



Национальная Ассоциация
Производителей Автоклавного Газобетона

Masa GmbH

masa
Milestone to your success.

Научно-практическая конференция «Современный автоклавный газобетон»

Сборник докладов

**Санкт-Петербург
2015**

Национальная Ассоциация производителей автоклавного газобетона

СОВРЕМЕННЫЙ АВТОКЛАВНЫЙ ГАЗОБЕТОН

*Сборник докладов
научно-практической конференции
Санкт-Петербург, 9–11 сентября 2015 г.*

Санкт-Петербург
2015

УДК 691.327.332: 666.97.035.56 (06)

ББК 38.626 я 431

С 56

Рецензенты:

Вишневский А. А. (канд. техн. наук, доцент кафедры ТВМиСИ ГОУ ВПО «УрФУ»);

Гринфельд Г. И. (исполнительный директор Национальной Ассоциации производителей автоклавного газобетона).

Современный автоклавный газобетон: сборник докладов науч.-практ. конференции. С56 Санкт-Петербург, 9–11 сентября 2015 г. / Под редакцией научно-технического совета Национальной ассоциации производителей автоклавного газобетона. 2015. – 140 с.

Сборник содержит материалы докладов участников научно-практической конференции «Современный автоклавный газобетон», Санкт-Петербург, 9–11 сентября 2015 г.

Основные темы конференции: тенденции развития российского рынка автоклавного газобетона, экономика производства автоклавного ячеистого бетона и меры поддержания доходности производства в условиях экономического спада, целесообразность снижения плотности выпускаемой продукции, совершенствование методов оценки свойств АГБ, корректировка методик испытания, техническое перевооружение предприятий, внедрение эффективного оборудования и технологий. А также: оптимизация технологии производства автоклавного газобетона, исследование процессов, происходящих при его производстве, информационные технологии в поддержку производства АГБ, применение изделий из автоклавного ячеистого бетона в современном строительстве.

В сборник вошли доклады представителей производственных предприятий, сотрудников научно-исследовательских организаций и вузов, представителей смежных отраслей экономики.

УДК 691.327.332: 666.97.035.56 (06)

ББК 38.626 я 431

ISBN 987-5-7320-1288-0

© НААГ

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕВЧЕНКО В.Н. Приветственное слово участникам конференции НААГ–2015.....	5
РАЗДЕЛ 1. «РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ АГБ».....	6
ГРИНФЕЛЬД Г.И. Ассоциация производителей автоклавного газобетона — инструмент для решения отраслевых задач.....	6
ВИШНЕВСКИЙ А.А., ГРИНФЕЛЬД Г.И. Основные тенденции развития производства автоклавного газобетона в России.....	8
ВЫЛЕГЖАНИН В.П., ПИНСКЕР В.А. Перспективы развития технологии производства автоклавного газобетона.....	14
РАЗДЕЛ 2. «ПРОИЗВОДСТВО АГБ».....	16
БАЖЕНОВ И.В. Автоматизированный комплекс для определения активности алюминия и кинетики газовыделения.....	16
БАГЛАЙ А.А., ШЕБОЛДАСОВ А.А. Опыт производства автоклавного газобетона низких плотностей на оборудовании HESS AAC Systems B.V.	19
ГЛЕБОВ Б.А. Информационные технологии в помощь Технологи АГБ	22
ВИШНЕВСКИЙ А.А., ГРИНФЕЛЬД Г.И. Ударная или литьева?.....	25
КУЗНЕЦОВ А.Н. Опыт практического применения термоусадочных пленок при групповой упаковке изделий из ячеистого бетона	31
ПОТТИН Ф., ХЕЛЬБЕР К., РОМАНОВА Г., ЦЕЛЬМЕР В. Возможные стратегии при производстве АГБ в условиях экономического спада	38
ГИЗАТУЛИНА Н.Ю., ВИШНЕВСКИЙ А.А. Оценка морозостойкости автоклавного газобетона	44
ГОЛЬДМАН Ф.А., ШТАКЕЛЬБЕРГ Д.И., ГАДАЕВ Н.А., ШТЕЙНБУК Г.Е. Опыт технологического мониторинга вспучивания и упрочнения газобетона.....	47
РАЗДЕЛ 3. «ПРИМЕНЕНИЕ АГБ»	53
ВЫЛЕГЖАНИН В.П., ПИНСКЕР В.А. Крупноблочные изделия из газобетона	53
СИРОТИН О.В. Утеплитель из автоклавного газобетона плотностью D150 и трехслойный энергоэффективный блок	56
ЛЯМЗИН А.В. Технические решения трехэтажных газобетонных зданий при сейсмичности до 9 баллов	64
ГЛУМОВ А.В. Опыт применения H+N Limfix	69
ГРИНФЕЛЬД Г.И. Зависимость основных характеристик автоклавного газобетона от его плотности и прочности	72
ЛАПОВСКАЯ С.Д., СИРОТИН О.В., ГРИНФЕЛЬД Г.И. Экспериментальное определение скорости выхода начальной влаги из кладки из автоклавного газобетона в климатических условиях г. Киева	77
МОРДВОВ А.А., ЛИХТАРОВИЧ М.В. Оптимизация крепления конструкций из АГБ при заполнении наружных и внутренних стен каркасов зданий высотой до 80 метров	84
ГРАНОВСКИЙ А.В., ДЖАМУЕВ Б.К., ВИШНЕВСКИЙ А.А., ГРИНФЕЛЬД Г.И. Экспериментальное определение нормального и касательного сцепления кладки из блоков из ячеистого бетона автоклавного твердения на различных клеевых составах.....	88
ПАСТУШКОВ П.П. Расчетное определение эксплуатационной влажности автоклавного газобетона марок D300, D400, D500, D600.....	93

