Национальная Ассоциация
Производителей Автоклавного Газобетона

Шленк Металлик Пигментс ГмбХ

SCHLENK

Научно-практическая конференция «Современное производство автоклавного газобетона»

Сборник докладов

Палета UMKA · Нокотек · H+H · RoxorIndustry · KangRun · CEMTEC Cement & Mining Technology

SINCE 1892 WEHRHAHN · Промышленная группа СТРОЙКОМПЛЕКТ · Профиль-Строй · Ассоциированный член Российского союза химиков ТД "НЕФТЕХИММАШ"КО" · baumit.com

Санкт-Петербург
2011

Научно-практическая конференция «Современное производство автоклавного газобетона»

Сборник докладов

Под редакцией научно-технического совета
Национальной Ассоциации Производителей Автоклавного Газобетона

Санкт-Петербург
2011

ББК 38.3
Н 34

Научно-практическая конференция «Современное производство автоклавного газобетона»: сборник докладов / под редакцией научно-технического совета Национальной Ассоциации Производителей Автоклавного Газобетона. – СПб, 2011 – 173 с.

Сборник содержит материалы докладов участников научно-практической конференции «Современное производство автоклавного газобетона», прошедшей 16-18 ноября 2011 года в Санкт-Петербурге. Основными темами конференции являлись: технология производства, эксплуатация оборудования, характеристики продукции, место продукции на рынке стеновых материалов. В сборник вошла 31 статья.

© Национальная Ассоциация Производителей Автоклавного Газобетона, 2011

ISBN 978-5-7320-1235-4

СОДЕРЖАНИЕ

Левченко В.Н., Гринфельд Г.И. Производство автоклавного газобетона в России. История, современность, перспективы 5

Шпикер Г. Свойства алюминиевых пигментов и их влияние на процесс производства ячеистого бетона 10

Хельбер К., Романова Г.В. Системы рекуперации тепловой энергии WEHRHAHN 21

Вишневский А.А., Лялин А.Ю. Использование конденсата, образующегося при автоклавировании ячеистого бетона 26

Паплавскис Я. Усадка автоклавного газобетона и способы предохранения конструкций от усадочных трещин 30

Маличенко Г., Кафтаева М.В. Возникновение дефектов в газобетоне до его автоклавной обработки 36

Латочинский Й. Технологические аспекты автоклавной обработки ячеистого бетона 42

Климкина Е.В. Использование твердых отходов производства автоклавного газобетона 47

Ауффарт Й., Цельмер В.Н. Техническое обслуживание оборудования WEHRHAHN 52

Краузе П. Технология производства U-образных перемычек и просверливания блоков 56

Кузнецов А.Н. Мероприятия, направленные на энергоресурсосбережение при производстве автоклавного газобетона 60

Щуров А.Е.Промышленные смазочные материалы 65

Пеллиссетти С. Шаровые мельницы по индивидуальному заказу для энергоэффективного измельчения песка с целью применения в производстве автоклавного газобетона 68

Базылев И.В., Коркин Е.С. Перекачивание шламов в процессе производства газобетонных блоков 82

Горшков А.С., Гринфельд Г.И., Куптараева П.Д. Оценка влажностного режима стеновой ограждающей конструкции, выполненной из газобетонных блоков автоклавного твердения с облицовочным слоем из лицевого силикатного кирпича, на основании расчета и натурных испытаний 86

Крутилин А.Б. К вопросу определения расчетных массовых отношений влаги в материалах и уровня теплозащиты наружных стен, выполняемых кладкой из ячеистобетонных блоков 96

Грановский А.В., Джамуев Б.К. Испытания стеновых конструкций из ячеистобетонных блоков на сейсмические воздействия 104

Грановский А.В., Джамуев Б.К. Сейсмостойкость стен, усиленных композитными материалами 109

Гринфельд Г.И. Армирование кладки из газобетонных блоков для восприятия температурно-усадочных напряжений. История нормирования и актуальное состояние вопроса 116

Горшков А.С., Глумов А.В. Конструктивное армирование кладки из блоков автоклавного газобетона стеновых неармированных 124

Икштадт В. Энергоэффективность зданий в Европе: развитие норм и требований 127

Икштадт В. Рынок строительных материалов в России 130

Парута В.А., Саевский А.А., Гавриленко Л.В., Диалло М.К., Антипова М.А., Брынзин Е.В. Проектирование состава штукатурных растворов, обеспечивающего долговечность ограждающей конструкции, с учетом совместности работы газобетонного основания и штукатурного покрытия 135

Иванов А.И. Наружная и внутренняя отделка стен из автоклавного газобетона теплоизоляционной штукатурной смесью торговой марки «UMKA®» UB-21 142

CHINA YIANBIAN KANGRUN ECONOMIC & TRADE CO., LTD – JIANGSU TEEYER (SHANGHAI) CO.LTD 145

Бабков В.В., Чуйкин А.Е., Синицин Д.А., Резвов О.А., Гафурова Э.А., Самойлов А.А. Исследование свойств модифицированных штукатурных составов, наносимых при отрицательных температурах на блоки из автоклавного газобетона 147

Прохоров С.Б. Специализированные алюминиевые газообразователи. Результаты внедрения и перспективы развития 153

Голубев В.Ю. Стройкомплект: Ваш стандарт качества 155

WEHRHAHN: Высокотехнологичные линии для производства строительных материалов 159

Интервью с генеральным директором ООО «Профиль-Строй» – компании, специализирующейся на строительстве заводов по производству изделий из автоклавного газобетона, Андреем Белоусом 163

Поликарпов С.К. Автоклавы Luoyang Longhua Heat Transfer Technology CO., LTD 166

ПРОИЗВОДСТВО АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА В РОССИИ. ИСТОРИЯ, СОВРЕМЕННОСТЬ, ПЕРСПЕКТИВЫ

Левченко В.Н., президент
Гринфельд Г.И., исполнительный директор,
Национальная Ассоциация производителей автоклавного газобетона

I. История производства ячеистых бетонов в СССР

Производство ячеистых бетонов в СССР стало активно развиваться в 1930-е гг. В силу структурных особенностей становления советской экономики преимущество тогда отдавалось пенному способу поризации и естественному твердению бетона.

Производство автоклавных ячеистых бетонов, уже с газовой поризацией, в промышленных масштабах развернулось в 1950-е годы. К 1960-м годам производство автоклавных ячеистых бетонов стало самостоятельным, растущим научным направлением, во многом опережающим европейские наработки в этой области. В 1960–70-е годы разрабатывались и внедрялись технологии воздействия на растущий массив (вибрационная, затем ударная), позволяющие менее критично относится к качеству сырья. Велись исследования зависимостей свойств бетонов от характеристик сырьевых компонентов, технологических режимов изготовления, составлялись корреляционные зависимости прочности от плотности, морозостойкости от плотности, состава и технологии производства.

К концу 1980-х годов производство армированных изделий и мелких блоков в СССР составляло около 6 млн м^3 в год. В 1989 году средняя плотность бетона панелей наружных стен составляла 687 кг/м^3, средняя плотность бетона мелких блоков — 643 кг/м^3. В то же время в УралНИИстромпроекте и в ЛенЗНИИЭПе были выполнены работы, позволившие начать опытно-промышленное производство армированных панелей из вариотропного газобетона со средней плотностью 350 кг/ м^3.

К этому времени в СССР из ячеистых бетонов было построено более 200 млн м^2 общей площади жилья, более 40 млн м^2 промышленных зданий, более 5 млн м^2 животноводческих комплексов и более 20 млн м^2 культурно-бытовых и общественных зданий [1].

При этом, несмотря на высокий уровень отечественных научных разработок, ориентиром для советской промышленности служили западноевропейские достижения (в т. ч. снижение плотности панелей и блоков вплоть до 300 кг/м^3), основанные, в первую очередь, на стабильном сырье и оборудовании, обеспечивающем высокую однородность материала.

II. Программа развития производства автоклавного газобетона

В 1987 году, с принятием очередной жилищной программы СССР, основным средством ее реализации стала научно-производственно-техническая программа «Система эффективного строительства жилых и общественных зданий из ячеистых бетонов», утвержденная постановлением Госстроя №157 от 09.08.87 г. и сформированная из 6 подпрограмм:

1) организация массового производства комплектных изделий для жилищного и общественного строительства из ячеистых бетонов на базе новейших технологий;
2) организация изготовления комплектного оборудования для заводов нового поколения по производству ячеистых бетонов мощностью 150–200 тыс. м^3 в год;
3) развитие мощностей по производству извести для полного удовлетворения потребности выпуска ячеистых бетонов;
4) система эффективных проектных решений жилых домов и объектов социальной сферы, образующих градостроительные комплексы из ячеистых бетонов;
5) разработка комплексных проектно-технологических решений зданий и их элементов из ячеистого бетона;
6) экспериментальное и головное проектирование и строительство градостроительных комплексов из ячеистых бетонов.

Принятая программа предполагала строительство около 250 новых заводов автоклавного ячеистого бетона с доведением его общего выпуска к 1995 году до 40–45 млн м^{3}в год.

Планы предусматривали не только механическое наращивание объемов выпуска автоклавных бетонов. Важной задачей было объявлено снижение средней плотности выпускаемой в стране продукции: «При снижении объемной массы ячеистого бетона можно минимизировать толщину стен и снизить расход материала на 1 м^2 общей площади, что эквивалентно росту производства материала. Так, снижением плотности с 600 кг/м^3 до 300 кг/м^3 толщину стены можно уменьшить вдвое, а расход материалов — в 4 раза», «Таким образом, 7-кратное увеличение производства ячеистых бетонов в нашей стране следует сопровождать двукратным снижением их объемной массы…» [1].

III. Новейшая история автоклавного газобетона в России

Действительность, однако, в силу особенностей советской экономики и динамики мировых цен на энергоносители, не дала реализоваться столь амбициозным планам. Плановый рост производства автоклавных армированных изделий и мелких блоков с 6 до 40 млн м^3 обернулся падением до уровня 3,5 млн м^3 (из них в России около 2 млн м^3).

При этом советские инвестиционные программы обладали некоторой инерцией. Так, закупленное в конце 80-х с правом копирования оборудование фирмы Ytong было смонтировано в Самаре уже в постсоветское время, и ОАО «Коттедж» начал выпуск блоков из автоклавного бетона в 1995-м году. Оборудование было скопировано в Набережных Челнах и им (в упрощенном исполнении) был оснащен набережно-челнинский «Завод ячеистых бетонов».

Практически параллельно с монтажом закупленного Ytong в рамках программы вывода советских войск из Германии на пространстве бывшего СССР было построено несколько заводов по выпуску изделий из автоклавного газобетона на оборудовании фирмы Hebel (завод в Липецке, 211 КЖБИ МО РФ в г. Сертолово под Санкт-Петербургом, комбинат «Забудова» в п. Чисть в Белоруссии). В то же время был запущен завод «Сибит» на оборудовании Ytong.

Заводы на импортном оборудовании, запущенные в 1994–97-м годах, обеспечили появление на российском строительном рынке более 0,5 млн м^3 газобетонных блоков с высокой точностью геометрических размеров, позволяющей вести кладку на тонкослойных клеевых растворах. Продукция этих заводов, ставшая действительно «газобетоном нового поколения», существенно повлияла на конструктивные решения жилых и офисных зданий с монолитным каркасом, старт коммерческого строительства которых пришелся как раз на конец девяностых.

***

До конца 1998 года инвестиционный климат в России не способствовал притоку сравнительно крупных частных капиталов в производство строительных материалов. Такая ситуация породила появление и бурное развитие маленьких местных производителей неавтоклавного ячеистого бетона. Во многих регионах России понятие «пеноблок» прочно вошло в обиход и стало синонимом понятия «ячеистый бетон», что тактически было вполне обоснованно по причине практически полного отсутствия стеновых камней из автоклавного ячеистого бетона.

Изменения инвестиционного климата после 1998 года и последовавший рост спроса и цен на жилье, а также общий рост объемов строительства, привели к постепенному увеличению объемов инвестиций в промышленность строительных материалов, что повлекло за собой расширение производства автоклавного газобетона (табл. 1 и рис.1).

Таблица 1. Установленные мощности заводов АЯБ в России

Год	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2013*
Установленные мощности, тыс. м^{3}в год	1291	1928	2348	4508	7850	10050	13575
Прирост за период, тыс. м^3	0	637	420	2160	3342		5725

*данные на 2013 г. приведены по объявленным планам и заключенным контрактам на поставку оборудования

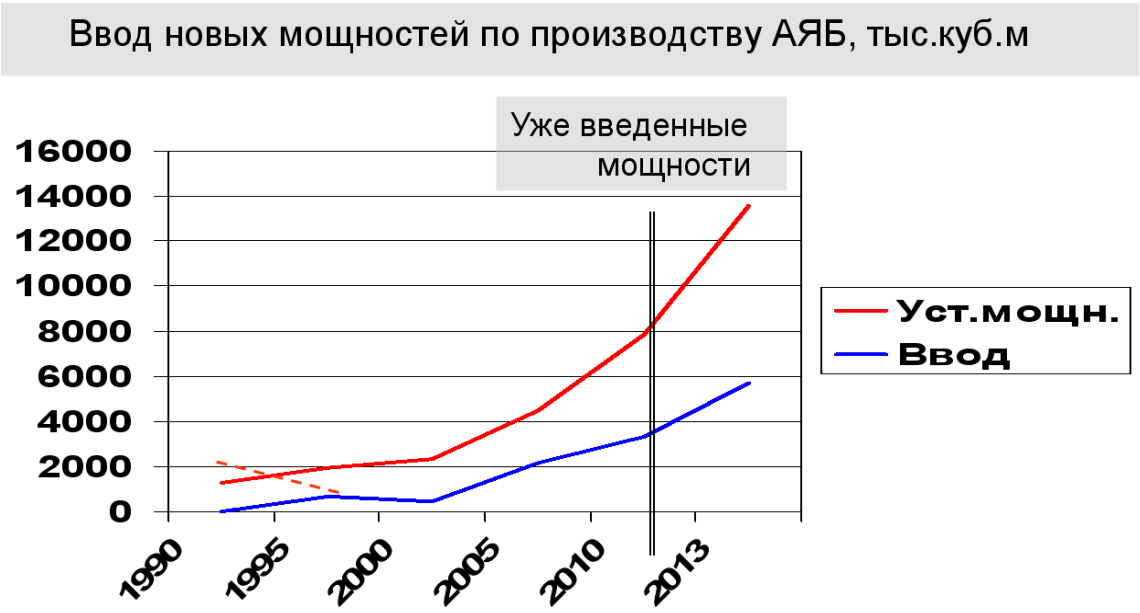


Рис. 1. Ввод мощностей по производству АЯБ в России

IV. Нормативные требования к АЯБ и их нормативные эксплуатационные характеристики

Если к концу 80-х кладка на клею (тонкослойном растворе — thin layer mortar, TLM) представлялась чем-то перспективным, прописывалась в проектах, но в реальной жизни практически отсутствовала, то к концу 90-х на строительных объектах Москвы, Петербурга, Новосибирска и ряда других городов кладка газобетонных блоков на клей стала принимать характер нормы.

В это время возвращается в повестку дня вопрос о нормативных характеристиках конструкций из ячеистых бетонов. Появляется ряд публикаций о фактическом значении равновесной влажности ячеистых бетонов в конструкциях наружных ограждений на уровне 4-6% [2], этот же вопрос по инициативе НИИЖБа обсуждается в Госстрое, где принимается компромиссное решение о возможности выдачи разъяснительных писем о расчетных значениях влажности и коэффициентов теплопроводности, предоставляемых по запросам конкретных заводов. В 2001 году появляется научно-технический отчет «Определение теплотехнических характеристик ячеистого бетона», выполненный НИИСФ РААСН по заказу центра «Поликварт».

Тогда же на основании отдельных испытаний НИИЖБа включаются в разряд конструкционно-теплоизоляционных бетоны марок по средней плотности D350 и D400, хотя разъяснительные письма выдаются с указанием конкретных производителей. Работа по уточнению расчетных характеристик автоклавных ячеистых бетонов носит в начале 2000-х годов характер отдельных НИР по заказу и при финансировании конкретных заводов или их торговых представителей. В силу такого характера финансирования научно-исследовательская работа служит инструментом получения конкурентных преимуществ и не ведет к формированию изменений в общей нормативной базе. Именно возможность получать финансирование за механическое повторение уже проделанных испытаний и исследований исключает головные институты, ответственные за нормирование расчетных характеристик материалов, из числа заинтересованных в обновлении нормативов.

Такое положение дел сохраняется с 1998 по 2005 год. Однако продолжающийся ввод в строй новых заводов приводит к качественному изменению ситуации. «Теплит», «ЭКО», «Аэрок», «Сибит» и ряд ранее запущенных заводов инициируют включение в план работы ТК465 «Строительство» программы по пересмотру ГОСТ 25485-89 и 21520-89 в части автоклавных ячеистых бетонов. Головной организацией, ответственной за координацию работ по пересмотру, становится разработчик пересматриваемых стандартов НИИЖБ им. Гвоздева [3].

Полтора года работы над стандартами привели к выходу в свет ГОСТ 31359-2007 «Бетоны ячеистые автоклавного твердения. Технические условия» и ГОСТ 31360-2007 «Изделия стеновые неармированные из бетонов ячеистых автоклавного твердения. Технические условия», которые были приняты на заседании Межгосударственной научно-технической комиссии по стандартизации, техническому нормированию и стандартизации в строительстве (протокол № 32 от 21 ноября 2007) и введены в действие на территории России в качестве национальных стандартов приказами №№ 109-ст и 110-ст от 21 мая 2008 г. Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.

В принятых стандартах были устранены ограничения, введенные по принципу «от достигнутого», упорядочены разграничения бетонов по видам, табличные требования заменены параметрическими рядами, произведена унификация требований к материалам и определен исчерпывающий перечень показателей качества бетонов и изделий из них [4]. С момента опубликования этих стандартов производство и применение автоклавного газобетона в России было окончательно узаконено.

V. Национальная Ассоциация производителей автоклавного газобетона

Консолидация усилий специалистов нескольких предприятий поспособствовала логическому развитию простой кооперации в создание некоммерческого партнерства «Национальная Ассоциация производителей автоклавного газобетона», которое в настоящий момент объединяет четырнадцать производственных структур с суммарной производительностью более 4,5 млн $м^3$ в год, что составляет более 40% от общего объема установленных мощностей по производству АЯБ в России [5].

Работа Ассоциации НААГ, начатая в нормотворческом русле, во многом сохраняет свою направленность на оптимизацию нормативного поля для более рационального применения автоклавного газобетона. В 2009-м году было принято решение о создании норматива, облегчающего проектирование конструкций с применением АЯБ. Но попытки заказать разработку такого документа, поручив всю работу единственному генеральному подрядчику, не привели к желаемому результату. В первую очередь, это произошло по причине окончательного разрушения отделов нормирования в бывших отраслевых НИИ и созданных на их базе самостоятельных структурах. Поэтому окончание работы над нормативом по применению газобетона, которое планировалось на осень 2010 года, теперь ожидается к концу нынешнего. Функции генподрядчика и координатора работ по разработке единого документа взял на себя Научно-технический совет Ассоциации, а разработка отдельных разделов норматива поручается различным учреждениям высшей школы, в которые на фоне упадка отраслевых научных учреждений переместился пульс научной жизни страны.

Помимо нормотворчества Ассоциация ведет просветительскую деятельность и способствует обмену опытом между предприятиями в вопросах производства, стратегии взаимодействия с поставщиками и практики применения готовой продукции. Отдельным пунктом следует обозначить взаимодействие с федеральными и региональными органами, отвечающими за техническую политику государства в области нормирования, строительства и энергетики.

VI. Сегодняшний день и перспективы

В настоящий момент в России действуют почти 60 заводов по производству автоклавного газобетона; строится и готовится к запуску 14 заводов; суммарная установленная мощность всех предприятий составляет более 10 млн $м^3$ в год. Суммарная, с учетом заявленной к пуску, мощность к 2013 году может составить до 14 млн $м^3$.

В настоящий момент уже около 90% газобетона в России производится на современном оборудовании, позволяющем обеспечивать высокую точность геометрических размеров и добиваться высокой прочности при низких значениях средней плотности.

Перспективы производства автоклавного газобетона в России тесно связаны с общими тенденциями экономического развития нашей страны и с направлением развития структуры ЖКХ и тарифной политики в области энергетики. Доля применения газобетона в строительстве

в последнее десятилетие неуклонно росла, поскольку он является объективно самым дешевым стеновым материалом.

Но удельное применение газобетона сильно различается по регионам. Так, в Санкт-Петербурге расходуется около 0,2 $м^3$ газобетона на 1 $м^2$ вводимого жилья, а, скажем, в отдельных областях центрального Нечерноземья — менее 0,05 $м^3$. Причиной тому - строительные традиции, неравномерное распределение производственных мощностей и незаконченность работы по актуализации нормативной базы, регулирующей применение автоклавного газобетона.

Таким образом, потенциал для роста потребления газобетона в России достаточно велик.

Список литературы

1. Малоэтажные дома из ячеистых бетонов. Каталог / Госкомархитектуры. ЛенЗНИИЭП. Л., 1989.
2. Семченков А. С., Ухова Т. А., Сахаров Г. П. О корректировке равновесной влажности и теплопроводности ячеистого бетона // Строительные материалы. 2006. № 6. С. 7–12.
3. Ухова Т. А., Паплавскис Я. М., Гринфельд Г. И., Вишневский А. А. Разработка межгосударственных стандартов взамен ГОСТ 21520-89 и ГОСТ 25485-89 в части ячеистых бетонов автоклавного твердения // Строительные материалы. 2007. № 4. С. 2-4.
4. Гринфельд Г. Нормативные ограничения, накладываемые на продукцию из ячеистых бетонов, в свете закона «О техническом регулировании» // Популярное бетоноведение. 2007. №2 (16). С. 19–20.
5. Национальная Ассоциация производителей автоклавного газобетона. Официальный сайт. [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: http://www.gazo-beton.org/node/3. (Дата обращения: 11.2011).

СВОЙСТВА АЛЮМИНИЕВЫХ ПИГМЕНТОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА

Шпикер Герхард, Шленк Металлик Пигментс ГмбХ

Предисловие

В настоящее время на различных конференциях, посвященных ячеистому газобетону, большое внимание уделяется вопросу выбора газообразователя: в виде порошка (алюминиевый порошок), либо в виде пасты (пасты на водной основе, пасты на основе диэтиленгликоля). При этом существует большой разброс мнений относительно недостатков, возникающих в процессе образования ячеистого газобетона и связанных с данным выбором, а также отрицательного влияния применяемого газообразователя на конечный ассортимент. С целью освещения данного вопроса и внесения ясности в существующие разногласия мы, от лица фирмы Schlenk Metallic Pigments GmbH, хотели бы представить здесь следующий официальный отчёт. Хотелось бы также отметить, что компания Schlenk Metallic Pigments GmbH существует более 130 лет, является производителем алюминиевых пигментов как для ЛКМ, так и для производителей ячеистого газобетона, и имеет в этой сфере более чем 50-летний опыт, что позволяет представить в настоящем отчете достоверные и проверенные временем сведения.

Одним из основополагающих моментов при выборе газообразователя для производства ячеистого бетона на заводе (алюминиевого порошка или алюминиевой пасты) является осознание возможных недостатков и поиск оптимального варианта как в отношении конечного ассортимента из ячеистого бетона, так и в отношении протекания процесса или состава. В настоящее время ведущие производители алюминиевых пигментов предоставляют достаточно широкий ассортимент продукции, позволяющий подобрать наиболее подходящий газообразователь без ущерба качеству.

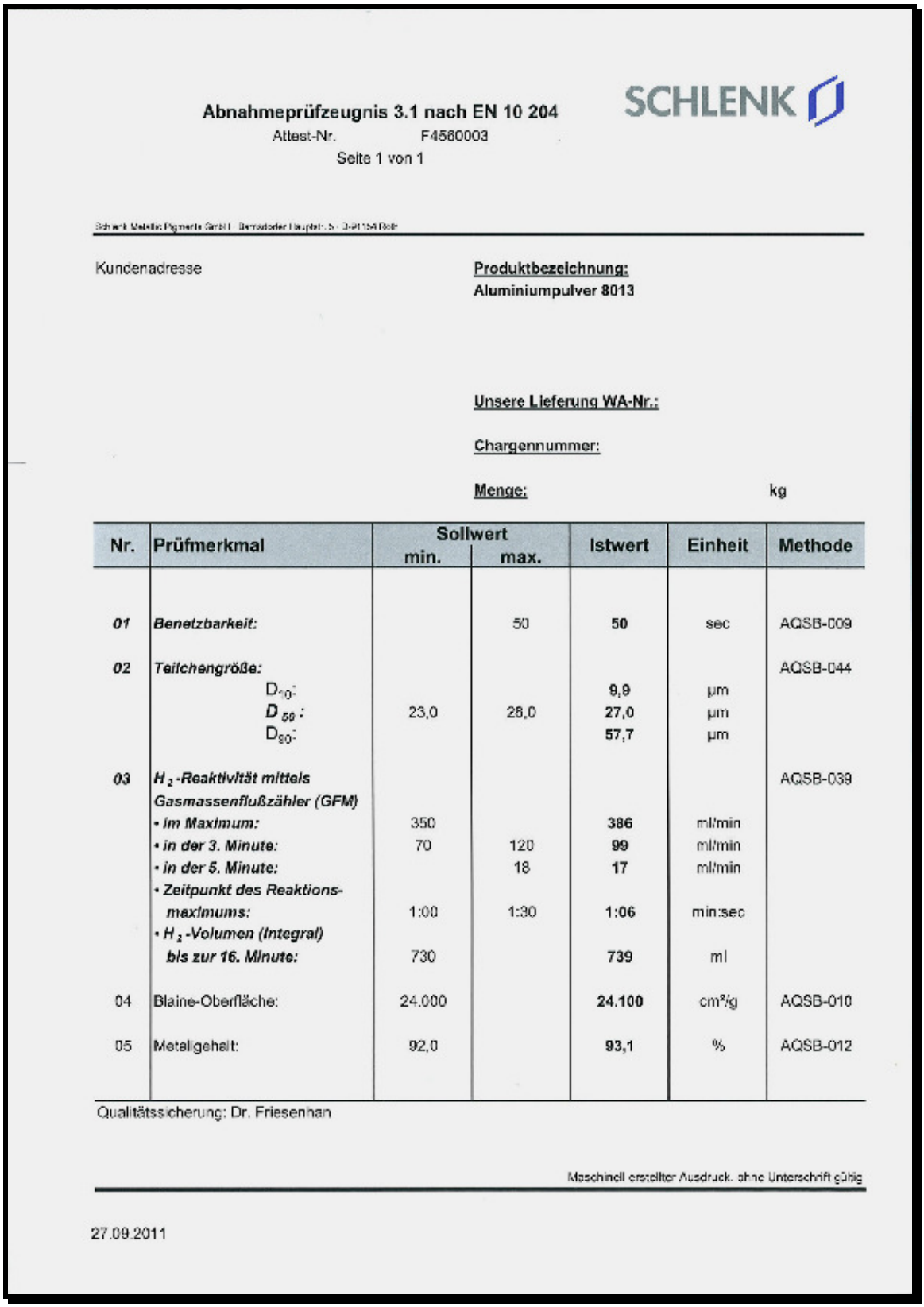
Компания Schlenk Metallic Pigments GmbH, например, может вырабатывать стандартный ассортимент, состоящий не менее чем из 56 типов алюминиевых паст и, как минимум, из 32 типов алюминиевого порошка.

Введение

В данной статье речь пойдет о свойствах алюминиевых паст и порошков и их воздействии на такие важные при производстве ячеистого бетона процессы, как вспучивание и схватывание.

Существует как минимум две практические причины, чтобы заниматься свойствами алюминиевых пигментов обеих существующих форм и изучать степень их воздействия на производство ячеистого бетона. Во-первых, в сертификатах испытаний поставщиков алюминиевых пигментов указаны различные параметры продукции, которые в большей или меньшей степени подходят для изготовления алюминиевой пасты или порошка. Во-вторых, только очень незначительная часть производителей ячеистого бетона имеют испытательные устройства для самостоятельного определения важнейших свойств алюминиевых паст или порошков. Установить связь между тестируемыми параметрами использующихся типов алюминия и их воздействием на процесс образования ячеистого газобетона часто довольно сложно, т.к. для этого требуется специальное оборудование, позволяющее провести тщательные исследования.

Компания Schlenk Metallic Pigments подтверждает качество своей продукции сертификатом, который прилагается к каждой поставке алюминиевой пасты или порошка. В сертификате качества представлены свойства продукции на основании стандартного или расширенного набора параметров тестирования. Пример сертификата качества с расширенным набором параметров представлен на рис. 1.



Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach EN 10 204

Attest-Nr. F4560003

Seite 1 von 1

SCHLENK

Kundenadresse

Produktbezeichnung:
Aluminiumpulver 8013

Unsere Lieferung WA-Nr.:

Chargennummer:

Menge: kg

Nr.	Prüfmerkmal	Sollwert min.	Sollwert max.	Istwert	Einheit	Methode
01	***Benetzbarkeit:***		50	**50**	sec	AQSB-009
02	***Teilchengröße:***					AQSB-044
	D_{10}:			**9,9**	µm	
	D_{50}:	23,0	28,0	**27,0**	µm	
	D_{90}:			**57,7**	µm	
03	***H_2-Reaktivität mittels Gasmassenflußzähler (GFM)***					AQSB-039
	• im Maximum:	350		**386**	ml/min	
	• in der 3. Minute:	70	120	**99**	ml/min	
	• in der 5. Minute:		18	**17**	ml/min	
	• Zeitpunkt des Reaktionsmaximums:	1:00	1:30	**1:06**	min:sec	
	• H_2-Volumen (Integral) bis zur 16. Minute:	730		**739**	ml	
04	Blaine-Oberfläche:	24.000		**24.100**	cm^2/g	AQSB-010
05	Metallgehalt:	92,0		**93,1**	%	AQSB-012

Qualitätssicherung: Dr. Friesenhan

Maschinell erstellter Ausdruck, ohne Unterschrift gültig

27.09.2011

Рис. 1. Сертификат качества: Пример типа алюминиевого порошка 8013

Параметры стандартного сертификата испытаний выделены на рисунке жирным шрифтом. К сертификату испытаний с расширенным набором параметров прилагается графический анализ кинетики газовыделения, представленный на рис. 2.

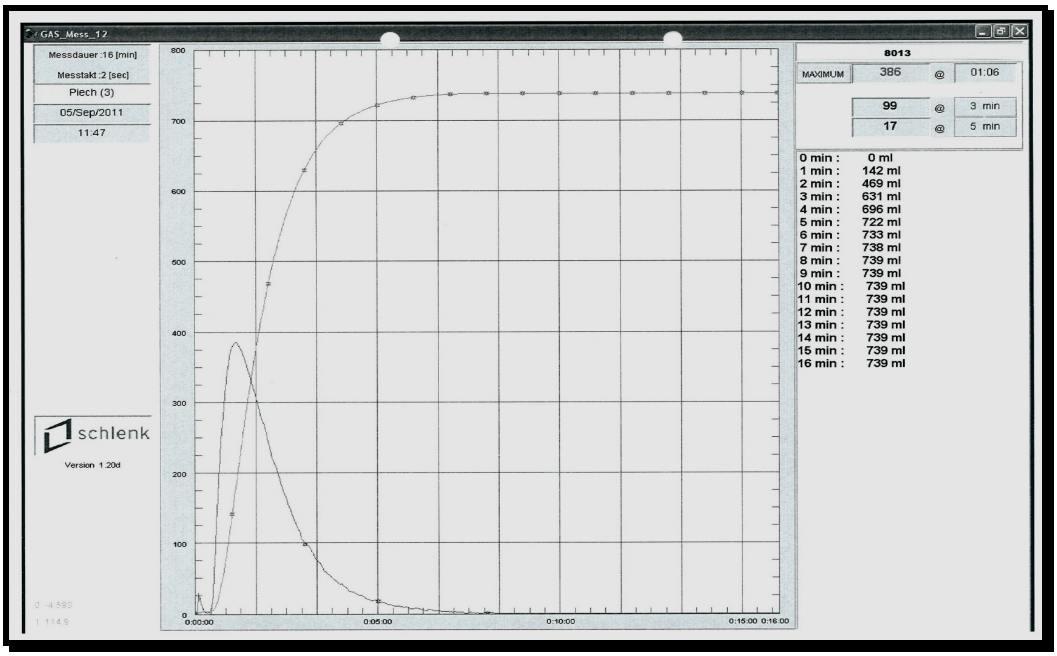


Рис. 2. Графическое изображение кинетики газовыделения в сертификате качества

Представляя данные сертификаты в качестве важнейшего элемента системы обеспечения качества, мы вплотную подходим к теме критических свойств алюминиевой пасты и порошка для производителей ячеистого бетона.

Важные свойства

Поскольку алюминиевый пигмент выступает в качестве газообразователя и способствует образованию пор, важными являются те свойства, которые оказывают существенное воздействие на процесс вспучивания массива ячеистого бетона и распределение размеров пор в массиве.

Свойства для управления процессом подъёма массива:

Критичными параметрами для процесса подъёма массива являются параметры процесса газовыделения. Процесс выделения газа H_2, который всегда характерен для соответствующего типа алюминия, представлен дифференцированными графиками реакций на рис. 3.

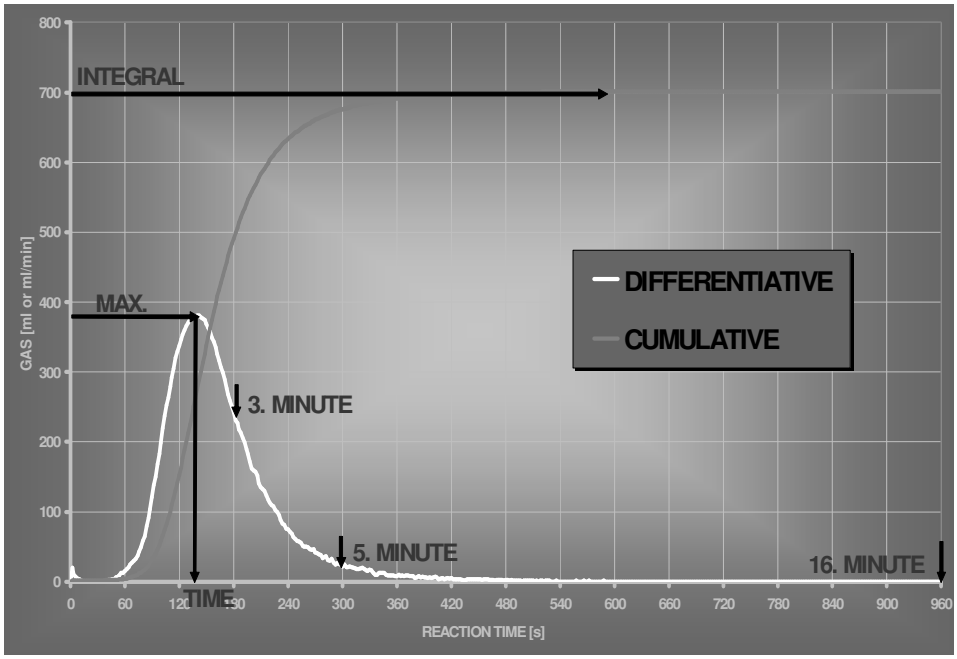


Рис. 3. Графики газовыделения: кумулятивный и дифференцированный процесс

Высота максимума реакции в мл/мин определяет здесь подъёмную силу алюминиевого пигмента и, соответственно, его пригодность для низкой, средней и высокой плотности в производстве ячеистого бетона. С помощью алюминиевой пасты или алюминиевого порошка можно, соответственно, произвести газобетоновые изделия любой плотности: например, от 100 кг/м^3 до 750 кг/м^3 или выше. Для этого необходимо максимальное значение газовыделения от 380 мл/мин до 80 мл/мин. Газовыделение здесь может завершиться уже через 8 мин, а может длиться более 16 мин (рис. 4).

То, что наряду с показателем максимума реакции необходимо принимать в расчет также соответствующий процесс затухания газовыделения, подтверждают следующие взаимосвязи: вследствие того, что рецептуры всегда содержат вяжущие материалы с очень низкой плотностью, для обеспечения достаточной стабильности и подходящей устойчивости массивов к резанию необходимо быстрое затухание газовыделения после превышения максимального предела. В противном случае, процесс „кипения“ массива будет очень сильным, нестабильным, что может привести к разрушению поднятого массива. Здесь важна “остаточная реакционная способность” реакции H_2 через 5 мин. При средней и высокой плотности, в рецептуре которой содержится, как правило, меньше вяжущих материалов, начало схватывания связано с меньшей жесткостью массы в области, близкой к верхнему слою массива. Более высокая пластичность схватывающейся массы, а также оставшееся давление при формировании структуры (под давлением подразумевается реакционная способность газа через 8 мин после начала процесса, полученная на основании лабораторного испытания) приводят к тому, что не происходит преждевременного оседания массы. На обоих графиках кинетики газовыделения: на графике «мелкозернистого» типа алюминия (рис. 4) с быстрой начальной реакцией (подходит для пониженной и очень пониженной плотности) и на графике «крупнозернистого» типа алюминия с задержанной начальной реакцией – наглядно показана разница в вариантах использования различных систем литья.

Белым цветом изображен график газообразователя, подходящего для быстрого формирования массы ячеистого бетона на необходимую высоту. Черным цветом - график газообразователя, подходящего для обеспечения медленного процесса формирования, позволяющего достичь меньшей высоты (более высокая плотность).

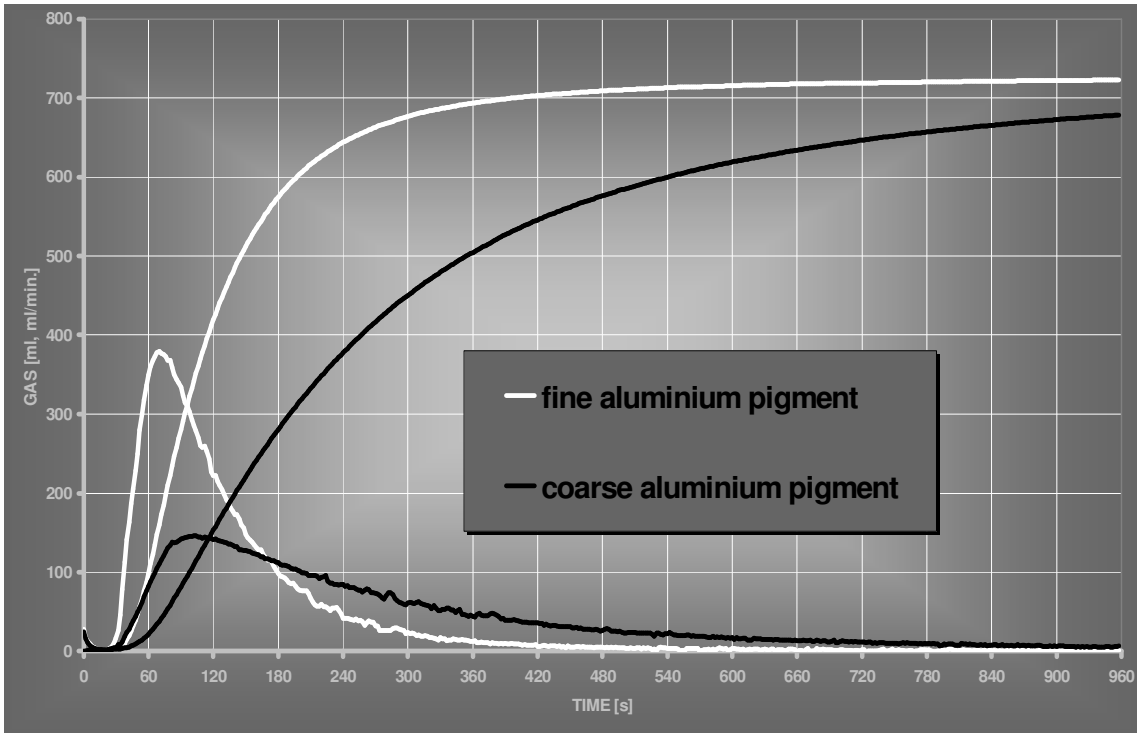


Рис. 4. Кинетика газообразователя H_2 алюминиевого пигмента с быстрой начальной реакцией и пигмента с задержанной, но более длительной и стабильной реакцией

Алюминиевые пасты и порошки с замедленной реакционной способностью H_2

Соответствующая замедленная кинетика газовыделения помогает снизить, как правило, важную начальную вязкость (рис. 5).

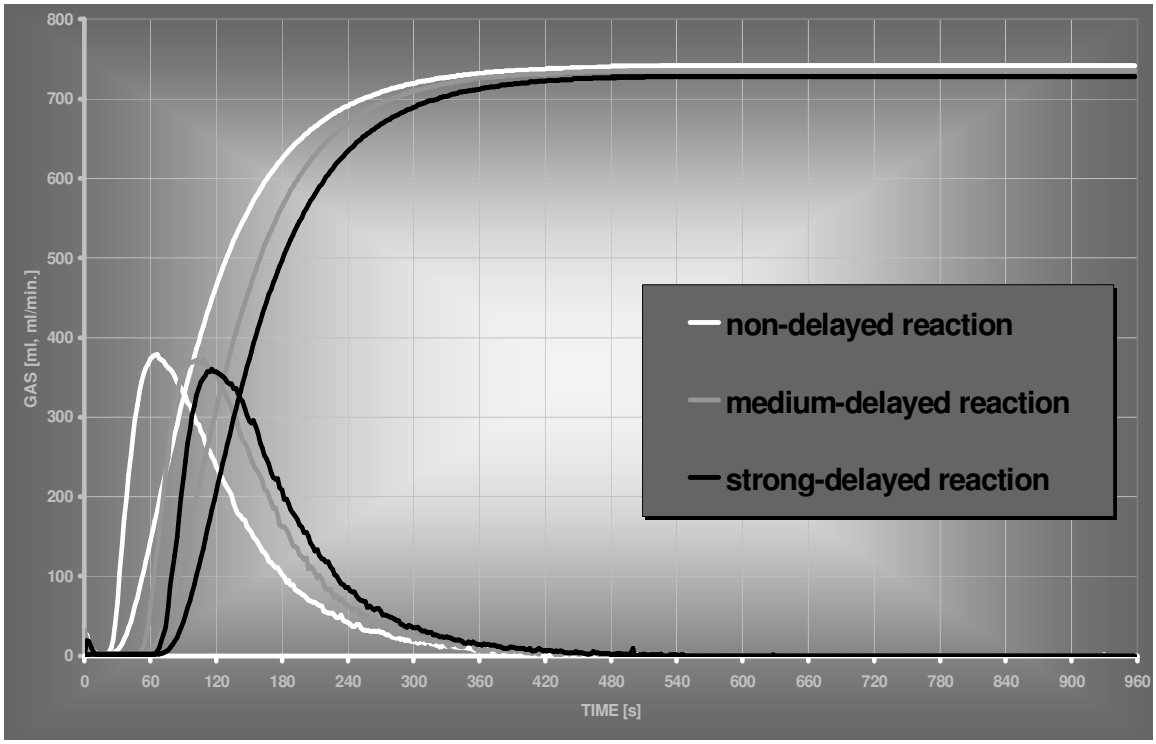


Рис. 5. Пигмент с различным периодом замедления реакции

Благодаря этому можно существенно уменьшить количество воздушных пор (макропор), представляющих собой оптический недостаток в массиве и, соответственно, в блоке из ячеистого бетона.

Это позволяет избежать дополнительных инвестиций, необходимых для установки «глубинных вибраторов», уменьшающих воздушные макропоры в ячеистом бетоне.

Другим преимуществом соответствующего замедления реакции является следующее: замедление реакции алюминия в системе литья на начальном этапе дает возможность оптимизировать В/Т соотношение в рецептуре ячеистого бетона, вследствие чего снижается риск «склеивания» автоклавированного массива, особенно в системе вертикальной резки. Кроме того, следует учесть энерготехническое преимущество массивов с низким содержанием воды в процессе автоклавирования.

Однако именно для «ячеистого бетона» справедливо высказывание «нет преимуществ без недостатков». Особенно при производстве блоков низкой плотности, при которой контроль стабильности блоков, как правило, требует больших затрат, более длительная кинетика газовыделения при использовании алюминия замедленного типа может привести к слишком сильным проявлениям эффекта «кипения». Эта нестабильность не всегда приводит к разрушению массивов, однако часто становится причиной появления глубинных структурных дефектов, например, огромных воздушных кратеров на поверхности массива. Эти дефекты в пористой структуре могут существенно увеличить процент брака продукции.

По типу алюминий следует подбирать таким образом, чтобы оставшаяся реакционная способность через пять минут была достаточной для того, чтобы добиться стабильности в процессе газовыделения.

При производстве армированных элементов необходимо следить за тем, чтобы на последней стадии процесса подъёма, вплоть до начала «газовыделения», давление вспучивания было невысоким. В ходе «газовыделения» процесса кипения происходить не должно.

Свойства, влияющие на образование пор

Свойства, связанные с тонкостью измельчения алюминиевых паст и порошков, оказывают непосредственное влияние на распределение размеров пор и опосредованное (через кинетику газовыделения) - на протекание процесса вспучивания.

Как наилучшим образом охарактеризовать и, по возможности, определить тонкость измельчения алюминиевых пигментов?

На основании результатов замера лазерной гранулометрии можно получить параметры тонкости измельчения d_{10}, d_{50} и d_{90} в мкм (рис. 6).

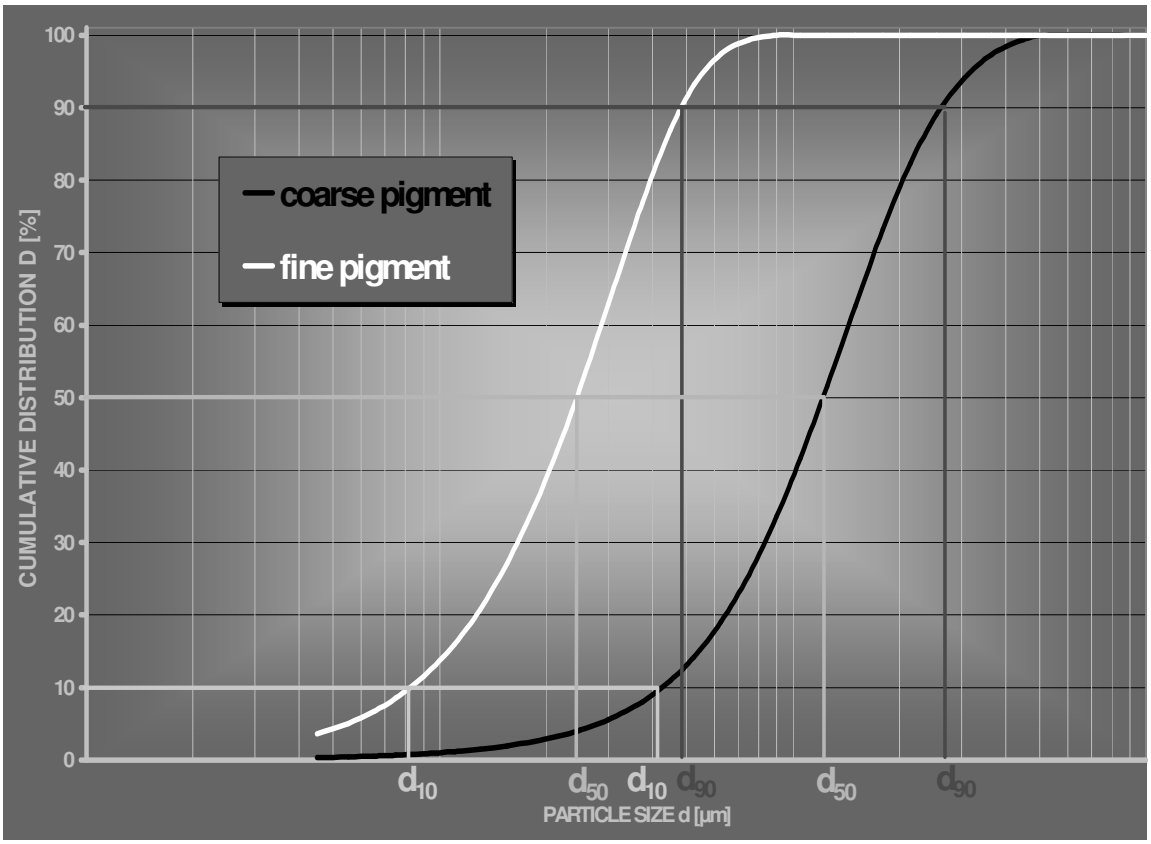


Рис. 6. Распределение по крупности частиц: 2 сводных графика (кумулятивно)

В случае если основная форма замеряемых частиц мало варьируется, например, имеет круглую или пластинчатую форму, значения d различных газообразователей целесообразно сравнить между собой.

Значение d_{90} при этом является показателем крупности частиц на конце крупнозернового диапазона. Значение d_{10} характеризует часть тонкого помола в диапазоне крупности частиц. Термин «span» описывает «классификацию» диапазона крупности частиц, он рассчитывается с помощью формулы $(d_{90} – d_{10}) / d_{50}$ и является безразмерной величиной. Значения, меньшие, чем 2,0, означают, что классификация диапазона крупности частиц алюминиевой пасты или порошка представлена с нарастанием сужения. Значения «span», например, от 2,2 и более характеризуют распределение по крупности частиц алюминиевого вспенивающего агента с нарастанием ширины. Значение d_{50} является общим показателем тонкости помола. В алюминиевых пастах и порошках общая широта диапазона продукции включает значения d_{50} от 10 мкм до 120 мкм.

Другие показатели тонкости помола - это специфическая поверхность по Блейну в $см^2/г$ и насыпная плотность в $г/см^3$. Измерить эти параметры можно только в порошковом насыпном материале, их нельзя определить для продукта в пастообразной форме.

Именно учитывая значения d, из лазерной гранулометрии можно опосредованно сделать вывод о том, насколько тонкими получились алюминиевые пигменты. Толщина частиц и классификация диапазона крупности оказывает влияние на распределение пор по крупности в массиве ячеистого бетона.

При заливке в экспериментальном цехе, когда варьируется только использующийся газообразователь, можно рассчитать следующие взаимосвязи.

Для эксперимента использовались два порошкообразных типа алюминия, значения которых d_{50} в оригинале находились в пределах 37 мкм (± 2 мкм), а значения насыпной плотности и специфические поверхности по Блейну отличались друг от друга:

	Порошок A	Порошок B
Насыпная плотность [г/см^3]	0,14	0,19
Значение по Блейну [см^2/г]	16000	11000

Из рисунка 7а и 7б видно, что в то время, когда три значимых параметра d сопоставимы для поверхностей частиц обоих типа алюминия, толщина частиц сильно различается. Это можно увидеть по результатам рентгеновской съемки (см. рис. 7a и 7b).

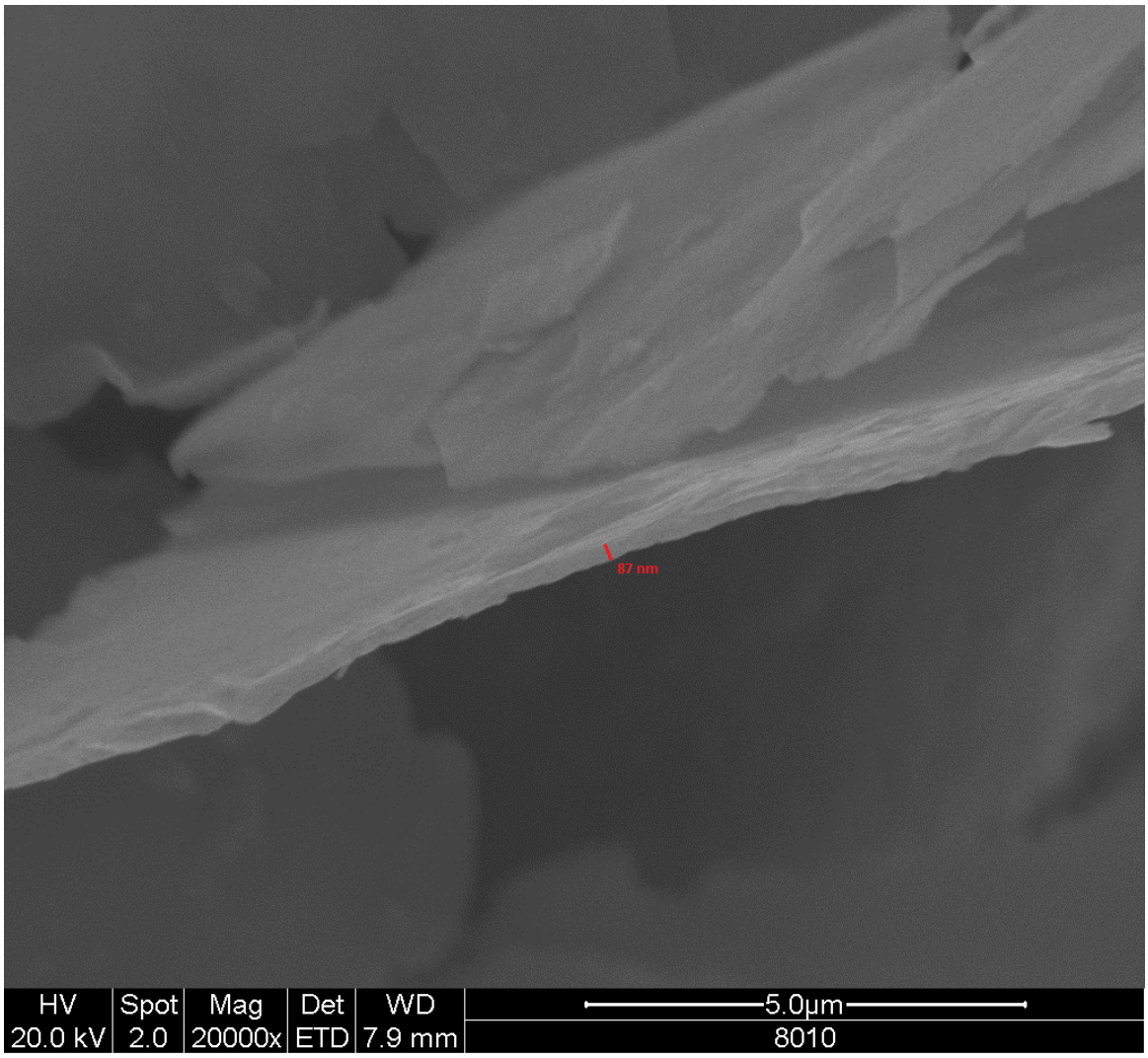


Рис. 7а. Тонкий газообразователь: D = 87 нм

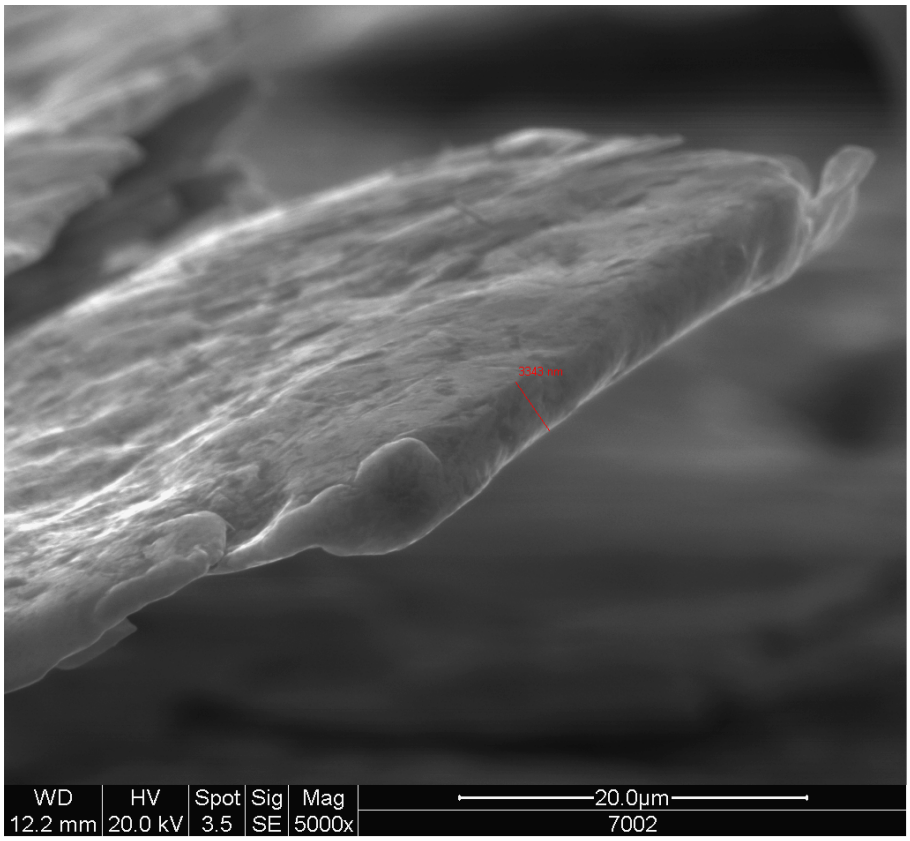


Рис. 7b. Плотный газообразователь: D = 3343 нм

При уменьшении толщины пигмента происходит увеличение его специфической поверхности во втором порядке. Если листовые поверхности при этом остаются без изменений, то приращение на специфической поверхности означает увеличение количества частиц. Количество частиц на одно взвешенное количество алюминия увеличивается экспоненциально с уменьшением толщины частиц (рис. 8).

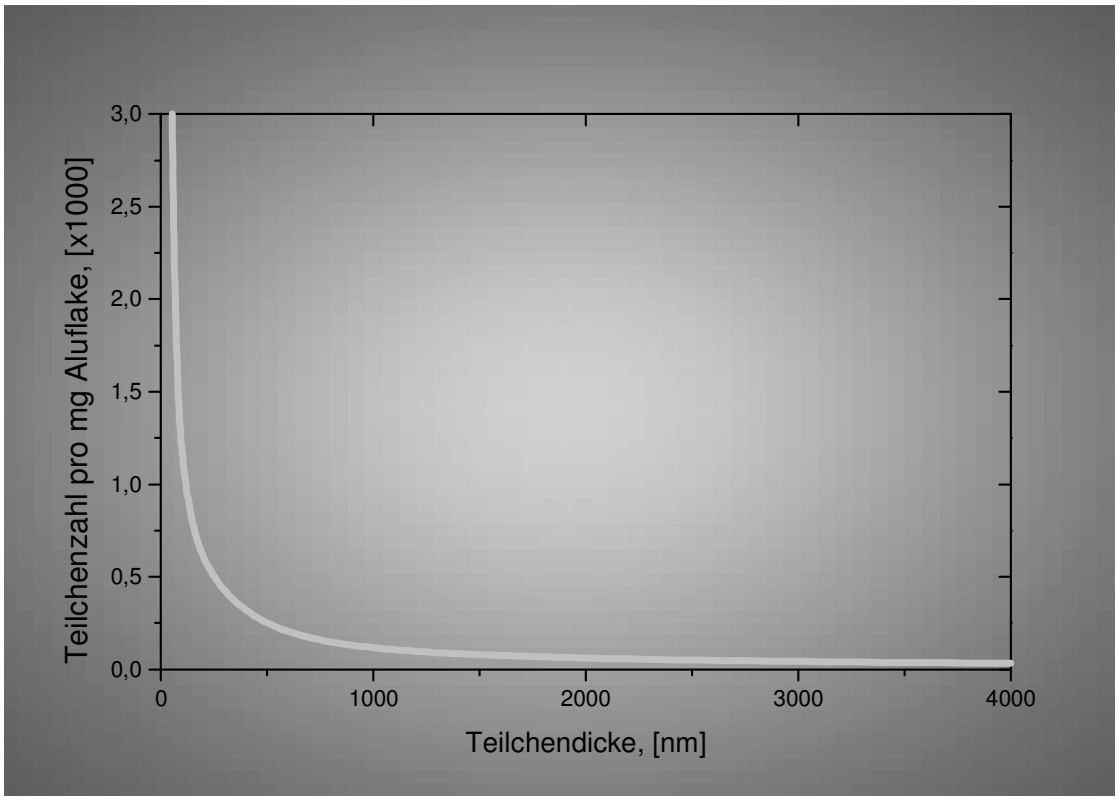


Рис. 8. Связь между толщиной и количеством частиц на одно взвешенное количество

Поскольку каждая алюминиевая частица генерирует один или более газовый пузырек на определенный объем ячеистого бетона, то количество пор на определенный объем в массиве также зависит от толщины используемых алюминиевых частиц при определенном взвешенном количестве алюминия на каждую заливку.

Тип алюминия с небольшим количеством толстых частиц воздействует таким образом, что поры в структуре ячеистых блоков становятся более мелкими (см. рис. 9a и 9b) и наоборот.

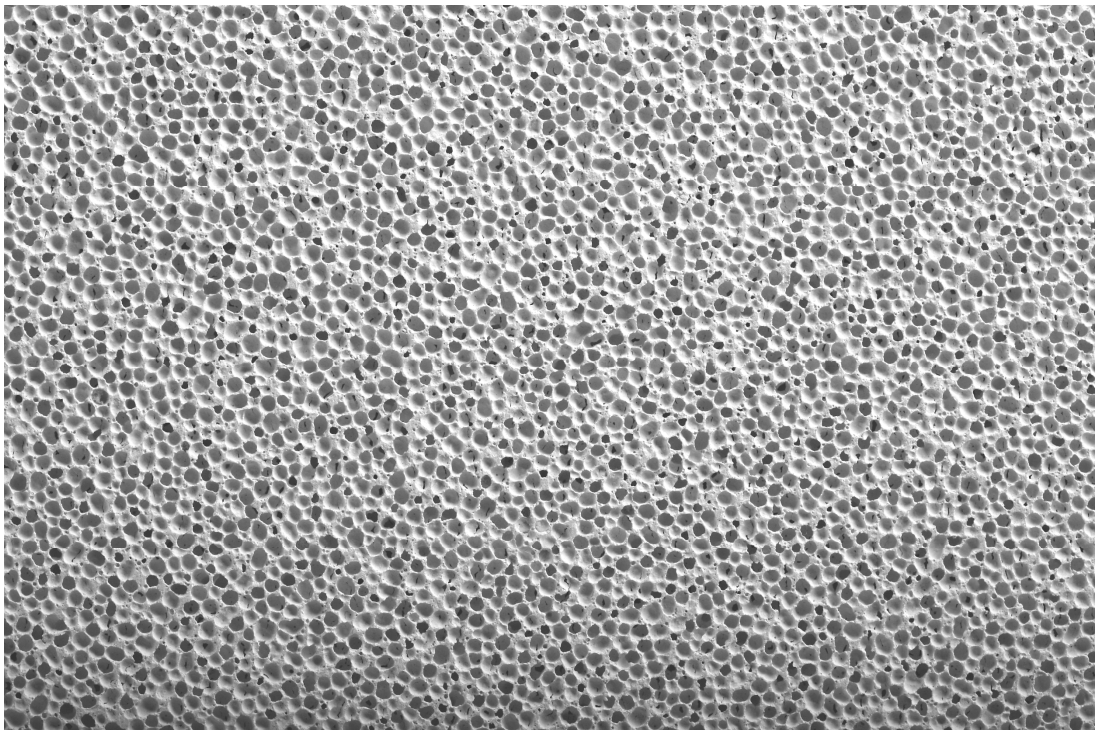


Рис. 9a. Структура пор при тонком газообразователе с d_{50} прибл. 36 мкм, SD=0,11 г/см3

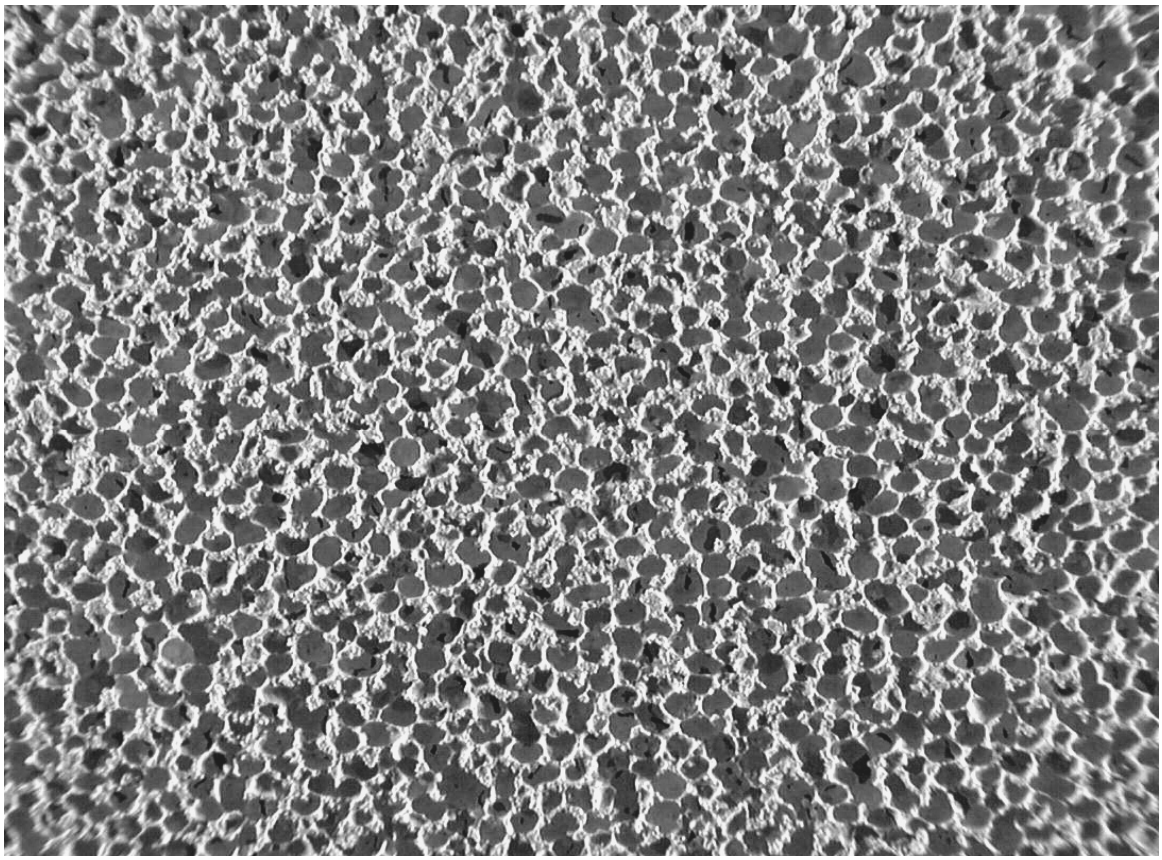


Рис. 9b. Структура пор при плотном газообразователе с d_{50} прибл. 27 мкм, SD=0,15 г/см3

Измельчая в дальнейшем оба типа алюминия только механически (ультразвук) до значения d_{50} прибл. 20 мкм, можно получить увеличение количества пор на одну измеряемую поверхность или один объем. Однако при тонких газообразователях увеличение больше, чем при более плотных (рис. 10).

