщить выводом, что чем меньше плотность газобетона, тем больше сорбция. Это объясняется большей пористостью ячеистого бетона при понижении плотности.

Модернизацией классической модели нестационарного влажпереноса в ГОСТ 32494–2013 в части основных уравнений явля-

Таблица 2

**Результаты исследований сорбции образцами газобетона**

Марка газобетона	Сорбционная влажность, %, по массе, при температуре (20 ± 2) °С и относительной влажности воздуха, %				
	40	60	80	90	97
D300	0,75	1,1	2,2	3,25	5,6
D400	0,6	0,85	1,65	2,5	4,4
D500	0,5	0,65	1,3	2,1	3,6
D600	0,4	0,5	0,95	1,65	2,9

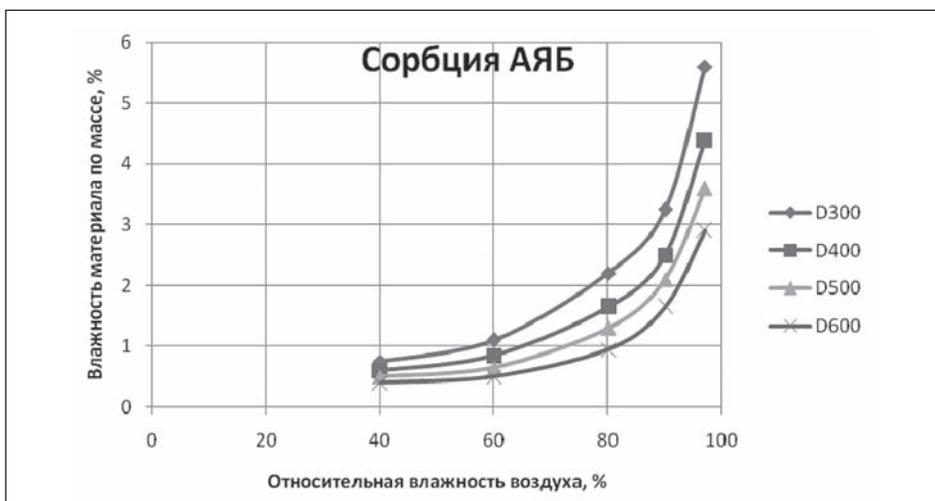


Рис. 1. Изотермы сорбции автоклавного газобетона

$$\varphi(w) = \varphi_c(w)\chi\left(\frac{\partial w}{\partial z}\right) + \varphi_d(w)\chi\left(-\frac{\partial w}{\partial z}\right), \chi\left(\frac{\partial w}{\partial z}\right) = \begin{cases} 1, & \frac{\partial w}{\partial z} > 0 \\ 0, & \frac{\partial w}{\partial z} < 0 \end{cases},$$

ется возможность учета гистерезиса сорбции по следующему уравнению [6]:

где  $\varphi_c(w)$  – изотерма сорбции материала,  $\varphi_d(w)$  – изотерма десорбции.

На рис. 2 представлены впервые полученные для современного автоклавного газобетона различных марок по плотности “петли гистерезиса сорбции” [5]. Учет гистерезиса сорбции водяного пара строительными материалами при расчетах влажностного режима ограждающих конструкций позволяет повысить точность получаемых результатов и приближает их к результатам натуральных исследований.

#### Исследования паропроницаемости

Осредненные результаты определения сопротивления паропроницанию и расчетов коэффициента паропроницаемости основных марок газобетона представлены в табл. 3. Испытания проводились по методике ГОСТ

25898–2012. Толщина испытуемых образцов составляла 25 мм.

Вывод по данным исследования заключается в том, что чем выше плотность газобетона, тем больше сопротивление паропроницанию и, соответственно, ниже коэффициент паропроницаемости.

#### Исследования капиллярного всасывания

Проведены исследования капиллярного всасывания воды разными марками газобетона. Исследования проводились по методике разработанного национального стандарта РФ ГОСТ Р 56505–2015 “Материалы строительные. Методы определения показателей капиллярного всасывания воды”.

Разработанная методика основана на использовании обобщенного закона капиллярного всасывания:

$$M = Kz^n, (2)$$

где  $M$  – количество влаги, поглощенное 1 м<sup>2</sup> поверхности образца, г/м<sup>2</sup>;  $K$  – коэффициент капиллярного всасывания, г/(м<sup>2</sup>·ч<sup>n</sup>);  $z$  – время от начала капиллярного всасывания воды образцом, ч.

Обобщенный закон позволяет более точно описывать процесс капиллярного всасывания воды строительными материалами, чем стандартный закон “корня квадратного от времени”.

Зависимость массы жидкости, всосанной единицей поверхности образца, от корня квадратного из времени на примере ячеистого бетона марки D100, представлена на рис. 3.

Результаты исследований паропроницаемости газобетона

Таблица 3

Марка газобетона	Средняя плотность образцов, $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Сопротивление паропроницанию, $R_n$ , м <sup>2</sup> ·ч·Па/мг	Паропроницаемость, $\mu$ , мг/(м·ч·Па)
D300	330	0,198	0,126
D400	410	0,215	0,120
D500	504	0,240	0,105
D600	634	0,268	0,095

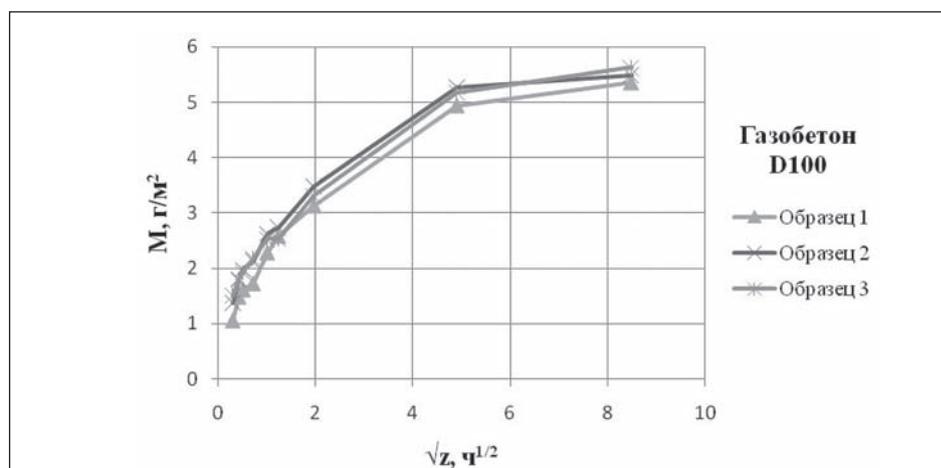


Рис. 3. Капиллярное всасывание воды газобетоном марки D100

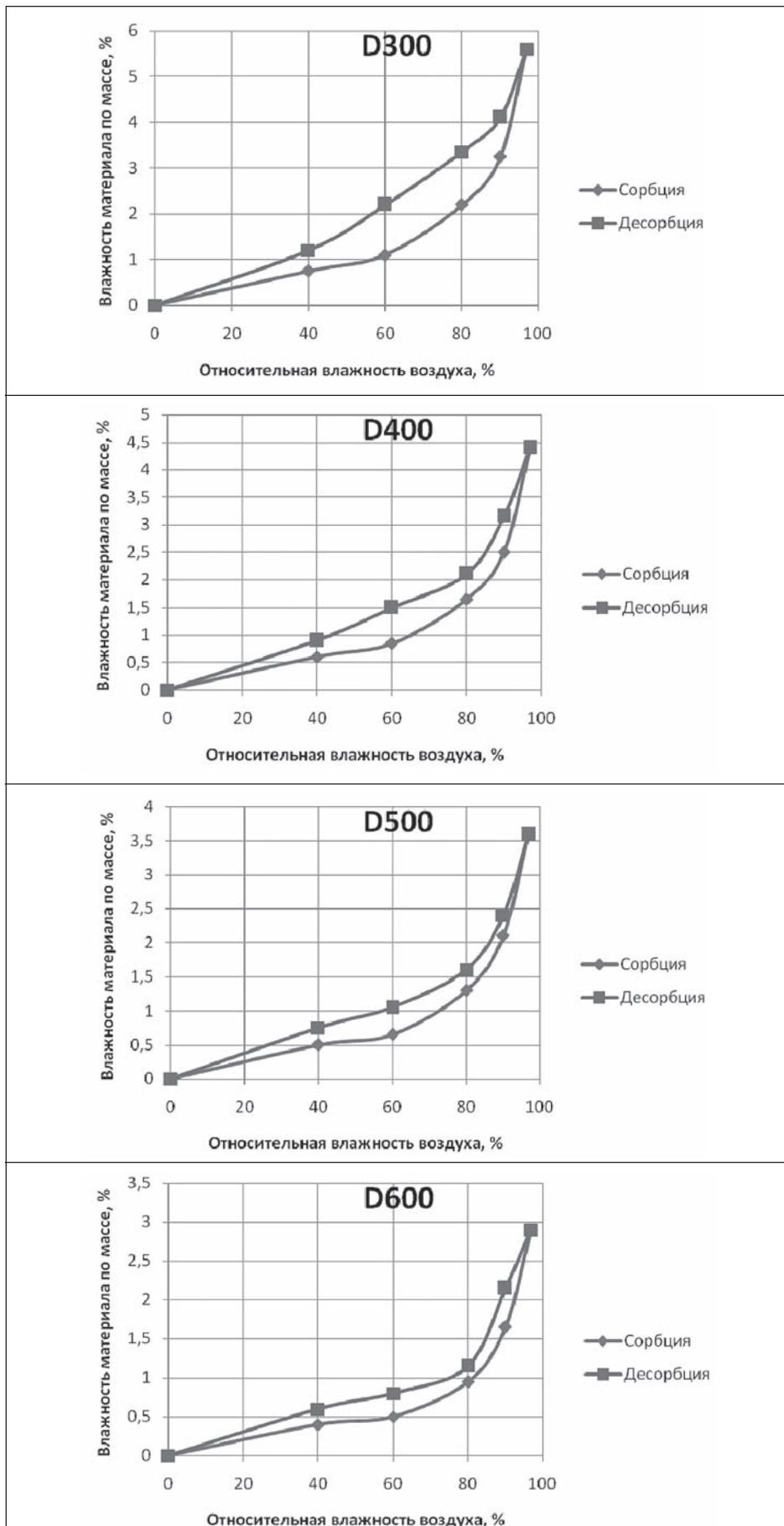


Рис. 2. Изотермы сорбции и десорбции автоклавного газобетона

Результаты исследований капиллярного всасывания автоклавным газобетоном различных марок по плотности представлены в табл. 4.

Результаты исследований капиллярного всасывания

Таблица 4

Марка газобетона	Коэффициент капиллярного всасывания, $K$ , г/(м <sup>2</sup> ·ч <sup>1/2</sup> )	Обобщенный закон капиллярного всасывания
D100	0,78	$M = 0,9 z^{0,21}$
D400	1,09	$M = 3,17 z^{0,29}$
D500	1,46	$M = 3,13 z^{0,35}$

### Исследования влагопроводности

Исследования проводились по методике разработанного нового национального стандарта РФ ГОСТ Р 56504–2015 «Материалы строительные. Методы определения коэффициентов влагопроводности». Методика позволяет точно представлять зависимость коэффициента влагопроводности от влажности за счет предложенного способа аппроксимации экспериментальных данных. На рис. 4 представлен пример полученной по разработанной методике зависимости для газобетона марки D500.

В математической модели температурно-влажностного режима ГОСТ 32494–2013 заложена возможность использования коэффициента динамической влагопроводности. Это позволяет описывать нестационарные процессы увлажнения фасадов, такие, например, как технологическая мойка.

### Заключение

Полученные в работе новые экспериментальные данные представляют как отдельный интерес для специалистов в области производства автоклавного газобетона, так и позволяют проводить дальнейшие расчеты нестационарного влажностного режима ограждающих конструкций с использованием АЯБ в различных климатических условиях строительства.

### Литература

1. Вишневецкий, А.А., Гринфельд, Г.И., Смирнова, А.С. Производство автоклавного газобетона в России // Строительные материалы. – 2015. – № 6. – С. 52–54.
2. Пастушков, П.П., Лушин, К.И., Павленко, Н.В. Отсутствие проблемы выпадения конденсата на внутренней поверхности стен со скрепленной теплоизоляцией // Жилищное строительство. – 2014. – № 6. – С. 42–44.
3. Пастушков, П.П., Гринфельд, Г.И., Павленко, Н.В., Беспалов, А.Е., Коркина, Е.В. Расчетное определение эксплуатационной влажности автоклавного газобетона в различных климатических зонах строительства // Вестник МГСУ. – 2015. – № 2. – С. 60–70.
4. Гагарин, В.Г., Пастушков, П.П. Определение расчетной влажности строительных материалов // Промышленное и гражданское строительство. – 2015. – № 8. – С. 28–33.
5. Гагарин, В.Г. Теория состояния и переноса влаги в строительных материалах и теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий. Диссертация на соискание ученой степени доктора техн. наук. – Москва, 2000. – 396 с.
6. Пастушков, П.П. Влияние влажностного режима ограждающих конструкций с наружными штукатурными слоями на энергоэффективность теплоизоляционных материалов. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Москва, 2013. – 169 с.

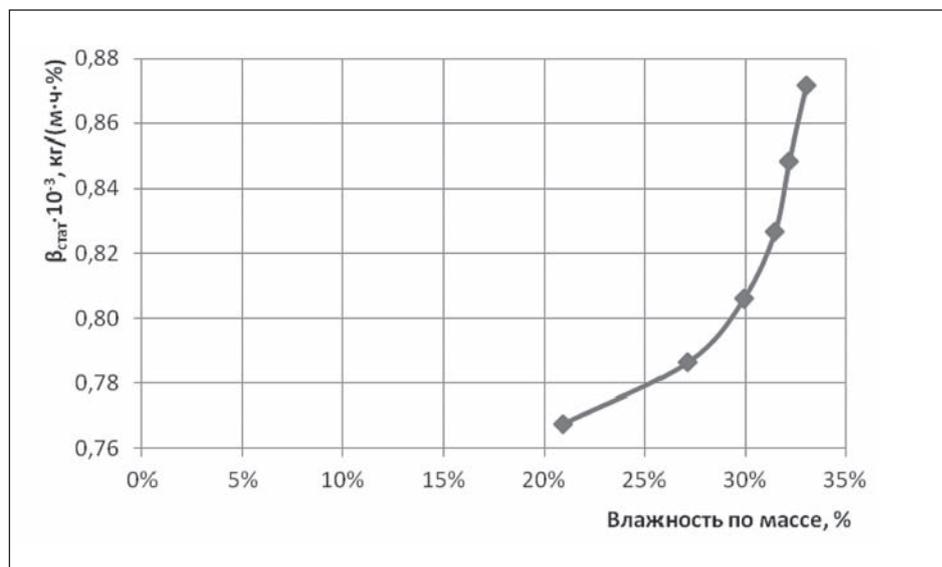


Рис. 4. Зависимость коэффициента статической влагопроводности от влажности газобетона D500

# Алюминиевые пудры и пасты Schlenk. История и достижения. Качественные характеристики алюминиевых пудр и паст для производства ячеистого бетона

Сафонова И.  
Берген А.  
SCHLENK Metallic Pigments GmbH

Акционерное общество Carl Schlenk является семейным предприятием в 4-м поколении и уже более 135 лет успешно действующим в международных масштабах. Первые алюминиевые пудры были произведены в 1892 году на заводе в местечке Барнсдорф.

Сегодня компания Schlenk является одним из мировых лидеров по производству металлических порошков, пигментов и фольги. В настоящее время имеет представительства по всему миру – от Северной Америки до Австралии, поставляя свои продукты в более чем 90 стран.

Главное предприятие расположено в средне-франконском местечке Барнсдорф, входящем в состав города Рот под Нюрнбергом. В международном коллективе Schlenk трудятся примерно 950 человек.

Обширный ассортимент алюминиевых пудр и паст для производства газобетона производится на трех предприятиях компании Carl Schlenk: Барнсдорф (Германия), Албо Шленк (Чехия), Камник Шленк (Словения).

Строгий контроль структуры поверхности, гранулометрического состава и реакционной способности этих продуктов позволяет успешно использовать их в производстве строительных материалов – ячеистого бетона, изоляционных и реставрационных штукатурок, огнеупорной керамики.

В сегменте алюминиевых паст для газобетона производятся пасты на основе воды (линейка Aquarog) и диэтиленгликоля (линейка DEG).

Aquarog – непылящие алюминиевые пастообразные смеси из алюминиевой пудры, воды и стабилизирующих добавок. Пасты на водной основе отличаются отличной растворимостью и высокой стабильностью в суспензии.

В линейке паст DEG в качестве средства для растирания в пастообразное состояние ис-

пользуется диэтиленгликоль (ДЭГ). Эти пасты также быстро растворяются в воде и имеют высокий уровень стабильности. Их рекомендуется использовать в регионах с высокой окружающей температурой и засушливым климатом, или во время длительных перевозок.

В настоящее время в компании разработано более 30 видов пудр и 50 видов паст, благодаря которым можно успешно производить газобетон с плотностями от 150 до 700 кг/м<sup>3</sup>.

Будучи лидером на мировом рынке в производстве высококачественных пигментов для ячеистого бетона, а также в области технологической специализации компании Schlenk разрабатывают индивидуальные решения в тесном сотрудничестве с потребителем.

С 2007 года наша компания успешно работает с производителями автоклавного газобетона в России. В 2015 году начато сотрудничество с заводами в Беларуси.

Пилотным проектом стал Филиал № 5 “Гродненский комбинат строительных материалов” ОАО “Красносельскстройматериалы”. Первые испытания прошли в апреле 2015 г. Использовалась паста на водной основе. В итоге достигнуты следующие результаты:

- стабильное качество массивов на плотности 500 и 400 кг/м<sup>3</sup>;
- снижено водотвердое соотношение, увеличена прочность;
- сокращено время созревания массивов в камерах, благодаря чему уменьшено время такта заливок, увеличена производительность;
- по сравнению с предыдущим поставщиком снижен расход пасты на 15%;
- получен блок с плотностью 350 кг/м<sup>3</sup> с наилучшими качественными показателями в Республике Беларусь.

В наше время, когда весь мир заинтересован в экономии энергии, очень важно иметь эффективные строительные материалы. Именно к таким и относится ячеистый бетон. Снижая плотность газобетона, можно сэкономить значительные средства на дополнительном утеплении, материалах для фундамента и дальнейшем отоплении объекта.

Для производителя выпуск ячеистого бетона низкой плотности ведет к уменьшению затрат сырья и энергии на его изготовление. Как показали исследования компании Итонг, в распределении производственных затрат расходы на сырье составляют 48%, на автоклавирование – 7%, а сам этап автоклавирования в общем процессе производства занимает 62% времени.

Выбор подходящего газообразователя с высоким уровнем качества и стабильности, несомненно, приведет к увеличению рентабельности производства. Потому что, несмотря на изначально повышенную стоимость этого газообразователя, количество брака намного снижается. У нас есть примеры, где количество брака уменьшилось с 10 до 15%.

**Теперь обратимся к следующему вопросу: исходя из каких параметров качества выбирается подходящий продукт и как обеспечивается стабильность качества наших газообразователей для ячеистого бетона?**

Качество продуктов из ячеистого бетона и количество брака в значительной мере зависят от реакционной способности используемого алюминия и от того, насколько он соответ-

ствует производственному процессу в зависимости от реакционной способности сырьевых компонентов.

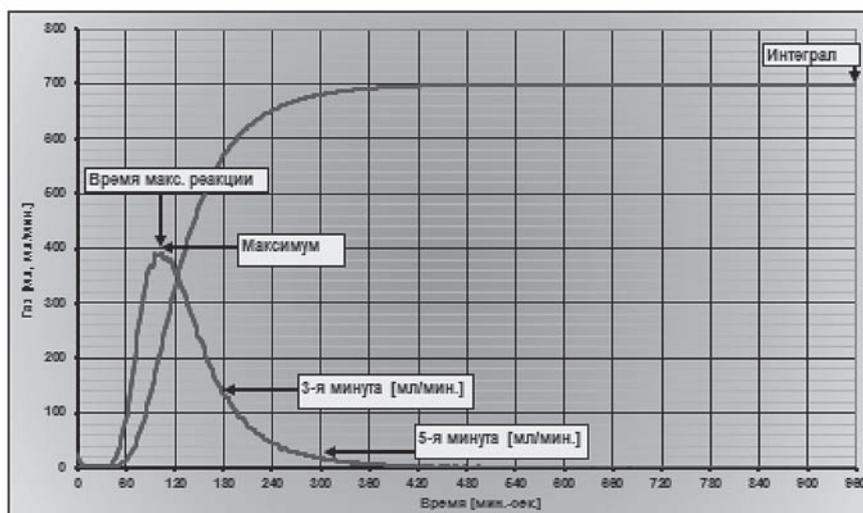
В свою очередь реакционная способность частиц алюминия зависит от их размеров и поверхностной пленки. Визуально она отображается в виде графика с соответствующей кинетикой газовыделения.

На рис. 1 показан типичный график газовыделения. Количество выделившегося водорода считается с первой секунды начала реакции. С помощью специальной компьютерной программы результаты в графическом виде выводятся на экран монитора. Первая кривая показывает время начала реакции (в данном случае оно менее 60 сек.) и время максимального газовыделения. Эти два параметра очень важны для понимания того, насколько пудра или паста подходят для производства газобетона на отдельно взятом предприятии. Как и время окончания газовыделения и общее количество выделяемого водорода. В производственном процессе эти параметры могут сдвигаться в одну или в другую сторону. Но для понятия, насколько пудра или паста подходит, этих параметров технологу достаточно.

Вторая кривая показывает общее количество выделяемого водорода в зависимости от времени.

На рис. 2 показано, как меняется вид графика газовыделения в зависимости от дисперсности пудр. Пудра 7002 – грубая. Основной размер частиц  $\approx 125 \mu\text{m}$ . Количество выделяемого водорода во время максимального газовыделения – небольшое, меньше 100 мл.

Рисунок. 1 Кинетика газовыделения (метод GFM) SCHLENK



ТЕХНИЧЕСКИЕ АЛЮМИНИЕВЫЕ ЧЕШУЙКИ

Самая тонкая пудра – 77013. Основной размер частиц  $\approx 25 \mu\text{m}$ . Между ними находятся средние пудры – 7004, 7009. На данном рисунке показаны графики без задержки реакции начала газовыделения.

В зависимости от необходимой плотности газобетона на производстве используют более грубую или тонкую пудру. Чем выше плотность, тем грубее пудра должна использоваться. Если требуется, можно изготовить пудру с любым временем начала реакции газообразования.

Все вышесказанное относительно зависимости дисперсности пудр и реакции газообразования относится и к пастам. Понятно, что все пасты изготавливаются из пудр. Но в пастах используются и другие, улучшающие их свойства, компоненты. В том числе продукты, регулирующие скорость начала реакции.

На рис. 3 видно, как меняется график газовыделения (в разных пастах линейки Aquarog) в зависимости от времени начала реакции. Самые быстрые пасты – в серии Aquarog 9008,

Рисунок 2. Типичное газовыделение у пудр разной дисперсности и поверхности

SCHLENK

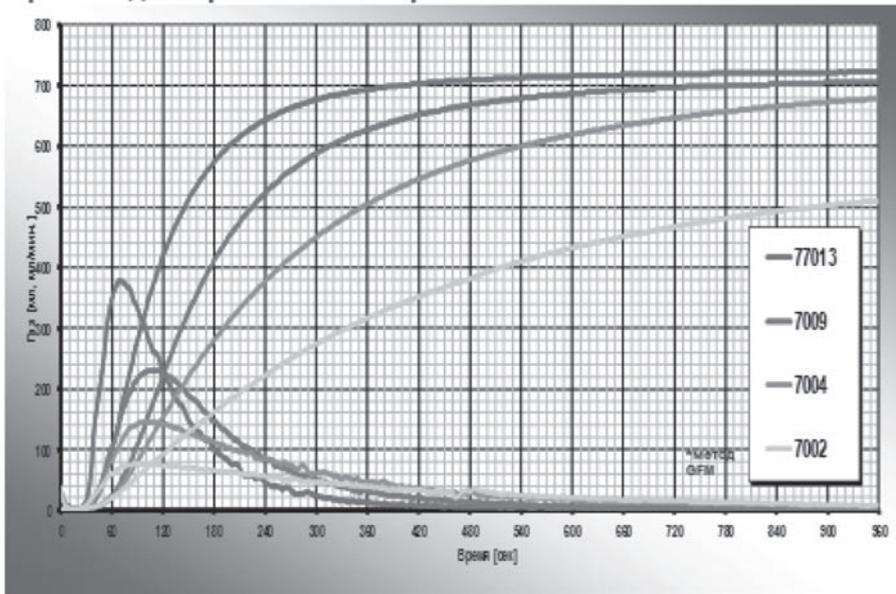
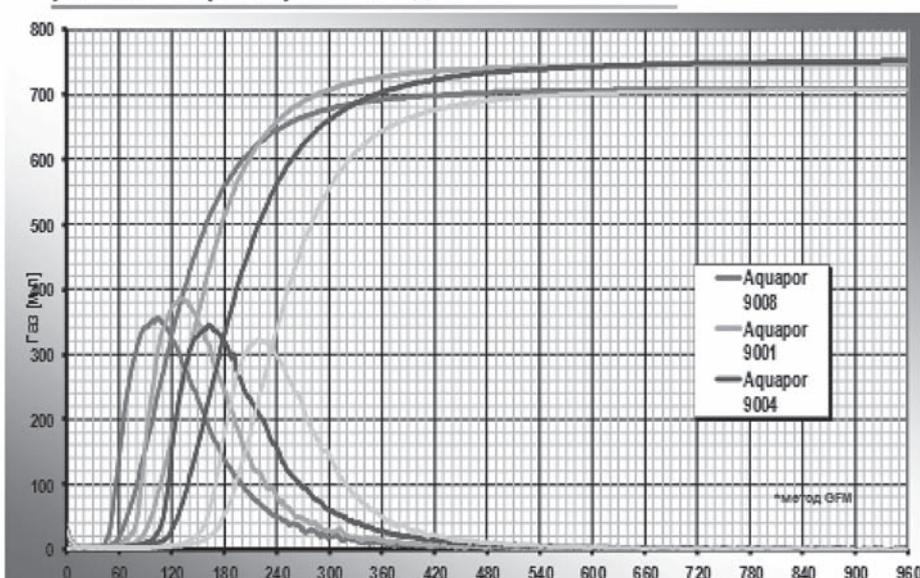


Рисунок 3. Типичное газовыделение у пасты с разными параметрами замедления

SCHLENK



самые замедленные – в серии Aquapor 9004, между ними – Aquapor 9001. Такие же характеристики есть и в пастах линейки DEG.

В зависимости от качества сырья, чаще всего скорости гашения извести, технолог предприятия может заказать пудру или пасту с самым подходящим временем начала реакции газовой выделения.

**Параметры для определения характеристик алюминиевых чешуек**

Реакционная способность алюминия зависит от разных свойств материала.

**Размер частиц.** Характеристики:

- D50 средний размер частиц ( $\mu\text{m}$ );
- остаток на сите  $45 \mu\text{m}$  (%).

**Удельная поверхность/толщина частиц.**

Характеристики:

- удельная поверхность по Блейну ( $\text{cm}^2/\text{g}$ );
- насыпной вес ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ).

**Поверхностная пленка.** Характеристики:

- смачиваемость;
- время максимального газообразования.

На рис. 4 показаны серии типичных пудр в зависимости от их гранулометрии. На графике видно, что в серии пудр 7002 – 50% частиц находятся ниже  $125 \mu\text{m}$  (грубая пудра, а в серии пудр 8010 – 50% частиц находятся ниже  $30 \mu\text{m}$  (мелкая пудра).

То же самое относится и к пастам.

На рис. 5 самая грубая паста Aquapor серии 100. Самая мелкая – Aquapor серии 11000.

Толщина частички и ее размер – важные характеристики для понимания процесса реакции газообразования.

Смачиваемость пудры – важный технологический параметр. При этом методе замеряется время, необходимое для полного смачивания алюминиевой пудры. Типичные значения по смачиваемости: 2–90 сек.