РЕКЛАМНЫЙ РАЗДЕЛ	99
Роксор Индастри. Эффективные и экономичные системы групповой упаковки автоклавного газобетона	99
ПРОХОРОВ С.Б. Специализированные газообразователи марок Газобето	102
КОВАЛЕВ А.Н. Качественная упаковка – залог успеха Вашего бизнеса	106
КОЛОМАЦКИЙ А.С., СВИНАРЕВ А.В. Теплоизоляционный газобетон	109
АРТАМОНОВ А.В. TEREX-Lime - производство извести в Тульской области. Новый проект группы компаний ТЕРЕКС	112
ТЮПИН В.Н. Пенополиуретановый ТУТАН PROFESSIONAL EURO Клей для кладки – комплекс исследований в Европе, методы, сертификация	116
БУРОВ А.В. Технологические решения снижения себестоимости АЯБ с применением пластификатора Nowaplast	125
МАРТЫНЮК В.В. Газобетон в сборно-монолитных перекрытиях России	127
Ай Ти Пром. Система управления производственным процессом – АГБ	137
ГРИНФЕЛЬД Г.И., Коммерческая деятельность НААГ	140

ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО УЧАСТНИКАМ КОНФЕРЕНЦИИ НААГ–2015

В.Н. ЛЕВЧЕНКО, почетный президент НААГ

Уважаемые участники конференции! Вы присутствуете на ставшем уже традиционным мероприятии, собирающем самую представительную аудиторию специалистов, связанных с производством автоклавного газобетона. Больше двухсот участников, больше 40 заводов, больше 10 стран.

Ассоциация, собравшая нас, появилась в декабре 2007 года, после того как в Екатеринбурге прошло учредительное собрание. Этому событию предшествовали две тупиковые попытки создания объединения производителей автоклавного газобетона. Идея витала в воздухе, потребность в ее реализации ощущалась многими участниками рынка. Уже была реализована коллективная работа по разработке стандартов на нашу продукцию, были осознаны плюсы интеграции усилий.

У истоков Ассоциации оказались заводы «Сибит», «Теплит», «Кселла», «Аэрок», «ЭКО». К моменту создания НААГ в России действовал десяток заводов с современным оборудованием и подходом к реализации продукции основанном не на пассивном сборе заявок «отделом сбыта», а на активной деятельности коммерческой службы. Нас объединило не только и даже не столько объективное качество продукции, сколько понимание необходимости ее активного продвижения на рынок. Мы собрались для того, чтобы исследовать новые возможности, открывающиеся при правильном применении нашей продукции, и донести это новое знание до всех участников строительного рынка.

Здесь надо заметить, что объективные достоинства современного автоклавного газобетона столь явственны, что его победное шествие состоялось бы и без нашего объединения. Однако смею думать, что наш скоординированный вклад отразился на темпах роста производства автоклавного газобетона парой десятков процентов.