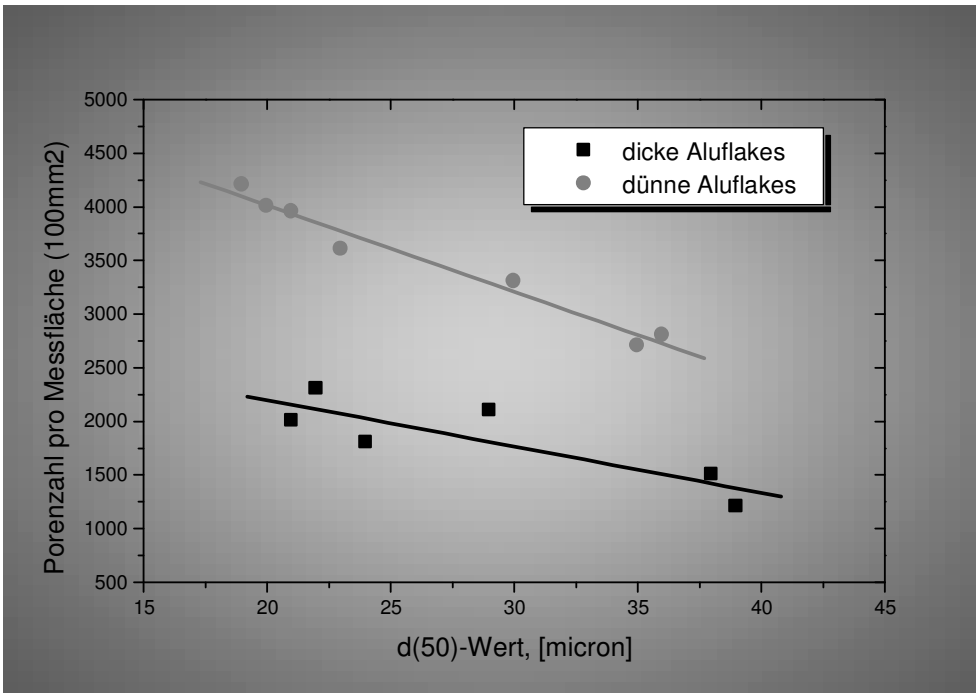


Рис. 10. Различное количество пор при использовании тонких и плотных газообразователей

Из вышесказанного можно сделать вывод о том, что на распределение пор по крупности оказывает еще большее влияние толщина и размер частиц на поверхности.

Совершенно очевидно, что маленькие и тонкие алюминиевые частицы способствуют образованию огромного количества более мелких пор. Различие размеров пор бетона, произведенного на основе различных плотных газообразователей, которое оценивается здесь как средняя пористая поверхность на основании распределения пор по крупности, уменьшается при уменьшающихся значениях d_{50} (рис. 11).

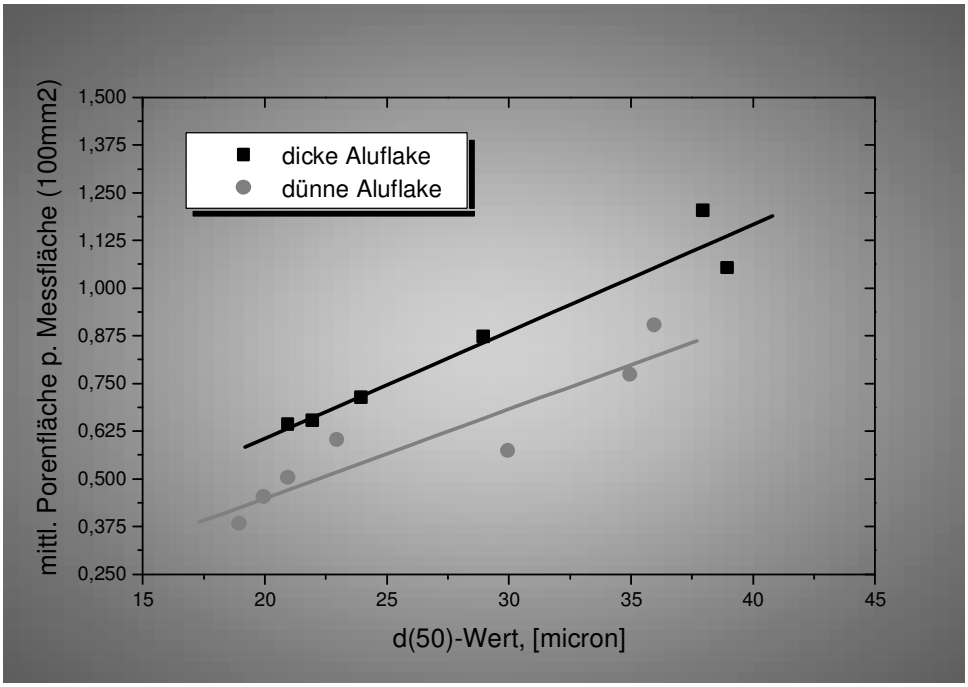


Рис. 11. Различные средние размеры пор бетона на основе тонких и плотных газообразователей

Позитивное влияние мелких и/или тонких типов алюминия на систему литья проявляется в стабилизирующем воздействии на процесс вспучивания и схватывания массива ячеистого бетона. Однако одновременно при вспучивании возникает риск образования трещин, особенно при использовании очень тонких типов алюминия для других реологических характеристик вспученного массива, сравнимых с характеристиками при более высоком уровне вязкости или при меньшей части воды в рецептуре ячеистого бетона.

На количество пор на определенный объем и размеры пор можно воздействовать путем добавления смачивающих средств или других поверхностно активных субстанций к смеси ячеистого бетона, существенно увеличивая стабильность массы за счет структуры с более мелкими порами. В этом случае также выгода за счет стабильности массы постоянно сопряжена с возрастающим риском образования трещин при вспучивании. Известно, что именно вязкость на начальном этапе заливки определяет структуру пористости схватившегося массива. Более высокая вязкость при заливке влечет за собой, в основном, более высокий расход алюминия. Целесообразно начинать с низкой вязкости при указанном содержании воды, если часть рецептуры алюминия должна быть низкой. Здесь может помочь соответствующая кинетика газовыделения использующегося типа алюминия.

Можно ли воздействовать не только на начальную вязкость массы ячеистого бетона, но и на схватывание массива ячеистого бетона в конце процесса вспучивания посредством алюминиевых газообразователей?

Газообразователь может оказывать непосредственное воздействие на начало процесса газовыделения (схватывания) посредством распределения пор по крупности. Например, более мелкое распределение пор приведет с физической точки зрения к большему схватыванию влаги на поверхности раздела пузырьков газа для массы ячеистого бетона и, таким образом, позволит раньше начать процесс схватывания массива. То же самое происходит в случае, если с помощью отдельного дозирования смачивающих средств для смеси ячеистого бетона выполняется также более тонкая настройка распределения пор по крупности с целью получения большей стабильности при заполнении форм.

При синхронизации более тонкого распределения пор по крупности с оперативным процессом вспучивания, то есть при получении большего количества пиковых значений в реакционной способности алюминия, досрочное достижение конечной высоты влечет за собой более сильное разрушение массива в процессе «газовыделения».

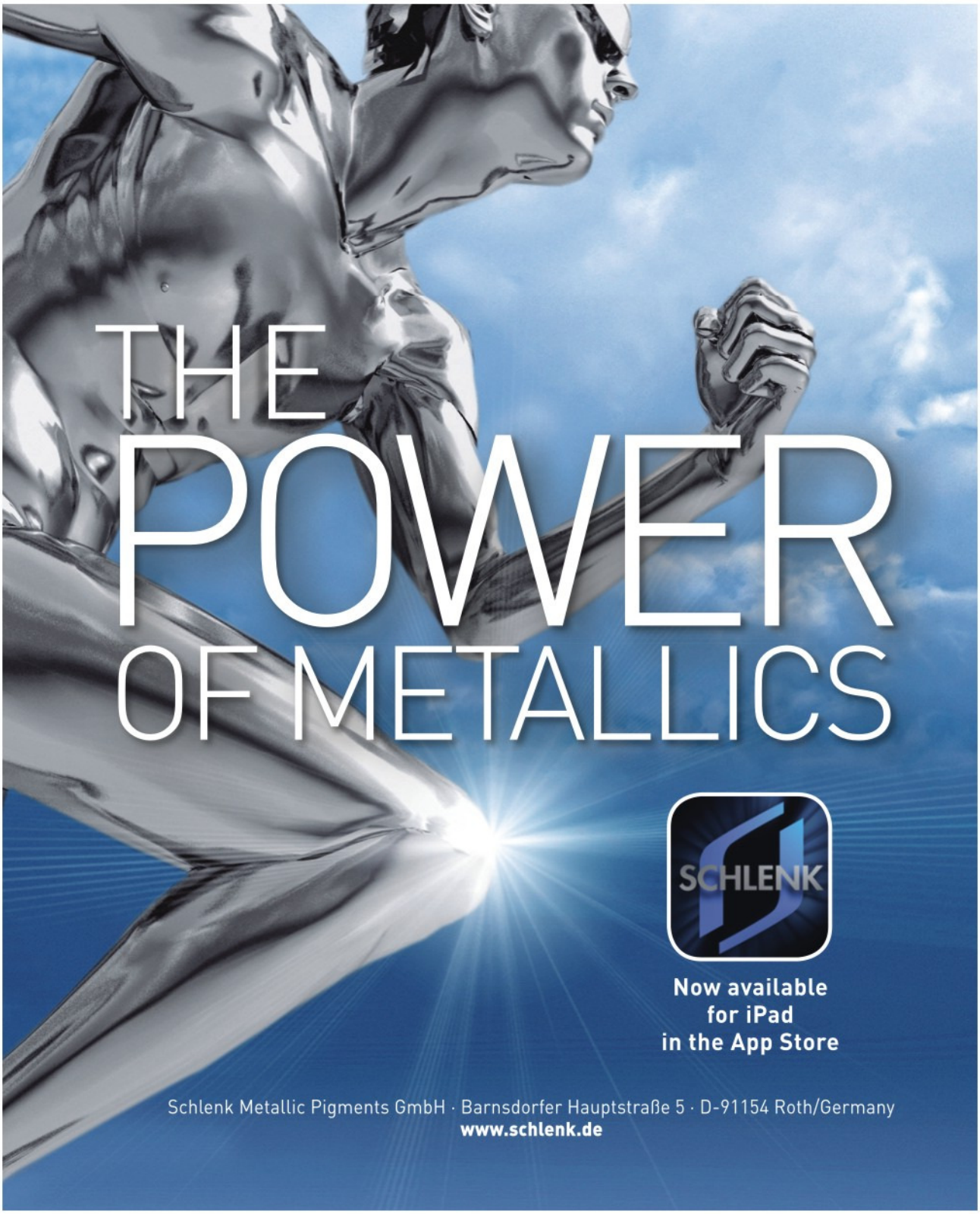
Опосредованно воздействовать на схватываемость массива и, следовательно, на реакционную способность связующих веществ можно путем включения добавок в алюминиевые пасты. Известны добавки, которые воздействуют на заливочный процесс, повышая вязкость смеси. Существуют также добавки, которые воздействуют на такие связующие вещества как цемент и приводят к замедлению реакций. Особенно негативно это сказывается на заливочном процессе при коротком периоде вспучивания и схватывания. Чтобы не нарушать его, следует добавлять в пасты рецептуры, схожие с рецептурами алюминиевых порошков. В противном случае это может привести к нестабильности массива, особенно при пониженной плотности, и к образованию кратеров с разрушением кромок. Это, как минимум, может вызвать просадку массива на 4-5 см.

Выводы

Выбор соответствующего газообразователя существенно влияет на то, насколько стабильным и экономичным будет производство ячеистого бетона. При этом, чем ниже производимая плотность блоков, тем большее значение приобретают качество и оптимальные свойства алюминиевого пигмента. При этом не играет роли, что используется: алюминиевая паста или порошок. Использование пасты или порошка может стать лишь основанием для выбора той или иной технологической системы дозирования или процесса перемешивания (или для выбора некритичной и более простой операции, использующейся в повседневном производственном процессе).

В любом случае, характеристикам газообразователя необходимо уделять такое же большое внимание, как, например, вяжущим веществам: извести и цементу.

SCHLENK


THE
POWER
OF METALLICS
SCHLENK
Now available
for iPad
in the App Store
Schlenk Metallic Pigments GmbH · Barnsdorfer Hauptstraße 5 · D-91154 Roth/Germany
www.schlenk.de

СИСТЕМЫ РЕКУПЕРАЦИИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ WEHRHAHN

Хельбер Клаас, проектный инженер
Романова Г.В., экспорт в страны СНГ

Важной составляющей процесса производства газобетона является автоклавирование, то есть гидротермальная обработка газобетонных массивов в атмосфере насыщенного пара. Производство пара является энергоемким процессом. Затраты на энергоносители для парогенератора (природный газ, жидкое топливо, в редких случаях уголь или другие твердые материалы) составляют значительную часть затрат на производство газобетона. Помимо этого, сжигание природного топлива негативно сказывается на окружающей среде.
В то же время в процессе автоклавирования образуется большое количество остаточного тепла: в виде конденсата и в виде отработанного пара.

Система рекуперации тепловой энергии компании WEHRHAHN обеспечивает эффективное использование подобного вторичного тепла.

1. Образование вторичного тепла в процессе автоклавирования

Стандартный автоклав на линии WEHRHAHN PLUS (для 121 м^3 газобетона) имеет длину 43,5 м и внутренний диаметр 3,1 м. Все количественные показатели ниже в тексте приводятся для автоклава данных размеров.

1.1. Конденсат

Производимый в парогенераторе пар поступает в автоклав, где он отдает часть своей тепловой энергии газобетону и автоклаву. При этом пар охлаждается и конденсируется. Конденсат постоянно отводится из автоклава в автоматическом режиме. В зависимости от эксплуатационного состояния автоклава отводимый конденсат имеет температуру до 190°C и содержит значительное количество тепловой энергии.[1)]

В процессе одного автоклавного цикла в автоклаве образуется около 24 м^3 конденсата. При недостаточно качественной изоляции автоклава количество конденсата может значительно увеличиваться.

1.2. Отработанный пар

В конце автоклавного цикла пар из автоклава выпускается, давление внутри автоклава снижается до атмосферного. Только после этого можно открывать крышку автоклава и начинать выгрузку газобетона.

Масса отработанного пара из парового пространства автоклава (пространство, не занятое газобетоном, автоклавными поддонами и вагонетками) составляет около 1,2 т. Значительная часть отработанного пара образуется в результате испарения воды, содержащейся в газобетонном массиве. Так, до автоклавирования газобетон содержит около 28% воды, которая сильно нагревается в процессе автоклавирования. При снижении давления в автоклаве снижается температура кипения воды, при этом часть воды испаряется. Если в автоклаве находятся 121 м³ газобетона, то общий объем воды в нем достигает 33 тон. При снижении давления в автоклаве примерно 4 тоны воды испаряются. Эти испарения в виде клубов пара, исходящих от автоклавированных газобетонных массивов, наблюдаются каждый раз при разгрузке автоклавированного газобетона.

Таким образом, в конце процесса автоклавирования в одном автоклаве образуется более 5 т отработанного пара.

[1)] Как может вода иметь температуру 190°C и при этом не испаряться? При давлении >12 bar в автоклаве температура кипения воды повышается соответственно, пар конденсирует при температурах значительно выше 100°C. Если давление окружающей среды снижается, то вода закипает и частично превращается в пар.

2. Энергосберегающий эффект при использовании вторичного тепла

Для одного автоклавного цикла требуется **82 000 МДж** тепловой энергии. При КПД парогенератора, равном 90%, на получение данного количества тепловой энергии требуется **2540 л** жидкого топлива или **2290 м^3** газа – это расход одной семьи, проживающей в отдельном доме, в течение целого года!

Конденсат содержит до 15 880 МДж тепловой энергии, отработанный пар - 15 176 МДж, что в общей сложности составляет примерно 38% тепловой энергии, необходимой для одного автоклавного цикла.

Таким образом, эффективная система рекуперации тепловой энергии позволяет повторно использовать до 38% произведенной тепловой энергии. Соответственно, экономится до 38% топлива, то есть **960 л** жидкого топлива или **870 м^3** газа всего за один автоклавный цикл.

Рис. 1. Энергосберегающий эффект при использовании вторичного тепла конденсата и отработанного пара

3. Возможности использования вторичного тепла с помощью системы рекуперации тепловой энергии WEHRHAHN

Остаточное тепло конденсата и отработанного пара может быть использовано для различных целей, например, для **отопления производственного цеха, камер предварительного твердения, зоны формирования автоклавных поездов,** а также для **подогрева технической воды**.

Наиболее эффективным способом рекуперации вторичного тепла является **нагрев питательной воды парогенератора** с помощью конденсата и отработанного пара, а также **перепуск пара.**

3.1. Перепуск пара

При наличии на заводе нескольких автоклавов возможен перепуск отработанного пара из одного автоклава в другой. Чем больше автоклавов участвуют в производственном процессе, тем эффективнее может осуществляться перепуск пара.

Система электроуправления автоклавированием WEHRHAHN WACO обеспечивает эффективный перепуск пара. Так, при перепуске пара должны одновременно выполняться и контролироваться две автоклавные кривые: кривая автоклава-донора, спускающего пар, и кривая автоклава, принимающего пар. Когда в первом автоклаве на заключительном этапе автоклавирования начинается спуск пара, снижаются температура и давление, то во втором автоклаве, участвующем в перепуске пара, давление и температура поднимаются, начинается первый этап автоклавирования.

Система WEHRHAHN WACO позволяет также автоматически регулировать время выпуска пара из автоклава, то есть отработанный пар выпускается тогда, когда очередной автоклав загружен и готов принять этот пар.

3.2. Предварительный нагрев питательной воды парогенератора

Предварительный нагрев питательной воды парогенератора производится, в первую очередь, с целью ее дегазации, в противном случае растворенные в воде газы вызовут коррозию металлосодержащего оборудования: парового котла, трубопровода, автоклавов.

Для удаления CO_2 и некоторых других газов питательную воду парогенератора необходимо нагреть до температуры выше 100°C. Обычно для этого используется свежий пар из парогенератора, в общей сложности до 20% производимого пара. Система рекуперации тепловой энергии позволяет осуществлять подогрев воды исключительно с помощью вторичного тепла спускного пара и конденсата.

Нагрев питательной воды парогенератора является наиболее эффективным способом использования вторичного тепла, образующегося в процессе автоклавирования, так как питательная вода парогенератора должна нагреваться круглый год, и при этом конденсат отдает значительную часть своей тепловой энергии и почти полностью охлаждается.

Помимо дегазации, нагрев питательной воды парогенератора позволяет снизить энергозатраты самого парогенератора на производство пара: чем выше температура питательной воды, тем меньше тепловой энергии необходимо для образования насыщенного пара в парогенераторе. Поэтому WEHRHAHN предлагает емкости высокого давления для питательной воды, позволяющие нагревать ее до 170°C.

Для нагрева питательной воды используется как отработанный пар, так и конденсат. Отработанный пар может напрямую подаваться в емкость для питательной воды парогенератора. Непосредственное использование конденсата в качестве питательной воды является нерентабельным, так как, соприкасаясь в процессе автоклавирования с газобетонными массивами, конденсат сильно загрязняется. Поэтому для обогрева питательной воды с помощью конденсата используются высокоэффективные теплообменники с многоступенчатым подключением, что обеспечивает максимальную теплопередачу между конденсатом и водой.

3.3. Производство горячей воды для производственного процесса

Для производства газобетона необходима горячая вода, количество которой зависит от рецептуры и времени года. Обычно производственная вода нагревается в баке для горячей воды посредством свежего пара, впускаемого из парогенератора в бак.

Система рекуперации тепловой энергии позволяет нагревать производственную воду исключительно с помощью вторичного тепла, содержащегося в конденсате и отработанном паре. Потребность в свежем паре таким образом снижается, уменьшается нагрузка на парогенератор.

3.4. Обогрев производственных участков и офисных помещений

Для повышения эффективности производственного процесса и улучшения качества газобетонной продукции целесообразно обогревать некоторые участки производства, в первую очередь, камеры предварительного твердения для ускорения времени созревания массива, а также зону формирования автоклавных поездов для предотвращения охлаждения массивов перед автоклавированием и повышения качества процесса автоклавирования.

В зимние месяцы необходимо, кроме того, отапливать производственные и офисные помещения. Для этих целей также целесообразно использовать вторичное тепло отработанного пара и конденсата.

Недостатком использования вторичного тепла для отопления помещений является сезонность этой потребности: в теплое время года помещения не отапливаются.

4. Возможности сохранения вторичного тепла и интеллектуальная система электроуправления

Установка рекуперации тепловой энергии WEHRHAHN позволяет сохранять тепловую энергию в течение нескольких дней. Так, например, образующееся в конце рабочей недели тепло может сохраняться в течение выходных дней и затем использоваться в начале следующей недели, пока отсутствует новое поступление вторичного тепла.

Для сохранения вторичного тепла существует несколько способов, которые можно комбинировать.

4.1. Нагрев питательной воды парогенератора впрок

Как уже было описано выше, питательная вода парогенератора должна нагреваться. Один из способов сохранения вторичного тепла – это нагрев воды для парогенератора в системе рекуперации тепловой энергии и хранение ее в хорошо изолированной емкости до тех пор, пока она не понадобится. Тепло может сохраняться таким образом несколько дней.

4.2. Хранение конденсата в емкости-накопителе

Другой метод сохранения вторичного тепла в течение достаточно длительного времени – это хранение горячего конденсата в хорошо изолированной емкости.

4.3. Отработанный пар в пароутилизаторе

Отработанный пар может сохраняться в пароутилизаторе, который представляет собой заполненную водой емкость высокого давления. Значительным преимуществом сохранения пара в пароутилизаторе является то, что в периоды пиковых нагрузок на парогенератор пар в автоклав может подаваться непосредственно из пароутилизатора, снижая тем самым потребность в свежем паре и, соответственно, разгружая парогенератор.

4.4. Интеллектуальная система электроуправления

Установки рекуперации тепловой энергии WEHRHAHN оснащены интеллектуальной системой электроуправления, которая постоянно контролирует все важные параметры процесса и регулирует вентили и насосы в системе. Также возможен учет и запись потоков тепловой энергии.

Интеллектуальное электроуправление установки рекуперации тепловой энергии взаимодействует с системой электроуправления автоклавами. Это очень важно, поскольку вторичное тепло образуется в процессе автоклавирования неравномерно. Так, например, отработанный пар, содержащий 19% отработанного тепла, образуется в течение 60 минут, в то время как весь процесс автоклавирония длится около 12 часов. Система электроуправления установки рекуперации может реагировать заранее на ожидаемый приток тепла.

5. Преимущества эффективной системы рекуперации тепловой энергии

Система рекуперации тепловой энергии позволяет производителю автоклавного газобетона получить целый ряд преимуществ.

1. Экономия горючего значительно снижает производственные затраты, что является существенным конкурентным преимуществом.
2. Снижается нагрузка на парогенератор, что особенно важно для предприятий, где парогенератор работает на пределе мощности.
3. Во многих случаях конденсат должен охлаждаться перед сбросом его в канализационную систему. В результате того, что в системе рекуперации тепловой энергии конденсат отдает свое тепло и охлаждается при этом до 30°C, дополнительные меры по охлаждению не нужны.
4. Уменьшение потребления горючего важно для сохранения окружающей среды, что сказывается положительно и на имидже предприятия.

Рис. 2. Установка рекуперации тепловой энергии на газобетонном заводе в Италии

Несмотря на вышеперечисленные преимущества, на большинстве предприятий вторичное тепло не используется совсем или используется только в очень незначительной мере - об этом свидетельствуют клубы пара над автоклавами, возникающие при снижении в них давления.

На разных заводах существуют разные требования и пожелания в отношении системы рекуперации тепловой энергии. Поэтому WEHRHAHN предлагает индивидуальные решения, которые будут оптимальны именно для Вашего завода.

Обращайтесь к нам, мы разработаем для Вас оптимальную систему для Вашего завода.

Дооснащение и модернизация устаревших систем в соответствии с новейшими достижениями техники – это также важная часть программы поставок WEHRHAHN.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНДЕНСАТА, ОБРАЗУЮЩЕГОСЯ ПРИ АВТОКЛАВИРОВАНИИ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА

Вишневский А.А., Лялин А.Ю., ООО «Производственно-Строительное Объединение «Теплит»

Производственно-Строительное Объединение «Теплит» осуществляет производство изделий из автоклавного газозолобетона на двух производственных площадках: в г. Березовский и п. Рефтинский. Завод в г. Березовский оснащен технологической линией «Верхан плюс» производительностью 1200 м^3/сут. Тепловлажностная обработка газозолобетона ведется в 9 автоклавах размером 2,55 × 37,5 м при температуре 195^{o}С и давлении 12 бар. Продолжительность цикла автоклавной обработки составляет 10,5 ч.

В процессе автоклавной обработки из-за разности температур при контакте пара с поверхностью газобетона или автоклава образуется конденсат. Таким образом, под конденсатом мы будем понимать продукт перехода воды из парообразного состояния в жидкое. При максимальном выпуске продукции объем конденсата, образующегося в процессе автоклавной обработки газобетона, составляет 80 т/сут.

Также, на заводе имеются два теплопункта, которые обеспечивают горячей водой и теплом несколько производственных объектов. В процессе их работы ежесуточно образуется от 10-15 т конденсата в зависимости от времени года.

В результате, суммарно при производстве 1200 м^3 газобетона образуется 90 - 95 т конденсата в сутки.

Возникает вопрос: что делать с образующимся конденсатом? Проанализировав зарубежный и отечественный опыт производства автоклавных силикатных материалов, можно выделить следующие пути решения данной проблемы:

1) сброс в промышленную канализацию;
2) отбор тепла и сброс в промышленную канализацию;
3) отбор тепла и полное или частичное использование в качестве воды затворения.

С целью выбора способа использования был проведен подробный анализ образующегося конденсата, а также оценено его влияние на производство и свойства автоклавного газозолобетона.

Первоначально был исследован конденсат, образующийся на различных стадиях технологического процесса. На предоставленных пробах по стандартным методикам были определены pH, электропроводность, содержание солей и взвешенных частиц. Анализ показал (табл. 1), что конденсат из теплопункта не имеет взвесей, не загрязнен нефтепродуктами и другими вредными веществами. Его pH составляет 9,5.

Таблица 1. Характеристика конденсата, образующегося на различных стадиях технологического процесса

Параметры	Стадия образования конденсата				
	Нагрев воды в тепловом пункте	Подъем давления в автоклаве		Изотермическая выдержка	Снижение давления в автоклаве
		До 0,5 бар	0,5-12 бар		
pH	9,5	9,3	9,4	9,3	9,2
Содержание солей, мг/л	-	36,0	47,0	178,1	117
Электропроводность, микросименс	-	93	68,1	130,2	130,7
Содержание взвешенных частиц, мг/л	0	82,3	25,2	12,4	8,5
Содержание хлоридов, мг/л	-	8,3	9,1	5,9	6,2

Исследование автоклавного конденсата показали, что характеристики конденсата, образующегося в начальный период подъема давления (до 0,5 бар), отличаются от параметров конденсата, возникающего на других стадиях. Так, в частности, образующийся в начальный период конденсат характеризуется повышенным содержанием взвешенных частиц. Кроме этого, первая порция содержит большое количество нефтепродуктов (774 мг/л), что в соответствии с ГОСТ23732-79 недопустимо при использовании его в качестве воды затворения в бетонах.

Пробы, взятые на других стадиях процесса автоклавирования, не выявили подобных отклонений. Характеристика pH конденсата незначительно изменяется в интервале от 9,2 до 9,3 и достигает максимального значения к началу экзотермической выдержки. Электропроводность конденсата в процессе автоклавирования повышается. Максимальное значение составляет ~ 130 мкСм.

Таким образом, конденсат, образовавшийся в начале процесса автоклавирования (при подъеме давления в автоклаве до 0,5 бар), загрязнен примесями, и его можно использовать только после предварительной очистки (осаждение твердых частиц, сбор нефтяных продуктов). В настоящее время на заводе такие мощности отсутствуют, поэтому первые порции автоклавного конденсата удаляются в промышленную канализацию. Остальной конденсат (~ 93% от общего объема) может быть использован для приготовления газозолобетона.

Характеристики усредненного конденсата (без первой порции автоклавного конденсата) представлены в табл. 2.

Таблица 2. Характеристика усредненного конденсата

	pH	Электропроводность, мкСм	Содержание мг/л		
			Растворимых солей	Хлоридов	Взвешенных частиц
Конденсат	9,7	130,4	76,0	8,7	12,1
Требование к воде по ГОСТ23732-79	4-12,5	-	10000	3500	300

Анализ полученных данных показывает, что усредненный конденсат имеет слабощелочную среду. Такая же среда возникает в цементном камне при его твердении. Незначительно повышенное содержание щелочей, по литературным данным, приводит к повышению скорости растворения основных компонентов цементного клинкера и создает благоприятную среду для его твердения. Также известно, что щелочная среда ускоряет растворение SiO_2, что положительно влияет на процессы структурообразования в ячеистом бетоне. Таким образом, слабощелочная среда в некотором смысле может рассматриваться как благоприятная для твердения автоклавного ячеистого бетона.

К отрицательным моментам повышенного содержание щелочей в газобетонной смеси можно отнести возможное высолообразование на поверхности ячеистого бетона. Однако видимого высаливания на поверхности нашего газозолобетона обнаружено не было.

Кроме этого, при повышенном содержании щелочей возможна щелочная коррозия бетона, проявляющаяся в ослаблении структуры и понижении прочности. Однако длительные испытания образцов газозолобетона (более 5 лет) не выявили существенного снижения прочности в процессе хранения и эксплуатации газозолобетона.

Таблица 3. Изменение физико-механических характеристик автоклавного газозолобетона в процессе эксплуатации

Характеристики	Период эксплуатации, год					
	3 сут	0,5 года	1 год	2 года	3 года	4 года
Прочность при сжатии, кгс/см^2	44,1	45,2	45,5	43,7	43,9	43,1
Плотность, кг/м^3	498,5	501,6	503,2	508,3	504,9	503,1
Влажность, масс. %	35,1	16,2	7,1	5,2	4,3	4,2

Помимо влияния на процесс изготовления и свойства автоклавного газозолобетона известно о негативном влиянии конденсата на оборудование. В частности, на одном из немецких заводов на внутренней поверхности автоклавов были обнаружены раковины. В качестве возможной причины образования данных дефектов рассматривается повторное использование конденсата, электропроводность которого достигает 2000 мкСм. В нашем случае с момента запуска производства автоклавы дважды подвергались инструментальному контролю специализированными организациями, в рамках которого повреждений или повышенных износов внутренних поверхностей автоклавов не выявлено.

Необходимо также отметить, что параметры усредненного конденсата при его выдержке начинают изменяться. В частности, происходит увеличение показателя pH, электропроводности и солесодержания. Данное явление, на наш взгляд, объясняется выпариванием воды вследствие повышенной температуры конденсата.

В результате всестороннего анализа не было выявлено причин, препятствующих использованию конденсата в качестве воды затворения. Его характеристики удовлетворяют требования ГОСТ23732, негативного влияния на процесс изготовления и свойства автоклавного газозолобетона, а также на сохранность используемого оборудования не установлено. На основании этого было принято решение использовать образующийся конденсат (без первых порций автоклавного конденсата) в технологических целях.

На заводе была разработана и применена следующая схема использования конденсата (рис. 1). Конденсат через трубный коллектор поступает в сепаратор и далее в приёмный конденсатный бак объёмом 6м^3. В сепараторе и конденсатном баке происходит осаждение крупных частиц размером примерно 0,1 мм и более. Осажденные частицы удаляются 1 раз в год в период остановки производства. Далее конденсат через систему отведения поступает в накопительную ёмкость объёмом 125 м^3. В эту же ёмкость поступает паровой конденсат от 2 теплопунктов.

В накопительной ёмкости происходит усреднение конденсата. При этом он характеризуется повышенной температурой (60-70°С). Опытным путём было установлено, что для полного использования конденсата в качестве воды затворения его температура не должна превышать 30°С в летний период и 50°С в зимний. Для достижения указанной температуры мы смонтировали систему охлаждения, состоящую из двух установок.

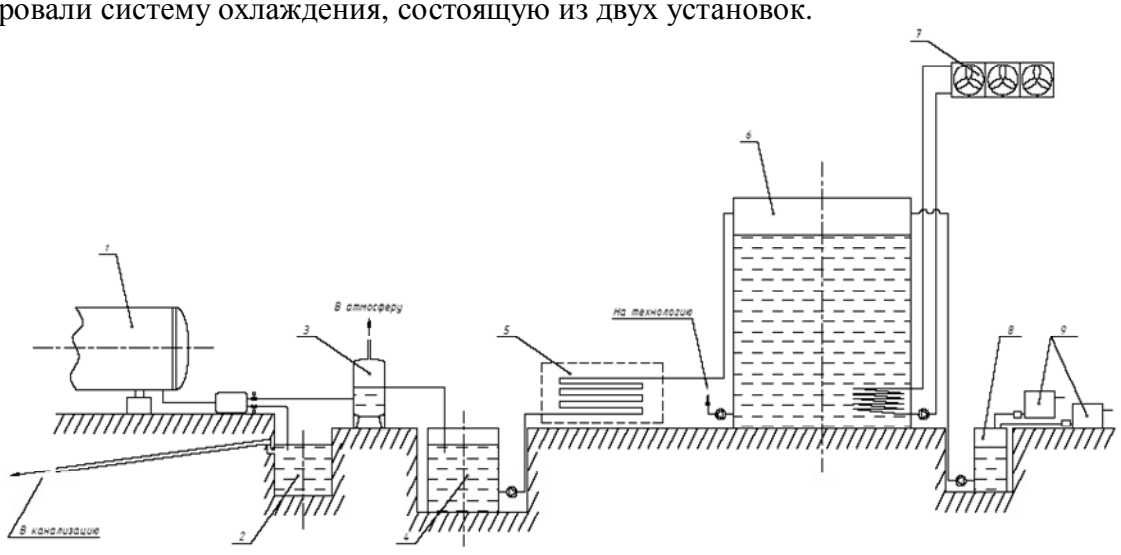


Рис. 1 Схема кондесатоотведения:
1 - автоклав; 2 - емкость для грязного конденсата V=2.5м^3; 3 – сепаратор; 4 - приемный конденсатный бак V=6м^3; 5 – система подогрева зоны автоклавных поездов; 6 - емкость накопления конденсата V=125м^3; 7 - система охлаждения конденсата; 8 – бак конденсата от теплопунктов V=2 м^3; 9 - теплопункты.

Первая установка позволяет отнимать тепло для подогрева зоны формирования автоклавных поездов. Весь собранный конденсат поступает в трубную систему подогрева зоны. При этом температура конденсата снижается до 60-65°С, а температура воздуха в зоне поднимается на 10°С, что необходимо для предотвращения интенсивного охлаждения газобетонных массивов перед автоклавированием.

Других вариантов использования тепла от конденсата на сегодняшний день на заводе нет, так как для прочих целей (отопление, получение горячей воды, подогрев питательной воды в котельной) используется вторичный пар. В связи с этим вторая установка отбирает тепло у конденсата и передает его в атмосферу.

Вторая установка состоит из 3 водовоздушных калориферов, установленных на крыше здания, насосной станции с экспанзоматом, трубных спиральных теплообменников, установленных внутри конденсатной ёмкости, и контроллера управления с датчиками. Охлаждение осуществляется промежуточным теплоносителем (водой), который поступает для охлаждения на крышу в водовоздушные калориферы. Первоначально использовалось непосредственное охлаждение конденсата с помощью калориферов. Однако со временем происходило забивание ячеек калорифера взвесями и снижение эффективности охлаждения.

Максимальная тепловая мощность второй установки 1,5 МВт. Данная установка позволяет охладить конденсат до температуры 30^{o}С.

Охлажденный конденсат поступает в расходный бак горячей воды. В среднем для приготовления 4,5 м^3 газобетона требуется 1400л воды. Доля конденсата при этом составляет 35 % (500 л).

Подобная технология конденсатоотведения применяется уже более 6 лет.

В заключение необходимо отметить, что использование конденсата позволяет:

1) использовать вторичное тепло для технологических целей;
2) экономить техническую воду;
3) минимизировать сбросы в промышленную канализацию.

УСАДКА АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА И СПОСОБЫ ПРЕДОХРАНЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ОТ УСАДОЧНЫХ ТРЕЩИН

Паплавскис Язепс, канд. тех. наук., Aeroc AS, Эстония

В настоящий момент актуальность проблем, связанных с усадкой автоклавного газобетона, обусловлена структурными и качественными изменениями, произошедшими в отрасли производства этого материала в Российской Федерации, Белоруссии, Украине, Эстонии и др. странах. Во всех этих странах в течение последних 10 – 15 лет были построены новые современные заводы, позволяющие на высокомеханизированных и автоматизированных линиях выпускать широкую номенклатуру изделий с пониженной маркой плотности (от D300 до D500) и высокой точностью геометрических размеров. Это позволяет впервые практически во всех климатических зонах применять однослойные наружные стены без дополнительного утепления.

Одновременно для кладки стен и отделки наружных и внутренних поверхностей появились новые материалы. Поэтому очень важным является учет взаимодействия автоклавного газобетона с этими материалами с целью предотвращения образования трещин от усадки.

Необходимо отметить, что в ряде случаев образование трещин обусловлено не усадкой газобетона, а ошибками при проектировании конструкций с применением изделий из автоклавного газобетона или свойствами отделочных и клеевых составов. Однако, как правило, в претензиях к производителю газобетона причиной образования трещин указывается только его усадка.

Учитывая вышесказанное, в настоящей статье рассмотрены следующие вопросы:

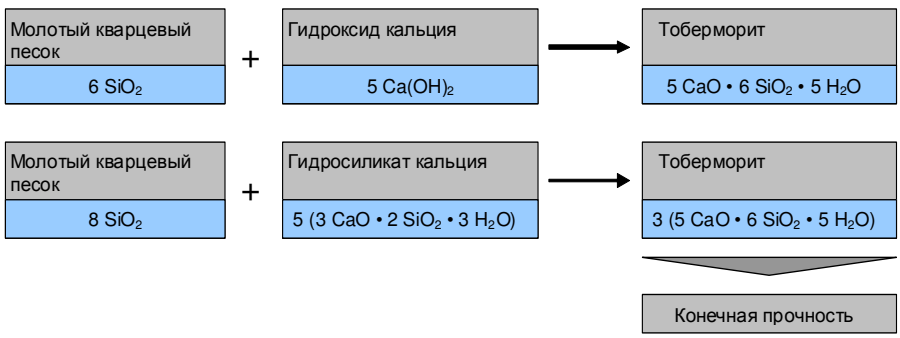
- понятие усадки автоклавного газобетона, её виды и нормирование величины усадки;
- технологические приемы снижения усадки;
- способы предохранения конструкций от усадочных трещин.

Понятие усадки автоклавного газобетона, ёе виды и нормирование величины усадки

В изделиях из автоклавного газобетона во время их эксплуатации возникают деформации не только при воздействии внешних нагрузок, но и вследствие влагообменных процессов между бетоном и окружающей средой (усадка при высыхании), а также воздействия содержащегося в воздухе углекислого газа CO_2 (карбонизационная усадка).

Автоклавный газобетон имеет весьма сложную структуру и минералогический состав. Изучению этих вопросов посвящено много исследований. Большинство исследователей едины в том, что **усадка при высыхании** автоклавного газобетона обусловливается действием капиллярных сил и десорбцией воды из межкристаллических слоев при ее испарении в процессе высыхания материала. Поэтому величина усадки главным образом зависит от количества, состава и кристаллической структуры новообразований, а также характеристик микрокапиллярной пористости материала.

Химические реакции при твердении газобетона в автоклаве с избыточным давлением около 11-ти, температурой около 190°C и продолжительностью автоклавирования в течение 6–12 часов приведены ниже.



В ходе автоклавной обработки газобетона возникают новообразования, основной составляющей которых является искусственный минерал тоберморит. В этом заключается принципиальная разница между автоклавным и неавтоклавным газобетоном. В неавтоклавном газобетоне при естественных условиях твердения новообразования, в т. ч. тоберморит, не образуются. Поэтому величина усадки при высыхании неавтоклавного бетона в 10 раз больше усадки автоклавного газобетона, что, как правило, приводит к его трещинообразованию.

Процесс усадки при высыхании стабилизируется к моменту достижения в стене равновесной средней влажности от 4% до 6%. При двустороннем высыхании в наружных стенах в зависимости от характеристик паропроницаемости отделочных слоев стабилизация происходит после второго или третьего отопительного периода.

Совершено другая ситуация имеет место в случае **карбонизационной усадки**, процесс которой затухает в течение нескольких десятилетий [2]. Причиной усадки газобетона в процессе карбонизации являются собственные напряжения гидросиликатной связки, проявляющиеся при действии углекислотного газа CO_2, находящегося в воздухе. Изучению карбонизационной усадки посвящена работа [2], в которой показано, что величина карбонизационной усадки может быть от 0,8мм/м до 2,0мм/м, т.е. в 3–4 раза больше усадки при высыхании (рис. 1). Однако в нормативной документации Российской Федерации и других стран величина карбонизационной усадки не нормируется. Это объясняется тем, что практическое значение эта величина имеет только для тех конструкций, которые в течение нескольких десятилетий эксплуатируются без наружной отделки. Если конструкция имеет наружный отделочный слой, что наблюдается в большинстве случаев, влияние CO_2, находящегося в наружном воздухе, на величину карбонизационной усадки несущественно.

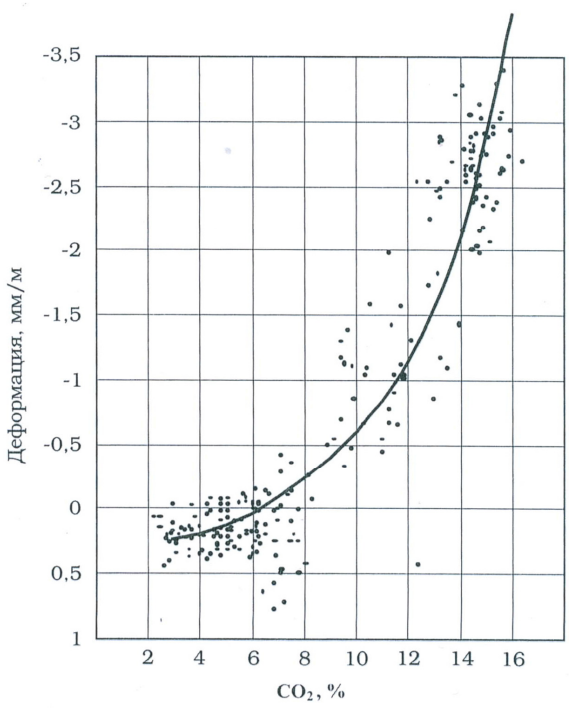


Рис. 1. Зависимость карбонизационной усадки автоклавного газобетона от содержания связанного CO_2 [2]

Усадка при высыхании автоклавного газобетона, напротив, прописана в нормативной документации Российской Федерации. Так, согласно ГОСТ 31359-2007/5/, она не должна превышать:

- **0,5** мм/м – для конструкционных и конструкционно-теплоизоляционных ячеистых бетонов, изготовленных на кварцевом песке;
- **0,7** мм/м – для конструкционных и конструкционно-теплоизоляционных ячеистых бетонов, изготовленных на других видах кремнеземистых компонентов.

Вышеуказанные нормативные величины усадки при высыхании приняты также в нормативных документах Украины и Белоруссии.

Отметим, что для неавтоклавного ячеистого бетона согласно ГОСТ 25485-89 усадка при высыхании не должна превышать **3,0 мм/м**.

В нормативной документации стран Европейского Союза величина усадки при высыхании не нормируется. В стандарте EN 771-4 указано следующее:

«Для изделий, для которых данный показатель является существенным для выпуска на рынок, и во всех случаях, когда стеновые камни используются в элементах, к которым предъявляются требования по прочности, следует определять усадку стенового камня согласно стандарту EN 680».

Что же касается рекомендуемой величины усадки при высыхании, то в технической литературе Германии [7] изготовителям газобетона предлагается по собственной инициативе ограничить усадку при высыхании величиной **0,25 мм/м**.

При определении рекомендуемой или нормируемой величины усадки необходимо учитывать, что усадка не должна превышать и, по возможности, должна быть меньше предельной растяжимости автоклавного газобетона. В противном случае с большой вероятностью произойдет растрескивание материала в процессе его высыхания. В работе [3] на основании многочисленных исследований показано, что предельная растяжимость, определенная согласно ГОСТ 25485-89 Приложение 5, в худшем случае составляет 0,3–0,4 мм/м, а в большинстве случаев находится в диапазоне от 0,6 до 0,9 мм/м. Таким образом, установленные в ГОСТ 31359-2007 нормируемые величины усадки 0,5мм/м и 0,7мм/м следует считать максимально допустимыми величинами, т.к. они очень близки к величине предельной растяжимости автоклавного газобетона.

Что касается методики определения усадки при высыхании, то в этом отношении ГОСТ 25485-89 практически не отличается от стандарта EN 680 стран Евросоюза. Единственная разница состоит в том, что согласно ГОСТ 25485-89 усадка определяется в интервале весовой влажности от 35% до 5%, а согласно EN 680 - от 30% до 6%.

Технологические приемы снижения усадки

Этим вопросам посвящены исследования, приведенные в работе [1]. Автор [1] указывает, что, несмотря на большое количество исследований, обобщение публикаций разных авторов порой вызывает непреодолимые трудности. Это вызвано тем, что исследователи применяют различные сырьевые материалы и методики определения усадки. Также для проанализированных работ характерно различное понимание равных условий, а также разный диапазон варьирования технологических параметров.

Несмотря на это, большинство авторов едины в том, что величина усадки в наибольшей мере зависит от следующих факторов:

- режима автоклавной обработки;
- содержания SiO_2 в песке или кремнеземистом компоненте;
- состава смеси.

Всё это в целом влияет на количество новообразований *H*, полноту реакции *H/Hм*, и гидросиликатно-водное отношение *H/B*. Поэтому автор работы [1] предлагает ожидаемую величину усадки определить согласно эмпирической формуле:

$$\varepsilon_y = H\left[4{,}90 - 26{,}88\,{}^{H}\!/_{B} - 30{,}05\left({}^{H}\!/_{Hм}\right)^2 + 24{,}34\,{}^{H}\!/_{B} * {}^{H}\!/_{Hм} + 30{,}28\,{}^{H}\!/_{Hм}\right].$$

Эта формула рекомендуется для газобетона на кварцевом песке. С другими кремнеземистыми компонентами, например, золой от каменного угля, автор работы [1] исследований не проводил. В то же время усадка газобетона на золе выше усадки газобетона на кварцевом песке. При прочих равных условиях на величину усадки влияет содержание SiO_2 в золе и в кварцевом песке.

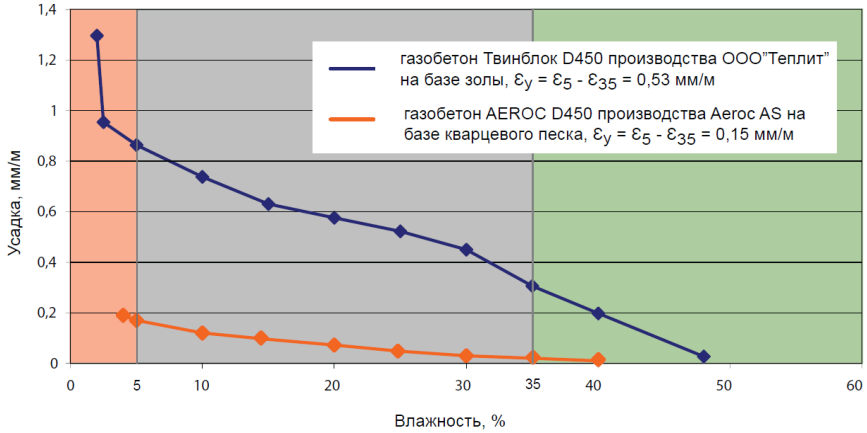


Рис. 2. Усадка при высыхании автоклавного газобетона на базе золы с содержанием SiO_2 56,3% и автоклавного газобетона на базе кварцевого песка с содержанием SiO_2 от 90% до 92,5%

Сравнительные данные определения усадки при высыхании для газобетона на кварцевом песке и газобетона на базе золы каменных углей приведены на рис. 2.

В работе [4] указывается, что для снижения усадки при высыхании рекомендуется использовать смеси с пониженным количеством воды затворения, т.е. с пониженным отношением В/Т.

Исследования, приведенные в работе [1], показали, что пониженное отношение В/Т влияет на величину усадки в диапазоне влажности материала от 35% до 60%. Однако для предотвращения трещинообразования наиболее опасным является диапазон влажности материала от 2% до 5% (рис. 2, 3). В этом диапазоне влажности материала, согласно исследованиям [1], пониженное количество воды затворения практически не оказывает влияния на величину усадки при высыхании.

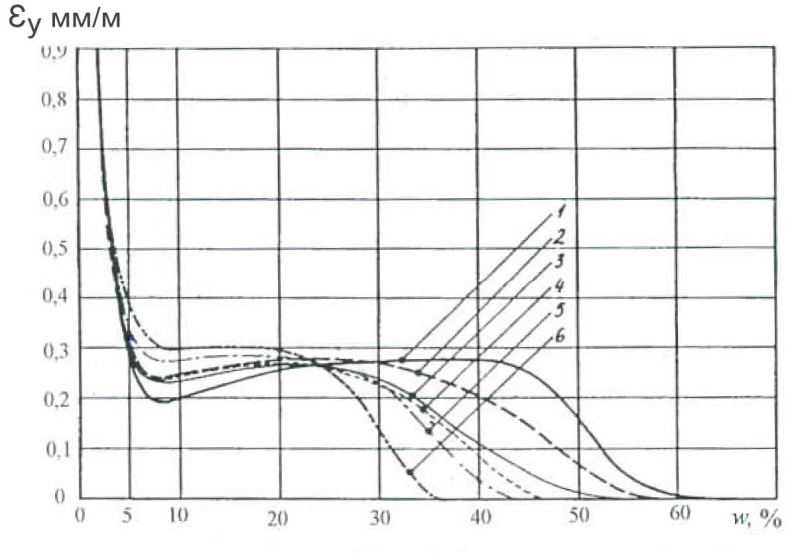


Рис. 3. Кривые изменения усадки при высыхании в зависимости от величины водотвердого отношения смеси В/Т [1]. Кривые 1, 2, 3 при В/Т от 0,49 до 0,57; Кривые 4, 5, 6 при В/Т от 0,39 до 0,45

Способы предохранения конструкций от усадочных трещин

Предохранять конструкции от усадочных трещин можно двумя путями:

- снижение усадки газобетона при высыхании путем варьирования технологическими параметрами при его изготовлении;
- применение отделочных составов с дисперсным армированием, использование в слое наружной и внутренней отделки капроновой сетки, а также конструктивное армирование кладки из мелких блоков.

Варьирование технологических параметров для газобетона на базе кварцевого песка позволяет вместо нормируемой величины 0,5 мм/м (ГОСТ 31359-2007) получить величину усадки в пределах от 0,15 мм/м до 0,30 мм/м, т.е. в 3–4 раза меньше предельной растяжимости газобетона, составляющей от 0,6 мм/м до 0,9 мм/м [3]. Однако при определенных условиях, например, интенсивном высыхании наружного или внутреннего слоя наружной стены, это может оказаться недостаточным. Это объясняется тем, что при достижении средней величины равновесной влажности стены около 5% распределение влажности по сечению стены не является равномерным (рис. 4). В наружном и внутреннем слое стены толщиной 3-4 см влажность может достигать величины 2–3% или даже меньше. В этом диапазоне величина усадки резко увеличивается (рис. 2, 3). Это вызывает концентрацию напряжений между слоями и, как следствие, образование поверхностных усадочных трещин.

В практике строительства не всегда удается избежать интенсивного высыхания наружного и внутреннего слоя. Некоторые зарубежные фирмы рекомендуют осуществлять наружную и внутреннюю отделку после первого отопительного периода или после одного года с момента завершения строительства.

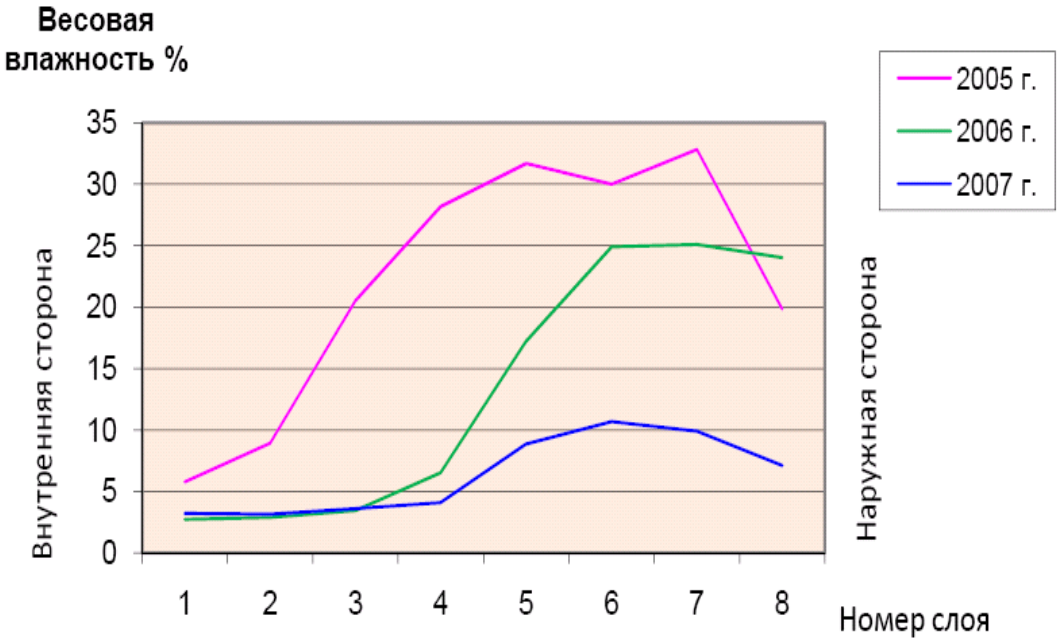


Рис. 4. Изменение весовой влажности внутри стены.

Характеристики испытаний

1. Толщина стены AEROC 375мм.
2. Объемная масса газобетона AEROC 375кг/м³.
3. Толщина наружной штукатурки 5мм (Maxit Serpo).
4. Коэффициенты паропроницаемости газобетона μ=4,6 для наружной штукатурки Maxit Serpo μ=17,8.

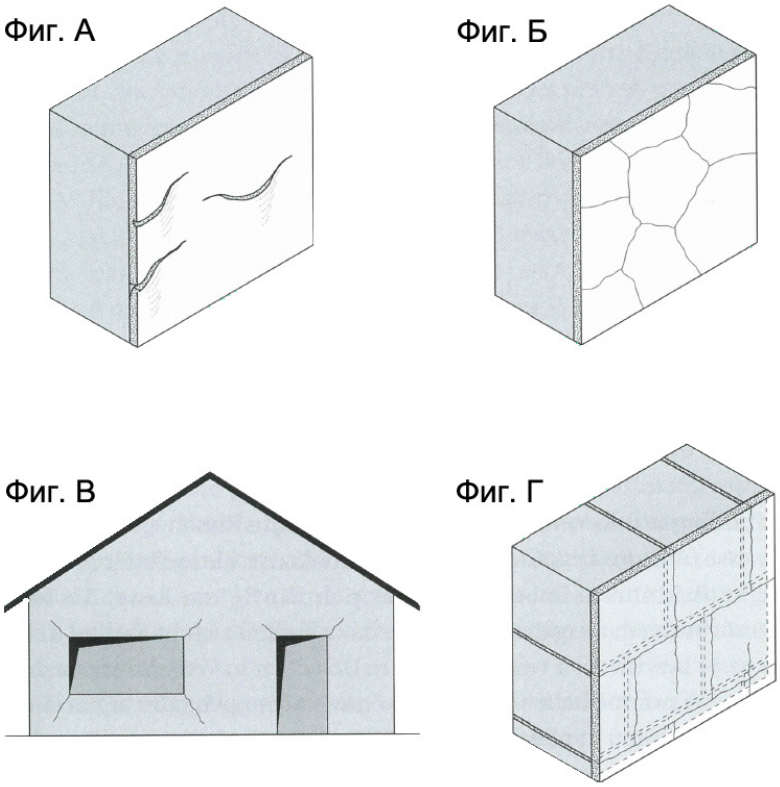


Рис. 5. Характерные дефекты отделочного слоя:
фигура А – осадка свежей штукатурки;
фигура Б – усадка поверхностного слоя при высыхании газобетона;
фигура В – трещины в углах оконных и дверных проемов;
фигура Г – усадочные трещины в клеевых или растворных швах

Однако в большинстве случаев строители спешат по возможности быстрее сдать объекты в эксплуатацию и производят отделочные работы на невысохшем материале, когда его влажность находится в пределах 15–25% или более. Если в этом случае применять для наружной и внутренней отделки отделочные составы без дисперсного армирования или капроновой сетки, то с большой вероятностью на отделанной поверхности появятся усадочные трещины. Их ремонт вызывает не только дополнительные затраты, но и большие неудобства после заселения помещений.

Усадочные трещины могут возникнуть также в горизонтальных и вертикальных швах кладки (рис. 5). Для их предотвращения рекомендуется конструктивное армирование кладки в каждом четвертом ряду. Однако такие рекомендации не отражены в нормативных документах Российской Федерации, и проектировщики в большинстве случаев не предусматривают конструктивное армирование кладки.

Аналогичная ситуация имеет место в случае, когда проектом предусматривается отделка штукатуркой. Какая должна быть штукатурка и какими характеристиками она должна обладать, в проектах обычно не указывается.

Наконец, в ряде случаев трещины и отслаивание отделочного слоя могут возникнуть не из-за усадки, а из-за низкой паропроницаемости штукатурного слоя или отсутствия деформационных швов между монолитными перекрытиями и стенами из газобетона.

Заключение

Для повышения конкурентоспособности автоклавного газобетона очень важно уделять внимание исключению возможности образования усадочных трещин.

Если на наружной поверхности стены трещины в ряде случаев можно «спрятать» под слоем утеплителя или экранной отделки, то на внутренней поверхности это сделать невозможно.

Учитывая это, производители газобетона с участием ассоциации НААГ России и привлечением научных и проектных организаций должны разработать четкие рекомендации для проектных организаций.

Список литературы

1. Юурвээ У. Исследование возможности расчетного определения величины влажности усадки известного-песчаного материала автоклавного твердения. Автореферат кандидатской диссертации. Таллинн, 1991.
2. Муст Х. Исследование морозостойкости и усадки газосиликата объемной массой 500-600 кг/м³ в зависимости от технологии изготовления. Автореферат кандидатской диссертации. Рига, 1971.
3. Эскусон К. Автоклавный газосиликат. Монография. Таллинн: 2001. 154 с. (на эстонском языке)
4. Галкин С. П., Сажнев Н. П. Применение ячеистобетонных изделий. Теория и практика. Минск, 2006.
5. ГОСТ 31359-2007 «Бетоны ячеистые автоклавного твердения».
6. EN 680 «Bestimmung des Schwindens von dompfgehärtetem Porenbeton».
7. Homann M. Richtig Bauen mit Porenbeton. Stuttgart: 2003.

ВОЗНИКНОВЕНИЕ ДЕФЕКТОВ В ГАЗОБЕТОНЕ ДО ЕГО АВТОКЛАВНОЙ ОБРАБОТКИ

Маличенко Г., независимый консультант по газобетону, компания «PORENDOC» (Германия)
Кафтаева М.В., канд. техн. наук, доцент Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (Россия, г. Белгород)

Основная часть дефектов, наблюдаемых нами после окончания процесса изготовления изделий из ячеистых бетонов автоклавного твердения, появляется еще в сыром бетоне. Особенно часто наблюдаются дефекты в виде трещин, которые могут иметь различную природу. В большинстве случаев трещины возникают в процессе «созревания», но могут появиться и после зоны ферментации: в процессе транспортирования и других технологических переделов перед автоклавированием. Некоторые дефекты похожи друг на друга, поэтому выявление причин их возникновения затруднено.

Рассмотрим некоторые наиболее часто встречающиеся виды дефектов:

– трещины, возникающие в процессе реакции вспучивания внутри массива (трещины роста);
– большие пустоты и линзы в структуре бетона;
– трещины, возникающие из-за включений смазки в тело бетона;
– трещины, обусловленные усадкой бетона;
– трещины, связанные с армированием;
– трещины, возникающие во время транспортировки «зеленого» массива;
– трещины, возникающие при резке массива.

В качестве основных причин их возникновения можно назвать следующие:

1) не оптимизирован состав заливочной смеси;
2) не правильно подобран гранулометрический состав сырьевых компонентов;
3) несоответствие скорости роста массива его твердению;
4) нарушение температурных режимов производства;
5) нарушение технологической дисциплины;
6) причины механического характера и др.

Рассмотрим каждое из названных повреждений.

Трещины, возникающие в процессе вспучивания массива

Исследования показывают, что большое количество трещин возникает из-за несогласованности процессов вспучивания и твердения массивов. Это наиболее часто встречающиеся повреждения (рис. 1). Их возникновению способствуют следующие факторы:

– чрезмерное давление водорода и водяного пара внутри массива;
– достижение процессом схватывания бетона стадии, при которой пластические деформации структуры невозможны;
– водяная плёнка, покрывающая внутреннюю поверхность пор и препятствующая выходу водорода.

Рис. 1. Трещины, возникшие из-за несоответствия роста массива скорости твердения

Образованию разрывов и трещин способствует ускоренный процесс роста из-за использования слишком тонкодисперсной или чрезмерно активной алюминиевой пудры.

Процессу дефектообразования благоприятствует и быстрое твердение массива из-за:

– высокого содержания в смеси извести;
– использования (мягко) слабообожжённой извести;
– высокой температуры заливки смеси;
– использования слишком тонкомолотого сырья;
– низкого водотвердого отношения (В/Т) заливки;
– использования цемента с добавками.

Существует тесная взаимосвязь и взаимовлияние процессов вспучивания и твердения массивов, поэтому для устранения вышеуказанных дефектов очень важно провести оптимизацию газообразования, газовыделения и твердения заливочной смеси. При замедлении этих процессов уменьшается количество трещин в массиве.

Для снижения числа трещин, обусловленных ростом массива, рекомендуется замедление процесса схватывания и твердения посредством:

– уменьшения количества извести;
– использования сильнообожженной извести;
– снижения температуры заливки (<38 ºС);
– увеличения в смеси количества гипса или ангидрида;
– проверки цемента и замены его на чистоклинкерный портландцемент;
– увеличения пластичности заливочной смеси (расплыв цилиндра > 30 см).

Для замедления процесса вспучивания массива рекомендуется:

– использование более крупнозернистой алюминиевой пудры (>50 μm);
– использование алюминиевой пудры с высокой насыпной плотностью.

Для снижения внутреннего давления в газобетонной массе допускается использование механических вспомогательных средств, в частности – протыкание массива.

Раковины (линзы) и крупные поры (пустоты) (рис. 2).

Возникновение линз и пустот обусловлено разницей температуры между массой бетона и стенками форм. Происхождение этих повреждений в настоящее время объясняется следующим образом.

После заливки бетонной смеси в форму газообразование в ней происходит равномерно по всему объёму, а на поверхности бетона появляется тонкая водяная плёнка. При определенных условиях наблюдается замедление реакции роста бетона у стенок формы, а вспучивающаяся масса центральной части массива ее перерастает. Таким образом, появляются «завалы» бетона от центра к краю массива. Вода стекает в сторону образовавшегося уклона, а после ее испарения в массиве остаются линзы.

Рис. 2. Крупные пустоты и линзы в ячеистом бетоне

Во многих протестированных массивах, выпускаемых литьевым способом, основной причиной образования указанных дефектов была высокая температура заливки. При ударном способе производства включения крупных пор в структуре бетона встречаются гораздо чаще и причиной этого является недостаток воды затворения, т.е. низкое В/Т заливки.

Мероприятия, рекомендуемые для минимизации образования линз и крупных пор:

– снижение температуры заливки (≈38 ºС);
– снижение температуры форм;
– применение качественной смазки форм;
– увеличение В/Т до оптимального значения.

Дефекты, возникающие от масляных включений

Такие дефекты могут появляться из-за толстого слоя смазки в форме или неотлаженного слива массы пористой смеси в форму (слишком сильная струя пористого бетона – отсутствие или неисправность сдерживающей пластины в заливочном рукаве). Заливочная масса может смыть масляную плёнку с поверхности формы, при этом смазка собирается на поверхности массива (рис. 3). При вспучивании бетонной смеси массива кривизна его поверхности способствует тому, что смазка собирается в углах и у краев форм, а затем внедряется в тело бетона, повреждая его структуру.

Рис. 3. Масляные пятна от смазки на поверхности массива

Основные причины этих дефектов:

– использование некачественной смазки;
– нанесение избыточного количества смазки на форму;
– слишком большая скорость выливания смеси из бетоносмесителя;

– слишком высокая температура заливки.

Для предотвращения рассматриваемых дефектов рекомендуется:

– проверка и настройка смазочного аппарата;

– проверка и улучшение качества смазки;

– снижение скорости слива ячеистой смеси из бетоносмесителя в форму;

– уменьшение температуры заливки.

Трещины, обусловленные усадочными процессами в свежем массиве (рис. 4).

Обычно усадочные трещины видны после затвердевания и резки массива в том случае, если они залегают глубже, чем верхний срезаемый слой - «шапочка» бетона. Увеличение толщины верхнего подрезного слоя как простейшее решение проблемы не всегда выполнимо и не всегда эффективно, кроме того, это неприемлемо из экономических соображений.

Рис. 4. Усадочные трещины в теле ячеистого бетона

Причинами возникновения трещин могут являться:

– интенсивное высыхание верхнего слоя массива при использовании цементов с высокой водопотребностью или несоответствующим временем схватывания;

– слишком низкое В/Т при высокой тонкости помола в комбинации с цементами, обладающими повышенной водопотребностью или несбалансированностью карбонатных пород в их составе;

– пониженная температура поверхности массива из-за низкого содержания сильно обожжённой извести;

– низкая температура заливки или холодные формы;

– нарушение температурных режимов в цехе, сквозняки;

– сочетание нескольких факторов.

Рекомендации по устранению:

– использование цементов с подходящими параметрами;

– применение тёплых камер с высокой влажностью воздуха перед автоклавами;

– повышение В/Т смеси, более грубый помол компонентов;

– изменение соотношения известь/цемент;

– использование для заливок подогретых форм;

– нормализация температурных режимов в цехе.

Трещины при армировании

В армированных элементах на поверхности бетона могут образовываться трещины, повторяющие очертания арматуры. Причина их появления в следующем:

– слишком вязкая масса пористого бетона, препятствующая полному обволакиванию арматуры;

– большой диаметр арматурных стержней и повышенная вязкость ячеистой смеси;
– слишком быстрый процесс затвердевания.

Мероприятия по устранению трещин:
– увеличение В/Т заливочной смеси;
– увеличение длительности процесса затвердевания;
– использование арматуры с меньшим диаметром.

Необходимо отметить, что сильное оседание после подъема свежего массива не ведёт к образованию трещин на поверхности массива, но способствует возникновению пустот под арматурой – структурных дефектов, которые впоследствии могут заполняться водой. Это, в свою очередь, в процессе возведения здания и его эксплуатации может привести к разрушению верхнего слоя ячеистого бетона конструкции над арматурой.

Наряду с трещинами, возникающими из-за неправильного подбора состава смеси, могут возникнуть трещины, связанные с механическим воздействием на свежие массивы. Они возникают преимущественно при перемещении и манипуляциях с «зелеными» массивами перед их резкой, между резательными машинами и перед автоклавами.

Как правило, эти трещины образуются поперёк массива сверху вниз, иногда доходя до дна формы (сквозные). Причины появления этих трещин разнообразны:
– недостаточная жёсткость форм;
– разница отметок рельсов в местах созревания массивов;
– плохо отнивелированные рельсы и ролльбаны;
– неплоскостность поверхности рельсов;
– нечёткая регулировка переходов с трансбордера или при въезде в автоклавы;
– проблемы при кантовании и распалубке форм.

Для устранения этих дефектов необходимо проверить все транспортные пути и, при необходимости, заново их отнивелировать; отрегулировать трансбордеры и манипуляторы.

Часто можно наблюдать повреждения созревших массивов при их резке (рис. 5). Обычно эти дефекты появляются при:
– резке «перезревших» массивов (с повышенной пластической прочностью);
– слишком высокой скорости резки;
– несоответствии скорости резки пластической прочности массива и количеству резов по вертикали;
– неправильной расстановке резательных струн на машине горизонтальной резки.

Рис. 5. Механические повреждения массивов при их резке

Устранение причин появления таких дефектов, кроме случаев перестоя в зоне ферментации, - достаточно трудоемкий и кропотливый процесс. Очень важно сбалансировать пластическую прочность массива, скорость его резки и номенклатуры (количества устанавливаемых струн по высоте массива).