Рисунок 4. Типичный гранулометрический состав пудр

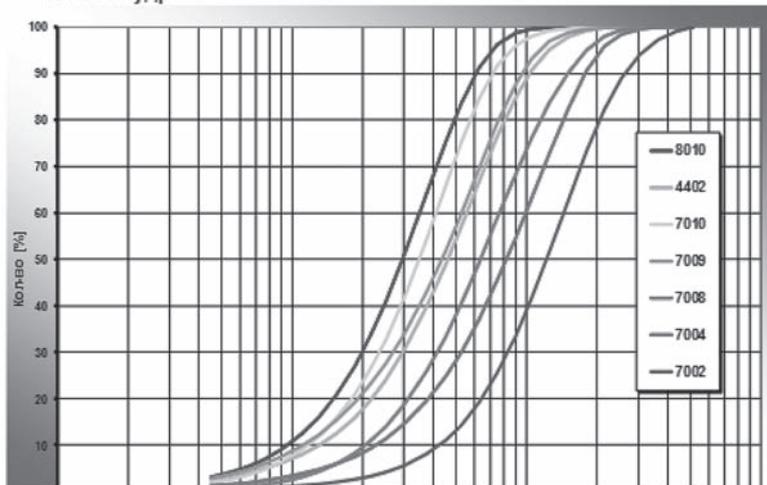
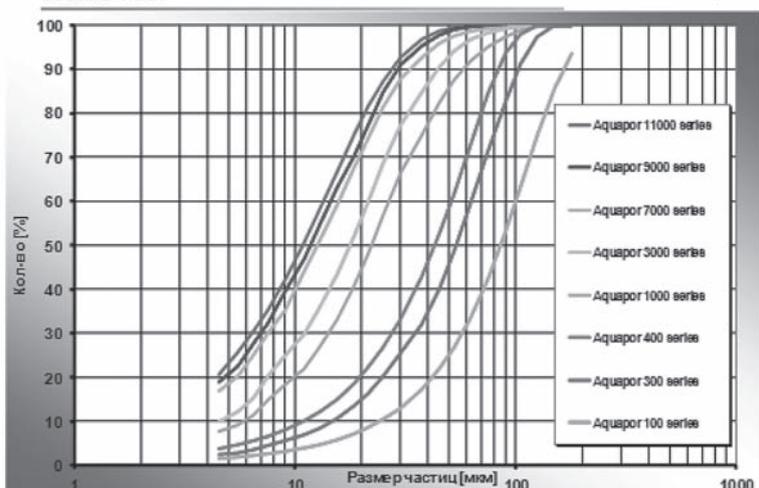


Рисунок 5. Типичный гранулометрический состав паст



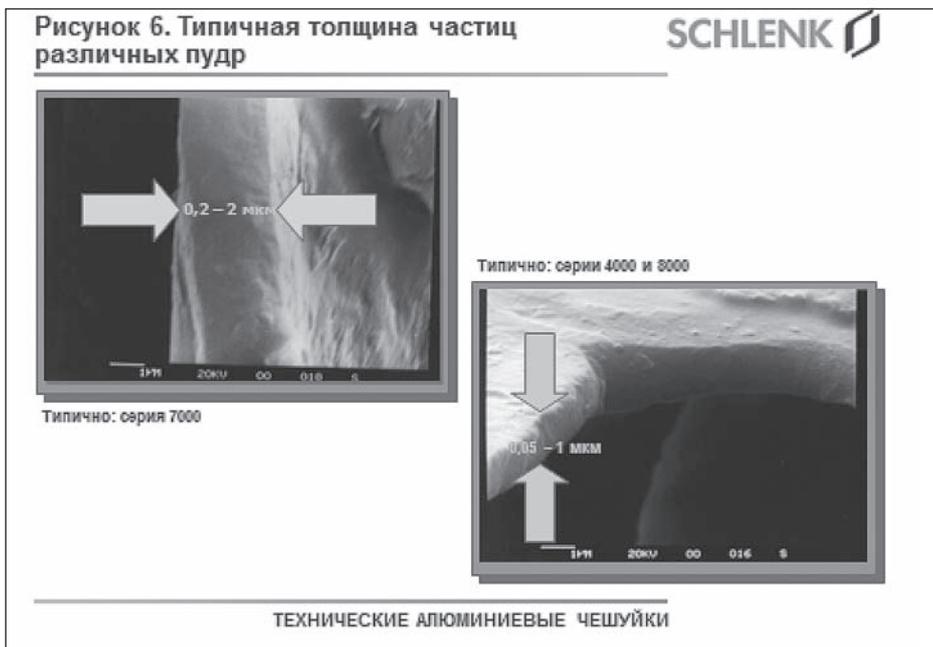


Рис. 6. Данная фотография показывает, как отличается толщина пластины алюминиевой чешуйки в разных сериях пудр

Еще один параметр – стабильность алюминиевых паст. Эта характеристика очень важна для обеспечения сохранности пасты, ее безопасности при транспортировке и хранении на складе.

Образцы всех изготовленных паст проверяются на стабильность, то есть время без выделения водорода, при 60 °С и 82 °С. Требования стандарта – не менее 6 часов. Если паста не проходит данное испытание, то отгрузка не производится. Весь продукт возвращается на доработку.

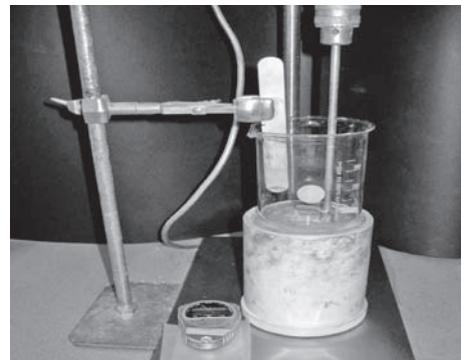


Рис. 7. Определение параметра смачиваемости



Рис. 8. Метод испытания для определения стабильности алюминиевых паст



Рис. 9

Стабильное качество алюминиевых пудр и паст обеспечивает стабильное производство ячеистого бетона с низким процентом брака.

#### Дозатор алюминиевых паст Schlenk

Используя качественные газообразователи и работая на современном технологическом оборудовании, можно до минимума свести потери и улучшить качество выпускаемой продукции. Специалисты компании Schlenk, имея многолетний опыт производства и использования алюминиевых пудр и паст, разработали самое современное дозирующее оборудование.

Представленная установка компании Schlenk для синхронного индивидуального (один массив) дозирования двух-трех сортов алюминиевой пасты с коротким тактом в 3 минуты сочетает в себе технологические преимущества алюминиевых паст с дозирочными преимуществами установок дозирования алюминиевой пудры. С одной стороны, клиенты используют высокую надежность в эксплуатации и в обработке беспыльных алюминиевых паст в производстве ячеистого бетона. А с другой, можно использовать на своем производстве высокую гибкость дозирования при одновременно короткой длительности такта, присущие до сих пор только заводам, эксплуатирующим установки дозирования алюминиевой пудры.

Многие клиенты сталкиваются с проблемами нестабильности цемента и извести. Быстро поменять эти компоненты невозможно, поэтому очень часто можно сгладить проблемы

некачественных вяжущих с помощью изменения соотношения используемых паст. Немаловажный факт – уменьшение расхода пасты (2–3%), по сравнению с работой на суспензионном баке.

Эта установка представляет собой идеальный вид технологии дозирования алюминия в производстве ячеистого бетона. Будучи компактной, установка очень легко вписывается в существующее производство ячеистого бетона и поэтому очень хорошо подходит для модернизации уже имеющихся технологических линий. Кроме того, вместе с установкой компания готова предоставить сервисные услуги.

# Специализированные газообразователи марок “Газобето”

Прохоров С.Б., директор ГК НСК  
Российская Федерация, Екатеринбург

Динамичное развитие производства газобетона привело к формированию и развитию рынка газообразователей и, как следствие, к выделению на этом рынке сегмента специализированных продуктов, полностью ориентированных на выпуск ячеистых бетонов автоклавного твердения.

Несмотря на то, что история производства газобетона в России и Беларуси давно перешагнула полувековой рубеж, специализированные газообразователи (продукты, строго ориентированные на выпуск АГБ) стали использоваться в производстве только с появлением первых заводов, оснащенных современным (как правило, немецким) оборудованием. До этого в распоряжении технологов предприятий в качестве газообразующей добавки были алюминиевые пудры ПАП-1 и ПАП-2, что существенно ограничивало поиск оптимальных составов ячеистобетонной смеси, режимов заливки и формования. В 2003–2005 годах в составе сырьевых компонентов вместо традиционных алюминиевых пудр ПАП стали появляться алюминиевые пасты для газобетона. Это дало производителям возможность, хорошо зная особенности основных сырьевых компонентов (цемента, извести, песка или золы), оптимизировать про-

цесс газообразования и влиять на качественные показатели массива-сырца путем поиска соответствующего газообразователя.

К наиболее известным специализированным газообразователям российского производства относятся марки “Газобето”, разработанные и выпускаемые предприятием НСК-ТЕК. Данные продукты представляют собой тонкоизмельченный алюминиевый порошок серебристо-серого цвета. Частицы алюминия после обработки специальными органическими добавками образуют конгломераты, которые имеют незначительную прочность и легко разрушаются при взаимодействии с водой. В то же время этой прочности достаточно, чтобы скрепить в гранулы мельчайшие частицы и значительно снизить пыление при работе с газообразователем. Следует отметить высокую активность “Газобето”, что в свою очередь значительно (на 25–30% по сравнению с зарубежными аналогами) сокращает расход газообразователя. В сертификат качества “Газобето” включены необходимые для заводских технологов характеристики: кинетика газовой выделения, гранулометрический состав, содержание активного алюминия, смачиваемость (табл. 1). Периодически проводится контроль

Таблица 1

## Характеристика газообразователей “Газобето”

Марка	Кинетика газовой выделения, см <sup>3</sup> , не менее (справочно)			Степень измельчения (остаток на сите, %, не более)			Смачиваемость	Степень пыления <sup>*</sup> , %	Активность Al, %, не менее
	2 мин	8 мин	16 мин	008	0056	0045			
Газобетолайт®	17	61	70	1,0	–	8,0	смачивается	0,8	89
Газобетолюкс®	22	65	69	–	0,3	0,5	смачивается	1,3	85
ГазобетоПЛАСТ®				1,0	–	4,0	смачивается	1,0	89
ГазобетоПЛЮС®				–	0,3	0,5	смачивается	1,3	85
Газобето+500®	19	62	70	1,0	–	8,0	смачивается	1,6	91
Газобето+400®	27	62	66	–	0,3	0,5	смачивается	2,1	90
ПАП I	–	–	–	1,0	–	15,0	не смачивается	3,5	–
ПАП II	–	–	–	–	0,3	0,5	не смачивается	5,9	–

\* Оценка степени пыления производилась по специально разработанной методике, изложенной в работе “Сравнительная оценка новых газообразователей для производства автоклавного газобетона (Семериков И.С., Вишневецкий А.А., Запольская А.А.), опубликованной в № 1 (2010 г., с. 47–49) журнала “Строительные материалы”.

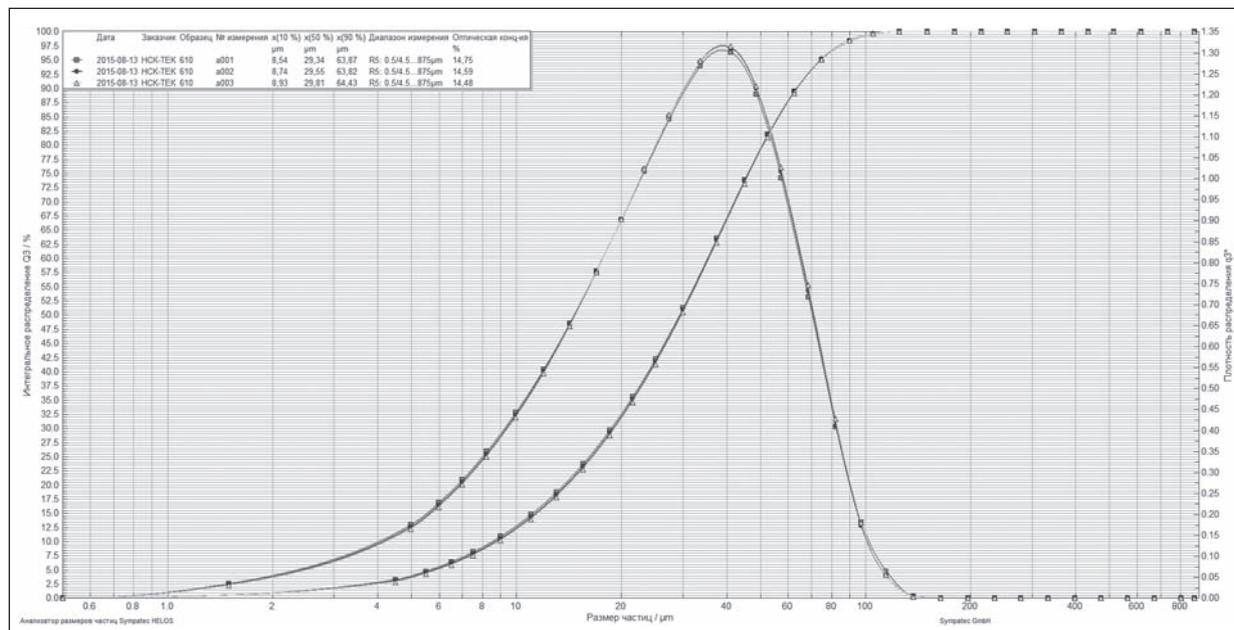


Рис. 1. Контроль гранулометрического состава

гранулометрического состава с использованием гистограмм распределения частиц (рис. 1). На основании этих показателей формируются статистические таблицы, которые используются не только для оценки стабильности свойств продуктов, но и для совершенствования технологии производства и, как следствие, обеспечивают высокое качество. Срок хранения готовой продукции составляет 1 год, но следует обратить внимание, что исследование свойств «Газобето» по истечении гарантийного срока (18 месяцев хранения) показало: при соблюдении требований к хранению продукта происходит лишь незначительное снижение активности (не более 3%).

По совокупности технических характеристик продукты «Газобето» являются наиболее адаптивными к особенностям различных (не всегда высококачественных) сырьевых компонентов, и это подтверждено конкретными практическими результатами. Уникальность линейки заключается в их специализации. Они дифференцированы по маркам, в зависимости от требуемой плотности готовой продукции (350–700 кг/м<sup>3</sup>), и изготовлены для производителей газобетона с учетом основных требований к газообразователям.

Например, как только на рынке наметился рост выпуска плотности D400, НСК-ТЕК оперативно отреагировало, выпустив торговые марки «Газобетолюкс» и «Газобето+400». В 2012–2013 годах по инициативе ПСО «ТЕПЛИТ» (Свердловская область) мы провели НИОКР по выпуску газообразователя для плотности D300. В результате этой работы было получе-

но положительное заключение завода на газообразователь для плотности D350 и ведется дальнейшая работа в этом направлении. В период с 2014 по 2015 год линейку «Газобето» дополнили новые продукты «Газобетопласт» и «ГазобетоПЛЮС», которые не только успешно прошли производственные испытания, но и уже нашли широкое применение среди крупных производителей газобетона. Эти газообразователи оптимизированы с учетом стремления заводов сократить издержки обращения и снизить себестоимость без ущерба для качества выпускаемой продукции. «Газобетопласт» в силу своих особенностей и гранулометрического состава предназначен для выпуска газобетона плотностью 500 кг/м<sup>3</sup>, «ГазобетоПЛЮС» для производства плотностей 400–500 кг/м<sup>3</sup>. Выпуск данных марок газообразователей осуществлен благодаря внедрению новых технологических решений, придающих продуктам характеристики, стабилизирующие процесс выделения водорода (рис. 2, 3).

Учитывая текущую ситуацию на рынке строительных материалов, производители газобетона вынуждены экономить на сырье и зачастую выбирают компоненты, использование которых ведет к изменению стандартных рецептов. Регулярная работа над повышением качества газообразователей и расширением марочника продукции, а также тесная связь с технологическими службами заводов-потребителей позволяет оперативно реагировать на возникновение новых требований к тем или иным параметрам, тем самым при-

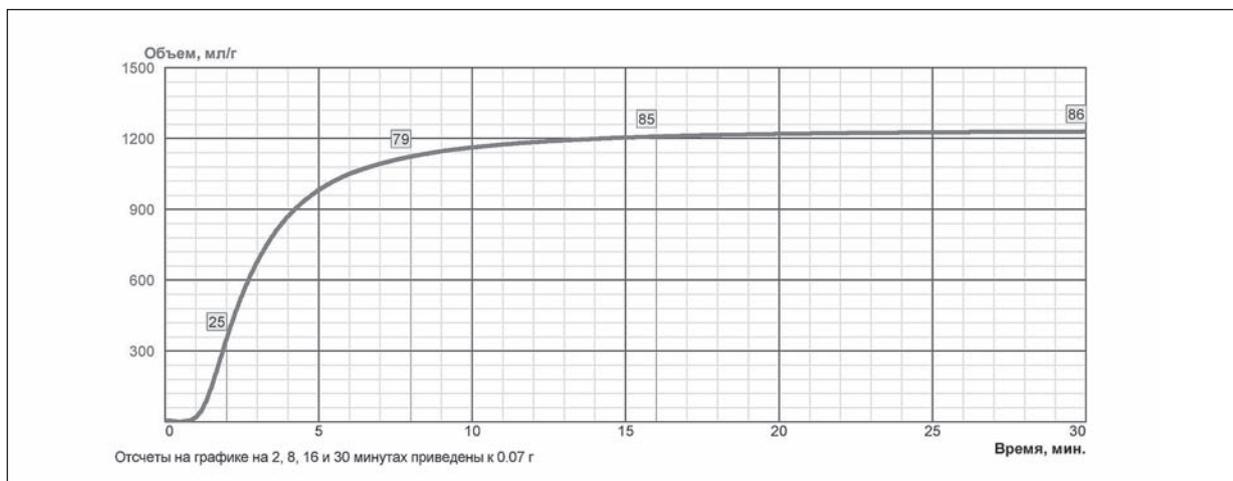


Рис. 2. Кинетика выделения водорода газообразователя “Газобетопласт”

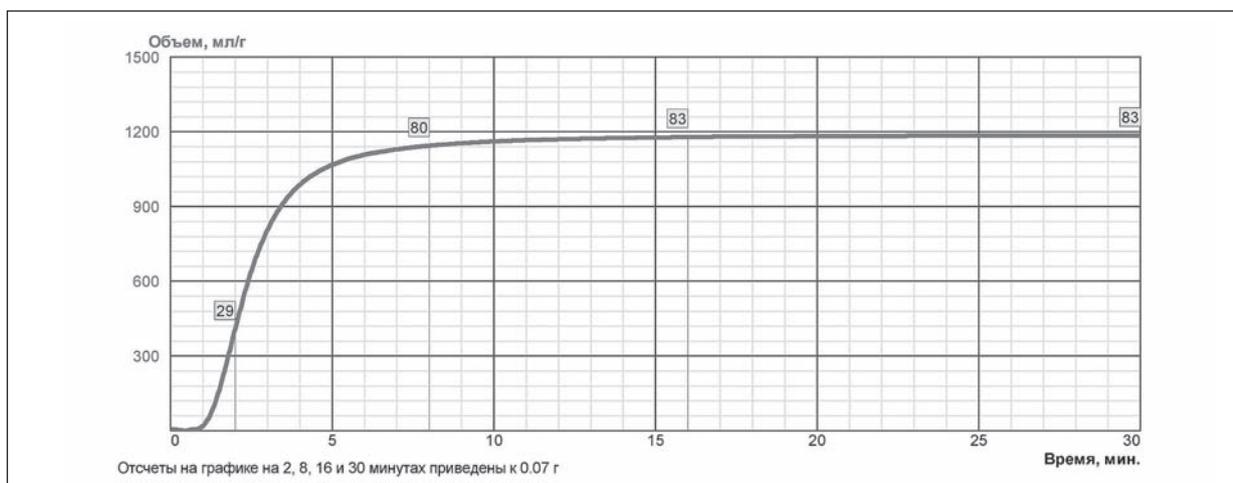


Рис. 3. Кинетика выделения водорода газообразователя “ГазобетоПЛЮС”

давая гибкость и повышая адаптивность продуктов “Газобето” к имеющейся сырьевой базе. Так, в конце 2015 года начата работа над пластифицирующей добавкой, входящей в состав пасты “Газобетолит”, с целью оказания влияния на реологические свойства ячеисто-бетонной смеси, чтобы исключить появление внутренних дефектов в газобетоне повышенной плотности (600–700 кг/м<sup>3</sup>). Положительные результаты промежуточных испытаний дают высокие шансы на успешное завершение проводимой работы. В дополнение следует отметить, что и производители неавтоклавного газобетона активно используют наши марки, и сегодня их доля в общем объеме отгрузок превышает 10%.

Таким образом, предлагаемая нами линейка продуктов позволяет максимально точно соответствовать потребностям практически любого производителя АГБ. Клиентоориенти-

рованность и нацеленность на решение сложных технологических задач позволяет группе компаний НСК сохранять свои позиции в текущей экономической ситуации. Газообразователи “Газобето” по праву заняли достойное место среди известных европейских марок, таких как Eckart, Schlenk, Benda-Lutz.

Это стало возможным благодаря тому, что Группа Компаний НСК разработала, профинансировала и успешно реализовала отраслевую программу “Российские алюминиевые газообразователи 2005–2015”. Результатом десятилетней работы стало повсеместное использование наших продуктов на газобетонных заводах России и Казахстана. На финальном этапе программы в 2013 году 35% всего газобетона в РФ и 70% в Республике Казахстан выпускалось с их использованием. Сегодня одной из главных задач ГК НСК является активное продвижение “Газобето” в Республике Беларусь.

# Пасты и пудры производства Бенда-Лютц: стандартные и с модифицированным газовыделением

Павел Вольский  
Бенда-Лютц Скавина Сп. с о.о.

Компания Бенда-Лютц существует на рынке свыше 100 лет, она была основана в Австрии в 1910 г. Георгом Бендой и Фердинандом Лютцем. В 1991 г. появилась фирма Бенда-Лютц Скавина в Польше, а в 2008 г. – Бенда-Лютц Волжский в России. Оба эти предприятия выпускают алюминиевые пудры и пасты, предназначенные для производства автоклавного газобетона. Кроме того, в состав компании Бенда-Лютц входят предприятия в Австрии, США и Китае. Их деятельность, однако, сосредоточена на производстве металлических пигментов для красок и лаков. Вся группа Бенда-Лютц является частью международного концерна Сан Кемикал (Sun Chemical), занимающегося производством разного вида пигментов.

## Технология производства

В Бенда-Лютц Скавина основным сырьем для производства является первичный алюминий чистотой минимум 99,7% в виде чушек или Т-образных слитков.

Алюминий расплавляют в газовой печи, а затем распыляют в струе сжатого воздуха. Частицы расплавленного алюминия охлаждаются в специальной камере, после чего их просеивают на нужные фракции.

Таким образом, получают порошкообразный алюминий, который является сырьем для производства пудры в виде хлопьев. Распыленный алюминий размалывают в шаровой мельнице до достижения требуемых параметров, сепарируют и подвергают стабилизации и гомогенизации в оксидизаторе.

Специальное оборудование на размольных установках компании Бенда-Лютц Скавина позволяет в автоматическом режиме с высокой степенью точности осуществлять контроль за размером алюминиевых частиц, поступающих на выгрузку из мельницы. Мы можем производить алюминиевую пудру с требуемым размером частиц и узким распределением в заданном диапазоне. Полученные в нашем процессе алюминиевые порошки характеризуются большей активностью по сравнению с пудрой с такой же величиной зерна, производимой по другой технологии.

В таком виде она может продаваться или служить в качестве сырья для производства алюминиевой пасты.

Алюминиевые пасты технологически являются более прогрессивным газообразователем. Они гидрофильны, не пылят в процессе переработки, и, по сравнению с алюминиевыми пудрами, значительно безопаснее при транспортировке и использовании.

Во время производства пасты алюминиевую пудру в миксере смешивают с диэтиленгликолем (ДЭГ) и с другими специальными добавками до получения однородной партии с заданными свойствами.

Готовая паста упаковывается в мешки из антистатического полиэтилена и затаривается в стальные барабаны, картонные или пластмассовые контейнеры.

## Инвестиции в исследования и развитие (R&D) в Бенда-Лютц

Отвечая на потребности рынка на порошки и пасты с модифицированными свойствами, мы инвестируем в оборудование, которое позволяет проводить исследования и анализы. В 2014 году запустили лабораторный смеситель пасты для проведения полупромышленных испытаний. Следующим шагом стало создание в конце 2015 года лаборатории ячеистого бетона, в котором исследуем динамику роста тестовой смеси газобетона. В этой лаборатории можем проследить изменения в процессе роста смеси ячеистого бетона в зависимости от физико-химических свойств используемых паст и порошков, а также свойств сырьевых добавок, таких как цемент и известь.

В результате недавних работ R&D мы ввели порошки и пасты, входящие в реакцию с опозданием, а также имеющие измененный угол наклона кривой газовыделения. Кроме того, исследовали влияние добавок, используемых в нашем производстве, на свойства ячеистого бетона на этапе роста массы.

Изделия, полученные в результате исследований, были протестированы в промышленных условиях с положительным результатом и запущены в производство.

# Алюминиевые газообразователи РУСАЛ. Приоритет – качество

Змановский С.В., Игumenъщев А.С., Кафтаева М.В.  
Филиал «Центр Инноваций» ООО «СУАЛ-ПМ», г. Шелехов, РФ

На рынке строительных материалов все большую популярность приобретают изделия из газобетона. Это связано с возрастающей потребностью строительной отрасли на этот материал, которая постоянно увеличивается благодаря его потребительским свойствам, таким, как низкая теплопроводность, хорошая звукоизолирующая способность, достаточно высокая прочность, экологичность, морозостойкость, долговечность, огнестойкость и др.

Известно, что наиболее эффективным газообразователем (ГО) для изготовления автоклавного газобетона является алюминий, используемый в производстве в виде пудр или паст. Однако влияние алюминиевого компонента на свойства газобетонов изучено не в полном объеме.

Основной проблемой производства газообразователей для ячеистых бетонов автоклавного твердения, производимых в России, являлась их неоднородность в партиях, использование ПАП в качестве ГО.

При существующей технологии качественные продукты с повышенными современными требованиями производить не представляется возможным. И поэтому в 2014 году компанией РУСАЛ был взят курс на модернизацию предприятий порошковой металлургии, так как улучшить качество газообразователей невозможно без применения современных технологий. Развитие взаимодействия с потребителями является для компании РУСАЛ ключевым фактором взаимоотношений. Это особенно важно в данный момент, когда в стране имеет место общий экономический спад.

В связи с тем, что рынок газобетона постоянно предъявляет новые требования к качеству газообразователей, компания РУСАЛ выбрала для себя развитие качественных характеристик алюминиевых ГО одним из приоритетных направлений. Первоочередной задачей определено следующее: новые выпускаемые газообразователи должны избавиться от недостатков, характерных для продукции старой линейки, произведенной по старой технологии. Новые ГО не должны уступать по качеству за-

рубежным аналогам и в то же время быть более доступными по цене.

С целью снижения опасных рисков при транспортировке и непосредственно при производстве все большее распространение на территории СНГ в качестве газообразователей стали получать алюминиевые пасты, вытесняя с рынка алюминиевые пудры. Они отличаются от пудр комплексными органическими добавками, снижающими пыление, делая работу с ними более безопасной. Добавки обеспечивают смачиваемость алюминия водой, благодаря чему не требуется дополнительного ввода поверхностно-активных веществ в процессе приготовления алюминиевой суспензии, и регулируют начало газообразования. Безопасность алюминиевых паст позволяет упаковывать их в полиэтиленовые мешки с одинаковым весом и снизить затраты на транспортировку. Компания РУСАЛ инвестировала в развитие технологий ГО уже более 9 миллионов долларов США.

Важнейшей технологической особенностью получения высококачественных газобетонных изделий максимальной пористости и прочности является обеспечение соответствия между скоростью реакции газовыделения (ГВ) алюминия и скоростью нарастания структурной прочности (вязкости) газосиликатной растворной смеси. При этом выделение газа должно как можно полнее заканчиваться к началу схватывания системы вяжущее – вода.

Протекание процесса газообразования определяется большим количеством различных факторов. Непосредственное влияние на распределение размеров пор по крупности в массиве ячеистого бетона оказывают свойства, связанные с тонкостью измельчения алюминиевых пудр и паст.

На основании результатов замера лазерной гранулометрии можно получить параметры тонкости измельчения частиц алюминия  $D_{10}$ ,  $D_{50}$  и  $D_{90}$  в мкм. У специалистов ОК РУСАЛ есть понимание, что наиболее качественные ГО должны быть с толщиной чешуек менее 200 нм и при определенном поверхностном размере обладать хорошей смачиваемостью и стабильностью на первых минутах.

В 2014 году была запущена в промышленную эксплуатацию современная размольно-классифицирующая установка Hosokawa Alpine 200/400 SO-400ATP, которая позволила выпускать пудры монодисперсного состава – так называемые “узкие” пудры: от 10 до 60 мкм со стабильно высоким качеством и толщиной чешуйки < 200 нм (рис. 1–2). Узкий диапазон гранулометрического состава и качественный

размол – это основные характеристики, существенно влияющие на кинетику газовыделения.

Определяющим показателем для многих производителей ячеистого бетона является также полное окончание реакции газовыделения при наборе плотности массива. Свойства новых газообразователей ОК РУСАЛ отвечают этому требованию.