Сегодня автоклавный газобетон — самый массовый стеновой материал в России. В 2013-м году совокупный выпуск газобетона превысил совокупный выпуск всех видов строительной керамики и с тех пор его доля еще подросла. На автоклавный газобетон приходится чуть больше 40 % всего рынка стеновых материалов. Сейчас в России действуют больше 70 заводов, выпускающих автоклавный газобетон. Пятьдесят из них — это современные заводы, оснащенные скоростными смесителями, высокоточными резательными комплексами. За восемь лет, прошедших с создания нашей Ассоциации, выпуск газобетона в России вырос более чем в три раза. Многие мифы, сопровождавшие его в первые годы века, развеяны, а области применения расширены. Теперь мы можем сосредоточиться на решении более узких, предметных задач, заняться своего рода шлифовкой ранее сделанных наработок.

При создании НААГ ее учредители производили 1,1 млн. м³ газобетона в год, сейчас члены Ассоциации производят 7 млн. м³. Сегодня в Ассоциацию входит 21 предприятие — это 24 завода с 26 технологическими линиями. Членами НААГ являются практически все крупные российские производители автоклавного газобетона. Участники Ассоциации обладают 46% всех установленных в отрасли производственных мощностей, на их долю приходится около половины всего выпускаемого в России газобетона. Выпускаемая предприятиями НААГ продукция по основным формальным показателям статистически лучше среднерыночного уровня (выше прочность, ниже плотность), у членов Ассоциации загрузка производственных мощностей выше среднеотраслевого уровня.

Ассоциация производителей автоклавного газобетона — клуб лучших и одновременно репрезентативная выборка, позволяющая нам говорить от имени отрасли, выражать интересы всех участников рынка.

Открывающаяся конференция запланирована как большое рабочее мероприятие. Вниманию участников предложена насыщенная программа, состоящая из разноплановых докладов и дискуссий. Конференция призвана помочь нам в решении проблем и осмыслении задач, стоящих перед отраслью.

Желаю участникам конференции плодотворной работы.

РАЗДЕЛ 1. «РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ АГБ»

АССОЦИАЦИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА — ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ОТРАСЛЕВЫХ ЗАДАЧ

Г.И. ГРИНФЕЛЬД, НААГ

Национальная ассоциация производителей автоклавного газобетона — некоммерческое объединение юридических лиц, созданное для выполнения представительских функций, а также консолидации работ по исследованиям, нормотворчеству и информированию потребителей о характеристиках продукции отрасли.

В первую очередь Ассоциация осуществляет представительские функции. Это важная задача, поскольку государственные структуры и органы технического регулирования зачастую вынужденно игнорируют запросы коммерческих организаций. Представительская деятельность имеет низкий КПД и плохо формализуется, поскольку государство находится в процессе перманентного реформирования и поворачивается к строительному комплексу и отрасли производства строительных материалов все время разными интерфейсами, наделенными разными полномочиями. Для примера перечислю только названия ведомств, которые были уполномочены государством вырабатывать и осуществлять политику в области материального обеспечения строительного комплекса в течение последних десяти лет: Росстрой, Минрегион, Минстрой, Минпромторг. При этом перечень полномочий и возможностей менялся от довольно широких (в Росстрое) до практически нулевых (в Минстрое). Параллельно государственным структурам выросли и зафиксировались в форме НОСТРОЙ и НОПРИЗ саморегулируемые организации строителей, проектировщиков и изыскателей. Этот процесс также развивался нелинейно и говорить, что формы застыли и с ними можно начинать предметно работать — пока еще рано.

Тем не менее, общение с этими ликами управляющей машины важно для отрасли. Основная цель общения с государственными и квазигосударственными структурами с нашей стороны — отслеживание действий и запросов представителей смежных подотраслей прямых товаров-заменителей и активности представителей конкурентных направлений и идеологий развития строительного комплекса.