Рассмотрим еще один дефект, возникающий при делении массива после автоклавирования (рис. 6). Причины его могут быть самыми разнообразными:

– неоптимизированный состав сырьевой смеси;
– низкая пластическая прочность и высокая влажность массива перед резкой;
– дефекты транспортных путей на линии резки;
– неисправность делителя;
– разбалансированность транспортера под делителем;
– использование в технологии поврежденных днищ;
– нарушение температурных режимов в цехе.

Рис. 6. Механические повреждения массивов на делителе

Для устранения таких повреждений готовой продукции рекомендуется:

– провести проверку и регулировку транспортных путей линии резки и делителя;
– повысить прочность и снизить влажность массивов перед резкой;
– отрегулировать температурные режимы в цехе;
– проверить и отрегулировать состав заливочной смеси.

Рассмотренные выше дефекты не исчерпывают все возможные варианты. На отдельных предприятиях в массивах могут появляться трещины или другие повреждения, типичные только для данного предприятия или технологии. Сложность определения и решения вопросов по устранению причин состоит в том, что дефекты, возникающие во время роста массива, можно увидеть только после автоклавирования изделий, т. е. на готовой продукции, а вмешательство в процесс после заливки массива невозможно.

Мероприятия по устранению причин, ведущих к образованию дефектов, производить сложно, так как на их появление часто влияет одновременно несколько факторов. При этом необходимо помнить, что регулирование технологических параметров не должно ухудшать уже достигнутые характеристики качества производимых изделий, поэтому после каждого шага должна производиться всесторонняя проверка технических характеристик готовой продукции. Это весьма длительный и трудоемкий процесс.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АВТОКЛАВНОЙ ОБРАБОТКИ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА

Латочинский Йорген, финансовый директор, Damko Ventiltechnik (Германия)

Рис 1.

Прежде чем перейти непосредственно к теме статьи, необходимо разобраться с некоторыми предубеждениями и заблуждениями, касающимися ее.

Сначала три самых распространенных заблуждения.

1. В автоклавах можно улучшить внешний вид продукта.

Данный тезис является ошибочным. Дефектные блоки, помещенные в автоклав, останутся дефектными.

2. За счет повышения давления продолжительность автоклавной обработки можно сократить.

Мы работаем с давлениями 11-13 бар, что соответствует температуре 188-195°C. Требуемая температура процесса 191°C находится в этом диапазоне. За счет повышения давления до 16-21 бар и соответственного повышения температуры до 217°C нельзя достичь существенного сокращения продолжительности процесса.

3. Можно улучшить качество продукта, если правильно работает конденсатоотведение.

Если система обеспечивает надлежащее конденсатоотведение, то это всегда положительно для процесса автоклавирования. Но это влияет скорее не на качество продукта, а на безопасность эксплуатации автоклава. Исправно работающее конденсатоотведение служит исключительно для защиты автоклава. Если конденсатоотвод неисправен, разница температур между верхом и низом автоклава может достигнуть 70-80°C, что приведет к его деформации («эффект банана»). Это оказывает прямое и непосредственное влияние на срок службы автоклава. В этом случае эксплуатация автоклава невозможна.

На качество автоклавной обработки влияет не только автоклав, используемый для обработки газобетона, но и взаимодействие всех составляющих: автоклава, клапанов, трубопроводов, программного обеспечения и парового котла. Часто при монтаже этих элементов допускаются ошибки. Влияние этих ошибок обнаруживается позднее и не всегда

точно идентифицируется. Далее необходимо коротко рассказать о наиболее распространенных ошибках, возникающих при монтаже и запуске автоклавов.

1. Не работает вакуумная система.

Рис. 2.

При этом вакуумный насос находится в исправном состоянии, но отсутствует трехходовой клапан. Данный клапан обеспечивает переключение давления, создаваемого внутри автоклава, на внешний источник давления, подаваемого под уплотнительную резину.

При вакуумировании из-за отсутствия давления не происходит уплотнения крышки автоклава, и поэтому невозможно вести вакуумирование.

2. Уплотнения крышки изнашиваются слишком часто.

Рис. 3.

Если в автоклаве создается вакуум, то необходим пар для прижатия уплотнения к крышке. За уплотнением возникает конденсат. Если пар с высокой температурой выступит на тонких краях уплотнения, края сгорят и уплотнение станет негерметичным. Таким образом, трубу подвода пара нельзя утеплять, так как должен образовываться конденсат.

3. Сброс остаточного давления с 0,5 бар до 0 бар превышает 45–60 минут, т.е. намного дольше.

Рис. 4.

На это может иметься несколько причин. Самой распространенной является слишком маленький диаметр спускной трубы. Эмпирическое правило: объем автоклава в м3 равен номинальному внутреннему диаметру спускного патрубка в мм. Пример: 2,9 м диаметр автоклава, 39 м длина автоклава: Vавт. = 2,9 х 2,9 х 0,785 х 39 = 257 м3, то есть ø=257 мм. Исходя из этого, выбираем спускной патрубок DN 250.

Если в этом случае Вы выбираете DN 200, для сброса потребуется примерно на 8 мин дольше, но Ваша установка будет исправна.

4. Крышка открывается тяжело, т.к. в автоклаве имеется остаточное давление.

Рис. 5.

Причиной может являться остаточное давление в спускном трубопроводе, вызванное глушителем шума, попаданием спускаемого пара в установку для рекуперации тепла. Система должна быть сконструирована таким образом, чтобы остаточное давление из автоклава всегда выводилось непосредственно в атмосферу.

Перейдем к технологическим проблемам, возникающим в процессе автоклавной обработки ячеистого бетона.

1. На поверхности массива в процессе автоклавирования возникают коричневые пятна.

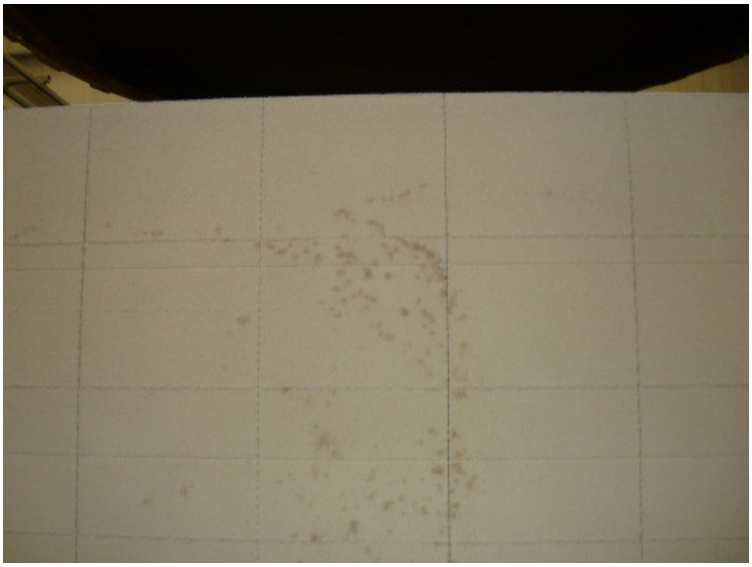


Рис. 6.

Это чаще всего происходит при запуске производства после продолжительной остановки. Трубопровод свежего пара от котельной к автоклавам холодный. При возобновлении подачи пара конденсат будет возникать в большом количестве. Трубопровод свежего пара постепенно заполнится ржавым конденсатом, который в начале работы при запуске поступит в автоклав вместе со свежим паром. Результатом являются ржавые пятна на поверхности бетона. Для устранения этой проблемы предлагается установка конденсатоотвода в конце трубопровода свежего пара.

2. Сколы в углах газобетонного массива.

Рис. 7.

Этот дефект возникает из-за избытка воды в краевых зонах массива. Возможным вариантом решения данной проблемы является создание продолжительного вакуума (1,0-1,5 ч) в процессе обработки данных изделий. Необходимо иметь в виду, что только при температуре массива ≥70 °С и абсолютном вакууме 0,4-0,3 бар можно выпарить воду из краевых зон.

3. Выкрашивание значительных участков газобетонных массивов.

Вероятной причиной данного дефекта является внезапное падение давления на стадии подъема и экзотермической выдержки, которое, в свою очередь, обусловлено ошибками программного обеспечения, большим размером сбросного клапана, разрывом уплотнения под крышкой автоклава и другими причинами.

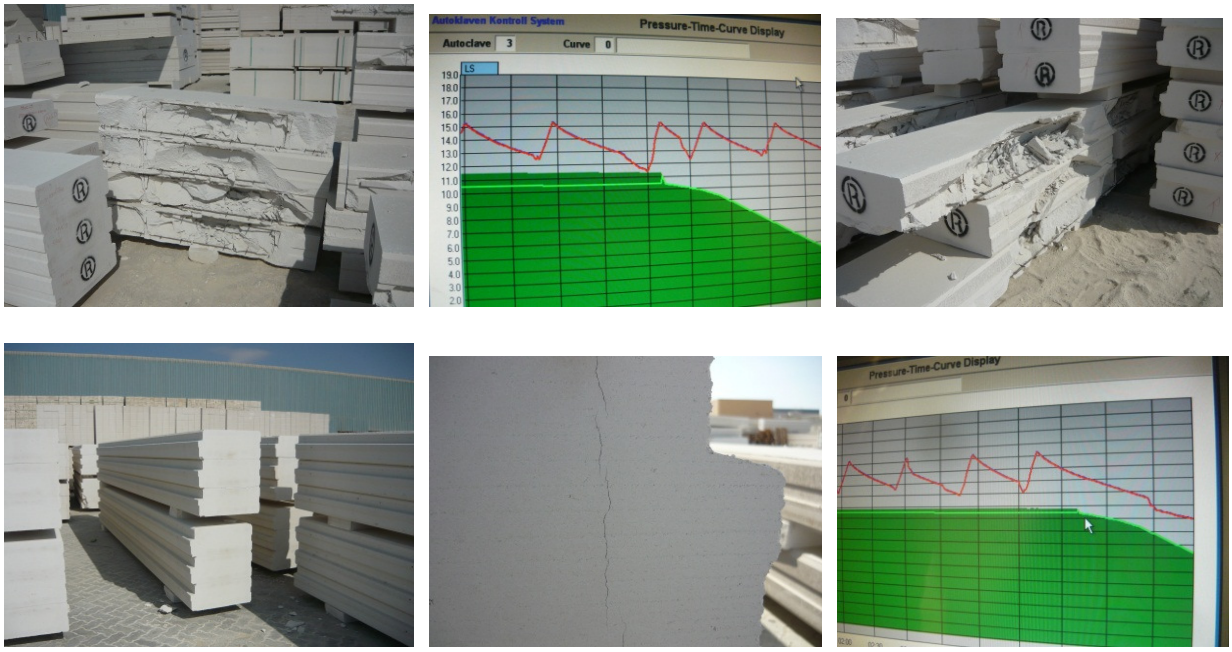


Рис. 8.

4. Серые пятна, мягкая середина («непропар»).

Dr. Martin Haas и Klaus F.Lippe четко сформулировали 3 причины, вызывающие данный дефект:

слишком высокая влажность массива;

слишком высокое содержание воздуха или газа в массиве;

загрязнение сырья (например, щелочами).

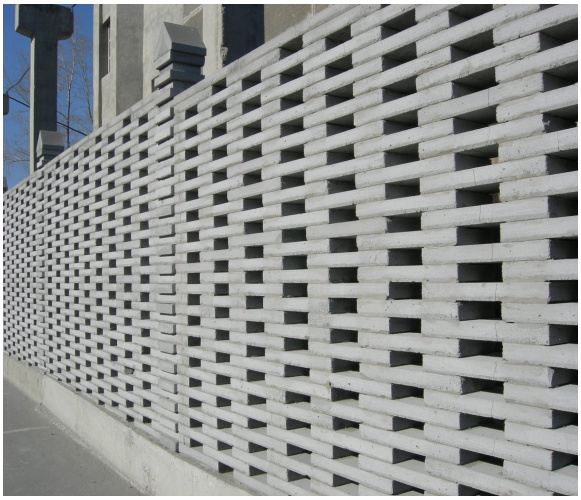
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА

Климкина Е.В., главный технолог, ОАО «Главновосибирскстрой» завод «Сибит»

При производстве автоклавного газобетона образуются твердые отходы, в зависимости от технологии производства, в разном количестве. Первый вид отходов «лом газобетона» - это непригодная для продажи продукция, характеристики которой ниже уровня качества, установленного нормативно-технической документацией и нормами некондиции или сортности продукции данного предприятия, другими словами, брак. Если на предприятии выпускают продукцию только 1 и 2 категории, то количество брака составит 2-4%, а если введено понятие «некондиция», то количество данного вида отходов будет 1-2%. Второй вид образуется на предприятиях, где по технологии производства не используется кантование свежесформованного сырца газобетона и подрезной слой автоклавируется вместе с продукцией. Большинство предприятий качественный подрезной слой в количестве от 50% до 90% собирают, бандажируют на поддонах и реализуют по невысокой цене как строительный материал.

Донный слой используют для устройства покрытий и перекрытий, для утепления полов и чердачных помещений, а также в качестве стенового материала при строительстве коттеджей, гаражей, хозяйственно-бытовых помещений.

Использование подрезного слоя на объектах Белгорода



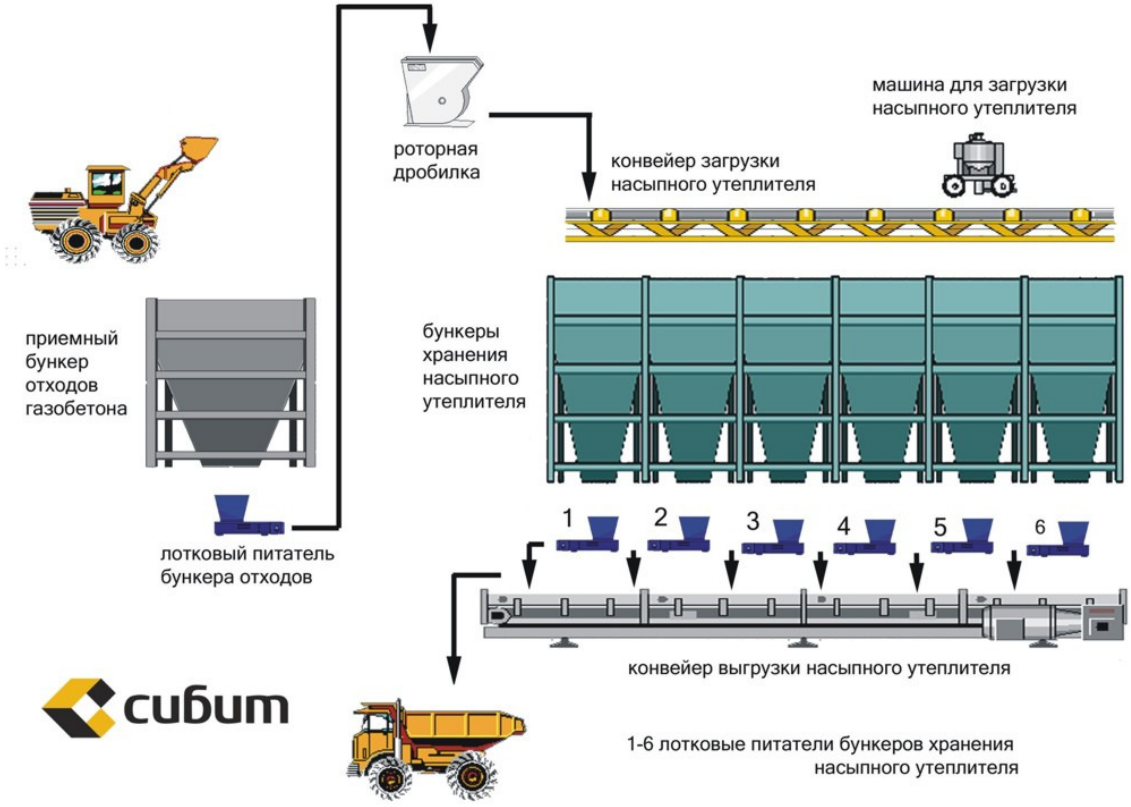
Оригинальное применение подрезного слоя. Устройство забора в Екатеринбурге

Использование подрезного слоя. Коттедж в пригороде Новосибирске

Количество отходов газобетона, требующих переработки, при производительности предприятия 300 тыс. м^3 в год и уровне брака 1% составит 10,5 тыс. м^3 в год, в том числе 3 тыс. м^3 в год - лом газобетона и 7,5 тыс. м^3 в год - подрезной слой, при высоте данного слоя 6 см и уровне продажи качественного подрезного слоя 50%.

Данным отходам необходимо найти применение в производствах различных сопутствующих материалов или вновь в технологии производства газобетона.

Самый традиционный вариант использования твердых отходов автоклавного газобетона - **производство насыпного утеплителя**.



Данное производство на нашем предприятии было запущено в 1996 г., почти одновременно с производством газобетона. Были разработаны технические условия.

Дробление отходов осуществляется в роторной дробилке до фракции 0-50 мм. Получаемая продукция используется для утепления полов, чердачных помещений и других строительных конструкций, в качестве засыпки с целью звукоизоляции, а также в качестве заполнителя при производстве легких бетонов.

Таблица 1. Теплофизические показатели газобетонного насыпного утеплителя

№ п.п.	Наименование показателя	Значение показателя
1	Предел прочности при сжатие, МПа	0,7
2	Плотность, кг/м^3	400
3	Коэффициент теплопроводности в сухом состоянии не более, Вт/м°С	0,11
4	Морозостойкость, циклов	15
5	Влажность, % по массе	25

Сравнительный анализ физико-технических показателей различных теплоизоляционных материалов показывает, что газобетонный насыпной утеплитель по теплопроводности не отличается от керамзитового гравия, уступает минеральной вате и пенополистиролу, но при этом имеет стоимость в несколько раз ниже.

Таблица 2. Физико-технические показатели различных теплоизоляционных материалов

Теплоизоляционный материал	Плотность, кг/м^3	Теплопроводность в сухом состоянии λ, Вт/(м·°С)	Расчетный коэффициент теплопроводности λ, Вт/(м·°С)		Прочность, МПа
			А	Б	
Керамзитовый гравий фракции, мм: 10 – 20 5 – 10	320 - 380 330 - 450	0,11 0,12	0,12 0,13	0,13 0,14	1,2 - 2,0 1,3 - 2,0
Минеральная вата	130 - 180	0,039	0,043	0,047	0,045
Пенополистирольные плиты	15 - 25	0,041	0,04	0,05	0,07
Насыпной утеплитель газобетонный фракции, мм: 0 - 50	350 - 400	не более 0,11	0,12	0,13	0,7

Следующая большая область использования отходов **– это возвращение их обратно в технологию производства газобетона.**

- *Использование отходов газобетона фракции 0-30 мм при помоле песка*, с равномерным добавлением в шаровую мельницу от 2-5% от количества песка. На многих заводах реализован и отработан совместный помол. Необходимо учесть, что из-за высокого уровня водопоглощения дробленого газобетона вязкость шлама уменьшается при тех же значениях плотности, и в заливку необходимо добавлять большее количество воды для поддержания необходимой вязкости газобетонной смеси.
- *Использование отходов фракции 0-30мм при помоле извести или известково-песчаного вяжущего*, с равномерным добавлением в шаровую мельницу до 3% от количества извести. Дробленый газобетон является хорошим абразивным материалом, что способствует помолу без намалования извести на мелеющие тела и стенки мельницы. Необходимо учесть, что отходы газобетона имеют влажность около 25%, и произвести расчет так, чтобы суммарное количество воды, внесенное газобетонными отходами, не позволило извести начать активно гидратировать.
- *Добавление газобетонных отходов фракции 0-2мм непосредственно в смеситель* при перемешивании. Равномерно распределенные частицы автоклавированного газобетона являются «кристаллической затравкой» в свежесформованном сырце. Рекомендовано добавлять

50-100 кг на заливку. Необходимо обратить внимание на изменение вязкости газобетонной смеси.

Применение отходов в производствах сопутствующих материалов

Следующие два варианта использования отходов основаны на свойстве газобетона впитывать жидкости и запахи.

- *Производство наполнителя для кошачьих туалетов.* Отходы дробятся в молотковой дробилке, подсушиваются и рассеиваются на ситах 2,0 мм и 6,0мм.
- *Производство адсорбента* для удаления с полов кислот, щелочей, масел и топлива. Размер гранул не более 3,0 мм, плотность не более 700 кг/м^3, влажность не более 40%. Адсорбент может применяться в автомобильной и химической промышленности, мастерских, на бензоколонках, нефтеперегонных заводах и в лакокрасочной промышленности. В Германии этот материал известен под названием «Фламолекс», в Белоруссии - «Адсорбент Б».

Использование отходов в производстве строительных материалов

- *Использование отходов автоклавного газобетона в производстве стеновых блоков методом прессования.*

В настоящее время в Новосибирске частным предпринимателем открыто производство стеновых блоков с использованием отходов газобетона.

Размеры блоков: длина 400 мм, высота и ширина 200 мм, имеется пустотность около 30%. На данные блоки разработаны технические условия и проведена сертификация. Подбором состава занимались наши технологи.

Таблица3. Состав на 1 м^3 стеновых блоков

Наименование материала	Кол-во, кг	Доля, %	Вносимая стоимость, руб.
Цемент ПЦ400Д20 (3200 руб/т)	110	15	352
Отходы автоклавного газобетона фракции 0-20мм (400 руб/т)	590	85	236
Вода (11,47 руб./м^3)	160	В/Ц=1,45	2
Итого стоимость материалов на 1м^3 стеновых блоков			**612**

Технология изготовления: дробление отходов на фракции 0-20мм → смешивание компонентов → прессование → выкладка блоков на стеллажи→ выдержка в нормальных условиях до набора прочности 70-100%.

Таблица 4. Основные показатели и характеристики стеновых блоков

Основные параметры	Требования ТУ	Фактические значения
Прочность бетона на сжатие, кгс/см^2	Не менее 26,2	35,7
Средняя плотность бетона в сух.сост, кг/м^3	Не более 1000	975
Средняя плотность блока с учетом пустот, в сухом сост., кг/м^3	700± 35	700
Усадка при высыхании, мм/м	Не более 3,0	2,5
Коэффициент теплопроводности бетона, Вт/м°С	Не более 0,29	0,168
Отпускная влажность, %	Не более 25	21,5
Марка по морозостойкости	Не менее F35	F35

- *Использование отходов автоклавного газобетона в производстве легких бетонных смесей в качестве пористого заполнителя.*

В качестве экспериментальной работы по просьбе заинтересованных лиц был подобран состав легкой бетонной смеси с дроблеными отходами газобетона фракции 0-80 мм в качестве заполнителя. Данная бетонная смесь предназначена для заливки несъемной опалубки из деревощепочной плиты для устройства ограждающей конструкции.

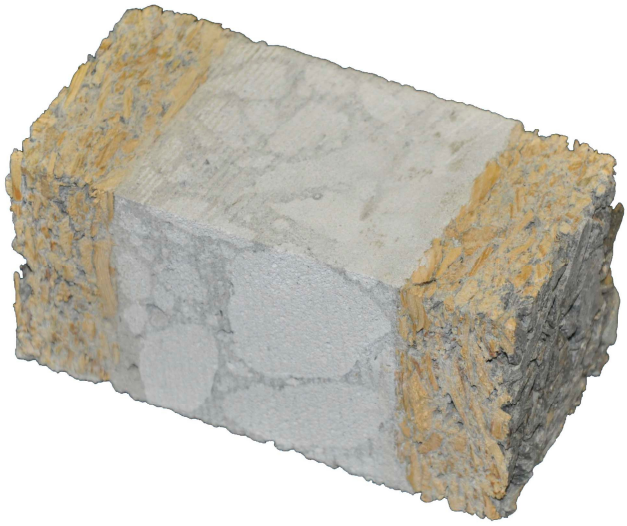


Таблица 5. Состав на 1м^3 легкой бетонной смеси с пористым заполнителем (отходы г/б)

Наименование материала	Кол-во, кг	Доля, %	Вносимая стоимость, руб.
Цемент ПЦ 500 (3400 руб./т)	125	15	425
Песок $М_{кр}$=2 (260 руб./т)	125	15	32,5
Метилцеллюлоза (300 руб./кг)	0,5	0,4% от цемента	150
Отходы автоклавного газобетона фракции 0-80 мм (400 руб./т)	600	70	240
Вода (11,47 руб./м^3)	300	В/Ц=2,4	3,5
Итого стоимость материалов на 1м^3 стеновых блоков			**851**

Для подтверждения лабораторных составов был выполнен натурный монтаж опалубки длиной 1.5 м, высотой 1 м, шириной 0,4 м. После 28 суток естественного твердения (конструкция была укрыта пленкой) были выпилены образцы и проведены испытания.

Результаты испытаний: прочность бетона на сжатие R_{28} =27,3 кгс/см^2; средняя плотность бетона в сухом состоянии - 850 кг/м^3; коэффициент теплопроводности от 0,180 до 0,192 Вт/м°С, влажность на 28 сутки составила 40-43%.

Рекомендовано применение бетонной смеси с отходами газобетона в качестве пористого заполнителя в каркасном строительстве с использованием съемной и несъемной опалубки, а также в качестве несущей конструкции в малоэтажном строительстве с легким перекрытием.

Список литературы

1. Галкин С. Л., Сажнев Н. П. Применение ячеистобетонных изделий. Теория и практика. Минск, 2006.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ WEHRHAHN

Ауффарт Йохен, руководитель сервисной службы
Цельмер В.Н., координатор проектов

«Техобслуживание – это постоянный
процесс совершенствования производства.
Но только тот, кто постоянно
совершенствует само техобслуживание,
может ожидать хороших результатов».

Генри Форд

Главной целью технического обслуживания является сокращение производственных расходов и оптимизация прибыли.

Без эффективно организованного техобслуживания производство не может быть долгосрочно рентабельным. Чтобы оптимально организовать техобслуживание, необходимо проанализировать условия, в которых оно будет проводиться. Так, стоимость многих запасных частей в России значительно выше, чем в Германии. В то же время расходы на заработную плату в России значительно ниже, чем в Германии. Если сравнить структуру расходов на техобслуживание в России и Германии, то можно прийти к выводу, что в России доля расходов на запасные части является очень высокой.

На этом фоне преимущественной является такая стратегия техобслуживания, которая требует наименьшего количества запчастей, даже если она более трудоёмка.

Сформулируем основные цели техобслуживания и рассмотрим три стратегии их реализации.

1. Цели техобслуживания и основные стратегии достижения этих целей

1.1. Основные цели техобслуживания

Самыми распространёнными целями техобслуживания оборудования являются:

- оптимизация производства и снижение производственных расходов;
- устранение простоев;
- увеличение срока службы оборудования;
- улучшение техники безопасности;
- планирование расходов на техобслуживание.

Так как не все стратегии техобслуживания являются пригодными для достижения этих целей на газобетонном заводе, кратко проанализируем самые распространённые из них.

1.2. Основные стратегии техобслуживания

К основным стратегиям техобслуживания относятся стратегии регламентного техобслуживания, техобслуживания по событию и техобслуживания по состоянию.

Стратегия 1. Регламентное техобслуживание

Регламентное техобслуживание предусматривает ремонт или замену определённых компонентов оборудования в соответствии с заранее утверждённым графиком независимо от того, имеется ли дефект или износ. Регламентное обслуживание применяется там, где поломки могут иметь очень серьёзные последствия, например, в авиации.

Преимущества регламентного обслуживания:

- минимальный риск возникновения неполадок;
- исключение косвенных ущербов;

- возможность долгосрочного планирования.

Недостатки:

- высокая потребность в запасных частях;
- высокие расходы на техобслуживание.

Эту стратегию можно сравнить со стратегией автолюбителя, который каждый год ставит новые покрышки на колёса своей машины, даже если на старых можно было бы проехать ещё несколько тысяч километров. Такую стратегию целесообразно применять только в отношении определённых частей оборудования. Например, струны для резки целесообразно заменять по такому принципу.

Как правило, эта стратегия по причине высокой потребности в запчастях является очень дорогой, и поэтому для России малопригодной.

Стратегия 2. Техобслуживание по «событию»

При данной стратегии никакие профилактические мероприятия не проводятся. Меры принимаются только тогда, когда поломка уже возникла. Запчасти приобретаются по необходимости. Такая стратегия имеет смысл, если неполадка будет иметь только очень незначительные последствия.

Преимущества этой стратегии:

- нет необходимости в профилактическом обслуживании.

Недостатки:

- высокая вероятность поломок;
- высокая вероятность косвенного ущерба;
- потребность в ремонте может возникнуть сразу в нескольких местах;
- труднопланируемые расходы.

Эта стратегия характерна для автолюбителя, который никогда не замеряет глубину профиля шин своего автомобиля и ездит, пока шина не лопнет. В самом крайнем случае может произойти авария.

Эта стратегия приемлема при полном складе готовой продукции и при незагруженном производстве. Но она может быть опасной во время строительного сезона, когда склады продукции пусты и у ворот стоит очередь за продукцией.

Наш вывод: в исключительных случаях, на ограниченном отрезке времени эта стратегия возможна. Тем не менее, она непригодна для долгосрочной оптимизации производства. Поэтому и эту стратегию мы не рекомендуем.

Стратегия 3. Техобслуживание «по состоянию»

Данная стратегия предусматривает постоянный сбор информации о состоянии определённых компонентов линии. Информация сохраняется и анализируется. Опираясь на полученные таким образом данные, мероприятия по техобслуживанию проводятся целенаправленно там, где это необходимо.

Техобслуживание «по состоянию» рекомендуется в тех случаях, когда неполадка не может вызвать угрозы жизни или здоровью, но может обернуться для предприятия существенным экономическим ущербом.

Преимущества:

- малый риск возникновения неполадок;
- предотвращение косвенного ущерба;
- возможность долгосрочного планирования;
- незначительные затраты.

Недостатки:

- необходим постоянный контроль.

Эту стратегию использует автолюбитель, который постоянно контролирует глубину профиля шин своего автомобиля и заменяет шину, когда она изнашивается. Косвенный ущерб предотвращается.

Кто регулярно проводит контроль, тот вовремя выявляет повреждения, предотвращает косвенный ущерб и сбои производства. В то же время снижается потребность в запчастях. Если ещё раз посмотреть на структуру расходов на техобслуживание, то можно вывести правило: кто регулярно проводит контроль, тот снижает расходы – особенно в России, потому что стоимость запчастей в России особенно высока. Поэтому *обслуживание по «состоянию» является лучшей стратегией* для достижения Ваших целей.

После того, как Вы выбрали стратегию техобслуживания, возникает следующий вопрос: как эффективно организовать реализацию этой стратегии?

2. Организация техобслуживания газобетонного оборудования в рамках стратегии техобслуживания «по состоянию»

Основой техобслуживания по состоянию является регулярная диагностика и анализ полученной в результате диагностики информации.

2.1. Документация WEHRHAHN для организации техобслуживания

Вместе с оборудованием *WEHRHAHN поставляет всю документацию, необходимую для оптимальной организации регулярного диагностирования.* Это, прежде всего, индивидуальные **планы техосмотра** для каждой машины, включающие таблицы с перечнем узлов машины, контроль которых особенно важен. Важная информация содержится также в **руководствах пользователя** и в другой технической документации.

На основе данной документации формулируются задачи и разрабатываются конкретные мероприятия по техобслуживанию.

2.2. Формулирование задач и конкретных мероприятий по их реализации: разработка рабочих инструкций для обслуживающего персонала

Для эффективной организации техобслуживания, в том числе, для определения потребности в запчастях и планирования расходов, необходимо сформулировать конкретные задачи техобслуживания. Их формулирование находится в компетенции руководства предприятия и ответственных инженеров. Необходимым является также формулирование конкретных заданий, выполнение которых можно легко проконтролировать.

Приведем пример. Формулируется следующая задача.

В следующем году должны быть предотвращены неполадки на участке смешивания, возникающие из-за засорения фильтров.

После определения задачи разрабатывается комплекс мероприятий для ее выполнения:

- ежедневный контроль фильтров и манжет;
- еженедельная чистка фильтров;
- приобретение запчастей.

Для выполнения каждого отдельного мероприятия формулируются конкретные задания, которые распределяются между соответствующими специалистами:

- оператор Виктор ежедневно контролирует фильтры и манжеты;
- механик Сергей еженедельно чистит фильтры;
- снабженец Дмитрий закупает запчасти к определенной дате.

2.3. Документирование мероприятий по техобслуживанию

Задания для обслуживающего персонала формулируются в виде *рабочей инструкции* или *наряда на работу. Рабочая инструкция содержит исключительно задания по диагностированию и даты проведения этих мероприятий.* После выполнения задания работник сам документирует результаты в той же рабочей инструкции и возвращает ее ответственному инженеру. Только после этого мероприятие может считаться завершенным.

Таким образом, ответственный инженер собирает многочисленную и разнообразную информацию о состоянии оборудования и анализирует ее. Накапливаются ценные данные, позволяющие эффективно организовать техобслуживание.

3. Организация техобслуживания с помощью специального программного обеспечения

В настоящее время предлагаются специальные программы для наиболее эффективной организации техобслуживания. Данные программы позволяют сохранять всю информацию, собираемую в результате регулярных диагностических мероприятий, анализировать эту информацию и документировать весь процесс техобслуживания.

Первым шагом работы с подобной программой является внесение в нее всей необходимой информации, содержащейся в технической документации, поставляемой WEHRHAHN (индивидуальные планы техосмотров, информация, содержащаяся в руководствах пользователя и так далее). Существует также возможность заносить в программу чертежи, списки, квитанции, фотографии и т.д.

Продемонстрируем метод организации техобслуживания «по событию» на примере весов для вяжущих:

- ответственный инженер создаёт для весов вяжущих электронную учётную карточку;
- на основании плана техосмотра, полученного от WEHRHAHN, руководитель составляет рабочие инструкции для персонала техобслуживания.

Для упрощения работы можно соединить все сроки диагностирования функцией повтора и щелчком мышки перенести в программу Outlook.

- Когда все учётные карточки для всего оборудования созданы, возникает общая картина всех работ по контролю и диагностированию – календарь техобслуживания. Он позволяет посмотреть любой промежуток времени в прошлом и в будущем.
- Формулируются рабочие инструкции.
- Вносится информация о проведенных мероприятиях.

Программа самостоятельно напоминает о внесённых заданиях диагностирования и техобслуживания и предоставляет необходимые документы. За счёт переноса данных в Outlook появляется возможность получать напоминания и даже рабочие инструкции на смартфон.

Постоянный круговорот заданий и отчётов по проделанной работе, комбинированный с данными из отдела снабжения и учётом рабочего времени, создает базу данных, которая предоставляет различные **возможности анализа** собранной информации. Например, можно запросить информацию об уже затраченных и ещё только запланированных рабочих часах персонала техобслуживания. Можно также провести индивидуальный анализ расхода запчастей для отдельных машин, для отдельной секции или для всего завода в целом. Таким образом, могут быть заранее закуплены запчасти, сформулированы задания и запланированы затраты.

Подобные программы техобслуживания имеются также и на русском языке.

Если у Вас возникнут вопросы, обращайтесь к нам.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА U-ОБРАЗНЫХ ПЕРЕМЫЧЕК И ПРОСВЕРЛИВАНИЯ БЛОКОВ

Краузе Пауль, WKB Systems GmbH

WKB Systems GmbH

WKB Systems GmbH является международно-признанным производителем заводов «под ключ» и высокотехнологичного оборудования для:

- производства таких стройматериалов, как ячеистый бетон, силикатный кирпич, керамический кирпич и бетонный блок;
- кузнечной промышленности;
- автоматизации производственных процессов.

В своих разработках специалисты WKB используют опыт, полученный на заводах силикатного кирпича и ячеистого бетона фирмы.

WKB Systems GmbH предлагает полный спектр услуг в области машиностроения: технические консультации, конструирование и программирование, производство и монтаж, ввод оборудования в эксплуатацию и обучение персонала на территории заказчика.

Сервис WKB

После передачи оборудования WKB Systems GmbH оказывает постоянную поддержку своим клиентам, а также предлагает послепродажное обслуживание и поставки запчастей во все страны мира.

Фирма ООО «WKB Trade und Service» была основана в 2005 году в Нижегородской области в г. Бор и активно развивается в области торговли и сервиса.

В объем услуг WKB входит поставка запчастей, техническое обслуживание, ремонт, модернизация оборудования, оптимизация производственных процессов, а также инспекция состояния оборудования.

Наши коллеги проконсультируют Ваш персонал по всем вопросам производства с помощью дистанционного обслуживания или непосредственно на Вашем заводе. Кроме того, мы выполняем проверку технического состояния и инвентаризацию оборудования, техобслуживание, а также ремонт оборудования.

Постоянное наличие в ассортименте всех основных запасных частей и быстроизнашивающихся деталей на нашем складе гарантирует быструю и точную обработку запросов и заказов со всего мира. В случае необходимости наши специалисты выполнят монтаж запасных частей непосредственно на месте производства.

Установка для производства U-образных перемычек и просверливания блоков в автоматическом режиме

Высокий спрос на эффективные стройматериалы послужил специалистам фирмы WKB Systems GmbH стимулом для разработки инновационной установки для производства U-образных перемычек и просверливания блоков из ячеистого бетона в автоматическом режиме. Таким образом, была создана полностью автоматизированная установка для склеивания U-образных перемычек со сверлильным узлом.

Фирма WKB Systems GmbH разработала, смонтировала и ввела в производство полностью автоматизированную линию для производства U-образных перемычек и просверливания блоков из ячеистого бетона для вывода арматуры и укладки коммуникационных линий, что гарантирует быстроту, экономичность и стабильность строительного процесса. U-образные перемычки применяются в строительстве в качестве оконных и дверных перемычек. Блоки из ячеистого бетона оснащены каналом вывода арматуры и всевозможных коммуникационных линий. Таким образом, гарантируется быстрота, экономичность и стабильность строительного процесса.

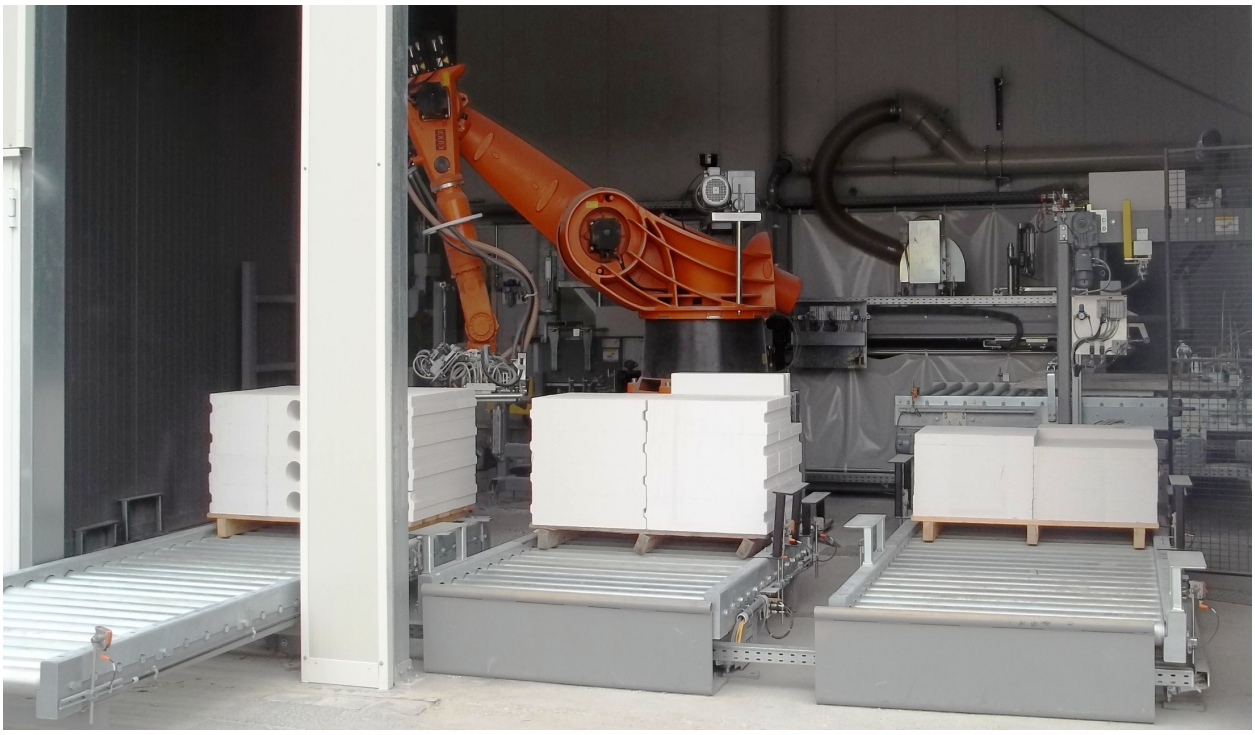


Рис. 1. Автоматизированная установка склеивания
U-образных перемычек со сверлильным узлом

Используя установку склеивания U-образных перемычек со сверлильным узлом фирмы WKB Systems GmbH, Вы:

- предложите Вашим клиентам инновационные стройматериалы;
- быстро отреагируете на развитие рынка;
- повысите конкурентоспособность Вашего предприятия;
- увеличите долю рынка;
- откроете новые рынки сбыта.

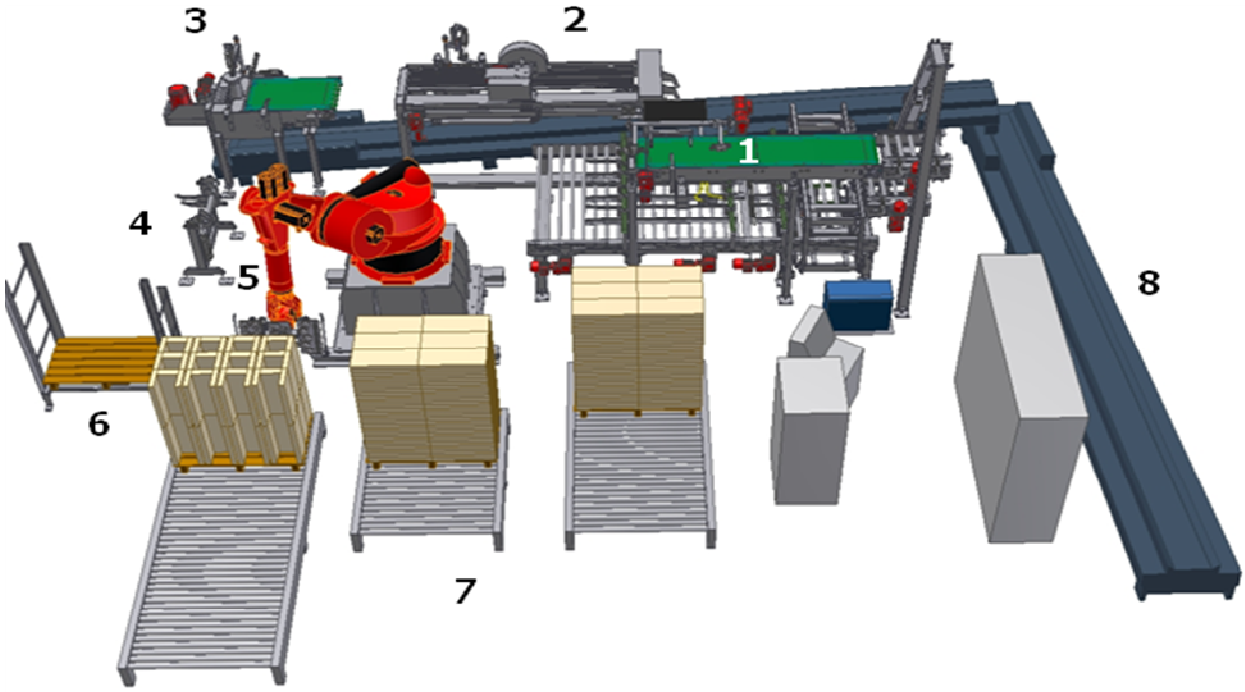


Рис. 2. Установка склеивания U-образных перемычек со сверлильным узлом (схема):
1 - узел склеивания; 2 - пила; 3 - сверлильный узел; 4 - поворотное устройство; 5 - робот с вакуумным захватом и камерой; 6 - накопитель поддонов; 7 - роликовые транспортеры; 8 - лента для сбора отходов

Производство U-образных перемычек. U-образные перемычки изготавливаются на данной линии по технологии склеивания. Вначале робот принимает блок ячеистого бетона с поддона и подает его на участок распила. Здесь пила распиливает блок на плиты подходящего размера.

Отдельные части (правая и левая сторона, а также дно перемычки) подаются роликовым транспортером на узел склеивания до пневматического стопора, где поверхности, подлежащие склеиванию, очищаются. После того, как стопор пропускает отдельные части перемычки, на них наносится горячий клей посредством специального устройства. На участке стыкования из отдельных частей создается U-образная перемычка. После склеивания перемычка подается подъемником на участок отгрузки. В конце участка отгрузки U-образная перемычка переворачивается на 180° поворотной установкой, принимается роботом и размещается на поддоне.

Рис. 3. Плиты склеиваются в форме прочной U-образной перемычки

Просверливание блоков. Робот принимает один блок ячеистого бетона с одного из поддонов и перемещает его на поворотную установку. Здесь блок переворачивается на 90°. Робот перемещает перевернутый блок на сверлильный узел. Затем пустотелое сверло высверливает отверстие в блоке. После этого прижимное устройство отключается, и готовый блок с отверстием перемещается роботом к поворотной установке, где он вновь переворачивается на 90°. Затем робот размещает перевернутый блок на роликовом транспортере.

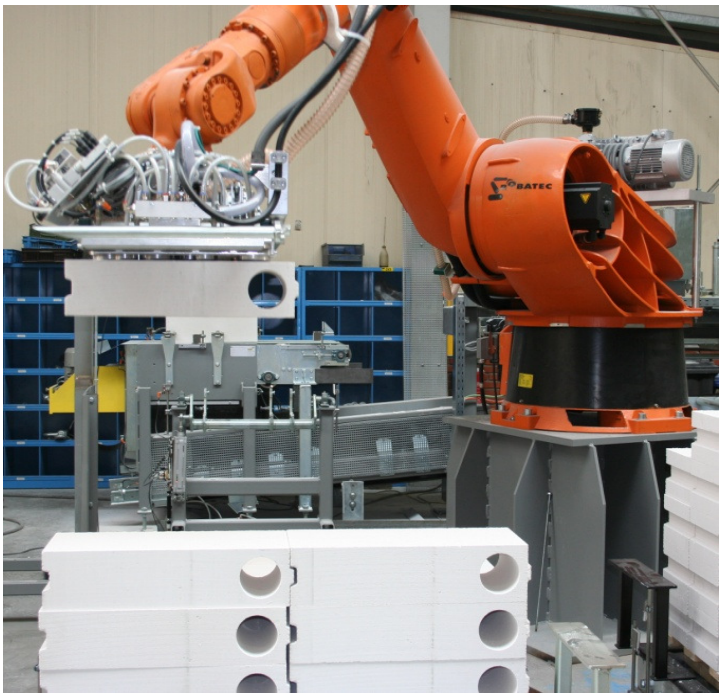


Рис. 4. Готовые блоки размещаются роботом на роликовом транспортере

Отходы сверления и распила, а также поврежденные блоки выводятся к контейнеру по двум лентам для сбора отходов.

Таблица 1. Технические данные установки

Технические данные установки	
Размеры (Д / Ш / В)	11,125 / 7,61 / 6,0 м
Мощность	до 80 шт./ч U-образных перемычек до 60 шт./ч блоков с отверстием
Электроуправление:	
Напряжение	400 В
Частота	50 Гц
Фаза	3
Напряжение управления	24 В (DC)
Сжатый воздух/ пневматика:	
Давление	8 бар, сухой сжатый воздух
Рабочее давление	6 бар

Установка для производства U-образных перемычек в ручном режиме

Наряду с полностью автоматизированной линией фирма WKB Systems GmbH предлагает установку для производства U-образных перемычек с подачей блоков и приемом готовой продукции в ручном режиме.

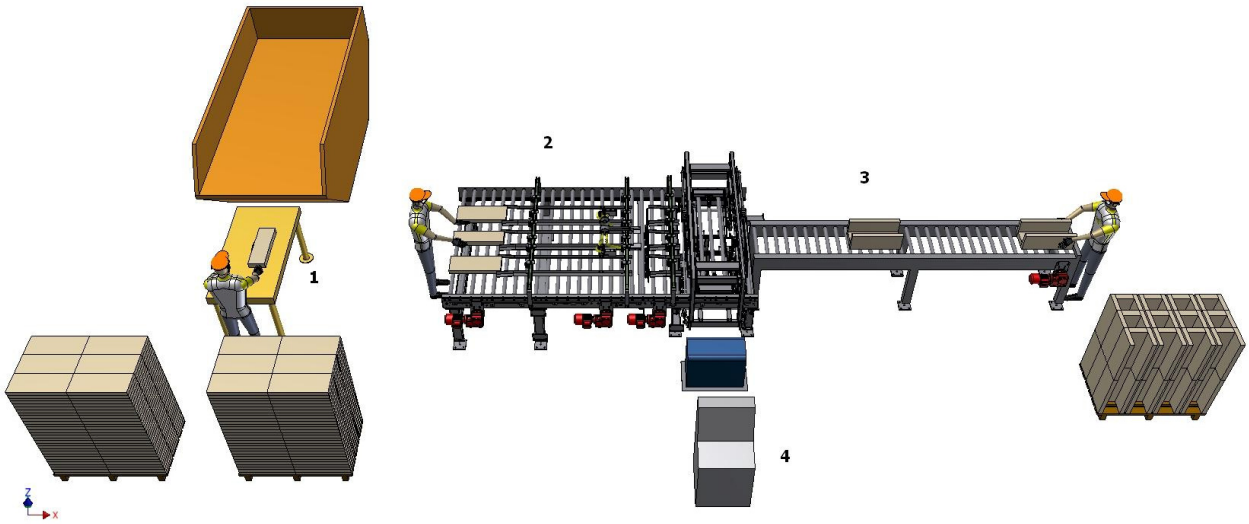


Рис. 5. Установка для производства U-образных перемычек в ручном режиме:
1 - циркулярная пила; 2 - узел склеивания; 3 - участок твердения; 4 - система управления

Презентация установки успешно состоялась в марте 2011 года на производственных площадях фирмы WKB Systems GmbH в г. Хёрстель (Германия) и сопровождалась активным участием и повышенным интересом производителей ячеистого бетона со всего мира. Первая такая линия была установлена в апреле 2011 года на заводе стройматериалов в Германии.

Более подробную информацию о полностью автоматизированной установке склеивания U-образных перемычек и просверливания блоков Вы найдете на нашем сайте www.wkb-systems.com.

МЕРОПРИЯТИЯ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА

Кузнецов А.Н., технический директор Завода строительных материалов ООО «ЭКО»

Введение

Производство строительных материалов традиционно считается материалоемким, то есть основные затраты приходятся на сырье и материалы. Однако не учитывать такую статью расходов, как энергоресурсы, нельзя. На современных предприятиях-производителях газобетона она составляет примерно 9%. На нашем предприятии в понятие «энергоресурсы» мы включаем:

1) водоснабжение, включая штрафные санкции за перебор лимитов;
2) водоотведение, включая штрафные санкции за превышение;
3) электроэнергию, включая различные штрафные санкции и платежи за перебор-недобор;
4) природный газ, включая различные штрафные санкции и платежи за перебор-недобор.

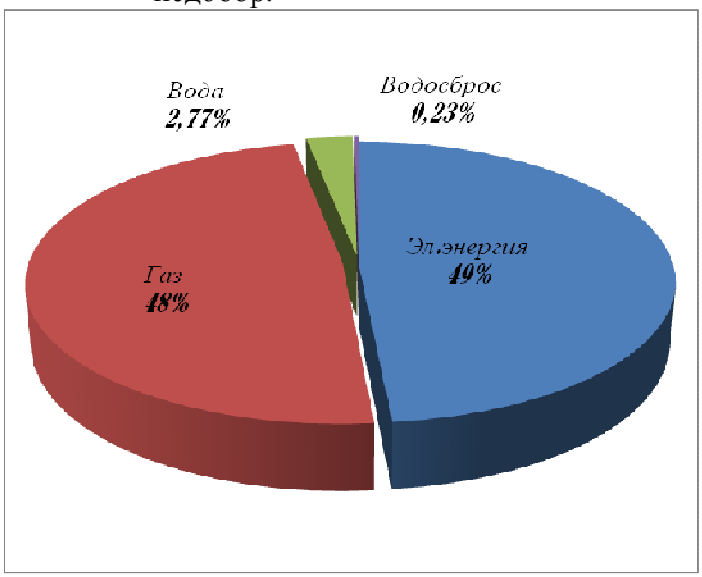


Рис. 1. Распределение энергоресурсов при производстве газобетона

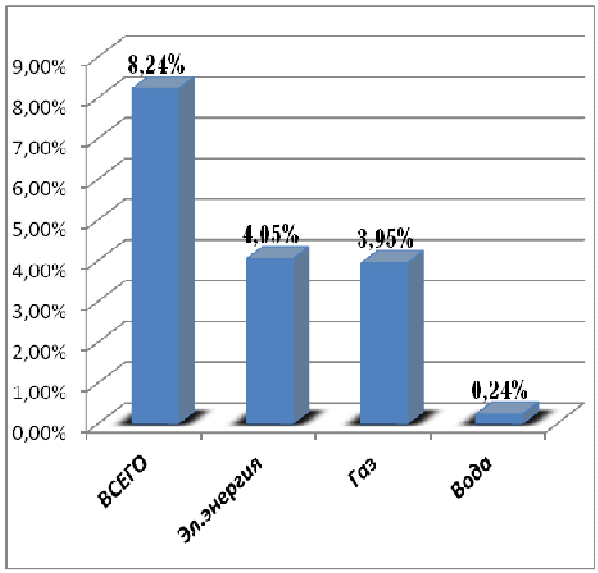


Рис. 2. Соотношение энергоресурсов в себестоимости продукции

Необходимо учитывать, что, несмотря на относительно малый вес в себестоимости, экономия электроэнергии на 1 копейку за 1 кВт/час, например, за год дает существенную сумму в 80 000 – 90 000 рублей.

Пути снижения энергоемкости

Первый – это организация учета потребления топлива и энергии, в том числе на базе автоматизированных систем, ликвидация бесхозяйственности. На этом пути должны применяться строгие административные меры и штрафные санкции.

Второй путь – так называемая структурная перестройка энергетической системы предприятия.

Третий (главный) – это внедрение новых энергосберегающих технологий, оборудования и материалов, то есть таких технологий, при которых суммарная удельная энергоемкость продукции снижается.

Первый путь: опыт организации учета потребления энергоресурсов

Первым шагом по организации учета стало проведение энергетического обследования предприятия в 2008 году Ивановским государственным энергетическим университетом совместно с ПСК « ЭнергоПроект».

Для совершенствования технического учета и отчетности, полного энергетического анализа рекомендовано:

1) оснастить приборами учета все цеха и участки (АИИСКУЭ);
2) регулярно производить испытания трансформаторов тока;
3) для увеличения точности измерений использовать электронный вычислитель-корректор (для снятия погрешностей от изменений температуры и давления);
4) ежемесячно контролировать тепловую экономичность оборудования (по РД 34.08.552-95);
5) ежемесячным инструментальным обследованием определять соответствие фактических и нормативных параметров работы энергетического оборудования;
6) ежемесячно определять общие потери энергоэффективности из-за упущений в эксплуатации и ремонте;
7) обеспечить экономичную и надежную работу котлов и автоклавов во всех режимах.

С июня 2008 года на нашем предприятии успешно эксплуатируется автоматизированная информационно-измерительная система учета электрической энергии и мощности (АИИСКУЭ). Программа обеспечивает получение данных от 35 внешних устройств (счетчиков СЭТ-4ТМ, Меркурий-230, УСПД МУР 1001.2RC8) с установленным интервалом времени или по заданному расписанию, по интерфейсу RS-485 через один из COM-портов персонального компьютера или по коммутируемому каналу связи через модем. Кроме того, производится ведение и хранение базы данных о показаниях счетчиков на жестком диске компьютера. Информация хранится на жестком диске в файлах в двоичном виде, без возможности доступа пользователя к файлам. Также реализована отчетность по двум фидерам, активной и реактивной составляющей. Это связано с жесткой формой Энергосбытовой компании.

Этапы энергосбережения, практическое применение данных по АИИСКУЭ

1. Установлены лимиты потребления энергоресурсов по подразделениям. Введена ответственность руководителя за соблюдение лимита.
2. Проведены мероприятия по снижению потребления электроэнергии на бытовые нужды: установка датчиков присутствия в коридорах, санузлах, лестничных маршах; установка датчиков освещенности в систему наружного освещения.
3. Контроль потребления энергоресурсов предприятием, управление тарифами.
4. Установлены тарифы за транзит электроэнергии с субабонентов на основании постановления Департамента топлива и энергетики мэрии.
5. Сокращение стоимости оплаты энергоресурсов за счет введения контроля потребителем показаний приборов учета поставщиков электроэнергии, газа и воды.
6. Оптимизация работы подразделений предприятия: снижение расхода электроэнергии на пневмотранспорт, распределение электрических мощностей по крупным потребителям.

Второй путь: опыт структурного управления энергоресурсами

Благодаря внедренной системе АИИСКУЭ предприятие получило возможность управлять тарифами на энергоресурсы. Особенно это проявилось при выборе тарифа на электроэнергию, получаемую от сбытовой компании. Так, в 2010 году нашим предприятием был выбран двухставочный тариф. И, хотя по отдельным месяцам переплата по этому тарифу составляла до 190 000 рублей (табл. 1), в целом по году экономия составила 406 000 рублей по сравнению с одноставочным.

Таблица 1. Анализ использования тарифа на электроэнергию при почасовом учете за 2010 год

Электропотр.в т.ч.	ед.изм	факт												
		янв.10	фев.10	мар.10	апр.10	май.10	июн.10	июл.10	авг.10	сен.10	окт.10	ноя.10	дек.10	ИТОГО
	кВт.ч	429362	792543	753032	639267	679537	624549	676064	664367	688282	742018	681543	826296	8196860
Мощность в т.ч.	кВт	1029	1594	1455	1269	1322	1297	1239	1263	1295	1360	1352	1490	15965
Почасовой учет														
Итого за сумму	руб.с НДС	1429115	2313267	2200320	1905021	2042140	1926811	2004963	2024458	2087030	2262442	2117649	2427566	24740781
в т.ч отклонения	руб.с НДС	28869	30396	34956	32443	21600	8397	18254	23873	20235	24784	34720	20599	
Тариф почасовой	руб.с НДС	3,33	2,92	2,92	2,98	3,01	3,09	2,97	3,05	3,03	3,05	3,11	2,94	3,02
Двуставочный тариф														
К ГП по мощности		0,0031	0,002424	0,002088	0,002155	0,002541	0,002318	0,002244	0,002185	0,002155	0,002225	0,002227	0,002	
Итого за сумму	руб.с НДС	1661511	2587938	2292012	1990464	2448009	2073147	2262499	2186306	2259660	2537437	2264899	2583085	27146968
Тариф дв.став	руб.с НДС	3,87	3,27	3,04	3,11	3,60	3,32	3,35	3,29	3,28	3,42	3,32	3,13	3,31
Одноставочный тариф														
Итого за сумму	руб.с НДС	1231304	2296877	2261035	1915544	2103049	1894086	2105516	2060808	2164223	2388727	2128654	2597784	25147608
Тариф одност.	руб.с НДС	2,87	2,90	3,00	3,00	3,09	3,03	3,11	3,10	3,14	3,22	3,12	3,14	3,07
Отклонения относительно почасового учета														
двустав. тариф	**руб.с НДС**	**-0,54**	**-0,35**	**-0,12**	**-0,13**	**-0,60**	**-0,23**	**-0,38**	**-0,24**	**-0,25**	**-0,37**	**-0,22**	**-0,19**	**-0,29**
Итого на сумму	руб.с НДС	-232396	-274671	-91692	-85444	-405870	-146336	-257537	-161848	-172630	-274995	-147250	-155518	**-2406187**
то же в %	%	-13,99	-10,61	-4,00	-4,29	-16,58	-7,06	-11,38	-7,40	-7,64	-10,84	-6,50	-6,02	**-8,86**
оност. Тариф	**руб.с НДС**	**0,46**	**0,02**	**-0,08**	**-0,02**	**-0,09**	**0,05**	**-0,15**	**-0,05**	**-0,11**	**-0,17**	**-0,02**	**-0,21**	**-0,05**
Итого на сумму	руб.с НДС	197811	16390	-60715	-10523	-60910	32725	-100553	-36350	-77193	-126286	-11005	-170218	**-406827**
то же в %	%	16,07	0,71	-2,69	-0,55	-2,90	1,73	-4,78	-1,76	-3,57	-5,29	-0,52	-6,55	**-1,62**

Третий путь: опыт внедрения новых энергосберегающих технологий, оборудования и материалов

При энергетическом обследовании были также выявлены резервы, реализация которых позволит значительно снизить энергоемкость продукта.

1. Доведение эксплуатационных параметров котлоагрегатов до соответствия типовым энергетическим характеристикам.

В результате анализа работы парового котла было принято решение о замене менеджера горения на модернизированный с функциями частотного управления вентилятором и кислородного регулирования.

При стоимости дополнительного оборудования (менеджер горения W-FM200) в 17123 евро экономия электроэнергии составляет 25% (в год - 13961,25 евро). На основании опыта эксплуатации можно определить срок окупаемости в 1,22 года.

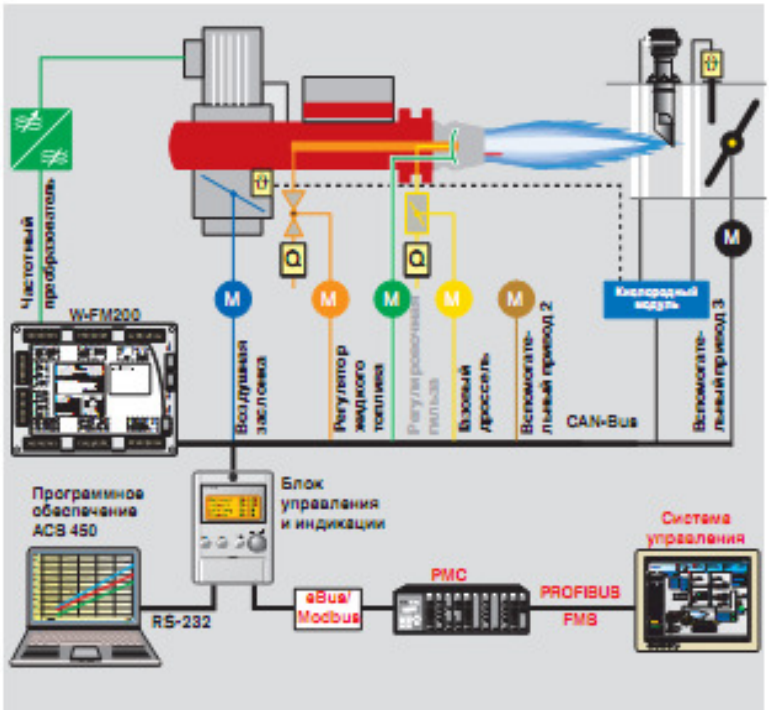


Рис. 3. Оптимизация работы котельного оборудования

Преимущества частотного управления

- Снижение энергопотребления. В сочетании с частотным управлением на частичной нагрузке электрическая потребляемая мощность двигателя вентилятора значительно снижается.

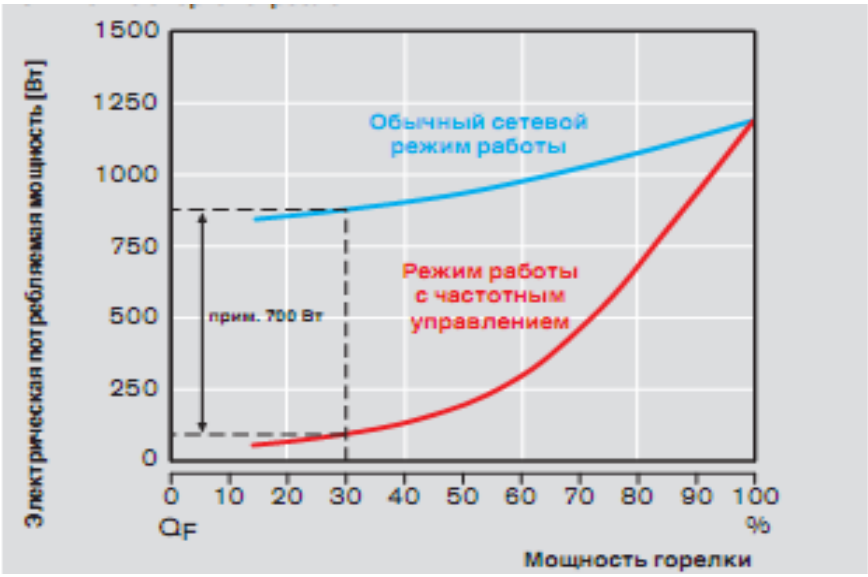


Рис. 4. Частотное управление для экономии электроэнергии

- Контроль сжигания с небольшим избытком воздуха. Надежный контроль параметров сжигания за счет постоянного измерения остаточного кислорода в дымовых газах.

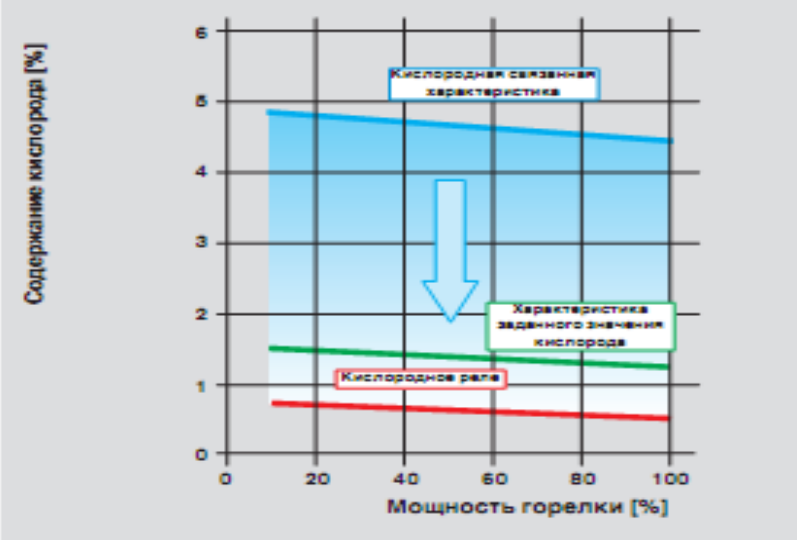


Рис. 5. Кислородное регулирование для контроля параметров сжигания при низком избытке воздуха

2. Устранение затрат острого пара на подогрев воды для затворения ячеистобетонной смеси.

Монтаж теплообменной системы «конденсат - обратка ГВС» позволил снизить потребление природного газа водогрейным котлом на 8%.

3. Снижение затрат на газ за счет возврата сбросного пара в деаэратор.

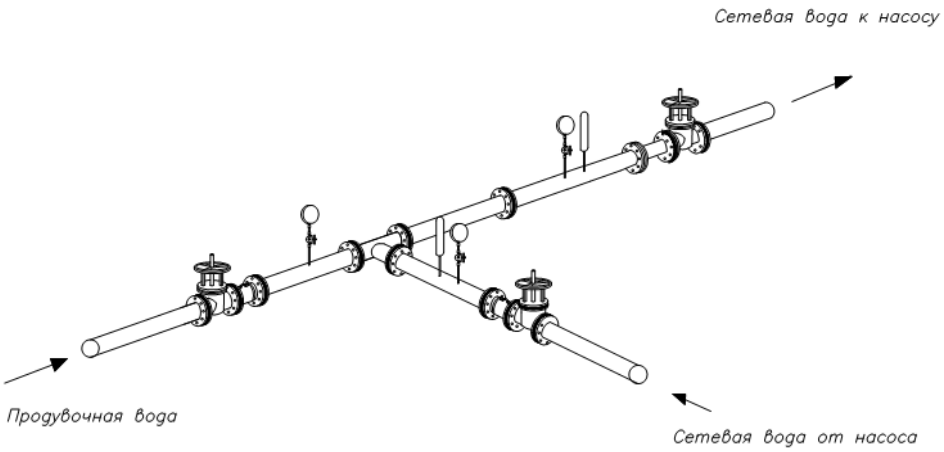


Рис. 6. Принципиальная схема установки ТСА

Рис. 7. Смонтированная система на базе установки ТСА

При стоимости дополнительного оборудования (стоимость работ по монтажу установки ТСА) в 180 000 руб. общая экономия средств составляет 557 602 руб. (экономия тепловой энергии составляет 485 482 руб., экономия воды - 72 120 руб.). На основании опыта эксплуатации можно определить срок окупаемости в 0,32 года.