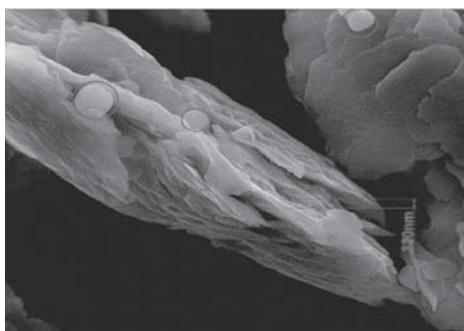
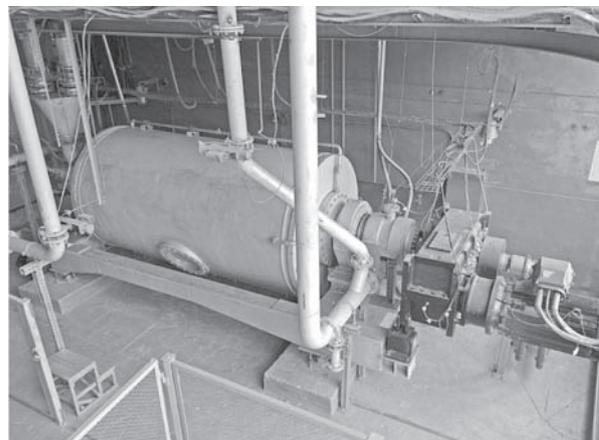
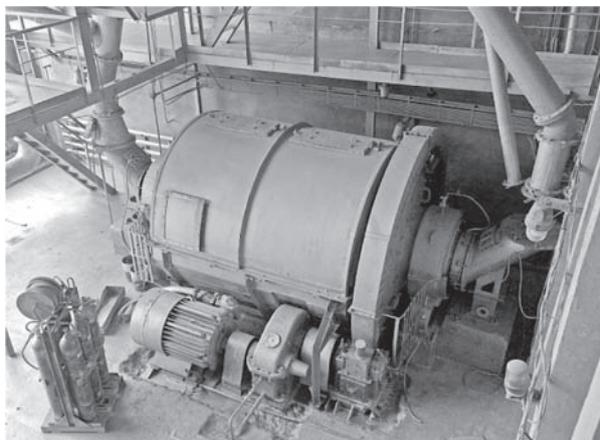


Рис. 1. Чешуйки продукта, произведенного на старой размольной установке (сканирующая электронная микроскопия, толщина чешуйки > 200 нм).

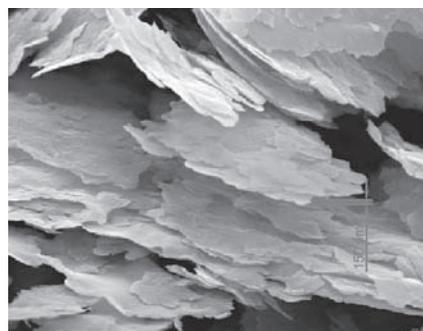


Рис. 2. Чешуйки продукта, произведенного на новой размольной установке (сканирующая электронная микроскопия, толщина чешуйки < 200 нм).

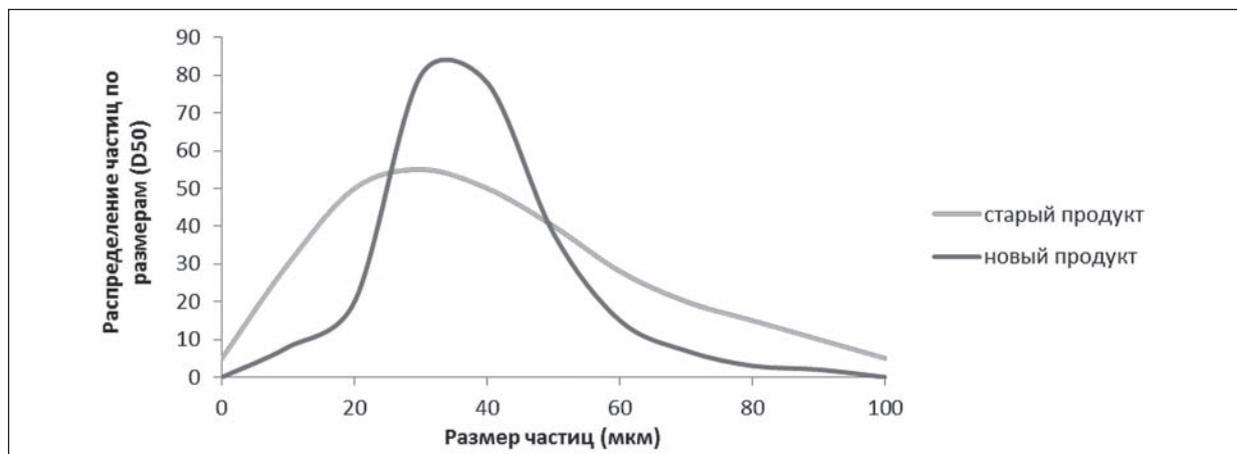


Рис. 3. Кривые распределения гранулометрического состава “старой” гидрофильной пудры ГАП и ее аналога, произведенного на новом оборудовании

На рис. 3 представлены кривые распределения гранулометрического состава “старой” гидрофильной пудры ГАП и ее аналога, произведенного на новом оборудовании. Равномерность размеров частиц необходима для получения равномерного подъема массива и образования одинаковых по размеру пор в бетоне (рис. 4).

Как показала практика, одного только качественного размола сырьевых компонентов недостаточно для того, чтобы сбалансировать одновременно протекающие процессы газовыделения, вспучивания и схватывания массива. Одной из проблем для производителей газобетона является слишком ранняя реакция газообразования на начальном этапе заливки бетонной смеси. Этот недостаток был характерен для пудр и паст, выпускаемых ОК РУСАЛ до 2015 года. Часто реакция интенсивного газообразования начиналась сразу после ввода

алюминиевой суспензии в растворную смесь. Это можно было определить по усилению вибрации смесителя и увеличению расхода ГО. При таких условиях часть газа, предназначенного для формирования газобетонной структуры, терялась в смесителе и на первых минутах после заливки газобетона в формы.

Для устранения этой проблемы специалисты ОК РУСАЛ разработали рецепты для алюминиевой пасты, обеспечивающие стабилизацию и задержку начала реакции газообразования. Таким образом, получена возможность стабилизировать процесс газовыделения на первых минутах. Теперь пасты, выпускаемые ОК РУСАЛ работают не хуже, чем их импортные аналоги. Особенность данных добавок заключается в том, что кривая газовыделения смещается только на начальной стадии реакции газообразования, а конечная стадия реакции остается той же (рис. 5).

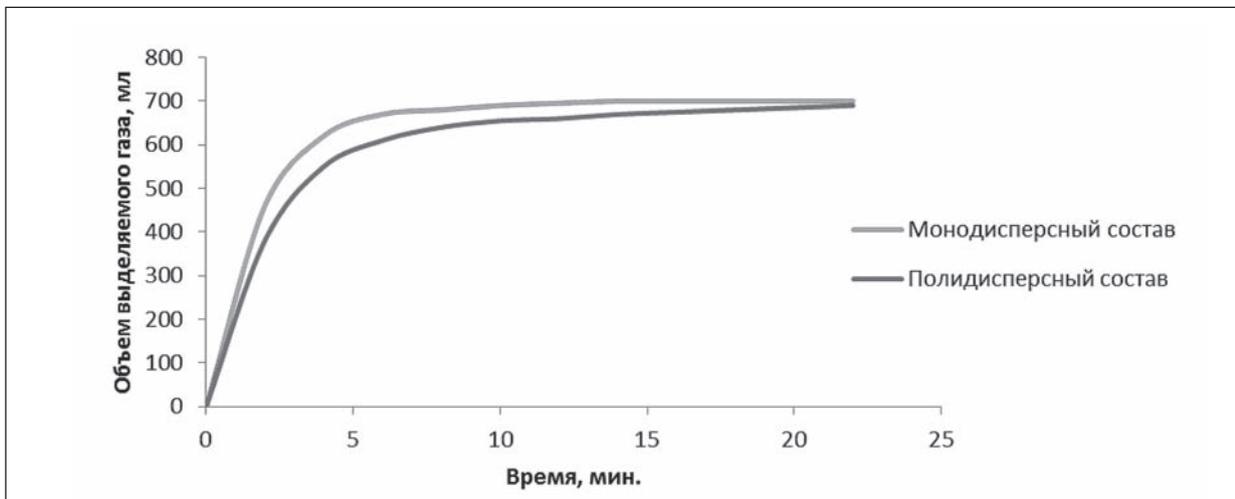


Рис. 4. Кинетика газовыделения пудр монодисперсного и полидисперсного состава

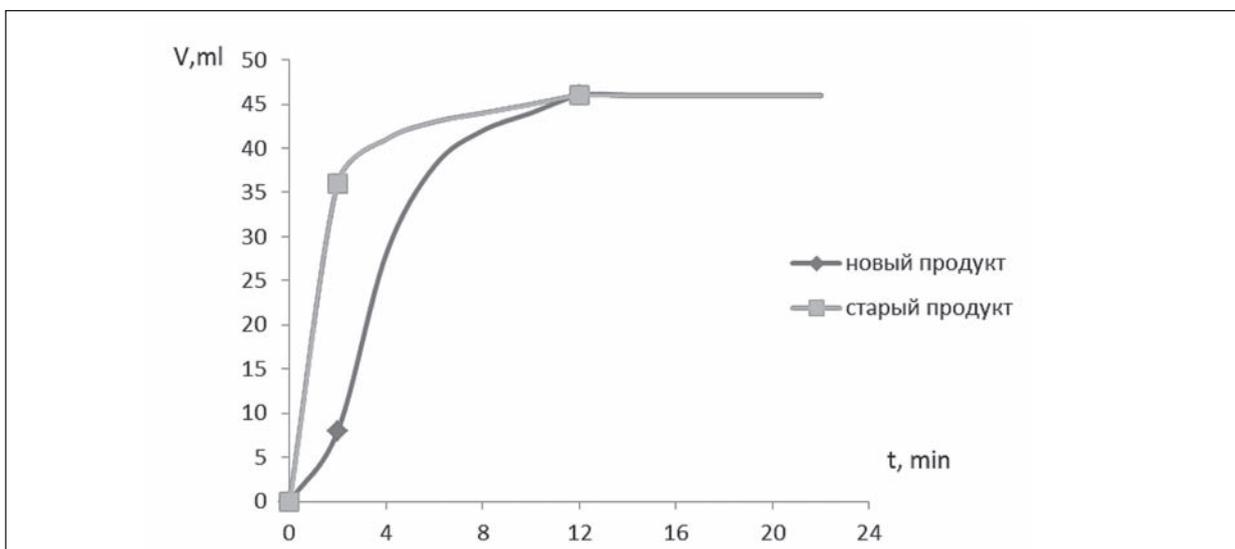


Рис. 5. Кинетика газовыделения обычных паст (“старый” продукт) и со стабилизированной кинетикой ГВ (новый продукт)

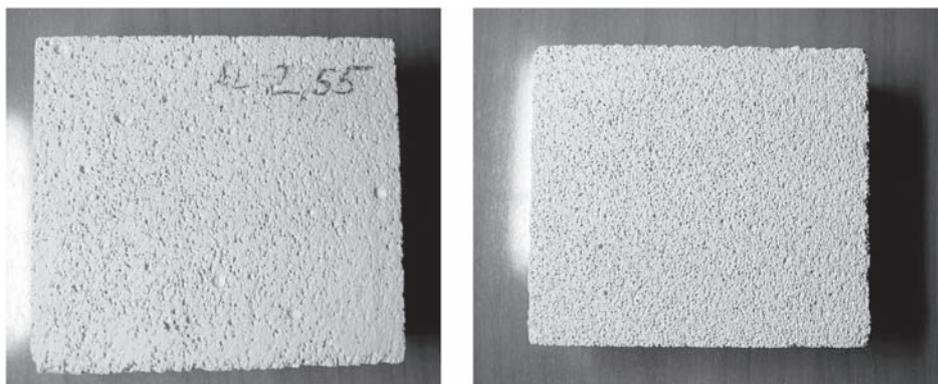


Рис. 6. Структура газобетонного блока, изготовленного на старой пасте РУСАЛ с признаками агломерации частиц алюминия (слева) и на новой продукции РУСАЛ (справа)

Многим производителям газобетона наверняка знакома проблема неоднородной ячеистой структуры блока, наличия крупных пор и линз. Причин этого может быть много. Одна из них – неоднородность частиц алюминия по гранулометрическому составу и, в большей степени, слипание частиц алюминия при длительном хранении. Это сказывается на процессе вспучивания и интенсивного газообразования залитого массива, а также на прочностных характеристиках конечной продукции. Слипание, или так называемая “агломерация” частиц, иногда присутствовала в пастах РУСАЛ, выпускаемых ранее. Этому способствовали в том числе и ранее используемые химические добавки (рис.6, слева). С внедрением но-

вых рецептов агломерации частиц паст не происходит (рис. 7, справа). Кроме того, новые добавки не подвержены испарению и, как следствие, пасты и гидрофильные пудры не теряют своих свойств при хранении.

Другая проблема – неоднородность алюминиевых паст одного наименования по физико-химическим параметрам, что было связано с отсутствием для усреднения и добавки химических компонентов. В 2015 году компания РУСАЛ запустила в эксплуатацию 3 специализированных конусных смесителя для производства алюминиевых паст стабильного качества и однородных по физико-химическим свойствам как внутри партии, так и от партии к партии (рис. 7).

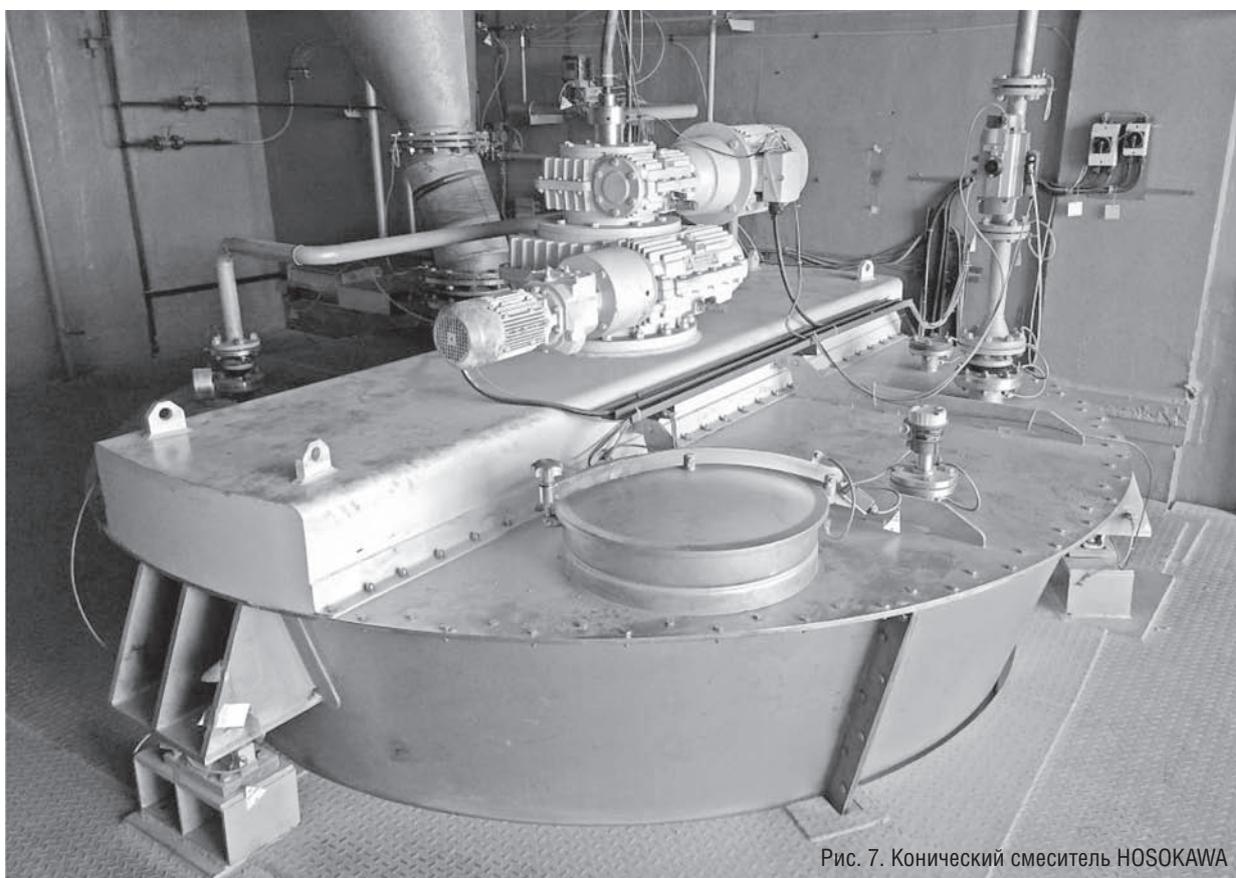


Рис. 7. Конический смеситель HOSOKAWA

Параллельно внедрена система вакуумирования алюминиевых паст, позволяющая увеличить загрузку тары при транспортировке и, как следствие, снизить конечную стоимость продукта (рис. 8).

Для расширения своего сегмента на рынке газообразователей ОК РУСАЛ продолжает модернизировать производство и совершенствовать качество ГО, переходить на выпуск монодисперсных пудр и паст, подбирать оптимальную рецептуру химических модификаторов для паст.



Рис. 8. Продукция одного веса, упакованная в вакуумную упаковку (слева) и в обычную (справа)

В 2016 году запланирован ввод в действие современной установки размола алюминия для производства востребованных ГО в г. Волгограде и формирование склада готовой продукции в европейской части России с целью минимизации времени доставки продукции до конечного потребителя. Вводится система конкурентных условий поставки и оплаты продукции ОК РУСАЛ. Параллельно разрабатывается комплекс мер по формированию привлекательного имиджа компании у постоянных и потенциальных покупателей ГО.

Данные усовершенствования позволили производить современные, востребованные на рынке ГО и расширить их номенклатуру. В линейке выпускаемых продуктов появились новые марки алюминиевых пудр и паст – RC, RA, RB, которые отвечают всем требованиям, предъявляемым к ГО.

#### Литература

1. Шпикер, Г. Свойства алюминиевых пигментов и их влияние на производство ячеистых бетонов // Сб. тр. научно-практической конференции "Современное производство автоклавного газобетона". – Санкт-Петербург, ноябрь 2011. – С. 10–21.

2. Fomina, E.V. Application of Natural Aluminosilicates in Autoclave Cellular Concrete / E.V. Fomina, V.V. Strokova, N.I. Kozhukhova // World Applied Sciences Journal 25 (1). – 2013. – P. 48–54.

3. Кафтаева, М.В. Теоретическое обоснование совершенствования автоклавной технологии производства энергоэффективных газосиликатов: дис. д-ра техн. наук; 05.17.11. – Белгород: БГТУ, 2013. – 299 с.

4. Matsui, K. In situ time-resolved X-ray diffraction of tobermorite formation in autoclaved aerated concrete: Influence of silica source reactivity and Al addition / Kunio Matsui, Jun Kikuma, Masamichi Tsunashima, Tetsuji Ishikawa, Shin-ya Matsuno, Akihiro Ogawa, Masugu Sato // Cement and Concrete Research, Volume 41, Issue 5, May 2011. – P. 510–519.

5. Прохоров, С.Б. Рынок специализированных газообразователей в России. Критерии качества специализированных газообразователей. // Сб. тр. научно-практической конференции "Современное производство автоклавного газобетона". – Краснодар, май 2013. – С. 148–151.

6. Змановский, С.В. Производство современных гидрофильных алюминиевых пудр и паст для газобетона / С.В. Змановский, П.Н. Никитин // Сб. тр. научно-практической конференции "Современный автоклавный газобетон". – Краснодар, май 2013. – С. 132–139.

## ОАО «Минский комбинат силикатных изделий» – базовое предприятие конференции

Образованный в 1895 году комбинат в настоящее время является крупнейшим в Республике Беларусь производителем строительных и теплоизоляционных материалов, из которых возведены Дом правительства, Национальная академия наук, Дом офицеров, Национальный академический Большой театр оперы и балета, множество современных жилых домов, торговых центров и промышленных сооружений.

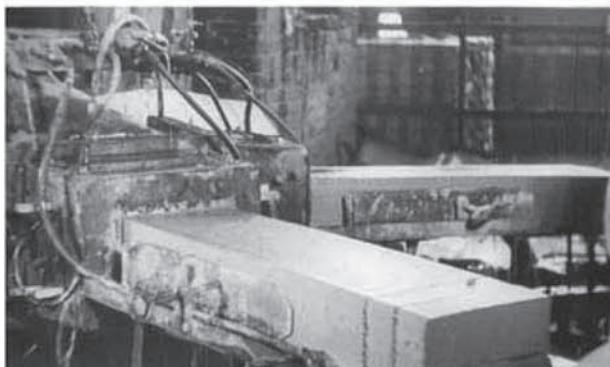
В течение 120 лет, пройдя множество этапов роста, модернизации и реконструкции, предприятие превратилось из небольшого завода по производству красного глиняного кирпича в одного из крупнейших многопрофильных производителей строительных материалов в Республике Беларусь. В настоящее время в ассортименте выпускаемой продукции около 100 различных наименований изделий, отвечающих всем требованиям современного строительства.

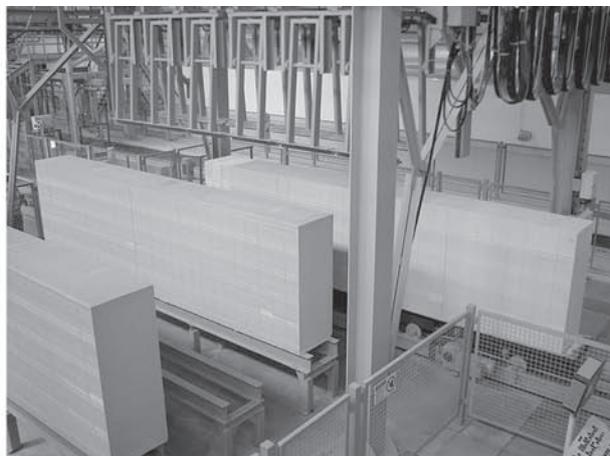
### История

История ОАО «Минский комбинат силикатных изделий» – это история успеха и постоянного движения вперед, начавшаяся в середине XIX века.

**14 августа 1895 года** строительное отделение Минского губернского правления дало разрешение купцу Г.А. Каплану на строительство в г. Минске кирпичного завода системы Гофмана, что соответствовало лучшим мировым достижениям того времени по производству красного глиняного кирпича.

В начале XX века завод являлся одним из крупнейших промышленных предприятий. После революционных событий 1917 года и по 1958 год завод Г.А. Каплана был известен как 1-й кирпичный завод города Минска, который первым в республике восстановил производство кирпича. В послевоенный период восстановления завода выпуск продукции был начат в октябре 1944 года. В 1954 году началась модернизация производства, приступили к строительству автоклавного завода по выпуску крупногабаритных силикатных блоков и силикатного кирпича. В январе 1959 года освоено производство крупных силикатных блоков из плотного бетона, введен в эксплуатацию цех гипсобетонных перегородочных панелей. В связи с изменением номенклатуры выпускаемой продукции 1-й кирпичный завод г. Минска получил новое наименование – Минский





комбинат крупноблочных строительных конструкций.

В 1964 году введен в эксплуатацию полистирольный цех по производству полистирольной облицовочной плитки, мастики и теплоизоляционных плит из пенополистирола. В 1965 году введен в эксплуатацию аглопоритный цех.

В марте 1971 года, в связи с изменением характера производства и номенклатуры изделий, Минский комбинат крупноблочных строительных конструкций переименован в Минский комбинат силикатных изделий.

В 90-х годах прошлого века с переходом к рыночным отношениям менялся и спектр выпускаемой продукции согласно потребностям строительного комплекса. В 1993 году установлен и принят в эксплуатацию бетонорастворный узел и на его базе организован участок по изготовлению бетонных и железобетонных изделий. Освоен выпуск блоков фундаментных, панелей заборных в комплекте с фундаментами.

Новыми видами строительных материалов для комбината стало освоение выпуска тротуарной плитки и бордюрного камня, впервые в Беларуси было налажено производство изделий из полистирола для упаковки холодильников и морозильников ЗАО «Атлант».

Значимым событием в жизни комбината стало в 2009 году строительство и пуск цеха по производству изделий из ячеистого бетона 1-й и 2-й категории точности. Это был успешно и своевременно реализованный инвестиционный проект. С созданием высокотехнологичного производства по изготовлению ячеистобетонных блоков нового поколения мощностью 300 тыс. м<sup>3</sup> в год был сделан мощный рывок в развитии предприятия. Главными критериями, которыми специалисты КСИ руководствовались при выборе поставщика, помимо стоимости стали прежде всего высокие качество, производительность и надежность оборудования (от массоподготовки до упа-



## ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Марка по средней плотности	350	400	500	600
Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	326–375	376–425	476–525	576–625
Теплопроводность в сухом состоянии, Вт/(м·К), не более	0,09	0,1	0,12	0,14
Теплопроводность, усл. эксплуатации А, Вт/(м·К), не более	0,10	0,12	0,15	0,18
Теплопроводность, усл. эксплуатации В, Вт/(м·К), не более	0,11	0,13	0,16	0,19
Морозостойкость циклов	25		35	
Класс бетона	В1,5; В2,0; В2,5; В3,5			
<b>Размеры блоков 1 и 2 категории точности</b> 625x100x249, 625x150x249, 625x200x249, 625x250x249, 625x300x249, 625x375x249, 625x400x249, 625x500x249				
<b>Размеры блоков 3 категории точности</b> 650x300(400)x200, 400x100x400, 600x300(400;500)x200, 600x400x300				
<b>По согласованию с клиентом возможно изготовление других размеров блоков</b>				

ковки готовой продукции) немецкой фирмы “Маза-Хенке” и технологии, проверенной в деле на многих газобетонных предприятиях белорусской строительной отрасли. Новый цех с объемом инвестиций около 40 млрд рублей собственных и заемных средств был построен за рекордные 11 месяцев.

Блоки из ячеистого бетона производства ОАО “Минский комбинат силикатных изделий” отличаются высоким качеством, производятся на высокотехнологичной немецкой автоматизированной линии “Masa-Henke”, имеют минимальные отклонения по геометрическим размерам:

**1 категория** (для кладки насухо и на клею) по высоте  $\pm 1,0$  мм, по длине и толщине  $\pm 1,5$  мм;

**2 категория** (для кладки на клей) по высоте  $\pm 1,0$  мм, по длине и толщине  $\pm 2,0$  мм;

Также выпускаются блоки **3 категории** для кладки на раствор с допусками по высоте, длине и толщине  $\pm 3,0$  мм.

Изделия такого уровня качества дают возможность вести кладку на строительном клею с толщиной шва не более 3 мм, а номенклатура типоразмеров блоков удовлетворит разнообразные требования заказчиков. С точки зрения экономики новое производство обеспечивает рациональное использование энерго- и материальных ресурсов, трудозатрат как на предприятии, так и при строительстве и эксплуатации зданий.

Блоки применяются в строительстве для кладки наружных и внутренних стен и перегородок зданий, сооружений с относительной влажностью воздуха не более 75%. Применяются в несущих стенах в зданиях высотой до 5 этажей включительно, но не более 15 м, самонесущих – в зданиях высотой до 9 этажей включительно, но не более 30 м. Используются также при возведении садовых домиков, гаражей, складов, офисов и т.д.

Сегодня Минский КСИ – технологически обновляющийся производственный комплекс, нацеленный на выпуск изделий, отвечающих современным требованиям качества, увеличение их объемов и расширение ассортимента.



### Открытое акционерное общество “Минский комбинат силикатных изделий”

Республика Беларусь,  
220014 г. Минск, ул. Минина 28  
Тел.: +375 (17) 226-26-05  
Факс: +375 (17) 222-96-97  
info@mksi.by  
www.mksi.by

#### РУКОВОДСТВО

Директор  
Сергейчик Виктор Эдуардович  
Тел. +375 17 226 26 05

Главный инженер  
Солоненко Сергей Романович  
Тел. +375 17 222 96 86

Заместитель директора по сбыту и маркетингу  
Мороз Геннадий Леонидович  
Тел. +375 17 222 97 04

Заместитель директора по производству и качеству  
Ярмак Андрей Николаевич  
Тел. +375 17 220 41 94

Сектор внешней экономической деятельности  
Тел. +375 17 222 97 04  
E-mail: prod.mksi@tut.by

## 50-летний опыт применения ячеистого бетона в наружных ограждающих конструкциях зданий в Гродненской области

Кацынель Р.Б.

Заслуженный строитель Республики Беларусь,  
главный инженер УП «Институт Гродногражданпроект»  
г. Гродно, Беларусь

Показана история внедрения и массового применения ячеистого бетона в строительстве жилых и общественных зданий в Гродненской области. Приведены примеры наиболее удачных проектных решений, представлены преимущества данного материала, из которого в настоящее время строится более 80% ограждающих конструкций зданий.

В 60-е годы прошлого столетия в Гродненской области появился новый материал – силикатобетон – плотный и ячеистый. Его производство было начато при поддержке ученых Ленинграда, Таллинна и поставщиков технологии из ГДР. С 1967 г. гродненцы уже не мыслят строительства жилья и других объектов без ячеистого бетона автоклавного твердения, высокоэффективного и экологически чистого, изготовленного из местного сырья – извести, цемента и песка.