Автоклавный газобетон за последние годы стал самым массовым стеновым материалом в России. В то время как общий объем строительства вырос менее чем в 2,5 раза, объем рынка стеновых вырос ниже — только в 2–2,2 раза, а объем производства автоклавного газобетона увеличился почти в 10 раз. Мы росли, активно замещая керамику, мелкие бетонные (из легких и мелкозернистых бетонов) блоки, силикатный кирпич. Спад в производстве стеновых материалов, произошедший в 2009-м году, не отразился существенно на производстве автоклавного газобетона. С тех пор мы увеличили выпуск двукратно. А остальные сегменты рынка стеновых производят сейчас на уровне 2008-го года. Да, спад производства керамики вообще сопровождается активным ростом производства керамики крупноформатной; спад производства силикатного кирпича сопровождается ростом производства силикатных блоков различных форм и форматов; в сегменте легкогобетонных блоков тоже есть свои подсегменты активного роста. Но в целом, наши коллеги чувствуют себя тяжелее нас. Это создает соблазн обратиться к государству за помощью и созданием нерыночных преференций терпящим бедствие отраслям или отдельным предприятиям. Наша задача — следить за тем, чтобы правила игры оставались едиными для всех. Наше текущее доминирование на строительном рынке основано на объективных характеристиках нашей продукции и внутрироссийских розничных ценах на энергию. Отсутствие крупных перекосов в ценообразовании на рынке энергии ведет к тому, что потребители выбирают строительные решения, основанные на реальной целесообразности, а не на директивных требованиях, как в том же Евросоюзе. Здесь кроется вторая лоббистская опасность, противодействие которой мы считаем важным

аспектом своей работы. Индустрия теплоизоляционных материалов, подмявшая под себя нормотворчество в области энергосбережения в ЕС, стремится к повторению успеха в ЕАЭС. Обладая очень высоким лоббистским потенциалом, представители конкурентной идеологии, направленной не на повышение энергетической эффективности строительного комплекса и ЖКХ, а на увеличение рынка для собственной продукции, из года в год совершают попытки радикального ужесточения теплотехнических требований к ограждающим конструкциям возводимых зданий. Наша задача здесь как в многослойной сказке Льюиса Кэрролла начинается с постулата: «нужно бежать со всех ног, чтобы только оставаться на месте».

Итак, единые рыночные правила для всех товаров-заменителей и рациональный подход к нормированию тепловой защиты зданий — два основных круга вопросов, для удержания которых на благоприятном для отрасли уровне мы вынуждены вести методичную работу, не имеющую видимого результата, формулируемого в четкий перечень достижений.

Второй блок решаемых нами задач — это исследования и нормотворчество. О проделанной здесь работе, о стоящих задачах и перспективах можно рассказать более предметно, чем о представительских функциях.

Начало нашей совместной работе было положено еще до формального создания Ассоциации. На протяжении 2006–07 гг. рабочая группа, в которую входили представители ряда заводов, разработала стандарты на ячеистый бетон автоклавного твердения (ГОСТ 31359-2007) и неармированные изделия (блоки) из ячеистого бетона автоклавного твердения (ГОСТ 31360-2007). С тех пор проделана большая работа.

Разработан СТО НААГ 3.1–2013 «Конструкции с применением автоклавного газобетона в строительстве».

Формализованы требования к отделке автоклавного газобетона.

Разработан и утвержден СТО НОСТРОЙ 2.9.136–2013 «Строительные конструкции зданий и сооружений. Устройство конструкций с применением изделий и армированных элементов из ячеистых бетонов автоклавного твердения. Правила, контроль выполнения и требования к результатам работ, рекомендации по применению». В СТО НОСТРОЙ 2.9.136 впервые в России формализованы требования к исполнению тонкого кладочного шва, требования к перевязке кладки из ячеистобетонных блоков. В настоящее время стандарт проходит процедуру согласования в НОПРИЗе.

Формализованы технические требования к растворам для тонкошовной кладки, зафиксированные в СТО СПССС 52208230-001-2015 «Растворы для тонкошовной кладки автоклавных материалов. Технические требования».

На основании богатых экспериментальных данных разработана «Методика расчета усилий выдергивания профилированных канальных и бесканальных анкеров из автоклавного газобетона».

Близка к завершению работа над «Альбомом приведенных сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций с применением автоклавных ячеистых бетонов», в котором расчетная влажность поставлена в зависимость от состава конструкции и климата региона строительства.

Проведена подготовительная работа к введению повышенных расчетных сопротивлений сжатию для кладки с тонкими швами.

Ведется работа по устранению нижнего ограничения плотности для применения автоклавного газобетона в несущей кладке в сейсмических регионах строительства.