Заключение

С каждым годом наблюдается рост тарифов на энергоносители. Запуск новых производств приводит к повышению конкуренции, необходимости снижения стоимости строительных материалов. Фраза «каждая копейка на счету» уже не кажется чем-то отстраненным, вопросы экономии касаются каждого производителя. Именно в экономии энергоресурсов мы видим резерв для снижения энергоемкости производства.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Щуров А.Е., инженер, технический консультант, ООО Клюбер Лубрикейшн

Компания Klueber Lubrication является признанным мировым лидером в производстве специальных смазочных материалов.

В этой статье мы коснемся смазочных продуктов, которые могут применяться в оборудовании для производства газосиликатных блоков и силикатного кирпича.

Сходство технологических процессов позволяет выделить две основные области применения.

1. Смазывание открытых зубчатых приводов (ОЗП), как правило, это привода шаровых мельниц (основным поставщиком мельниц для таких линий, как известно, является компания CEMTEC).
2. Смазки для подшипников колес тележек автоклавов.

Нам хочется отметить, что в линейке продуктов компании особое место занимают **смазки для больших открытых зубчатых приводов (ОЗП)**.

Компания Klueber Lubrication, начав работать в данном направлении несколько десятилетий назад, была одним из первых производителей, разработавших и внедривших комплексную программу производства смазочных материалов и сервисного обслуживания ОЗП для своих клиентов.

Наша компания производит смазочные материалы для ОЗП по схеме A-B-C-D:

A - праймер-смазки (для выставления и корректирования пятна контакта зубчатой смазки);

B - прирабатывающие смазки (для приработки новых или отремонтированных зубчатых пар);

C - эксплуатационные смазки (с большим выбором вязкости базового масла и способов их нанесения), применяются, как правило, через централизованную систему смазывания;

D - ремонтные или восстановительные смазки (для восстановления поврежденных поверхностей зубьев).

На рынке эти продукты представлены двумя брэндами: серия Grafloscon (графитосодержащие, «черные», смазки для ОЗП) и серия Klueberfluid (не содержащие графита, «белые», загущенные флюиды для ОЗП).

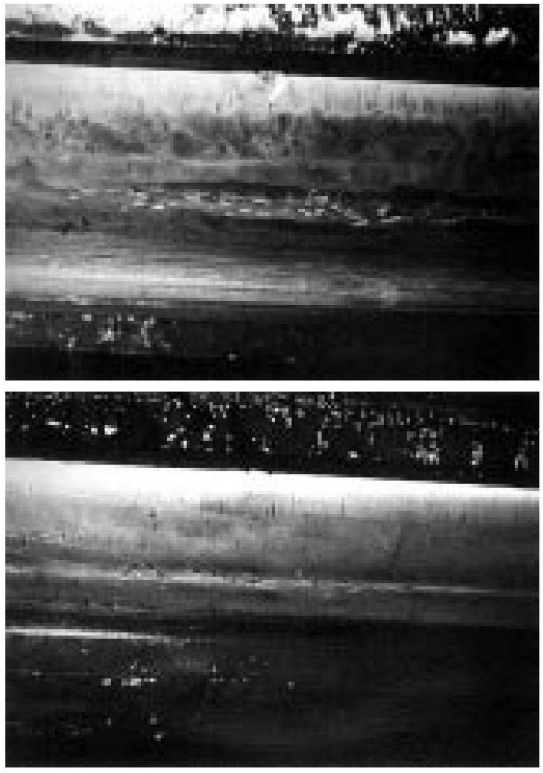


Рис. 1. Устранение повреждений за счет применения ремонтной смазки. Отчетливо видимый результат этого действия ремонтной смазки на нижнем рисунке

Однако в этой статье нам хотелось бы уделить внимание дополнительному сервисному обслуживанию ОЗП, которое наша компания может предложить бесплатно своим клиентам.

Постараемся вкратце изложить суть сервисного обслуживания и его составные элементы.

1. Сервисное обслуживание ОЗП включает в себя проведение инспекции ОЗП на предприятии 1-2 раза в год или (если того требует ситуация, по мнению клиента) чаще, с целью предупреждения или предотвращения повреждений ОЗП, оценки несущей способности поверхности зубьев и фланцев и распределения нагрузки на зубья. Сервисное обслуживание ОЗП позволяет разработать концепцию дальнейшего смазывания и дополнительных мер при обнаружении признаков повреждений или начального износа зубьев ОЗП.

2. В рамках этой инспекции проводятся следующие контрольные проверки и измерения:

- измерение вибрации подшипников в опорах ОЗП;
- измерение абсолютной температуры и ее распределения по фланцу зубьев ОЗП;
- фотодокументирование поверхности зубьев ОЗП;
- силиконовые слепки с зубьев ОЗП (в случае необходимости);
- визуальный контроль состояния поверхностей зубьев работающего ОЗП с помощью стробоскопа;
- контроль состояния поверхности зубьев, несущих нагрузку;
- контроль «картинки» распыления, в случае необходимости - регулирование распылительных доз;
- контроль и регулирование расхода смазочного материала.

По окончании инспекции составляется отчет со всеми контрольными замерами, фотографиями, графиками и рекомендациями для дальнейшей эксплуатации ОЗП.

3. В случае необходимости, при наличии износа поверхности зубьев рекомендуется применение ремонтной (серия D) или прирабатывающей (серия B) смазки или проведение механической обработки (шлифование, фрезерование) поврежденных поверхностей фланцев зубьев. Эти виды работ выполняются исключительно специалистами компании Klueber Lubrication.

Рис. 1-3 демонстрируют процесс восстановления рабочей поверхности зубьев ОЗП.

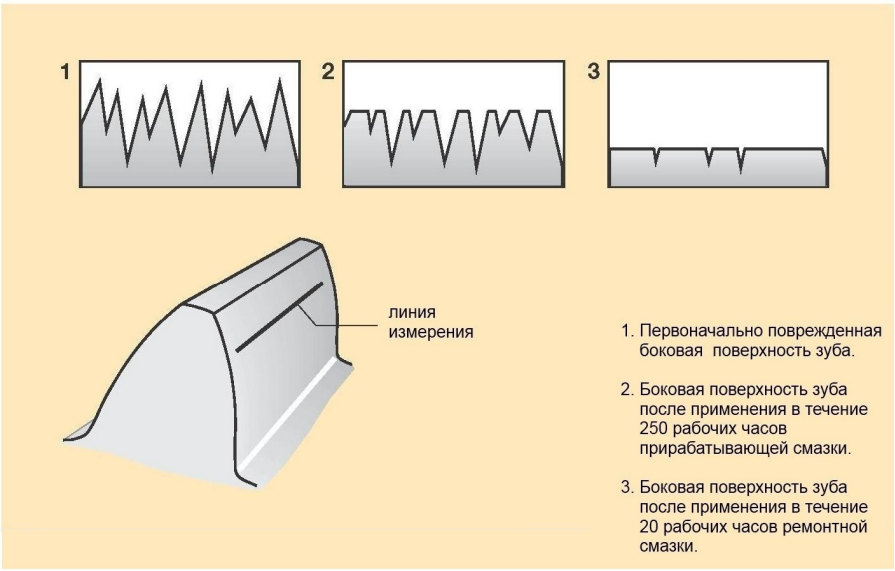


Рис. 2. Выравнивание («сглаживание» боковой поверхности зуба при устранении поверхностных повреждений)

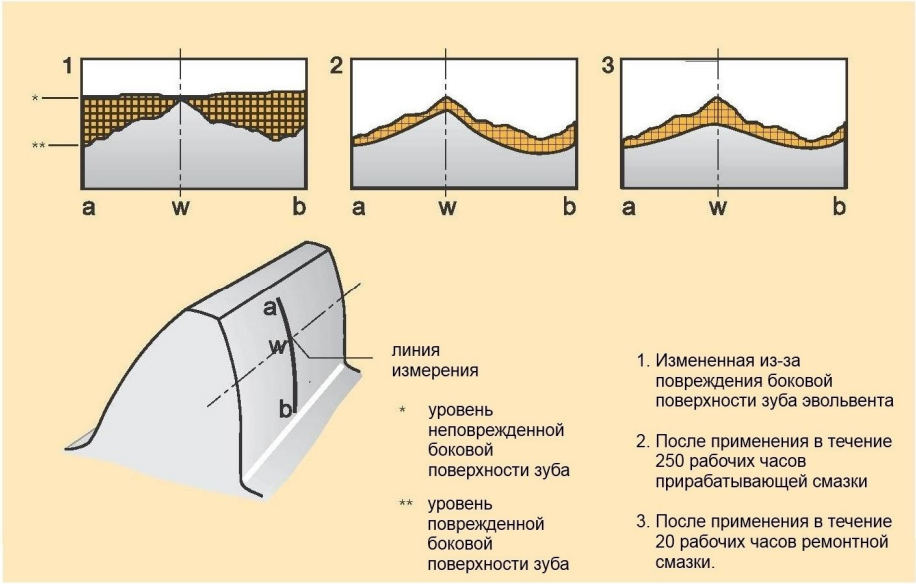


Рис. 3. Изменение формы эвольвенты при устранении повреждения поверхности зуба

Смазки для подшипников колес тележек автоклавов

Первоначально стоит обратить внимание на условия работы подшипников в автоклаве:

- высокая окружающая температура (до +180...+190°C);
- агрессивная среда (пары щелочи).

Именно второй фактор - агрессивная среда - является решающим в выборе смазочного материала, который должен быть полностью нейтрален к воздействию щелочных паров и эффективно противодействовать коррозии.

Известно, что первоначально поставщиком оборудования (WEHRHAHN) для этого узла рекомендуется использовать тефлоновый порошок. Но методы его нанесения вызывают проблемы, так как основным требованием является «накатка» дорожки качения, что является очень трудоемкой операцией, если учитывать общее количество подшипников.

Поэтому, как показывает практика, неправильное применение, точнее, закладка (когда происходит лишь забивка свободного пространства без «накатки» дорожки качения) тефлонового порошка в подшипники, сводит на нет эффективность работы этого материала.

В связи с данной проблемой наша компания с 2007 года предлагает смазку Kluebertemp HM 83-402 (перфторполиэфирное масло с PFTE загустителем), которая и была протестирована на двух предприятиях:

- ОАО « Теплит» (2007-2009);
- Саратовский завод строительных материалов (2009-2011).

В первом случае, с нашей точки зрения, испытания были проведены не полностью и прерваны по инициативе завода, тем не менее, достигнутый (но не конечный!) срок службы смазки без досмазывания составил на тот момент 9 месяцев. На Саратовском заводе строительных материалов опытный образец смазки, заложенной в 2009 году, работает и в настоящее время.

Хотелось бы также отметить, что при расчете эффективности применения смазки Kluebertemp HM 83-402 нужно учитывать не только ее стоимость, которая ниже, чем цена рекомендованного тефлонового порошка, но также и другие «компоненты» этой проблемы – отсутствие случаев выхода подшипников из строя, сокращение объема сервисного и ремонтного обслуживания и т.д.

Мы надеемся увидеть Вас в числе наших клиентов. Вы сами убедитесь в надежности компании Klueber Lubrication как грамотного технического и делового партнера.

ШАРОВЫЕ МЕЛЬНИЦЫ ПО ИНДИВИДУАЛЬНОМУ ЗАКАЗУ ДЛЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПЕСКА С ЦЕЛЬЮ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА

Пеллиссетти Стефано, технический директор, Семтек ГмбХ, Австрия

Общие сведения

«CEMTEC – Cement and Mining Technology» является австрийским предприятием по планированию, разработке и реализации проектов в цементной и обрабатывающей промышленности по всему миру. Головной офис компании находится в г. Эннсе (примерно 20 км восточнее от г. Линца), т.е. в непосредственной близости от партнеров по производству, которые в основном расположены в важнейшем промышленном регионе Верхняя Австрия.

Компания «CEMTEC» существует с 1990 г., является частной фирмой и принадлежит семье Плохбергеров.

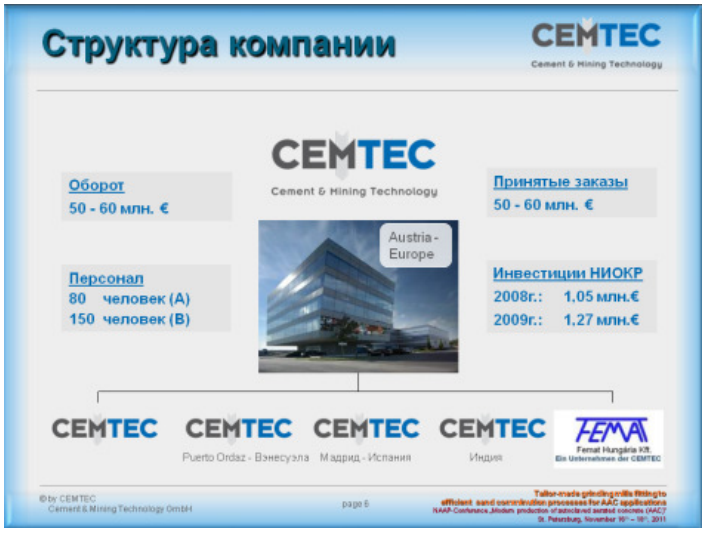


Рис. 1. Структура фирмы

Помимо представительств в большинстве стран мира, у «CEMTEC» есть четыре постоянных филиала за рубежом: CEMTEC Китай, CEMTEC Венесуэла, CEMTEC Испания, CEMTEC Индия.

В 2011 г. «CEMTEC» приобрела предприятие «FEMAT Fertigungstechnik» для изготовления деталей для машиностроительной отрасли.

Рис. 2. Основная сфера деятельности

Ассортимент продукции «CEMTEC» в цементной, горнодобывающей, горнообрабатывающей промышленности и промышленности строительных материалов (рис. 2): шаровые мельницы мокрого и сухого помола; мельницы само- и полусамоизмельчения, а также вертикальные мельницы (рис. 5); классификаторы (воздушные сепараторы, рис. 6); грануляционные диски, барабанные сушилки и ротационные сушильные печи для горнодобывающей/обрабатывающей промышленности; запчасти для в.у. оборудования; заводы «под ключ».

Спектр услуг «CEMTEC»: НИОКР; инжиниринг и конструирование; руководство проектом; изготовление; шеф-монтаж и пуско-наладка; послепродажное обслуживание и запасные части.

Рис. 3. Производственно-сбытовая цепь

«CEMTEC» поставляет оборудование по всему миру и в частности уже реализовал более 270 проектов по поставке мельниц.

Компетентность в сфере инжиниринга, конструирования, производства, монтажа и пуско-наладки (см. рис. 3)

История создания продукта фирмы «CEMTEC» начинается с создания технологической схемы производства, затем изготавливаются чертежи общего вида. Конструкторский отдел фирмы «CEMTEC» работает исключительно с соответствующими системами проектирования 3D, которые также применяются без ограничений для проектирования комплексного оборудования (испытание на столкновение) (рис. 4).

Для того чтобы «CEMTEC» мог осуществлять комплексные расчеты в сочетании с тепловыми нагрузками (нагревание) с учетом индивидуальных особенностей и пожеланий заказчика, 2 года назад был организован собственный отдел по конечно-элементному моделированию с приобретением соответствующей компьютерной программы (рис. 5).

На сегодняшний день мы производим все расчеты и определяем параметры абсолютно всех машин в нашем собственном офисе.

Благодаря прошедшей в Австрии приватизации сталелитейной промышленности и ее производственных цехов в непосредственной близости от «CEMTEC» теперь находятся ведущие производители машин различного размера. Мельницы «CEMTEC» изготавливаются главным образом в Европе и предварительно собираются в г. Эннсе (рис. 6).

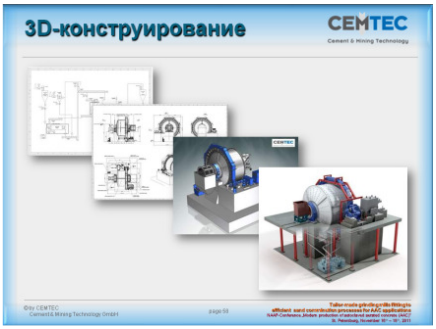


Рис. 4. 3D-конструирование

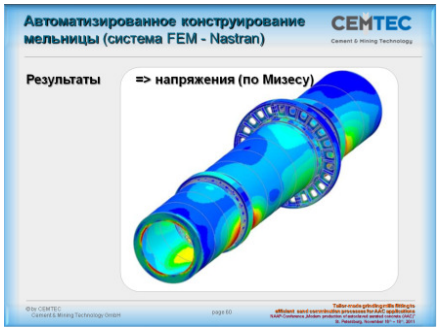


Рис. 5. Моделирование

Рис. 6. Изготовление барабана

Личный опыт применения различных мелющих тел: шары (литые/кованые; рис. 7) или цилиндры Cylpebs (литые; рис. 8)

В то время как технология изготовления кованых шаров (мелющих тел) исключает такие внутренние дефекты металлургического происхождения, как пористость или усадочные раковины, в процессе изготовления литых шаров такие дефекты не исключены.

С металлургической точки зрения кованые мелющие тела - это высокохромированная сталь с определенным химическим анализом, которая достигает своей конечной жесткости в результате затвердения / термической обработки. Результатом является тонкая мартенситная структура; получаемая твердость стали составляет 60 - 65 HRC (650 – 780 HB).

В отличие от кованых, литые мелющие шары имеют классическую структуру чугуна с определенным химическим составом. Твердение проходит на основании включений карбидов железа в перлитовую матрицу. Обычно, согласно данным изготовителя, достигается твердость 48 - 57 HRC (450 – 600 HB).

Рис. 7. Кованые шары

Рис. 8. Цилиндры Cylpebs

Рис. 9. Сравнение шаров

ПРИМЕР 1 (Рис. 10)**. Применение/пригодность кованых шаров и литых цилиндров Cylpebs** (для процесса мокрого помола кварцевого песка)

Содержание хрома кованых шаров 0% Cr, литых цилиндров Cylpebs 2% Cr., твердость составляет 60 HRC и 57 HRC. Как результат, обнаруживаются сходные коррозионные свойства с повышенным предрасположением к коррозионному воздействию из-за Cl–ионов литых мелющих тел (Cylpebs).

Рис. 10. Пример 1

По степени износа цилиндры Cylpebs имеют значительно лучший результат при 3.650 г/т, при этом степень износа кованых шаров составляет 5.150 г/т. Что касается закупочных цен, они намного выше для литых шаров, чем для кованых (примерно 135%:100%).

ПРИМЕР 2 (Рис. 11)**. Использование кованых и литых шаров**

Кованые стальные шары, как видно из примера выше, содержат 0% Cr, имеют твердость 60 HRC, химический износ приблизительно 500 г/т (коррозия из-за Cl-ионов), степень износа 5.150 г/т и фактор затрат 100%.

Было произведено сравнение кованых шаров с 2 партиями литых шаров с содержанием Cr 22% и 19%.

Рис. 11. Пример 2

В данном случае скорость коррозии сходна со скоростью коррозии кованых шаров (около 500 г/т). Степень износа составляет по варианту с 22% Cr 2.090 г/т и по варианту с 19% - Cr 2.960 г/т. Фактор затрат составляет для 22% Cr около 127% и для 19% Cr - около 120%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ по примерам

Литые шары характеризуются, несомненно, меньшей степенью износа, но стоят намного дороже. Для каждого конкретного случая необходимо проводить отдельное сравнение затрат, включая предположительные моточасы расчетного оборудования.

В качестве недостатка кованых шаров производители часто указывают неравномерное распределение твердости по сечению мелющих тел (падение твердости к центру в результате незначительного затвердевания).

Изменение твердости шаров по поверхности

На изображении (рис. 12), предоставленном производителем из Германии, показано, как изменяется твердость в зависимости от диаметра шара.

Например, при диаметре мелющего тела 20 - 30 мм ожидаемая твердость составляет 65 HRC, и только при диаметре 70 мм ожидаемая твердость по поверхности немного ниже, т.е. 64 HRC. Средняя объемная твердость при диаметре 20 - 30 мм мало изменяется (65 – 64,8 HRC).

Изменение твердости шаров по сечению (т.е. изменение при износе по диаметру)

Рис. 13 (предоставлен другим производителем кованых шаров) показывает, что в первых трех зонах шара твердость не падает (65 HRC), и только в конце начинается медленный спад. Также видно, что, например, 1 - 5 зоны шара (интервал твердости > 64 HRC) составляют

наибольшую объемную долю мелющего тела (87,5%!) и, таким образом, падение твердости играет незначительную роль.

Большее влияние имеет в целом более высокая предельная твердость литых шаров или цилиндров Cylpebs и связанная с этим незначительная скорость износа.

Рис. 12. Твердость шара

Рис. 13. Падение твердости

Проблема повышенной температуры шлама на выходе из мельницы

Исходная ситуация показывает, что при нормальной температуре окружающей среды 15-25°C температура измельченного шлама составляет 50-55°C. С другой стороны, для следующего процесса производства автоклавного газобетона температура шлама должна быть 30-40°C.

Решением этой проблемы с трудноизменяемой температурной разницей, особенно в теплых странах, может быть **система охлаждения шлама**.

Для начала необходимо определить, есть ли в данной географической точке водные ресурсы достаточно низкой температуры. Если нет, то есть только **2 решения**:

- постоянная подача кубиков льда в мельницу или в следующую за ней мешалку (используется, например, в арабских странах);
- охладитель шлама с интегрированной охладительной башней (дороже).

Рис. 14. «Башенная градирня для шлама», WEHRHAHN

Башенная градирня для шлама, простая конструкция (рис. 14, © WEHRHAHN)

Главное требование - наличие у охладителя достаточного количества фланцев в районе изгиба трубы (риск закупорки), для того чтобы в случае затора трубопровод можно было легко демонтировать и потом прочистить. Согласно предоставленной «CEMTEC» информации, при

регулярной очистке и промывке после работы, несмотря на простоту конструкции, проблем не возникает.

Рис. 15. Спиральный охладитель, Tranter HES

Спиральный охладитель (например, фирмы «Tranter HES», рис. 15)

Т.к. спиральный охладитель изготавливается из легированной стали, он стоит очень дорого, в связи с чем возникает вопрос отношения цены / эффективности. У фирмы «CEMTEC» нет опыта применения таких охладителей для мельниц для изготовления газобетона.

Особенности оснащения мельниц «CEMTEC», существенно увеличивающие срок службы подшипников мельницы

1. Система централизованного смазывания коренных подшипников

Рис. 16. Централизованная смазка коренных подшипников

Преимущества: простой доступ, менее трудоемкое обслуживание, легкое исполнение планов обслуживания, а также в общем снижение риска отсутствия смазки и, как следствие, снижение затрат на смазку, а, следовательно, на содержание оборудования.

Также критерием долгого срока службы подшипников является адекватное определение размеров роликоподшипников (главных подшипников). На рис. 17 сопоставлены нагрузки на подшипники (выделено красным) для 4 самых распространенных типов мельниц «CEMTEC» для мокрого помола кварцевого песка с допустимым в данном случае расчетным ресурсом для каждого предусмотренного подшипника (выделено синим).

Срок службы главного подшипника в мельницах CEMTEC

CEMTEC Cement & Mining Technology

- **Конструктивные данные роликового подшипника**
  - размеры мельниц => ∅2,4 м; 2,6 м; 2,8 м и 3,0 м

Тип мельницы	ø 2,4 x 6,5 м	ø 2,6 x 5,7 м	ø 2,8 x 7,5 м	ø 3,0 x 8,5 м
Частота вращения (75% пост. скорости)	21,02 об/мин	20,04 об/мин	19,24 об/мин	18,73 об/мин
Диаметр мельницы	2,4 м	2,6 м	2,8 м	3,0 м
Вес мельницы				
Вес шаровой загрузки	от 34,0	от 40,0	от 65,0	от 90,0
Вес корпуса мельницы	от 11,5	от 10,9	от 16,2	от 20,5
Вес зубчатого венца	от 6,4	от 5,6	от 6,9	от 7,5
Вес опорного кольца	от 9,0	от 9,4	от 11,2	от 12,0
Вес подшипника	от 2,5	от 3,0	от 4,0	от 5,0
Общий вес	от 63	от 69	от 103	от 135
Вес каждого подшипника	317 кН	345 кН	517 кН	675 кН
Допустимая нагрузка на подшипник * (*... 80 000 ч, динамический коэф. =1,5; осевое усилие = 2,5 %				
Тип подшипника	HLP500	HLP750	HLP900	HLP1060
Допустимая нагрузка на подшипник	327 кН	681 кН	856 кН	1.291 кН

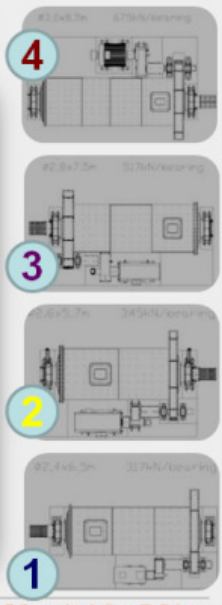
©by CEMTEC Cement & Mining Technology GmbH

Рис. 17. Нагрузка на подшипники

Срок службы главного подшипника в мельницах CEMTEC

CEMTEC Cement & Mining Technology

- **Допустимая нагрузка на роликовый подшипник**



©by CEMTEC Cement & Mining Technology GmbH

Рис. 18. Нагрузка на подшипники

Другая особенность оснащения мельниц «CEMTEC», увеличивающая срок службы подшипников, - это непрерывный **контроль температуры** коренных подшипников.

На рис. 19 изображена обычная установка такого устройства непрерывного контроля температуры коренных подшипников.

2. Также у мельниц «CEMTEC» (по желанию заказчика) имеется устройство **контроля состояния** (рис. 20) следующих важных узлов:

- непрерывный контроль температуры => коренного подшипника, подшипника шестерни (=стандарт), а также, по желанию заказчика, главного подшипника главного редуктора и двигателя;
- стандартно: главный редуктор, по желанию заказчика - подшипник шестерни и подшипник главного двигателя.

Рис. 19. Контроль температуры

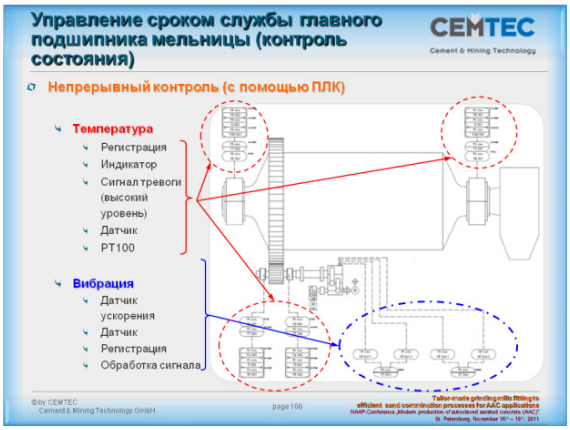


Рис. 20. Контроль состояния

Рекомендации / опытные данные «CEMTEC» о поломках подшипников

За историю существования фирмы (1990 – 2011гг.) из всех поставленных за 1995–2011 гг. самоустанавливающихся роликоподшипников для, в общей сложности, 162 (!) мельниц до сих пор было известно четыре случая поломки, возникшие исключительно в результате сильного износа за счет загрязнения и недостаточной смазки.

Увеличение срока службы резиновой футеровки мельниц мокрого помола кварцевого песка

На протяжении многих лет высококачественная резиновая футеровка хорошо себя зарекомендовала. «CEMTEC» рекомендует использовать только резиновую футеровку предприятий с многолетними традициями и выраженной политикой качества (в идеале, с повторяющейся бизнес-моделью). При выборе футеровки для мельниц «CEMTEC» мы руководствуемся именно этими критериями.

Исходя из опыта фирмы «CEMTEC», особенное внимание необходимо уделять качеству геометрии и определения размеров. Это тоже является критерием при выборе резиновой футеровки от поставщиков, ориентированных на качество.

Другим критерием для увеличения срока службы резиновой футеровки является ее установка квалифицированными специалистами с помощью подходящих инструментов. Далее рекомендуется регулярный визуальный осмотр футеровки. Частый визуальный осмотр за короткие промежутки времени помогает вовремя распознать повреждения и в этом отношении представляет собой значительный потенциал экономии на издержках.

Далее фирма «CEMTEC» рекомендует непрерывный **контроль износа футеровки** (рис. 21 и 22), а также использование состава шаров размером 20, 30 и 40 см.

Кроме того, температура песка на загрузке должна быть как можно ниже.

Также продлить срок службы резиновой футеровки можно за счет эксплуатации мельницы в двух направлениях вращения. Данная концепция / способ эксплуатации очень распространена в горнообрабатывающей отрасли, но ее необходимо учитывать сразу на стадии конструирования (→ вспомогательный привод, струйная смазка шестерни, демонтируемые входные/выходные спирали для вращения в обоих направлениях ⇔ высокие инвестиционные затраты).

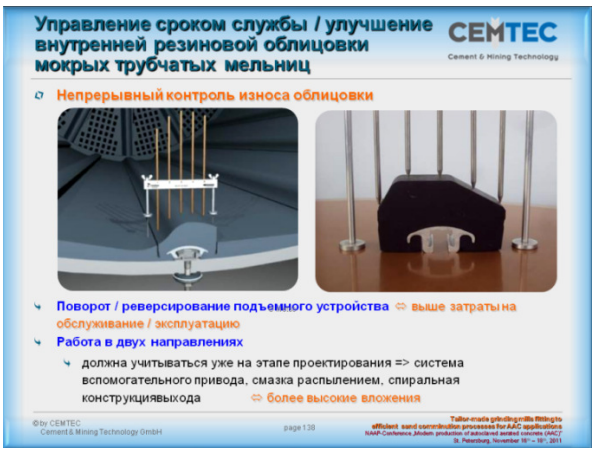


Рис. 21. Контроль износа

Рис. 22. Контроль износа

Также очень эффективным и простым методом увеличения срока службы резиновой футеровки является абсолютное исключение работы мельницы вхолостую или привода мельницы без материала. Во избежание частой необходимости работы без материала фирма «CEMTEC» внедрила в систему управления мельницей так называемый **цикл предотвращения оседания** (рис. 23).

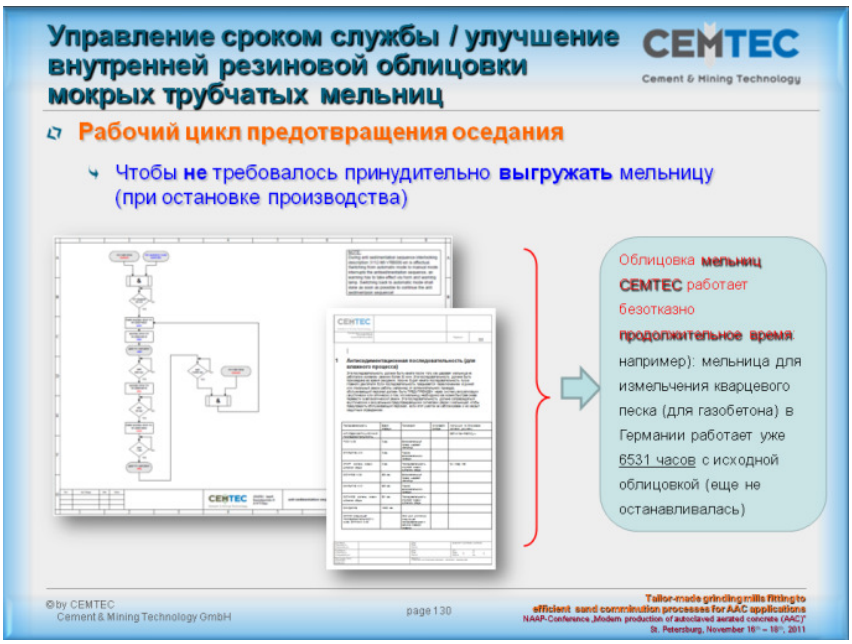


Рис. 23. Рабочий цикл предотвращения оседания

Опыт такого улучшения уже имеется: например, заказчик из Германии (газобетон) наработал уже 6.500 моточасов с крайне абразивным кварцевым песком, при этом признаков значительного износа резиновой футеровки не наблюдается.

Достижения в области процессов измельчения песка

Охладительное устройство на барабане мельницы с целью понижения температуры шлама на выходе из мельницы

На рис. 24 изображен данный пример для процесса сухого помола. Такой тип охлаждения обеспечивает бесступенчатый и непрерывный контроль температуры.

С другой стороны, для процесса мокрого помола данная концепция неприменима из-за изоляционного действия резиновой футеровки. Более того, данная концепция из-за высоких инвестиционных затрат выгодна только для измельчения сыпучих материалов со сверхпропорциональной маржой прибыли.

Охлаждения песочного шлама на выходе из мельницы можно достичь с помощью блочного теплообменника, применяемого для мокрого помола и подключенного к помольному

агрегату (рис. 25). Простая конструкция предусматривает теплообменник с концентрично расположенными блоками, как на рис. 25.

Местом установки может быть, с одной стороны, участок между разгрузкой барабанного грохота и следующим за ним шламовым насосом; с другой стороны, если используется комбинированный насосно-смесительный узел, то для установки хорошо подойдет участок со стороны напора вышеупомянутого насоса.

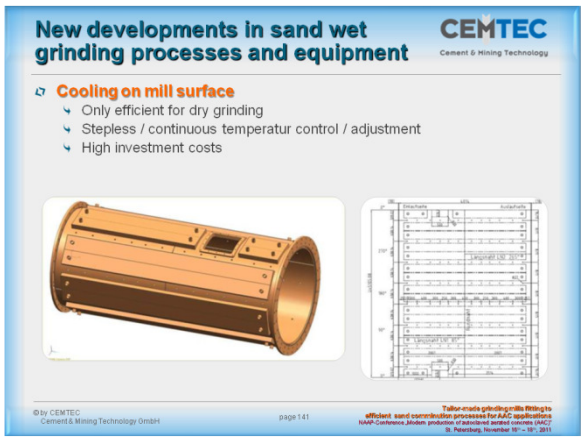


Рис. 24. Охладитель на барабане мельницы

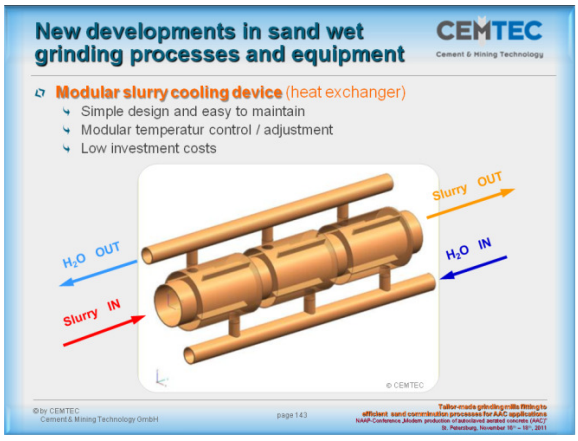


Рис. 25. Теплообменник

Основные показатели за последние годы

Благодаря прогрессирующей диверсификации в отношении своих продуктов и рынков фирме «CEMTEC» даже в последние кризисные годы удалось успешно сохранить свои рыночные позиции. Далее представлены показатели некоторых успешно реализованных проектов.

Рис. 26. Цементный завод «под ключ», ОАЭ

Рис. 27. Цементный завод в Берлине

Рис. 28. Грануляторы, Оман

Рис. 29. Установки ДДГ, Энель, Италия

Рис. 30. Мельница ММС, ОАО «Алроса»

Рис. 31. Мельница СИ/ПСИ, Санган, Иран

Отдел «Исследования и разработки» в фирме «CEMTEC»

Присутствие на рынке продавцов дешевого оборудования из восточных стран сыграло свою роль в решении фирмы «CEMTEC» начать 5 лет назад более активную работу в области НИОКР. Целью также было способствование большей диверсификации. В этом контексте компания вложила большие инвестиции в собственный отдел НИОКР (см. также рис. 1).

С 2007–2009 гг. у фирмы «CEMTEC» существует собственный экспериментальный цех (экспериментальная шаровая мельница – рис. 32, вертикальная мельница – рис. 33, классификатор), и уже с 2002 г. собственная сертифицированная лаборатория для определения подробных характеристик всех сыпучих материалов (сушильные шкафы, гравиметрические анализы, измерения на устройстве Блейна, вибросито до 45 µм, воздухоструйное сито до 25 µм, прибор Mastersizer/Malvern до 0,02 µм, => см. www.cemtec.at).

Опираясь на опытные данные, полученные на мельницах в экспериментальном цехе, и ноу-хау, основанные на них, «CEMTEC» последовательно и успешно продвигает разработки для вышеупомянутых продуктов (см. рис. 34, 35).

Рис. 32. Шаровая мельница, экспериментальный цех

Рис. 33. Вертикальная мельница, экспериментальный цех

Рис. 34. Вертикальная мельница

Рис. 35. Воздушный классификатор серии CTM

Итоги

Благодаря постоянной и устойчивой политике контроля качества и ценовой политике за последние два десятилетия фирме «CEMTEC» удалось создать себе имя среди самых авторитетных производителей мельниц. И это имя упоминается практически всякий раз, когда речь заходит о производителях в области промышленности по переработке минеральных веществ и сырья, а также в области производства газобетона – не в последнюю очередь благодаря крайне гибким срокам поставки и изготовлению по индивидуальному заказу.

Только в области минеральной промышленности и производства газобетона фирма «CEMTEC» получила свыше 163 рекомендаций и может, таким образом, – особенно в этом сегменте – быть отнесена к ведущим лидерам рынка.

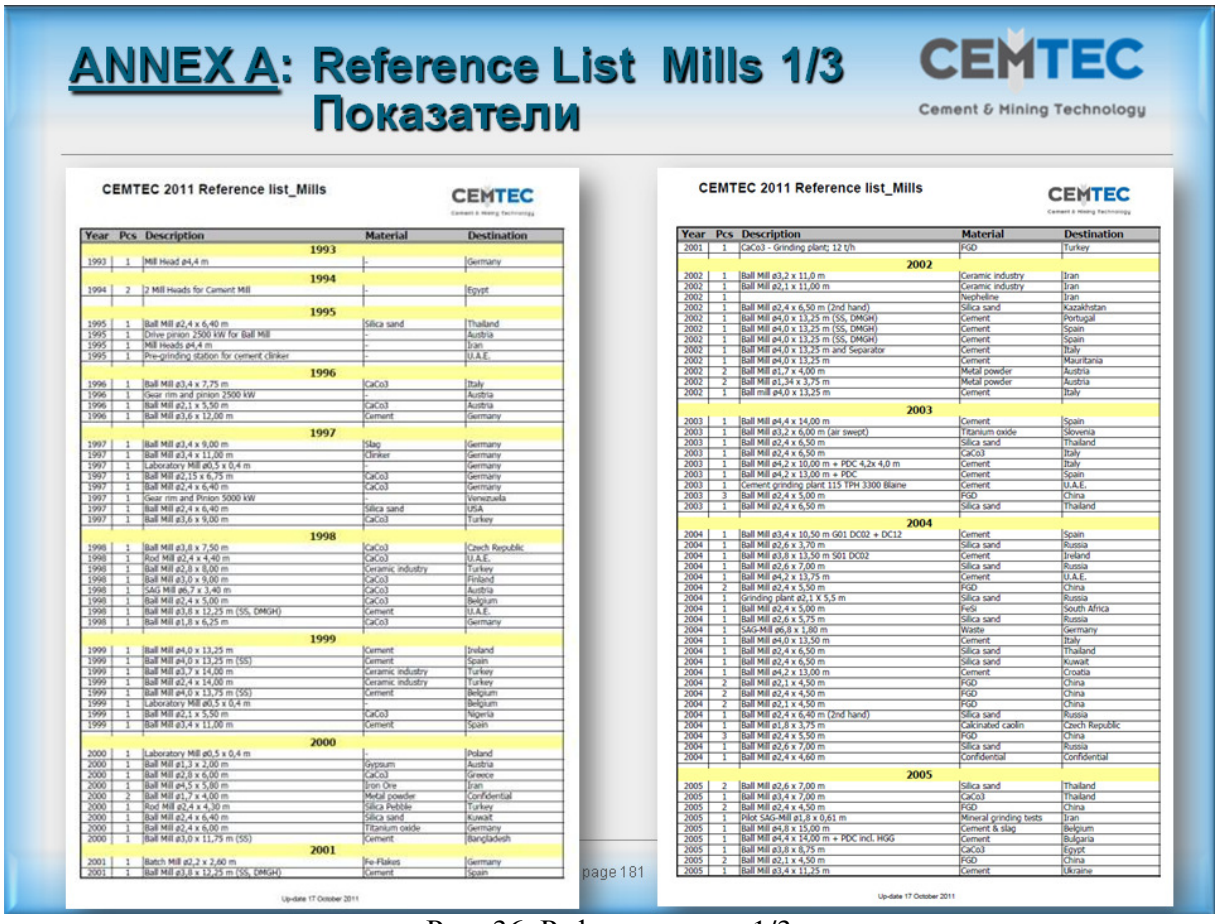


Рис. 36. Референц-лист 1/3

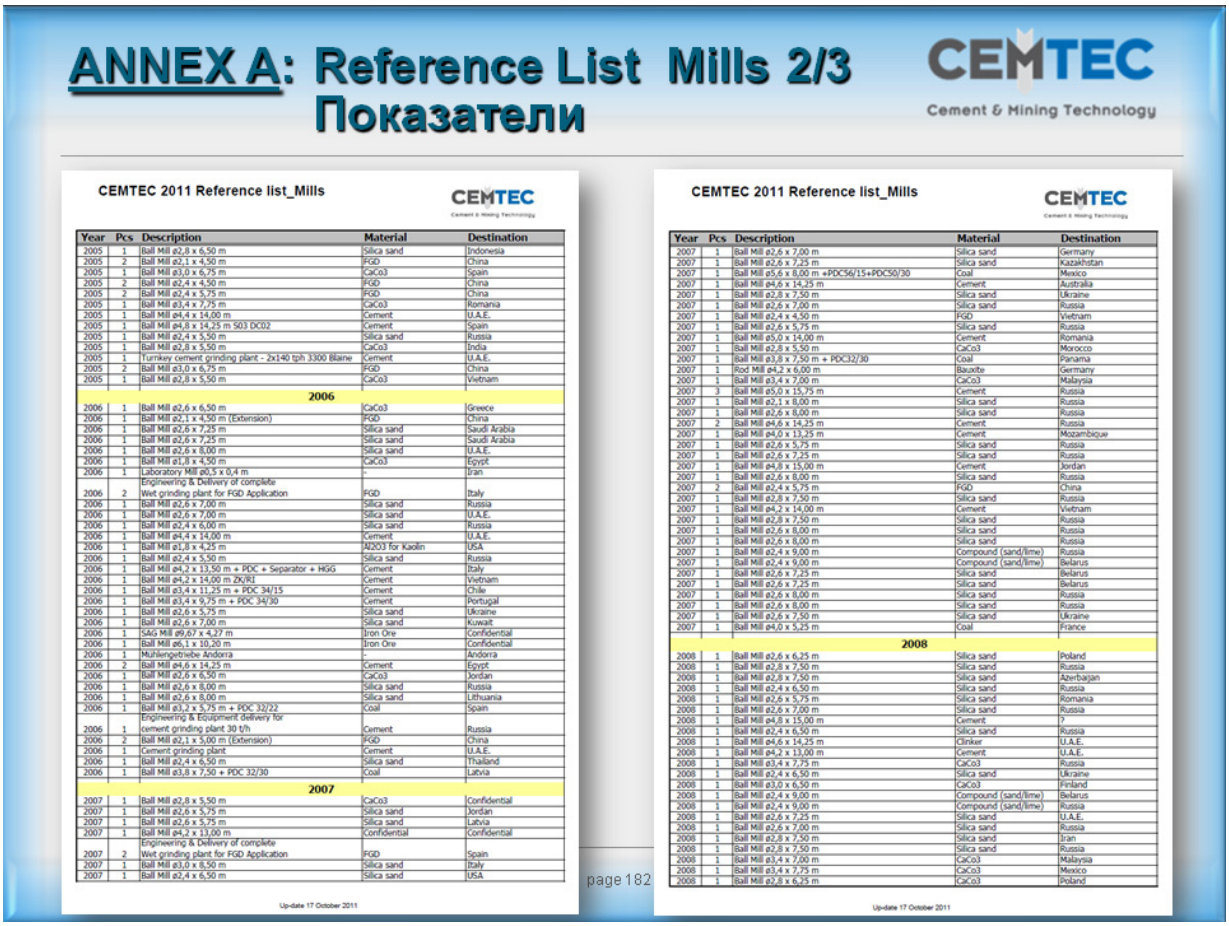


Рис. 37. Референц-лист 2/3

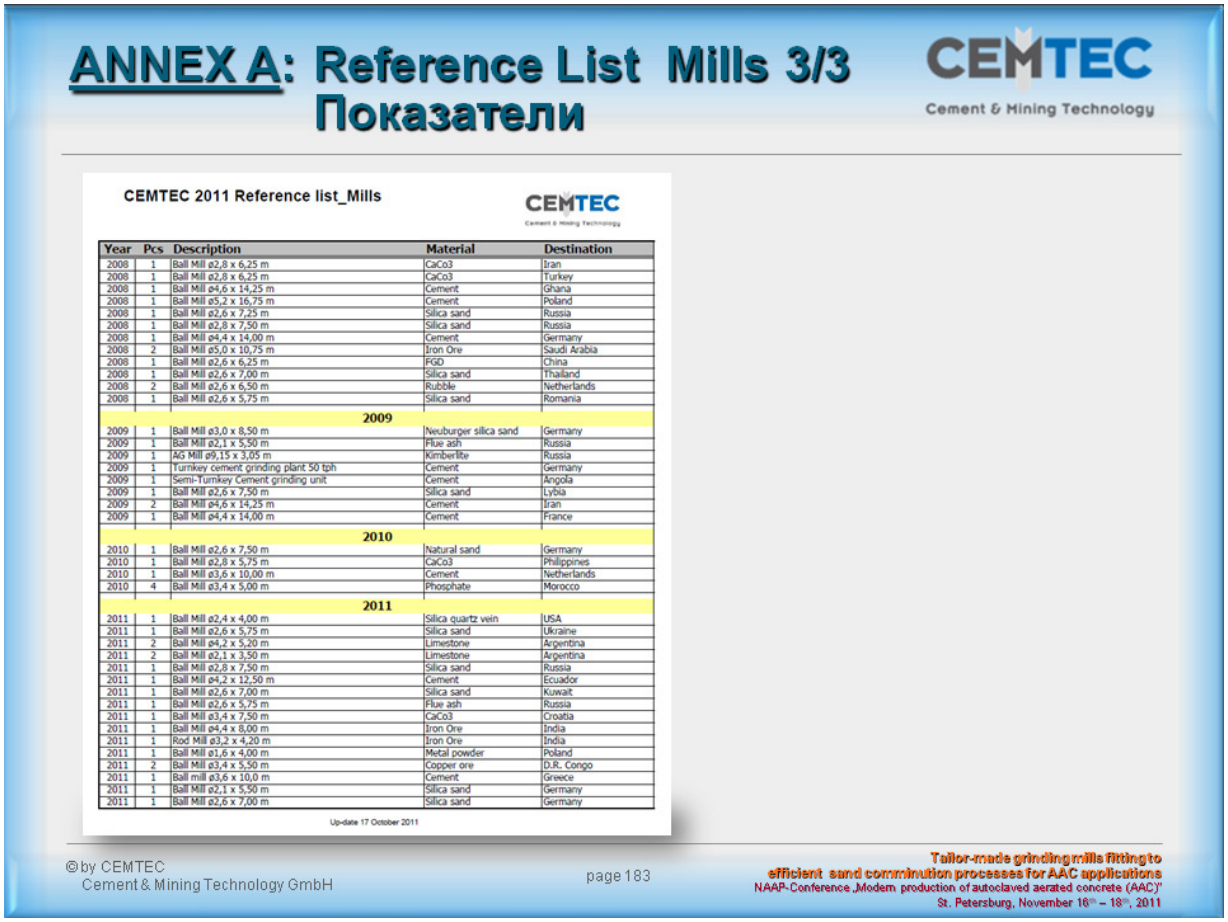


Рис. 38. Референц-лист 3/3

Российский рынок, который – в том числе для «CEMTEC» – благодаря его огромным размерам невозможно не принимать во внимание, будет в ближайшие годы основным направлением работы «CEMTEC» в отношении маркетинга и привлечения клиентов.

В свою очередь, перерабатывающую промышленность также невозможно представить без соответствующей продукции – шаровых мельниц с опорой на самоустанавливающиеся роликовые подшипники (основной продукт «CEMTEC») – на вышеупомянутом российском рынке (рис. 39 и 40).

Рис. 39. Шаровая мельница для мокрого измельчения

Рис. 40. Шаровая мельница для мокрого измельчения

ПЕРЕКАЧИВАНИЕ ШЛАМОВ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА ГАЗОБЕТОННЫХ БЛОКОВ

Базылев И.В., Коркин Е.С., ЗАО «Метсо Минералс СНГ»

Производство газобетонных блоков – быстро развивающийся, но в то же время относительно новый сегмент рынка строительных материалов. Компании по производству оборудования для изготовления газобетона постоянно совершенствуют технологии и используют новые технические решения для стабилизации качества готового продукта и самого цикла производства при консультации ведущих узкоспециализированных производителей. Каждый технологический процесс сопровождается своими тонкостями, которые могут значительно повлиять на итоговый результат. В данной статье остановимся на «кровеносной системе» предприятия по производству газобетона – перекачиванию пульпы.

При производстве газобетонных блоков, с точки зрения гидравлики, перемещаемую пульпу можно разделить на два класса: первичный шлам и обратный шлам. Несмотря на внешнюю схожесть, мы имеем шлам с различными характеристиками и, как следствие, с различными требованиями к его перекачиванию.

Первичный шлам

Первичный шлам – взвесь твердого вещества в воде – относится к классическим суспензиям, ее вязкость равна вязкости воды. Основные параметры, влияющие на траспортировку данных пульп – критическая скорость осаждения и концентрация твердого вещества в пульпе.

Критическая скорость осаждения - это скорость, ниже которой твердые частицы начинают осаждаться в трубопроводе, что приводит к его запесочиванию. Данная скорость рассчитывается исходя из характеристик твердого вещества, диаметра трубопровода и объема перекачиваемой пульпы. Формулы для расчета этой скорости выведены в гидродинамике, и на данный момент существует несколько математических моделей, позволяющих рассчитать данный параметр. Для упрощения расчетов могут использоваться специализированные программы, например программа «PumpDim», применяемая инженерами компании Metso. Данная программа позволяет учесть все факторы, влияющие на процессы, протекающие в трубопроводе.

Концентрация по весу твердого вещества в пульпе – параметр, который позволяет оценить пульпу на предмет возможности ее перекачивания. Концентрация прямо пропорциональна плотности пульпы. Максимальная концентрация твердого вещества в пульпе не должна превышать 55-60%, в противном случае пульпа считается не перекачиваемой для центробежных насосов. Данный параметр является существенным ограничением, т.к. с точки зрения производства газобетона, желательна максимальная плотность перекачиваемой пульпы.

В производстве для перекачивания первичного шлама традиционно используются горизонтальные насосы с сальниковым уплотнением с пониженным расходом воды или механическим уплотнением, но возможны различные технические решения, в результате которых можно получить более стабильный режим работы оборудования, меньший износ агрегатов и экономию электроэнергии.

Рис. 1. Горизонтальный насос с полиуретановой футеровкой HR100 LPU 18.5kW

Обратный шлам

Данный вид пульпы образуется в приямке из обрези пеноблоков. По логике, параметры для перекачивания прямого и обратного шлама должны быть абсолютно идентичны. Но с момента заполнения емкостей с первичным шламом до обрезки пеноблоков в материал добавляется алюминиевая пудра, проходит термический процесс, что влечет изменение структуры шлама. В действительности в приямке мы имеем однородную, трехфазную (жидкость-твердое-газ) массу с размером частиц до 200 микрон, которая характеризуется повышенной вязкостью.

Рис. 2. Обратный шлам

Рис. 3. Вертикальный насос

50 лет назад данную пульпу признали бы не перекачиваемой для центробежных насосов, но за счет улучшения технических характеристик насосов, геометрии корпуса и использования передовых разработок обратный шлам может быть перекачан, но с меньшей плотностью пульпы, чем в первичном шламе.

На данный момент предел для полупогружных насосов, используемых на многих фабриках в этом процессе, – 1,45 т/м3. При использовании горизонтального насоса на данной позиции можно перекачивать пульпы с большей плотностью, но из-за технологических особенностей процесса мы сталкиваемся с другими трудностями, существенно влияющими на процесс эксплуатации, такими как сложный доступ к утопленному в приямке горизонтальному насосу для технического обслуживания и ремонта, необходимость промывки насоса и использования механического торцевого уплотнения, весьма требовательного к калибровке (соосности) вала насоса и качественному обслуживанию.

Уплотнение насоса

Вопрос применения целесообразного типа уплотнения является одним из основных при выборе шламового насоса для соответствующей позиции. Рассмотрим основные типы уплотнений, которые могут быть использованы. Наиболее распространенным для горизонтальных насосов является сальниковое уплотнение с пониженным расходом воды, на втором месте механическое уплотнение. Сальниковое уплотнение с полным расходом не применяется из-за нежелательности разбавления пульпы водой, экспелерное (динамическое) уплотнение нельзя применять из-за высоких подпоров буферных емкостей, питающих шламовые насосы.

Сальниковое уплотнение с пониженным расходом характеризуется простотой эксплуатации, надежностью, доступностью расходных материалов (цена сальниковой набивки не более 1000 рублей), не требует высокой квалификации обслуживающего персонала. К минусам можно отнести разбавление пульпы водой (в среднем 3 л/мин) и, как результат, дополнительные затраты на испарение воды в процессе сушки в автоклавных установках.

Основные плюсы механического уплотнения – это отсутствие разбавления пульпы водой и долгий срок эксплуатации при правильном обслуживании. Все остальные параметры скорее относятся к минусам. Этот дорогостоящий вид уплотнения (в среднем 2000-2500 Евро), оно требует правильной калибровки, т.е. необходим высококвалифицированный персонал, крайне чувствительно к осевым отклонениям вала (важный параметр при повышенных нагрузках на участке перекачивания обратного шлама), при замене рекомендуется менять смежные запасные части. Срок поставки механического уплотнения равен сроку поставки основных узлов насоса. Для охлаждения уплотнения должна подаваться только чистая вода или другие теплоносители под давлением.

Из опыта эксплуатации насосов Metso можно уверенно сделать вывод, что вода, поступающая в шлам через уплотнение с пониженным расходом, незначительно влияет на технологический процесс, но насосы с данным уплотнением более простые и дешевые в эксплуатации. На данный момент в России в 90% случаев используются насосы с сальниковым уплотнением с пониженным расходом воды.

Альтернативные варианты насосов

Как альтернатива стандартно используемым горизонтальным насосам, нашей компанией совместно с ведущими поставщиками оборудования разработаны аналоги, которые позволяют решать различные технологические вопросы. Из принципиальных решений мы выделим два участка – разгрузка мельницы и перекачивание обратного шлама.

Для разгрузки мельницы мы рекомендуем устанавливать насос, совмещенный с резервуаром типа VT. Использование данного насоса не требует дополнительного возведения после мельницы стабилизирующего зумпфа, необходимого для работы стандартного горизонтального насоса. Насос VT может работать «насухую», т.е. не надо контролировать уровень пульпы в зумпфе, нет необходимости и в промывке насоса при остановке. У данной серии насосов отсутствует уплотнение, что облегчает их обслуживание и снижает расходы на запасные части. За счет геометрии зумпфа мы получили подпор, необходимый для перекачивания пульпы в бак-накопитель, и в то же время он имеет достаточный объем для предотвращения переливов. Плотность пульпы, перекачиваемой насосами VT, сравнима с плотностью, которую может перекачивать горизонтальный насос - 1,75 т/м^3.

Специально для предприятий по производству газобетона нашей компанией разработан мини-грохот, который устанавливается непосредственно на приемный бак насоса. Основной задачей мини-грохота является отсечение крупных частиц на выходе из мельницы. Насосы данной серии установлены более чем на 20 заводах России.

Рис. 4. Насос VT100 в работе

Рис. 5. Насос VS100 в работе

Перекачивание обратного шлама - основное проблемное место на всех предприятиях по производству газобетона из-за повышенной вязкости шлама. Наши специалисты уверены, что на данной позиции технически оправдано использование полупогружного насоса типа VS. Полупогружной насос способен перекачивать пульпу с плотностью до 1,45 т/м^3, что незначительно отличается от возможностей горизонтального насоса - 1,5 т/м^3, но на этой позиции несравнимы затраты на техническое обслуживание вертикального и горизонтального насоса. У полупогружного вертикального насоса конструкционно отсутствует уплотнение, на горизонтальном насосе на данной позиции используется механическое уплотнение. Полупогружной насос легкодоступен для обслуживания, т.к. подшипниковый узел расположен на уровне пола. Для ремонта рабочей части (корпус насоса, рабочее колесо) насос можно извлечь из приямка и провести необходимые работы без осушения зумпфа. Как и насосы серии VT, вертикальные насосы VS могут работать «насухую», а за счет принудительного перемешивания с помощью дополнительно устанавливаемого на рабочее колесо «агитатора» можно избежать проблемы заиливания зумпфа.

Как мы видим, на различных технологических участках задача транспортировки шлама может быть решена с использованием различных комплектаций насосного оборудования. Выбор технологически правильного и наиболее надежного решения позволяет уменьшить издержки производства за счет отсутствия внеплановых простоев для устранения неисправностей оборудования.

Перекачивание пульпы при производстве газобетонных блоков не является основным процессом, но от стабильности работы насосов зависит работоспособность всего предприятия.

ОЦЕНКА ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА СТЕНОВОЙ ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ, ВЫПОЛНЕННОЙ ИЗ ГАЗОБЕТОННЫХ БЛОКОВ АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ С ОБЛИЦОВОЧНЫМ СЛОЕМ ИЗ ЛИЦЕВОГО СИЛИКАТНОГО КИРПИЧА, НА ОСНОВАНИИ РАСЧЕТА И НАТУРНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Горшков А.С., к.т.н., доцент ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет»
Гринфельд Г.И., исполнительный директор Национальной Ассоциации производителей Автоклавного Газобетона (НААГ), соискатель ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет»
Куптараева П.Д., магистрант ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет»

Аннотация

В работе анализируется влажностный режим стеновой конструкции, выполненной из газобетонных блоков с облицовочным слоем из силикатного кирпича без зазора между кладкой стен из газобетона и облицовкой. Приводится краткое описание стеновой конструкции, технические и физико-механические характеристики слагающих стену материалов. Приводится расчет сопротивления паропроницанию рассматриваемого типа стеновой конструкции в соответствии с требованиями раздела 9 СНиП 23-02-2003, показывается график распределения парциального давления водяного пара по толщине стены. Приводятся результаты четырехлетних натурных испытаний рассматриваемой в работе стены с целью установления фактических показателей равновесной влажности газобетона и их сравнения с расчетными параметрами, принятыми в различных нормативных документах.

Описание стеновой конструкции

Рассматриваемый в работе тип стенового ограждения состоит из следующих конструктивных слоев (рис. 1):

- кладка стен из газобетонных блоков со следующими характеристиками (данные по газобетону из технического паспорта):
  - нормируемая объемная масса – 500 кг/м^3 (D500);
  - проектный класс бетона по прочности – B2;
  - прочность – 3,4 МПа;
  - морозостойкость – F35;
  - размер изделия (длина×ширина×высота) – 625×400×250 мм;
  - кладка на клею с толщиной швов 2±1 мм;
  - коэффициент теплопроводности газобетона в условиях эксплуатации «Б» (при равновесной весовой влажности 5%) – 0,147 м^2·ºС/Вт (по табл. А.1 ГОСТ 31359 [1]);
  - коэффициент теплотехнической однородности кладки r = 0,94 [2] - так в расчетах учитывается влияние швов кладки на приведенное сопротивление теплопередаче рассматриваемой конструкции стенового ограждения.
- наружный облицовочный слой из лицевого силикатного кирпича:
  - условное обозначение изделия СОПЛ 150/75;
  - водопоглощение – 11,7%;
  - морозостойкость – F75;
  - коэффициент теплопроводности (по паспорту) – 0,67 м2·ºС/Вт;
  - размер изделия: 250×120×65 мм;
  - кладка на растворе с толщиной швов 12 (-2;+3) мм.

Как следует из рис. 1, в рассматриваемой конструкции стены отсутствует зазор между облицовкой и газобетонной кладкой, а также отделочный слой на внутренней поверхности стены.

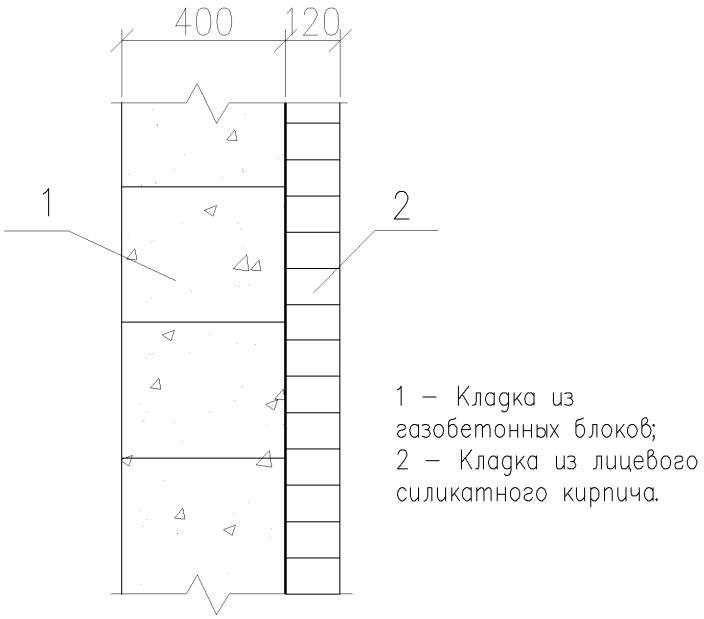


Рис. 1. Схематичное изображение конструктивного исполнения стены

Расчет сопротивления паропроницанию ограждающей конструкции

Ниже, в соответствии с требованиями раздела 9 СНиП 23-02 [3], произведен расчет сопротивления паропроницанию представленной на рис. 1 конструкции стены.

Расчет выполнен применительно к климатическим условиям Санкт-Петербурга для наружных стен жилых зданий. Требуется проверить соответствие сопротивления паропроницанию R_{vp} рассматриваемой ограждающей конструкции требованиям СНиП 23-02 [3] и рассчитать распределение парциального давления водяного пара по толще стены и возможность образования конденсата в ней.

Расчетная температура t_{int} [ºС] и относительная влажность φ_{int} [%] внутреннего воздуха приняты в соответствии с требованиями ГОСТ 30494 [4] и СНиП 23-02 [3], а именно:

- tint =20 ºС;
- φint =55%.

Расчетные параметры наружного воздуха (температура t_{ext} [ºС] и относительная влажность φ_{ext} [%]) для климатических условий Санкт-Петербурга приняты согласно СНиП 23-01 [5]:

- text =–7.8 ºС для наиболее холодного месяца (по табл. 3* [5]);
- φext = 86% (по табл. 1* [5]).

Влажностный режим помещений – нормальный; зона влажности для Санкт-Петербурга - влажная, тогда условия эксплуатации определяются по параметру «Б» (согласно СНиП 23-02 [3]). Расчетные теплотехнические показатели блоков из автоклавного газобетона для условий эксплуатации «Б» приняты по табл. А.1 ГОСТ 31359 [1].

Расчет нормируемого сопротивления паропроницанию ограждающей конструкции производят по СНиП 23-02 [3] с учетом **следующего требования (п.9.1).**

Сопротивление паропроницанию R_{vp} [м²·ч·Па/мг] ограждающей конструкции (в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации, - далее по тексту ПВК) должно быть не менее наибольшего из следующих нормируемых сопротивлений паропроницанию:

а) нормируемого сопротивления паропроницанию R_{vp1}^{req} [м²·ч·Па/мг] (из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации), определяемого по формуле:

$$R_{vp1}^{req} = \frac{(e_{int} - E)\cdot R_{vp}^{e}}{(E - e_{ext})}; \quad (1)$$

б) нормируемого сопротивления паропроницанию R_{vp2}^{req} [м^2·ч·Па/мг] (из условия ограничения влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха), определяемого по формуле:

$$R_{vp2}^{req} = \frac{0{,}0024\cdot(e_{int} - E_0)}{\rho_w \cdot \delta_w \cdot \Delta w_{\alpha v} + \eta}. \quad (2)$$

Т.е. должно быть выполнено следующее условие:

$$R_{vp} \geq \max(R_{vp1}^{req}, R_{vp2}^{req}). \quad (3)$$

Далее излагается методика определения фактического и нормируемых сопротивлений паропроницанию рассматриваемой стеновой конструкции и их соответствие требованию (3).

Сопротивление теплопередаче представленной на рис. 1 ограждающей конструкции с учетом влияния швов кладки на параметры ее теплотехнической однородности составит:

$$R^{r} = \frac{1}{\alpha_{int}} + r\cdot\frac{\delta_{Г.Б.}}{\lambda_{Б}^{Г.Б.}} + \frac{1}{\alpha_{ext}} = \frac{1}{8.7} + 0.94\cdot\frac{0.4}{0.147} + \frac{1}{23} = 2.9\ \left(м^2\cdot{}^0C/Вт\right).$$

Определим термическое сопротивление слоя ограждения в пределах от внутренней поверхности стены до плоскости возможной конденсации (далее по тексту – ПВК). Согласно Примечанию 3 п. 9.1 СНиП 23-02 [3], плоскость возможной конденсации (ПВК) в однородной (однослойной) ограждающей конструкции располагается на расстоянии, равном $^2/_3$ толщины конструкции, от ее внутренней поверхности, а в многослойной конструкции совпадает с наружной поверхностью утеплителя. Представленную на рис. 1 конструкцию стены нельзя отнести к однородным однослойным, т.к. она конструктивно состоит из двух составных частей и материалов, обладающих различными механическими и физическими характеристиками. Кроме того, в данной конструкции стены газобетонная кладка выполняет, в том числе, теплоизоляционные функции (согласно ГОСТ 31359 [1] изделия из газобетона марки по плотности D500 относятся к классу конструкционно-теплоизоляционных материалов). На основании этих двух обстоятельств для начальных расчетов примем условно положение ПВК (на рис. 2 обозначено ПВК$_о$) на границе раздела между газобетонной кладкой и облицовочным слоем, как это показано на рис.2.

В этом случае термическое сопротивление слоев кладки от ее внутренней поверхности до ПВК составит:

$$R_c = r\cdot\frac{\delta_{Г.Б.}}{\lambda_{Б}^{Г.Б.}} = 0.94\cdot\frac{0.4}{0.147} = 2.56\ \left(м^2\cdot{}^0C/Вт\right).$$

Установим для зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов их продолжительность z_i [сут], среднюю температуру t_i [ºС] и рассчитаем соответствующую температуру в ПВК – τ_i [ºС] по формуле (Э.5) СП 23-101 [6]:

- зима (декабрь, январь, февраль):

z_1=3 мес;

$$t_1 = \frac{(-5.0) + (-7.8) + (-7.8)}{3} = -6.9\ {}^0C;$$

$$\tau_1 = 20 - \frac{(20 + 6.9)\cdot(0.115 + 2.56)}{2.9} = -4.81\ {}^0C.$$

- весна-осень (март, апрель, октябрь, ноябрь):

z_2=4 мес;

$$t_2 = \frac{(-3.9) + 3.1 + 4.9 + (-0.3)}{4} = 1.0\ {}^0C;$$

$$\tau_2 = 20 - \frac{(20 - 1.0)\cdot(0.115 + 2.56)}{2.9} = 2.47\ {}^0C.$$

- лето (май, июнь, июль, август, сентябрь, октябрь):

z_3=5 мес;

$$t_3 = \frac{9.8+15.0+17.8+16.0+10.9}{5} = 13.9\ ^0C;$$

$$\tau_3 = 20 - \frac{(20-13.9)\cdot(0.115+2.56)}{2.9} = 14.37\ ^0C.$$

По температурам τ_i для соответствующих периодов определим по Приложению С.2 СП 23-101 [6] парциальные давления водяного пара. Получим:

- для зимнего периода E1=407 Па;
- для весенне-осеннего периода E2=730 Па;
- для летнего периода E3=1636 Па.