А начиналось все с типовых жилых домов и общежитий серии 1–434с, первый из которых так называемый “дом с зубром” построен в Гродно по ул. Горького (рис. 1). Это были простейшей схемы здания с поперечными несущими стенами из наборных панелей из плотного силикатобетона средней плотностью 1900 кг/м<sup>3</sup> и толщиной 20 см. Наружные стены предусматривались из газосиликатных панелей средней плотностью 700 кг/м<sup>3</sup> двухрядной разрезки толщиной 240 мм. Наружная отделка панелей предусматривалась присыпкой белой мраморной крошкой на латексе. Из-за этого дома были довольно однообразные. Некоторое разнообразие придавали приставные лоджии-этажерки также из панелей плотного силикатобетона, крепящиеся к каркасу дома тягами из арматурной стали. Потом отделку газосиликатных панелей начали делать

в двух вариантах: кроме крошки применяли еще и мелкую керамическую плитку на клею (латексе). Дальнейший опыт показал, что и та, и другая отделка наружных поверхностей бы-



Рис. 1. Первый газосиликатный дом в г. Гродно, 1967

ла технически неправильной – паронепроницаемой. Однако в те годы это не было замечено по двум причинам.

В период СССР дома явно перетапливались, форточки практически не закрывались и шло постоянное проветривание внутреннего пространства квартир, а значит, и просушивание его стен. Во-вторых, этот недостаток компенсировался высокой гигроскопичностью материала. На основе изучения газосиликатных стен в условиях эксплуатации установлено, что благодаря высокой паропроницаемости влага в конструкции не накапливается, а газосиликат остается в любое время года, даже в осеннее ненастье, с влажностью не более 6%. Это показали опытные исследования образцов из стен гродненских домов, проведенные в тот период институтом ЦНИИЭП жилища.

И именно после этого был снижен в СНиП нормируемый коэффициент теплопроводности для газосиликата в условиях эксплуатации.

Зафиксирован был также интересный факт, что у газосиликатных стен толщиной 240 мм с абсолютно плоскими горизонтальными стыками (без гребня) за всю историю строительства домов в Гродно не было случая протекания швов, хотя известно, что если панельные дома обычно монтировали опытные монтажники-профессионалы, то газосиликатные дома, строившиеся прежде всего на периферии, где монтажом занимались простые каменщики, герметизация швов была чисто символической.

Следует также отметить, что в домах первой серии перекрытия были из железобетонных многопустотных плит, где при их предельно малом опирании требовалась большая точность по геометрии монтажа, соединению плит между собой и обеспечению создания неразрывного диска. И это при старательном подходе к монтажу не составляло трудности.

В этой первой серии с теми же конструктивными элементами были созданы три типа общежитий: 5-этажные на 245 и 395 мест и 9-этажное на 745 мест (рис. 2). Они успешно строились в разных городах и до настоящего времени обеспечивают комфорт проживания.

Кроме 5-этажных домов на 60 и 80 квартир в институте «Гродногражданпроект» на их базе были спроектированы для райцентров дома на 40 квартир (5 этажей) и 16 квартир (4 этажа). Они нашли более широкое применение, чем исходные типовые, так как строились по всей области.



Рис. 2. Общежитие из силикатобетона на 745 мест

В сельских населенных пунктах массово применялся типовой одноквартирный дом.

Однако нельзя не вспомнить, что чисто случайно из-за человеческого фактора с 9-этажным общежитием этой серии произошел и очень неприятный случай. Из-за большой спешки в период строительства тракторного завода в Сморгони произошло разрушение почти готовой строящейся коробки здания, к счастью без жертв. Причиной стало грубое нарушение проекта и правил монтажа, не обеспечившее из-за этого продольную пространственную устойчивость здания.

В конце 70-х гг. прошлого века на смену домам серии 1–434с пришли дома серии 88, несущие элементы которых изготовлены на новой линии по конвейерной технологии из плотного силикатобетона: внутренние стеновые панели размером на комнату толщиной 180 мм и плиты перекрытия длиной до 6 м толщиной 160 мм. Газосиликатные наружные



Рис. 3. Экспериментальный дом в г. Гродно. Внутренний осто́в – из железобетонных панелей, наружные стены – из газосиликатных панелей на этаж



Рис. 4. Жилые дома с несущими стенами из кирпича и наружными из газосиликатных панелей двухрядной разрезки

панели остались теми же, двойной разрезки, но толщиной 300 мм. Это стало новым шагом в совершенствовании жилищного домостроения. Наряду с 5-этажными домами появились и 9-этажные со встроенными лоджиями вместо приставных балконов (рис. 3). Причем они, как и в старой серии 1–434 с, имели короткие секции по две квартиры на площадке (Р-2–3), что жильцами приветствовалось.

В 1970–80-е годы, когда крупнопанельное домостроение было довольно однообразным (например, серия Гр-116 имела только одну секцию), градостроителям очень требовалось создать дома более богатой архитектуры и с большим разнообразием. Архитекторов тогда выручили конструкции силикатобетонных домов. Началось активное развитие строительства данного типа домов в сочетании с другими конструкциями, что стало отличительным признаком гродненской проектной школы.

Первым опытом по инициативе главного архитектора института И.Н. Мазнички стали жилые 5-, 9-, а затем и 13-этажные дома с несущими стенами из кирпича и наружными из газосиликатных панелей (рис. 4, 5). Это позволило уйти от жесткой прямоугольной планировочной схемы, упрощенных фасадов и создать интересные по форме здания, которые стали лучшими для застройки городских магистралей, в частности улицы Горького, и создания богатого городского силуэта. В течение ряда лет они были заставкой на республиканском телевидении, иллюстрирующей город.

В микрорайонах в те времена оставались незастроенными места высотных точек. И здесь выручил силикатобетон. В институте на базе изделий 88-й серии создали проект



Рис. 5. Здание психдиспансера в г. Гродно со стенами из газосиликата

Г-образного в плане 12-этажного дома. Вскоре такие здания были запроектированы и построены в большинстве старых микрорайонов, что придало городу завершенный силуэт.

Для села был запроектирован 2-квартирный дом с квартирами в двух уровнях. Характерным для него явилось применение плит покрытия из газосиликата толщиной 400 мм, которые совместили в себе две функции – конструктивную и теплозащитную. Плиты были изготовлены с уклоном верхней поверхности, по которой наклеивали рулонный кровельный ковер. Получилось поистине идеальное покрытие – теплое, непромокаемое, сухое. Такого типа покрытия применялись ранее в панельном домостроении, но поверх железобетонных панелей.

Очень интересным был опыт создания в 1976 г. дома-гибрида, в котором использованы железобетонные внутренние стеновые панели и панели перекрытия крупнопанельных домов, а наружные выполнены из газосиликата размером на одну и две комнаты. Панели типа “бублика” собирали на Гродненском КСМ из более мелких штучных панелей на клею и тяжах, а затем в готовом виде поставляли на стройку для монтажа. Опыт удался – дом существует в прекрасном виде уже 40 лет – и заслуживает внимания для применения наружных сборных стен вместо кладки из мелких блоков.

Вторым комбинатом по производству газосиликатных изделий стал в области Сморгоньсиликатобетон. Он организовал производство газосиликатных панелей для строительства каркасных зданий. И далее только они широко применялись при возведении

школ, административных и других зданий, а также наружных стен детсадов с кирпичными несущими стенами.

После повышения требований к тепловой защите ограждающих конструкций было решено возводить стены толщиной 400 мм из мелких блоков со средней плотностью 400 кг/м<sup>3</sup>. Это обеспечивало сопротивление теплопередаче  $R > 2$ . Такие стены нашли применение везде. Именно эта система массово используется трестами Гроднопромстрой, Гродносельстрой и Гродножилстрой для возведения жилых домов с внутренними монолитными каркасными несущими конструкциями.

В каркасном строительстве первым опытом применения мелких ячеистобетонных блоков стало здание школы № 45 в микрорайоне «Девятковка-3». Каркас здания простоял несколько лет из-за перерыва в финансировании. Панелей под новые требования еще не выпускали, а здание надо было достроить. Газосиликатные блоки здесь были выложены без поэтажного опирания на плиты перекрытия трехэтажного здания.

На последующих каркасных зданиях по предложению БелНИИС наружные стены из мелких блоков стали поэтажно опирать на плиты перекрытия, разрабатывая сложные устройства крепления. На строящемся комплексе психоневрологического диспансера блоки начали опирать частью постели на плиты, что оказалось более удобным и менее дорогостоящим.

Очень интересным оказался опыт строительства в микрорайоне «Девятковка» двух

12-этажных домов с внутренними конструкциями стен и перекрытий из плотного силикатобетона, а наружными стенами из мелких блоков. При этом наружные стены выполнены самонесущими с опиранием на фундаменты и связями с внутренним остовом. Деформативные свойства газосиликата оказались такими, что трещины между наружной стеной и внутренними конструкциями не проявились и в период эксплуатации.

Учитывая довольно высокую несущую способность газосиликата, в 90-е гг. прошлого века было решено строить здания небольшой этажности с несущими стенами из него (рис. 6, 7). Впервые это решение было применено при строительстве городка Рось, где все стены как внутренние, так и наружные 2-этажных зданий детсада, КБО и торгового центра выполнены несущими из мелких ячеистых блоков. Такое решение сейчас применяется и для возведения четырех верхних этажей высоких



Рис. 6, 7. Детсад и жилая застройка из 2-квартирных домов в г.п. Рось

домов или при строительстве жилья до четырех этажей.

В нынешнее время, когда сопротивление теплопередаче наружных стен поднято до  $R = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$  применение ячеистого бетона просто стало незаменимым. Более удобного, совершенного, эффективного, надежного, долговечного и экологически чистого стенового материала просто нет! Газосиликат – это материал идеальный.

И поэтому все последние жилые районы, общественные здания в нашей области одеты именно одеждой из него. И толщина блоков всего лишь 450 мм! В торцевых несущих стенах для утепления тоже применяется газосиликат. И только там, где архитектору хочется внести разнообразие в застройку, торцевые несущие стены выполняются 3-слойными с несущим и облицовочным слоями из кирпича и внутренним из эффективного утеплителя. И, конечно же, всякие попытки на продольных ненесущих стенах взамен газосиликата применять трехслойные стены или легкий недолговечный утеплитель потерпят неудачу, ибо они несравнимы по многим параметрам. К положительным аргументам следует добавить прекрасный микроклимат внутри помещений, отсутствие металлического сетча-

того экрана (в панелях), препятствующего проникновению внутрь отрицательно заряженных жизненно необходимых ионов, высокая морозостойкость.

И, безусловно, надо отметить удобство в производстве работ, тем более что Гродненский КСМ успешно освоил блоки с еще меньшей объемной массой  $350 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

А взять энергоэффективность!? И здесь газосиликат – идеальный материал. Одежда дома из него позволяет просто и легко делать разные варианты. Например, в первом в г. Гродно 69-картирном энергоэффективном доме (рис. 8) для выравнивания поквартирных теплопотерь в торцевой и рядовой секциях применены наружные стены разной толщины опять же из газосиликата. И в том, что этот дом еще несколько лет назад (на заре разработки республиканской программы энергоэффективного строительства) достиг великолепных результатов по расходу энергии на отопление – согласно расчетным показателем  $39 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ , а фактически и того ниже –  $36 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ , большая заслуга этого прекрасного материала.

Аналогичными будут стены и во втором, строящемся сейчас в городе, энергоэффективном здании.



Рис. 8. Первое энергоэффективное здание в г. Гродно

Небезынтересен еще один эксперимент, проведенный специалистами Сморгоньсилкатобетона и местного треста. Здесь задались целью выполнить действующие нормы по теплозащите жилого дома и одновременно сократить трудоемкость строительства. Казалось бы, нерешаемая задача, но получилось.

Решено было выполнить наружные стены не из мелких блоков, а из газосиликатных панелей (рис. 9, 10). Учитывая отсутствие заводских форм с толщиной изделия 450 мм, панели изготовили в действующих формах высотой 600 мм. При этом дополнительное сопротивление теплопередаче ( $R = 4,0$  вместо  $3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ ) пошло в дополнительную теплозащиту.

Эксперимент удался. Дом на 40 квартир был быстро сооружен из панелей, отделанных

на заводе. Результат не обманул ожиданий. Удорожание за счет увеличенной толщины панелей компенсировано построечным снижением трудоемкости. А потребление тепла на отопление по факту отопительного сезона равнялось  $52 \text{ кВт} \cdot \text{ч/м}^2$ . И это в 2012 году в здании, построенном до введения последних нормативов по теплозащите! Очень хороший результат. Конечно, на него «наложилась» и эффективность системы отопления с поквартирными котелками.

Часто газосиликатные блоки используются для наружного утепления зданий при капремонте. Образцом может служить Гродненский аквацентр (рис. 11). Иногда производится утепление стен изнутри с обязательной их пароизоляцией, что бывает необходимо при реставрации зданий, когда нельзя изменять фасад.

Массово используются газосиликатные плиты для устройства перегородок более капитального типа взамен каркасных из гипсокартонных листов или взамен кирпичных.

В настоящее время отделка газосиликатных панелей и блоков осуществляется штукатурными системами с использованием сухих смесей. Первый такой опыт был получен на отделке зданий в г.п. Рось, где рекомендации по технологии и сами сухие смеси поставила немецкая фирма «Alseko». Экзамен прекрасно выдержан вот уже в течение 25 лет.

Затем на строительстве школы № 45 по инициативе института БелНИИС была разработана и успешно внедрена технология отделки



Рис. 9. Панель на этаж 40-квартирного дома в г. Сморгони



Рис. 10. Строительство 40-квартирного экспериментального дома в г. Сморгони



Рис. 11. Утепленное газосиликатом здание «Аквацентра» в г. Гродно

с применением состава «Полимикс», которая затем была распространена и на другие объекты. Но эта система оказалась относительно дорогой. Тогда совместно с трестом № 30 был отработан штукатурный состав с добавлением латекса и он успешно применяется до сих пор.

Причем отрадно отметить, что при полном соблюдении технологии вот уже полвека нет замечаний по состоянию наружных ограждаю-

щих конструкций, их работоспособности и устойчивости отделки. А благодаря применению разных ее колеров микрорайоны в многообразной цветовой гамме радуют глаз человека (рис. 12, 13).

Эпоха работы с ячеистым бетоном определила и свои особенности, которые часто на первый взгляд вроде бы и не ощущаются.

На основании 50-летнего опыта проектирования и строительства в Гродненской области зданий с наружными ограждающими конструкциями из ячеистого бетона можно сделать ряд выводов.

1. Лучшего материала для ограждающих конструкций зданий, учитывая его многообразные достоинства, нет.

2. При применении газосиликатных изделий снижается трудоемкость строительства благодаря малому весу изделий и отсутствию многодельности.

3. Особенно эффективно применение газосиликатных материалов в малоэтажном строительстве и в сельской местности, что связано со сложностью грузоподъемных и транспортных затрат.



Рис. 12. Застройка микрорайона «Вишневец-6» в г. Гродно

Рис. 13. Безбарьерная школа на 1020 мест в микрорайоне «Вишневец» в г. Гродно (удостоен диплома «Лучший проект года»)



4. Газосиликатные блоки следует укладывать на клей, а не на кладочный раствор, так как каждый 1 см толщины шва раствора приводит к дополнительной потере около 10% тепла. Тем более что точные размеры блоков позволяют легко это сделать.

5. Блоки из газосиликата позволяют легко выполнить дополнительное повышение теплозащиты углов зданий, где охлаждение идет с двух направлений.

6. Нельзя штукатурить стены из газосиликата, нарушая технологию и не увлажнив предварительно их поверхности. По технологии стены нужно смачивать до капельной влажности на поверхности. Если это не делается, на штукатурке особенно в летнее время могут появиться волосные трещины.

7. Следует обращать внимание на температурные швы в газосиликатных стенах, выкладываемых из мелких блоков. Они должны быть выполнены в соответствии с расчетом достаточно часто. Иначе могут возникнуть трещины. Особенно это проявляется близко к торцам каркасных зданий из-за разницы температурного расширения элементов каркаса и газосиликатных стен или у торцов в холодных чердаках. Трещины в газосиликатных продольных стенах появляются и на первых этажах из-за разной осадки фундаментов ненагруженных продольных стен и несущих поперечных. Следует обратить внимание на кладку фасадных стен в каркасных зданиях при длинных окнах (например, в зданиях школ), ибо здесь в кладке тоже могут появиться трещины. Необходимо применять дополнительную разрезку стен.

8. Нельзя применять газосиликат как утеплитель в замкнутом объеме без тщательной защиты от поглощения им воды. Иначе в водонасыщенном состоянии он теряет теплозащитные свойства и не имеет возможности в закрытом объеме просохнуть. Так случилось в первых крупнопанельных домах серии ГР-116, когда первые годы в виде внутреннего слоя утеплителя трехслойных стен применялся негидрофобизированный газосиликат. В процессе эксплуатации наблюдалось промерзание стен, особенно в глухих торцах домов. При обследовании панелей в этих эксплуатируемых домах специалистами института ЦНИИЭП жилища установлено, что влажность газосиликата достигала 35–40% вместо нормируемых 8%.

9. Тепловизионная съемка фасадов зданий показывает, что в газосиликатных наружных стенах должны применяться и газосиликатные перемычки, а не железобетонные.

10. В последние годы из-за повышения требований к теплозащите преимущественно пере-

шли на проектирование и строительство зданий с поперечными несущими стенами и продольными наружными навесными стенами из газосиликата. Устойчивость таких зданий в продольном направлении может оказаться недостаточной. Следует принимать особые меры к повышению продольной жесткости зданий. Именно по причине брака при монтаже и необеспечения завершенных монолитных дисков перекрытий и диафрагм рухнула при оттаивании коробка здания строящегося общежития на этапе исполнения по секциям 7-го и 9-го этажей.

11. Чрезвычайно важен еще один аспект – на всех этапах от производства изделий до исполнения на стройплощадке – необходимо беспрекословно соблюдать предписанную технологию. Это тем более необходимо, что имеем дело с деликатным материалом, качественные параметры которого как раз зависят от качества работ.

“Хулиганить” с этим в какой-то мере можно было в далекие уже годы с кирпичной кладкой. Там мелкие отступления серьезно на стены не влияли, кроме несущей способности.

А вот с газосиликатом иначе.

Если не защитил от дождя кладку в процессе возведения стены, то обречен дом на высыхание в течение пары лет и даже на плесень в углах. Нарушил технологию производства газосиликата и отделал стены из него непаропроницаемой штукатуркой, значит, предопределил их на рассыпание от размораживания, как это и произошло с серией индивидуальных сельских домов в Минской области. Но на гродненских предприятиях правила всегда неукоснительно соблюдались, поэтому ни одного такого случая за 50 лет не зафиксировано.

12. И еще важный момент. Газосиликат получил широкое массовое применение. Появились новые предприятия по его выпуску. И, безусловно, на все случаи, детали, узлы с его применением должны быть отработаны стандартные узлы, официально утвержденные для распространения на всю республику. Нельзя каждому производителю творить то, что придет в голову. Это же касается и расчетов приведенного сопротивления теплопередаче ограждений: нужно один раз рассчитать и узаконить. Всегда необходимо экономить трудозатраты инженера.

В заключение на положительных эмоциях хочется с удовлетворением подытожить, что судьба подарила нам великолепный материал, который наверняка сэкономил за десятилетия немалые средства, помог создать надежные и комфортные условия жизни людям и будет служить еще долгие-долгие годы.

# АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО

www  
**ais.by**  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ПОРТАЛ

## **Приглашаем авторов!**

Вашу статью увидят тысячи посетителей  
одного из самых популярных порталов  
в архитектурно-строительной отрасли  
Беларуси



Гостиница "Виктория", ОАО "Институт "Минскгражданпроект"



# Опыт проектирования зданий с комплексным применением ячеистобетонных изделий на примере рациональных решений института “Минскгражданпроект”

Савчук П.П., главный инженер  
Силенков С.А., главный конструктор  
ОАО “Институт “Минскгражданпроект”

Изделия из ячеистого бетона достаточно давно известны как строительный материал. Однако данный материал находил ограниченное применение в силу несовершенных технологий его производства.

В бытность СССР в Республике Беларусь действовала типовая серия крупноразмерных изделий в виде наружных навесных газосиликатных стеновых панелей, на основе которой были разработаны 5–9-этажные жилые дома и типовые проекты общественных зданий в каркасных системах с ограждающими конструкциями из данных панелей.

Панели применялись в качестве ограждающих конструкций и при строительстве промышленных зданий.

Качество выпускаемых панелей из ячеистого бетона было достаточно низким, а объекты, построенные с их применением, имели убогий внешний вид.

Мелкогабаритные блоки из ячеистого бетона применялись для строительства жилья только в сельской местности в основном с облицовкой силикатным кирпичом, а также для вспомогательных зданий и сооружений. В Минске ячеистый бетон вообще не применялся.

В 1996 году в пос. Чисть Минской области был введен в эксплуатацию завод, рассчитанный на производство неармированных (мелкие блоки) и армированных (панели перекрытия, перемычки, ступени) ячеистобетонных конструкций.

С возведением завода строительных конструкций ОАО “Забудова”, основанного на новых современных технологиях и способного

выпускать качественную продукцию в большом объеме, необходимо было ломать сложившееся мнение о ячеистом бетоне и создавать рынок сбыта продукции. Завод производил практически полный комплект стройматериалов для дома из ячеистого бетона по технологии фирмы “HEBEL”, в том числе мелкие стеновые блоки, армированные стеновые панели, плиты покрытия, плиты перекрытия, брусковые несущие перемычки, блоки лотковые для несущих перемычек, арочные перемычки, лестничные ступени, лестничные ступени поворотные, крупногабаритные блоки, панели перегородок.

Высокое качество изделий, объем производства, наличие соответствующих экономических факторов, позволяло применить новый материал в жилищном строительстве.

Одним из первых опытов массового применения изделий из ячеистого бетона стал строительный проект малоэтажной застройки жилого района “Большая Слепянка” в г. Минске.

Заказчиком по проектированию и строительству жилого района выступило акционерное общество “Забудова” – производитель изделий, проектирование было поручено ОАО “Институт “Минскгражданпроект”.

Предстояло максимально быстро продемонстрировать новые возможности ячеистобетонных конструкций при строительстве теплого и комфортабельного жилого дома и при этом доказать их преимущества.

Используя ячеистый бетон авторы проекта отошли от стереотипа индивидуального жилого дома, сложившегося к тому времени в республике.



Сложность задачи состояла в том, что отведенный под застройку жилого района малоэтажного строительства участок, располагался в черте г. Минска, в зоне Слепянской водной системы и хорошо просматривался с главного проспекта столицы.

На территории жилого района было предусмотрено 15 кварталов малоэтажного жилищного строительства.

Почти каждый дом был индивидуальным как по планировочной структуре, так и в части формирования фасадов.

Основная задача проекта – применяя новые материалы и технологии, создать новый облик индивидуальной застройки в черте большого города. Впервые основой для его создания должен был стать ячеистый бетон.

Необходимо отметить, что ни проектировщик, ни заказчик и одновременно подрядчик не были достаточно подготовлены к проектированию и возведению зданий с использованием только изделий из ячеистого бетона. На тот период отсутствовала нормативная база и стандарты на изготавливаемые изделия, полный комплект инструментов и оборудования. Авторам проекта в процессе проектирования пришлось изучать новую информацию по этим изделиям – в основном немецкую: это и кладка изделий на клею, особенности возведения перекрытий с использованием плит из ячеистого бетона, устройство перегородок во влажных помещениях.

В жилых домах были запроектированы мансардные этажи. Ограничение мансардного пространства плитами ячеистого бетона позволило повысить степень огнестойкости инди-

видуальных домов и сократить противопожарные разрывы.

Заслуживает внимание применение в качестве элементов фасада готовых изделий. Так, при строительстве коттеджей карнизы фронтонов многих домов образовывались укладкой плит перекрытий шириной 600 мм по уклону фронтона с последующим их креплением. В результате получался четкий карниз равной высоты и выноса на всем протяжении.

Высокая точность геометрических размеров изделий позволила вести кладку стен на клею, что делает кладку практически однородной и исключает «мостики холода», неизбежные при возведении ее на растворе. Наружные стены были выполнены толщиной 385 мм из блоков с объемной массой 500 кг/м<sup>3</sup>.

Перемычки над оконными и дверными проемами выполнялись с применением наборных U-образных ячеистых блоков. Внутренние стены за исключением участков с вентиляционными каналами также выполнялись из ячеистых блоков меньшей толщины, но более высокой марки по прочности.

В качестве междуэтажных перекрытий были применены плиты из ячеистого бетона с пазогребневой структурой на боковой грани. Плиты перекрытия имели расчетную несущую способность в зависимости от перекрываемого пролета от 300 кг/м<sup>2</sup> до 600 кг/м<sup>2</sup>.

Повышение несущей способности достигалось путем устройства монолитных обвязочных контуров с соотношением сторон не более 112. По периметру участка перекрытия устраивался монолитный железобетонный обвязочный пояс шириной не менее 100 мм. Арми-



рование ветвей обвязочного контура выполнялось сварными каркасами. В швы между плитами укладывались отдельные арматурные стержни, отгибы которых заводились в обвязочный контур и приваривались к продольным стержням каркасов. Швы между плитами и обвязочный контур замоноличивались.

Методика расчета такого перекрытия по ходу проектирования была разработана РУП "Институт БелНИИС" и на одном из первых домов проверена путем проведения натурных испытаний.

Испытания показали, что фактическая несущая способность перекрытия оказалась выше требуемой.

По аналогичной схеме выполнялось и покрытие. Дома были запроектированы мансардного типа. Плиты покрытия, уложенные на наклонных участках, использовались как основание под стропильную кровлю.

Основываясь на опыте проектирования, строительства и уже достаточно продолжительной реальной эксплуатации индивидуального и элитного по тем временам жилья можно отметить как преимущества, так и недостатки данного материала.

#### **Преимущества строительных конструкций из ячеистых бетонов**

– Экологичность. При эксплуатации ячеистый бетон не выделяет вредных веществ, не имеет запаха и по своей экологичности уступает только дереву.

– Точная геометрия. Это позволяет существенно сэкономить на отделочных работах, значительно уменьшить толщину внутренней и на-

ружной штукатурки. Позволяет осуществлять кладку блоков на клей, избежать "мостиков холода" в стенах.

– Легкость данного материала позволяет уменьшить нагрузку на несущие стены и фундаменты дома.

– Высокий класс огнестойкости. Изделия из ячеистого бетона надежно защищают от распространения пожара.

– Прекрасные теплотехнические характеристики.

– Хорошая шумоизоляция. Ячеистый бетон обладает высокой способностью к поглощению звука.

– Создает благоприятный микроклимат. Регулирует влажность воздуха в комнате путем впитывания и отдачи влаги.

– Хорошая обрабатываемость. Возможно изготовление разнообразных форм углов, арок, карнизов ниш, штроб.

– Применение изделий из ячеистого бетона дает возможность использовать чердачное пространство, как полноценное жилье.

– Благоприятное соотношение веса, объема и упаковки делает все строительные конструкции удобными для транспортировки и позволяет полностью использовать мощности как автомобильного, так и железнодорожного транспорта.

#### **Недостатки строительных конструкций из ячеистых бетонов**

– Относительно низкая механическая прочность. Несущей способности блоков достаточно для восприятия нагрузки от стен и перекрытий домов высотой до 3-х этажей (при

специальных конструктивных мероприятиях до 5 этажей).

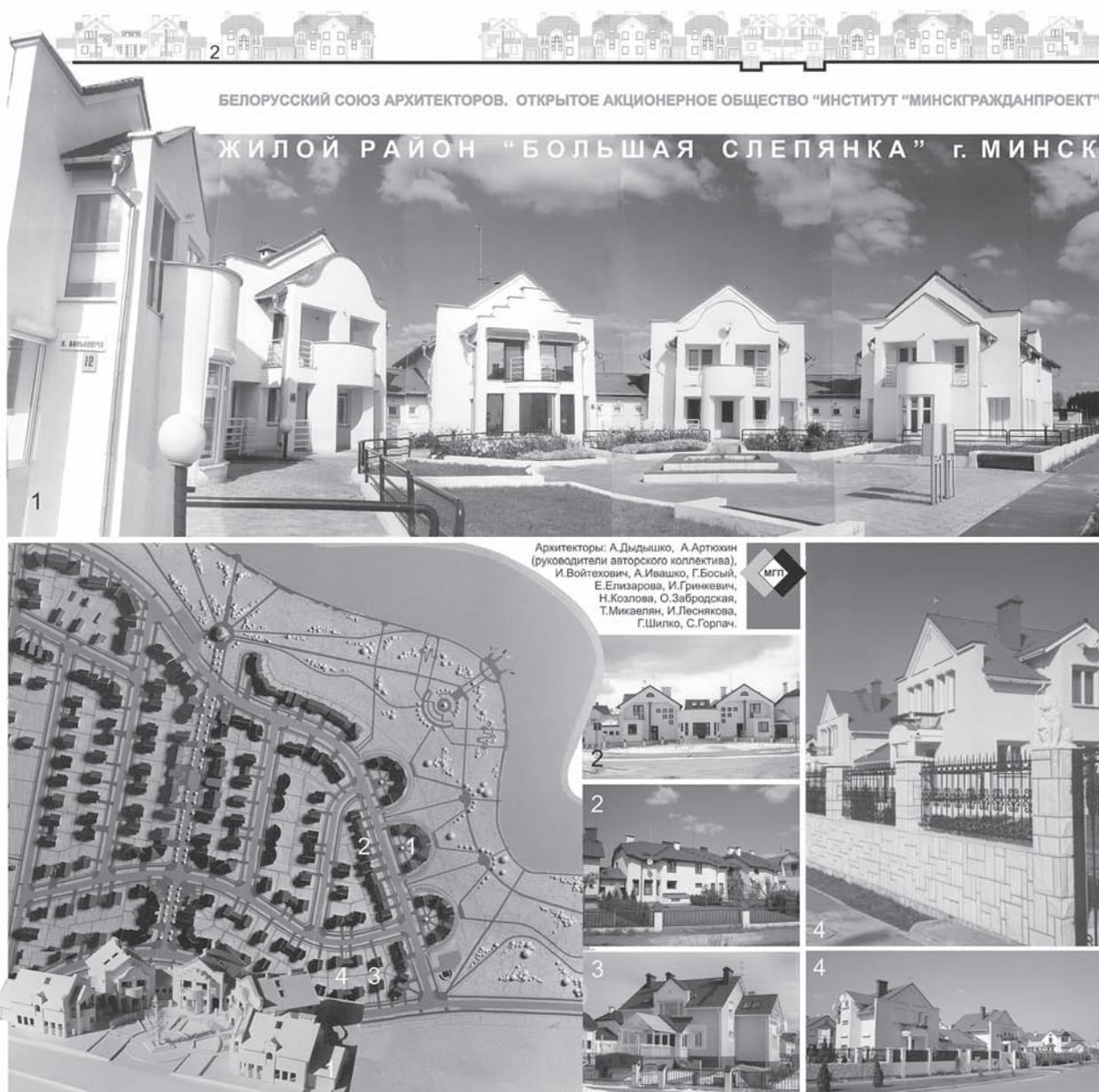
– В местах опирания плит перекрытия и других элементов здания, передающих сосредоточенные нагрузки, необходимо предусматривать железобетонный распределительный пояс или ж/б опорные подушки.