Как видим, часть проделанной работы закреплена в виде введенных в действие нормативов, часть существует в виде заделов, в виде результатов экспериментальных работ, еще только ожидающих нормативного закрепления.

Третий блок задач был обозначен нами условным термином «популяризация». Поставленная нами перед собой задача заключалась в совместном информировании потребителя о характеристиках и особенностях автоклавного газобетона. Цель такого информирования — формирование объективного взгляда на материал и его возможности.

Развенчание наиболее одиозных мифов, разрушение ложных стереотипов, предупреждение необоснованных ожиданий, ведущих к разочарованию.

Централизованное решение этой амбициозной задачи, которого иногда ожидали от Ассоциации руководители запускающихся предприятий, не осуществимо в виде прямого делегирования полномочий и ответственности. Коммуникации с потребителями, и в B2B, и в B2C сегментах требуют как раз сетевой децентрализации, локальных мероприятий по информированию, стимулированию сбыта, местных и узконаправленных программ по формированию лояльности. В этом году мы ставим эксперимент по тиражированию в региональных СМИ централизованно созданных ежеквартальных информационных материалов. Однако основной упор мы продолжаем делать на создании информационных материалов, которые можно охарактеризовать как «весомые», «авторитетные» источники информации — это результаты исследований, их интерпретация в виде научных статей в рецензируемых журналах, нормативные, методические и учебные материалы.

Анализируя свои ошибки, сделанные при попытках централизовать работу по популяризации, мы вновь приходим к выводу о необходимости вовлечения максимально широкого круга профессионалов в работу по исследованиям, выявлению особенностей применения и оптимизации путей применения автоклавного газобетона. Поэтому в завершение нашей конференции мы объявляем о грантах, выделяемых молодым ученым и аспирантам, работающим в областях производства и исследования свойств строительных материалов, оптимизации строительных конструкций, архитектуры.

Полагаем, что консолидированные усилия предприятий отрасли, направленные на поддержку исследований и тиражирование передового опыта, позволят и впредь получать синергетический эффект и обеспечивать дальнейшее закрепление автоклавного газобетона в качестве основного стенового материала России.

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА В РОССИИ

А.А. ВИШНЕВСКИЙ, канд. техн. наук, Г.И. ГРИНФЕЛЬД, НААГ

Массовое производство автоклавного газобетона (АГБ) в СССР началось в конце 50-х годов прошлого столетия, когда были построены 10 заводов на польском оборудовании с совокупной мощностью более 1,5 млн м³/год [1]. Из-за несовершенства резательного оборудования первые заводы были ориентированы на выпуск, главным образом, крупноразмерных армированных изделий плотностью 800-1000 кг/м³. Позже, с появлением первых отечественных линий (Универсал, Силбетблок и др.) и развитием резательной технологии к армированным изделиям добавились мелкие блоки. К 1984 году в СССР насчитывалось 99 предприятий с суммарной годовой производительностью около 5,9 млн. м³ изделий, выпускающих ячеистый бетон с плотностью 600 - 700 кг/м³ [2,3].

Новый этап в развитии производства произошел уже после распада СССР. В 90-е годы в России и Белоруссии появились импортные линии нового поколения, позволяющие выпускать изделия из АГБ с высокой точностью геометрических размеров. На российском рынке заводы с импортными линиями обеспечили появление дополнительных 0,5 млн м³ изделий из АГБ (в основном, мелких блоков) с плотностью 500-600 кг/м³.

Из представленного краткого исторического обзора можно выделить три основные тенденции, которые характеризовали рынок АГБ с момента его становления – это неуклонный рост производства, переход от крупноформатных изделий к мелким блокам, а также снижение плотности выпускаемых изделий. В рамках исследования рынка АГБ, проводимого Национальной Ассоциацией производителей автоклавного газобетона (НААГ), изучено развитие этих и других тенденций рынка в настоящее время. Источником информации для

данной работы послужили исследования рынка АГБ, которые НААГ проводила в период с 2012 по 2015 гг. [4, 5, 6].