По формуле (Э.4) СП 23-101 [6] определим парциальное давление водяного пара E [Па] в ПВК за годовой период эксплуатации ограждающей конструкции для соответствующих продолжительностей периодов (z_1, z_2, z_3):

$$E = \frac{(407\cdot 3 + 730\cdot 4 + 1636\cdot 5)}{12} = 1027\ Па.$$

Сопротивление паропроницанию R_{vp}^{ext} [м^2·ч·Па/мг] части ограждающей конструкции, расположенной между наружной поверхностью и ПВК, определяется по формуле:

$$R_{vp}^{ext} = \frac{0.12}{0.11} = 1.09\ (м^2\cdot ч\cdot Па/мг).$$

Среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха e_{ext} [Па] за годовой период определяют по табл. 5* СНиП 23-01 [5]:

$$e_{ext} = \frac{(330+320+390+570+800+1180+1460+1430+1090+760+550+420)}{12} = 775\ Па.$$

По формуле (1) определим нормируемое сопротивление паропроницанию из условия недопустимости накопления влаги за годовой период эксплуатации:

$$R_{vp1}^{req} = \frac{(1286-1027)\cdot 1.09}{(1027-775)} = 1.12\ (м^2\cdot ч\cdot Па/мг).$$

Для расчета нормируемого сопротивления паропроницанию R_{vp2}^{req} [м^2·ч·Па/мг] из условия ограничения влаги за период с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха определяем продолжительность этого периода z_0 [сут], среднюю температуру t_0 [ºС] и рассчитываем температуру в ПВК τ_0 [ºС] за этот период:

z_0=151 сут;

$$t_0 = \frac{(-7.8)+(-7.8)+(-5.0)+(-3.9)+(-0.3)}{5} = -4.96\ ^0C;$$

$$\tau_0 = 20 - \frac{(20+4.96)\cdot(0.115+2.56)}{2.9} = -3.02\ ^0C.$$

Парциальное давление водяного пара E_0 [Па] в ПВК при данной температуре (-3.02 ºС) составляет 475 Па.

В принятой ограждающей конструкции (рис. 1) увлажняемым слоем является кладка стен из газобетонных блоков. В данном случае, плотность $\rho_w=\rho_0$=500 кг/м^3, толщина увлажняемого слоя ограждающей конструкции δ_w=0.4 м, предельно допустимое приращение расчетного массового отношения влаги в газобетоне, согласно требованиям табл. 12 СНиП 23-02 [3], составляет Δw_{av}=6 %. Средняя упругость водяного пара наружного воздуха периода с отрицательными средними месячными температурами (ноябрь-март) составляет e_0^{ext} = 402 Па.

Коэффициент η определяется по формуле (20) СНиП 23-02 [3]:

$$\eta = \frac{0.0024\cdot(475-402)\cdot 151}{1.09} = 24.27.$$

Определим $R_{\nu p2}^{req}$ по формуле (17) СНиП 23-02 [3]:

$$R_{\nu p2}^{req} = \frac{0.0024 \cdot 151 \cdot (1286 - 475)}{(500 \cdot 0.4 \cdot 6 + 24.27)} = 0.24\ (м^2 \cdot ч \cdot Па / мг).$$

Рассчитаем сопротивление паропроницанию (от внутренней поверхности до ПВК) конструкции стены, представленной на рис. 1:

$$R_{\nu p} = \frac{0.4}{0.2} = 2.0\ (м^2 \cdot ч \cdot Па / мг).$$

При сравнении полученного значения $R_{\nu p}$ с нормируемыми величинами делаем заключение, что условие (3) выполняется:

$$R_{\nu p} > R_{\nu p1}^{req} > R_{\nu p2}^{req}.$$

Следовательно, рассмотренная в настоящем примере ограждающая конструкция удовлетворяет требованиям СНиП 23-02 (раздел 9) [3] в отношении сопротивления паропроницанию.

Для проверки конструкции на наличие зоны конденсации внутри стены определим полное сопротивление паропроницанию стены R_{vp} по формуле (79) СП 23-101 [6]:

$$R_{\nu p} = \frac{0.4}{0.2} + \frac{0.12}{0.11} = 3.09\ (м^2 \cdot ч \cdot Па / мг).$$

Вычислим парциальное давление водяного пара внутри снаружи стены по формуле (Э.3) и Приложению С СП 23-101 [6]:

- t_{int}= 20 ºС; φ_{int} = 55 %; соответственно e_{int}=(55/100)·2338=1286 (Па);
- t_{ext}= -7.8 ºС; φ_{ext} = 86 %; соответственно e_{ext}=(86/100)·315=271 (Па).

Определим по формуле (Э.5) СП 23-101 [6] температуры τ_i на границах слоев, нумеруя их от внутренней поверхности к наружной, и по этим температурам – максимальное парциальное давление водяного пара E_i по Приложению С [6]:

$\tau_1 = 20 - \frac{(20 + 7.8) \cdot (0.115)}{2.9} = 18.9\ ^0C$ - соответствующее данной температуре значение E_1=2182 Па;

$\tau_2 = 20 - \frac{(20 + 7.8) \cdot (0.115 + 2.56)}{2.9} = -5.64\ ^0C$ - соответствующее данной температуре значение E_2=380 Па;

$\tau_3 = 20 - \frac{(20 + 7.8) \cdot (0.115 + 2.56 + 0.179)}{2.9} = -7.34\ ^0C$ - соответствующее данной температуре значение E_3=329 Па.

Рассчитаем действительные парциальные давления водяного пара e_i на границах слоев по формуле (Э.6) СП 23-101 [6]:

$e_1 = 1286\ Па$;

$e_2 = 1286 - \frac{(1286 - 271) \cdot 2.0}{3.09} = 629\ Па$;

$e_3 = 271\ Па$.

Результаты расчета применительно к климатическим условиям Санкт-Петербурга для наиболее холодного месяца графически представлены на рис. 2. На рис. 2 сплошной линией показано распределение максимального парциального давления E_i водяного пара по толщине стены, пунктирной линией – действительного e_i. Как следует из представленного рисунка, точка пересечения кривых действительного и максимального парциальных давлений водяного пара отстоит на 87 мм от границы раздела газобетонной кладки и облицовочного слоя. В этом месте фактически и находится плоскость возможной конденсации (обозначена $ПВК_c$), а не в полученном ранее исходя из принятого допущения ($ПВК_o$). В соответствии с изменением положения ПВК требуется повторно произвести проверку выполнения условия (3).

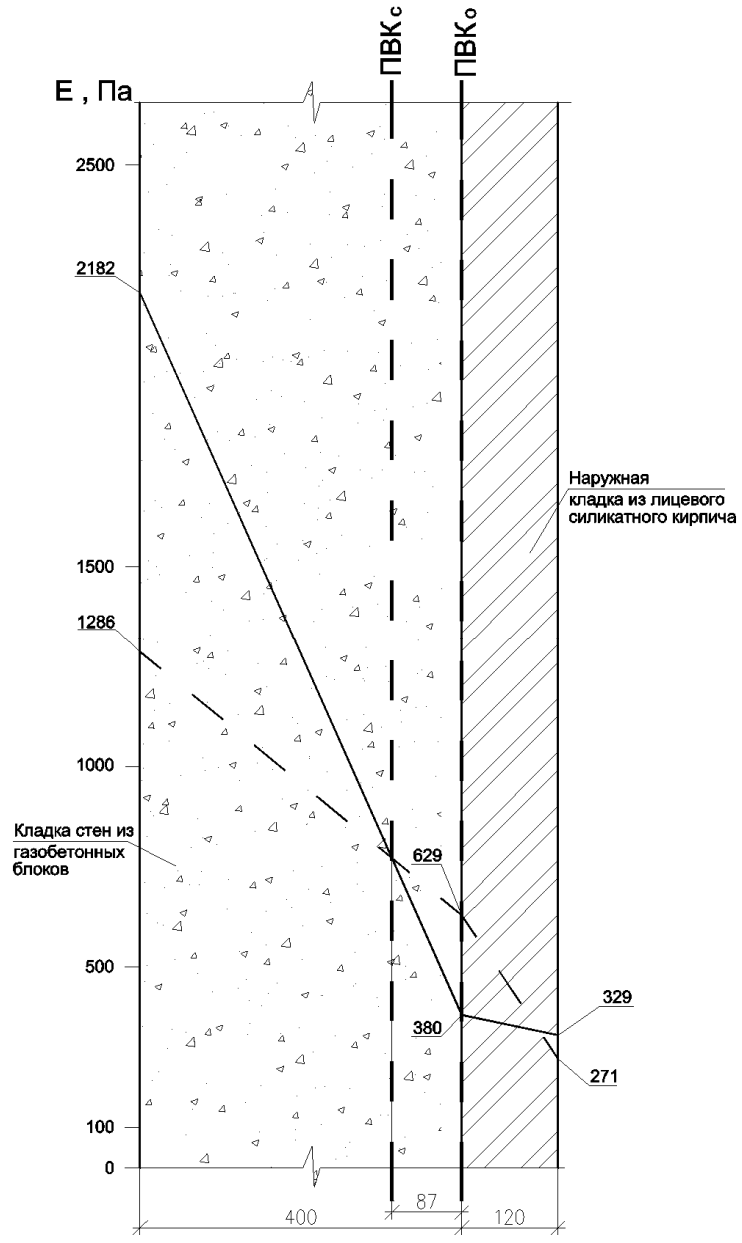


Рис. 2. Распределение парциального давления водяного пара в стеновой ограждающей конструкции из газобетонных блоков, облицованной снаружи лицевым слоем из силикатного кирпича

С учетом новых исходных условий результаты проверки условия (3) показывают, что:

- нормируемое сопротивление паропроницанию (из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации) $R_{vp1}^{req} = 0.28\,(м^2 \cdot ч \cdot Па / мг)$;
- нормируемое сопротивление паропроницанию (из условия ограничения влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха) $R_{vp2}^{req} = 0.21\,(м^2 \cdot ч \cdot Па / мг)$;
- сопротивление паропроницанию ограждающей конструкции (в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации, обозначенной на рис. 2 как ПВК$_c$) $R_{vp1} = 1.57\,(м^2 \cdot ч \cdot Па / мг)$.

Из представленных выше расчетов следует, что и в новых исходных условиях, полученных на основании анализа графических данных распределения давления водяного пара по толщине стены, условие (3) также выполняется. Несмотря на наличие зоны возможной

конденсации, фактическое значение сопротивления паропроницанию R_{vp} рассматриваемого типа стены выше нормируемых значений $(R_{vp1}^{req}, R_{vp2}^{req})$, следовательно, защита рассматриваемой на рис. 1 стеновой конструкции от влаги обеспечена.

Однако полученные результаты дают лишь приблизительное представление о расчетном массовом значении влажности газобетона. Более детальное представление о распределении влажности по толщине стеновой конструкции можно получить в результате проведения натурных исследований влажностного режима стен.

Натурные испытания

Конструкция наружного ограждения, представленная на рис. 1, с незначительными вариациями широко применяется на строительных объектах Санкт-Петербурга с 1998 г. При проектировании подобного типа стеновых конструкций длительное время не имел однозначного ответа вопрос о расчетном значении теплопроводности газобетона, зависящей не только от свойств самого материала, но и от равновесного значения влажности.

Данные о расчетной влажности газобетонного слоя представленной на рис. 1 двухслойной стеновой конструкции и соответствующей ей расчетной теплопроводности содержатся в различных нормативных документах [1, 6, 7] и имеют значительные расхождения. Также имеются публикации [8], показывающие заметное влагонакопление в конструкциях, аналогичных описываемым, в отопительный период.

С целью изучения динамики изменения влажностного состояния рассматриваемой в настоящей работе двухслойной стены и установления равновесной влажности газобетонного слоя данной стеновой конструкции на территории Санкт-Петербургского Зонального Научно-Исследовательского и Проектного Института жилищно-гражданских зданий (ранее ЛенЗНИИЭП) в одном из корпусов была встроена и с мая 2007 г. по настоящее время наблюдается наружная стена северо-восточной ориентации, ограждающая офисное помещение (фото 1).

Фото 1. Испытываемый фрагмент стеновой конструкции

Технология отбора проб из массива стены заключалась в следующем. Образцы газобетона цилиндрической формы специальным пробоотборником (фото 2) с насечками, расположенными с шагом 5 см, выбуривались из испытуемой стеновой конструкции (фото 3). Полученные таким образом цилиндры высотой по 5 см каждый укладывались в лабораторные емкости, взвешивались на электронных весах и помещались в сушильный шкаф (фото 4). Испытания с целью определения влажности образцов проводились по методике ГОСТ 12852.2 [9].

Фото 2. Пробоотборник

Фото 3. Отбор проб

Фото 4. Высушивание образцов

Газобетонный слой стены был выполнен из автоклавного газобетона, изготовленного по литьевой технологии и имевшего влажность после автоклавной обработки на уровне 35–40%. Влажность газобетона по толщине стены после завершения этапа монтажа стеновой конструкции не контролировалась, но по результатам, полученным на основании испытаний случайного отбора образцов, составляла около 30%. В целом условия возведения испытываемой стеновой конструкции были максимально приближены к реальным условиям на строительной площадке: материал для возведения стен был заказан перед началом выполнения монтажных работ, строительные работы были начаты после установления необходимых для возведения стен температурных условий. В дальнейшем влажность контролировалась в среднем три раза в год: в начале отопительного периода, в его середине и в конце, а также несколько раз значения влажности по толщине стены контролировались в промежуточные периоды, например, в августе месяце.

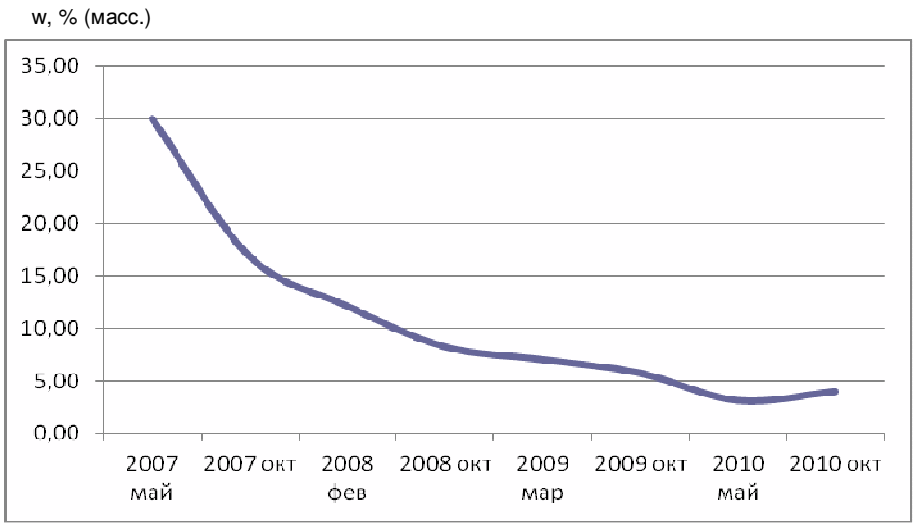


Рис. 3. Динамика изменения во времени среднего по толщине значения массовой влажности газобетонного слоя в рассматриваемом типе ограждения

Представленная на рис. 3 кривая показывает изменение средней по толщине газобетонного слоя массовой влажности с течением времени. При фактических погодных условиях 2007–2010 гг. в Санкт-Петербурге переход газобетонного слоя наблюдаемой конструкции от высыхания к сезонным колебаниям влажности (выход на квазистационарный влажностный режим) произошел за 3 года.

Кривые, представленные на рис. 4, показывают распределение влаги по толщине газобетонного слоя. Несмотря на наличие наружного кирпичного слоя с относительно высоким сопротивлением паропроницанию, в отопительный период не происходит значительного увлажнения наружных слоев конструкционно-теплоизоляционного слоя двухслойной ограждающей конструкции, что подтверждается вышеприведенным расчетом.

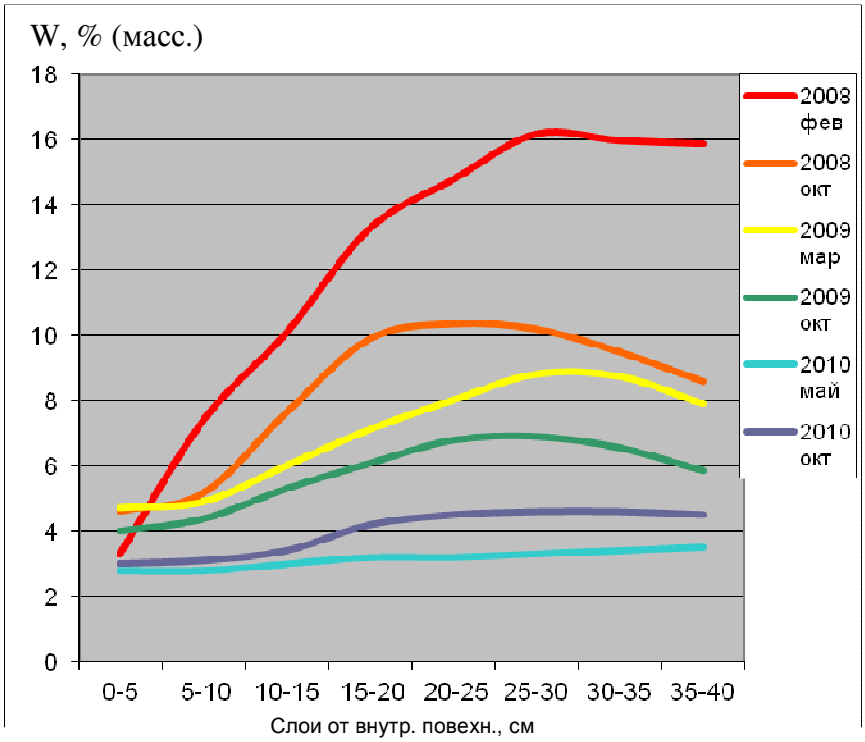


Рис. 4. Распределение влаги по толщине стены

Выводы

1. В рассмотренной наружной стеновой ограждающей конструкции северо-восточной ориентации средняя влажность газобетонного слоя на уровне 4–5 % (масс.) установилась через три года после проведения кладочных работ.

2. Расчет влажностного режима представленной стеновой конструкции по методике раздела 9 СНиП 23-02 [3] показывает ее соответствие нормативным требованиям, что подтверждается результатами натурных наблюдений.

Список литературы

1. ГОСТ 31359-2007. Бетоны ячеистые автоклавного твердения. Технические условия.
2. Горшков А.С., Гладких А.А. Влияние растворных швов кладки на параметры теплотехнической однородности стен из газобетона// Инженерно-строительный журнал, №3. 2010. - С39…42.
3. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий.
4. ГОСТ 30494-1996. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
5. СНиП 23-01-99*. Строительная климатология.
6. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий.
7. СТО 00044807-001-2006. Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий.
8. Славчева Г.С., Чернышов Е.М., Коротких Д.Н., Кухтин Ю.А. Сравнительные эксплуатационные теплозащитные характеристики одно- и двухслойных стеновых газосиликатных конструкций // Строительные материалы, №4, 2007. — С. 13–18.
9. ГОСТ 12852.2-77. Бетон ячеистый. Метод определения влажности и объемной массы.

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ МАССОВЫХ ОТНОШЕНИЙ ВЛАГИ В МАТЕРИАЛАХ И УРОВНЯ ТЕПЛОЗАЩИТЫ НАРУЖНЫХ СТЕН, ВЫПОЛНЯЕМЫХ КЛАДКОЙ ИЗ ЯЧЕИСТОБЕТОННЫХ БЛОКОВ

Крутилин А.Б., зав. сектором теплофизических исследований, РУП «Институт БелНИИС»

Введение

Основной задачей современной строительной отрасли в Республике Беларусь и странах СНГ является уменьшение потребления энергии на эксплуатацию зданий и сооружений различного назначения. Одно из основных направлений решения указанной задачи – это снижение расхода теплоты на поддержание микроклимата в помещениях, а следовательно, на уменьшение потерь теплоты через наружные ограждающие конструкции.

Как правило, для уменьшения потерь теплоты при проектировании наружных стен зданий одним из основных решений является увеличение толщины теплоизоляционного (конструкционно-теплоизоляционного) слоя ограждающей конструкции. В то же время известно, что при увеличении сопротивления теплопередаче наружных стен возрастает сток теплоты через теплопроводные включения, откосы проемов, стыки с плитами перекрытий и покрытий и т.п. При этом резко снижается величина приведенного сопротивления теплопередаче, по сравнению с сопротивлением теплопередаче, рассчитанным по «глади» конструкции. Известны также конструкции наружных стен с эффективными теплоизоляционными материалами с недостаточной долговечностью, вследствие чего в ряде случаев приходится производить их незапланированные ремонты. Предлагаемые требования в СНиП 23-02 «Тепловая защита зданий» [3], в отличие от норм Республики Беларусь [5], по уровню теплозащиты позволяет эффективно использовать «традиционные» стены из штучных материалов, в том числе, кладку из ячеистобетонных блоков.

1. Приведенное сопротивление теплопередаче и уровень теплозащиты современных наружных стен из ячеистобетонных блоков

Применяемые инженерные методы расчета приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен приведены в работах К.Ф. Фокина [1], В.Н. Богословского [2] и др. С их помощью можно определить сопротивление теплопередаче конструкций с учетом теплопроводных включений простой геометрической формы.

В то же время, современные конструкции наружных стен в сравнении с конструкциями прошлого столетия значительно усложнились. В наружных стенах появились теплопроводные включения сложной геометрической формы, учет их влияния на величину приведенного сопротивления теплопередаче с достаточной точностью стал возможным по методикам [3, 4 и др.], основанным на расчетах двумерных и (или) трехмерных температурных полей, используя принцип суперпозиции. В Республике Беларусь данный метод получил название «метод сечений». Особенность «метода сечений» — учет в полной мере влияний теплопроводных включений и дополнительных теплопотерь через части конструкций.

Так, для примера выполним расчет приведенного сопротивления теплопередаче жилого дома в Минске. Наружные стены здания запроектированы кладкой из ячеистобетонных блоков (δ = 400 мм, ρ = 500 кг/м^3) на клеевом растворе ($\delta_{шв}$ « 4 мм) с наружной штукатуркой сложным раствором толщиной 4 мм и внутренней штукатуркой известково-песчаным раствором ($\delta_{шт}$ « 10 мм). Над оконными проемами наружные стены выполнены с ячеистобетонными перемычками (ρ = 700 кг/м^3). В уровне дисков междуэтажных перекрытий, а также откосов проемов (снаружи) стен, дополнительно утеплены минераловатными плитами толщиной δ = 50 мм.

Сопротивление теплопередаче по «глади» стены – R_0 = 2,127 м^2·°С/Вт.

Общий вид здания приведен на рис. 1, фрагмент плана типового этажа с выделенным расчетным участком наружных стен показан на рис. 2.

Результаты расчетов температурных полей фрагментов и сечений наружных стен показаны на рис. 3-5. Плотности теплового потока через участки наружных стен приведены в таблице 1, приведенные сопротивления теплопередаче и рассчитанные коэффициенты

теплотехнической однородности с учетом теплопроводных включений и добавочных теплопотерь — в таблице 2.

Рис. 1. Общий вид здания

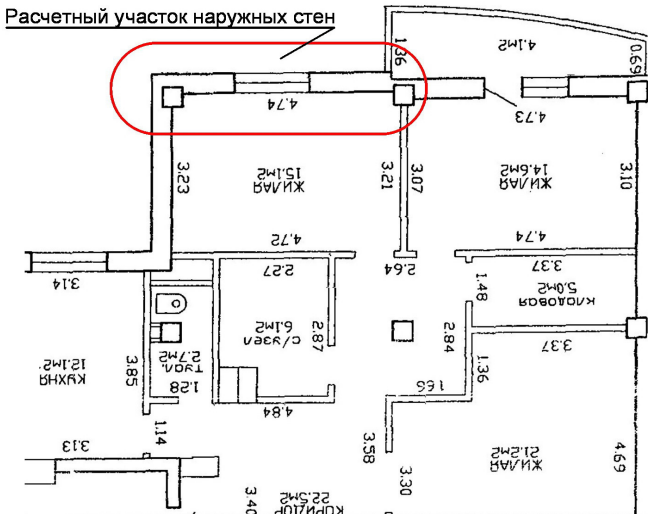


Рис. 2. Фрагмент плана типового этажа с расчетным участком наружной стены

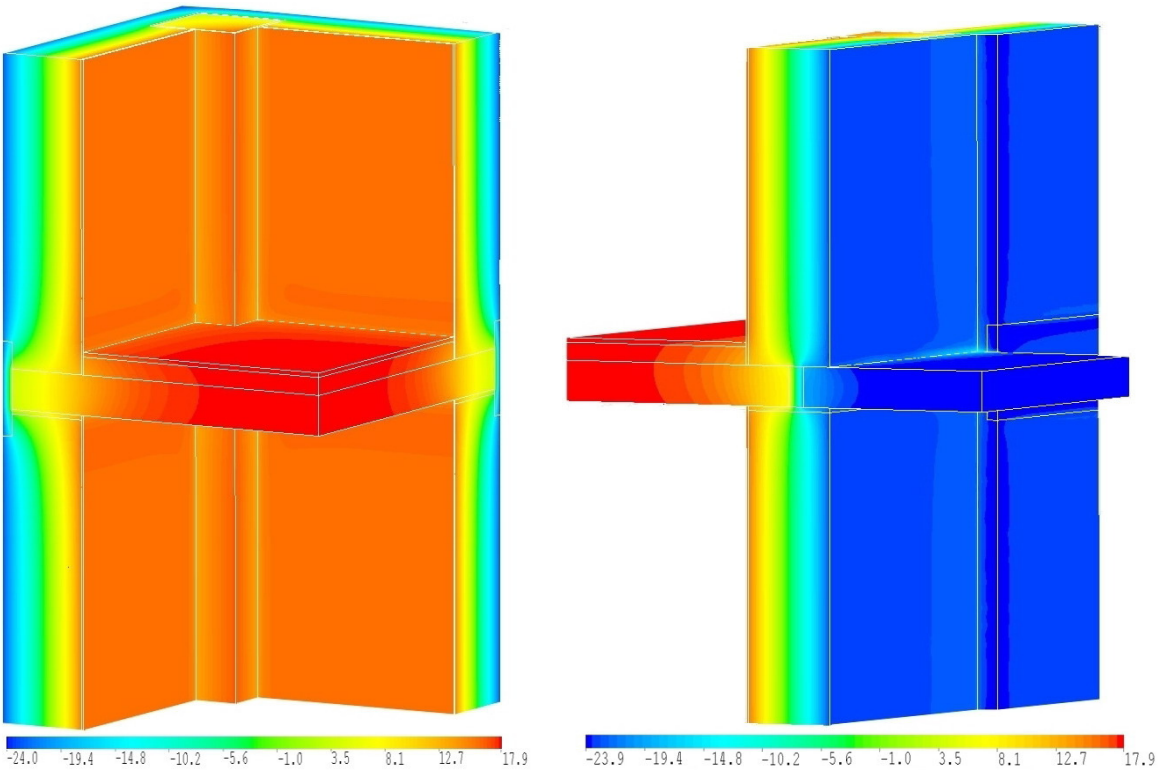


Рис. 3. Температурные поля участков наружной стены в местах сопряжений колонн с дисками перекрытий

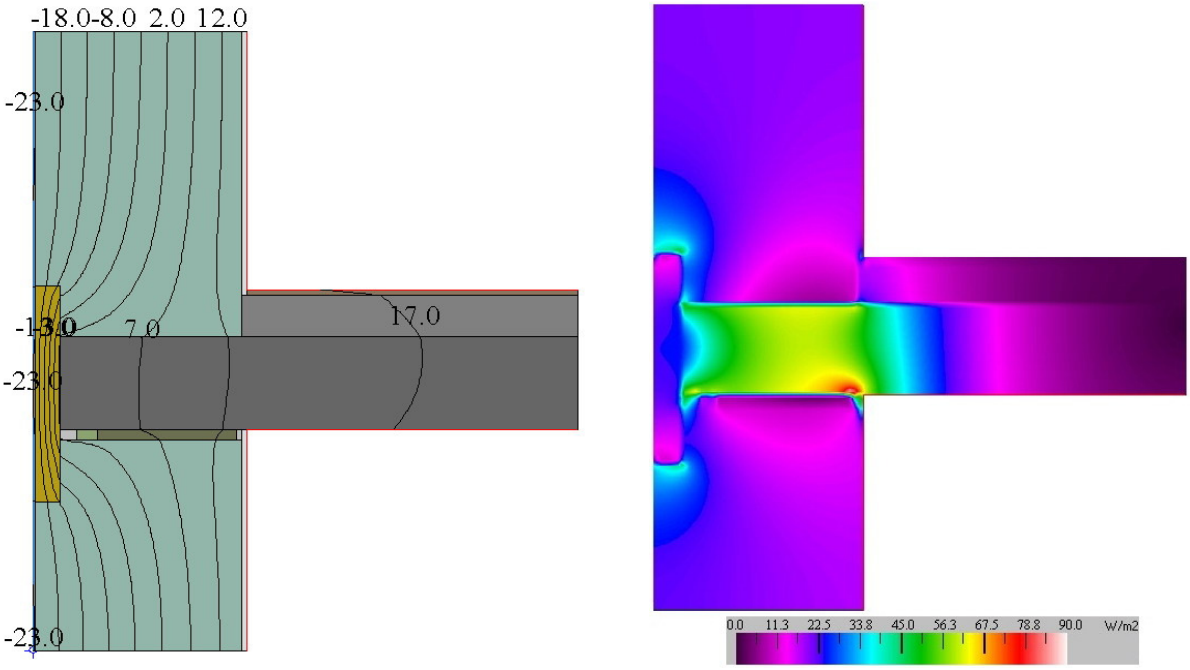


Рис. 4. Температурное поле и распределение плотности теплового потока по сечению наружной стены в месте сопряжения кладки с перекрытием

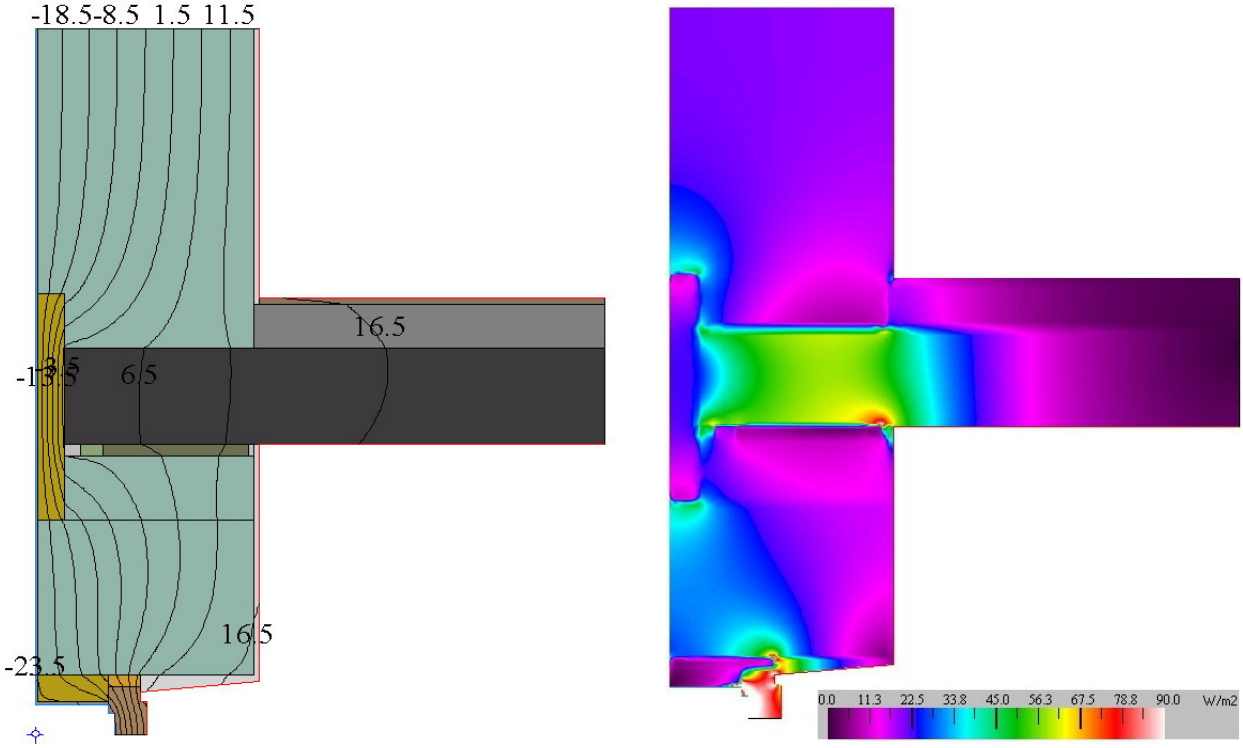


Рис. 5. Температурное поле и распределение плотности теплового потока по сечению наружной стены в месте сопряжения кладки с перекрытием в уровне оконного проема

Таблица 1. Наименование расчетного участка ограждающих конструкций

Внутренняя поверхность наружной стены		Поверхность откосов проема наружной стены		Поверхность междуэтажного перекрытия		Поверхность пола	
F, м^2	q, Вт/м^2	F, м^2	q, Вт/м^2	F, м^2	q, Вт/м^2	F, м^2	q, Вт/м^2
10,72	21,69	0,9636	24,90	3,584	16,75	3,584	5,13

Таблица 2. Приведенные сопротивления теплопередаче и коэффициенты теплотехнической однородности наружной стены

По внутренней поверхности наружной стены		С учетом добавочных теплопотерь через откосы проемов наружной стены		С учетом добавочных теплопотерь через откосы проемов наружной стены, участков междуэтажного перекрытия и пола	
$R_{внут}$, м^2·°С/Вт	$r = R_{внут}/R_o$	$R_{отк}$, м^2·°С/Вт	$r = R_{отк}/R_o$	$R_{отк+пер+пол}$, м^2·°С/Вт	$r = R_{от+пер+пол}/R_o$
1,936	**0,910**	1,755	**0,825**	1,344	**0,632**

Результаты расчетов указывают на наличие значительных стоков теплоты через участки междуэтажного перекрытия и откосов проемов, несмотря на их дополнительную теплозащиту (снаружи) минераловатными плитами. При этом коэффициент теплотехнической однородности с учетом добавочных теплопотерь через откосы проемов наружной стены, участков междуэтажного перекрытия и пола составил r = 0,632, а приведенное сопротивление теплопередаче — $R_{Т.Пр}$ = 1,34 м^2·°С/Вт, что значительно меньше величины ($R_{Т.Н.}$ = 2,0 м^2·°С/Вт), принятой на основании действующей нормативно-технической документации на период возведения здания в РБ.

Результаты расчетов приведенного сопротивления теплопередаче и коэффициентов теплотехнической однородности наружных стен современных зданий позволили сделать следующие выводы:

1. Метод сечений позволяет учитывать в полной мере влияние всех теплопроводных включений и дополнительных теплопотерь через участки конструкций и отражает реальные трансмисионные потери теплоты через наружные ограждающие конструкции зданий.

2. При проектировании наружных стен с повышенным уровнем теплозащиты (R>3,0 м^2·°С/Вт) специальными конструктивными решениями необходимо в полной мере использовать теплозащитные характеристики строительных материалов, в том числе и ячеистого бетона, а также, при возможности, минимизировать влияние теплопроводных включений.

2. Влажностный режим наружных стен из ячеистобетонных блоков

Одним из способов увеличения теплозащитных характеристик наружных стен зданий является улучшение их влажностного режима. При этом в настоящее время конструктивными решениями наружных стен из ячеистобетонных блоков можно исключить зону конденсации водяного пара в толще при расчетных температурах наружного и внутреннего воздуха. В то же время СНиП 23-02 [3] допускает возможность выпадения конденсата в толще стен, ограничивая накопление влаги в материалах. При этом влажностный режим конструкций может значительно отличаться; отличаться будут и коэффициенты теплопроводности кладок из ячеистого бетона. В общем случае принимаемые расчетные массовые отношения влаги в материалах являются искомой величиной в зависимости от конструктивного решения стен.

Так, например, рассмотрим влажностный режим двух конструкций наружных стен жилого дома для климатических условий Санкт-Петербурга.

Стена 1. Стена выполнена кладкой из ячеистобетонных блоков (ρ = 400 кг/м^3) на клеевом растворе толщиной 400 мм с наружной облицовкой кладкой из силикатного кирпича (ρ = 1600 кг/м^3) на цементно-песчаном растворе толщиной 120 мм и внутренней известково-песчаной штукатуркой толщиной 10 мм.

Помесячный анализ влажностного режима стены №1 показал, что с октября по март в толще стены имеется зона конденсации. Определение массовых влажностей материалов стены №1 выполним методом последовательного увлажнения в соответствии с [6]. Начальные теплофизические характеристики материалов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование материала	Начальная массовая влажность, %	Начальный коэффициент теплопроводности, соответствующий принятой влажности материала, Вт/(м·°С)	Коэффициент паропроницаемости материала, мг/(м·ч·Па)
Известково-песчаный раствор	2,0	0,70	0,12
Ячеистобетонные блоки	5,0	0,13	0,23
Кирпич силикатный	1,0	1,03	0,12

Результаты расчетов показали, что стена №1 выходит на квазистационарный влажностный режим на второй год эксплуатации. Распределение массовой влажности для наиболее характерных периодов года приведены на рис. 6-9. Средние влажности ячеистого бетона, помесячно, приведены в табл. 2.

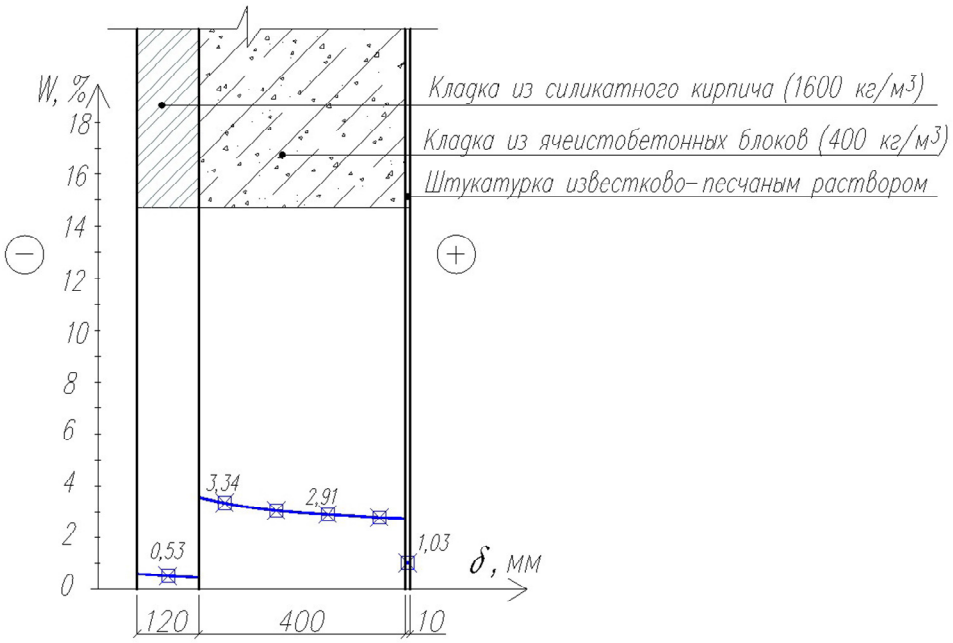


Рис. 6. Распределение массовой влажности по толще стены №1 (август, год первый)

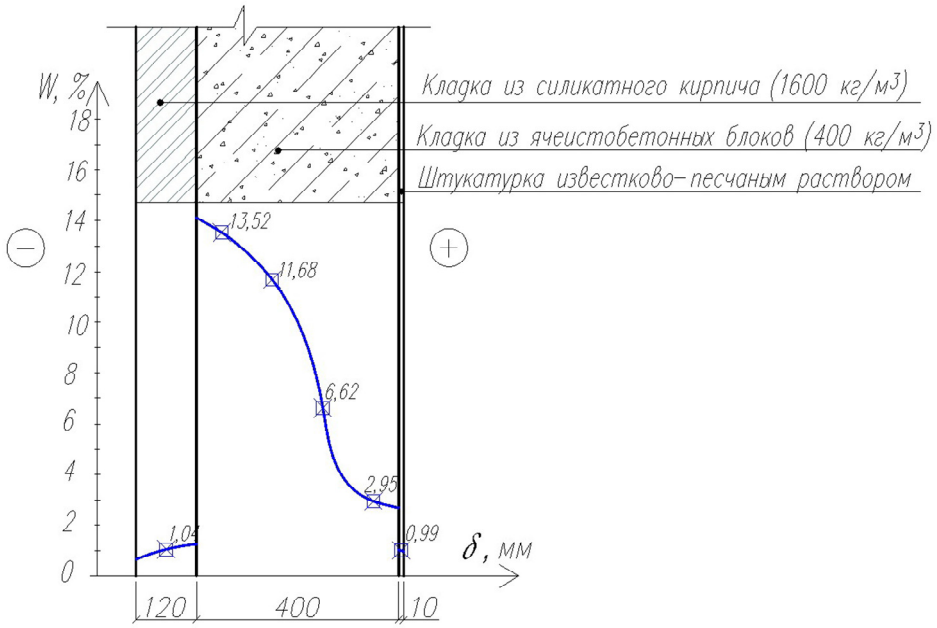


Рис. 7. Распределение массовой влажности по толще стены №1 (декабрь, год первый)

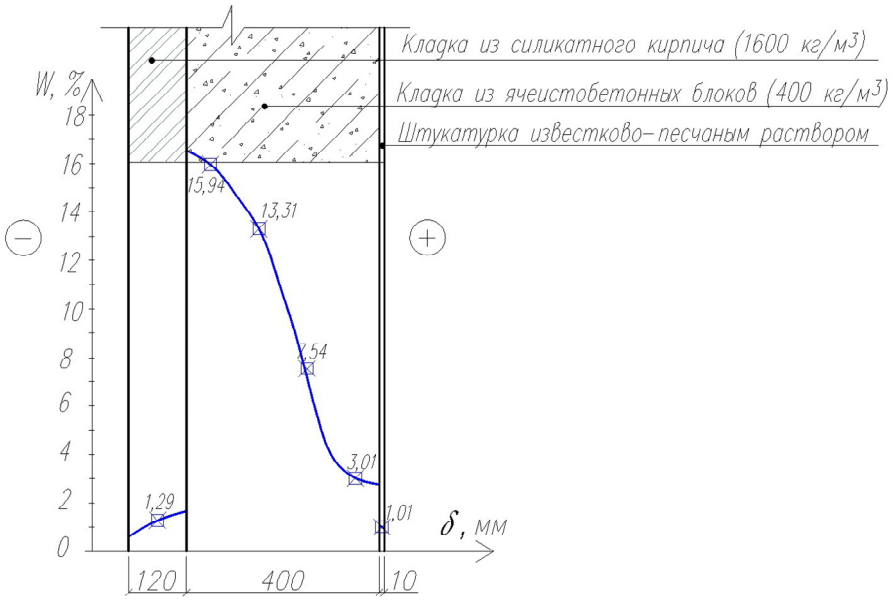


Рис. 8. Распределение массовой влажности по толще стены №1 (март, год второй)

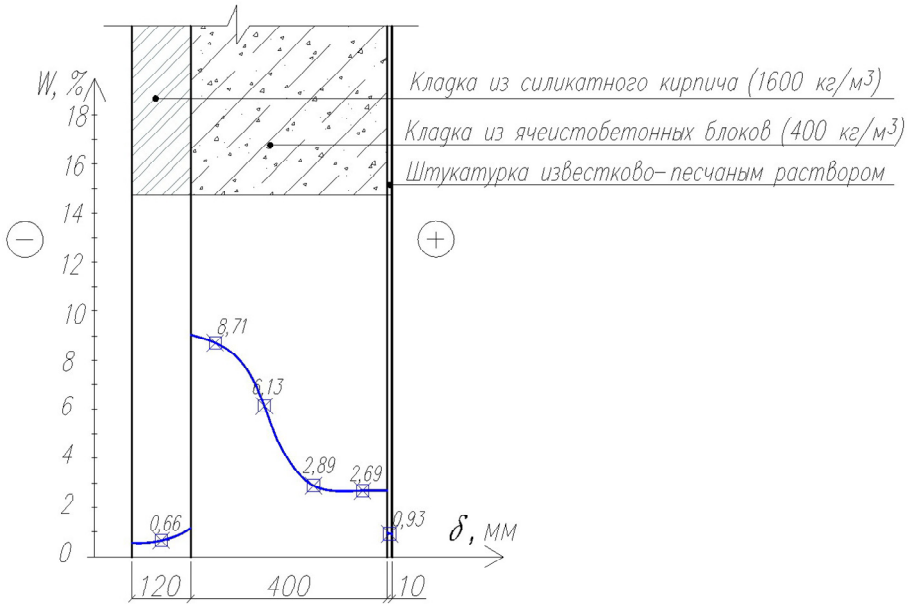


Рис. 9. Распределение массовой влажности по толще стены №1 (май, год второй)

Таблица 2

Средняя по толщине массовая влажность ячеистого бетона, %									
август, 1 год	октябрь, 1 год	декабрь, 1 год	январь, 2 год	феврал ь, 2 год	март, 2 год	апрель, 2 год	май, 2 год	июль, 2 год	август, 2 год
3,02	4,26	8,69	9,89	10,78	9,95	7,64	5,11	2,92	3,00

Результаты показали, что несмотря на систематическую конденсацию водяного пара в толще стены в зимние месяцы, накопления влаги за многолетний период в толще ячеистого бетона не происходит.

Наибольшая средняя влажность слоя ячеистого бетона наблюдается в конце февраля и составляет W ≈ 10,8 % по массе, что близко к величине расчетного массового отношения для условий эксплуатации «Б» $W_Б$ = 12 % по СНиП 23-02 [3].

Стена 2. Стена выполнена кладкой из ячеистобетонных блоков (ρ = 600 кг/м^3) на клеевом растворе толщиной 400 мм с наружной вентилируемой фасадной системой, утеплителем – минераловатными плитами на основе базальтового волокна (ρ = 135 кг/м^3) толщиной 120 мм и внутренней известково-песчаной штукатуркой толщиной 10 мм.

Распределение парциальных давлений и максимальных парциальных давлений по толще наружной стены №2 показано на рис. 10, относительной влажности в порах материалов — на рис. 11. Видно (см. рис. 10), что линии не пересекаются, что свидетельствует об отсутствии конденсации водяного пара в толще стены. При этом материалы эксплуатируются в области сорбционного увлажнения.

Массовые влажности материалов стены №2, соответствующие относительной влажности воздуха в их порах, приняты по справочным данным [6] и приведены в таблице 3. Влажность слоя ячеистого бетона составила в среднем W ≈ 3,2 % по массе, что значительно меньше расчетного массового отношения для условий эксплуатации «Б» по СНиП 23-02 [3].

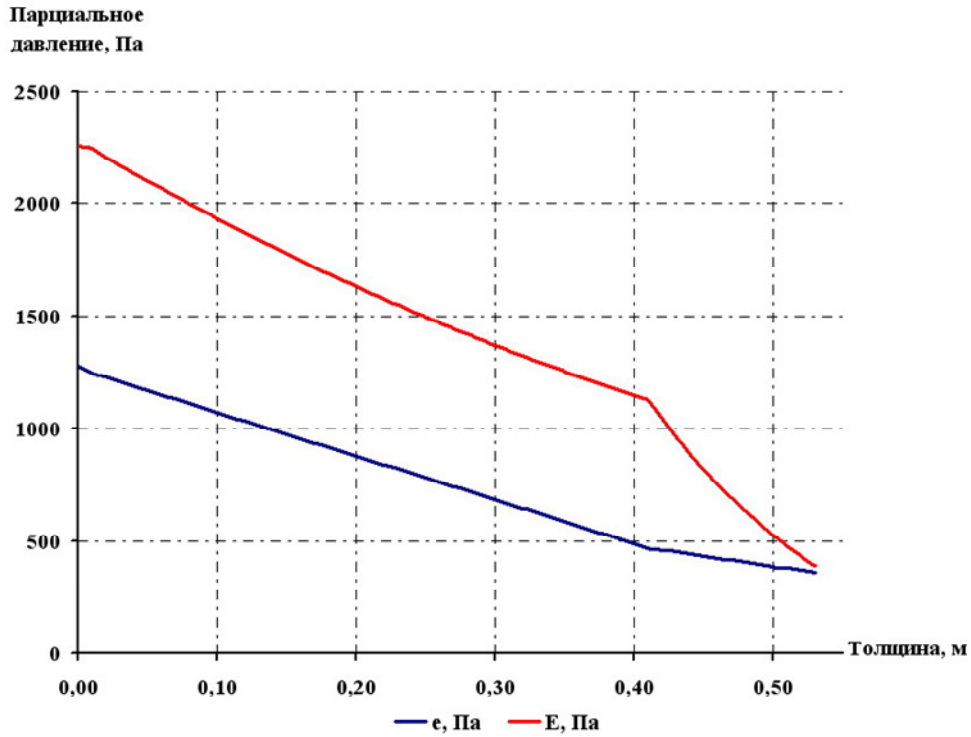


Рис. 10. Распределение парциальных и максимальных парциальных давлений по толще наружной стены №2

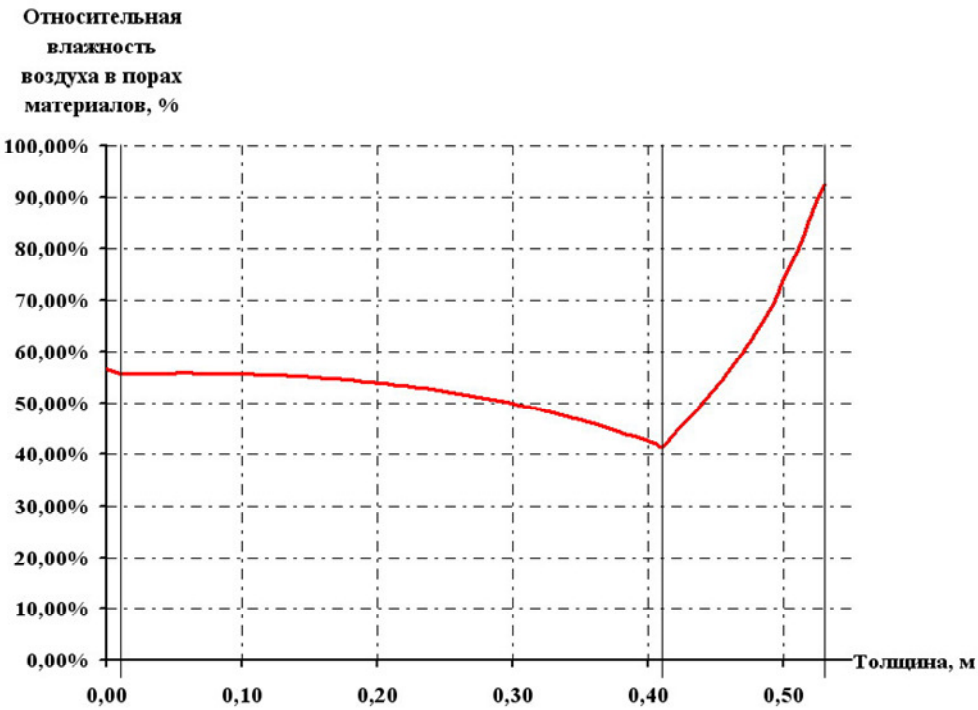


Рис. 11. Распределение относительной влажности в порах материалов по толще наружной стены №2

Результаты расчетов показали, что влажностный режим наружных стен, в том числе и из ячеистобетонных блоков, в первую очередь зависит от их конструктивного решения и, в значительно меньшей степени, от условий эксплуатации ограждающих конструкций, приведенных в СНиП 23-02 [3].

Таблица 3

№ слоя	Наименование материала конструкции стены	Средняя относительная влажность воздуха в порах материалов φ, %	Массовая влажность, соответствующая относительной влажности воздуха в порах материалов W, %
1	Известково-песчаный раствор	55,9	0,92
2	Ячеистобетонные блоки	51,8	3,21
3	Минеральная вата	63,5	0,235

Заключение

1. При проектировании наружных стен с повышенным уровнем теплозащиты необходимо в полной мере использовать теплозащитные характеристики строительных материалов, в том числе и ячеистого бетона, а также минимизировать влияние теплопроводных включений.

2. В рамках конструктивных решений наружных стен возможна эксплуатация материалов в области сорбционного увлажнения, при этом их расчетные величины коэффициентов теплопроводности должны соответствовать их массовым влажностям. Необходимо для принятой в первом приближении конструкции наружной стены производить расчет ее влажностного режима с определением средних массовых влажностей слоев, корректировкой принятых коэффициентов теплопроводности и, при необходимости, толщин слоев материалов.

3. Расчетные массовые показатели сорбционной влажности строительных материалов и коэффициенты теплопроводности, им соответствующие, должны являться характеристикой материала. Рекомендуется расчетные массовые отношения влаги в материалах определять по изотермам их сорбционного увлажнения.

Список литературы

1. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей здания. М. : Стройиздат, 1973. 287 с.
2. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. М. : Высшая. школа, 1982. 415 с.
3. СНиП 23-02 «Тепловая защита зданий».
4. Нестеров Л.В. К вопросу расчета сопротивления теплопередаче современных конструкций наружных стен зданий / Л.В. Нестеров, А.Б. Крутилин // Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. Энергетика. 2007. №3. С. 65–70.
5. Гагарин В.Г. Требования к теплозащите и энергетической эффективности в проекте актуализированного СНиП «Тепловая защита зданий» / В.Г. Гагарин, В.В. Козлов // Жилищное строительство. 2011. №8. С. 2–6.
6. Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования. ТКП 45-2.04-43-2006. Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2007. 32 с.
7. Руководство по расчету влажностного режима ограждающих конструкций зданий. Научно-исследовательский институт строительной физики Госстроя СССР. М., Стройиздат, 1984. 168 с.

ИСПЫТАНИЯ СТЕНОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ЯЧЕИСТОБЕТОННЫХ БЛОКОВ НА СЕЙСМИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Грановский А.В., к.т.н., Джамуев Б.К., инж., ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко

В действующих в настоящее время нормах по строительству зданий в сейсмических районах [1] указывается, что «несущие каменные стены должны возводиться, как правило, из кирпичной или каменной кладки на растворах со специальными добавками, повышающими сцепление раствора с кирпичом или камнем». При этом вопрос о возможности применения в качестве кладочного материала ячеистобетонных блоков не рассматривается. Причины этого в следующем.

1. Кладка из ячеистобетонных блоков, так же как и кирпичная кладка, рассматривается в качестве не пластического материала, а упругого (до определенного уровня нагружения) или хрупкого (выше этого уровня). Конструкции из пластического материала легко переносят отдельные значительные перегрузки, и при их расчете в качестве основной может служить средняя интенсивность сейсмического воздействия. Конструкции из хрупких материалов, в том числе блоки из ячеистого бетона, весьма чувствительны к пикам случайных перегрузок, которые для этих конструкций могут оказаться критическими. Это обусловлено тем, что, как отмечается в [2], пики перегрузки наиболее опасны для хрупких материалов, у которых предел упругости близок к пределу прочности. Если внешняя нагрузка даже в течение короткого промежутка времени вызывает в хрупком материале напряжения, превышающие предел упругости, то несущая способность его исчерпывается вследствие разрушения.

2. Требования СНиП [1] к кладке стен с точки зрения сопротивляемости сейсмическим воздействиям устанавливают следующие параметры в зависимости от категории кладки:

- величина нормального сцепления должна быть $R^{в}_{р} \geq 0{,}18$МПа (для кладки I категории) и $0{,}18$ МПа $\geq R^{в}_{р} \geq 0{,}12$МПа (для кладки II категории);
- для кладки несущих и самонесущих стен минимальная марка кирпича принимается равной М75, бетонных камней М50, камней из известняка (или ракушечника) – М35.

3. По действующим СНиП [3] для кладки всех видов расчетное значение нормального сцепления по неперевязанному сечению при цементных растворах марки М50 и выше не превышает 0,08 МПа. Согласно п.3.40 СНиП [1] отсюда вытекают и весьма невысокие значения расчетных сопротивлений кладки (Rp, Rcp, Rгл) по перевязанным и неперевязанным швам. При этом все значения расчетных характеристик кладки относятся к стенам из ячеистобетонных блоков на цементном растворе.

За рубежом стены из ячеистобетонных блоков находят широкое применение в качестве несущих и ограждающих конструкций в сейсмоопасных регионах, где происходят землетрясения с магнитудой до 7 баллов: Мексика, Япония. Это обусловлено такими факторами как высокое качество изделий и использование специальных клеевых растворов, обеспечивающих высокие показатели нормального и касательного сцепления блоков.

В Центре исследований сейсмостойкости сооружений ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко (далее ЦИСС) выполнены комплексные исследования прочности и деформативности стен из ячеистобетонных блоков, изготовленных фирмой ЗАО «Кселла-Аэроблок-Центр» по технологии YTONG для наружных и внутренних несущих и самонесущих стен зданий, возводимых как в обычных, так и в сейсмоопасных регионах РФ.

Программа экспериментальных исследований включала в себя следующие этапы.

1. Экспериментальные исследования прочности кладки при осевом растяжении по неперевязанному сечению (нормальное сцепление) при использовании цементных растворов и специальных клеевых составов.

2. Экспериментальные исследования прочности кладки при действии сдвигающих усилий (касательное сцепление) при использовании цементных растворов и специальных клеевых составов.

3. Экспериментальные исследования прочности кладки на растяжение при изгибе по неперевязанному сечению (главные растягивающие напряжения при изгибе).

4. Экспериментальные исследования прочности и деформативности фрагментов стен из ячеистобетонных блоков при действии сдвигающих усилий - перекос (моделирование горизонтальных сейсмических воздействий в плоскости стен). Исследовалась кладка на цементных растворах и специальных клеевых составах.

5. Экспериментальные исследования прочности и деформативности фрагментов стен с проемами, выполненных в натуральную величину, на действие динамической (сейсмической) нагрузки.

Прочность кладки при осевом растяжении и срезе по неперевязанному сечению

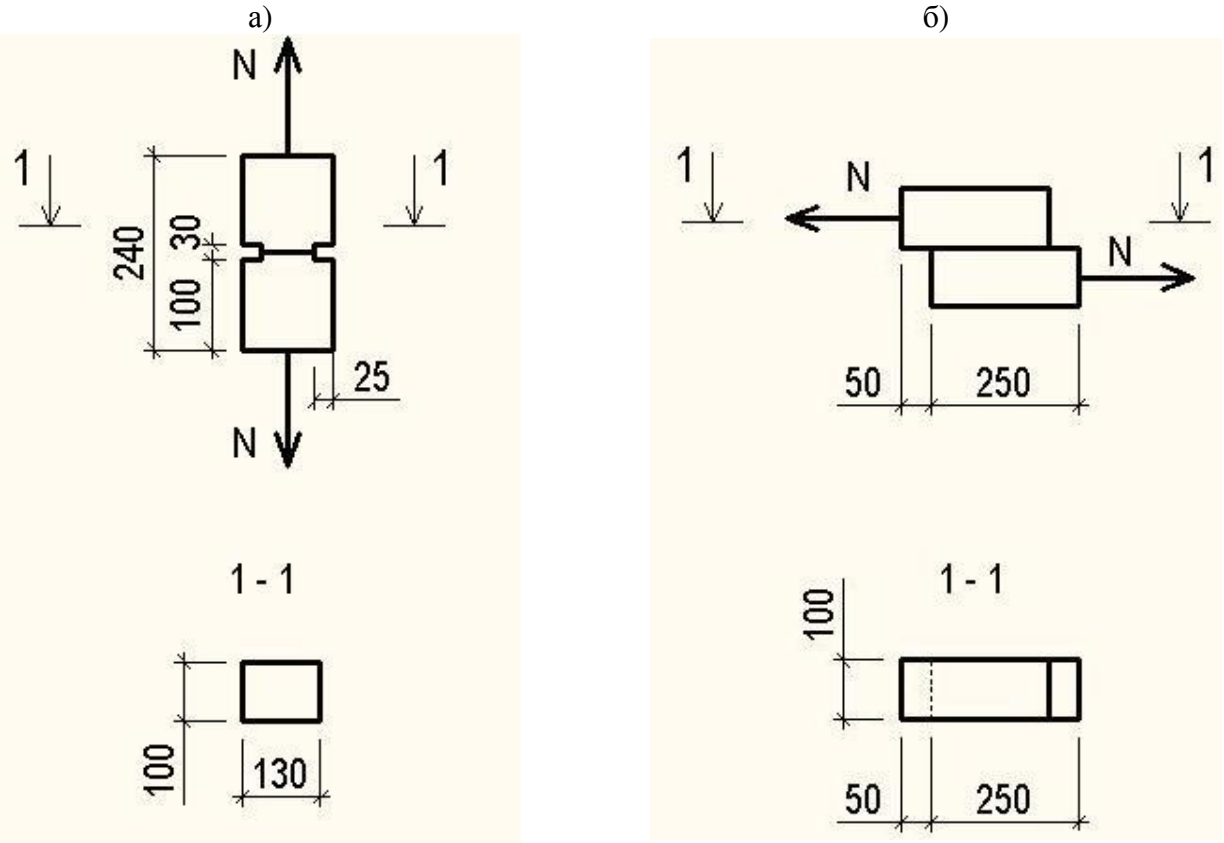


Рис. 1. Схема образцов для испытаний на осевое растяжение (а) и на сдвиг (б) с указанием основных размеров

Экспериментальные исследования проводились на образцах, приведенных на рис. 1а, – при осевом растяжении и на рис. 1б – при срезе. Образцы были вырезаны непосредственно из ячеистобетонных блоков, изготовленных на заводе фирмы ЗАО «Кселла-Аэроблок-Центр». По прочности на сжатие бетон блоков соответствовал классу В3.5, по плотности – D500. Учитывая, что в нашей стране кладка стен из ячеистобетонных блоков осуществляется, в основном, на цементном растворе, а за рубежом – на клеевых составах, кладка опытных образцов для сравнения проводилась как на цементном растворе М25-М100 (исследования к.т.н. Б.А. Керцера [4] показали, что прочность сцепления раствора с кирпичом увеличивается только до марки раствора М50÷М75; дальнейшее повышение марки раствора не влияет на величину сцепления образцов), так и на клеевом составе марки «YTONG-эконом», имеющем следующие характеристики:

- насыпная плотность – 1540 кг/м^3;
- прочность на сжатие – 12 МПа;
- адгезия к бетону – 0,55 МПа;
- морозостойкость – 50 циклов.

Анализ результатов испытаний опытных образцов кладки из ячеистобетонных блоков на цементном растворе М25÷М100 и клеевом составе марки «YTONG-эконом» на осевое растяжение и срез по неперевязанному сечению позволяет отметить следующее.

1. Величина временного сопротивления осевому растяжению по неперевязанному шву (нормальное сцепление) кладки на клеевом растворе марки YTONG в 2,85 раза выше, чем на цементном растворе, и составляет 0,2 МПа. При этом для кладки стен I категории в зданиях, возводимых в сейсмических районах, согласно СНиП [3] должно быть не менее 0,18 МПа, для кладки стен по СНиП [1] - не менее 0,16 МПа (марка раствора ≥ М50).

2. Величина временного сопротивления срезу по неперевязанному шву (касательное сцепление) кладки на клеевом растворе марки YTONG в 4,1 раза выше, чем на цементном растворе, и составляет 1,07 МПа. При этом для кладки стен I, категории в зданиях, возводимых в сейсмических районах, данная величина согласно СНиП [3] должна быть не менее $0,7xR_p^{вр}$=0,7*0,18=0,13 МПа, для кладки стен по СНиП [1] – 0,16 МПа (при растворе ≥М50).

Прочность кладки при растяжении при изгибе (главные растягивающие напряжения при изгибе) по неперевязанному шву

Для испытаний на изгиб была изготовлена балка размером 125*30*31,3(Н) см из ячеистобетонных блоков, связанных между собой клеевым составом марки YTONG. На рис. 2 показан общий вид образца и схема испытаний на изгиб. В табл. 1 приведены результаты испытаний балок из ячеистобетонных блоков на изгиб.

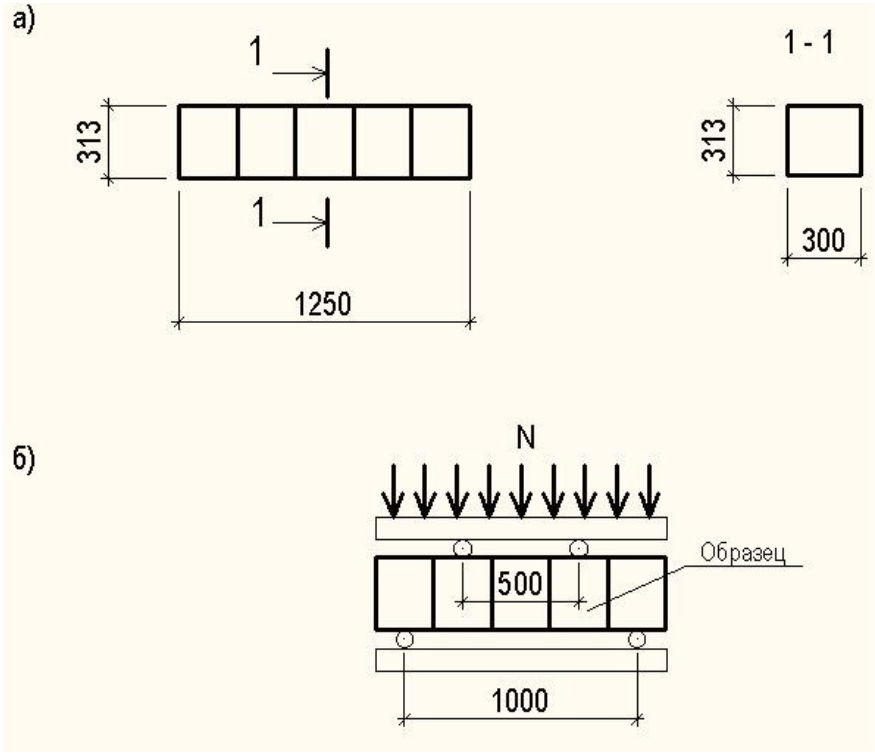


Рис. 2. Общий вид образца (а) и схема испытаний (б) на изгиб

Таблица 1. Результаты испытаний опытных образцов на изгиб

№ п.п	Тип раствора в шве	$N_{разр}$, (Н)	Напряжение растяжения при изгибе $R_{tb,u}$ (МПа)		**R_{tb}**, экспер. СНиП (МПа)	Относит. прочн., %
			R_i, (МПа)	$R_{ср}$, (МПа)		
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
1	клеевой состав	37150	0,95	**0,91**	**0,40** / **0,12**	**340** / **100**
2		34800	0,89			
3		34300	0,88			
4		17200*	0,44*			

* - данный результат не учитывался при определении среднего значения

Анализ результатов испытаний образцов балок из ячеистобетонных блоков, изготовленных по технологии YTONG фирмой ЗАО «Кселла-Аэроблок-Центр», позволяет отметить следующее.

1. Разрушение изгибаемых балок из ячеистобетонных блоков, склеенных между собой клеевым составом марки «YTONG-эконом», произошло по клеевому шву при растягивающих напряжениях в шве 0,91 МПа.

2. Согласно п. 3 табл. 10 СНиП [3] при напряженном состоянии в сечении балки, характеризующимся растяжением при изгибе, расчетное сопротивление кладки по неперевязанному сечению принимается равным 0,12 МПа. По результатам испытаний расчетное сопротивление на растяжение при изгибе с учетом коэффициента K=2,25 (п.2, табл. 14) равно R_{tb} = 0,91/2,25 = 0,4 МПа.