– Возникновение во многих случаях волосяных и более глубоких трещин. Основной причиной повышенного трещинообразования ячеистобетонной кладки является невысокая степень прочности на изгиб. Величина деформации фундаментов, превышающая 2 мм/м, становится причиной образования трещин в кладке. Требуется соблюдать определенные условия, направленные на избежание причин по-

явления трещин. Выполнение сплошного фундамента в виде монолитной плиты или ленты, устройство монолитных железобетонных поясов по верхнему обрезу фундаментов. Для снижения чувствительности к неравномерным деформациям основания и повышения жесткости фундаменты и стены подвала целесообразно устраивать в монолитном исполнении.

В случае применения столбчатых рекомендуется устройство железобетонных обвязочных балок, чтобы в дальнейшем построить поверх него какие-либо летние сооружения из ячеистого бетона

– Армирование кладки из ячеистого бетона. Обязательное устройство обвязочных поясов при устройстве перекрытий с приме-



нием плит из ячеистого бетона. Перекрытия с применением многопустотных плит целесообразно опирать на монолитные железобетонные пояса, устраиваемые вдоль стен по каждому этажу.

– Усадка ячеистого бетона. После возведения стены из газобетона возможно появление усадочных трещин. Сегодня уже накоплен достаточный опыт использования газобетона, на основании которого можно утверждать, что при применении конструктивных мероприятий процесс появления трещин можно свести к минимуму. Необходим тщательный подход к выбору материалов, систем и технологий для отделки конструкций из ячеистого бетона. Желательно применение стеклосетки в штукатурном слое как снаружи, так и внутри.

– Необходимость, антикоррозионной защиты арматуры.

– Высокая влагоемкость. Ячеистые бетоны гигроскопичны. Чтобы исключить проникновение влаги изнутри внутренней отделочный слой необходимо применять с высокими пароизоляционными свойствами. Наружная часть стен должна иметь эффективную защиту от влаги специальными штукатурными составами или требуется устройство вентфасада.

– Трудность надежного крепления закладных и анкерных деталей.

Проект поселка “Большая Слепянка” был первым опытом комплексного использования изделий из ячеистого бетона для строительства индивидуальных жилых домов. “Первый блин”, вопреки поговорке, удался, о чем свидетельствуют многочисленные дипломы национальных и международных конкурсов архитектуры:

Диплом Национального фестиваля архитектуры Минск-2000 – “За застройку микрорайона “Большая Слепянка”;

Диплом Международного смотра-конкурса на лучшее архитектурное произведение – Москва;

Диплом Всемирного триеннале архитектуры – София, Болгария.

Заслуга в этом наряду с проектировщиками и строителями принадлежит современному, экологичному материалу – ячеистому бетону.

Полученный положительный опыт использования ячеистого бетона на объектах малоэтажного строительства дал старт широкому использованию этого материала в качестве наружного стенового ограждения в каркасных многоэтажных зданиях, в том числе высотных.



Малоэтажная застройка элитного поселка “Дрозды”

Этот опыт в дальнейшем широко использовался институтом при проектировании индивидуальных жилых домов и общественных зданий.

Малоэтажная застройка элитного поселка “Дрозды”, здания и сооружения биатлонного комплекса “Раубичи”, высотные здания жилого комплекса “Славянский квартал” в Минске, гостиницы “Виктория” и “Ренессанс Минск отель”, торгово-развлекательный центр с гостиницей “Galleria Minsk” по проспек-



Высотный жилой комплекс “Славянский квартал”



Ренессанс Минск отель

ту Победителей, пятизвездочный отель “Hyatt International” – вот далеко неполный перечень проектируемых и построенных объектов института “Минскгражданпроект” с применением изделий из ячеистого бетона.

При строительстве многоэтажных зданий в Беларуси за последние десятилетия произошел переход на каркасные системы. Конструктивная особенность таких систем заключается в том, что наружный контур здания выполняется с поэтажно опертыми стенами.



Пятизвездочный отель “Hyatt International”

В Республике Беларусь, доминирующее положение среди стеновых строительных материалов по праву занял ячеистый бетон автоклавного твердения, обеспечивая высокое качество, отличную тепло- и шумозащиту.

Система наружного стенового ограждения каркасных зданий, как правило, решается с применением однослойной кладки из ячеистобетонных блоков, которыми заполняется пространство между перекрытиями и колоннами или поперечными железобетонными стенами. Данное решение позволяет обеспечить необходимую пластичность и разнообразие фасадов – организацию западов, сдвигов, поворотов, перепадов по высоте.

Наружные стены поэтажно опираются на плиты перекрытия или ригели каркаса. Этажность здания с такими стенами не ограничена. Наружные стены, выполненные из мелких блоков, по типу кладки могут быть однослойными и многослойными (с облицовкой). Однослойные стены могут быть толщиной в один или в два блока. Выбор толщины стен определяется их теплоизоляционными характеристиками.

В качестве ограждающих конструкций жилых домов приняты навесные стены из ячеистобетонных блоков с кладкой на клею толщиной 500 мм класса по прочности В2,5, объемным весом  $\gamma = 500 \text{ кг/м}^3$ , марки по морозостойкости не менее F25.

Ячеистобетонные блоки применяются и для возведения внутренних стен и перегородок между квартирами, комнатами, между квартирами и лестничными клетками, коридорами, вестибюлями. Перегородки в каркасных зданиях проектируются поэтажно самонесущими, с опиранием на междуэтажные перекрытия. Выбор толщины стен и перегородок определяется их звукоизоляционными характеристиками, которые зависят от марки по плотности блоков и видов кладки на клею или на растворе. Для улучшения звукоизоляции стен кладку блоков рекомендуется выполнять на тяжелом растворе и использовать блоки, имеющие большую марку по плотности.

Нормируемыми параметрами звукоизоляции внутренних ограждающих конструкций (стен, межкомнатных и межквартирных перегородок) жилых зданий являются индекс изоляции воздушного шума  $R_w$ , дБ.

Нормативные значения индексов изоляции воздушного шума внутренними ограждающими конструкциями  $R_w$  приведены в таблице 9.2, в ТКП 45–2.04–154–2009 “Защита от шума”.

При устройстве перегородок между квартирами, помещениями внутри квартир и лестничными клетками, коридорами, вестибюлями необходимо обеспечить их звукоизоляционные характеристики до нормативных значений, равных  $R_w \geq 50$  дБ. Для получения таких показателей рекомендуется применять трехслойные конструкции стен толщиной 280 мм, состоящие из двух наружных слоев толщиной 120 мм, выполненных из ячеистобетонных блоков  $\gamma = 600$  кг/м<sup>3</sup> (кладка на растворе) и внутреннего промежутка толщиной 40 мм заполненного минплитой плотностью  $80 \div 100$  кг/м<sup>3</sup>. Такая конструкция стен имеет индекс изоляции воздушного шума  $R_w = 52$  дБ при толщине известково-цементной штукатурки 2x15 мм.

Межкомнатные перегородки без дверей должны обеспечивать звукоизоляционные характеристики  $R_w \geq 43$  дБ. Рекомендуется применять перегородки толщиной 120 мм, выполненные из ячеистобетонных блоков  $\gamma = 600$  кг/м<sup>3</sup> (кладка на растворе) при толщине известково-цементной штукатурки 2x15 мм.

Блоки из ячеистого бетона предназначены для кладки наружных и внутренних стен зданий с относительной влажностью воздуха помещений не более 75% при неагрессивной среде. Применение блоков из ячеистых бетонов для кладки стен с мокрым режимом помещений, а также в местах, где возможно усиленное увлажнение бетона или наличие агрессивных сред, без специальной защиты не допускается. В ванных комнатах на внутреннюю



Жилой дом по проспекту Победителей в Минске

поверхность стен и перегородок необходимо нанести парогидроизоляционное покрытие.

В настоящее время изделия из ячеистого бетона получили широкое распространение в строительстве и удовлетворяют запросы всех участников строительного процесса:

– **индивидуального потребителя**, поскольку материал является доступным по цене, экологически чистым, эффективным по теплотехническим параметрам при малой толщине и, соответственно, экономически выгодным;

– **проектировщиков**, так как обладая малым весом и достаточно высокими прочностными характеристиками при хорошей обрабатываемости, позволяет с минимальными трудностями реализовать замысел архитектора в части разнообразных архитектурных форм, деталей и элементов, снизить нагрузки на фундаменты, является негорючим материалом, что позволяет обеспечить требования пожарной безопасности;

– **строителей**, поскольку большие размеры элементов при малом весе и высокой геометрической точности позволяют ускорить строительный процесс, уменьшить толщину внутренней и наружной штукатурки, обойтись без тяжелого подъемного оборудования.

Ориентация на гармонию с окружающей средой, экономичность, экологичность, легкость в применении и при этом экономия энергии – это те факторы, которые определяют выбор ячеистого бетона.

# Армированные конструкции из ячеистого бетона автоклавного твердения пониженной плотности

Рыхленок Ю.А., к.т.н., зав. отделом ограждающих конструкций  
РУП «Институт БелНИИС», г. Минск

Номенклатура армированных конструкций из автоклавного ячеистого бетона, выпускаемых предприятиями Республики Беларусь, включает перемычки, плиты перекрытий и покрытий, стеновые панели горизонтальной и вертикальной разрезки, ступени и площадки лестниц.

В настоящий период в Республике Беларусь массово производятся армированные конструкции из ячеистого бетона марки по плотности D700 класса по прочности на сжатие B3,5. Несмотря на то, что количество армированных изделий в общем объеме производства ячеистого бетона автоклавного твердения традиционно невелико и составляет не более 2%, сегодня трудно найти объект строительства со стенами из ячеистого бетона, где проемы перекрыты перемычками из другого материала. Применение ячеистобетонных перемычек обеспечивает теплотехническую и конструктивную однородность стен и максимально уменьшает концентрацию напряжений в местах их опоры на кладку при силовых и температурных воздействиях.

РУП «Институт БелНИИС» разработаны типовые серии рабочих чертежей перемычек для изготовления на заводах, имеющих различия в технологии изготовления и номенклатуре изделий: ОАО «Минский КСИ», ЗСК ОАО «Управляющая компания холдинга «Забудова», филиал № 5 «Гродненский КСМ» ОАО «Красносельскстройматериалы», ОАО «Могилевский КСМ».

Новые нормы по тепловой защите зданий ставят высокую планку для желаемой энергоэффективности существующих строительных материалов, а ячеистобетонные изделия низкой плотности потенциально могут удовлетворить эти требования. Но низкая плотность означает снижение структурных свойств ячеистого бетона, так как значительно снижается его несущая способность вместе с возможностью использования в качестве конструктивного материала. В то же время на заводах

ЗСК ОАО «Управляющая компания холдинга «Забудова» и филиала № 5 «Гродненский КСМ» ОАО «Красносельскстройматериалы» освоено производство ячеистого бетона, имеющего более высокое соотношение прочности и плотности, например D500/B3,5, D350/B2,0, в связи с чем нами была предложена концепция перехода на производство армированных изделий из ячеистого бетона пониженной, в сравнении с традиционной, плотности: в соотношении D500/B3,5 – перемычек для перекрытия проемов в наружных стенах и D350÷D400/B1,5÷B2,5 – стеновых панелей горизонтальной и вертикальной разрезки.

В связи с тем, что сочетания класса ячеистого бетона по прочности на сжатие и марки по средней плотности вышли за пределы нормируемых показателей, теоретически получить значение начального модуля упругости такого бетона не представилось возможным, в связи с чем были проведены испытания стандартных образцов кубов и призм. В результате испытаний выявлено, что значения фактических начальных модулей упругости испытанных образцов-призм ячеистого бетона в соотношении D500/B3,5 хорошо коррелируют со значениями, приведенными в [5] для соответствующих плотностей, т.е. полученный материал является более хрупким (его относительные деформации в два раза меньше, чем для соотношения D700/B3,5), структура материала является определяющей для формирования его упругих свойств.

В то же время известно, что анкерующая способность бетона в армированных конструкциях зависит в основном от его прочности. С этой точки зрения интересен опыт украинских ученых [1–2], которые провели сравнительные исследования сцепления стержневой стальной арматуры по так называемому «балочному методу» (методика, стандартизованная RILEM [3], аналогичная СТБ EN 12269–1:2000 [4]) с параметрами, полученными при

испытаниях путем выдергивания аналогичных стержней из призматических образцов в ячеистом бетоне марок по плотности D600, D800 и D1000.

Исследователи экспериментально подтвердили, что результаты опытов идентичны в обоих случаях, следовательно, при разработке методики расчета и конструирования балочных конструкций из ячеистого бетона можно использовать результаты испытаний анкеровки арматуры в ячеистом бетоне, выполненных с использованием образцов-призм. Одновременно выявлена тенденция, что наилучшим сцеплением в относительных единицах характеризуются образцы с наименьшим поперечным сечением арматуры. Использование стержней больших диаметров с ячеистым бетоном не обеспечивает полного использования их прочности. Подобная рекомендация имеется также в нормах проектирования железобетонных конструкций, ограничивающая максимальный диаметр арматуры на уровне 16 мм в конструкциях из ячеистого бетона [5, п. 5.17]. Поэтому в ячеистобетонных конструкциях целесообразно применение арматуры малых диаметров (до 10 мм).

Переход к производству конструкций из ячеистого бетона низких плотностей требует проверки соответствия применяемых в расчетах армированных ячеистобетонных конструкций зависимостей, основанных на испытаниях ячеистого бетона классов по плотности D700–D1200 в предшествующий период, для проектирования армированных изделий из ячеистого бетона более низких плотностей (D400–D600). В связи с этим нами испытаны армированные образцы ячеистого бетона D500 и D550 класса по прочности на сжатие B3,5, представляющие собой концевые участки изгибаемых элементов (балок) длиной 220 мм с сечением 150х150 мм. Для возможности сравнения результатов испытаний с имеющимися опубликованными данными одновременно испытывали центрально-армиро-

ванные призмы, изготовленные из тех же составов ячеистого бетона, что и образцы с несимметричным армированием. Изготавливались и испытывались образцы, армированные одним продольным стержнем, а также одним продольным стержнем и 1, 2 и 4 поперечными горизонтальными анкерами. При испытаниях исследовали прочность сцепления гладкой арматуры из стали класса А-Іп и стержневой арматуры периодического профиля класса S500 (стержней диаметром 6 и 8 мм, рекомендуемых для армированных конструкций из ячеистого бетона) и влияние количества поперечных стержней на величину анкерного усилия. Все стержни, используемые в испытываемых образцах, в заводских условиях были покрыты соответствующими антикоррозионными составами.

По результатам испытаний получено:

- одиночные стержни обладают крайне низким сцеплением с ячеистым бетоном, при этом утрата сцепления во всех образцах, армированных одиночными продольными стержнями, происходила вследствие разрушения контактного слоя ячеистого бетона с дальнейшим выдергиванием стержней из образованного канала в массиве бетона;
- в начальный период нагружения при достаточно малых значениях напряжений смещение арматуры относительно ячеистого бетона происходит в основном вследствие смятия бетона под поперечными анкерами;
- в дальнейшем при нарастании нагрузки продольные деформации анкера сопровождаются изгибом поперечных стержней (рис. 1);
- при дальнейшем увеличении нагрузки бетонные консоли стремятся срезаться.

Разрушение элементов сопровождается значительными деформациями (перемещениями) анкеруемых стержней, разрушающая нагрузка в 10–100 раз превышает нагрузку, соответствующую началу сдвига арматуры.

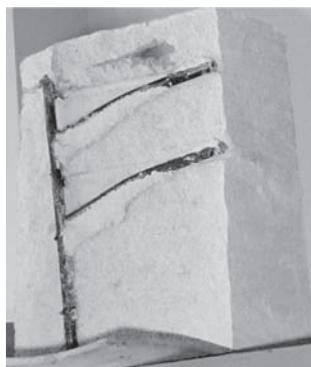


Рис. 1. Смятие ячеистого бетона под анкерами и деформирование поперечных анкеров в испытанных образцах

На основании анализа результатов испытаний получены нормативные и расчетные значения сопротивлений сдвигу для ячеистых бетонов класса по плотности D500 и D550 класса по прочности на сжатие В3,5.

Доказано, что переход к производству конструкций из ячеистого бетона низких плотностей практически исключает возможность использования механической составляющей сцепления арматуры с окружающим ее материалом. Поэтому анкеровка рабочей арматуры в изгибаемых элементах должна быть обеспечена в основном путем приварки распределительных стержней, шаг и количество которых должно быть назначено на основании расчета.

Полученные по результатам испытаний характеристики материалов и зависимости использованы при разработке рабочих чертежей опытных партий перемычек пониженной плотности, которые были изготовлены в заводских условиях ЗСК «УКХ ОАО «Забудова» и филиала № 5 «Гродненский КСМ» ОАО «Красносельскстройматериалы». Проведены испытания 4-х серий образцов-балок из ячеистого бетона длиной 2250 мм, высотой 250 мм и шириной 150 и 250 мм, рассчитанных на нагрузку от 11 до 13 кПа. Опытным путем доказана техническая возможность массового изготовления несущих армированных изделий из ячеистого бетона пониженных плотностей (500–600 кг/м<sup>3</sup>), которые позволят в 1,2 раза повысить теплотехническую однородность узлов сопряжений наружных ограждающих конструкций с несущими элементами зданий из ячеистого бетона.

На основании анализа проведенных исследований будут уточнены расчетные зависимости, разработаны рекомендации по расчету и конструированию армированных изделий из ячеистого бетона автоклавного твердения, что позволит в дальнейшем переработать в соответствии с СТБ EN 12602–2011 [6] действующие типовые серии рабочих чертежей армированных изделий из ячеистого бетона.

#### Литература

1. Верба, В.Б. Контакт пінобетону з арматурою: вивчення явища, його моделювання та стадійності роботи в зоні зчеплення / В.Б. Верба, Б.Г. Демчина / Вісник Національного університету «Львівська політехніка» // Теорія і практика будівництва. – 2008. – № 627. – С. 22–27.
2. Демчина, Б.Г., Верба, В.Б., Демчина, Х.Б. Експериментальні дослідження зчеплення арматури з пінобетоном / Вісник Національного університету «Львівська політехніка» // «Теорія і практика будівництва». – 2005. – № 545. – С. 41–45.
3. RILEM RC 5 Bond test for reinforcement steel/ 1/ Beame test, 1982 [Text] / RILEM Recommendations for the Testing and Use of Constructions Materials / e-ISBN: 2351580117 – E & FN SPON, 1994/ – С. 213–217.
4. СТБ EN 12269–1:2000 Определение сцепления между стальной арматурой и автоклавным ячеистым бетоном по методу «испытания балки». Часть 1. Ускоренный метод испытания.
5. СНиП 2.03.01–84\*. Бетонные и железобетонные конструкции.
6. СТБ EN 12602–2011 Изделия железобетонные заводского изготовления из автоклавного ячеистого бетона. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2012. – 61 с.

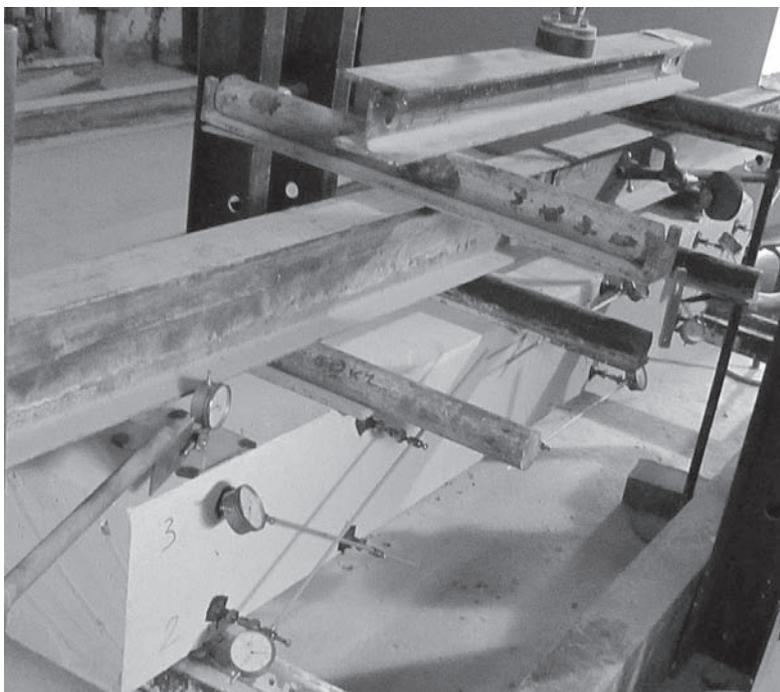


Рис. 2. Общий вид образца-балки во время испытаний

# Опыт исследования и внедрения преднапряженных стеновых панелей из автоклавных ячеистых бетонов

**Батаев Д.К.-С.**, д.т.н., проф., академик АН Чеченской республики – директор комплексного научно-технического института РАН

**Газиев М.А.**, к.т.н., доцент Грозненского государственного нефтяного технического университета им. академика М.Д. Миллионщикова

**Пинскер В.А.**, к.т.н., научный руководитель Центра ячеистых бетонов, г. Санкт-Петербург

В эксплуатационных условиях при влагообменных и карбонизационных процессах в ячеистобетонных стеновых панелях появляются усадочные трещины, которые снижают их долговечность. Одним из путей повышения трещиностойкости и долговечности наружных стеновых панелей из автоклавных ячеистых бетонов является применение предварительно напряженной арматуры [4].

Необходимость дальнейшего развития производства крупноразмерных наружных стеновых конструкций с предварительным напряжением арматуры подвергается сомнению из-за технических трудностей заанкерирования арматуры в относительно малопрочном ячеистом бетоне, а также с возможными высокими потерями напряжения в арматуре от усадки и ползучести бетона.

Однако исследования, проведенные в 1970–1985 гг. в НИИЖБ, ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, Уральском ПромстройНИИпроекте и УПИ им. С.М. Кирова, показали, что предварительное напряжение арматуры в ячеистобетонных стеновых конструкциях не только эффективно повышает их жесткость и трещиностойкость, но и значительно уменьшает трудоемкость и себестоимость производства таких изделий.

Особое значение имеет надежность анкеровки арматуры в ячеистом бетоне. В конструкциях из обычного тяжелого бетона анкеровка преднапряженной арматуры обеспечивается в основном силами сцепления ее с бетоном. В автоклавных ячеистых бетонах эти силы недостаточны и анкеровка предварительно напряженной арматуры должна обеспечиваться специальными мероприятиями.

В НИИЖБ и ЦНИИСК (В.В. Макаричев, Н.И. Левин, В.П. Трамбовецкий, В.П. Хлебцев) для повышения надежности анкеровки преднапряженной арматуры в изделиях из автоклавных ячеистых бетонов исследовали спирали и утолщенную цементно-полистирольную обмазку проволок, а при использовании одиночных стержней из стали класса А-III и А-IIIв, располагаемых симметрично в два ряда по толщине панелей с анкеровкой их с помощью шайб [7]. Однако применение спиралей, шайб и утолщенной обмазки усложняет технологию.

В УралпромстройНИИпроекте (Е.С. Силаенков, В.Х. Куршпель и др.) была разработана система армирования наружных стеновых панелей из ячеистого бетона преднапряженными плоскими каркасами со специальным устройством для предварительного натяжения, представляющее собой домкрат, крепящийся на форме стационарно или временно с помощью упорной втулки. Для натяжения и отпуска арматурных каркасов использовались пневмогайковерты или торцевые гаечные ключи [1, 4].

С применением данного вида армирования были запроектированы и изготовлены в г. Свердловске (в условиях завода ЖБИ им. Ленинского комсомола) опытные 2–4-модульные стеновые панели для жилых зданий из газозолобетона плотностью 500 и 700 кг/м<sup>3</sup>, а в г. Первоуральске – наружные стеновые панели из пенобетона для промышленных зданий.

Исследование потерь предварительного напряжения в арматуре в зависимости от вида анкеровки производилось непосредственно

при изготовлении опытных конструкций. Для анкеровки использовались спирали из проволоки диаметром 4 мм с внутренним диаметром 20 мм и длиной 350 мм и поперечные стержни из арматуры с диаметром 8–10 мм класса А-III. Контролируемое напряжение во всех напрягаемых стержнях при натяжении составляло 300 МПа. Основная часть потерь напряжения в напрягаемой арматуре наблюдалась на концевых участках панелей на длине 40–80 см. Фактическая длина зоны передачи напряжений для спирального анкера находилась в пределах 55–80 см, а для анкером в виде поперечных стержней диаметром 20 мм – 38–45 см. Потери напряжения в арматуре в средней части панелей при спиральном анкере составили 13,5–30 МПа, а при поперечных стержнях – 5,2–10 МПа. Приведенные данные показывают высокую эффективность поперечных анкерных стержней и целесообразность использования плоских арматурных каркасов для предварительного напряженного армирования ячеистобетонных стеновых конструкций.

В УПИ им. С.М. Кирова (В.Х. Куршпель, Ю.А. Каширский, С.В. Макаркин) разработали способ армирования наружных стеновых панелей из автоклавного газозолобетона вместо преднапряженного плоского армокаркаса, отдельными электротермически напрягаемыми стержнями из арматуры диаметром 10 мм класса А-III, которые располагаются по середине толщины панели в одном или в двух направлениях и напрягаются между противоположными бортами стальных форм. На концах напрягаемых одиночных арматурных стержней высаживаются головки для закрепления в захватных устройствах и к ним привариваются на односторонних станках концевые поперечные анкера в виде подковы из отрезков арматуры того же класса и диаметра. Для фиксации напрягаемой арматуры используют специальные кулачковые захваты, закрепляемые на откидных бортах форм. Торцевой упор захватного устройства входит вовнутрь формы на 2–3 см, что позволяет закреплять в нем напрягаемый стержень так, чтобы он не выступал после распалубки за габариты изделия.

В технологическом цикле данного способа армирования использован электротермический способ натяжения арматуры, при этом время нагрева продольных стержней до температуры 350–400 °С составляет 1–2 мин., поперечных – 45 сек. (одновременно нагреваются от двух до четырех стержней). Время уклад-

ки нагретого стержня в захваты натяжных устройств составляет в среднем 10–20 секунд, а отпуск натяжения на бетон после автоклавной обработки изделия производится за 25–30 секунд.

В рамках реализации данного способа армирования в реальное строительство в жилищном комплексе среднего Урала были проведены УПИ им. Кирова и УралпромстройНИИ-проектом совместные с НИИЖБом обширные экспериментально-теоретические и натурные исследования, направленные на выбор наиболее рациональной конструкции стержневого анкера как в смысле технологичности его изготовления, так и в смысле надежности анкеровки, а также исследования по установлению фактических потерь преднапряжения в арматуре и по кинетике развития трещин, а также возможных потерь преднапряжения от усадки и ползучести ячеистых бетонов при эксплуатации с учетом фактора карбонизации [2,3,6].

В результате этих исследований в 1985–87 гг. были внесены соответствующие изменения в рабочие чертежи наружных стеновых панелей из автоклавного газозолобетона и газобетона для массового внедрения при строительстве многоэтажных жилых домов серий 141 СВ в Свердловске и Э-600.П в Перми с заменой типовых объемных арматурных каркасов на преднапряженное армирование отдельными стержнями и разработаны совместно с НИИЖБ Госстроя СССР рекомендации по проектированию и изготовлению ограждающих стеновых ячеистобетонных конструкций для жилых зданий с преднапряженной стержневой арматурой.