Рост мощностей и расширение географии производства

Опыт строительства первых заводов с импортными линиями и повышенный спрос на производимую ими продукцию побудил к созданию подобных заводов по всей стране. В результате, с 2003 г в России начинается настоящий бум по строительству новых предприятий по производству АГБ (рис. 1). В течение 10 последних лет ежегодно вводятся в эксплуатацию от 4 до 8 заводов. В это же время действующие заводы проводят реконструкцию и наращивают производительность. При этом выбытия мощностей практически не происходит. Как результат, установленные мощности по производству АГБ неуклонно растут. В 2015 году с запуском 5 новых линий и увеличением производительности на 2 существующих совокупная мощность всех заводов по выпуску АГБ приблизится к 17,5 млн м³.

С увеличением мощностей расширяется и география производств. Если к началу 90-х годов основные производства АГБ были сконцентрированы в центральной части страны, то в последнее время газобетонные производства активно открываются на Урале, в Сибири, на Дальнем Востоке и Северном Кавказе. В итоге, производство АГБ появилось практически в каждом регионе страны, автоклавный газобетон становится массовым стеновым материалов в масштабах всей страны.

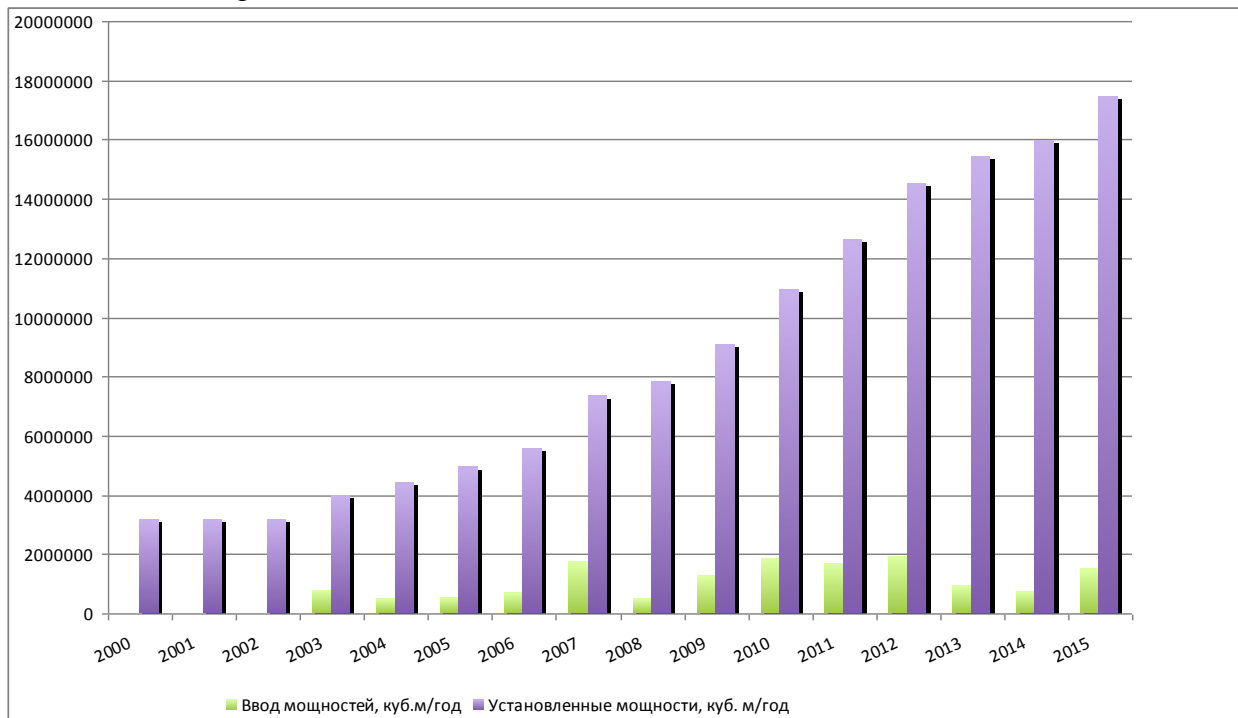


Рис. 1. Ввод мощностей по производству АГБ

Использование импортных технологических комплексов

Отечественные линии «Универсал 60» и «Силбетблок», разработанные в 70-80 годы, уступали импортным аналогам по производительности, уровню автоматизации, используемым техническим решениям, а также по характеристикам выпускаемой продукции. Кризис отечественного машиностроения и развал научно-технической базы не дали возможности для создания собственного оборудования, выдерживающего конкуренцию с линиями ведущих иностранных производителей. Все, что создавалось в России в последние годы, это линии небольшой производительности, уступающие по своему техническому оснащению импортным аналогам. По этой причине они не получили широкого распространения, а отрасль прирастала исключительно за счет импортных мощностей. За последние 15 лет было введено в эксплуатацию 9 отечественных линий (последняя в 2008 г) и 51 линия импортного производства (включая линии, запущенные в 2015 г).