Таким образом, применение клеевого состава марки «YTONG-эконом» для кладки стен из ячеистобетонных блоков, изготовленных по технологии YTONG фирмой ЗАО «Кселла-Аэроблок-Центр», позволяет увеличить расчетное сопротивление кладки на растяжение при изгибе по сравнению с кладкой, смонтированной на цементных растворах более чем в 3 раза.

$$R_{tb}^{\text{экспер.}} / R_{tb}^{\text{врем.}} = 0{,}4/0{,}12 = 3{,}4$$

3. По результатам испытаний кладка стен из ячеистобетонных блоков (бетон класса B3.5) производства ЗАО «Кселла-Аэроблок-Центр» на клеевом составе «YTONG-эконом» соответствует требованиям СНиП II-7-81* «Строительство в сейсмических районах», предъявляемым к кладке стен зданий, и может быть рекомендовано для применения в сейсмоопасных регионах РФ.

Прочность кладки при действии сдвигающих усилий (перекос)

В соответствии с программой экспериментальных исследований были выполнены испытания по оценке прочности и деформативности стен из ячеистобетонных блоков YTONG (класс бетона B3.5, плотность D500) производства фирмы ЗАО «Кселла-Аэроблок-Центр», смонтированных на клеевом растворе марки «YTONG-эконом», на действие сдвигающих усилий – перекос (моделирование горизонтальных, в том числе сейсмических воздействий в плоскости стен).

На рис. 3 показаны общий вид опытного образца фрагмента и схема его испытания на перекос. В табл. 2 приведены результаты испытаний кладки из ячеистобетонных блоков, изготовленных по технологии YTONG фирмой ЗАО «Кселла-Аэроблок-Центр», которые позволяют отметить следующее.

1. Как видно из табл. 2, прочность кладки при действии сдвигающих усилий (перекос) в случае использования клеевого состава примерно в 2 раза выше, чем в случае применения для кладки цементных растворов.

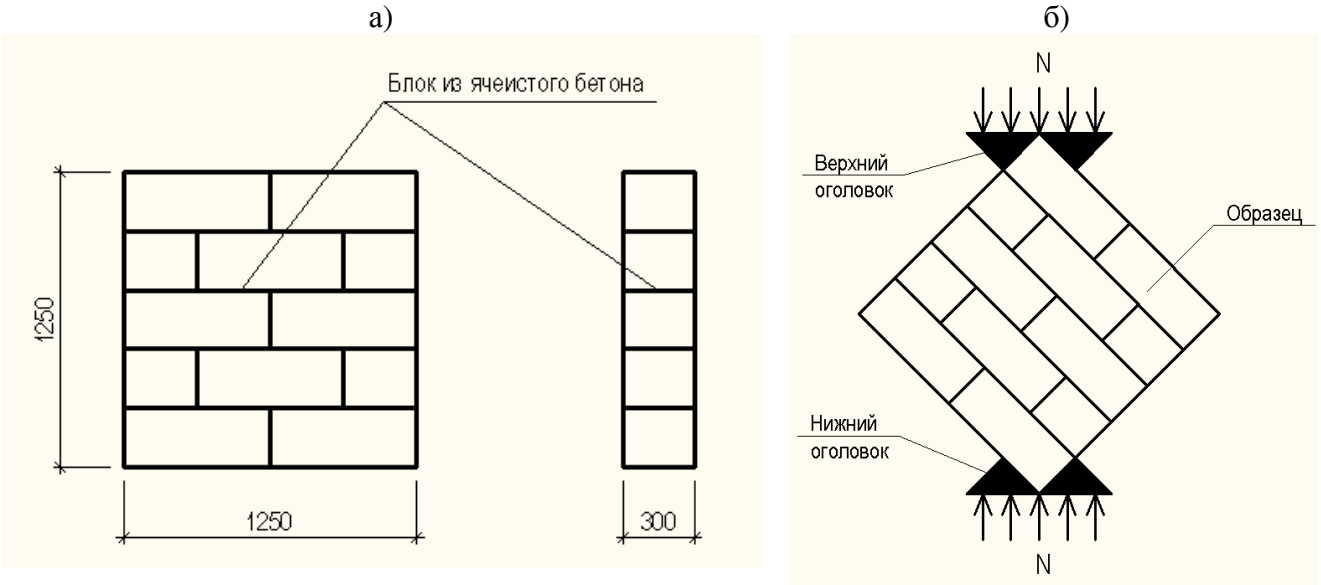


Рис. 3. Общий вид (а) и схема испытания (б) опытных образцов на перекос

Таблица 2. Результаты испытаний опытных образцов на перекос

№ п.п.	Тип раствора в шве	Размеры образца b*d*h, (мм)	$N_{разр}$, (Н)	$R_{срез}$,* (МПа)	$R_{срез.ср}$, (МПа)	Относительная прочность, %
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
1	цементный раствор М25	1250*1250*300	98200	0,37	**0,35**	**100%**
2			85700	0,33		
3			91600	0,35		
1	клеевой состав	1250*1250*300	161000	0,61	**0,67**	**191%**
2			182500	0,70		
3			180200	0,69		

* - величина предела прочности кладки при срезе по перевязанному сечению (столбец 5) $R_{срез}$ определялась по формуле:

$$R_{срез} = \frac{N_{разр.}}{1.4 \times a \times d},$$

где $R_{срез}$ - предел прочности кладки при срезе по перевязанному шву, Па;

$N_{разр.}$ - расчетная величина горизонтальной силы, Н;

a - половина длины образца, м;

d - толщина образца, м.

2. Эффективность применения клеевого состава марки «YTONG-эконом» для кладки стен из ячеистобетонных блоков подтверждается на основе сравнения принятого в СНиП II-22-81 значения $R_{срез}$ по перевязанному сечению для кладки из сплошных камней на цементных растворах:

$$\mathbf{R_{ср.}^{СНиП} = 0,16\ МПа << R_{ср.расч.}^{YTONG} = 0,67/К_з = 0,67/2,25 = 0,30\ МПа,}$$

где $R_{ср}$ – расчетное сопротивление кладки по перевязанному сечению;

$К_с$ – коэффициент перехода от временного сопротивления к расчетному, принимаемый по табл. 14 СНиП II-22-81.

3. Высокие показатели прочности при перекосе кладки из ячеистобетонных блоков, изготовленных по технологии YTONG фирмой ЗАО «Кселла-Аэроблок-Центр», позволяют рекомендовать ее для применения в качестве наружных и внутренних несущих и самонесущих стен, возводимых как в обычных, так и в сейсмических районах РФ. В сейсмических районах с балльностью 7 баллов кладка из ячеистобетонных блоков может использоваться в качестве несущих стен; в районах с сейсмичностью 9 баллов - в качестве стенового материала заполнения железобетонного каркаса с соблюдением необходимых конструктивных мероприятий, обеспечивающих устойчивость и прочность кладки.

Список литературы

1. СНиП II-7-81* «Строительство в сейсмических районах».
2. И.Л. Корчинский. «Сейсмостойкое строительство». Москва: Издательство «Высшая школа», 1971 – 318с.
3. СНиП II-22-81 «Каменные и армокаменные конструкции».
4. Керцер Б.А. и др. Некоторые вопросы исследования сцепления раствора с кирпичом // Строительство и архитектура Узбекистана. – 1968. – №11. – С.8-11.

Материал хранится в Центре исследований сейсмостойкости сооружений ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко. 109428, Москва, 2-я Институтская ул., д.6. тел. 8(499)174-70-22, e-mail: arcgran@list.ru

СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ СТЕН, УСИЛЕННЫХ КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Грановский А.В., к.т.н., Джамуев Б.К., инж., ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко

В последние 10÷15 лет в России значительно увеличился объем работ по реконструкции (в т.ч. по реставрации и капитальному ремонту) зданий различного назначения с целью продления жизненного цикла существующих объектов и приведения конструкций зданий в соответствие с требованиями современных нормативных документов как в части прочности, так и в части повышения их энергоэффективности.

К усилению строительных конструкций приходится прибегать не только при реконструкции и техническом перевооружении предприятий, но и вследствие физического износа конструкций или появления в них дефектов и повреждений, связанных с технологическими процессами или механическими воздействиями на конструкции. И если при проектировании зданий и сооружений вопросы повышения прочности конструкций решаются за счет применения высокопрочных материалов и армирования, то при реконструкции – путем использования конструктивных методов усиления: металлических и железобетонных обойм или внешнего армирования.

В настоящее время как у нас в стране, так и за рубежом для усиления конструкций широкое применение находят композиционные материалы на основе углеродного волокна. Опыт длительной эксплуатации строительных конструкций, усиленных композиционными материалами на основе углеродных волокон, по зарубежным источникам пока не превышает 40-50 лет. Но уже сейчас можно сделать выводы об их высокой длительной прочности. По данным [2] при длительных испытаниях (более 500 000ч) коэффициент длительной прочности составил для углеволокна 0,91, т.е оно практически не подвергается ползучести.

В Центре исследований сейсмостойкости сооружений (далее ЦИСС) ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко разработана и реализована комплексная программа экспериментальных исследований прочности и деформативности несущих конструкций (стен и колонн), выполненных из ячеистобетонных блоков, керамического кирпича и железобетона, усиленных с помощью углеродного волокна марки MBrace FIB CF («BASF»).

Программа испытаний включала в себя 2 этапа. На первом этапе исследовалось поведение стен при действии статической нагрузки, перекос стены в ее плоскости. На втором этапе были проведены динамические испытания стен с проемом из ячеистобетонных блоков в натуральную величину на виброплатформе ЦНИИСК.

Цель исследований – оценка эффективности применения углеволокнистой ткани для повышения прочности и жесткости несущих и ограждающих конструкций из ячеистого бетона зданий, возводимых как в обычных, так и в сейсмоопасных регионах РФ.

Статические испытания – I этап

Для усиления стен использовались холсты из углеволокнистой ткани марки MBrace FIB CF 230/4900.200g/5.100m., имеющие следующие характеристики:

- прочность волокна на растяжение – 4900 МПа;
- модуль упругости волокна – 230000 МПа;
- удельный вес – 200 г/м^3;
- толщина волокна – 0,11 мм.

На рис. 1а-в показаны экспериментальные образцы фрагментов стен с различными схемами усиления углеволокном. В качестве эталонных образцов использовались фрагменты стен без усиления (рис. 1г). В опытных образцах I и III серий усиление холстами из углеволокна осуществлялось с двух сторон образца, в образцах II серии – только с одной стороны. На рис. 2 показана схема испытаний опытных образцов. В каждой серии, включая эталонную, было испытано по 3 образца.

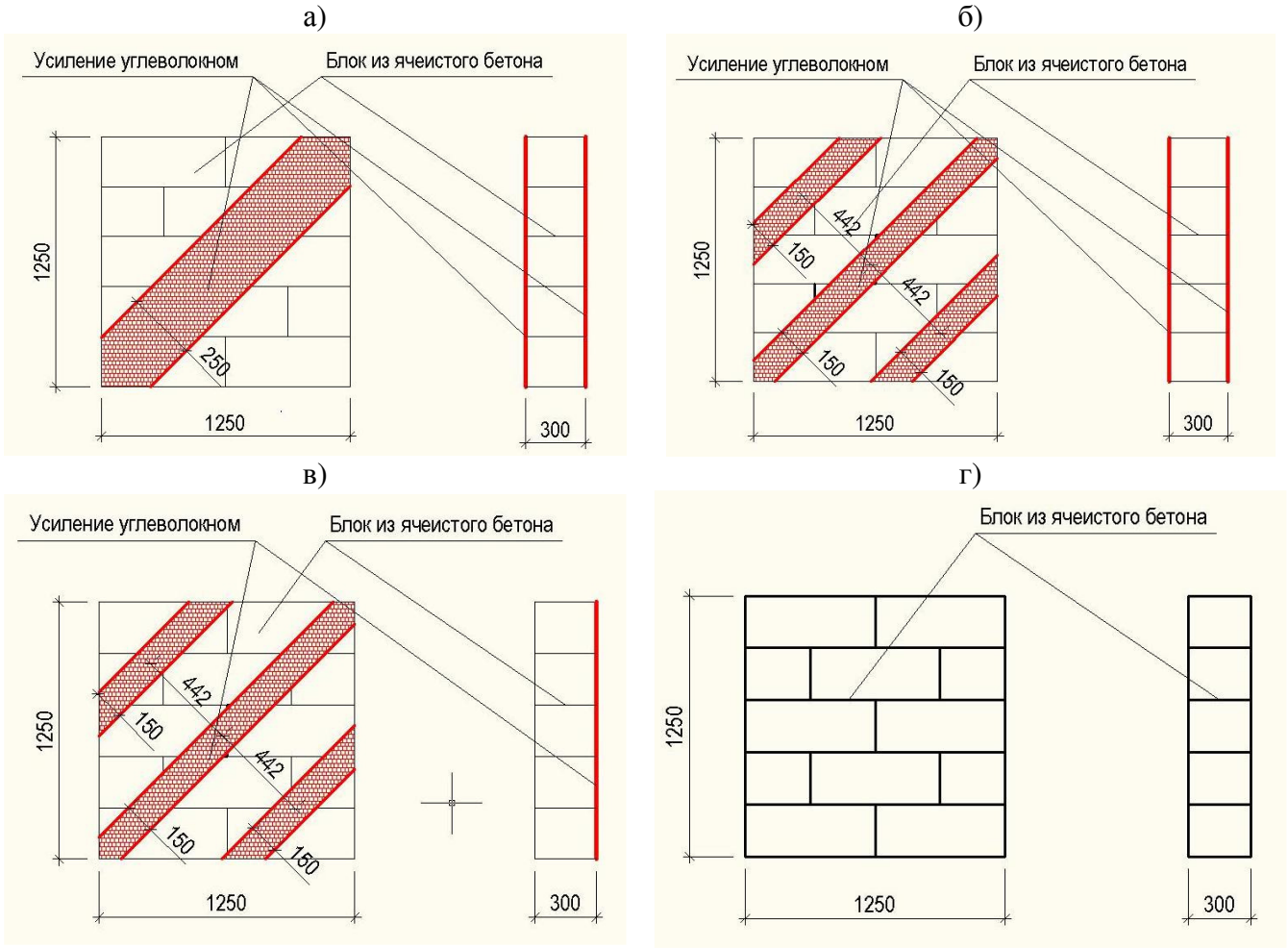

а)
Усиление углеволокном
Блок из ячеистого бетона
1250
250
1250
300
б)
Усиление углеволокном
Блок из ячеистого бетона
1250
442
150
442
150
150
1250
300
в)
Усиление углеволокном
Блок из ячеистого бетона
1250
442
150
442
150
150
1250
300
г)
Блок из ячеистого бетона
1250
1250
300

Рис. 1.

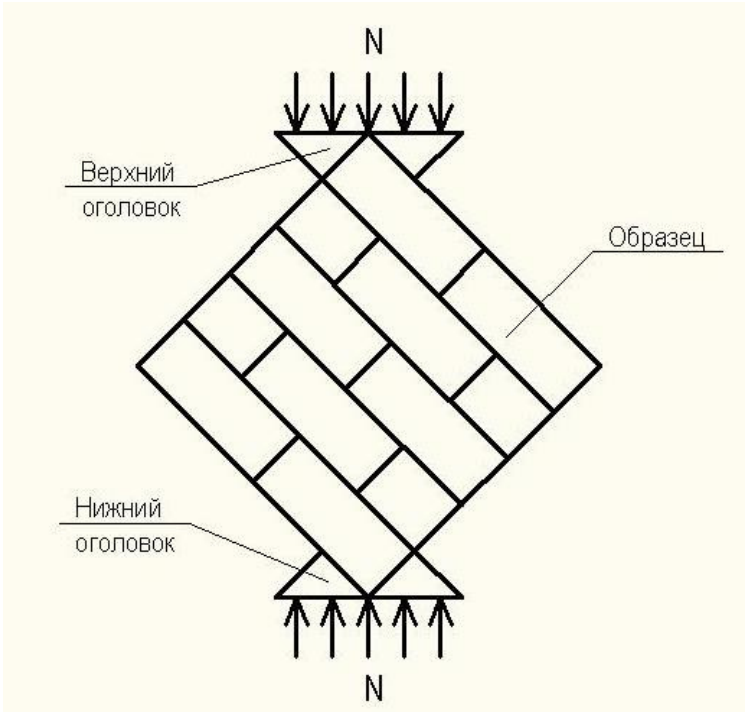

N
Верхний
оголовок
Образец
Нижний
оголовок
N

Рис. 2.

Предварительные сравнительные испытания на растяжение кубов, соединенных между собой на цементном растворе марки М25 и на клеевом растворе марки «YTONG-эконом», показали, что величина нормального сцепления кладки при осевом растяжении составляет:

- 0,20 МПа – при использовании клеевого состава;
- 0,07 МПа – при использовании цементного раствора.

(Согласно СНиП II-7-81* [1] для кладки стен I категории величина временного растяжения (нормальное сцепление) должна быть $R^{в}_{р} \geq 0{,}18$ МПа).

В таблице 1 приведены результаты испытаний опытных образцов. Анализ результатов испытаний фрагментов кладки стен из ячеистобетонных блоков YTONG производства фирмы ЗАО «Кселла-Аэроблок-Центр» на клеевом растворе марки «YTONG-эконом», усиленных углеволокном марки MBrace (BASF), позволяет отметить следующее.

1. Предел прочности кладки при срезе по неперевязанному шву в зависимости от схемы усиления углеволокном выше прочности неусиленной кладки в 1,34÷1,93 раза.

2. Сцепление углеволокна с ячеистобетонными блоками было обеспечено до момента разрушения кладки.

Таблица 1.Результаты испытаний опытных образцов на перекос

№ серии	Класс бетона / плотность	Схема усиления	$N_{разр}$,* (Н)	Предел прочности кладки при срезе $R_{ср}$ *, (МПа)		Относительная прочность, %
				$R^{экс}_{ср}$	$R^{теор}_{ср.}$	
эталон	B3.5 D500	без усиления	174560	0,67	$R_{ср}=0{,}7*R^{в}_{р}=0{,}7*0{,}2=0{,}14$ (на цементном растворе)	100
I		3 холста с двух сторон (рис.1б)	338330	1,28		193
II		3 холста с одной стороны (рис.1в)	260830	0,99		148
III		1 холст с двух сторон	206330	0,79		134

* - средние значения по результатам испытаний трех образцов

Выводы по испытаниям на перекос

1. Стены из ячеистобетонных блоков YTONG на клеевом растворе марки «YTONG-эконом» отвечают требованиям СНиП II-7-81* [1], предъявляемым к кладке I категории, и могут быть рекомендованы для применения в сейсмоопасных регионах при соответствующем конструктивном и расчетном обосновании.

2. Повышение прочности и жесткости стен из ячеистобетонных блоков YTONG за счет применения внешнего армирования из углеволокнистой ткани MBrace (BASF) может быть рекомендовано как при проектировании новых конструкций, так и в процессе их усиления.

Динамические испытания – II этап

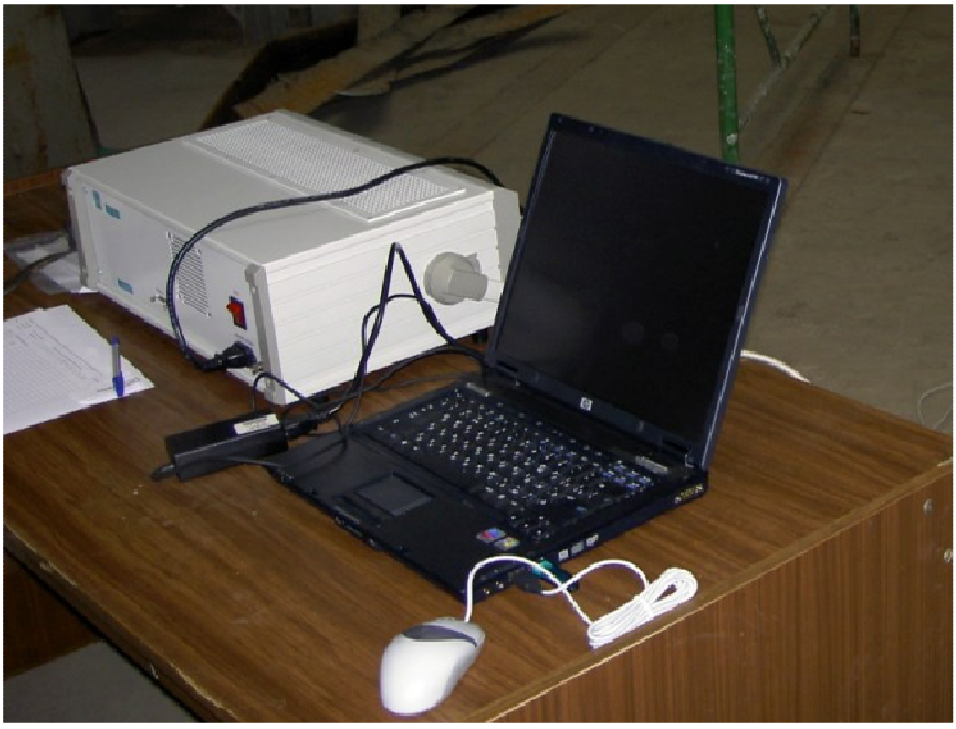
На втором этапе испытаний было исследовано поведение кладки стен из ячеистобетонных блоков (без усиления и с усилением углеволокном) при действии динамических нагрузок, моделирующих сейсмические воздействия интенсивностью 7-9 баллов.

Динамические испытания проводились на предварительно обжатых образцах. Величина обжатия соответствовала $0.6xR_{в}$. В процессе испытаний величина обжатия снижалась до минимального значения, т.е. до полного снятия вертикальной нагрузки на образец.

Методика испытаний. Для возбуждения колебаний фрагмента стены с проемом был использован испытательный стенд, возбуждение колебаний которого осуществляется в помощью вибромашины ВИД-12, закрепленной на маятниковой платформе (рис. 3). За счет инерционной силы, развиваемой ВИД-12, обеспечивается тот или иной частотный спектр воздействий на испытательный стенд и определенный уровень амплитуды колебаний платформы. Как показали испытания, максимальная величина амплитуды колебаний платформы при использовании ВИД-12 составляет 150 мм, частотный спектр от 0 до 15 Гц.

Рис. 3.

а)



б)

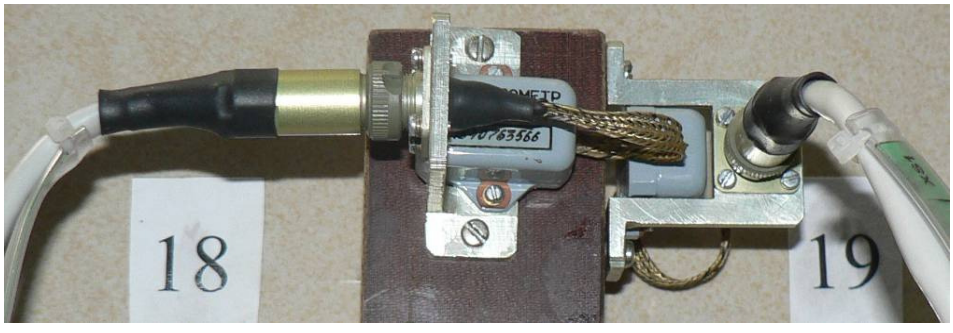


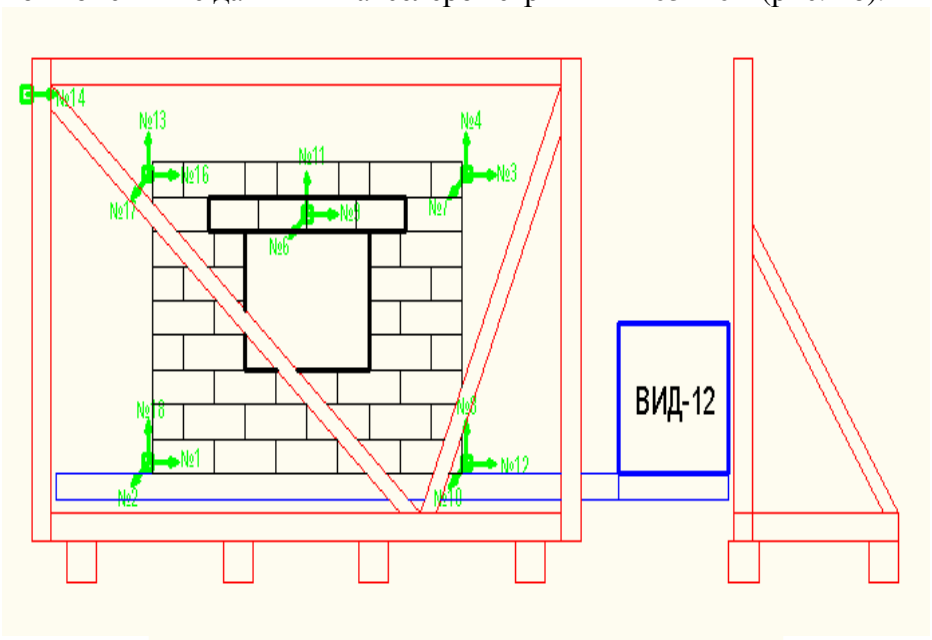
Рис. 4.

Средства измерения и регистрации динамических характеристик конструкций и воздействий на них. Регистрация и измерение сигналов проводились при помощи специализированного измерительно-вычислительного комплекса MIC–036, предназначенного для сбора, преобразования, регистрации, обработки, передачи и представления информации, поступающей с датчиков.

Измерительно-вычислительный комплекс MIC–036 дополнительно укомплектован ноутбуком со специализированным пакетом прикладных программ и периферийных устройств, необходимых для автоматизированного процесса обработки сигналов, а также для документирования результатов обработки (рис. 4а).

Для измерения ускорений, частот колебаний, а также динамических перемещений применяются однокомпонентные датчики – акселерометры АТ 1105–10м (рис. 4б).

а)



б)

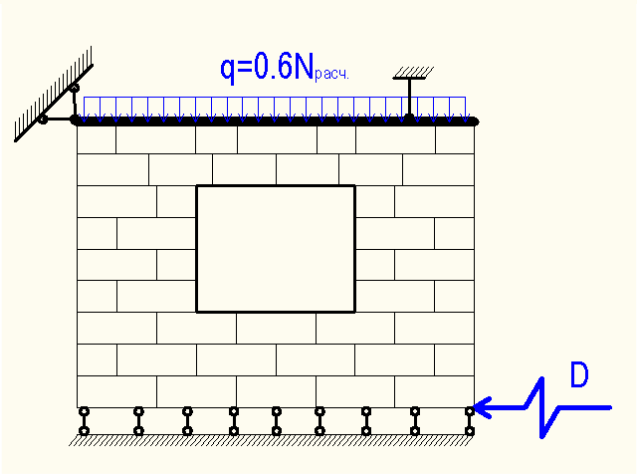


Рис. 5

Точки расположения акселерометров (рис. 5) выбирались из следующих условий:

- места, где по результатам расчетов ожидается развитие максимальных ускорений и перемещений;
- возможность одновременного определения относительных деформаций в разных координатных плоскостях.

Для контроля задаваемых нагрузок три датчика были установлены на платформе, вблизи источника загружения.

Таблица 2. Параметры динамического нагружения неусиленного образца

№ режима	Частота, **f** (Гц)	Амплитуда, **A** (мм)	Ускорение, **a** (м/с^2)	Балльность
1	1,4	1	0,08	3,4
2	1,7	1,8	0,21	4,7
3	1,9	2,3	0,32	5,4
4	2,2	3,7	0,70	6,5
5	2,9	9,2	3,05	8,6
6	1,9	1,6	0,23	4,9
7	2,8	5,3	1,63	7,7
8	3,2	11,4	4,62	9,2
9	1,9	1,1	0,16	4,4
10	2,9	4,4	1,45	7,5
11	3,3	11,2	4,83	9,3
12	1,8	0,5	0,06	2,9
13	2,9	2,1	0,70	6,5
14	3,5	10,3	4,99	9,3
15	1,3	1,5	0,10	3,7
16	1,6	2,8	0,28	5,2
17	1,3	2,4	0,16	4,4
18	1,6	4,1	0,41	5,7
19	2,0	6,5	1,02	7,0
20	2,3	9,6	2,00	8,0
21	2,4	11,6	2,64	8,4
22	2,5	13,8	3,40	8,8
23	2,4	16,7	3,80	8,9

В табл. 2 приведены параметры динамического нагружения неусиленного образца. При ускорениях, соответствующих 8 баллам, и уровне обжатия $0.2N_{разр.}$ произошло разрушение образца. Схема разрушения показана на рис. 6.

а) б)

Рис. 6.

В табл. 3 приведены параметры динамического нагружения образца, усиленного углеволокном. При динамических воздействиях, указанных в табл. 3, образец получил незначительные разрушения: разрыв углеволокнистой ткани и появление трещин в горизонтальных швах кладки (рис. 7).

Таблица 3. Параметры динамического нагружения усиленного образца

№ режима	Частота, **f** (Гц)	Амплитуда, **A** (мм)	Ускорение, **a** (м/с^2)	Балльность
1	8	0,4	1,00	7,0
2	2,2	14,9	2,80	8,5
3	2,6	31,6	8,40	10,1
4	3,1	2,8	1,10	7,1
5	2,3	11,1	2,30	8,2
6	2,6	31,8	8,50	10,1
7	2,8	3,3	1,00	7,0
8	2,8	37,5	11,60	10,5
9	2,3	10,9	2,30	8,2
10	2,7	22,7	6,50	9,7
11	2,8	40	12,20	10,6
12	3	37,6	13,40	10,7
13	2,8	11,7	3,60	8,8
14	3,1	26,2	9,90	10,3
15	4,6	3,5	2,90	8,5
16	5,9	3,4	4,70	9,2
17	6,8	2,8	5,00	9,3
18	7,8	2,1	5,00	9,3
19	7,6	2,1	4,90	9,3
20	9,9	3,5	13,70	10,8
21	3,2	38,4	15,50	11,0
22	3,1	39,3	14,90	10,9
23	6,7	3,4	6,00	9,6
24	7,7	2,5	5,70	9,5
25	2,9	43,8	14,50	10,9

а) б)

Рис. 7.

Вывод

Стены из ячеистобетонных блоков производства ЗАО «Кселла-Аэроблок-Центр» по технологии YTONG на клеевом растворе марки «YTONG-эконом», усиленные углеволокном, могут быть использованы в сейсмоопасных районах РФ.

Материал хранится в Центре исследований сейсмостойкости сооружений ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко. 109428, Москва, 2-я Институтская ул., д.6. тел. 8(499)174-70-22, e-mail: arcgran@list.ru

АРМИРОВАНИЕ КЛАДКИ ИЗ ГАЗОБЕТОННЫХ БЛОКОВ ДЛЯ ВОСПРИЯТИЯ ТЕМПЕРАТУРНО-УСАДОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ. ИСТОРИЯ НОРМИРОВАНИЯ И АКТУАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

Гринфельд Г.И., исполнительный директор НААГ, эксперт по технической политике филиала ООО «ЛСР» – «Стеновые»

Предыстория — истоки армирования каменных кладок

Армирование каменной кладки как системное мероприятие появилось в позднем средневековье. Оно было введено в практику для восприятия распора сводчатых конструкций. Армирование частично заменило контрфорсы и расширило архитектурные возможности зодчих. Сопротивление силовым воздействиям (вызываемым весом конструкций и нагрузками) оставалось единственной функцией армирования кладки до XX века.

К 1930-м годам эмпирический опыт предшествующих столетий был в основном обобщен и дополнен обширной экспериментальной работой по выявлению прочностных и деформативных характеристик кладок различных типов из различных материалов. Тогда же были закреплены основные расчетные положения для проектирования каменных конструкций [1].

Развитие строительных технологий неуклонно повышало требовательность заказчиков к качеству строительства при снижающейся материалоемкости. Развитие цементной промышленности повлекло массовый переход на цементно-песчаные кладочные растворы. В результате понизилась способность кладок к пластическим деформациям нижних слоев по мере их нагружения. Широко распространились облегченные относительно полнотелого кирпича материалы. При этом требовательность к трещиностойкости кладок не снизилась. В результате распространения облегченных кладок на жестких растворах нормой стало армирование кладки из мелкоштучных материалов сварными сетками.

Однако до конца 1980-х годов кладка из ячеистобетонных блоков в типовом проектировании продолжала использоваться в неармированном виде. Отсутствуют указания по армированию и в «Рекомендациях по применению стеновых мелких блоков из ячеистых бетонов», разработанных ЦНИИСК им. Кучеренко в 1986 году [2]. Нерациональным армирование кладки из блоков продолжают считать и в Центре ячеистых бетонов [3].

Тем не менее, армирование кладки из газобетонных блоков, выполненной с тонким клеевым швом, постепенно становится нормой. Армирование подоконных зон, армирование протяженных конструкций, замкнутое армирование в составе монолитных железобетонных элементов, устраиваемых в уровне перекрытия или вдоль фронтонов и по верхнему обрезу кладки – проектные решения разнообразны и далеко не всегда могут быть обоснованы расчетными положениями или адекватным эмпирическим опытом.

Поэтому *вопрос назначения армирования требует обобщающего рассмотрения*.

История существующей практики — рекомендации производителей

Во второй половине 1990-х годов в России появились блоки из автоклавного газобетона, пригодные для применения в кладках с тонким клеевым швом [4]. Кладка на клей, несмотря на ее упоминание в позднесоветской технической литературе [2, 5], являлась экзотической для большинства строителей. Поэтому рекомендации по устройству такой кладки российские участники строительного процесса заимствовали из зарубежной технической литературы. Технические рекомендации, внедряемые в отечественную практику, были основаны, прежде всего, на наработках фирм **Hebel** и **Ytong** [6, 7] и на аналогичных материалах финской компании **Siporex**.

Рекомендации Siporex в части армирования кладки основаны на нормах каменной кладки Финляндии (**FN B-5–95**), общих для всех штучных кладочных материалов (рис. 1). Эти рекомендации учитывают температурные деформации минеральных материалов в условиях суровых по европейских меркам зим. Нормами описывается комплекс мер (устройство температурных швов в зависимости от характеристик материала, армирование для восприятия

температурно-усадочных напряжений), позволяющий полностью исключить раскрытие температурно-усадочных трещин и трещин, возникающих в растянутых зонах кладки. В общем случае в соответствии с FN B-5–95 армируется вся кладка с шагом до 1000 мм по высоте и дополнительно под- и надпроемные участки, а также расчетно-растянутые зоны в кладке. Рекомендации, содержащиеся в информационной и технической литературе, распространяемой компанией Siporex, появились в России стихийно с началом ввоза продукции фирмы, затем были реимпортированы компанией AEROC через эстонское подразделение. С открытием в России завода компании H+H, структурным подразделением которой является Siporex, рекомендации по контурному армированию, основанные на стандарте B-5, были окончательно прописаны в технических материалах, распространяемых на территории России.

Рекомендации по армированию кладки, основанные на германской практике строительства и обобщенные в [6, 7] и рекомендации, адаптированные к польской нормативной базе [8], опираются на опыт применения каменных материалов в климатических условиях с изотермой января 0…–4°C. Актуальные рекомендации издаются компанией Xella, владеющей торговыми марками Hebel и Ytong, и не содержат армирования кладки, аналогичного регулярному армированию кладочной сеткой. Единственным армируемым участком кладки является подоконная зона (рис. 2). При этом большое внимание уделяется монолитным железобетонным элементам, располагаемым в основании кладки, в уровне каждого перекрытия и в уровне верхнего обреза кладки. Даются указания по устройству деформационных швов, но армирование как способ увеличить расстояние между деформационными швами не рассматривается.

По сути, мы обнаруживаем тождество подходов к армированию кладки из газобетонных блоков, сформированных в Германии, Польше и Финляндии в части, касающейся восприятия силовых воздействий. Подходы имеют единственное расхождение, касающееся назначения армирования, призванного воспринимать температурно-усадочные напряжения.

Третьим источником информации о способах армирования кладки стали технические решения, разработанные в РУП «**Институт БелНИИС**». Активная адаптация зарубежного опыта строительства из газобетонных блоков, которая велась в Белоруссии с конца 1990-х годов, оформилась в лаконичные правила, сформулированные в разделе 4.1.2.1 монографии [9] и оформленные, например, в альбоме Б2-000-3.07.0, разработанном БелНИИС (рис. 3).

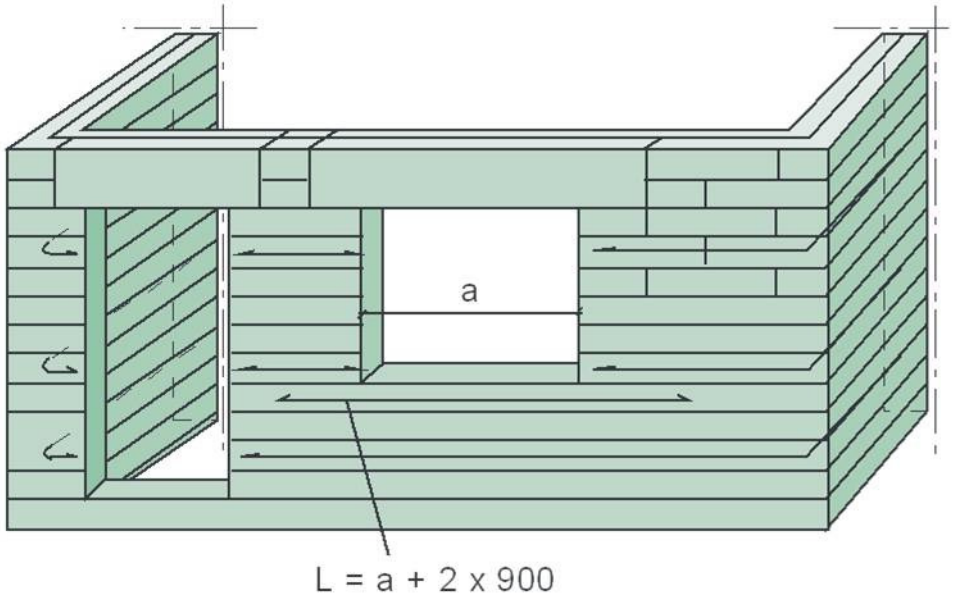


Рис. 1. Схема армирования кладки (из информационных материалов компании Siporex)

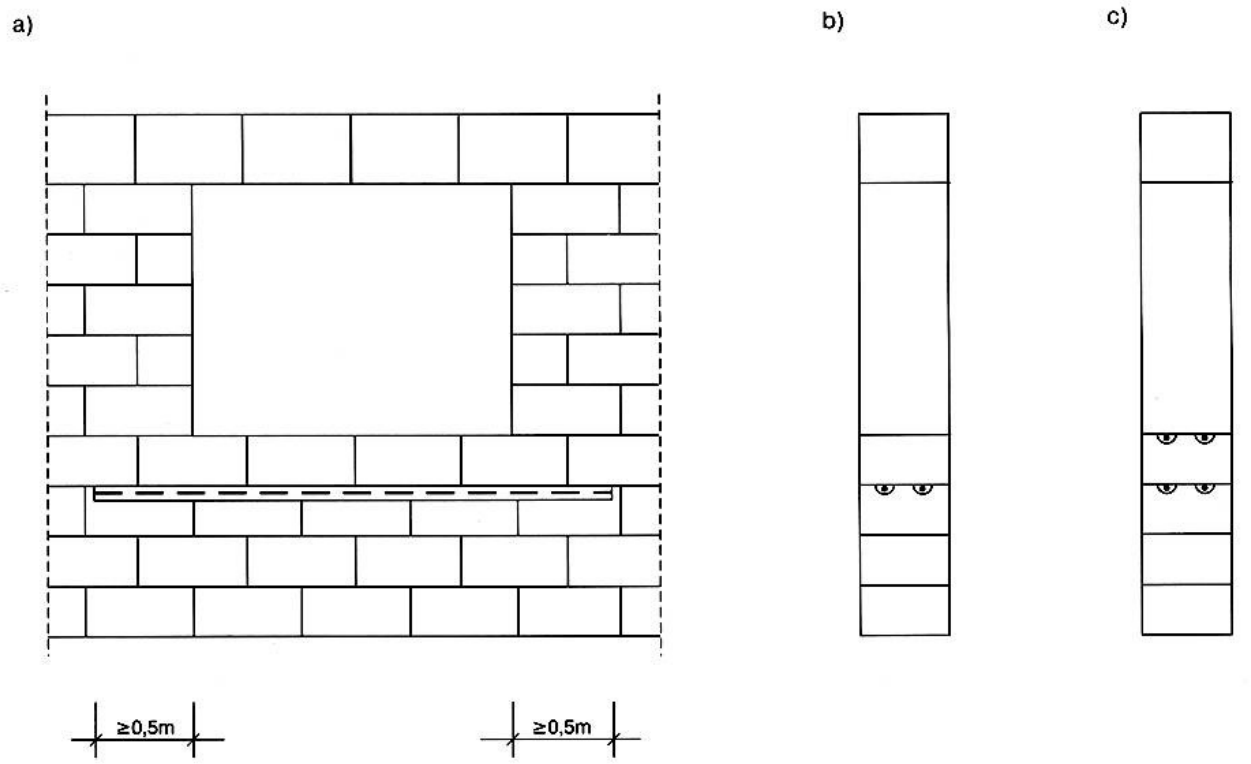


Рис. 2. Схема армирования подоконной зоны (из информационных материалов компании Xella)

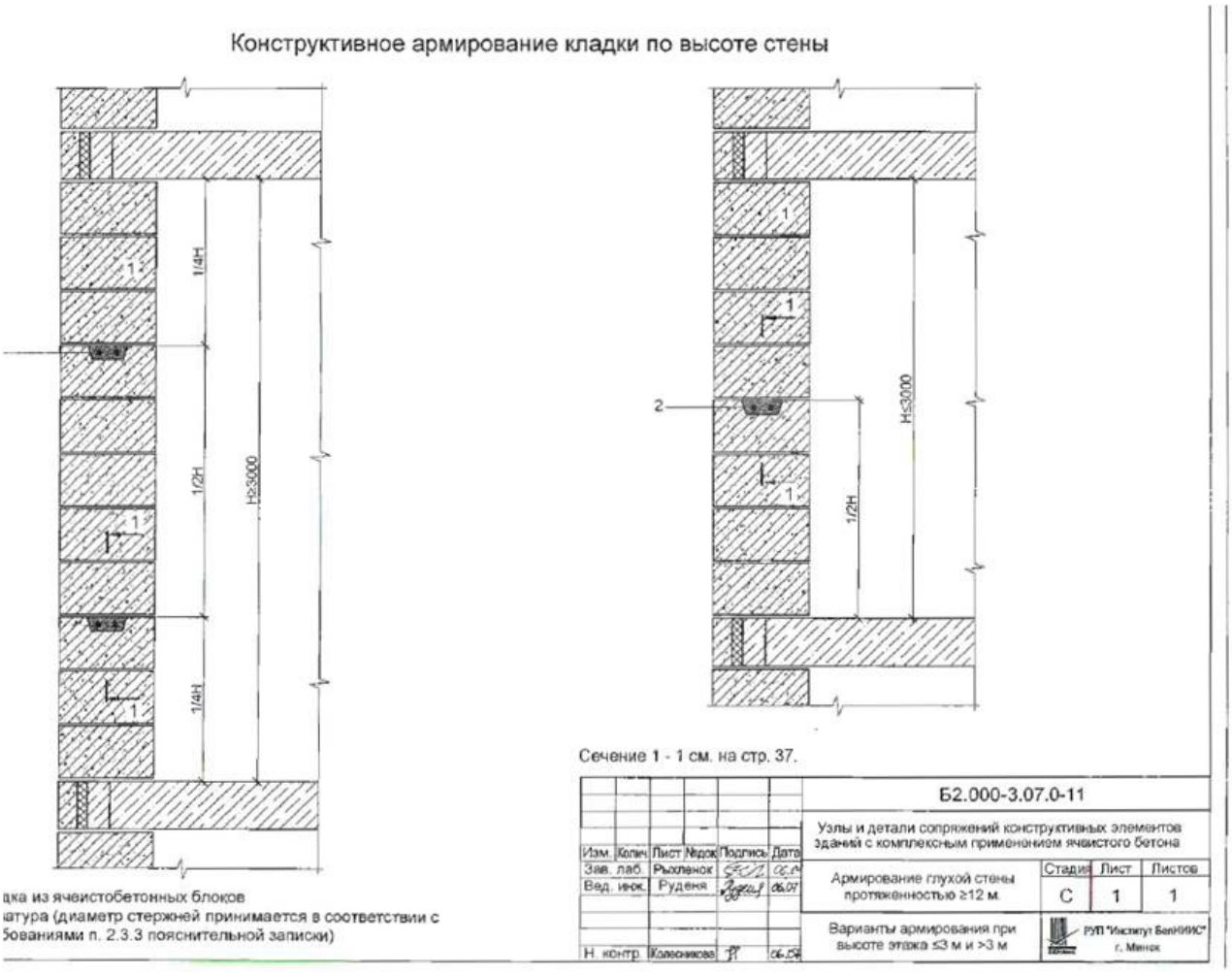


Рис. 3. Один из узлов с конструктивным армированием кладки (из альбома Б2.000-3.07.0, РУП »Институт БелНИИС»)

Учет температурных и усадочных деформаций в отечественных нормах проектирования: эволюция подхода

Во всех редакциях СНиП «Каменные и армокаменные конструкции», начиная с 1954 года, присутствует раздел «Деформационные швы». Деформационные швы по назначению классифицируются в первых редакциях (1954, 1962 гг.) на температурные и осадочные, затем (с 1971 года) на температурно-усадочные и осадочные. Проследим эволюцию этого раздела.

В главе **СНиП II-Б.2–54** «Каменные и армокаменные конструкции. Нормы проектирования» в §6 «Общие конструктивные требования» даются указания по устройству температурных швов:

«*2. Расстояния между температурными швами в стенах из каменной кладки не должны превышать указанных в табл. 26*» (табл. 1).

Таблица 1. Максимальные расстояния между температурными швами в стенах отапливаемых зданий в м (таблица 26 СНиП II-Б.2–54)

№ п/п	Расчетная зимняя температура в град.	Расстояние между температурными швами в м					
		при кладке из обыкновенного глиняного кирпича и керамических камней			при кладке из силикатного кирпича и бетонных камней		
		на растворах марки					
		100–50	25–10	4	100–50	25–10	4
		а	б	В	г	д	е
1	Ниже 30	50	75	100	25	35	50
2	21–30	60	90	120	30	45	60
3	11–20	80	120	150	40	60	80
4	10 и выше	100	150	200	50	75	100

Примечания.

…

2. Расстояния, указанные в табл. 26, должны уменьшаться:

а) для стен закрытых неотапливаемых зданий — на 30%;

б) для открытых каменных сооружений — 50%.

В главе **СНиП II-В.2–62** происходит развитие расчетных положений. Таблица «Максимальные расстояния s между температурными швами в стенах отапливаемых зданий» дополняется пунктом 9.28.

«9.28. В тех случаях, когда расстояние между температурными швами l превышает предельное s, указанное в табл. 28, в швах кладки должна быть уложена горизонтальная арматура, воспринимающая температурные напряжения.

В стенах с проемами арматура укладывается в междуоконных поясах. При отсутствии проемов арматуру рекомендуется укладывать на уровне междуэтажных перекрытий. По толщине стены арматура располагается: в неотапливаемых зданиях равномерно, в отапливаемых зданиях сосредоточивается ближе к наружной стороне так, чтобы центр тяжести арматуры отстоял от наружной грани стены на 1/3 ее толщины. Армируется средний участок отсека между швами длиной

$l' = (l - s + 7)$ *м.* *(129)*

Усилие, воспринимаемое арматурой, допускается определять по формуле

/…/

Площадь поперечного сечения арматуры в пределах армируемого пояса кладки определяется по формуле

$F_a = N_a/R_a$. *(131)»*

Таким образом, к 1962 г. в нормах проектирования появляется положение, позволяющее рассчитать армирование кладки для восприятия температурных напряжений.

Из следующей редакции СНиП «Каменные и армокаменные конструкции» (**СНиП II-В.2-71**) пункт с расчетными формулами для назначения арматуры исключается. Появляется

термин «температурно-усадочные швы», а раздел «Деформационные швы» дополняется двумя положениями:

«6.44. Температурно-усадочные швы в стенах каменных зданий должны устраиваться в местах возможной концентрации больших температурных и усадочных деформаций, которые могут вызвать недопустимые по условиям эксплуатации разрывы кладки, трещины, а также перекосы и сдвиги кладки.

…

6.47. Расстояния между температурно-усадочными швами стен, усиленных горизонтальной арматурой или железобетонными поясами, назначается на основании расчета на температурные напряжения.»

В действующем в настоящее время **СНиП II-22-81** (и в подготовленном проекте **СП 15.13330.2010**) указания по назначению температурно-усадочных швов сведены в один пункт.

«6.78. Температурно-усадочные швы в стенах каменных зданий должны устраиваться в местах возможной концентрации температурных и усадочных деформаций, которые могут вызвать недопустимые по условиям эксплуатации разрывы кладки, трещины, перекосы и сдвиги кладки по швам (по концам протяженных армированных и стальных включений, а также в местах значительного ослабления стен отверстиями или проемами). Расстояния между температурно-усадочными швами должны устанавливаться расчетом.»

Методика расчета кладки на температурно-усадочные воздействия, начиная с редакции 1971 г., вынесена из СНиП в Пособие к нему. В действующем Пособии по проектированию каменных и армокаменных конструкций (к СНиП II-22-81) [10] расчету на температурно-влажностные воздействия и усадку посвящено **приложение 11**, в котором на 17 страницах (с.128–145) приводятся общие указания по расчету и исходные положения (таблица 1 «Допустимое раскрытие температурно-усадочных трещин, мм, в неармированных и армированных кладках всех видов в период эксплуатации зданий», таблица 3 «Усадка бетонных и каменных конструкций»). Методика сопровождена примером расчета и содержит подробный разбор способов учета жесткости, температуры и влажности региона строительства, учитывает влияние конструктивной схемы здания, отверстий и штраб. При этом влияние усадки и сорбционного увлажнения учитывается через табличные значения эквивалентных температур.

В основе отечественных нормативов по учету температурно-влажностных воздействий и усадки лежит положение о допустимости поверхностных трещин. Целевым показателем является либо отсутствие сквозных трещин, либо их раскрытие на ширину, не превышающую некоего допустимого по условиям эксплуатации значения. Еще раз: *поверхностное растрескивание конструкций в общем случае — допускается, образование и ограниченное раскрытие сквозных трещин в наружных стенах жилых зданий — допускается.*

Количественная оценка температурно-влажностных деформаций и усадки

При расчете по образованию и раскрытию трещин и по деформациям можно выделить два основных подхода. Первый касается конструкций зданий, к которым не предъявляется специальных требований к непроницаемости изоляционных покрытий. Он нацелен на предотвращение или ограничение сквозных трещин и предлагает оперировать средними по сечению конструкции температурой и влажностью. Второй касается поверхностных деформаций, поскольку нацелен на обеспечение целостности и сплошности изоляционных покрытий. При этом при учете температурно-влажностных деформаций становится важным учитывать температурное и влажностное состояние именно поверхностных слоев кладки, являющихся основанием для изоляционных (отделочных) покрытий.

При проектировании конструкций с применением кладки из автоклавного газобетона можно использовать оба подхода в зависимости от предъявляемых к ним требований. Современные эстетические нормы предъявляют ко всем штукатурным покрытиям требование минимизации раскрытия трещин. Оно формализовано в виде требования к визуальной неразличимости трещин штукатурного покрытия с расстояния в 2 м. Целостность штукатурных покрытий во многом зависит от свойств самих штукатурных составов, но это не препятствует предъявлению общих требований к основаниям для штукатурных покрытий, например, раскрытие поверхностных трещин не более, чем на 0,2 мм.

Ориентируясь на оба возможных подхода к понятию «допустимые по условиям эксплуатации трещины», дадим количественную оценку температурно-влажностным и усадочным деформациям кладки из автоклавного газобетона.

Деформативность

Характеристики кладки из блоков, изготовленных из автоклавных ячеистых бетонов, имеют нормативные значения (по СНиП II-22-81*):

- деформации усадки — 4×10^{-4};
- коэффициент линейного расширения 0,000008 град.$^{-1}$;
- модуль упругости $E_0 = \alpha R_u = \alpha k R = (200…750) \times 2{,}25 \times (0{,}6…1{,}4) = 270–2400$ МПа (упругая характеристика кладки α в зависимости от прочности раствора принимается от 200 до 750, расчетное сопротивление сжатию R в зависимости от класса бетона по прочности на сжатие принимается от 0,6 до 1,4 МПа).

При оценке амплитуды деформаций поверхности целесообразно использовать не нормативные значения усадочных деформаций, а значения усадки, получаемые при высушивании образцов до влажности 0–2% (поверхностные слои бетона под действием кварцевания высыхают до влажности менее 2% [11]). Полная влажностная усадка составляет до 2 мм/м [9, 11].

Колебания температуры

Для определения температурных деформаций, учитываемых при контроле образования сквозных трещин, используются температуры наиболее холодных/жарких суток. При проверке образования поверхностных трещин максимальная температура поверхности принимается с учетом нагрева солнечным излучением.

Температура воздуха наиболее холодных суток (для Санкт-Петербурга) –30°С, температура воздуха наиболее жарких суток 28°С, следовательно, расчетный для определения приведенных к сечению стены условий температурный перепад $\Delta t = 58$°С.

Расчетный для определения поверхностных деформаций температурный перепад (из условия нагрева поверхности под действием солнечной радиации до 70°С) $\Delta t_2 = 100$°С.

Эквивалентная температура усадки кладки из автоклавных ячеистобетонных блоков (при контроле сквозных трещин) составляет t_c=30°С (табл. 3 прил. 11 [10]). Эквивалентная температура усадки при проверке поверхностного трещинообразования оценивается исходя из фактического соотношения средней и максимальной усадки и составляет $2\times10^{-3}/4\times10^{-4}\times30 =$ 150°С.

Напряжения и прочность

Напряжения в неармированной кладке под комплексным действием температур и усадки (формулы 1, 9, 11, 18, 46 приложения 11 [10]) могут достигать:

при расчете на образование сквозных трещин

$\sigma = N/A = 0{,}5\cdot E_0\cdot\alpha\cdot\Delta t = 0{,}5\cdot(270…2400)\cdot10^6 \times 8\cdot10^{-6} \times (58 + 30) = 0{,}2…1{,}7$ МПа

и при расчете на образование поверхностных трещин

$\sigma = 0{,}5\cdot(270…2400)\cdot10^6 \times 8\cdot10^{-6} \times (100 + 150) = 0{,}6…4{,}8$ МПа.

При этом временное сопротивление кладки при растяжении по перевязанному сечению составляет $R_{tu} = 2{,}25R_t = 2{,}25\times(0{,}02…0{,}16) = 0{,}045…0{,}36$ МПа.

Суммарные деформации

Абсолютная величина температурно-влажностных деформаций кладки может достигать в среднем по сечению кладки

$\varepsilon = \alpha \cdot \Delta t + \varepsilon_{sh} = 8 \cdot 10^{-6} \times 58 + 4 \times 10^{-4} = 0{,}9$ мм/м

в поверхностных слоях

$\varepsilon = \alpha \cdot \Delta t + \varepsilon_{sh} = 8 \cdot 10^{-6} \times 250 + 20 \times 10^{-4} = 4$ мм/м.

Для сравнения деформации кладки из керамического кирпича в тех же условиях составят 0,3 и 1,5 мм/м соответственно (расчетные деформации кладки из силикатного кирпича совпадают с деформациями газобетонной кладки).

Армирование кладки с тонким клеевым швом

Армирование кладки с расположением арматуры в горизонтальных швах при расчетной толщине швов 12 мм — успешно решенная техническая задача. Поскольку задача получила общепринятое решение достаточно давно, изделия для реализации такого армирования доступны повсеместно. Это сварные сетки с диаметром рабочих стержней 3–5 мм, выпускаемые с размерным рядом, кратным 120 мм. Для такого армирования хорошо исследованы и получили нормативные определения условия анкеровки рабочих стержней в кладке и условия передачи усилий от кладки металлу.

Кладка, выполняемая на клеевых составах с толщиной шва 2±1 мм, не предполагает возможности армирования сетками из стержневой стали. Однако легкая механическая обрабатываемость ячеистого бетона позволила успешно решить задачу введения в кладку протяженных горизонтальных стальных элементов. Изначально задача была решена устройством в постельной поверхности очередного ряда кладки штрабы определенного сечения, заполняемой мелкозернистым бетоном с утопленным в нем арматурным стержнем периодического профиля. Для такого технического решения известным является условие анкеровки арматуры в бетоне и прочность газобетона на срез, позволяющая рассчитать передачу усилий от кладки металлу. Однако включение в кладку узких клиньев из малодеформативного бетона вызывает концентрацию напряжений вокруг них, т.е. стимулирует трещинообразование в толще стены при вертикальном нагружении [9].

Широкое распространение кладки с тонким швом, переход на клеевые составы при кладке не только ячеистобетонных, но и керамических, силикатных, керамзитобетонных камней, позволило наладить выпуск арматурных элементов для тонких швов — плоских каркасов, выполненных, как правило, из оцинкованной стали сечением 8×1,5 мм с косвенной арматурой из круглой проволоки диаметром 1,5 мм, приваренной к рабочим стержням «змейкой» (рис. 4).

Рис. 4. Арматура для тонких швов

Использование такой арматуры не приводит к концентрации напряжений, но требует назначения условий передачи усилий от кладки металлу.

Выводы и предложения

Неармированная кладка из автоклавного газобетона при условии допустимости возникновения и ограниченного раскрытия трещин может применяться при расстоянии между деформационными швами в пределах, ограниченных требованиями п. 6.79 и табл. 32 СНиП II-22-81*.

При предъявлении к конструкциям из автоклавного газобетона требований непроницаемости (целостности) отделочных покрытий, следует предусматривать мероприятия, позволяющие исключить трещинообразование. Такими мероприятиями могут стать: армирование кладки в уровне горизонтальных швов, снижение расстояния между деформационными швами, применение высокодеформативных отделочных покрытий, армирование отделочных слоев.

При назначении армирования кладки в штрабах следует учитывать влияние железобетонных элементов (арматуры, забетонированной в штрабах) на несущую способность.

Использование арматуры для тонких швов требует учета условий передачи усилий в углах кладки и на концах арматурных каркасов.

Список литературы

1. Онищик Л.И. Прочность и устойчивость каменных конструкций. М., Л. : Главная редакция строительной литературы, 1937. 564 с.
2. Рекомендации по применению стеновых мелких блоков из ячеистых бетонов / ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. М., 1992. 86 с.
3. Пинскер В.А., Вылегжанин В.П. Экономичные дома из газобетона. Правила проектирования // Ячеистые бетоны в современном строительстве. Сборник докладов. Выпуск 6 – Санкт-Петербург: НП «Межрегиональная северозападная строительная палата». Центр ячеистых бетонов, 2009. С. 7–12.
4. Левченко В.Н., Гринфельд Г.И. Производство автоклавного газобетона в России: перспективы развития подтрасли // Строительные материалы. 2011. №9. С. 44–48.
5. Коровкевич В.В., Пинскер В.А. и др Малоэтажные дома из ячеистых бетонов. Рекомендации по проектированию, строительству и эксплуатации / ЛенЗНИИЭП. Л., 1989. 284 с.
6. Справочник фирмы «Хебель» по жилищному строительству / Подготовлено к изданию НП ООО «Стринко» по заказу Минстройархитектуры Республики Беларусь. Минск, 1997. 180 с.
7. Справочник по производству и применению материалов и изделий YTONG / Подготовлено к изданию НП ООО «Стринко» по заказу Минстройархитектуры Республики Беларусь. Минск, 1997. 98 с.
8. Мицкевич М., Сечковски Й. Техническое описание YTONG № 8 «Конструкционные подробности». Варшава : Издательство YTONG, 2002.
9. Галкин С.Л. [и др.] Применение ячеистобетонных изделий. Теория и практика. Минск : Стринко, 2006. 448 с.
10. Пособие по проектированию каменных и аромокаменных конструкций (к СНиП II-22-81 «Каменные и армокаменные конструкции. Нормы проектирования») / ЦНИИСК им. Кучеренко Госстроя СССР. М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1987. 152 с.
11. Силаенков Е.С. Долговечность изделий из ячеистых бетонов. М. : Стройиздат, 1986. 176 с.

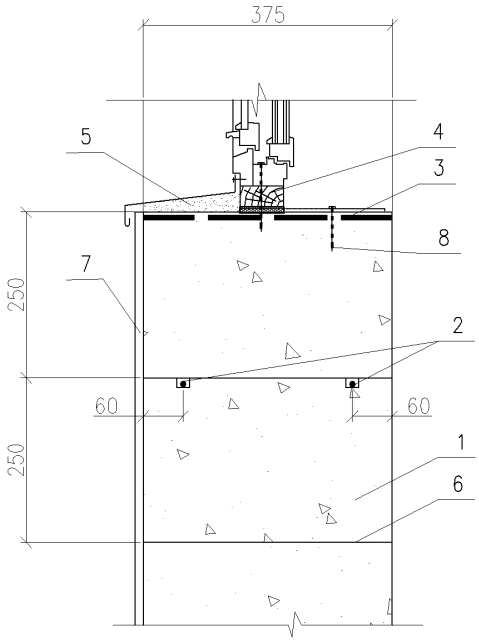
КОНСТРУКТИВНОЕ АРМИРОВАНИЕ КЛАДКИ ИЗ БЛОКОВ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА СТЕНОВЫХ НЕАРМИРОВАННЫХ

Горшков А.С., к.т.н., технический специалист ООО «Н+Н»
Глумов А.В. проект-менеджер ООО «Н+Н»

Конструктивное армирование стен из газобетонных блоков применяется для восприятия стенами горизонтальных ветровых нагрузок, а также усадочных напряжений, возникающих в кладке в результате годовых колебаний температуры наружного воздуха и изменения влажности материала стен. Введение так называемой усадочной арматуры частично компенсирует возникающие при этом деформации кладки, что снижает вероятность трещинообразования в стенах.

При конструктивном армировании кладки из газобетонных блоков стальные арматурные стержни укладываются по всему периметру наружных стен здания в предварительно прорезанные штрабы (канавки). Штрабы сечением 25×25 мм прорезаются с помощью ручного или электрического штробореза. Перед укладкой арматуры из штрабы удаляется пыль, а затем (примерно на 2/3 ее высоты) заливается пластичный цементный раствор, после чего арматурные стержни утапливаются в раствор. Для армирования рекомендуется использовать рифленую арматуру диаметром 8 мм. Арматура в кладке должна располагаться на расстоянии 60 мм от внешней поверхности блока, как это показано на рис. 1 [1].

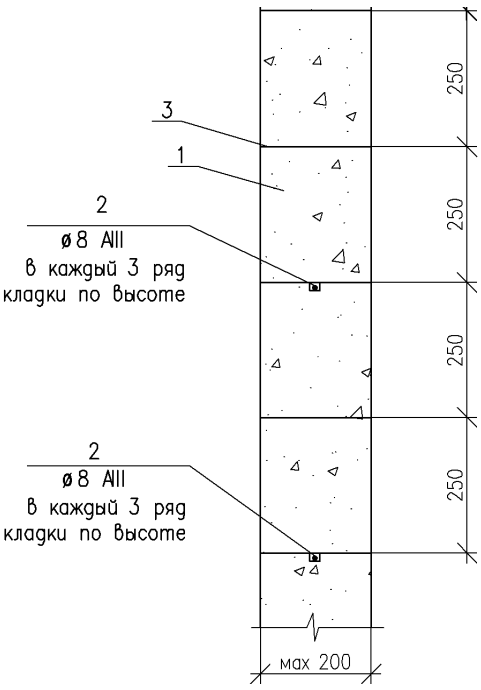
Арматуру помещают в каждый третий горизонтальный шов кладки (рис. 3). Коэффициент армирования кладки должен составлять не менее 0,03 % площади вертикального сечения стены. В блоках толщиной 250 мм и более по краям кладки (на расстоянии не менее 60 мм от внешней поверхности блоков в кладке) устанавливают двойную арматуру (рис. 1), а в стенах толщиной 200 мм и менее – один арматурный стержень диаметром 8 мм, располагаемый в центре сечения кладки (рис. 2).



Примечание

1 – Кладка из газобетонных блоков Н+Н;
2 – Арматурные стержни диам.8 мм AIII;
3 – Гидроизоляция;
4 – Оконный блок;
5 – Раствор;
6 – Клей для блоков Н+Н;
7 – Наружная штукатурка;
8 – Анкер.

Рис. 1. Схема армирования кладки при толщине блоков 250 мм и более



Примечания

1 – Кладка из газобетонных блоков Н+Н;
2 – Арматурные стержни диам.8 AIII;
3 – Клей для блоков Н+Н;

Рис. 2. Схема армирования кладки при толщине блоков 200 мм и менее

Расположение усадочной арматуры в поперечных сечениях кладки из газобетонных блоков представлено на рис. 3.

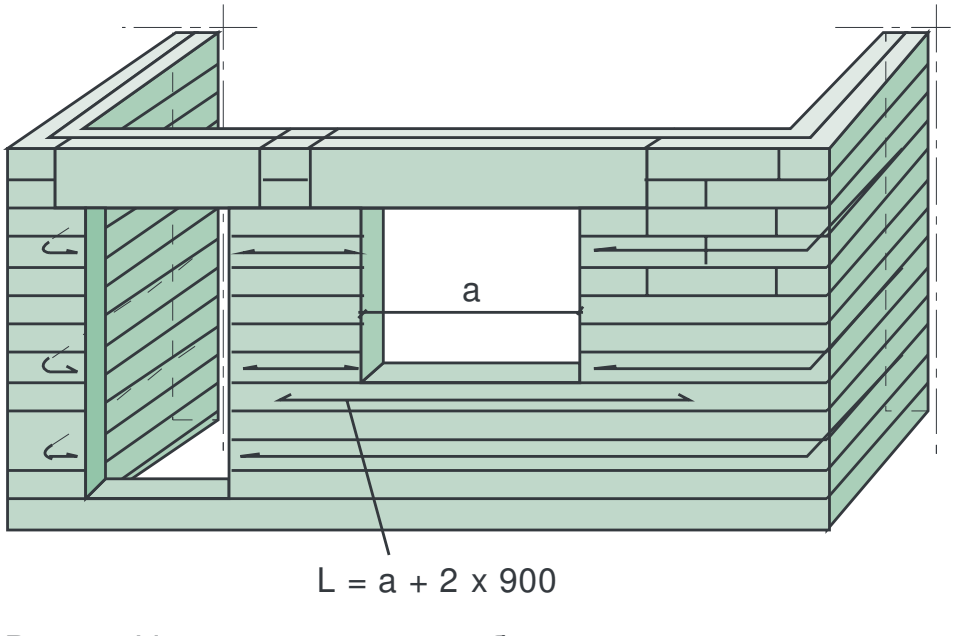


Рис. 3. Схема конструктивного армирования кладки

В части стены, расположенной под окном, укладывается дополнительный ряд арматурных стержней. В этом случае арматура, располагаемая по периметру стен, должна выходить за пределы оконного откоса на расстояние не менее 900 мм (рис. 3).

Если длина стены из блоков превышает 12 м, даже в случае применения усадочной арматуры рекомендуется устраивать температурно-деформационные (усадочные) швы, как это показано, например, на рис. 4.