Внедрение предварительно напряженного армирования позволило получить существенную экономию арматурной стали. В двухмодульных панелях с проемами она достигает 25–40%, а в доборных панелях без проемов – до 50%. В 2–3 раза сокращается трудоемкость арматурных работ, поскольку отпадает необходимость изготовления большого числа плоских и объемных арматурных каркасов. Облегчается транспортировка готовой арматуры к месту установки, сокращается количество необходимого технологического оборудования. Вследствие двухосного обжатия ячеистого бетона не только не появляются трещины при работе панелей на изгиб и растяжение (во время распалубки и монтажа), но и закрываются начальные технологические трещины, иногда появляющиеся после автоклавной обработки.

Таким образом, применение предварительно напряженной арматуры в ячеистобетонных стеновых панелях, позволяет существенно повысить их трещиностойкость и долговечность, уменьшает себестоимость их изготовления.

### Литература

1. Каширский, Ю.А., Куршпель, В.Х., Тагинцев, В.П. и др. Преднапряженные стеновые панели из ячеистого бетона // Бетон и железобетон. – 1974. – № 7. – С. 96–98.
2. Куршпель, В.Х., Макаричев, В.В., Филиппов, В.П. Стеновые панели из ячеистого бетона с карбонизированным армированием // Бетон и железобетон. – 1986. – № 12. – С. 7–8.
3. Макаркин, С.В., Каширский, Ю.А. Технологические анкеры анкеровки арматуры в ячеистом бетоне // Долговечность конструкций из автоклавных бетонов. – Таллинн, 1987.
4. Силаенков, Е.С. Долговечность изделий из ячеистых бетонов. – М.: Стройиздат, 1986. – 176 с.
5. Силаенков, Е.С. Урал – опорный край ячеистого бетона в Российской Федерации // Строительные материалы. – 2005. – № 1. – С. 12–17.
6. Силаенков, Е.С., Кантор, С.Л., Газиев, М.А. Учет ползучести бетона вследствие карбонизации при расчете напряженного состояния ячеистых стеновых панелей // Долговечность конструкций из автоклавных бетонов. – Таллинн, 1987. – Ч. 1. – С. 160–163.
7. Хлебцев, В.П., Трамбовецкий, В.П. Исследование несущей способности стеновых панелей из ячеистых бетонов с обычной и предварительно напряженной арматурой // Прочность крупнопанельных каменных конструкций. – М.: Госстройиздат, 1972.

# Инновационная технология “redbloc”

**Петер Радлофф**

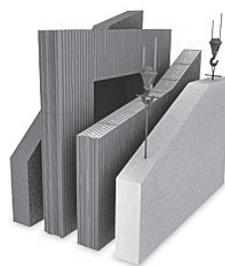
представитель компании Redbloc Beteiligungsgesellschaft m.b.H. в России

**“Redbloc” – единственная система, которая производит готовые стеновые конструкции из любых стройматериалов экономичным способом.**

Основу уникальной технологии “redbloc” составляет запатентованный метод склеивания, современное и полуавтоматическое оборудование, специальное программное обеспечение и отшлифованные крупноформатные строительные блоки.

На производственной линии “redbloc” изготавливается от 280 до 400 м<sup>2</sup> массивных стен за одну рабочую смену. И всего за 8 часов возводится один этаж дома из качественных стен.

По технологии “redbloc” можно изготавливать любые формы стен и строить все виды зданий



от частных коттеджей до промышленных объектов и многоэтажных жилых домов. И все это из качественных строительных камней.

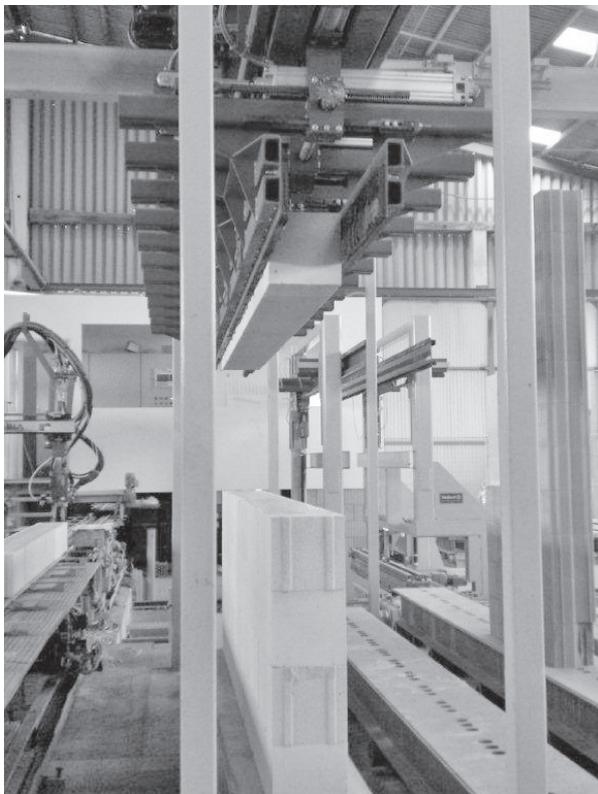
## **Ваши преимущества при строительстве**

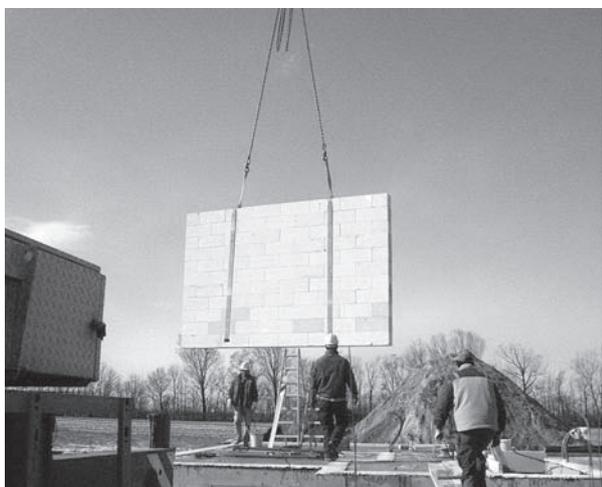
Самая большая инновация технологии “redbloc” заключается в сочетании качества используемого строительного материала с эффективностью строительства, использующего изготовленные промышленным способом легкие конструкции. Большинство застройщиков, собирающих дома из готовых конструкций, делают это по причинам экономии затрат и времени, а не потому, что они сомневаются в высоко оцениваемых характеристиках массивных стройматериалов.

Система “redbloc” обладает преимуществами для застройщиков и подрядчиков, так как за короткое время становится возможным возведение качественно выложенного дома, представляющего собой выгодное совершенствование традиционных методов производства.

## **Неизменное качество**

Автоматизированное машинное производство в противоположность ручному труду гарантирует постоянное качество на высоком уровне, при этом можно точно рассчитать и время и производительность работ. По техно-





логии можно изготавливать от 280 до 400 м<sup>2</sup> качественных ровных стен в смену из полноценных строительных камней.

#### ***Чистая стена и низкий расход материала***

Благодаря автоматизации производственного процесса, отшлифованные строительные камни размещаются друг над другом с высокой точностью, и при этом вертикальные швы соединяются впритык, а горизонтальные швы склеиваются по всей поверхности строительных блоков. Запатентованный “сухой” клей позволяет избежать неравномерностей, которые возникают при традиционной кладке из-за вытекающего цемента, и сократить расходы материала и времени для внутренней отделки более чем на 20%. Безупречно чистая готовая стена “redbloc” повышает качество стройки.

#### ***Заранее изготовленные перемычки и инсталляционные каналы***

Уже на стадии планирования дома определяются позиции для окон и дверей, которые затем изготавливаются вместе со встроенными перемычками. Также в стене можно сразу изготовить инсталляционные каналы и отверстия. Благодаря этому долбежные работы и дополнительный инструмент становятся излишними – преимущество, которое экономит время, деньги и избавляет от уборки строительного мусора. Подогнанные точно по размеру окна и двери предотвращают к тому же возникновение “мостиков холода” и энергопотери во время холодных периодов.

#### ***Высокая скорость строительства***

Процесс строительства из стеновых элементов протекает без продолжительного и затратного процесса затвердевания и высыхания, без лишних долбежных работ и уборки строительного мусора, что существенно сокращает сроки строительства.

В течение 8 часов можно построить один этаж дома. И все это без ущерба качеству. Вы работаете со скоростью панельного строительства, а в результате получаете дом из качественного строительного камня с ровной кладкой.

#### ***Качество используемого материала***

Технология “redbloc” позволяет использовать все крупноформатные стройматериалы, сохранив их преимущества, превосходные характеристики. Стена “redbloc” по своим строительно-физическим характеристикам абсолютно ни в чем не уступает традиционной кладке.



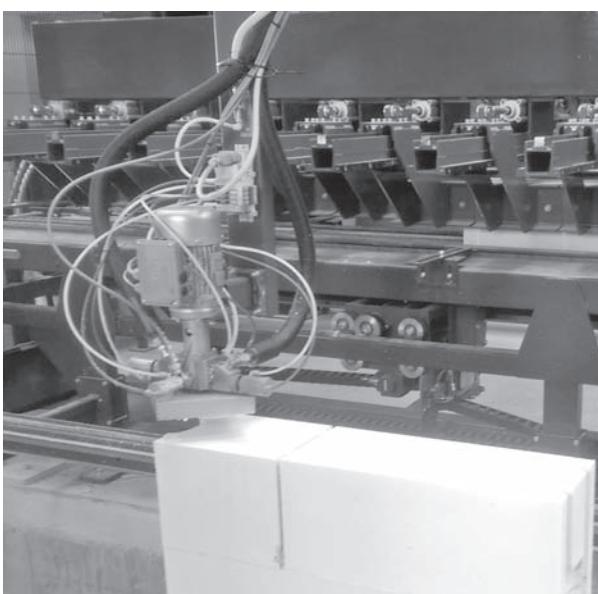
### Производство

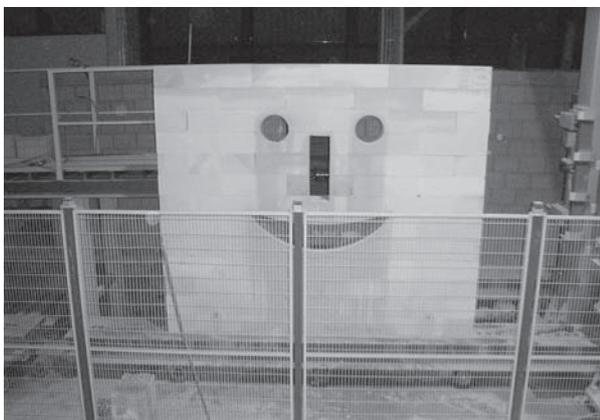
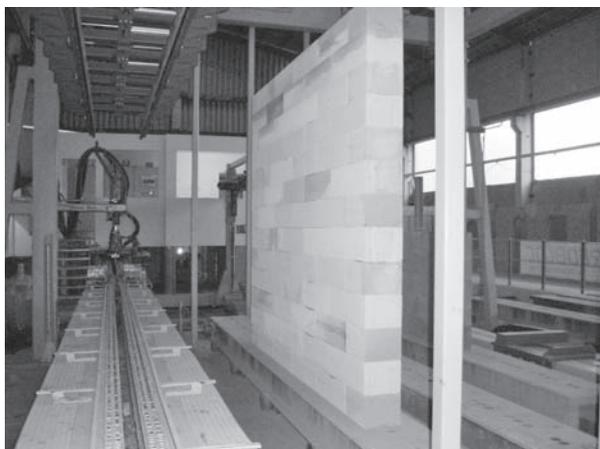
1. Переданные клиентами архитектурские чертежи переводятся с помощью специального программного обеспечения на базе CAD в необходимый модуль и затем автоматически передаются непосредственно в производственный цех.

2. Массивные отшлифованные строительные блоки составляются автопогрузчиком на цепной конвейер производственной линии. При необходимости шлифовку строительных блоков, а также изготовление половинок можно включить непосредственно в производственную линию.

3. После передачи производственных данных начинается автоматический процесс изготовления стеновых элементов. С помощью грейфера целые и половинчатые камни перемещаются на транспортные ленты.

4. В центре производственной линии на строительные блоки наносится двухкомпонентный запатентованный клей. Специальная система склеивания, разработанная одним из ведущих мировых концернов, позволяет точно наносить необходимое количество клея и изготавливать





прочные качественные стены без продолжительного высыхания и излишков цементного раствора.

5. После нанесения клея большой грейфер захватывает ряды строительных камней и составляет их на металлические оборотные паллеты. Процесс автоматического изготовления стен напоминает традиционную кладку, только происходит все намного быстрее. При этом также учитывается перевязка, нагрузка, статика.

В результате получается ровная чистая стена, по своим качествам ничем не уступающая обычной кладке.

6. Как только достигается желаемая высота стены (максимально 3,5 м) происходит смена паллеты.

7. Затем массивные готовые стены перемещаются с помощью трансбордера к высокотехнологичному устройству резки.

8. С помощью устройства гидроабразивной или алмазной резки вырезаются оконные проемы, фронтоны и точные края стен. На данном этапе в стене "redbloc" выполняются также все запланированные монтажные отверстия и инсталляционные каналы.

Встроенные перемычки помогают избежать образования "мостиков холода" и избавляют от затратных и длительных долбежных работ. В отношении формы и дизайна стен технология "redbloc" не имеет ограничений и позволяет осуществить практически любой вырез.

9. На последнем этапе производственного процесса уже готовые обрезанные стеновые элементы оснащаются стропами, нумеруются, и с помощью мостового крана перемещаются в транспортировочный контейнер, в котором они перевозятся на строительную площадку.

Погрузочно-разгрузочные работы осуществляет, например, 20-тонный погрузчик или соответствующий ему мостовой кран.

10. Опционально в производственную линию можно интегрировать шлифовальную машину для достижения плоскопараллельности строительных блоков и участка изготовления необходимых конструкций.

### Предложение “redbloc”

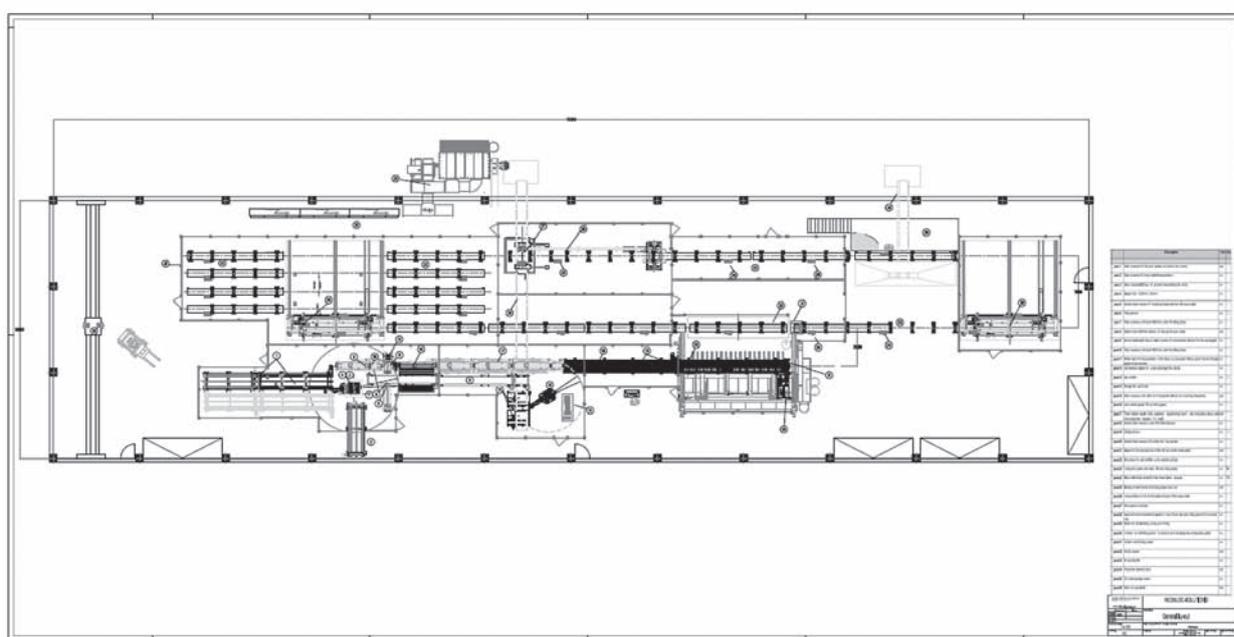
С инновационной технологией “redbloc” мы предлагаем запатентованную лицензионную технологию и индивидуально спроектированное оборудование для промышленного и полуавтоматического производства стеновых элементов, включая поставку, монтаж и запуск оборудования.

“Redbloc” позволяет изготавливать готовые стены для стройплощадки из всех равно отшлифованных стройматериалов, таких как кирпич, известково-песчаный камень, пемза, пенобетон, газобетон, пористый бетон и бетонный камень толщиной от 20 до 60 см и высотой ряда до 25 см, используя экономичный и гибкий подход, а также низкие инвестиционные затраты. Стандартный завод “redbloc”, ежегодно производит до 120 000 м<sup>2</sup> и более сте-

новых панелей, используя труд четырех человек. Бригада из трех человек может смонтировать на стройке около 250 м<sup>2</sup> стеновых панелей в сутки.

В настоящее время заводы “redbloc” успешно работают в Австрии, Бельгии, Германии, Италии и России. Благодаря сотрудничеству со специалистами “redbloc”, разработавшими также и другие системы сборных конструкций для производства сборных кирпичных панелей, мы сможем предложить такую систему, с которой Вы будете на шаг впереди своих конкурентов.

Мы готовы поставить Вам высококачественное оборудование европейских производителей, включая шеф-монтажные и пуско-наладочные работы. Мы охотно проконсультируем Вас.



Redbloc Beteiligungsgesellschaft m.b.H.  
Eferdinger Strasse 175  
A-4600 Wels

Tel. +43 7242 46320-0  
Fax +43 7242 46320-14

www.redbloccsystems.com  
info@redbloccsystems.com



Peter Radloff  
Представитель компании в России  
Tel +49 173 7096693  
radloff@eu-impex.de

# Программа “Технолог АГБ” как инструмент повышения эффективности технологической службы

**Тонкушин А.А.**  
технический директор ООО “Ай Ти Пром”  
г. Екатеринбург, РФ

Компания “Ай Ти Пром” – разработчик программного обеспечения и технических решений по автоматизации производственных линий предлагает новые продукты для производителей автоклавного газобетона (АГБ). Два года назад на конференции в г. Минске была представлена “Система управления производственным процессом” (СУПП-АГБ), позволяющая управлять и контролировать весь производственный цикл от испытания сырья до отгрузки готовой продукции [1]. За два года данная программа внедрена на четырех российских предприятиях по производству АГБ. Годом позже анонсирован проект “Технолог АГБ”, ориентированный на технологические службы предприятия [2]. К настоящему моменту разработка

программы завершена, “Технолог АГБ” получил новые возможности и готов к применению.

“Технолог АГБ” предназначен главным образом для сотрудников технологической службы и лаборатории. При этом периодически обращаться к этой программе могут и производственные работники (для ознакомления с ситуацией) и руководители (для контроля). По сути, “Технолог АГБ” – это набор журналов, в которых фиксируются испытания всего производственного процесса: от сырья до готовой продукции. Другими словами, это обычные производственные журналы, собранные в единую базу (рис. 1). Однако общее место хранения данных – это не единственное достоинство предлагаемого продукта. О том, какие

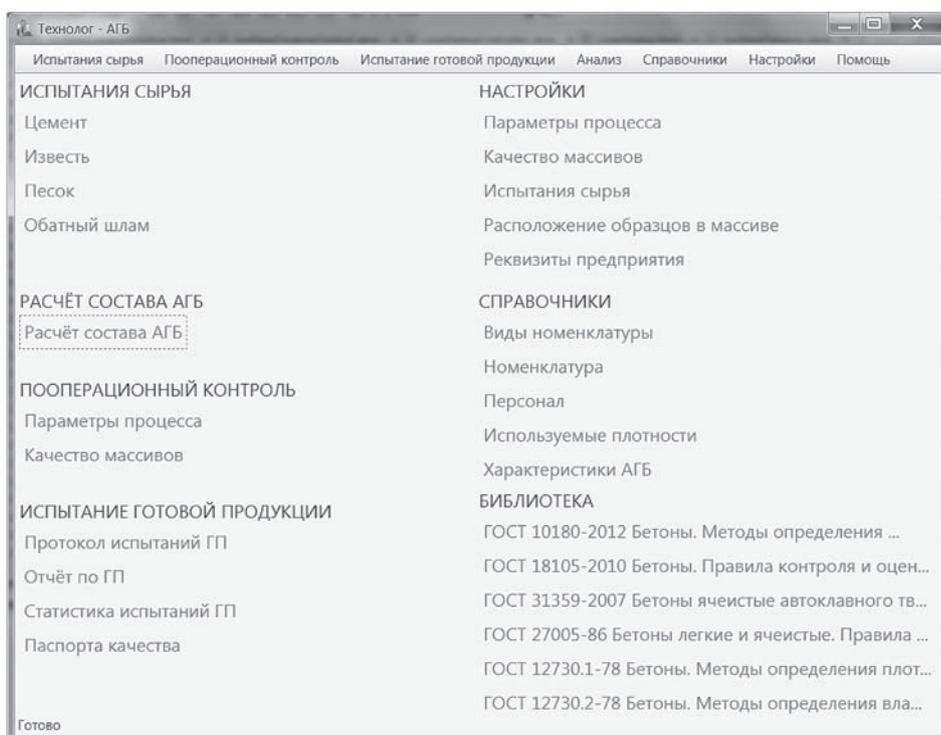


Рис. 1. Стартовый экран программы “Технолог АГБ”

еще преимущества содержит “Технолог АГБ” и как с его помощью можно повысить эффективность технологической службы пойдет речь в настоящей статье.

**Возможность выбора характеристик, подлежащих контролю и методик их определения.** В общей сложности “Технолог АГБ” может вести учет около сотни показателей производственного процесса, используя более пятидесяти методик их определения. Набор характеристик, подлежащих контролю и соответствующих методик, был установлен в ходе опроса специалистов действующих производств. Пользователь перед началом работы в настройках выбирает требуемые характеристики и методики их определения (рис. 2). По выбранным данным программа формирует соответствующие журналы испытаний. Таким образом, пользователь может создать собственные журналы испытаний по типу тех, с которыми он привык работать до внедрения программы. Благодаря этому минимизируются издержки перехода от старых журналов к “Технолог АГБ”, а сама программа может быть внедрена на любом производстве вне зависимости от используемых методик, набора контролируемых параметров и вида сырьевых компонентов.

**Быстрый ввод данных.** Создав журнал, пользователь вводит данные. Для удобства ввода часть данных уже имеется в журнале и предлагается пользователю по умолчанию. Дата и время подставляется автоматически на момент занесения записи. Периодически повторяющиеся данные предлагается выбрать из списка (ФИО исполнителей, название предприятий и др.). Значения, регламентированные ГОСТом (исходная масса навесок; константы, используемые в расчетах и др.) проставлены в соответствующих полях по умолчанию. Все

это позволяет сократить время на ввод данных и исключить повторяющиеся операции.

**Проверка вводимых данных.** При вводе данных программа проверяет корректность вносимой информации. Если введено некорректное значение (нарушен порядок цифр, введено значение за пределами установленного в настройках интервала), программа обратит внимание пользователя на этот факт, выделив значение красным цветом. Пользователь сможет оперативно устранить возникшую ошибку или игнорировать данное сообщение в тех случаях, когда, по его мнению, ошибки ввода нет. Реализация данной функции снижает вероятность ввода ошибочных данных и повышает качество проводимых расчетов.

**Расчет требуемых характеристик.** По мере ввода промежуточных данных программа по заложенным алгоритмам проводит расчеты требуемых характеристик. Например, после ввода массы и геометрических размеров образцов, а также данных по определению влажности программа рассчитает среднюю плотность газобетона (рис. 3). Полученное значение программа отнесет к аналогичным данным за период и рассчитает требуемое значение плотности для определения марки АГБ. Таким образом, при использовании “Технолог АГБ” отпадает необходимость в ручном расчете, в результате чего упрощается и ускоряется расчет характеристик, снижается вероятность ошибок.

**Анализ результатов испытаний.** После проведения необходимых расчетов и сбора всех данных в единой базе появляется возможность для анализа полученных результатов. Это особенно актуально при поиске причин выпуска некондиции или изменения какого-либо из па-

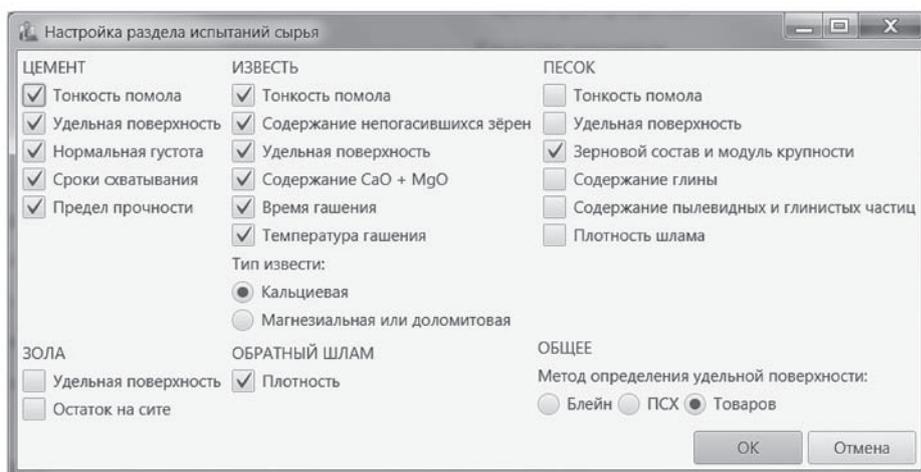


Рис. 2. Экран “Настройка раздела испытаний сырья”

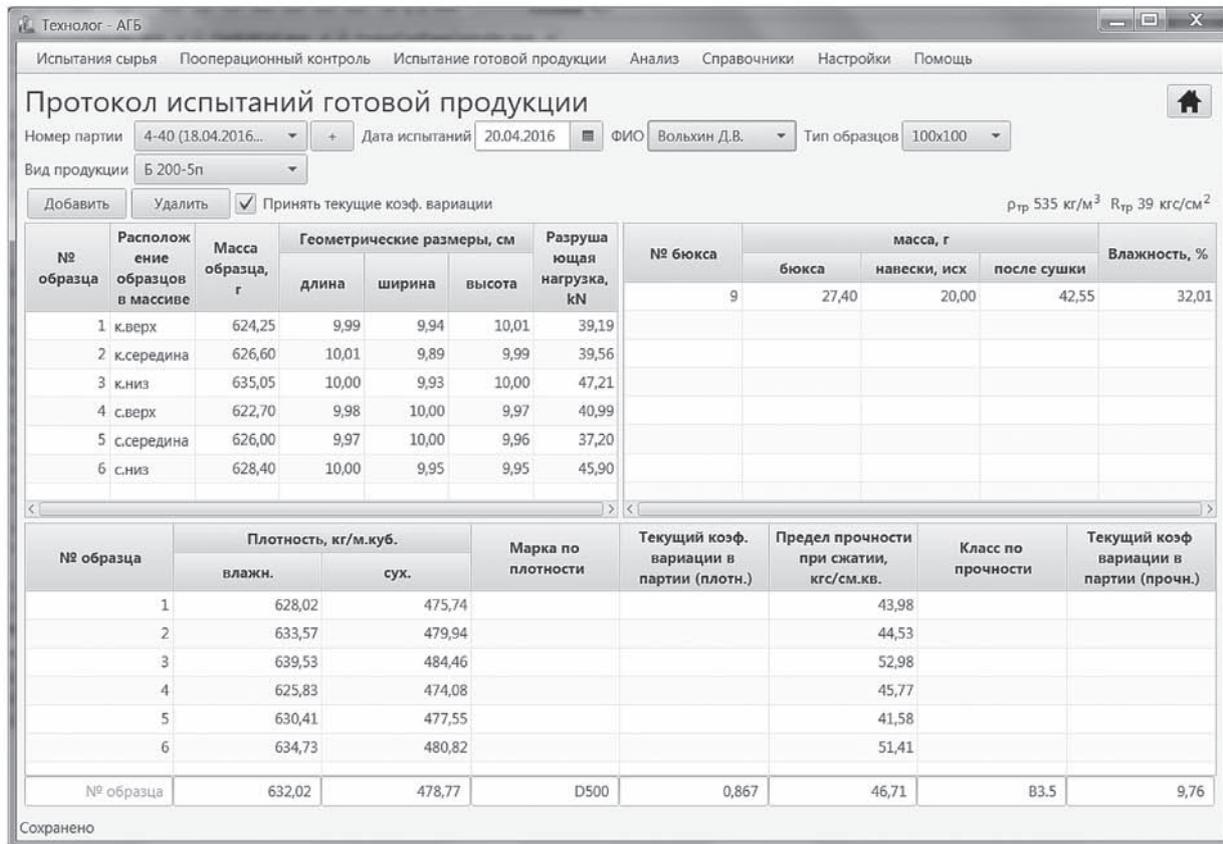


Рис. 3. Экран “Протокол испытаний готовой продукции”

раметров. “Технолог АГБ” предусматривает несколько вариантов анализа полученных данных. Прежде всего полученные характеристики сравниваются с нормативами, в качестве которых могут выступать требования общих нормативов (ГОСТ, ТУ и т.п.) или внутренней нормативной документации предприятия (технологический регламент, инструкции и т.п.). Данная функция активна во всех используемых журналах, при превышении нормативных параметров значение выделится красным фоном.