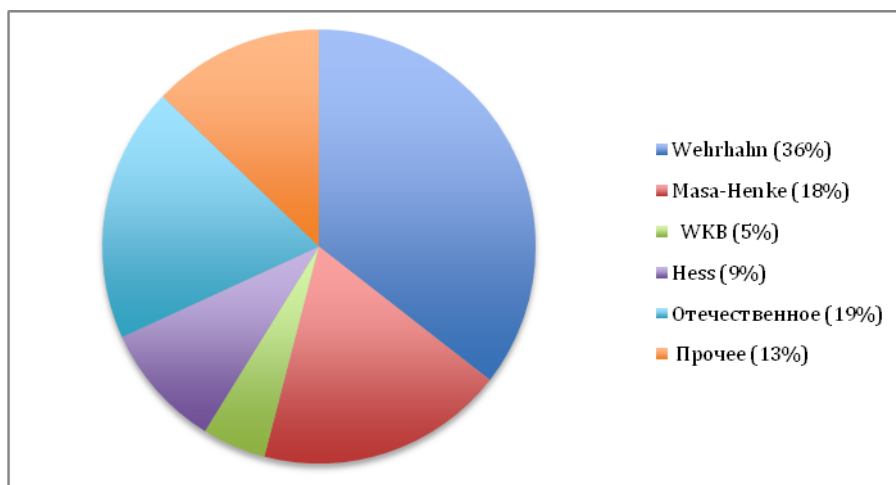


Рис. 2. Доля рынка (по установленным мощностям) различных производителей оборудования по производству АГБ

Как видно из данных, представленных на рис. 2, на долю отечественных линий приходится только 19 % от всех мощностей по выпуску АГБ. Основными поставщиками импортного оборудования на российский рынок являются немецкие компании Wehrhahn (23 линии) и Masa Henke (11 линий).

Увеличение выпуска АГБ

Расширение мощностей по производству АГБ закономерно привело к росту объемов выпуска. При этом темпы роста в последние годы значительно увеличились. Как следует из данных, представленных на рис. 3, в период с 2011 по 2014 г ежегодный рост производства составлял 13-15 %. В итоге за 30 лет выпуск АГБ увеличился в 2,5 раза.