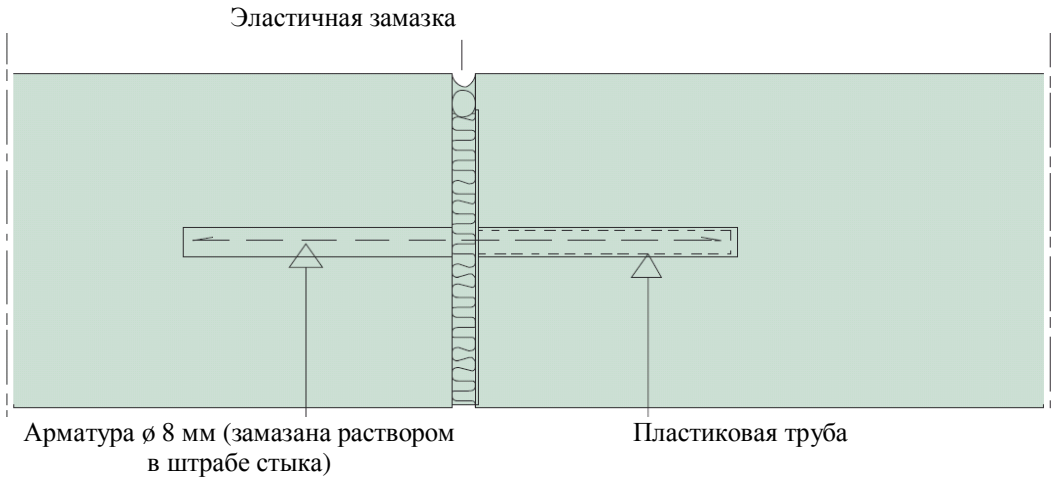


Рис. 4. Усадочный шов в стене из газобетонных блоков

Существуют и иные случаи, когда в кладке стен возможно возникновение значительных усадочных напряжений, в частности:

- когда стена из газобетонных блоков, являющаяся наружной стеной теплого помещения, соединяется с холодной стеной;
- когда толщина стены из блоков меняется;
- когда меняется материал стены.

В этих случаях в местах соединения рекомендуется также устраивать усадочный шов. Усадочные швы на внешней стороне наружных стен покрывают, например эластичным герметиком или специальной лентой-уплотнителем. Шов заполняют утеплителем, например минераловатным, и конструкцию герметизируют с внутренней стороны так, чтобы в шов в вертикальном направлении не проникал теплый воздух (рис. 5). Герметик для швов должен быть мягким и легко менять форму даже при незначительных воздействиях. Отделка не должна заходить на герметик, иначе швы потеряют свою эластичность.

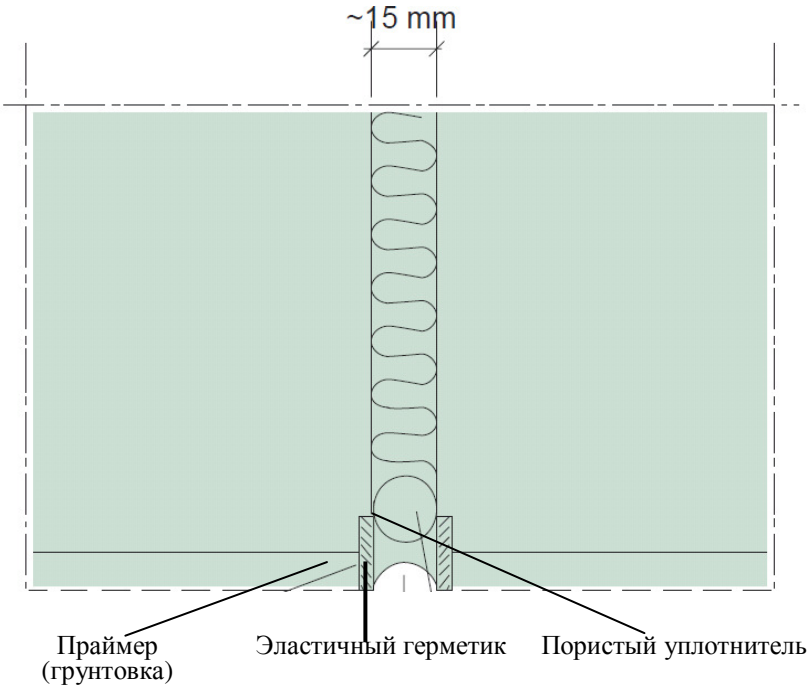


Рис. 5. Эластичный раствор в усадочных швах

Список литературы

1. Альбом технических решений по применению изделий из автоклавного газобетона (торговая марка H+H) в строительстве жилых, общественных и промышленных зданий / Материалы для проектирования и рабочие чертежи узлов. Издание второе, переработанное и дополненное. – СПб: 2011. – 183 с.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗДАНИЙ В ЕВРОПЕ: РАЗВИТИЕ НОРМ И ТРЕБОВАНИЙ

Икштадт Валентина, коммерческий директор «Кселла-Аэроблок-Центр»

Ситуация в Европе

- **Зависимость от внешних поставок энергии:**
  без принятия срочных мер зависимость от внешних поставок энергии возрастет к 2020/2030 году на 70%.
- **Окружающая среда:**
  94% всех выхлопов углекислого газа приходится на производство энергии и ее потребление.
- **Энергоснабжение:**
  влияние на поставки энергии сильно ограничено.
- **Цены на энергоносители:**
  значительный рост цен в течение **короткого промежутка времени.**

Предпосылки

Растущие выбросы углекислого газа и связанные с ними изменения климата, равно как и драматическое сокращение энергетических ресурсов планеты привело Европейский Союз к принятию документа, известного как **EU-Klimaschutzpaketes 20-20-20.**

В данном пакете документов ЕС были заявлены следующие цели до 2020 года:

- сокращение выбросов углекислого газа на 20% (по сравнению с базисным 1990 г.);
- сокращение потребления энергии на 20% (по сравнению с базисным 1990 г.);
- увеличение доли возобновляемых источников в общей структуре потребления первичной энергии до 20%.

Потребление первичной энергии в Европе

На обслуживание зданий приходится 40% общего потребления первичной энергии. Из них 75% идет на обогрев и охлаждение помещений и 15% на электроснабжение (в частности, на освещение). В целом, 30% расходов первичной энергии в Европе идет на отопление и охлаждение жилых помещений и 5% - на электричество.

Потребление первичной энергии в Европе

На обслуживание зданий приходится 40% общего потребления первичной энергии. Из них 75% идет на обогрев и охлаждение помещений и 15% - на электроснабжение (в частности, на освещение). В целом, 30% расходов первичной энергии в Европе идет на отопление и охлаждение жилых помещений и 5% - на электричество.

Постановление по энергосбережению

8 июля 2010 г. вступила в силу Европейская директива по обеспечению энергоэффективности зданий - EPBD (Energy Performance of Buildings Directive). Основными целями и задачами EPBD являются:

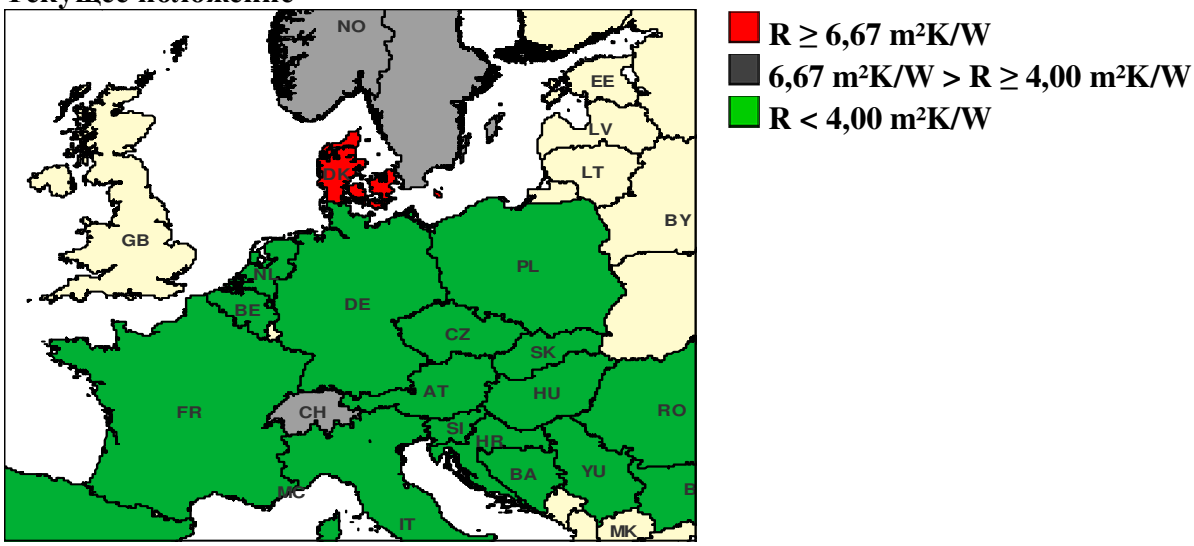
- повышение энергоэффективности зданий («дома с нулевым потреблением энергии»);
- использование возобновляемых источников энергии.

Право определения минимальных требований (например, значение R для корпуса здания) по-прежнему остается за государствами-членами ЕС.

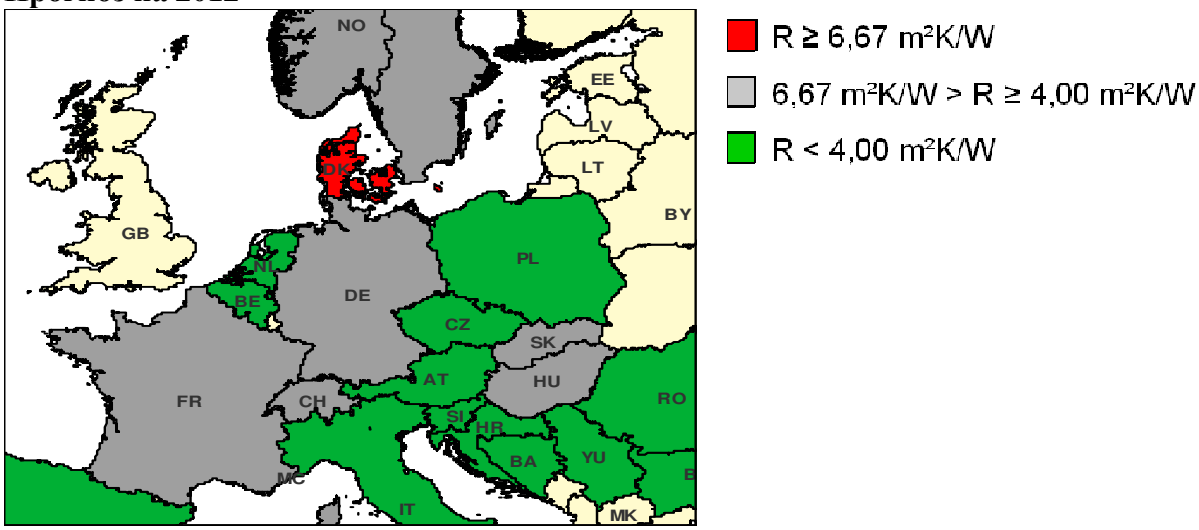
До 31.12.2018 странами-членами ЕС должно быть обеспечено следующее: все возводимые новые здания должны генерировать столько энергии, сколько они и потребляют.

Постановление предусматривает разработку национальных программ и планов действий по увеличению количества «домов с нулевым потреблением энергии» всеми государствами-участниками ЕС. Кроме того, оно требует четкого определения доли «домов с нулевым потреблением энергии» в общей структуре жилищного фонда с 2015 по 2020 год.

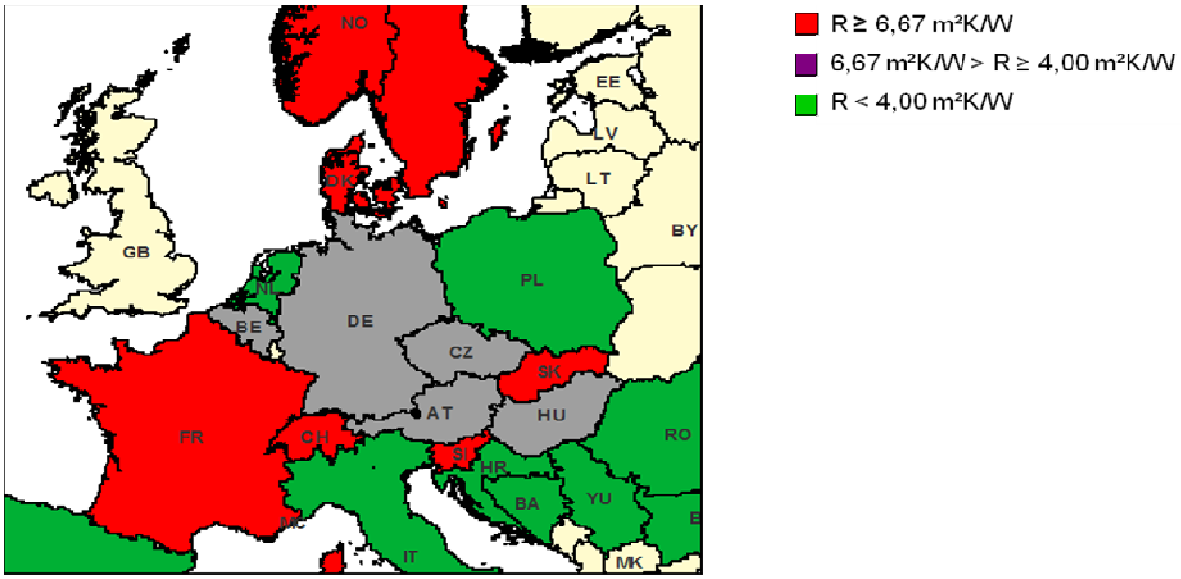
Развитие законодательных требований
Текущее положение



Развитие законодательных требований
Прогноз на 2012

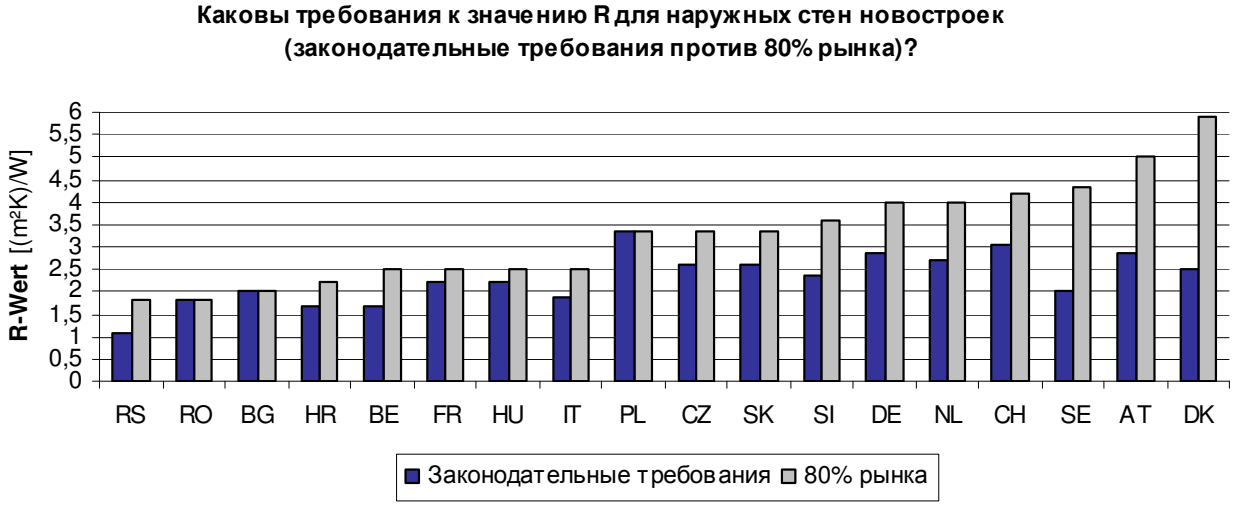


Развитие законодательных требований
Прогноз на 2015



Сравнение законодательных требований с ожиданиями рынка

Проведенный опрос менеджеров компании Кселла показал, что ожидания рыка в отношении энергоэффективности зданий превосходят действующие законодательные требования.



Повышение энергоэффективности зданий

Для повышения энергоэффективности зданий существует множество различных решений:

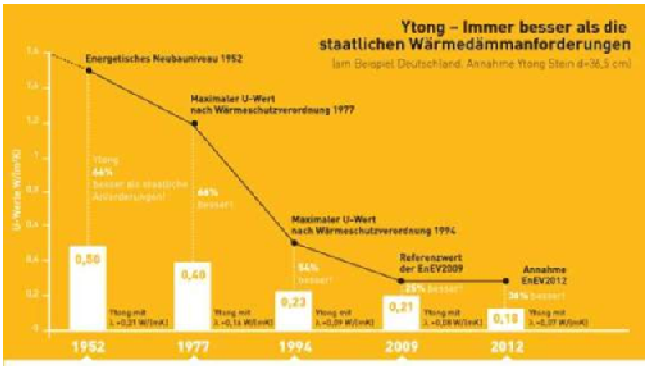
а) сокращение теплопотерь ограждающих конструкций зданий;
б) уменьшение «мостиков холода»;
в) улучшение герметичности здания;
г) повышение эффективности систем обслуживания;
д) улучшение контроля и регулирования системы отопления;
е) эффективное использование внутреннего притока тепла в зданиях;
ж) предотвращение перегрева здания в летнее время года (отсутствие необходимости охлаждения);
з) внедрение возобновляемых источников энергии (например, солнечных батарей).

Для повышения энергоэффективности здания максимально экономичным и эффективным способом необходимо улучшить качество строительной конструкции, а значит, выполнить пункты от а до з.

Сокращение теплопотерь ограждающих конструкций с Ytong

Свидетельством постоянного совершенствования продукции Ytong является, среди прочих, непрерывное улучшение значения λ (теплопроводности) блоков Ytong:

- 1952: ⇒ λ = 0,21 W/(mK)
- 2011: ⇒ λ = 0,07 W/(mK)
  ⇒ Ytong Multipor



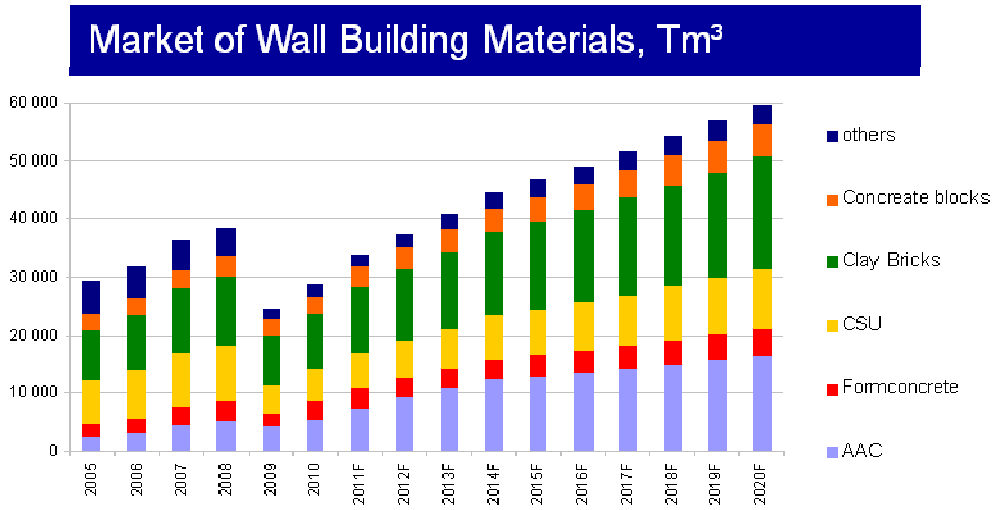
РЫНОК СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В РОССИИ

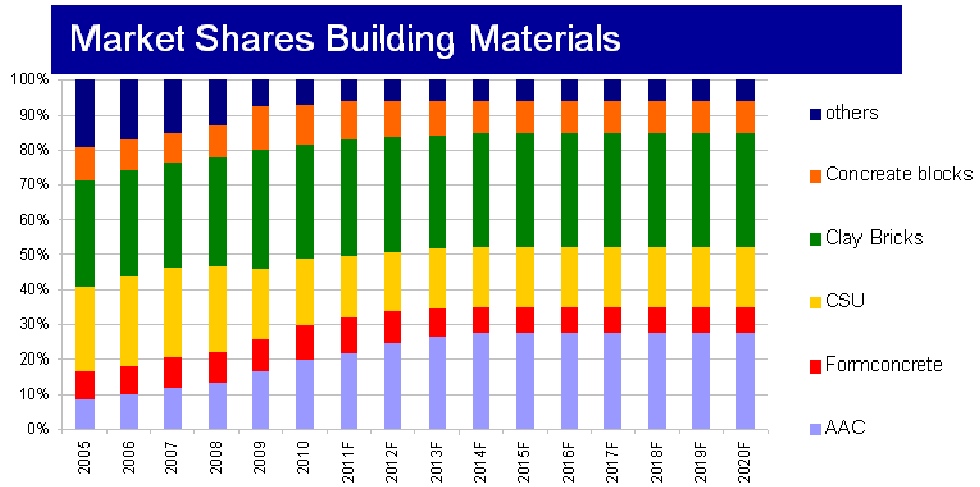
Икштадт Валентина, коммерческий директор «Кселла-Аэроблок-Центр»

Источник данных: Rosbussinessconsulting, RBK Research

Рынок строительных материалов в России

- До 2008 г. наблюдался высокий рост производства строительных материалов по причине растущих объемов жилищного строительства.
- После спада производственных объемов в 2009 г., обусловленного кризисом, уровень производства в настоящее время снова возрастает.
- Среднегодовой темп роста рынка газобетона за 2005-2010 г. составил 19,8%, рост рынка в целом составил 2,5%.
- Рост доли рынка газобетона объясняется быстрым ростом сегмента малоэтажного строительства, а также низкой ценой газобетона по сравнению с ценой на силикатный и керамический кирпич.
- Сокращение доли рынка силикатного кирпича и других материалов замещается растущей долей рынка газобетона.

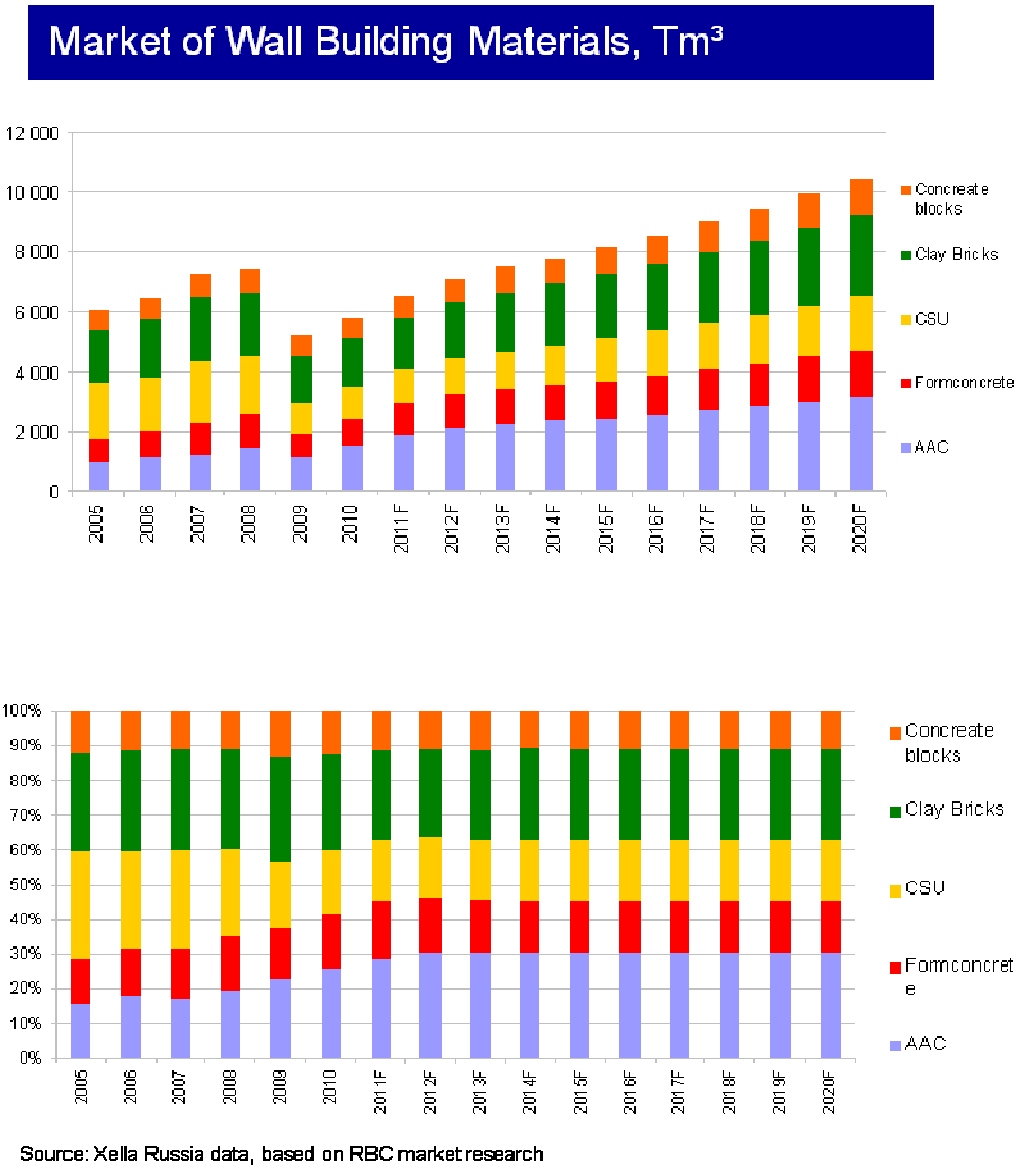




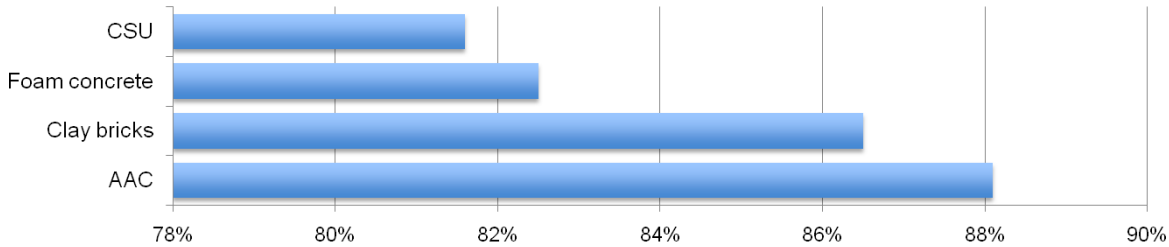
Source: Xella Russia data, based on RBC market research

Рынок стеновых строительных материалов М+МО

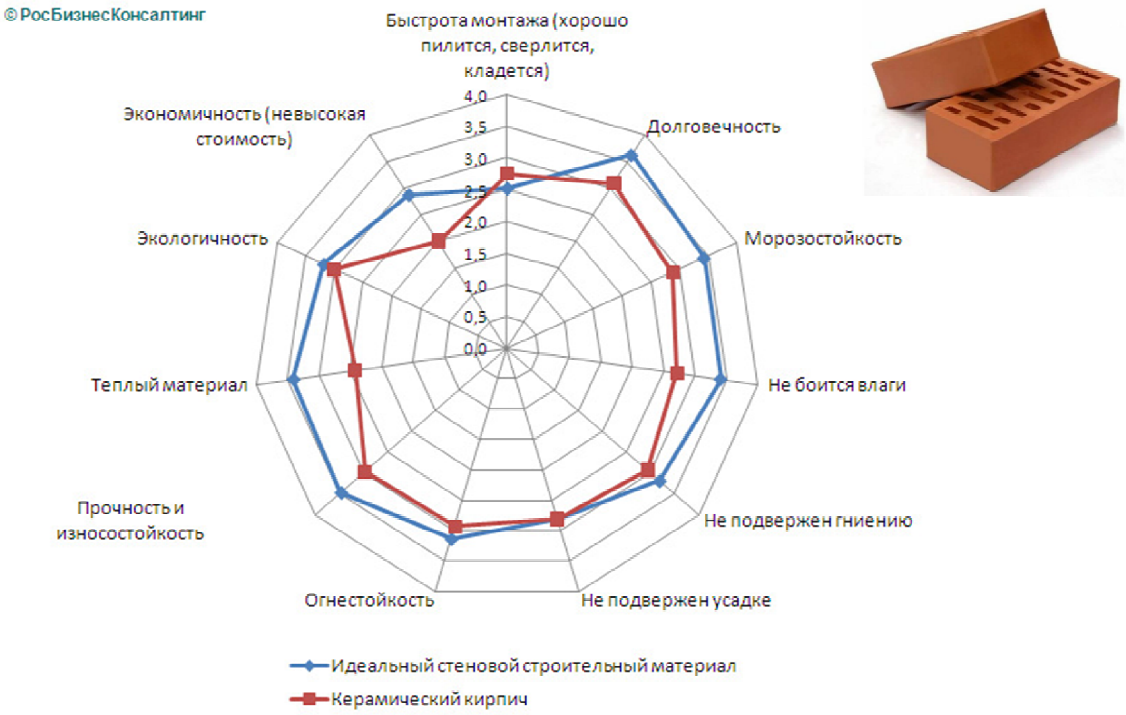
- Достижение докризисного уровня 2008 г. в объеме 7,4 млн. $м^3$ ожидается к 2013 г.
- Среднегодовой темп роста рынка газобетона за 2005-2011 г. опередил среднегодовой темп роста рынка стеновых строительных материалов за 2005-2011 г., составивший 1,3%, а также других материалов (рост рынка силикатного кирпича – 8,1%, керамического кирпича – 0,1%).
- Доля рынка газобетона выросла с 16% в 2005 г. до 29% в 2011 г. и предполагается закрепление на уровне 30% к 2012 г., что значительно превышает долю рынка всей России и Центрального региона.



Тенденции на рынке строительных материалов в России



Тенденции на рынке строительных материалов в России: керамический кирпич



Тенденции рынка кирпича в России на 2010 -2014 гг.

1. Сокращение доли производства кирпича в общем объеме стеновых материалов. Это связано с ростом популярности альтернативных строительных материалов.

2. Высокий уровень региональности рынка. Спрос на кирпич в основном удовлетворяется за счет продукции собственного производства или продукции из соседнего региона.

3. Расширение географии сбыта за счет соседних регионов. Низкая покупательская способность вынудила оставшиеся на рынке предприятия менять стратегию развития.

4. Низкий уровень концентрации игроков. Вследствие региональности рынка ни один кирпичный завод не занимает более 3% российского рынка. Наиболее крупным игроком является ГК «ЛСР», в которую входит 3 завода-производителя кирпича. В настоящее время группа продолжает консолидировать активы, покупая заводы в различных регионах.

5. Уход с рынка большого количества игроков. Из-за резкого сокращения объемов строительства в 2008-2009 гг. с рынка ушло, по разным оценкам, порядка 300-450 производителей кирпичной продукции. В настоящее время их количество составляет примерно 550-700 предприятий.

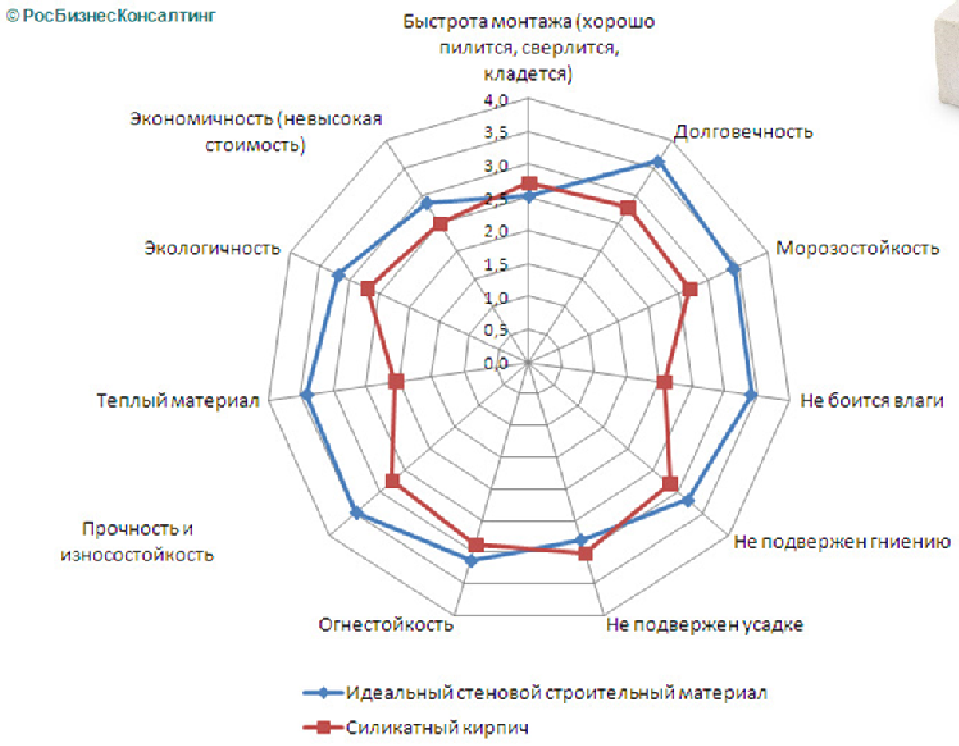
6. Превращение рынка кирпича из «рынка производителя» в «рынок покупателя». Теперь, при выборе поставщика именно покупатель диктует свои условия, ориентируясь в первую очередь на цену, а также на качество продукции и условия доставки.

7. Снижение цены на кирпичную продукцию. Это произошло за счет того, что в условиях кризиса многие предприятия стали следовать стратегии снижения издержек. На низкие цены повлияло также отсутствие какой-либо модернизации и строительства новых заводов по производству кирпича, несмотря на то, что российские заводы остро нуждаются в техническом перевооружении. Из-за отсутствия качественного технического оснащения предприятиям все труднее быть конкурентоспособными на рынке, т.к. качество выпускаемой продукции неуклонно снижается.

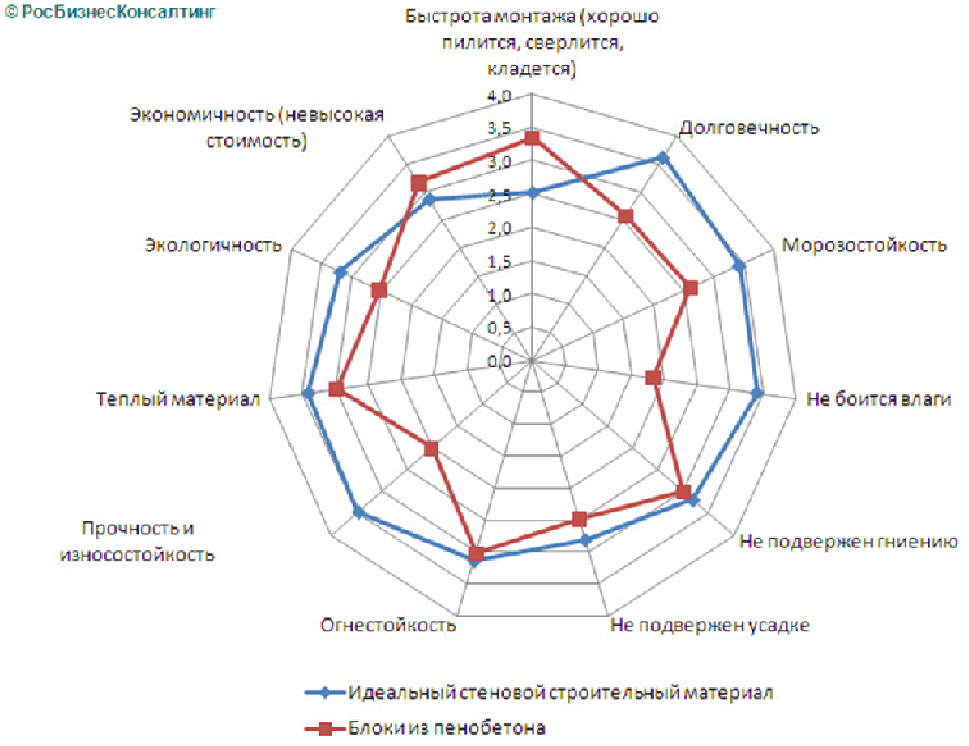
8. Постепенное восстановление рынка за счет изменения структуры строительства. Несмотря на тенденцию к снижению темпов роста, наблюдаемую в последние годы, эксперты и производители видят потенциал рынка, прежде всего, в развитии индивидуального жилищного строительства. Последнее время говорят о возвращении к традиционным строительным материалам. Крупная американская компания Acme Brick Company собирается открывать бизнес в России на основе таких оценок

9. Износ производственных мощностей. Уровень износа основных производственных мощностей в среднем по отечественным кирпичным заводам находится в диапазоне 60-70%

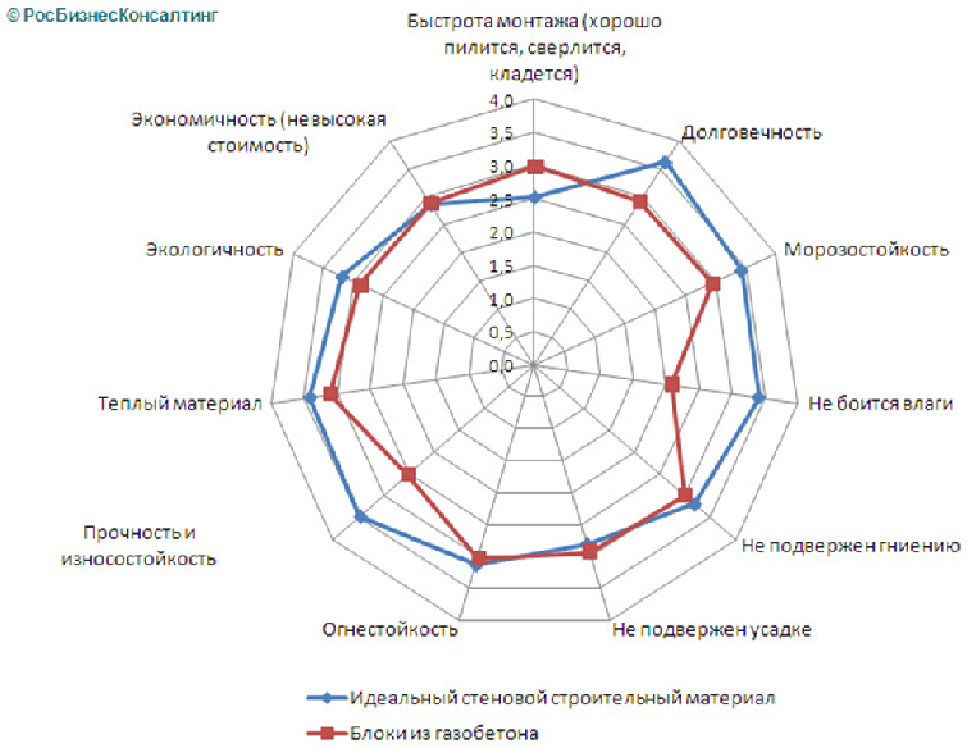
Тенденции на рынке строительных материалов в России: силикатный кирпич



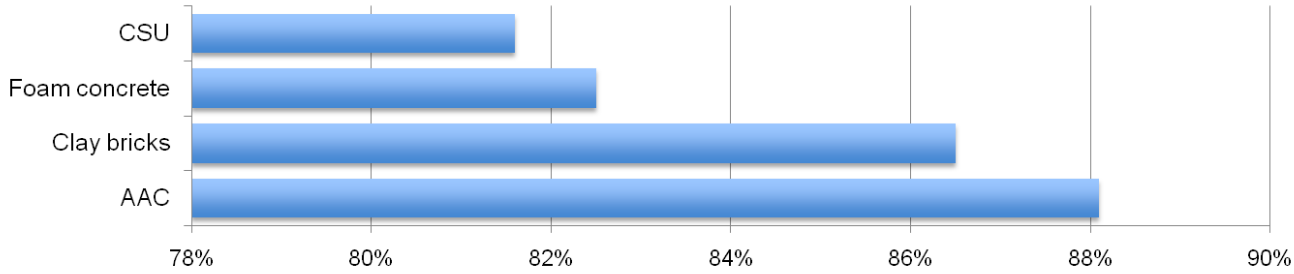
Тенденции на рынке строительных материалов в России: пенобетон



Тенденции на рынке строительных материалов в России: газобетон



Тенденции на рынке строительных материалов в России. Идеальный материал для использования в малоэтажном строительстве



ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОСТАВА ШТУКАТУРНЫХ РАСТВОРОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ, С УЧЕТОМ СОВМЕСТНОСТИ РАБОТЫ ГАЗОБЕТОННОГО ОСНОВАНИЯ И ШТУКАТУРНОГО ПОКРЫТИЯ

Парута В.А., Саевский А.А., Гавриленко Л.В., Диалло М.К., Антипова М.А., Одесская государственная академия строительства и архитектуры,
Брынзин Е.В., ООО «UDK GAZBETON», г. Днепропетровск

Оштукатуривание стен из автоклавного газобетона с последующей отделкой красками или декоративной штукатуркой является наиболее предпочтительным технико-экономическим решением. Однако часто приходится наблюдать значительное трещинообразование в штукатурном покрытии, а также в контактной зоне с газобетонной кладкой. Это приводит к снижению долговечности ограждающей конструкции.

Причиной трещинообразования может быть проектирование состава и свойств штукатурки без учета совместности ее работы с газобетонным основанием. Помимо паропроницаемости, следует учитывать прочность при сжатии, модуль упругости, деформации (температурные, влажностные, карбонизационные) газобетонного основания и штукатурки, а также процессы, протекающие при твердении и эксплуатации.

Для определения путей решения проблемы рассмотрим механизмы деструктивных процессов, протекающих при нанесении штукатурного покрытия и эксплуатации здания. После нанесения растворной смеси на кладку из-за высокого капиллярного потенциала газобетона происходит отсос влаги из твердеющего композита и испарение ее вследствие воздействия солнечных лучей и воздушных потоков. Это приводит к усадке раствора и образованию трещин в нем и в контактной зоне с газобетонным основанием.

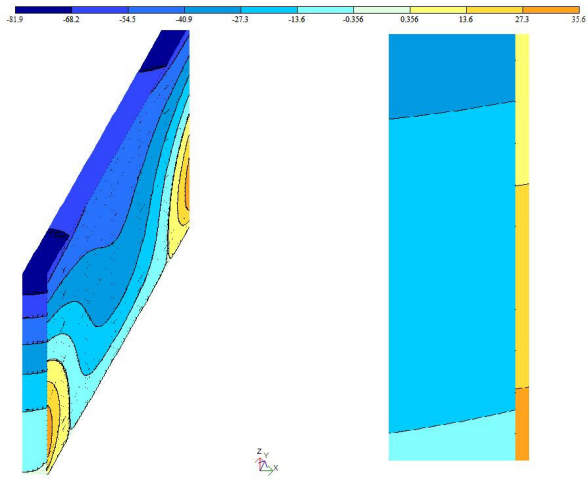
При эксплуатации стеновая конструкция испытывает напряжения, вызванные деформированием кладки и штукатурного покрытия. Деформация кладки происходит под воздействием собственной массы и массы перекрытия, эксплуатационных нагрузок, усадки кладочного раствора, карбонизации газобетона, увлажнения под воздействием парообразной влаги, диффундирующей из помещения и конденсирующейся внутри конструкции, температуры. Деформации штукатурного покрытия происходят из-за воздействия солнечного излучения, увлажнения атмосферной влагой, минусовых температур, деформации кладки.

Температурно-влажностные деформации являются цикличными и непрерывными (рис. 1).

$$\Delta Lp = \alpha \Delta T^{p} L \qquad \Delta Lc = \alpha \Delta T^{c} L, \qquad (1)$$

$$\Delta Lтв = (\alpha \Delta T L Fm) + (\Delta Lq L), \qquad (2)$$

где ΔLp, ΔLc – деформации растяжения и сжатия; α – коэффициент температурного удлинения материала; ΔT – разность температур; L – длина элемента; $\Delta Lтв$ - тепло-влажностные деформации; Fm - показатель материальных дефектов; ΔLq – влажностные деформации.



а) б)

Рис. 1. Температурные деформации ограждающей конструкции
а) общий вид, б) контактная зона «кладка-штукатурное покрытие»

Это приводит к изменению размеров и искривлению ограждающей конструкции (рис. 2).

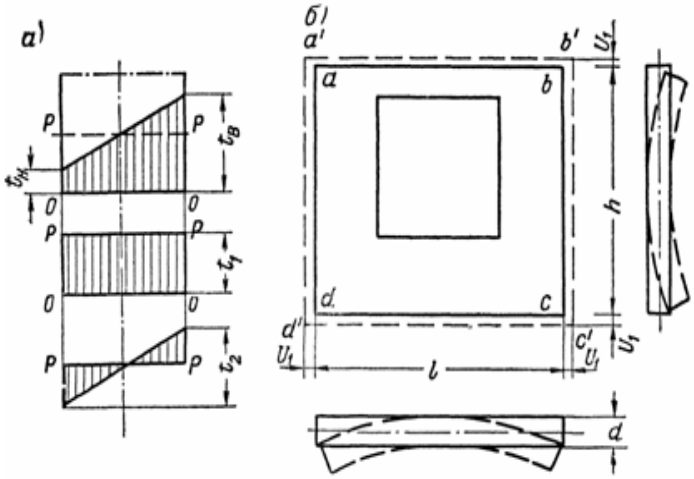
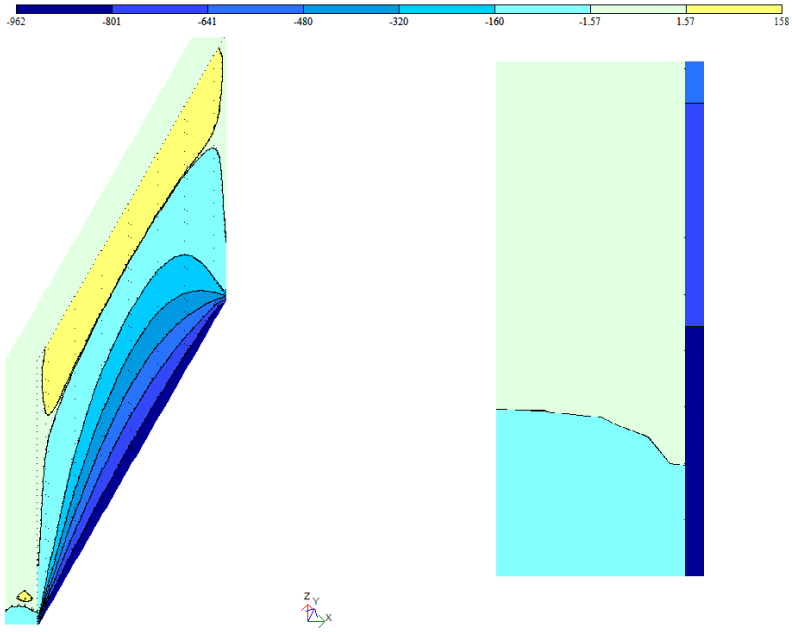


Рис. 2. Температурные деформации стеновой конструкции:
a – распределение температур в ограждающей конструкции;
b – температурные деформации [1, с.153]

Такие деформации вызывают напряжения в штукатурном покрытии (рис. 3), предопределяя развитие трещин, зарождающихся при нанесении растворной смеси на газобетонную кладку.



а) б)

Рис. 3. Напряжения в ограждающей конструкции:
а) общий вид; б) контактная зона «кладка-штукатурное покрытие»

Из-за разницы коэффициентов термического расширения и модуля упругости материалов кладки и штукатурного покрытия в контактной зоне возникают напряжения сдвига:

$$\tau = [\Delta T1\alpha 1 - \Delta T2\alpha 2]/[1/E1 + 1/E2], \qquad (3)$$

где τ - напряжение сдвига от температурных деформаций, кгс/см^2; $\Delta T1$, $\Delta T2$ – разность температуры покрытия и кладки; $\alpha 1$, $\alpha 2$ – коэффициент термического расширения кладки и покрытия; E1, E2 – модули упругости кладки и покрытия, кгс/см^2.

Эти напряжения и являются основной причиной развития магистральной трещины в контактной зоне между штукатуркой и кладкой. Трещина развивается со скоростью dl/dN:

$$dl/dN=A(\Delta K)^n, \qquad (4)$$

где A и n - эмпирические коэффициенты, n=2-7, с увеличением хрупкости материала n увеличивается; ΔK=Kmax-Kmin - перепад коэффициента интенсивности напряжений за один цикл; N — число циклов.

$$dl/dN=Co(Kmax-Kth/Kc-Kmax)^q, \qquad (5)$$

где Co, q — эмпирические величины; Kth - пороговый коэффициент интенсивности напряжений; Кс — вязкость разрушения.

Такой системе присуще усталостное разрушение при низком уровне напряжений и частой их цикличности. Основной причиной развития усталостных повреждений является изменение концентрации упругопластических деформаций в вершине магистральной трещины при циклическом нагружении системы: увлажнение-высушивание, нагревание-охлаждение. При нагревании или увлажнении, а также при их совместном воздействии, происходит рост упругопластических деформаций в контактной зоне «газобетонная кладка–штукатурное покрытие», что приводит к увеличению радиуса кривизны вершины дефектов, расположенных в ней. Пока уровень деформаций меньше предельного значения для данного материала, трещина не растет. Если в ходе дальнейшего роста внешней нагрузки деформации в конце трещины превзойдут предельный уровень, произойдет ее подрастание. На обратном ходе цикла нагружения происходит частичное восстановление геометрии вершины трещины и размера пластической зоны, существовавшей в начале цикла нагружения, однако в дальнейшем трещина увеличивает свою длину.

Все это приводит к разрушению контактной зоны, отслоению штукатурного покрытия от кладки по преимущественно адгезионному типу разрушения. Процесс интенсифицируется из-за присутствия влаги, агрессивных жидкостей и газов, отрицательных температур. Так, в здании, построенном в Риге, уже через 24 года эксплуатации в штукатурке наблюдалось большое количество трещин шириной 0,2-2мм, на 30% площади фасада штукатурка потеряла сцепление с газобетонной кладкой. Имелись значительные отпадения штукатурки по всему фасаду здания [2].

Для повышения долговечности ограждающей конструкции необходимо предотвратить протекание вышеуказанных деструктивных процессов, обеспечить совместность работы газобетонной кладки и штукатурного покрытия. Снизить температурно-влажностные деформации вызванные ими и напряжения в покрытии и контактной зоне можно путем подбора состава штукатурного покрытия со свойствами, как можно более близкими к свойствам газобетонной кладки. Этого можно добиться, целенаправленно модифицируя растворную смесь, создав условия для формирования бездефектной контактной зоны и штукатурного покрытия.

Для повышения адгезии между штукатуркой и кладкой необходимо использовать большую «всасывающую способность» газобетонного основания. Так как газобетон имеет значительный капиллярный потенциал, при нанесении растворной смеси поры будут «присасывать» ее к себе, обеспечивая максимальную площадь контакта между ними. У обычного раствора этого не происходит, так как отсос влаги приводит к его усадке и отслоению от газобетонного основания. Для того чтобы этого избежать, модифицированная смесь должна иметь высокую водоудерживающую способность. Поэтому в ее состав вводят наполнитель (карбонатный, бой газобетона, перлит, вермикулит), водоудерживающий эффект которого усиливают эфиры целлюлозы и редиспергируемые полимеры.

При нанесении раствора стенки пор газобетона пропитываются водной дисперсией полимера, содержащегося в растворной смеси, что приводит к повышению их прочности, обеспечивает «анкерование» полимера, находящегося в штукатурном растворе, образуя прочную и эластичную связь «полимер–полимер». Силикаты кальция газобетона, являясь центрами кристаллизации для новообразований минерального вяжущего, способствуют формированию в контактной зоне полимерцементного композита с малой дефектностью структуры. Введением полимерной фибры в смесь обеспечивается микроармирование контактной зоны. Все вместе взятое позволяет сформировать контактную зону с малым

количеством дефектов и достаточной адгезионной прочностью и эластичностью, позволяющей релаксировать возникающие напряжения.

Однако только формирования качественного контактного слоя недостаточно. Рассмотрим систему «кладка–покрытие» как трехслойную систему «штукатурка–контакная зона–газобетонное основание». При использовании штукатурного раствора с прочностью и модулем упругости, большим, чем у газобетонного основания, разрушение будет происходить по газобетону (когезионное разрушение). Необходимо, чтобы кладка и штукатурный раствор имели сходные прочность и модуль упругости, температурные и влажностные деформации. В этом случае формирование достаточно прочной, эластичной контактной зоны обеспечит совместную работу слоев системы «кладка–штукатурное покрытие».

Уменьшение модуля упругости штукатурки приведет, в соответствии с формулами 3 и 4, к уменьшению сдвиговых напряжений и уменьшению скорости продвижения магистральной трещины. Этого можно добиться введением в смесь мелкого заполнителя с низким модулем упругости (карбонатный и газобетонный песок, перлит, вермикулит). Добавление полимерной дисперсии и полимерной фибры позволит усилить полученный эффект, не только снизив модуль упругости штукатурного раствора, но и уменьшив его температурные и влажностные деформации, и добиться снижения трещинообразования в системе «кладка–покрытие».

Исходя из вышеизложенных теоретических предпосылок, мы подобрали модифицированные штукатурные смеси на различных видах заполнителей и наполнителей – вермикулитовом и из боя газобетона (смесь №1), карбонатном и перлитовом (смесь №2). Для оптимизации рецептурно-технологических параметров использовали пятифакторный эксперимент со следующими варьируемыми факторами (таблица 1).

Таблица 1.

	Диапазон варьирования	Расход вяжущего, кг/м^3	Расход заполнителя и наполнителя, м^3/м^3	Расход фибры, кг/м^3	Расход редиспергируемого полимерного порошка Winnapas 5043 H, %	Расход Tylose MBZ 15009,%
		X1	X2	X3	X4	X5
Смесь № 1	1	500	1,05/1	1,2	5	0,5
	0	400	1,05/1	0,9	3	0,3
	-1	300	1,05/1	0,6	1	0,1
Смесь №2	1	400	1,05/1	1,2	5	0,5
	0	300	1,05/1	0,9	3	0,3
	-1	200	1,05/1	0,6	1	0,1

В результате получена штукатурка, позволяющая обеспечить совместность работы газобетонной кладки со штукатурным покрытием, и тем самым высокую долговечность стеновой конструкции. Основные физико-механические характеристики штукатурки из смеси №2: средняя плотность 700-1100 кг/м^3, прочность при изгибе 10-25 кг/см^2, прочность при сжатии 15-35 кг/см^2, коэффициент трещиностойкости 0,25-1 (рис. 4-7). Для смеси №1: средняя плотность 600-1500 кг/м^3, прочность при изгибе 12-18 кг/см^2, прочность при сжатии 18-36 кг/см^2, коэффициент трещиностойкости 0,56-0,74 (рис. 6-9).

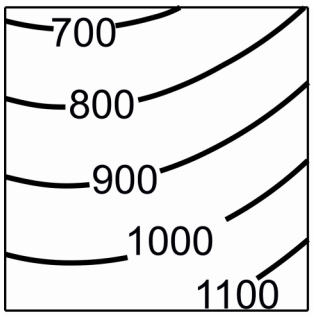


Рис. 4. Средняя плотность штукатурного раствора

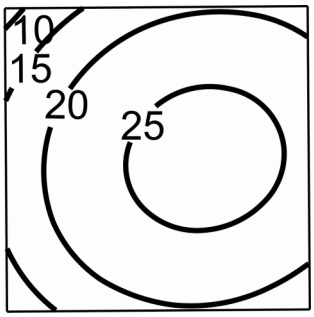


Рис. 5. Прочность при изгибе штукатурного раствора

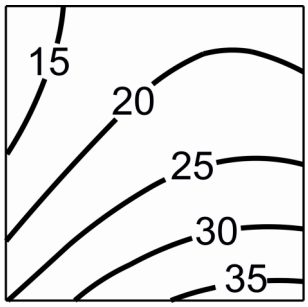


Рис. 6. Прочность при сжатии штукатурного раствора

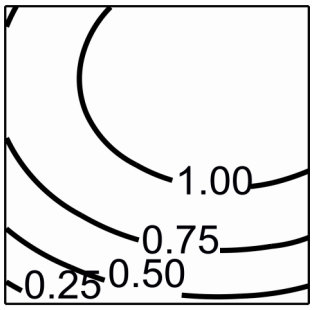


Рис. 7. Трещиностойкость штукатурного раствора

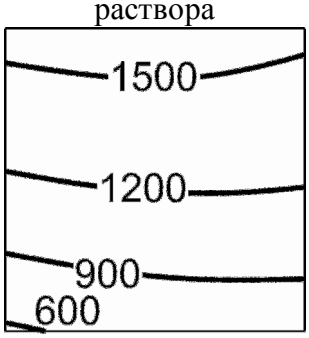


Рис. 8. Средняя плотность штукатурного раствора

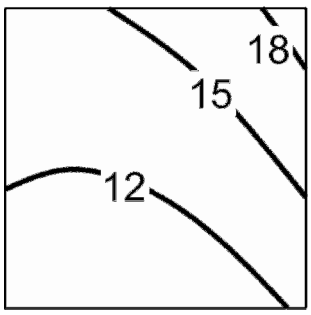


Рис. 9. Прочность при изгибе штукатурного раствора

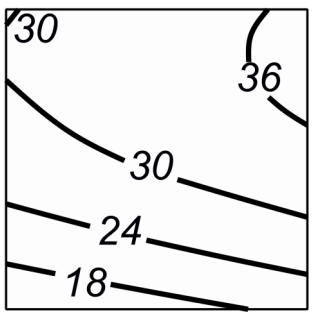


Рис. 10. Прочность при сжатии штукатурного раствора

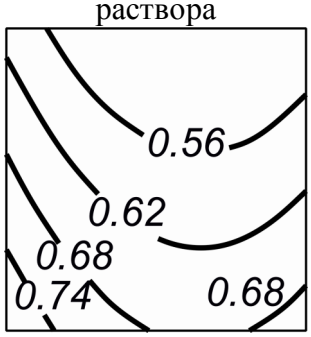


Рис. 11. Трещиностойкость штукатурного раствора

Приведенные данные свидетельствуют о том, что целенаправленной модификацией штукатурной смеси можно улучшить ее параметры и обеспечить совместность работы «газобетонная кладка–штукатурное покрытие». Это, в свою очередь, обеспечит повышение долговечности стеновой конструкции.

Список литературы

1. Емельянов А.А. Повреждения наружных панелей жилых полносборных зданий при температурных деформациях по данным натурных исследований // Анализ причин аварий и повреждений строительных конструкций. Выпуск 2. 1964. М. С. 153-177.
2. Силаенков Е.С., Зарин Р.А., Рудин П.В. Опыт эксплуатации газобетонных конструкций // Анализ причин аварий и повреждений строительных конструкций. Выпуск 2. 1964. М. С. 137-153.

UMKA®
Энергосбережение и экология дома

СМЕСЬ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННАЯ ШТУКАТУРНАЯ UB-21

торговой марки «UMKA®»

для наружных и внутренних работ

- ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННАЯ
- ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНАЯ
- НЕГОРЮЧАЯ
- ГИДРОФОБНАЯ
- МОРОЗОСТОЙКАЯ
- ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННАЯ

Состав:
минеральные вяжущие (цемент, известь), легкие минеральные заполнители, полимерные модифицирующие добавки.

Смесь теплоизоляционная штукатурная UB-21 торговой марки «UMKA®» соответствует требованиям ГОСТ 31357-2007

Соответствует требованиям технического регламента о требованиях пожарной безопасности ГОСТ 30244-94 Группа НГ Класс КМ0

Область применения

Смесь теплоизоляционная штукатурная UB-21 ТМ «UMKA®» применяется для наружных и внутренних работ по минеральным основаниям (бетон, кирпич, газо- и пенобетон, перлитобетон и т.п.). Для оштукатуривания фасадов, откосов, балконов, полуподвальных и подвальных помещений. Пригодна для нанесения как вручную, так и штукатурными машинами. Толщина слоя – от 10 до 100 мм. Обеспечивает тепло-, гидро- и звукоизоляцию ограждающих конструкций.

Подготовка основания

Основание очистить от старой краски, грязи, пыли и непрочных фрагментов, если нужно промыть, бетон очистить от остатков опалубочной смазки. Удалить выступы, металлические элементы защитить от коррозии.
Большинство стеновых материалов не требует предварительного грунтования - достаточно непосредственно перед нанесением штукатурной смеси обильно смочить их водой. Гладким бетонным основаниям рекомендуется придать шероховатость механическим способом или с помощью контактной грунтовки. Гипсовые основания предварительно обработать изолирующей грунтовкой.

Выполнение работ

Смесь теплоизоляционную штукатурную UB-21 ТМ «UMKA®» можно наносить как ручным способом, так и с помощью штукатурных машин типа M-Tech Duo - Mix, PFT или аналогичных.

Ручной способ. Приготовление растворной смеси

В круглую емкость с плоским дном *(емкостью 40 л – при замесе на 1 мешок сухой смеси и 60 л – при замесе на 2 мешка сухой смеси)* налить чистую воду из расчета 3,2-3,4 л на мешок (7 кг). В воду засыпать смесь теплоизоляционную штукатурную UB-21 ТМ «UMKA®».

ВАЖНО! *Для обеспечения однородности растворной смеси при замесе необходимо использовать содержимое мешка полностью. Не допускается частичное использование содержимого мешка.*

Тщательно перемешать растворную смесь ручным высокооборотным (не менее 600 об./мин.) строительным миксером до однородной консистенции без комков и сгустков в течение 4-5 мин. Рекомендуется использовать миксер с 2-мя насадками. Раствор выдержать 5 минут и снова тщательно перемешать. Показателем правильно приготовленной растворной смеси является ее равномерная густота без комков и ее способность удерживаться на перевернутом металлическом шпателе.

Машинный способ. Подготовка к работе

Работы по машинному оштукатуриванию проводятся, как правило, в составе бригады штукатуров. Подготовить штукатурную машину к работе согласно "Инструкции по эксплуатации".

Приготовление растворной смеси

Засыпать смесь теплоизоляционную штукатурную UB-21 ТМ «UMKA®» в бункер машины. Установить расход воды в соответствии с требуемой консистенцией раствора. Рекомендуемая отметка расхода воды – около 350 л/час (в зависимости от типа используемой машины). Точный подбор расхода воды – в зависимости от материала стены и температуры окружающей среды.

Общие рекомендации по применению

Работы выполнять при температуре основания от +5°С до +30°С. Все приведенные в настоящем Техническом описании рекомендации эффективны при температуре +20°С и относительной влажности воздуха 60%. В других условиях время работопригодности растворной смеси может измениться.

ВАЖНО! *В летний период не выполнять работы при прямом действии солнечных лучей на растворную смесь и на основание! Следует также избегать прямого действия на растворную смесь атмосферных осадков.*

Примечание

Смесь теплоизоляционная штукатурная UB-21 ТМ «UMKA®» содержит цемент и известь, которые при взаимодействии с водой дают щелочную реакцию, поэтому при работе необходимо беречь глаза и кожу. В случае попадания растворной смеси в глаза немедленно промыть их водой и обратиться к врачу.

Технические характеристики

Насыпная плотность сухой смеси	360 кг/м3
Количество воды затворения на 1 кг сухой смеси	0,45-0,48 л
Время работопригодности растворной смеси	не менее 60 мин.
Плотность раствора в сухом состоянии	340 кг/м3
Предел прочности раствора на растяжение при изгибе	не менее 0,5 МПа
Предел прочности раствора на сжатие	не менее 1,0 МПа
Прочность сцепления раствора с основанием (бетон) после выдерживания в воздушно-сухих условиях	не менее 0,2 МПа
Теплопроводность раствора в сухом состоянии	0,065 Вт/(м•К)
Коэффициент водопоглощения раствора (за 24 часа)	не более 0,2 кг/м2• √час
Паропроницаемость раствора	не менее 0,3 мг/(м•час•Па)
Морозостойкость раствора	не менее 35 циклов
Звукоизоляция раствора при толщине слоя 20 мм	не менее 43 дБ
Расход сухой смеси при толщине слоя 10 мм	3,5-4,0 кг/м2
Упаковка	крафт-мешок 7 кг

Палета
Официальный Эксклюзивный дистрибутор ТМ «UMKA®» на территории РФ
СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ООО «ПАЛЕТА»
195027, Санкт-Петербург,
ул. Магнитогорская, д. 30,
БЦ «Доминат», офис 925
тел. +7 (812) 326-18-68
факс +7 (812) 676-46-37
www.sintez-sz.ru
yvi@sintez-sz.ru

ДИЛЕР В ВАШЕМ РЕГИОНЕ:
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ
ООО «ОКТ» г. Москва 107076,
ул. Стромынка, офис 128,
Тел.: +7 (495) 972-24-44, 8-800-700-77-18
Факс: +7 (499) 268-53-32, 268-53-40
E-mail: com@okt.com.ru
http: www.okt.com.ru

UMKA® Энергосбережение и экология дома

СМЕСЬ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННАЯ БЕТОННАЯ ДЛЯ ПОЛА UP-1
торговой марки «UMKA®»

- ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННАЯ
- ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНАЯ
- НЕГОРЮЧАЯ
- ГИДРОФОБНАЯ
- МОРОЗОСТОЙКАЯ

Состав
Минеральное вяжущее (цемент), легкие минеральные заполнители, полимерные модифицирующие добавки.

Область применения
Смесь теплоизоляционная бетонная для пола UP-1 ТМ «UMKA®» применяется для создания монолитных теплозвукоизоляционных стяжек внутри помещений по бетонным и железобетонным монолитным и сборным основаниям, а также по грунту. Может применяться для создания полов с системой подогрева. Толщина слоя - от 40 до 100 мм.
Непосредственно по стяжке могут применяться любые напольные покрытия (ламинат, паркет, керамическая плитка, линолеум, ковролин и т.п.).

Подготовка основания
Основания очистить от пыли, грязи, масляных пятен и т.п. Непрочные участки удалить, основание смочить водой. Пористые основания обработать грунтовкой глубокого проникновения. Смесь укладывать после полного высыхания грунтовки.
При использовании по грунту основание тщательно уплотнить и предварительно уложить слой гидроизоляции.

Выполнение работ
Приготовление бетонной смеси
Смесь теплоизоляционную бетонную для пола UP-1 ТМ «UMKA®» засыпать в емкость с чистой водой из расчета 4,0-4,4 л на мешок (10 кг) и тщательно перемешать ручным низкооборотным строительным миксером или в бетоносмесителе до однородной консистенции без комков и сгустков в течение 4-5 мин. Не рекомендуется применять высокооборотные смесители и оставлять готовую к применению смесь в работающем бетоносмесителе во избежание истирания легкого заполнителя.

__ВАЖНО!__ Для обеспечения однородности бетонной смеси при замесе необходимо использовать содержимое мешка полностью. Не допускается частичное использование содержимого мешка.
__ВАЖНО!__ Избыточное количество воды приводит к расслоению бетонной смеси, усадочным деформациям, уменьшению прочности бетона. При снижении подвижности бетонной смеси дополнительно перемешать ее без добавления воды.

Укладка смеси
Смесь теплоизоляционную бетонную для пола UP-1 ТМ «UMKA®» уложить на подготовленное основание и с помощью правила или рейки по маякам сформировать ровное покрытие. Укладку смеси теплоизоляционной бетонной для пола UP-1 ТМ «UMKA®» следует начинать от дальнего угла помещения. При необходимости через 3-5 часов затереть поверхность уложенной смеси деревянной или пенопластовой теркой.

Общие рекомендации по применению
Работы выполнять при температуре основания от +5°С до +30°С. Через 24 часа возможно технологическое передвижение по поверхности уложенного бетона.
Все приведенные в настоящем Техническом описании рекомендации эффективны при температуре +20°С и относительной влажности воздуха 60%. В других условиях время работопригодности и твердение смеси теплоизоляционной бетонной для пола UP-1 ТМ «UMKA®» может измениться.

Рекомендации по укладке последующих слоев
Устройство финишных бетонных покрытий по смеси теплоизоляционной бетонной для пола UP-1 ТМ «UMKA®» можно выполнять через 3 суток, укладку декоративных покрытий сухим способом – не ранее, чем через 14 суток. При пониженной температуре и (или) повышенной влажности окружающей среды время до укладки покрытий сухим способом может увеличиться.