Программа также предусматривает возможность отследить изменение той или иной характеристики во времени (неделя, месяц, полгода и т.п.) и оценить отклонения от среднего уровня. Для оценки можно использовать как данные в виде таблицы, так и в виде графика. При использовании графика программа отображает среднее значение характеристики в виде прямой линии (рис. 4). По отклонению от данной прямой можно оценивать колебания изучаемой характеристики и сопоставлять их с производственной ситуацией.

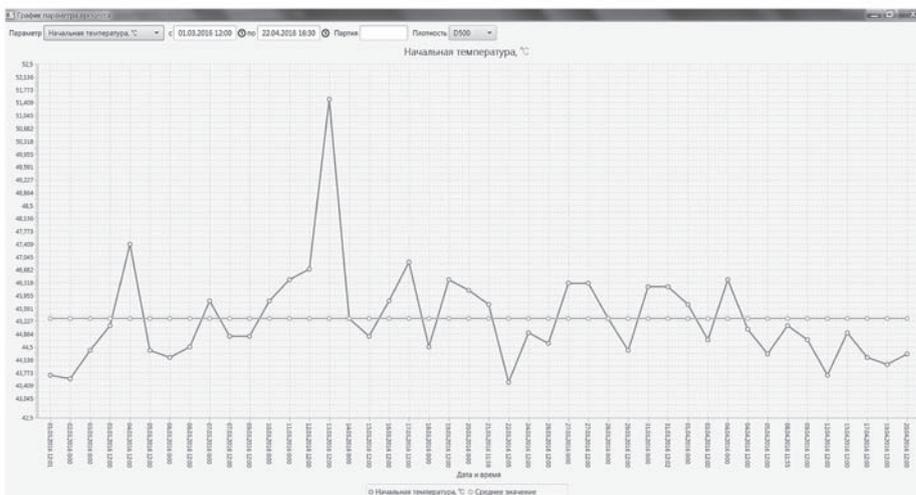


Рис. 4. График “Изменение начальной температуры смеси в период”

Технолог АГБ

Испытание сырья Пооперационный контроль Испытание готовой продукции Анализ Справочники Настройки Помощь

Анализ партии

Партия: 2-28 (25.02.2016) Б-300-4п Печать

Вид продукции: Б 300-4п

**Сырьевые материалы**

**Цемент**

Дата	Производитель	Остаток на сите №008, %	Удельная поверхность, см <sup>2</sup> /г	Нормальная плотность, %	Сроки скелетования		Предел прочности, кг/см <sup>2</sup>		Дополнительные испытания	Испытание пробы
					начало	конец	при изгибе	при сжатии		
25.02.2016 09:23	Цемент, ОАО	10.0	4576.9	32.0	03:10	04:15	64.6875	505.78		Байкова И.В.

**Известь**

Дата	Производитель	Содержание СаО+МgО, %	Содержание многоатомных эфиров, %	Испытание пробы
25.02.2016 08:48	Известь, ЗАО	0.0	3.0	Орлова И.С.

**Пооперационный контроль**

**Параметры процесса**

Дата	Партия	Марка по плотности	Соотношение В/Т	Начальная температура, °С	Распыл, см	Время набора прочности, мин	Конечная температура, °С	Пресска, мм	Контроль пробы
25.02.2016 12:00	2-28	D400	0,48	43,6	22	83	63	0	Алмонова Е.Ю.
25.02.2016 17:32	2-28	D400	0,48	45	19	84	60	2	Орлова И.С.

**Качество массивов**

Дата	Партия	Марка по плотности	№ автоклава	Расклония	Трещины	Сколы	Контроль пробы
25.02.2016 12:00	2-28	D400	2	0	0	0	Алмонова Е.Ю.
25.02.2016 17:36	2-28	D400	7	1	2	3	Орлова И.С.

**Готовая продукция**

Дата	Номер партии	Вид продукции	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Прочность, кг/см <sup>2</sup>	Влажность, %	Испытание пробы
25.02.2016 09:00	2-28	Б-300-4п	389.64	34.25	32.01	Байкова И.В.

Рис. 5. Экран “Анализ партии”

Наконец, функция “Отчет по партии” позволяет отобразить все данные, касающиеся этой партии на одном экране (рис. 5). Это даст возможность сопоставить результаты входного и пооперационного контроля с данными испытаний готовой продукции. Такое сопоставление позволит определить взаимное влияние результатов и поможет в установлении причин отклонения от требуемых значений.

**Составление отчетов и документов.** По результатам проведенного анализа можно составить различные отчеты (например, об отклонениях свойств сырьевых компонентов или выпуске некондиционной продукции), которые запрашиваются руководителем, снабженцем или поставщиками. Все сформированные в программе отчеты можно вывести на печать. Также “Технолог АГБ” по результатам испытаний готовой продукции составляет паспорт качества в соответствии с ГОСТ 31360. Сформированный паспорт можно распечатать или интегрировать с системой 1С.

Кроме перечисленных преимуществ, “Технолог АГБ” позволяет систематизировать и упорядочить работу по контролю производства и формированию оптимального технологического режима. Благодаря доступности информации с различных точек предприятия оптимизируется время на поиск необходимых данных и принятие корректирующих решений. Программа упрощает контроль за технологической дисциплиной и дает возможность осуществлять его дистанционно. Внедрение указанного продукта способствует

ет вовлечению различных подразделений предприятия в работу по повышению качества выпускаемой продукции, что способствует повышению эффективности проводимых мероприятий.

Таким образом, “Технолог АГБ” – это система электронных журналов, в которых отображаются результаты контроля всего производственного процесса. В отличие от применяемых на сегодня решений программа отличается простотой и удобством использования, возможностью выбирать необходимые параметры контроля и методики их определения. Ее применение позволяет повысить качество выполняемых расчетов и снизить вероятность ошибок. Наконец, рассматриваемая программа позволяет анализировать полученные результаты, выявляя закономерности и причины возможных отклонений от заданного технологического режима. Все это в конечном итоге позволяет оптимизировать затраты времени и средств на обеспечение выпуска качественной продукции и тем самым повысить эффективность технологической службы.

#### Литература

1. Тонкушин, А.А. Система управления производственным процессом для предприятий, производящих автоклавный газобетон // Опыт производства и применения ячеистого бетона автоклавного твердения: Материалы 8-й Международной научно-практической конференции. – Минск – Могилев: НП ООО “Стринко”, 2014. – С. 40–42.

2. Глебов, Б.А. Информационные технологии в помощь технологу АГБ // Современный автоклавный газобетон: Сборник докладов научно-практической конференции. – Санкт-Петербург, 2015. – С. 22–25.

## Эффективные и экономичные системы групповой упаковки ячеистого бетона автоклавного твердения

Ширский А.Н., ведущий менеджер по продажам проектов

“Роксор Индастри” – надежный поставщик с многолетним опытом работы в сфере транспортной упаковки предлагает широкий спектр экономически эффективных решений: от проектирования и сервиса поставляемого оборудования до расходных материалов. Наши проекты по автоматизации внедрены на различных российских предприятиях и успешно работают уже много лет.

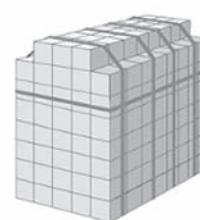
“Роксор Индастри” может предложить полный спектр упаковочных решений для паллет:

– Паллетирование газобетонных блоков. Паллетайзеры Goldpack (Словения);

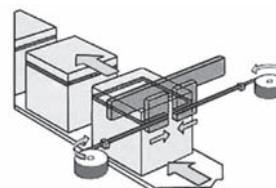
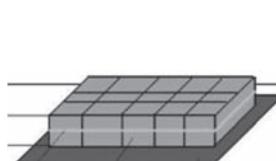
– Системные решения Страпекс/Оргапак (Швейцария) для создания новых линий или интеграции в существующую линию с использованием вертикальной, горизонтальной обвязки или технологии Endsealer.



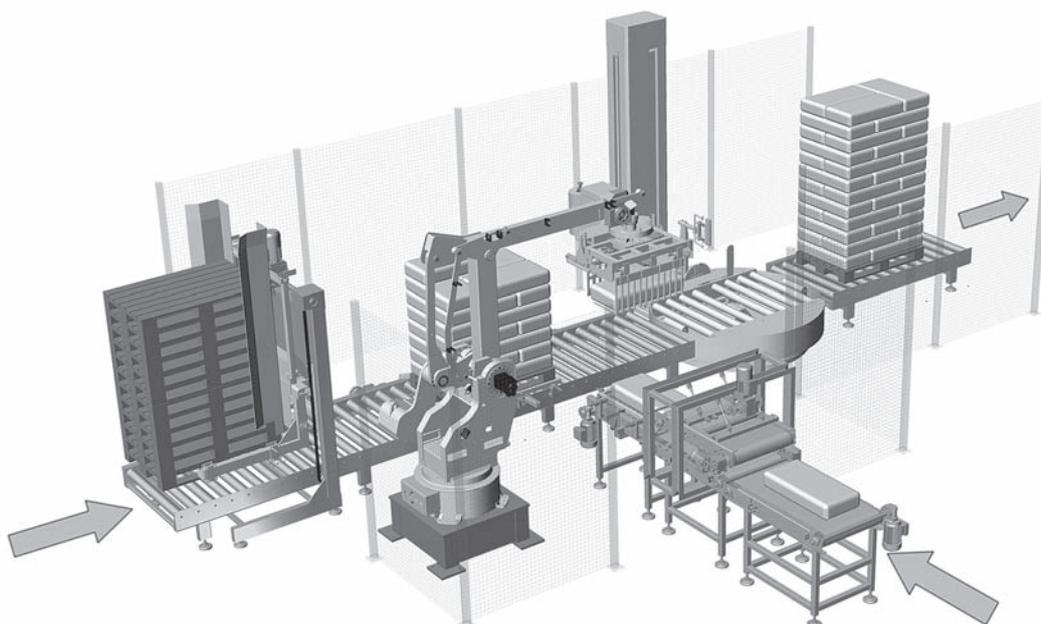
А) Вертикальная обвязка



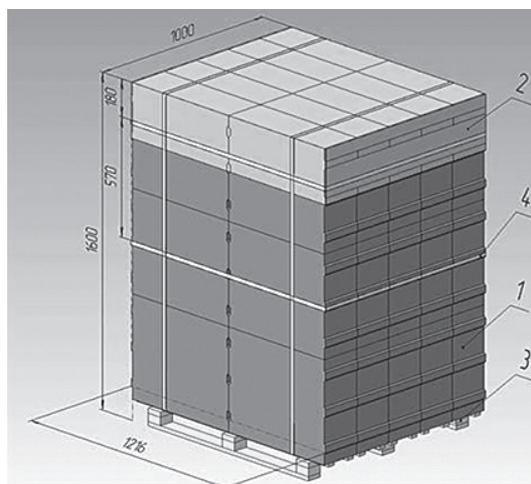
Б) Горизонтальная обвязка



В) Обвязка по технологии Endsealer, основанная на принципе “спайки концов ленты” Технология позволяет производить обандероливание, нанесение логотипа и этикетки на ленту.

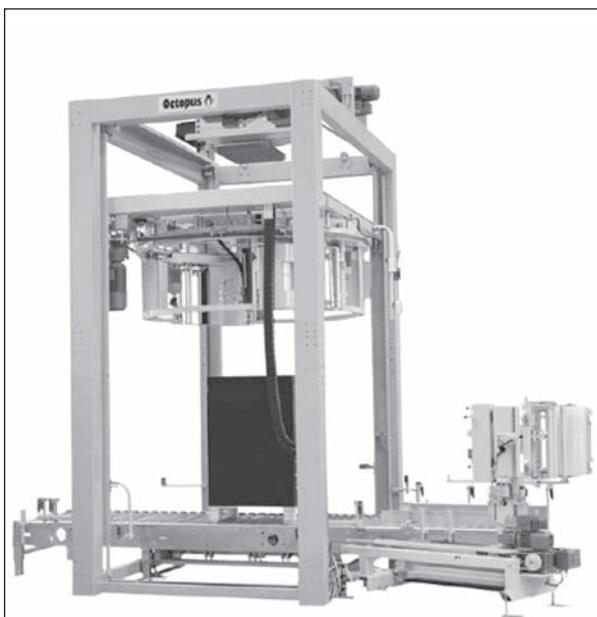


– Защита от влияния окружающей среды накрытием сверху или обмоткой;



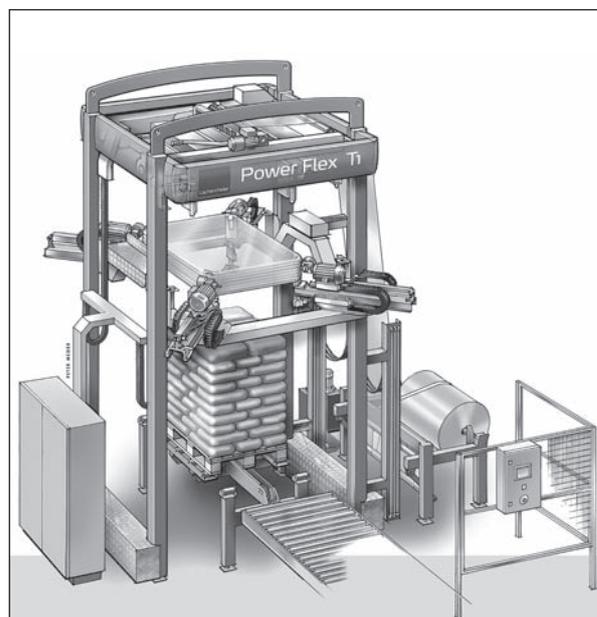
Рекомендуемый вариант обвязки газобетонных блоков

– Упаковка паллет в стретч-пленку (в т.ч. с логотипом) на машинах Haloila серии OSTOPUS (Финляндия).



– Стретч-худ упаковка. Машины Lachenmeier (Дания).

Оборудование позволяет производить упаковку паллет с различными габаритами поточным способом на одной машине с применением нескольких видов пленок разных размеров.



**Анализ стоимости упаковки паллет по различным технологиям (по состоянию на февраль 2016 г.)**

Ниже приведена стоимость (без учета НДС) в российских рублях упаковки паллет по различным технологиям, рассчитанная для габаритов паллеты 1250x850x1750мм.

Стоимость паллеты шринк-худ – 179 руб.

Стоимость паллеты стретч-худ 120μ – 197 руб.

Стоимость паллеты 4в+2г обвязок (РЕТ 12x0.59) – 20 руб.

Стоимость паллеты 14 витков 2 слоя машинный стретч 23и – 23 руб.

Стретч – худ 50μ+ обвязка 2в – 106 руб.

Огромный опыт “Роксор” позволяет предложить своим клиентам возможность оптимального выбора упаковочного оборудования, расходных материалов и запчастей, проектирование, программирование, шеф-монтаж, пуско-наладку упаковочных линий, обучение технических специалистов клиента, а также возможность увеличения стандартной гарантии производителя оборудования до 5 лет.

На нашем складе всегда в наличии рекомендуемый производителем запас запчастей и расходных материалов для оперативного пополнения вашего производства.

**ЗАО “Роксор Индастри”**

ИНН 7801139889, КПП 780101001

Малый пр. В.О, 30-32

199178, Санкт-Петербург, Россия

Тел. 8 800 555 78 50, +7 812 327 78 50

e-mail: info@roxor.ru

www.roxorindustry.ru

# Возможности применения и преимущества метода упаковки Стретч Худ в отрасли ячеистого бетона

Christian Kjeldal,  
Algimantas Ivaskevicius,  
Пичугин С.А.



Lachenmeier      Мировой лидер в Стретч Худ

## Lachenmeier - меньше это больше

Инновационная технология Стретч Худ для упаковки паллет.  
Занимает ведущую роль в газобетонной промышленности.

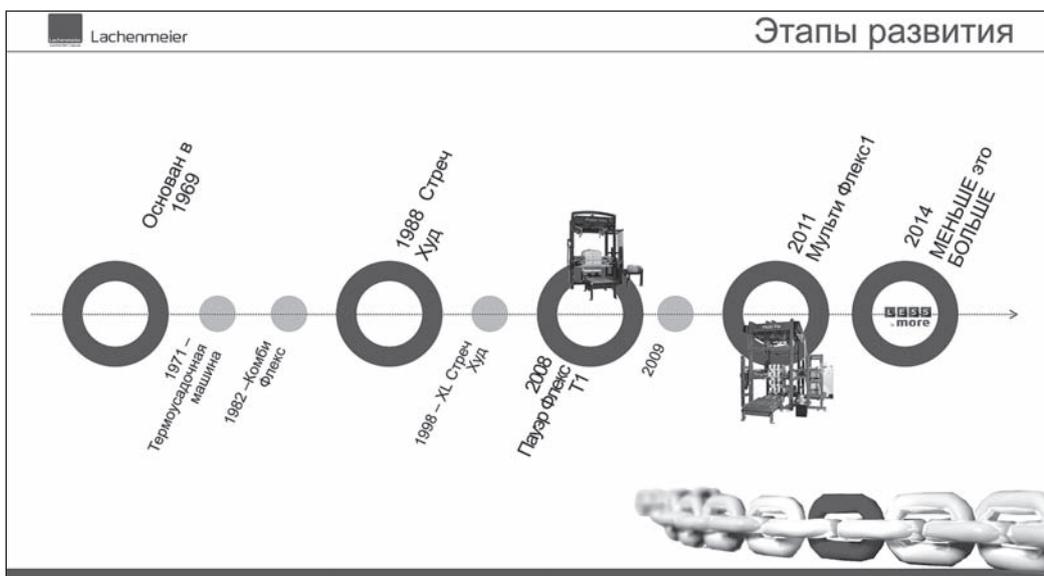
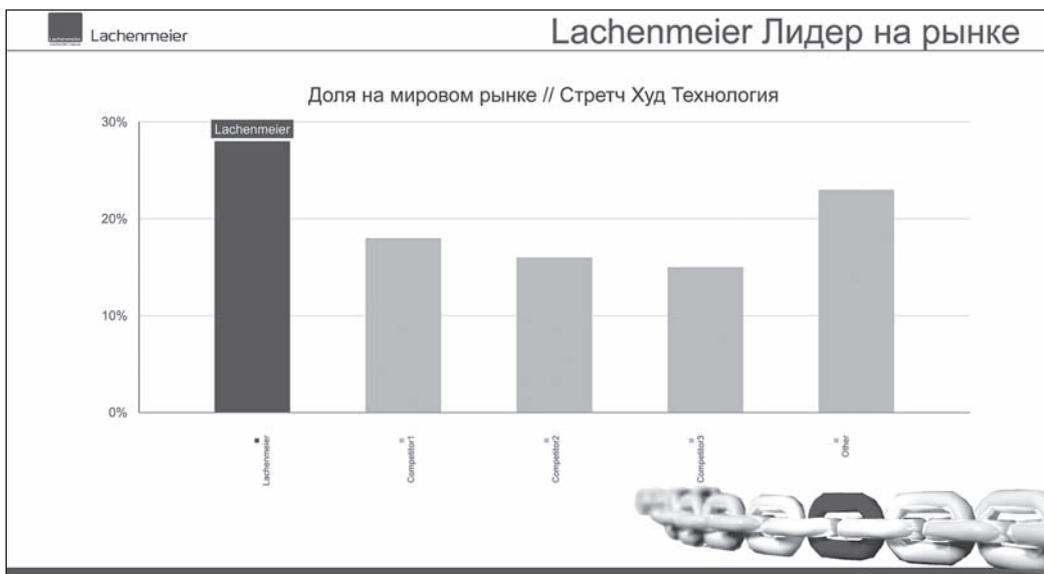


Lachenmeier



Лидер на рынке технологии Стретч Худ  
На мировом рынке с 1969 года  
Изобретение технологии Стретч Худ в 1988  
Машины • Пленка • Обслуживание





**Lachenmeier** **Мировой сервис**

**Персональный подход к обслуживанию**



24-часовая горячая линия

**Высококвалифицированные сервисные инженеры**



Техподдержка и ремонт

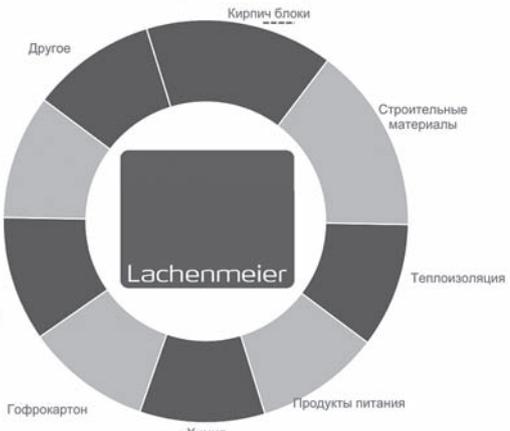
**Lachenmeier** **Отрасли применения**

Вы называете, мы упаковываем..!

Мы поддерживаем решения стретч худ во всех отраслях промышленности.

Благодаря нашим новым технологиям и последним достижениям в области производства пленки, наши самые крупные сегменты, помимо строительства, это производство кирпича.

Мировой лидер на рынке кирпича, блоков и плитки.



**Lachenmeier** **Газобетон**

- Оптимальная стабильность
- Пленка с логотипом
- Перфорированная пленка
- Оптимальная защита от повреждений
- Пониженный расход пленки



Пленка с логотипом



Устойчивость к проколам на острых углах



Плоский верх



Как сделать...

**Lachenmeier** Преимущества упаковки

**Оптимальная стабильность**

- Использование пленки позволяет решить множество задач
- Обеспечение наилучшего удержания груза на паллете.
- Главное в пленке – размер, толщина и качество.

Горизонтальное и вертикальное крепление

Компактное складирование

Логотипы

Прочность

Перфорированная пленка

**Lachenmeier** Преимущества упаковки

**Прозрачная упаковка или логотип**

- Хорошо считываемые штрих коды
- Эффективный брэндинг и маркетинг
- Качественный внешний вид

Прозрачность

Пленка перфорированная и с логотипами

Оптимальный брэндинг

Логотипы

**Lachenmeier** Знать как

Знайте содержимое

Получайте высокое качество

Стретч Худ машины и пленка

Производители сырья      Производители пленки      Lachenmeier

Lachenmeier

## От Стретч пленки к Стретч Худ

### Анализ упаковки паллет

Ваша упаковка соответствует вашим требованиям?

Вы уверены, что ваша упаковка обеспечивает максимальную привлекательность при минимальных затратах?

Мы предлагаем **БЕСПЛАТНЫЙ** анализ вашей упаковки.



Lachenmeier

## Оборудование Lachenmeier

### Мульти Флекс1

- Для различных размеров паллет
- До трех пленок с автоматической сменой
- Макс. 200 п/ч, 2000 мм паллет
- Макс. 160 мкр пленка, для паллет > 2000 мм



Наиболее универсальный продукт на рынке

### Пауэр Флекс Т1

- В основном один размер паллет
- Только одна пленка с автоматической сменой
- Макс. 100 п/ч, 2000 мм паллет
- Макс. 120 мкр пленка, для паллет 2000 мм



Наиболее распространенная машина на рынке

Lachenmeier

## Технические преимущества

### Сохранность пленки

Размотка пленки во время натяжки  
Патент Lachenmeier

- Более тонкие пленки
- Меньший размер пленок
- Разнообразное качество
- Самый низкий ТСО



Lachenmeier

## Технические преимущества

### Обслуживание на уровне пола

Запатентованная функция опускания рамы

Легкий доступ ко всем видам обслуживания.

Не нужно взбираться на верх машины по стремянке с ящиком инструментов за спиной – рама сама опустится к вам.

Это очень просто...



Lachenmeier

## Удобный сервис

Все обслуживание происходит на уровне пола

**Выдвижные боксы**  
Нет необходимости носить с собой инструменты и запасные части к верхней части машины.  
Просто опустите раму машины на нужную вам высоту.

**Нож и сварная планка**  
Выберите пункт нож для пленки/сварная планка на панели управления машиной и устройство подачи пленки переместится в нужное для замены положение.  
Одним движением

**Замена пленки**  
Опустите вниз устройство подачи пленки для замены рулона.  
Никакой лишней траты пленки.



Выдвижные боксы      Смена ножа      Сварная планка      Замена пленки



Lachenmeier

## Резюме

**LESS is more**  
lachenmeier.com/less-is-more

- Высококласное запатентованное оборудование
- Знание производства пленки
- Оптимальный размер, толщина пленки и ее качество



## Интернет-маркетинг – от рекламы к продвижению

Ружинский С.И., руководитель портала ВЕСЬБЕТОН.RU (www.allbeton.ru)  
Бузинов Ф.В., программист портала

Прошедший год стал эпохальным для Рунета. Раньше популярность Интернет-ресурса можно было купить. После введения поисковыми сервисами запрета на платные ссылки на первое место выходит качество контента. Посыпался весь рынок SEO-оптимизации и продвижения сайтов, базировавшийся на принципах “обмани поисковик” во всех его интерпретациях. Теперь поисковики оценивают не сайт, а поведение человека, его посетившего: количество прочитанных страниц, время, затраченное на это, откуда пришел, куда ушел и т.д. Интернет меняет нашу жизнь – на смену TV приходит Интернет TV, блоги превращаются в аналоги СМИ, форумы и Вики – в подсистемы внешней памяти, куда обращаются уже по каждому пустяку. Интернет обретает черты самоорганизации (технология WEB 2.0), становясь тем лучше, чем больше людей участвует в его наполнении и использовании. Меняются не только приоритеты, но и сами способы и методология рекламного присутствия в Интернете.

Строительная периодика стремительно деградирует до уровня рекламных буклетов. Массовому читателю она уже не интересна, для профессионалов тиражи избыточны. Рекламные бюджеты все меньше коррелируют с достигаемым эффектом. Рекламисты зреют к пониманию, что нужно менять не только место, но и формат присутствия. Прямая реклама, как способ завоевания и перераспределения рынка сбыта, теряет свою эффективность, ограничиваясь ролью сервисного агрегата между Покупателем и Продавцом – удерживать покупателя, превратив его из потенциального в реального.

Рекламные бюджеты бьют по площадям, повышая собственное реноме рекламиста, но практически не отражаясь на продажах, которые обеспечивают потенциал, сформировавшийся естественным способом.



В такой ситуации борьба за умы и предпочтения Покупателя ложится на “продвижение”. Оно не повышает объемы продаж напрямую, но повышает эффективность рекламы. Расширяет поле ее воздействия за счет направленной селекции и продуцирования спроса через информированность.

Реклама обезличена, коммуникативное взаимодействие односторонне. Ее эффективность сложно предугадать и практически невозможно спрогнозировать без апробации на фокус-группах. Не зря ведь золотое правило рекламиста “...никогда не примеряй рекламу на себя...”.



Продвижение предполагает общение в стиле популяризаторства. Оно уже более персонафицировано и создает двунаправленные коммуникативные каналы, что предопределяет автоматическое формирование фокус-группы с возможностью поднастройки именно под нее [1].



Реклама стремится к менторству, продвижение – к дискуссии. Искусство продвижения – удержать необходимый баланс, очертив суть рекламного посыла рамками взаимовыгодного общения.

Рассмотрим средства и способы, доступные интернет-маркетингу, через призму их потенциала реализовать концепции рекламы и продвижения. В качестве иллюстраций будут использоваться некоторые наработки портала ВЕСЬБЕТОН.RU ([www.allbeton.ru](http://www.allbeton.ru))

### Сайты

На первое место в деле “продвижения” большинство, несомненно, поставят сайты. Большие и красивые, они априори являются признаком солидности и респектабельности Продавца. И это так. Но к собственно продвижению товара большинство из них имеют весьма опосредованное отношение. Скорее, это все та же одна из моделей рекламы, поданная в более расширенном формате. Но в любом случае успешность того или иного сайта определяется целым комплексом характеристик. Что главное?

Безусловным судьей, ранжирующим сайты, являются поисковые машины – в первую очередь Яндекс и Гугл. Машинный алгоритм ранжирования Яндекса (MatrixNet) – это самонастраивающаяся подсистема искусственного интеллекта, оперирующая более 800 фак-

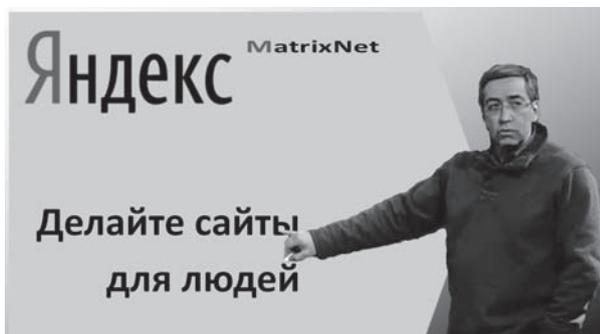
торами ранжирования. Разработчики сами доподлинно не знают, как там все работает. Но конечный результат вычислить элементарно. Кратко и понятно его сформулировал безусловный гуру поисковой оптимизации и разработчик поисковых машин Игорь Ашманов: “Делайте сайты для людей, а не для поисковиков” [2].

**“Сайты для людей” – это очень сложно и затратно. Отсутствие двунаправленных коммуникативных каналов предопределяет сайты как субъект рекламы. Продвижение возможно только в форме популяризаторских материалов в жанре “статья”. Но копирайтеров много, а популяризаторов – единицы.**

### Социальные сети

Бытует устойчивое мнение о высоком рекламном потенциале социальных сетей. Это и правда, и неправда. Следует четко различать, кто и для чего их изначально создавал, тогда все становится на свои места. И хотя психологи называют массовую потребность общения пользователей в социальных сетях современной формой безумия, но как способ социального инжиниринга или инструмента цветных революций глупо их недооценивать. В качестве рекламного инструмента, а уж тем более как способ продвижения, социальными сетями можно и нужно пользоваться, но только ясно понимая, что они – продукт 120-летнего эволюционного развития идей Гюстава Ле Бона, исследовавшего поведенческую мотивацию больших людских сообществ.

Нужно четко осознавать, что социальные сети это вотчина профессионалов социоинжиниринга, для которых рядовой пользователь – это информационный шум и “корм”. В Твиттере, к примеру, только каждый десятый пользователь – реальный человек [3]. Аналогичная ситуация и в других соцсетях. Тратить деньги и выстраивать рекламную деятельность, ориентируясь на спамботов, – верх безумства. Но можно сформировать свое локальное сообщество.



щество, пусть и малое, насчитывающее сотни, в лучшем случае – тысячи членов. И уже в рамках этого сообщества вести работу. В первую очередь по оперативному информированию и координации информационных потоков.

**Из нашего опыта можно признать достаточно успешной модель, когда соцсети выполняют информирующую, перенаправляющую или замыкающую функцию, агрегируя весь информационный комплекс портала в единое целое. В силу технических ограничений социальные сети пока мало результативны как в рекламе, так и в продвижении. Хотя их потенциал заставляет вести исследования в данном направлении.**

### Блоги

Блоги это своего рода самодельный журнал, в котором авторский стиль и метод подачи материала реализован с использованием Интернета. Каждая запись – это только отдельное, частное мнение автора на момент публикации. Чрезвычайно трудоемкий и малоэффективный способ присутствия в Интернете. Скорее, способ самовыражения, чем информационной работы. Наиболее популярными являются общественно-политические направления. В связи с развитием платформ видеохостинга и в первую очередь YouTube в настоящий момент бурно развивается новое ответвление – “видео-блоги”. Унаследовав все недостатки традиционных блогов, видеоформат обрел новые – видеоконтент по определению не индексируется поисковыми сервисами. В подавляющем большинстве видеоблоги это все та же “говорящая голова” из телевизора с той лишь разницей, что теперь их миллионы.

### Форумы

Форум – специфический формат, где вопросы встречаются с ответами. И хотя у них имеются серьезные недостатки системного характера, форумы позволяют при минимальном вкладе создавать устойчивые долгоиграющие модели циркуляции информации, основанные на вирусном маркетинге.

Вирусный маркетинг применительно к рекламе и продвижению в строительной индустрии исследуется давно [4]. Его основа – биоэнергетика нервной деятельности высших приматов [5], олицетворенная формами естественного языка, для которых важны не столько логичность и аргументированность, сколько эмоциональное и подсознательное воздействие [6].

Форумы очень мощное, но обоюдоострое оружие, эксплуатирующее не только фактологическую составляющую контента, но и эмоциональную, позволяя любой рекламный посыл превратить в антирекламный. Равно, как и наоборот.

Все зависит от уровня профессионализма, компетенции, дара популяризаторства и степени владения основами вирусного маркетинга.

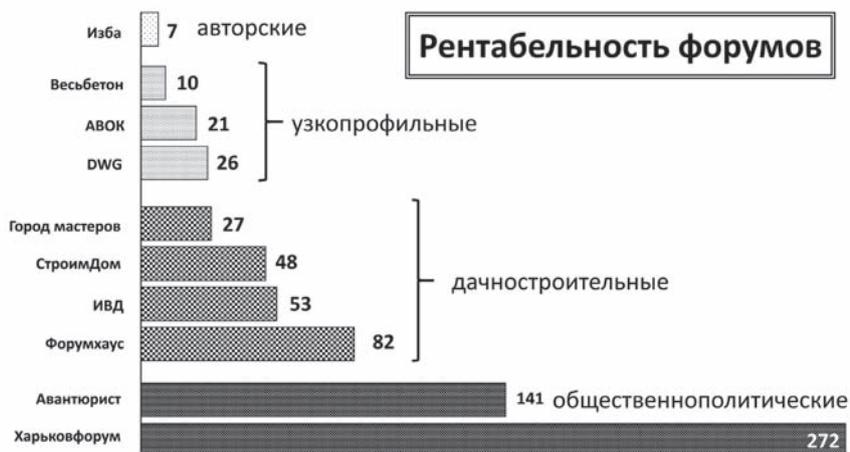
### Продвижение с использованием форумов

В настоящий момент на всех строительных форумах уже четко прослеживаются как отдельные специалисты, так и целые команды, работающие за зарплату, плотно и целенаправленно отработывающие продвижение тех или иных товаров. В случае недостаточной профессиональной подготовленности специалисты по продвижению, курирующие дачно-строительное направление, обычно эксплуатируют информационный контент, накапливаемый на узкопрофессиональных ресурсах. В этом плане профессиональные форумы являются началом пищевой цепочки – выход в сегмент не рекламы, но популяризации нужно начинать именно с них.

Дачно-строительные форумы несут всю тяжесть продвижения, они на виду и занимают львиную долю внимания аудитории. Но направляют вектор их движения узкопрофессиональные форумы, которые довольствуются задним планом.

Существуют объективные параметры оценки эффективности того или иного Интернет-ресурса. Можно самостоятельно это сделать по данным открытой статистики. Но абсолютные цифры мало что скажут неспециалисту. Между тем в экономике давно существует такое понятие, как рентабельность – степень эффективности усилий. И рассматривая любое начинание через призму рентабельности можно очень точно его характеризовать. Результат работы любого форума – это количество сообщений. Частота их упоминаний на сторонних ресурсах может выступить качественной оценкой. Соотнеся одно с другим, вычислим для форума некий аналог рентабельности – насколько ценна размещаемая на нем информация с точки зрения Интернет-сообщества. Для нашего случая примем обратную величину – чем меньше, тем лучше.

Для исследования было взято 4 типа форумов. По предложенной методике наивысшая рентабельность у авторских и узкопрофильных ресурсов. Так, для портала ВЕСЬБЕТОН.RU в среднем каждое десятое сообщение с форума продуцирует информационный шлейф на других ресурсах. С точки зрения Интернет-сообщества, ценность информационного контента, размещенного на общественно-политических форумах примерно на порядок ниже. Дачно-строительные разместились между ними.



### Самоорганизация форумов

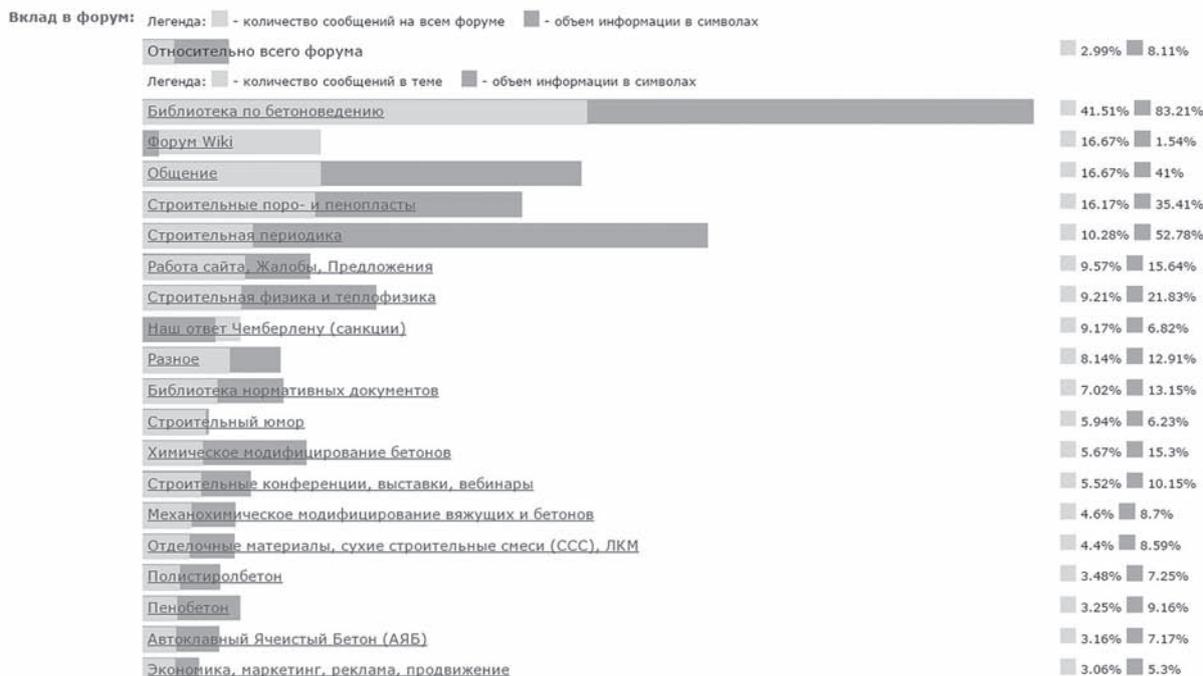
Комплексная оценка тематической направленности дачно-строительных форумов показывает, что наиболее сбалансированно общестроительная тематика представлена на «Форумхаус» (forumhouse.ru) и «ВашДом» (vashdom.ru). «Город мастеров» (mastercity.ru) делает акцент на сантехнику и отопление, ИВД (ivd.ru) – на дизайн внутреннего убранства. Украинские форумы уверенно мигрируют в общественно-политический формат со строительным уклоном. На крупнейшем украинском «Строимдом» (stroimdom.com.ua) тематика «Жизнь после стройки» занимает уже 47% объема, а политический реслинг всех со всеми – почти 10%.

Крупных узкопрофильных порталов строительной тематики в Рунете всего 3. АВОК

(abok.ru) специализируется на климатической технике во всех ее разновидностях, DWG (dwg.ru) – на проектировании с акцентом на CAD-системы, ВЕСЬБЕТОН.RU (allbeton.ru) – вотчина строительного материаловедения во всех его проявлениях.

Не секрет, что любой Интернет-проект преследует те или иные коммерческие интересы, напрямую зависящие как от количества посетителей, так и от их профессиональной и социальной принадлежности. Целевая аудитория, сформированная узкоспециализированным ресурсом, обладает феноменальным откликом на столь же специализированный рекламный посыл. Поэтому сообщество Посетителей – главный коммерческий капитал любого форума. С целью его поддержания и разви-

### Активность на сайте



тия на всех форумах ведется внутренний самоконтроль за качеством контента. В рамках плановой оптимизации портала под задачи продвижения нами впервые было реализовано решение, наглядно иллюстрирующее репутацию каждого пользователя через степень его вовлеченности в конкретную проблематику.

**Форумы – оптимальная и наиболее эффективная площадка для целей продвижения. Рекламистская же работа на форуме возможна лишь “под прикрытием” администрации, не допускающей или блокирующей антирекламу.**

### Вики-системы

Вики-системы это способ кристаллизации знания самоорганизующимися сообществами. Всем известный пример – Википедия. Обычно ее подвергают уничижительной критике. Как правило, это те, кто с ней не работал и не способен комплексно оценить потенциал данного формата информационного присутствия.

К примеру, статья о пенополистироле – объемом 230 тыс. знаков, содержащая 397 ссылок на предварительно оцифрованные первоисточники, работу над которой команда Весьбетона вела 2 года, несла настолько оглушительные последствия, что были предприняты титанические усилия по ее уничтожению. В настоящий момент актуальным является усеченный вариант этой статьи (13 тыс. знаков, 42 первоисточника), хотя из-за особенностей википедийного формата первоначальный вариант все также доступен. Благодаря одной этой статье была изменена как тональность,

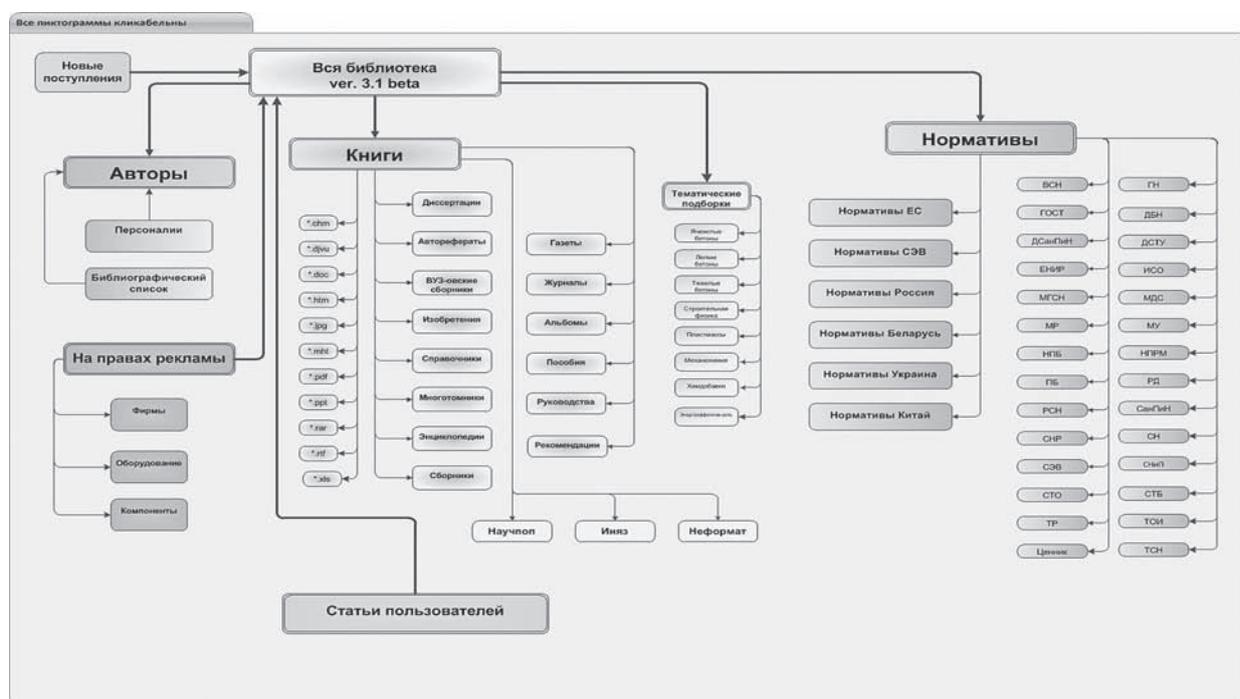
так и направленность всей рекламной кампании по продвижению пенополистирола, серьезные подвижки коснулись диссертационного процесса и акцентов научных публикаций касательно энергоэффективного строительства с использованием пено- и поропластов.

На Весьбетоне впервые удалось развернуть Вики-систему в полноценный и самодостаточный фрагмент портала – электронную библиотеку, работающую на движке MediaWiki. В настоящий момент она насчитывает 20 495 единиц хранения – книги, журналы, статьи, нормативная документация. Отдельный пласт представляют более 700 диссертаций. Практически все самое ценное и нужное по тематике строительного материаловедения уже оцифровано и выложено в открытый доступ с обеспечением “видимости” в Интернете поисковыми сервисами, что качественно изменило проблему копирайтинга и плагиата для научных и диссертационных работ. Система “Антиплагиат” установлена уже в 510 ВУЗах России, информационный контент она черпает в основном с электронных библиотек.

**ВИКИ-системы чрезвычайно результативны в плане продвижения, но столь же и затратны. Примеры удачной реализации единичны.**

### Примерная тематическая направленность продвижения газосиликата способами интернет-маркетинга

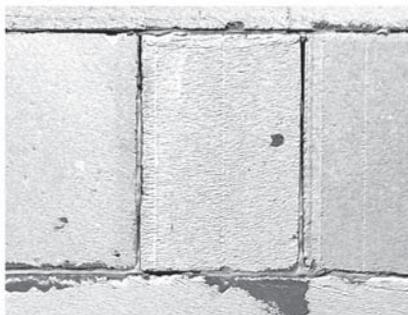
Опыт коттеджного домостроения наглядно иллюстрирует парадоксальную ситуацию, когда газосиликат, удовлетворяющий всем тепло-



ГОСТ 5802-86 Растворы строительные. Методы испытаний

$$V = 100 - \frac{m_2 - m_1}{m_4 - m_3} \cdot 100$$

ошибка 7.7 раза



физическим требованиям, тем не менее подвергается дополнительному утеплению. Разрешение данного противоречия методами продвижения способно серьезно перераспределить рынок в пользу газосиликата, особенно в нише коттеджного домостроения. Объективные предпосылки, обусловленные процессами выхода на квазистационарный влажностный режим, не всегда способны объяснить данный факт в полной мере. По всей видимости, огромную роль играет и негерметичность кладки из-за неудовлетворительных характеристик растворных прослоек. Ошибка в нормативном документе [7] на 30 лет заблокировала направленную модификацию тощих растворов, взамен сформировав новое направление для ССС.

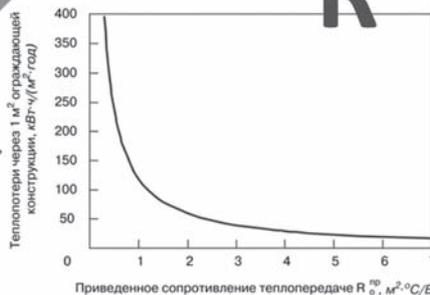
Нелинейная зависимость теплопотерь ограждающей конструкции от ее термического сопротивления все еще является откровени-

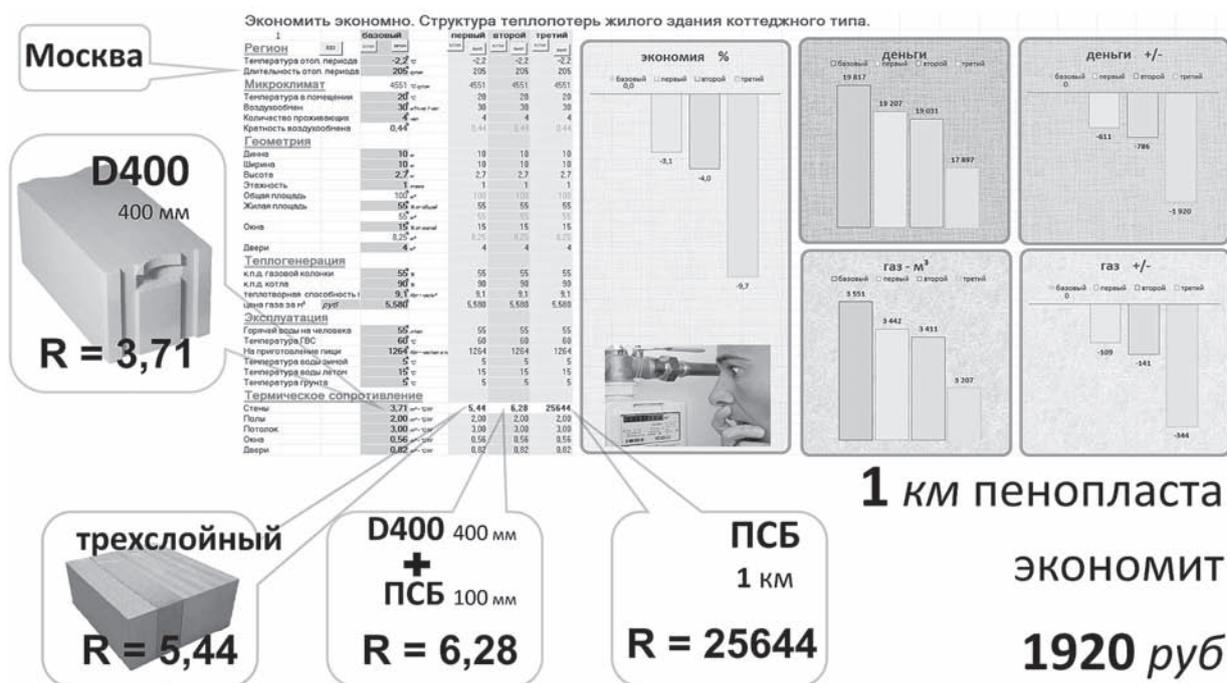
ем для большинства строителей. Физический и экономический смысл формулы с одной переменной парадоксально диссонирует со всей политикой энергоэффективных мероприятий, сформированных агрессивной рекламой многослойных систем утепления. Суммарная структура теплопотерь здания не ограничена трансмиссионной составляющей. Доля вентиляционных и на ГВС теплопотерь существенно меняет картину в годовом цикле и способна принципиально изменить как очередность энергосберегающих мероприятий, так и их направленность.

При рассмотрении проблемы энергоэффективного строительства с учетом объективных критериев теплофизического нормирования газосиликат становится самодостаточным стеновым материалом, оптимально удовлетворяющим запросы потребителя. И в первую очередь для сегмента коттеджного домострое-



$$W = \frac{1}{R}$$





ния. Но рядовой застройщик с одной стороны не располагает профессиональными знаниями в этой области. С другой – находится под постоянным рекламным прессингом продавцов систем утепления.

Портал ВЕСЬБЕТОН.RU много лет ведет грамотную и целенаправленную популяризацию этих направлений, ориентируя работу именно на сегмент коттеджного домостроения [8, 9]. Многолетний опыт подсказывает и нетривиальные подходы. Так, нами была создана программа-калькулятор “Экономить экономно”, в которой теплопотери здания рассматриваются с позиции разумной достаточности с ориентацией именно на неподготовленного пользователя.

Доведением до абсурда проиллюстрирована теплоизоляционная самодостаточность газосиликата. Утепление стандартной конструкции из D400 с помощью 1 км пенопласта экономит всего 1920 руб. в год.

#### Литература

1. Ружинский, С.И. Подсистемы искусственного интеллекта. – Харьков, ХАИ, 1991.
2. Ашманов, И., Иванов, А. Оптимизация и продвижение сайтов в поисковых системах. – С.-Петербург, СПбГЭУ, 2012.
3. Федоров, Д.Ю. Гуманитарные аспекты информационной безопасности. – С.-Петербург, “Питер”, 2013.
4. Ружинский, С.И. Сарафанное радио. Неожиданный взгляд на строительный Интернет с позиций “вирусного маркетинга” // Популярное бетоноведение, 2004, № 2.

5. Савельев, С.В. Нищета мозга. – М.: ВЕДИ, 2014.
6. Шалак, В.И. Логический анализ сети Интернет. – М.: ИФРАН, 2005.
7. ГОСТ 5802–86 Растворы строительные. Методы испытаний.
8. Строительная теплофизика – инструмент конкурентной борьбы, или...? // Материалы Международной строительной конференции “Популярное Бетоноведение–2007”.
9. Ружинский, С., Портник, А., Савиных, А. Все о пенобетоне. 2-е изд. – С.-Петербург, ООО “Стройбетон”, 2006.

Научное издание

# Опыт производства и применения ячеистого бетона автоклавного твердения

Материалы  
9-й Международной научно-практической конференции  
Минск, 18–19 мая 2016 г.

Ответственный за выпуск *Е.С. Пате́й*  
Редактор *В.Г. Морозова*  
Компьютерный дизайн и верстка *Е.Ю. Гурбо*

Подписано в печать 12.05.2016 г. Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>.  
Бумага офсетная. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 14,5. Уч.-изд. л. 10,6. Тираж 160 экз. Заказ 2437

Частное производственно-торговое  
унитарное предприятие «Колорград».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя,  
распространителя печатных зданий № 1/471 от 23.12.2015.  
Пер. Велосипедный, 5-04, 220033, г. Минск.

Издательско-полиграфическое  
унитарное предприятие «Донарит».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных зданий № 2/108 от 07.04.2014.  
Ул. Октябрьская, д. 25, оф. 2, 220030 г. Минск, тел. (017) 389 73 00  
[www.donarit.com](http://www.donarit.com)

# Силоса для хранения ЦЕМЕНТА, ИЗВЕСТИ (800 тонн)



ОАО "Евросиликат" УНН 290,494352

**+375-29-6544576**  
**eurosilicate@tut.by**



# Национальная Ассоциация Производителей Автоклавного Газобетона

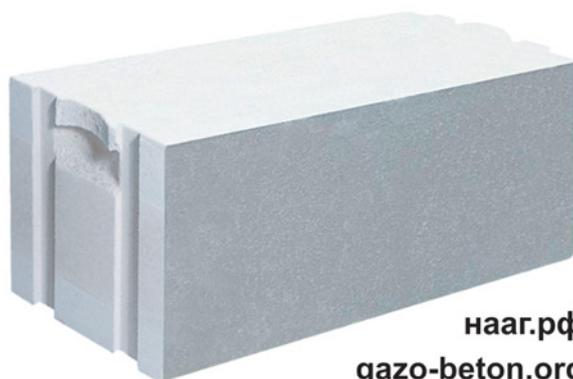
- разработка и локализация нормативной документации
- проведение семинаров и конференций



- популяризация энергоэффективного строительства
- подготовка аналитической и статистической отраслевой информации

**Автоклавный газобетон -  
самый массовый материал в России.**

**Мы выражаем интересы отрасли**

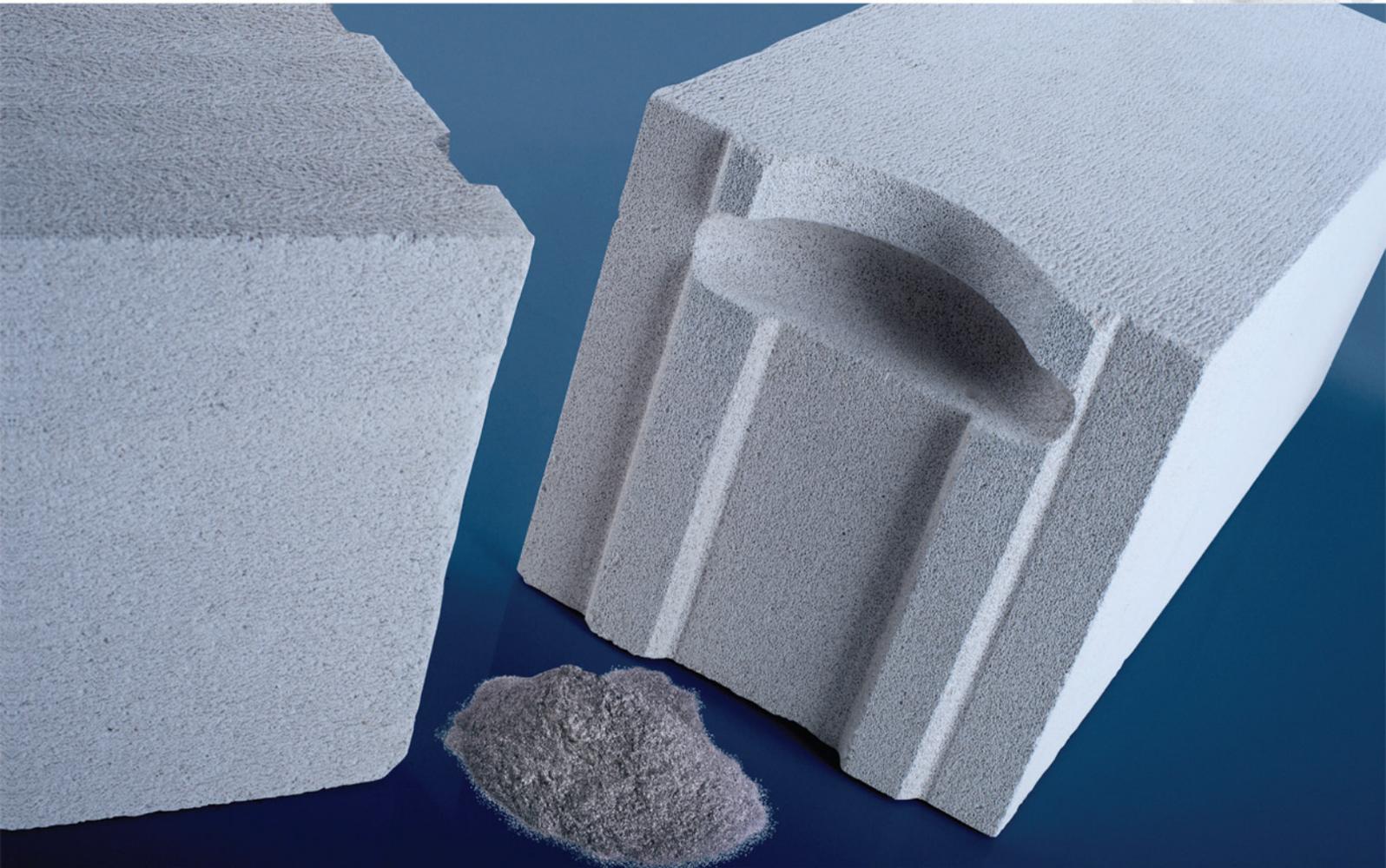


нааг.рф  
gazo-beton.org

# Benda-Lutz



## Metallic Effects



**Алюминиевые пудры и пасты для ГБ**  
(Автоклавного газобетона)

**Proszki i pasty aluminium do produkcji ABK**  
(Autoklawizowanego Betonu Komórkowego)

**Aluminium powders and pastes for AAC**  
(Autoclaved Aerated Concrete)

**Aluminiumpulver und - pasten für Porenbeton**