Смесь теплоизоляционная бетонная для пола UP-1 торговой марки «UMKA®» соответствует требованиям ГОСТ 31357-2007

Соответствует требованиям технического регламента о требованиях пожарной безопасности ГОСТ 30244-94 Группа НГ Класс КМ0

Технические характеристики	
Насыпная плотность сухой смеси	600-650 кг/м3
Количество воды затворения на 1 кг сухой смеси	0,4-0,44 л
Время работопригодности бетонной смеси	не менее 30 мин.
Плотность бетона в сухом состоянии	не более 800 кг/м3
Предел прочности бетона на сжатие	не менее 5,0 МПа
Прочность сцепления бетона с основанием	не менее 0,2 МПа
Теплопроводность бетона в сухом состоянии	не более 0,18 Вт/(м•К)
Усадка	не более 2,0 мм/м
Индекс изоляции ударного шума при толщине бетона 100 мм	не менее 37 дБ
Расход сухой смеси при толщине слоя 40 мм	~ 20-25 кг/м2
Упаковка	Крафт-мешок 10 кг

Палета
Официальный Эксклюзивный дистрибутор ТМ «UMKA®» на территории РФ
СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ООО «ПАЛЕТА»
195027, Санкт-Петербург,
ул. Магнитогорская, д. 30,
БЦ «Доминат», офис 925
тел. +7 (812) 326-18-68
факс +7 (812) 676-46-37
www.sintez-sz.ru
yvi@sintez-sz.ru

ДИЛЕР В ВАШЕМ РЕГИОНЕ:
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ
ООО «ОКТ» г. Москва 107076,
ул. Стромынка, офис 128,
Тел.: +7 (495) 972-24-44, 8-800-700-77-18
Факс: +7 (499) 268-53-32, 268-53-40
E-mail: com@okt.com.ru
http: www.okt.com.ru

Палета
ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ

НАРУЖНАЯ И ВНУТРЕННЯЯ ОТДЕЛКА СТЕН ИЗ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОЙ ШТУКАТУРНОЙ СМЕСЬЮ ТОРГОВОЙ МАРКИ «UMKA®» UB-21

Иванов А.И., ведущий специалист, ООО «Палета»[1]
Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Магнитогорская, д. 30, оф. 925
тел. (812) 326-18-68, веб-сайт: www.sintez-sz.ru

К наружной отделке стен из автоклавного газобетона необходимо подходить со всей серьезностью и ответственностью, ведь от качества финишной отделки непосредственно зависит и реноме самого стенового материала.

Основными целями финишной отделки стен являются придание фасаду дома эстетичного вида, защита стен от вредных влияний внешней среды и атмосферных осадков, обеспечение более высокой, чем у конструктивных стен, паропроницаемости наружного слоя, повышение общего теплового сопротивления, необходимого для ограждающих конструкций, а значит, энергоэффективности дома в целом.

Для выполнения вышеописанных целей компания «Палета» рекомендует участникам строительного рынка обратить внимание на теплоизоляционную штукатурную смесь торговой марки «UMKA®» UB-21, полностью соответствующую всем требованиям, предъявляемым к штукатурным смесям по автоклавному газобетону. По итогам научно-практической конференции на тему «Современное производство автоклавного газобетона», проходившей 16-18 ноября 2011 года в Санкт-Петербурге в конференц-залах отеля «Холидей Инн Московские Ворота», компанией «Палета» было получено рекомендательное письмо о применимости теплоизоляционной штукатурной смеси «UMKA®» UB-21 для наружной отделки стен из автоклавного газобетона. Обоснованность данного письма подтверждается заключением Научно-технического совета Национальной Ассоциации производителей автоклавного газобетона, составленным на основании протоколов испытаний по использованию теплоизоляционной штукатурной смеси «UMKA®» UB-21.

Таблица 1. Требования к штукатурным составам для наружной отделки ячеистобетонных стен

№	Параметр	Метод определения	Нормируемые значения, единицы измерения	Показатели теплоизоляционной штукатурной смеси «UMKA®» UB-21	Заключение
1а	Средняя плотность (для толстослойных штукатурок)	По ГОСТ 12730.1-84	Не более 1300 кг/м^3	Менее 400 кг/м^3	Соответствует
1б	Средняя плотность (для тонкослойных штукатурок)	По ГОСТ 12730.1-84	Не более 1600 кг/м^3		

[1] ООО «Палета»- официальный эксклюзивный дистрибутор теплоизоляционных штукатурных смесей торговой марки «UMKA®» в России.

Таблица 2. Требования к отделочным покрытиям наружных стен из ячеистобетонных блоков

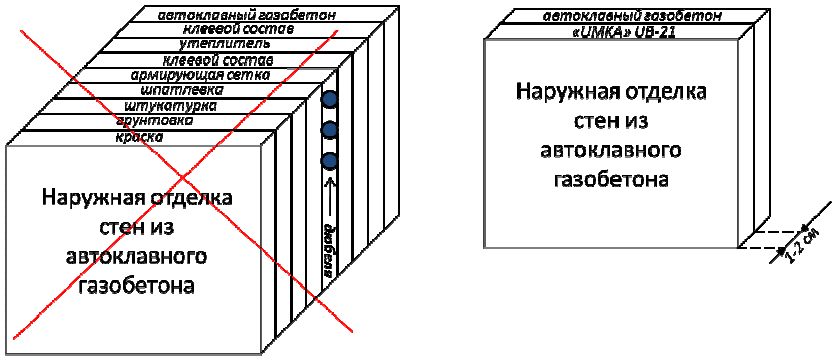
№	Параметр	Метод определения	Нормируемые значения, единицы измерения	Показатели теплоизоляционной штукатурной смеси «UMKA®» UB-21	Заключение
1б	Сопротивление паропроницанию (для отделочных покрытий на основе тонкослойных штукатурок и отделочных покрытий без штукатурных слоев), R^e_{vp}	По диффузии насыщенного пара в среду ненасыщенного ($\varphi_n = 55\%$) в стационарных условиях (20±2ºС) согласно ГОСТ 25898-83	$R^e_{vp} \le 0{,}2$ м^2·ч·Па/мг	$R^e_{vp} \le 0{,}2$ м^2·ч·Па/мг при толщине слоя до 100 мм	Соответствует
2	Водопоглощение при капиллярном подсосе	По ГОСТ 31356-2007	w ≤ 0,5 кг/(м²·ч^{0,5}).	0,059 кг/(м²·ч^{0,5}).	Соответствует
3	Адгезия к ячеистому бетону	Адгезия к основанию по ГОСТ 31356-2007	$R^o_{сц} \ge 0{,}15$ МПа	$R^o_{сц} \ge 0{,}3$ МПа	Соответствует
4	Морозостойкость контактной зоны	Определение морозостойкости контактной зоны согласно ГОСТ 31356-2007	F35	F35	соответствует

Теплоизоляционная штукатурная смесь «UMKA®» UB-21 в системе наружной отделки стен из автоклавного газобетона рекомендована к применению и в качестве основного слоя, и в качестве самостоятельного отделочного покрытия, не нуждаясь при этом ни в каких комплектующих вспомогательных материалах.

Автоклавный газобетон – один из лучших конструктивных материалов с точки зрения теплоизоляционных и паропроницаемых свойств: у него низкая теплопроводность и отличная паропроницаемость, он удобен и прост в работе. Автоклавный газобетон экологически чистый и негорючий материал. Однако автоклавный газобетон нуждается в надежной финишной отделке и защите от вредных влияний внешней среды (ультрафиолетовые лучи солнца, атмосферные осадки, влага).

По такому конструктивному материалу с точки зрения соотношения цена/качество совершено нецелесообразно возводить многослойные тяжелые конструкции утепления и отделки. Слоя теплоизоляционной штукатурной смеси «UMKA®» UB-21 более чем достаточно для того, чтобы дом был «теплым» и комфортным, удовлетворяющим требованиям СНиП по тепловому сопротивлению для ограждающих конструкций:

Теплоизоляционная штукатурная смесь «UMKA®» UB-21 обладает низким для штукатурных смесей коэффициентом теплопроводности 0,065 Вт/м°С, что позволяет при слое в 1 см увеличить тепловое сопротивление еще на 0,15 м^2·°С/Вт только за счет штукатурного слоя.



Нанесение теплоизоляционной штукатурной смеси «UMKA®» UB-21 на фасад обеспечивает не только дополнительное утепление, но и красивый защитный финишный слой. При этом не нужно опасаться негативных последствий: теплоизоляционная штукатурная смесь «UMKA®» UB-21 полностью защитит конструктивную стену от вредных воздействий внешней среды и атмосферных осадков, выведя всю влагу наружу и автоматически высушив стенку, сохранив при этом тепло. Осуществляется так называемый эффект «дышащего термоса». Теплоизоляционная штукатурная смесь «UMKA®» UB-21 обладает высоким коэффициентом паропроницаемости – 0,67 мг/м•ч•Па, что так важно для автоклавного газобетона. Адгезия к бетонному основанию теплоизоляционной штукатурной смеси «UMKA®» - 0,8 МПА. Благодаря ее высокой адгезии, работа с «UMKA®» UB-21 по автоклавному газобетону сводится лишь к простому нанесению штукатурного слоя на фасад, без предварительного грунтования, шпатлевания и армирования. Единственное, что рекомендуется - прогрунтовать «UMKA®» UB-21 после ее нанесения грунтовочной пропиткой. Если не устраивает белый цвет фасада, окрасить его в любой другой цвет фасадной краской. И уж тем более нет никакой надобности для использования многослойных конструкций по утеплению и защите с использованием профильных утеплителей (пенополистирол, минеральная вата), так как это в данном случае нецелесообразно и дорого.

Теплоизоляционная штукатурная смесь «UMKA®» UB-21 – полностью экологически чистый продукт, относящийся к классу негорючих строительных материалов (КМ0), что благоприятствует применению теплоизоляционной штукатурной смеси для внутренней отделки.

При этом внутренняя площадь помещения уменьшиться лишь на 1-2 см. Применение теплоизоляционной штукатурной смеси «UMKA®» UB-21 в качестве внутренней отделки также имеет немало существенных преимуществ:

- выравнивание стены штукатурным слоем;
- повышение энергоэффективности помещения («UMKA®» UB-21 не выпускает тепло, следовательно снижаются затраты на прогрев всей конструктивной газобетонной стены);
- отличная звукоизоляция;
- финишная внутренняя отделка.

В заключение стоит также обратить внимание на дополнительные «сезонные» преимущества теплоизоляционной штукатурной смеси «UMKA®» UB-21:

- финишный слой – шуба-скорлупа ярко-белого цвета, предохраняющая стену от перегрева летом;
- наличие специальной «зимней» модификации теплоизоляционной штукатурной смеси «UMKA®» UB-21, позволяющей выполнять работы при температуре до -10°С.

CHINA YIANBIAN KANGRUN ECONOMIC & TRADE CO., LTD – JIANGSU TEEYER (SHANGHAI) CO.LTD

China Yianbian Kangrun Economic & Trade Co., Ltd – Jiangsu Teeyer (Shanghai) Co.Ltd является самым большим производителем и поставщиком оборудования по производству газобетонных изделий в Китае.

Компания имеет огромный опыт установки заводов, которые обладают самым оптимальным соотношением цена/качество. В компании работают высококвалифицированные специалисты, обеспечивают передовую технику и высококачественный проект.

Режущая машина

Автоклав

Цель компании заключается в производстве и продаже лучшего, конкурентоспособного оборудования во всем мире. Такие оборудования поставлены в Китае, Среднем Востоке, Средней и Юго-восточной Азии, Европе (республика Беларусь). В настоящее время имеются проекты поставки заводов в Россию (в г.Пенза и Московскую область).

Шаровая мельница

Контактные данные: www.kangrun77.com

Контакты в Китае: teeyer@mail.ru

kangrun77@gmail.com

Представительство в России:

Тел: +7 (917) 927 87 87 Сергей

Тел/Факс: +7 (8552) 44 55 40

Kapitanltd888@mail.ru Альбина

baumit.com

Baumit EFFECTO

экономичная тонкослойная система отделки фасадов из автоклавного газобетона

Эффективное решение
- подтвержденная трещиностойкость и долговечность
- для стен из газобетона, уложенных на «тонкий» клеевой шов
- разнообразие цветов и фактур

Экономичное решение
- минимальный расход среди всех штукатурных материалов
- высокая производительность работ

Экологичное решение
- высокая паропроницаемость

Материалы сделаны специально для ГАЗОБЕТОННЫХ БЛОКОВ!

Life COLORED BY BAUMIT®

Для выбора декоративной отделки **Baumit** предлагает новую колерную карту Life (888 цветов).

Центральный офис ООО «Баумит»
192007, г. Санкт-Петербург,
ул. Тамбовская, д. 12, лит. Б, оф. 51
Тел.: +7 (812) 490-47-42/43/44/45,
факс +7 (812) 490-47-48

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ШТУКАТУРНЫХ СОСТАВОВ, НАНОСИМЫХ ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ НА БЛОКИ ИЗ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА

Бабков В.В., д.т.н., Чуйкин А.Е., к.т.н., Синицин Д.А., к.т.н, Резвов О.А., инженер, Гафурова Э.А., инженер, Уфимский государственный нефтяной университет; Самойлов А.А., к.т.н., ООО «Баумит»

В докладе приведены результаты исследования по определению свойств и характеристик модифицированных материалов Baumit для выполнения тонкослойного штукатурного слоя по газобетонным блокам, а также проведена оценка возможности производства работ данными материалами при отрицательных температурах.

Защитно-декоративная штукатурная система «Baumit» для отделки стен на основе автоклавного газобетона рассчитана на температурные условия +5°С и выше. В связи с этим в условиях средней полосы России возможность отделки фасадов в переходные периоды года «зима-весна», «осень-зима» ограничена, что является одним из существенных недостатков систем фасадной отделки с мокрыми процессами. Решение данной проблемы в определённой мере связывается с разработанным компанией «Baumit» модифицированным штукатурным составом Baumit ArtoPlast Winter и его использованием для защиты фасадов на основе автоклавных газобетонных блоков. Состав содержит противоморозную добавку, которая должна обеспечить возможность ведения работ по отделке фасадов в температурных условиях до −10°С.

В лаборатории кафедры «Строительные конструкции» УГНТУ были проведены исследования штукатурной системы Baumit ArtoPlast Winter с тестированием на соответствие действующим нормам (СТО 501-52-01-2007 «Проектирование и возведение ограждающих конструкций жилых и общественных зданий с применением ячеистых бетонов в РФ») применительно к отделке наружных стен на основе автоклавных газобетонных блоков.

Для фасадных штукатурок важным показателем является отсутствие высолообразования при замачивании. Традиционная штукатурка ArtoPlast из системы Baumit высолообразования не дает. При введении противоморозных добавок возрастает вероятность высолообразования при увлажнении и высыхании. С целью определения этого параметра был поставлен эксперимент.

Методика тестирования образца штукатурного раствора на высолообразование

Для испытания изготавливается стандартный образец–балка 40х40х160 мм и выдерживается в течение 28 суток при температуре (20 ± 2)°С. Перед испытанием образец высушивается до постоянной массы при температуре (105 ± 5)°С. Образец помещается торцевой гранью в ванну с водой на сетчатую подставку (опору). Ванна заполняется водой с температурой (20 ± 5)°С так, чтобы торец балки был погружён в воду на 20–30 мм. Уровень воды в ванне должен поддерживаться постоянным за время испытания. В процессе эксперимента ведётся визуальный контроль над увлажнением и высолообразованием на поверхностях образца–балки.

Результаты эксперимента по определению высолообразования образца штукатурного раствора Baumit ArtoPlast Winter

После 54 суток испытаний следов высолообразования на боковых поверхностях образца–балки Baumit ArtoPlast Winter не обнаружено (рис. 1), что свидетельствует о нейтральности противоморозной добавки, содержащейся в штукатурном растворе, с точки

зрения высолообразования. Это даёт возможность классифицировать Baumit ArtoPlast Winter как штукатурный раствор, не дающий высолообразования.

Рис. 1. Образец штукатурного раствора ArtoPlast Winter 4x4x16 см после 54 суток эксперимента без следов высолообразования

Исследование кинетики набора прочности модифицированного состава ArtoPlast Winter в нормальных условиях и в условиях отрицательных температур

В системах наружной отделки ячеистобетонных стен должны применяться штукатурные составы, имеющие марку по прочности на сжатие от М25 до М100. Первые два эксперимента по исследованию кинетики набора прочности модифицированного состава Baumit ArtoPlast выполнялись по следующей методике: из растворной смеси изготавливались стандартные образцы. Первая партия сразу после формовки помещалась за окно в переменные температурные условия (температура воздуха ±8°С, влажность (84±6) %), а вторая набирала прочность в нормальных условиях (температура воздуха 20±2°С, влажность 92±3%) 28 суток с фиксацией влажности и температуры. Остальные два эксперимента проходили по той же методике, но первая форма помещалась в морозильную камеру с температурой воздуха ≈–10°С. Для наблюдения над кинетикой набора прочности образцов еженедельно проводились испытания по определению прочности на сжатие. На рис. 2, 3 представлены графики кинетики набора прочности штукатурного раствора.

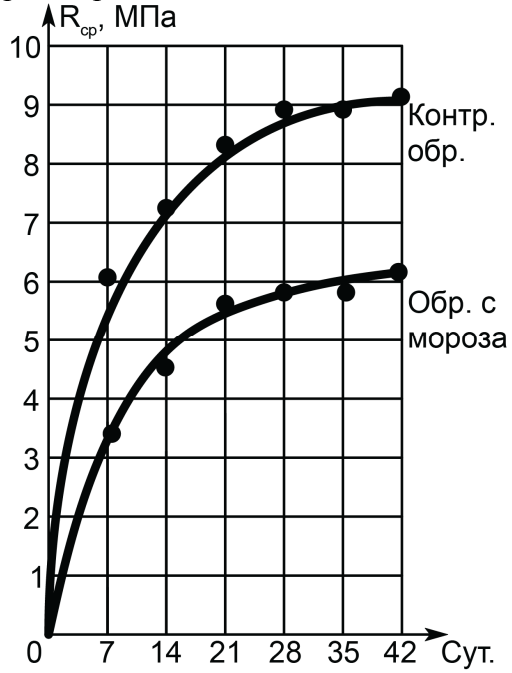


Рис. 2. График набора прочности на сжатие стандартных образцов ArtoPlast Winter (эксперимент №1), хранившихся в условиях переменных температур, на фоне контрольных образцов (нормальные условия хранения)

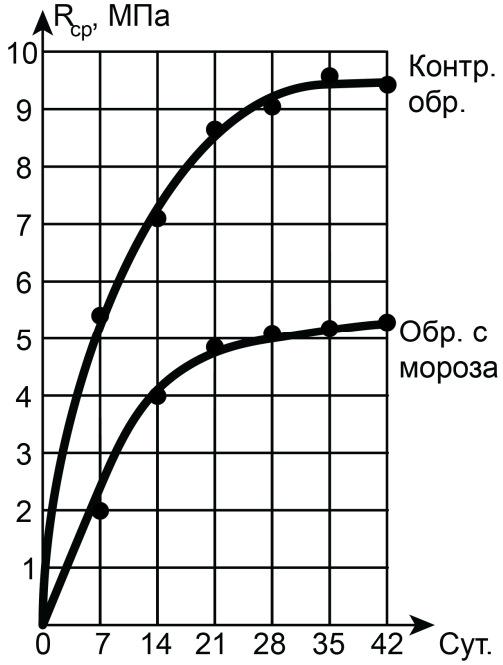


Рис. 3. График набора прочности на сжатие стандартных образцов ArtoPlast Winter, хранившихся в морозильной камере, на фоне контрольных образцов (нормальные условия хранения)

Вывод по экспериментам по прочности на сжатие образцов штукатурки

Из графиков (рис. 2, 3) следует, что среднее значение предела прочности на сжатие после 28 суток хранения для штукатурного раствора Baumit ArtoPlast Winter соответствует марке М50–М70, что дает требуемый диапазон марочной прочности на сжатие штукатурных составов для наружной отделки ячеистобетонных стен и составляет ≈70% от верхней границы этих требований (М100).

Исследование прочности сцепления штукатурного состава Baumit ArtoPlast Winter, нанесенного в диапазоне температур от +5 до –10°С, с автоклавным газобетоном

Показатель прочности сцепления с автоклавным газобетоном со средними плотностями 400 – 600 кг/м^3 является одним из важных показателей для защитно-отделочных покрытий, так как высокая прочность сцепления позволяет противостоять отслоению штукатурки от основания стены. Согласно СТО 501-52-01-2007, адгезия к ячеистому бетону должна быть равна или более 0,6 МПа, что, на наш взгляд, является завышенным показателем, так как эта характеристика не может быть выше прочности автоклавного газобетона на растяжение.

Штукатурные растворы рассчитаны на защиту наружных стен из автоклавных газобетонных блоков со средней плотностью 400–600 кг/м^3, соответствующих адгезии прочности ячеистых бетонов В1,5–В3,5 (СТО 501–52–01–2007). Минимальный класс В1,5 соответствует нормативному сопротивлению ячеистого бетона на растяжение R_{btn}=0,22 МПа (СТО 501–52–01–2007) при пределе прочности на растяжение:

$$R_{bt\,\lim} = \frac{R_{btn}}{1-\chi\sigma},$$

где χ – коэффициент, обеспечивающий надёжность 0,95 и равен 1,64;

σ – коэффициент вариации прочности, составляющий ≈0,165.

Тогда предел прочности автоклавного газобетона класса В1,5 на растяжение составит:

$$R_{bt\,\lim} = \frac{0{,}22}{1-1{,}64\cdot 0{,}165} = 0{,}30 \text{ МПа}.$$

Таким образом, прочность сцепления выше $R^0_{сц}$>Rbt lim не может быть реализована, так как разрушение будет происходить по когезионному механизму, т.е по бетону. Назначать требования по характеристике адгезии выше прочности ячеистого бетона на растяжение не

имеет смысла. Лишь максимальная прочность сцепления для бетона класса В3,5 при Rbtn=0,48 и пределе прочности ≈0,57 МПа соответствует $R^0_{сц}$≈0,6МПа

Методика исследований

Исследование прочности сцепления Baumit ArtoPlast Winter с автоклавным газобетоном проводилось на образцах, хранившихся в течение 5 недель в температурных условиях -9,4±4°С и влажности 83–88%, и выполнялось по следующей методике: из целого блока автоклавного газобетона со средней плотностью 460–610 кг/м3 вырезались балки 4х4х16 см, которые затем распиливались пополам для последующего формования образца совместно с штукатурным раствором. Сначала торцевые поверхности балок смачивались влажной тканью, затем наносился штукатурный состав с формированием шва толщиной 10-15 мм. Полученные образцы помещались в морозильную камеру и хранились там при температуре –10±3°С. В качестве контрольных использовались образцы, которые набирали прочность в нормальных условиях (температура хранения (20±3)°С, влажность (95±5)%). По истечении 28 суток образцы испытывались на прочность сцепления методом двухточечного изгиба с фиксацией характера разрушения (адгезионное, когезионное, смешанное). Исходя из разрушающего усилия, рассчитывались предельные напряжения штукатурного раствора к основанию из автоклавного газобетона.

Из результатов испытаний получаем значение разрушающей нагрузки Р, кгс (кН). Предел прочности на растяжение при изгибе, σ определяется по формуле:

$$\sigma = \frac{M}{\alpha \cdot W}\ , \text{кгс/см}^2\ (\text{МПа}),$$

где М – изгибающий момент, равный PL/8 (кгс*см)

W – момент сопротивления для прямоугольного сечения, равный $bh^2/3,5$ ($см^3$) с учётом упругопластических характеристик разрушения.

α — коэффициент, принимаемый для ячеистого автоклавного бетона равным 0,85.

Результаты эксперимента по определению прочности сцепления штукатурного раствора Baumit ArtoPlast Winter к автоклавному газобетону

Результаты испытаний приведены в табл. 1, 2.

Таблица 1. Данные экспериментов по определению прочности сцепления раствора Baumit ArtoPlast Winter к автоклавному газобетону, полученные по методике испытаний на изгиб балочек 4х4х16 см, хранившихся в течение 5 недель в нормальных (≈200°С) и минусовых условиях (≈–100°С) при влажности 83–88% (эксперимент №1)

№ серии	Средняя плотность образца, кг/м^3	Средний вес образца, г	Прочность сцепления с автоклавным газобетоном, МПа	Средняя температура хранения образцов-балок в течение 5 недель, °С
KSM1*	613	157	0,89 (когез.)	18,0±1
KSM2*	586	149	0,93 (когез.)	18,0±1
KSM3*	503	128	0,49 (когез.)	19,8±2
KSM4*	461	118	0,53 (когез.)	19,8±2
KSM5	632	162	0,79 (адгез.)	1,7±1
KSM6	492	125	0,45 (адгез.)	-9,9±1
KSM7	523	133	0,48 (адгез.)	-9,9±1

*Примечание: * – контрольные образцы, хранившиеся при температуре (19 ± 2) ^{0}С и влажности (90±5) %.*

Таблица 2. Данные экспериментов по определению прочности сцепления раствора Baumit ArtoPlast Winter к автоклавному газобетону, полученные по методике испытаний на изгиб балочек 40х40х160мм, хранившихся в течение 5 недель в нормальных (≈20°С) и минусовых температурных условиях (≈–10°С) и влажности 83–88% (эксперимент №2)

№ серии	**Средняя плотность, кг/м^3**	**Средний вес образца, г**	**Прочность сцепления с автоклавным газобетоном, МПа**	**Средняя температура хранения балок, °С**
KSM №8*	531	136	0,36 (когез.)	19,8±2
KSM №9*	550	141	0,33 (когез.)	19,8±2
KSM №10*	586	149	0,62 (когез.)	19,8±2
KSM №11	562	144	0,68 (когез.)	-10±1
KSM №12	531	136	0,60 (когез.)	-10±1
KSM №13	519	133	0,57 (адгез.)	-10±1

Примечание: – контрольные образцы, хранившиеся при температуре (19 ± 2) ^{0}С и влажности (90±5) %.

По результатам экспериментов (Таблица 1,2) по определению прочности сцепления с газобетоном все образцы, хранившиеся как в нормальных условиях, так и в условиях ≈–10°С, показали прочность на сжатие, близкую к пределу прочности ячеистого бетона на растяжение при, как правило, когезионном механизме разрушения. Это соответствует требованиям СТО 501-52-01-2007 ($R_{сц}$≥0,6МПа) и говорит о высокой прочности сцепления модифицированного раствора Baumit ArtoPlast Winter с автоклавным газобетоном.

Заключение о возможности применения состава Baumit ArtoPlast Winter в условиях отрицательных температур до –10°С

Анализ полученных результатов подтверждает возможность использования материала Baumit ArtoPlast Winter из системы Baumit в температурном интервале от +5 до –10°С в защитно–декоративных системах по автоклавному газобетону.

Список литературы

1. Исследование возможности применения штукатурного состава Baumit ArtoPlast Winter для отделки фасадов зданий, выполненных из автоклавных газобетонных блоков в условиях отрицательных температур до -10°С. Отчет / Уфимский государственный нефтяной университет.
2. СТО 501-52-01-2007. Проектирование и возведение ограждающих конструкций жилых и общественных зданий с применением ячеистых бетонов в РФ.

соединяя интересы
НСК-ТЕК®
умножаем возможности

ООО «НСК-ТЕК»
Группа компаний. Основана в 1999 г.

Центр по разработке и внедрению
специализированных газообразователей
www.nsktek.ru

АЛЮМИНИЕВЫЕ ГАЗООБРАЗОВАТЕЛИ для производства газобетона

ГАЗОБЕТОЛАЙТ®, ГАЗОБЕТОЛЮКС®, ГАЗОБЕТО+500®, ГАЗОБЕТО+400®

преимущества

- разработаны специально для производства газобетона
- дифференцированы по маркам, в зависимости от требуемой плотности газобетона
- отличаются пониженным пылением
- гидрофильны - не требуют обработки ПАВ
- характеризуются высокой степенью стабильности по содержанию активного Al и кинетике газовыделения
- экономичны
- повышают уровень безопасности производства
- срок годности - 12 месяцев

Россия, 620034, Екатеринбург, а/я 24, E-mail: nsk@nsktek.ru, www.nsktek.ru
Тел./факс: (343) 373-45-20, 373-45-21, Тел.: (343) 216-46-48, 345-46-79

Наименования «Газобетолайт», «Газобетолюкс», «Газобетопласт», «Газобето+500», «Газобето+400» и логотипы являются зарегистрированными торговыми марками

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ АЛЮМИНИЕВЫЕ ГАЗООБРАЗОВАТЕЛИ. РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕДРЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Прохоров С. Б., директор ООО «НСК-ТЕК»

В июле 2005 года, следуя требованиям динамично развивающегося рынка газобетона, нашим предприятием была разработана концепция Отраслевой программы по разработке и внедрению новых видов российских алюминиевых газообразователей и определены ключевые участники. Ими стали ведущие заводы отрасли и научные институты. Руководство и финансирование проекта осуществляет **ООО «НСК-ТЕК»**. В нашу компетенцию входит контроль исполнения этапов, определение эффективности принятых решений, оценка рисков и формирование маркетинговой политики продвижения новых продуктов в России и странах СНГ.

С декабря 2005 года было подготовлено и проведено более десяти полномасштабных опытно-промышленных испытаний алюминиевых газообразователей в пяти областях России на крупнейших предприятиях по производству ячеистых бетонов. Промышленный выпуск продукции с торговой маркой **«ГАЗОБЕТО»** стартовал в ноябре 2007 года, а в 2009 году ООО »НСК-ТЕК» запатентовало **способ получения алюминиевой гранулированной пудры для производства газобетона.**

В разработке и производстве продукции был задействованы научные специалисты в области органической и неорганической химии, профессионалы в производстве алюминиевых порошков и пудр. Итогом работы стало создание продуктовой линейки марок «ГАЗОБЕТО» (ТУ 1791-001-75754739-2006, СТО 75754739-001-2010) которая даёт возможность, плавно меняя компонентный состав, производить алюминиевые газообразователи с учетом особенностей технологии конкретного производителя ячеистого бетона и химико-минералогического состава используемого сырья, что в ряде случаев способствует улучшению физико-механические свойства готовой продукции.

Также проведённые исследования показали, что наибольшая эффективность газообразователя при комплексном подходе достигается с учетом двух основных параметров - степени пыления и активности. Для сравнительного анализа степени пыления различных типов газообразователей была разработана экспресс-методика определения коэффициента пыления – Кп. С ее помощью выявлено, что газообразователи марок «ГАЗОБЕТО» имеют сравнительно низкую степень пыления, что полностью исключает вероятность воспламенения или взрыва в зоне приготовления суспензии, и в то же время сохраняют высокую активность, что, в свою очередь, значительно (до 40% по сравнению с зарубежными аналогами) сокращает расход газообразователя. Продуктовая линейка делится по видам: алюминиевые пасты и алюминиевые пудры для производства газобетона. Как показала практика, подкрепленная официальными отчётами предприятий, экономическая эффективность от внедрения новых газообразователей сегодня стоит в одном ряду с показателями качества продукции, а зачастую имеет первостепенное значение. По совокупности технических характеристик алюминиевые газообразователи «ГАЗОБЕТО» являются наиболее адаптированными к особенностям российских сырьевых компонентов, и это подтверждено конкретными практическими результатами, а по соотношению цена/качество наша продукция, как правило, опережает зарубежные аналоги.

Важной особенностью работы ООО «НСК-ТЕК» является то, что, выполняя функции Центра по разработке и внедрению алюминиевых газообразователей, наша организация осуществляет комплексное предпродажное и послепродажное сопровождение в форме информационного обеспечения, технического консультирования и технологической поддержки, что позволяет предприятию уверенно идти по пути совершенствования качества выпускаемых алюминиевых газообразователей.

Накоплен опыт практического участия наших специалистов в работе таких заводов, как ООО «ПСО «ТЕПЛИТ» (Свердловская обл., WEHRHAHN), ЗАО «Комбинат строительных материалов» (Тюменская обл., MASA-HENKE), ЗАО «Завод автоклавного газобетона «ИНСИ» (Челябинская обл., WEHRHAHN), ЗАО «Пермьтрансжелезобетон» (Пермская обл., W+K), ЗАО «ЕвроАэроБетон» (Ленинградская обл., WEHRHAHN), ООО «Силекс» (Иркутская обл., MASA-HENKE), ЗАО «Стройкомплекс» (Иркутская обл., WEHRHAHN), ОАО»ГлавБашСтрой» (Башкортостан, MASA-HENKE), ЗАО «ДЗГИ» (Московская обл., MASA-HENKE) ЗАО»Воронежский комбинат строительных материалов», ООО «Комбинат пористых материалов» (Омская обл., WEHRHAHN), ОАО «Железобетон» (Московская обл., СИЛБЕТ), ООО «Эко Блок» (Калининградская обл., WEHRHAHN), ТОО «Экотон-Батыс» (Республика Казахстан, YTONG), ТОО «Альянс-МТС» (Республика Казахстан) и др.

Исследование свойств наших алюминиевых газообразователей по истечении гарантийного срока хранения (один год), показало, что происходит лишь незначительное (не более 3%) снижение их активности. Практическим итогом этой работы стали промышленные испытания двух тонн пасты «ГАЗОБЕТО» с истекшим (17 месяцев) сроком хранения. С её использованием было выпущено более 4 000 $м^3$ газобетона D500 с отличными техническими характеристиками. Этот факт официально зарегистрирован.

Практика промышленного применения разработанных нами алюминиевых газообразователей показала их высокую эффективность. Конкретным результатом явилось то, что начиная с 2008 года четверть всего газобетона, выпускаемого в России, производится с использованием газообразователей марки «ГАЗОБЕТО». В 2012 году завершается второй этап (2008-2012 г.) программы «Российские газообразователи» и будет дан старт третьему этапу (2012-2015 г.), основной задачей которого будет структурирование и качественное изменение рынка газообразователей.

В настоящее время продолжается работа над фракционным составом, улучшением физико-химических свойств и повышением эксплуатационной стабильности материалов. Необходимо отметить, что выпуск основных марок продукции наше предприятие разместило на ООО «СУАЛ-ПМ», которое является структурным подразделением ОК РУСАЛ.

Сегодня с уверенностью можно констатировать, что ООО «НСК-ТЕК» является лидером на российском рынке специализированных газообразователей для ячеистого бетона, и мы постоянно нацелены на укрепление этих позиций. Наша работа заслужила высокую оценку Национальной ассоциации производителей автоклавного газобетона.

СТРОЙКОМПЛЕКТ: ВАШ СТАНДАРТ КАЧЕСТВА

Голубев В.Ю., главный технолог ЗАО «Стройкомплект»

Промышленная группа «Стройкомплект» уже 20 лет является одним из лидеров на рынке производства строительных материалов и сумела себя зарекомендовать как надежный производитель и поставщик широкой номенклатуры качественной продукции.

В состав сферы деятельности ПГ «Стройкомплект» входят несколько производственных направлений, в том числе выпуск готовой продукции, без которой уже давно не может обойтись строительство ни одного промышленного или гражданского объекта. Это асфальтобетонные смеси, готовые бетонные смеси, растворные смеси, бетонные и железобетонные изделия, вибропрессованные изделия. Весомым дополнением к этому списку следует считать газобетон автоклавного твердения, выпуск которого компания освоила совсем недавно.

Производственная база предприятия в части выпуска асфальтобетонных смесей включает в себя заводы «WIBAU» и «Benninghoven» суммарной производительностью 400 т/ч. Наличие подъездных железнодорожных путей, площадок открытого хранения материалов, двух мощных дробильно-сортировочных комплексов «КМД 750» и «Титан», закрытых складов хранения дробленых материалов объемом 20 тыс. куб. м, емкостей для хранения битумов вместимостью 1 тыс. куб. м, позволяет выпускать продукцию, удовлетворяющую самым высоким требованиям как к качеству исходных материалов, так и к качеству асфальтобетонных смесей. Для устройства верхних слоев дорожного покрытия используются каменные породы габбродиабаза и битум БДУ 70/100. При производстве асфальтобетонных смесей широко применяются активированный минеральный порошок, адгезионные и модифицирующие добавки, позволяющие улучшать качество смесей, увеличить сроки их хранения и доставки. ПГ »Стройкомплект» выпускает все виды асфальтобетонных смесей для нижних и верхних слоев дорожного покрытия и ЩМА. В конце 2010 года предприятие было удостоено Золотого знака «Сделано в Петербурге 2010» в номинации «Продукция технического назначения. Асфальтобетонные смеси».

Созданное в 2001 г. дорожно-строительное подразделение компании сегодня насчитывает более 150 единиц автомобильной и строительной техники. Специальное оборудование, дорожно-строительная техника, парк автомобильного транспорта различного назначения и высококвалифицированный персонал позволяют подразделению решать любые задачи по строительству и ремонту дорог, благоустройству территорий как в Санкт-Петербурге и Ленинградской области, так и за их пределами.

Несмотря на финансовый кризис, на фоне общего застоя промышленных предприятий строительной отрасли ПГ «Стройкомплект» в октябре 2010 года запустила производство автоклавного газобетона. Поставка оборудования для завода, шеф-монтаж, пусконаладочные работы и обучение персонала были произведены специалистами компании Hess AAC Systems B.V. (Германия), которая изготавливает оборудование для производства газобетона более 50 лет.

Газобетонный блок «Стройкомплект» («СК») - универсальный строительный материал, обладающий отличными характеристиками и простотой применения. Этот материал успешно используют как профессиональные строители, так и физические лица в индивидуальном строительстве. Основными преимуществами газобетона «СК» над другими стеновыми материалами являются его звуко- и теплоизоляционные свойства, прочность, легкость при монтаже, экологичность, паропроницаемость, отсутствие усадки, небольшие трудозатраты при монтаже, экономия на внешней и внутренней отделке.

По геометрическим параметрам ПГ «Стройкомплект» выпускает полный спектр стеновых и перегородочных блоков, который удовлетворит самого требовательного заказчика.

Основные преимущества производства ПГ «Стройкомплект» по выпуску автоклавного газобетона

Оборудование для производства является самым современным в Северо-Западном регионе, его отличают европейское качество, надежность и технические инновации. Работа оборудования осуществляется с помощью последней версии программного обеспечения компании Siemens.

В процессе производства реализована уникальная технология разделения «зеленого массива». Благодаря ей блоки не слипаются и не нуждаются в разделении после автоклавирования, что во многом позволяет избежать сколов на поверхности и улучшить внешний вид изделий, значительно снизив количество возможного брака.

За счет разделенных блоков тепловлажностная обработка в автоклаве проходит более равномерно и качественно. Благодаря предварительному разделению термовлажностной обработке в автоклаве подвергается каждый блок, а не массив в целом. Это обеспечивает равномерность температурного воздействия на каждое изделие, что значительно повышает его качественные и эксплуатационные характеристики.

Отсутствие промежуточных независимых платформ, подверженных продольным и поперечным деформациям с течением времени, на которых у большинства иных производителей располагаются массивы после кантования, позволяет решить проблему появления трещин перед подачей массивов на линию резки.

Разработанная технология позволяет производить газобетон без всякого рода отходов после автоклава, что не может положительно не сказываться на экономических показателях и экологии.

ПГ «Стройкомплект» имеет аккредитованную испытательную лабораторию, которая успешно проходит ежегодный инспекционный контроль. Лаборатория оснащена самым современным комплексом средств измерений и испытательного оборудования и обладает неограниченной областью аккредитации по проведению испытаний производимой продукции. За испытательной лабораторией закреплен автомобиль для оперативного выезда на строительные площадки заказчиков. Общий штат подразделения насчитывает более 25 человек, что позволяет бесперебойно обеспечивать круглосуточный контроль качества на всех стадиях технологического процесса.

Производимая предприятием продукция в обязательном порядке проходит добровольную сертификацию на соответствие требованиям нормативных документов, в частности сертифицирована в системе ГОСТ Р.

Компания является действительным членом СРО Некоммерческого партнерства «Объединение строителей Санкт-Петербурга», общества Ленинградской Торгово-Промышленной Палаты, Санкт-Петербургской Торгово-Промышленной Палаты (Saint-Petersburg Chamber of Commerce and Industry), Ассоциации строительно-промышленного комплекса Северо-Запада, Ассоциации предприятий железобетонных изделий «АБЕТОН», Ассоциации предприятий дорожно-строительного комплекса Северо-запада «АСДОР Северо-

запад», Профессионального Объединения Производителей строительных материалов и изделий (ПСМИ).

Наращивая производственные мощности, ПГ «Стройкомплект» постоянно ставит перед собой новые цели по разработке и введению в номенклатуру новых видов продукции, модернизации и автоматизации производственных механизмов и процессов и готова осуществить любые объемы поставок качественной продукции с учетом всех пожеланий заказчика.

ЗАО «Стройкомплект»
Россия, 192289, Санкт-Петербург, Грузовой проезд, д.13.
тел. +7 (812) 772-7777, т./ф.+7 (812) 600-6747, WWW.SKPG.RU

Since 1892
WEHRHAHN
традиционное немецкое качество
и высокие технологии

Здания из ГАЗОБЕТОНА:
быстро и качественно

Фасады из ФИБРОЦЕМЕНТА:
эстетично и долговечно

ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЕ ЛИНИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

WEHRHAHN:
Более 200 заводов автоклавного газобетона и фиброцементных листов по всему миру, 30 из них в странах СНГ и Балтии

Оборудование для производства целого спектра материалов для современного строительства:

- автоклавных газобетонных блоков и панелей
- плоских и гофрированных фиброцементных листов
- строительной извести и сухих строительных смесей

Полное оснащение линий автоматическими системами управления WEHRHAHN

Модернизация существующих производств

Весь спектр услуг: от проектирования и производства оборудования до ввода завода в эксплуатацию и последующего сервиса

Обращайтесь на фирму
WEHRHAHN!
К Вашим услугам
русскоговорящие сотрудники:
+ 49 4221 1271-331, -332, -324

SINCE 1892
WEHRHAHN
Muehlenstrasse 15
27753 Delmenhorst
Германия
Тел.: +49 4221 1271- 0
Факс: +49 4221 1271- 80
mail@wehrhahn.de
www.wehrhahn.de

SINCE 1892 WEHRHAHN

WEHRHAHN: ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЕ ЛИНИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

WEHRHAHN успешно работает на рынке машиностроения уже 120 лет. Верность традициям немецкого качества и инновационные технологии – две составляющие долгосрочного успеха WEHRHAHN.

Компания WEHRHAHN специализируется на разработке и производстве **оборудования для производства автоклавного газобетона,** а также **фиброцементных листов** автоклавного и воздушного твердения.

WEHRHAHN поставляет также оборудование для производства строительной извести (обжиг, помол, гашение) и сухих строительных смесей широкого ассортимента.

В настоящее время построено уже более 100 заводов по производству автоклавного газобетона и почти столько же заводов фиброцементных листов. Это более 200 заводов WEHRHAHN по всему миру! Ведущие производители силикатных продуктов, такие как DANSK ETERNIT, JAMES HARDIE, H+H, XELLA, PORIT, AEROC, работают на линиях WEHRHAHN.

Линии WEHRHAHN для производства автоклавного газобетона имеют целый ряд технологических преимуществ. Они являются энерго- и ресурсосберегающими.

Система вертикальной резки WEHRHAHN обеспечивает высокоточную резку массива: **допуски** по толщине и высоте блоков составляют **менее 0,5 мм.**

Установка разделения сырого массива открывает горизонтальные разрезы массива сразу после резки и тем самым *полностью* исключает склеивание блоков и панелей в процессе автоклавирования. Установка разработана для линий с горизонтальным автоклавированием массива типа WEHRHAHN SMART и superSMART.

Особенно интересна эта новинка в сочетании с **установкой резки супер-гладких поверхностей**, дающей значительные преимущества при производстве стеновых панелей. В отличие от обычной установки резки по толщине, где струны зафиксированы, на установке резки супер-гладких поверхностей струны подвижны. При этом скорость движения струн регулируется в зависимости от скорости движения массива. Результат - супер-гладкие поверхности и максимально точные размеры панелей. Декоративная отделка стен возможна без предварительной подготовки поверхностей.

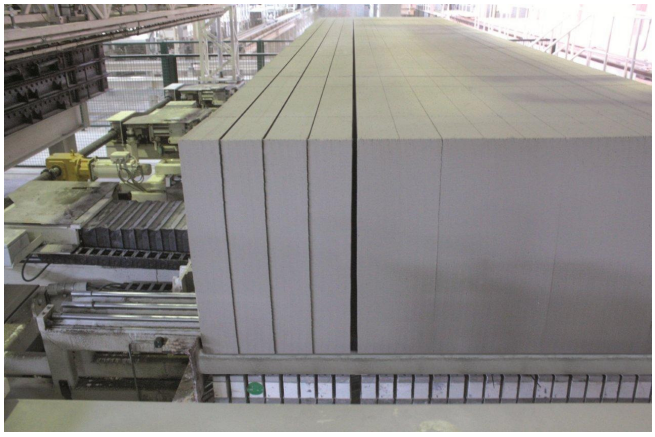


Фото 1. Установка разделения сырого массива полностью исключает склеивание блоков при автоклавировании

Фото 2. Установка резки супер-гладких поверхностей WEHRHAHN

Система кантования WEHRHAHN позволяет удалять нижний подрезной слой массива до автоклавирования, обеспечивая таким образом **безотходность технологического процесса** и значительную экономию сырья и энергоресурсов (более 5%, это 70 м^3 в сутки или 21 000 м^3 в год при суточной производительности 1400 м^3).

Система кантования WEHRHAHN обеспечивает максимальную гибкость процесса автоклавирования массива. Так, массив после резки и удаления нижнего подрезного слоя может оставаться для автоклавирования в горизонтальном положении (все типы линий SMART) или же повторно кантоваться в вертикальное положение (все типы линий PLUS). Оба вида автоклавирования имеют свои преимущества, в зависимости от местных условий производства и индивидуальных потребностей инвестора.

Полностью раскладывающиеся формы WEHRHAHN: автоматическая чистка и смазка осуществляется с помощью вращающихся щеточных барабанов, которые позволяют наносить очень тонкий слой масла (не более 0,15 л/м³ = 0,55 – 0,7 л/форма).

Выше перечислены лишь некоторые особенности технологии WEHRHAHN, обеспечивающие экономические и экологические преимущества для наших клиентов.

На всех линиях автоклавного газобетона WEHRHAHN возможно производство блоков самых разных размеров, а также армированных изделий: стеновых панелей, плит покрытий и перекрытий, перемычек.

В странах СНГ и Балтии построено уже более 30 заводов автоклавного газобетона WEHRHAHN. Мы имеем также очень большой опыт в расширении и модернизации уже существующих производств.

Фото 3. WEHRHAHN SMART оптимален для модернизации заводов с автоклавами диаметром 3,6 м

Оборудование для производства фиброцементных листов

Фиброцемент - экологически чистый цементосодержащий строительный материал, обладающий прекрасными водо- и жаростойкими свойствами. Гофрированные и плоские фиброцементные листы воздушного или автоклавного твердения – это широкая палитра самых разнообразных продуктов (крупногабаритные листы и сайдинг самых разных цветов и фактуры, черепица, малогабаритный гонт и т.д.) с очень большими возможностями применения в современном строительстве. Вентилируемые фасады, подвесные потолки, внутренние перегородки, черепичные кровли, заборы и ограждения – это неполный перечень сфер применения фиброцементных листов.

Фото 4. Гофрированные и плоские листы из фиброцемента для кровельных работ

Фото 5. Сайдинг «под дерево» из фиброцемента

Фото 6. Фасад из фиброцементных досок: эстетично и долговечно

Свою первую машину для производства фиброцементных листов компания WEHRHAHN разработала и построила еще в 1934 г. На сегодняшний день WEHRHAHN является признанным лидером на рынке данного оборудования и поставляет его на все участки производства от подготовки и смешивания сырья до прессования.

Фото 7. Фиброцементный завод WEHRHAHN: новейшие технологии для высококачественной продукции

Энерго- и ресурсосбережение на промышленных линиях WEHRHAHN

WEHRHAHN постоянно совершенствует свое оборудование и технологии в целях повышения эффективности оборудуемых производств. В настоящее время особенно важными являются меры по ресурсо- и энергосбережению.

Компания WEHRHAHN разработала и уже внедрила на некоторых заводах комплексную систему по утилизации тепловой энергии, образующейся в процессе автоклавирования, включая перепуск пара (подробнее на эту тему см. доклад WEHRHAHN «Системы рекуперации тепловой энергии WEHRHAHN» на стр. 19).

Новая разработка Wehrhahn – это система энергоменеджмента, позволяющая радикально оптимизировать расход электроэнергии на предприятии в целом, как на производстве, так и в офисе.

Также в целях энерго- и ресурсосбережения отдел автоматизации Wehrhahn постоянно работает над совершенствованием и дальнейшей автоматизацией процесса управления производством на своих линиях. К новинкам **автоматизации WEHRHAHN** относятся системы контроля температуры и высоты подъема массива во время предварительного твердения, контроля пластической прочности массива перед резкой, измерения уровня обратного шлама в производственных емкостях. **PCI (Product Control and Information System)** - это всеобъемлющая система автоматического отслеживания продукта на всех этапах его производства и далее вплоть до отгрузки его покупателю, а также учета и анализа возможных случаев рекламации со стороны потребителя продукции.

Лаборатория WEHRHAHN оснащена самым современным лабораторным оборудованием, позволяющим проводить анализ сырья наших клиентов, производить пробные продукты и испытывать их качество. Так, наш лабораторный автоклав позволяет точно воспроизводить промышленные условия процесса автоклавирования с использованием системы управления WEHRHAHN WACO, что дает возможность нашим технологам разрабатывать новые продукты и рецептуры с учетом качества сырья наших клиентов.

Сервис WEHRHAHN

Приобретая завод WEHRHAHN, Вы становитесь членом большой семьи WEHRHAHN и получаете нашу поддержку на всех этапах Вашего нового производства. Консультации по выбору оптимального типа линии, организация посещений уже построенных заводов WEHRHAHN, анализ Вашего сырья и рекомендации по технологии производства, шеф-монтаж, ввод завода в эксплуатацию – это неполный список услуг WEHRHAHN на предконтрактном этапе и этапе строительства завода.

По сервисному телефону наши клиенты могут оперативно связаться с русскоговорящими техническими специалистами WEHRHAHN, которые быстро и компетентно помогут в решении текущих технических вопросов.

Весной 2011 г. в Санкт-Петербурге состоялся уже 2-й международный семинар, организуемый WEHRHAHN для своих клиентов в странах СНГ и Балтии. Главной целью семинара, проводимого каждые два года, является интенсивный взаимовыгодный обмен опытом между специалистами–производственниками и специалистами WEHRHAHN.

Нам важно знать, чем живут наши партнеры и клиенты, в чем заключаются их пожелания по дальнейшему совершенствованию оборудования. Интенсивное взаимодействие с нашими партнерами по всему миру – это одна из наиболее важных составляющих успеха WEHRHAHN в течение многих десятилетий.

Фото 8. Во 2-ом семинаре WEHRHAHN по обмену опытом в Санкт-Петербурге приняли участие почти 90 человек

Строим заводы

ИНТЕРВЬЮ С ГЕНЕРАЛЬНЫМ ДИРЕКТОРОМ ООО «ПРОФИЛЬ-СТРОЙ» – КОМПАНИИ, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩЕЙСЯ НА СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗАВОДОВ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ИЗДЕЛИЙ ИЗ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА, АНДРЕЕМ БЕЛОУСОМ

- Андрей Анатольевич, как давно Ваша компания занимается строительством заводов по производству изделий из газобетона автоклавного твердения?

- Начиная с 2005 года «Профиль-Строй» принимает участие в строительстве подобных заводов, а с 2007 выступает в роли генерального подрядчика. Мы строим объекты промышленного назначения и уже ввели в эксплуатацию серию заводов по производству изделий из автоклавного газобетона в Московской и Калужской областях, ведем строительство в Рязанской области.

- Какова динамика развития применения газобетона?

- Газобетон не новый материал, но очень современный. Он экологичен, имеет высокие эксплуатационные характеристики, отличается высокой скоростью монтажа. Преимущества газобетона позволяют этому материалу быстро завоёвывать рынок.

В последние годы активно создаются новые производства, выпускающие изделия из автоклавного газобетона: сотрудники одной лишь нашей компании приняли участие в строительстве семи таких заводов. «Профиль-Строй» оказывает содействие на всех этапах строительства предприятий.

- Какие факторы должны учитывать инвесторы строительства?

- Для любого производственного предприятия в нашей стране определяющими факторами являются близость сырья и рынков сбыта. Нельзя забывать и о человеческом факторе – на всех этапах строительства необходимо внимательно подходить к вопросам подбора и обучения квалифицированного персонала.

- Какие особенности имеет строительство заводов по производству строительных блоков из автоклавного газобетона? В чем отличия от заводов по выпуску других строительных материалов, к примеру, от заводов сухих строительных смесей?

- Существенных отличий нет. Компоновки заводов предусматривают аналогичные этапы технологического процесса: складирование сырья, дозирование и смешение, формирование готовой продукции, сортировка и упаковка. Строительно-монтажные работы также ведутся по аналогичному сценарию: выбор участка, проектирование, устройство наружных сетей, подготовка территории строительства, возведение производственного корпуса и объектов инфраструктуры, изготовление и монтаж несущих и вспомогательных металлоконструкций, монтаж инженерных сетей, монтаж и пусконаладка технологического оборудования.

Однако оборудование для производства газобетона требует устройства специальных технологических фундаментов с большим количеством закладных деталей. И, как показывает практика, не каждая организация, выполняющая монолитные работы, способна адекватно оценить трудоемкость работ и качественно их выполнить. В то же время допуски при установке технологической линии очень жесткие – отклонение не более 3 мм по длине всего производственного корпуса. Наша компания выполняет весь комплекс работ «под ключ».

- Вы имеете опыт работы с разными поставщиками оборудования, что надо учитывать при совместной работе?

- Обычно заказчик строительства останавливает свой выбор на производителе оборудования, и лишь после этого ищет генерального проектировщика и генерального подрядчика. Но бывают ситуации, когда оборудование, свободно продающееся и монтируемое внутри Еврозоны, не подходит под российские нормы и стандарты. Поэтому в тех случаях, когда поставщиком оборудования выступает иностранная компания, я рекомендую инвесторам подключать подрядчика по монтажу оборудования на ранних этапах формирования контракта.

Совместное ведение проекта позволит предупредить такие ситуации – мы своевременно предложим замену или пути решения возникающих нестыковок.

Немаловажно, чтобы производитель оборудования и генеральный подрядчик имели отработанные связи. В частности, генеральный подрядчик «Профиль-Строй» эффективно взаимодействует с инженерно-техническим персоналом поставщиков оборудования, среди которых немецкие Siemens, Cemtec, Werhhahn, Hess. С немецкой инжиниринговой компанией AML нас связывают официальные партнерские отношения.

- Как вы оцениваете перспективы рынка?

- Я полагаю, рынок газобетона будет активно развиваться. В секторе жилого строительства перспективы использования газобетона в первую очередь связаны с реализацией национального проекта «Доступное и комфортное жильё – гражданам России», а также программой «Свой Дом», разработанной в развитие нацпроекта.

Только применение газобетона способно обеспечить скорость возведения и показатели энергоэффективности, отвечающие сегодняшним требованиям национальных программ. Использование газобетона позволяет обеспечить индустриальный подход к малоэтажному неиндустриальному строительству.

- Применяет ли «Профиль-Строй» продукцию заводов, построенных компанией?

- Да. Мы открываем новую специализацию – строительство малоэтажного жилья из газобетона. Благодаря тесному контакту с производителями технологического оборудования мы освоили все технические особенности применения продукции построенных нами заводов и овладели технологией использования этой продукции. Цена квадратного метра современного уютного энергоэффективного жилья «под ключ» по нашим технологиям составляет 22-24 тыс. руб.

- При строительстве каких объектов вы применяете газобетон?

- Мы занимаемся возведением малоэтажных зданий. Из газобетона целесообразно строить двух- или трехэтажные административные здания, школы, детские сады. Использование газобетона в малоэтажном строительстве – оптимальный выбор.

- Как стратегические планы развития Вашей компании пересекаются с планами Ассоциации производителей газобетона?

- Мы вступаем в финансово-строительный консорциум по реализации проектов национального масштаба. Среди задач консорциума – объединение в единую систему поставок оборудования, строительство заводов строительных материалов, производство высококачественных строительных материалов, массовое строительство качественного доступного жилья и объектов инфраструктуры с применением альтернативной энергетической составляющей, энергоэффективная эксплуатация построенных по «Зеленым стандартам» зданий. В рамках решения этих задач наша компания продолжит способствовать развитию производства и применения газобетона.

СТРОИТЕЛЬНАЯ КОМПАНИЯ
ПРОФИЛЬ-СТРОЙ

Строим заводы!

UNY Group™ UNY Bau™

ООО «Профиль-Строй», 111397, Зеленый проспект, д. 20, 7 этаж, офис 701
тел 7(495) 967 38 35, info@profile-stroi.com, www.profile-stroi.com

Ассоциированный член Российского союза химиков
ТД "НЕФТЕХИММАШ"КО"

АВТОКЛАВЫ LUOYANG LONGHUA HEAT TRANSFER TECHNOLOGY CO., LTD

Поликарпов С.К., технический директор, Нефтехиммаш Ко, ТД, ООО

Краткая характеристика

Основным оборудованием, без которого невозможно производство автоклавного газобетона, является непосредственно автоклав проходного или тупикового типа с быстросъемными крышками.

Процесс проектирования и производства данного оборудования сопряжён с большими материальными, трудовыми и финансовыми затратами. Компания Luoyang Longhua Heat Transfer Technology CO., LTD (КНР), являясь крупнейшим производителем автоклавов для различных отраслей промышленности, научилась успешно оптимизировать данные затраты и предоставлять на рынок качественные, эффективные и надежные автоклавы по конкурентоспособным ценам.

В 2011 году в рамках контроля промышленной безопасности был организован визит рабочей группы независимых экспертов из России на завод-изготовитель. В целом визит прошел успешно, помимо небольших замечаний российских экспертов, что, впрочем, говорит об их непредвзятости и профессионализме. Представители экспертной организации были приятно удивлены технологическими возможностями, качеством и масштабом производства завода.

Фото 1. В лаборатории испытания образцов

Основные слагаемые конкурентоспособности автоклавов компании Luoyang Longhua:

- цеха предприятия предназначены специально для производства различных автоклавов с быстросъемными крышками для строительной, стекольной и химической отраслей промышленности;
- собственные научно-исследовательские центры (в г. Лояне и в г. Пекине) предоставляют возможность использования собственных разработок и мирового передового опыта;
- компания выпускает более 300 автоклавов в год для различных отраслей (уровень серийного производства), в результате затраты на производство единицы продукции в несколько раз ниже по сравнению с единичным производством;
- использование комплектующих и материалов ведущих мировых производителей (пример: концевые выключатели Omron® (Япония);

- компания имеет разрешение Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор РФ), сертификат ISO9001:2008;
- Luoyang Longhua включает более 27 га производственных площадей, более 800 работников, более 85 единиц основного производственного оборудования;
- компания имеет разрешение на проектирование и изготовление емкостей под давлением 1, 2 и 3 классов;
- имея наивысший рейтинг категории AAA, это единственная организация данного типа, акции которой котируются на фондовой бирже (фондовый индекс 300263).

Фото 2. Общий вид завода

Фото 3.

Фото 4.

Фото 5. Оборудование на отгрузку

Особенности и преимущества автоклавов Luoyang Longhua Heat Transfer Technology CO., LTD:

- предельно строгие нормы контроля и испытаний производимого оборудования;
- соответствие нормам качества для предприятий госзаказа КНР;
- автоклавы изготавливаются в соответствии с ТУ 3614-005-97558186-2011 и соответствуют требованиям национальных стандартов Российской Федерации, норм и правил в области промышленной безопасности;
- материал стенок автоклава 17ГС (аналог 16MnR);
- на всех сварных швах сделана термообработка;
- 100 % рентгенографический неразрушающий контроль сварных соединений;
- использование системы управления автоклавами, которая позволяет переводить избыточный пар из одного автоклава в другой, снижая тем самым энергозатраты;
- производственное оборудование позволяет изготавливать автоклавы диаметром до 3,2 м, длиной до 43 м, толщиной стенки до 30 мм;
- новейшие технологии позволяют изготавливать автоклавы в соответствии с индивидуальными требованиями Заказчика;
- расчетный срок службы до 15 лет;
- в комплект поставки входят блок управления и все необходимые датчики, штуцера и клапаны.

Фото 6.

Фото 7. Процесс производства

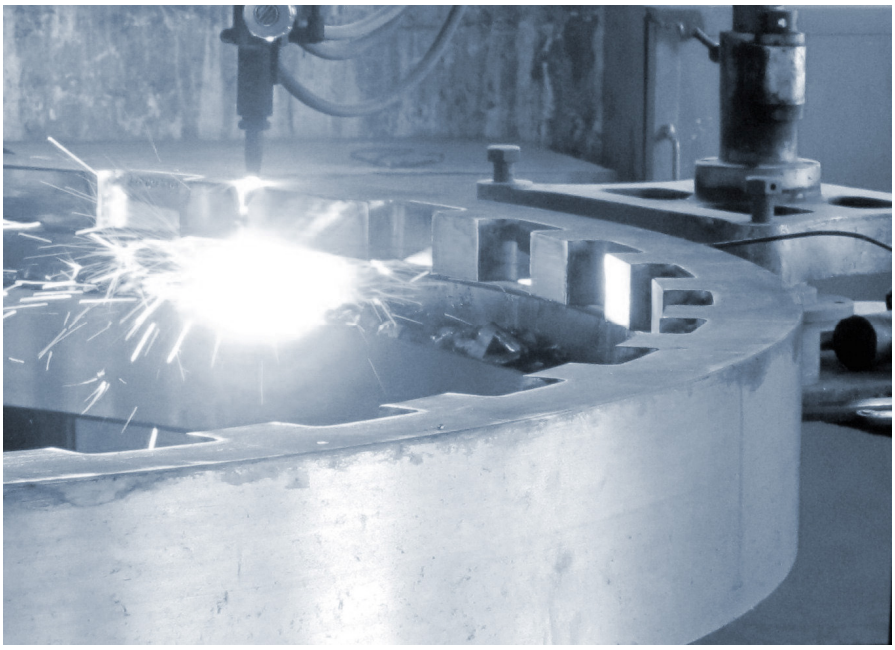


Фото 8. Процесс производства

Фото 9. Производственные цеха

Фото 10. Производственные цеха

Технические параметры стандартных автоклавов:

Позиция	Тип						
	FG(J)ZCS 1.0-1.65×21 FG(J)ZSS 1.0-1.65×21	FG(J)ZCS 1.3-2×21 FG(J)ZSS 1.3-2×21	FG(J)ZCS 1.5-2×24 FG(J)ZSS 1.5-2×24	FG(J)ZCS 1.5-2.68×26 FG(J)ZSS 1.5-2.68×26	FG(J)ZCS 1.5-2.85×26 FG(J)ZSS 1.5-2.5×26	FG(J)ZCS 1.5-3×23	FG(J)ZCS 1.5-3.2×30.3
Внутренний диаметр корпуса автоклава	Ø 1.65м	Ø 2м	Ø 2.5м	Ø 2.68м	Ø 2.85м	Ø 3м	Ø 3.2м
Эффективная длина	21м	21м	24м	26м	26м	23м	30.3м
Проектное давление	1.4МПа	1.4МПа	1.6МПа	1.6МПа	1.6МПа	1.6МПа	1.6МПа
Проектная температура	188 °C	200 °C	204.3 °C	204.3 °C	204.3 °C	204.3 °C	204.3 °C
Максимальное рабочее давление	1.3МПа	1.3МПа	1.5МПа	1.5МПа	1.5МПа	1.5МПа	1.5МПа
Максимальная рабочая температура	184 °C	190 °C	201.4 °C	201.4 °C	201.4 °C	201.4 °C	201.4 °C
Рабочая среда	Насыщенный пар						
Ширина рельсовой колеи внутри автоклава	600мм	600мм	800мм	750мм	600мм	915мм	1000мм
Полный объём	~54м^3	~68м^3	~121м^3	~154м^3	~170м^3	~170м^3	~250м^3
Допуск на коррозию	4мм	4мм	4мм	4мм	4мм	4мм	4мм
Габариты (длина × ширина × высота)	21650× 2619 × 2595	22308 × 3049 × 3336	25560 × 3214 × 3967	27970 × 3035 × 5164	27634 × 3580 × 4493	24925 × 3650 × 4842	32220 × 3880 × 6120

Автоклавы для производства газобетона (ААС) изготавливаются с учетом требований технологического процесса заказчика.

Фото 11. Встреча директора ТД «Нефтехиммаш»КО» И.А. Абрамчук
с председателем Совета Директоров компании Luoyang Longhua Ли Чжаньмином

Фото 12.

Надежность в деталях

Для обеспечения безопасности при открывании и закрывании крышки все автоклавы комплектуются концевыми выключателями (переключатель с фиксирующим механизмом) Omron® (производство Япония) с механическим ресурсом 10000000 срабатываний.

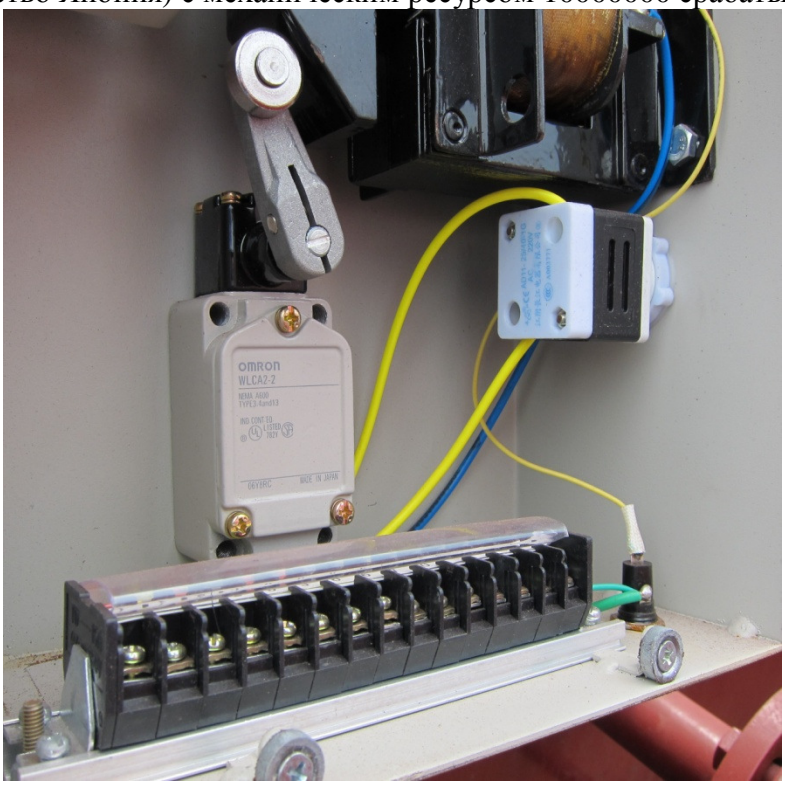


Фото 13. Концевой выключатель, установленный на автоклаве

Комплектация автоклавов:

- механизм открывания и закрывания крышки (ручной, электропривод, гидропривод);
- подавтоклавные опоры;
- ролики с противоугонным устройством для подвижных опор;
- быстроизнашивающиеся детали, в том числе автоклавные манжеты (прокладки) для герметизации корпуса и крышки;
- фундаментные болты;
- предохранительный клапан и манометры со штуцерами и фланцами;
- система непрерывного отвода конденсата с указателем уровня;
- перекидной мостик;
- штуцера патрубки с фланцами для подвода пара, датчиков контроля температуры;
- гидростанция на автоклав с системой трубопроводов;
- два трубопровода подачи пара в корпус автоклава.

Компания ТД «Нефтехиммаш» Ко» является официальным представителем в России компании Luoyang Longhua Heat Transfer Technology CO., LTD. Это слаженная и отработанная команда, в которой каждый с ответственностью и профессионализмом выполняет возложенные на него обязанности. Компания осуществляет свою деятельность при поддержке Российского союза химиков и в рамках государственных программ Комитета внешнеэкономических и межрегиональных связей Нижнего Новгорода.

Компания осуществляет проекты по изготовлению, транспортировке, шеф-монтажу и сервисному обслуживанию автоклавов производства Luoyang Longhua Heat Transfer Technology CO., LTD.

Фото 14.

Фото 15.

Предприятия компании Luoyang Longhua Heat Transfer Technology CO., LTD всегда открыты для своих Клиентов. Компания приглашает потенциальных Заказчиков посетить свой завод для ознакомления с возможностями и масштабом производства, для дружественных и конструктивных переговоров.