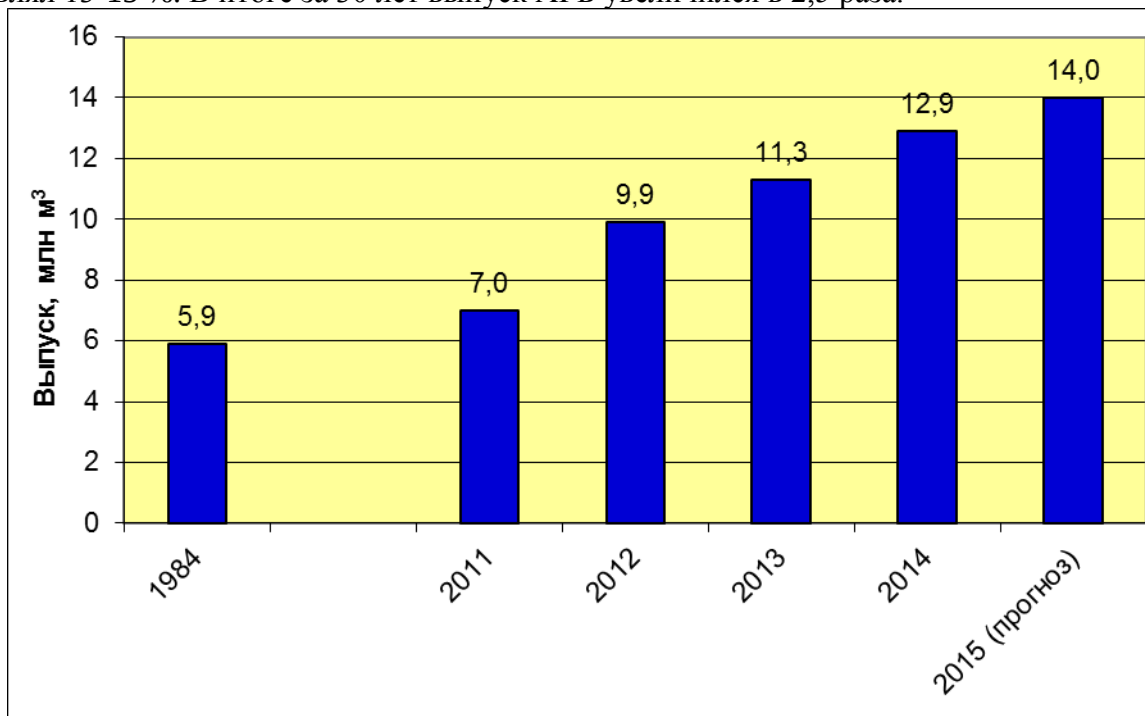


Рис. 3. Выпуск АГБ

Рост выпуска АГБ обусловлен повышенным спросом на продукцию, который, в свою очередь, определяется увеличением объемов строительства и ростом популярности данного материала. Последний фактор является ключевым, так как объемы производства газобетона зачастую растут быстрее, чем объемы строительства (например, в 2012 и 2013 г, когда рост объемов строительства был на уровне 5,6 %). Другими словами, количество и доля зданий, где используется АГБ, увеличивается. Более того, согласно официальной статистике в 2013 г. ячеистый бетон стал основным стеновым материалом в России. Объемы его производства

превысили выпуск керамических стеновых материалов. В 2014 г данная тенденция укрепилась (рис. 4).

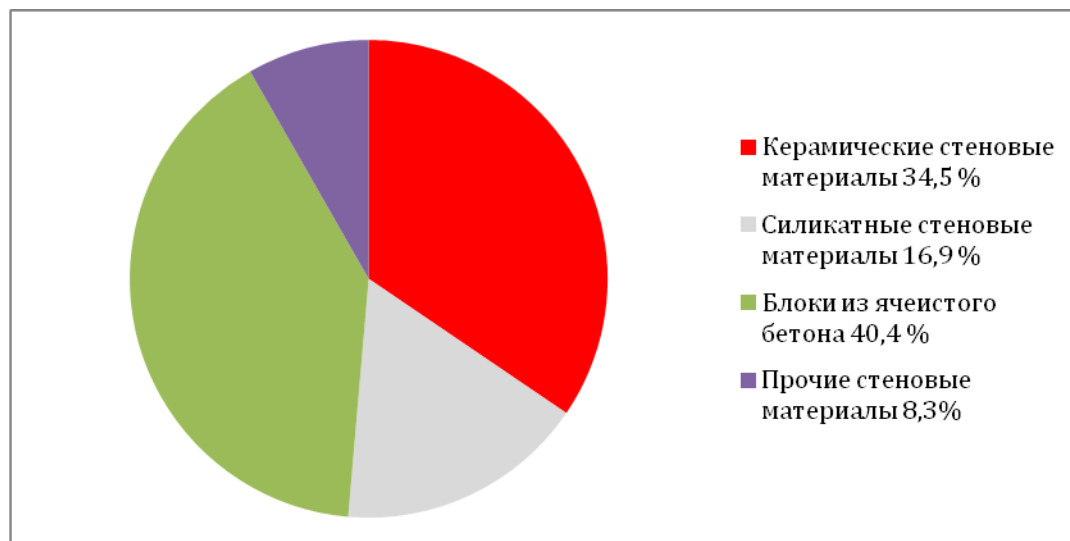


Рис. 4. Доли стеновых материалов на российском рынке
(данные ФСГС за 2014 г)

Снижение доли армированных изделий

С развитием резательной технологии наблюдается устойчивая тенденция сокращения выпуска армированных изделий и расширение объемов производства мелких блоков. В последние годы эта тенденция усилилась (табл. 1). В 2014 г объем производства армированных изделий составил 58307 м³, что соответствует 0,46 % от общего выпуска АГБ.

Таблица 1

Выпуск армированных конструкций из АГБ

Показатель	2012 год	2013 год	2014 год
Выпуск армированных конструкций, м ³	87200	76156	58307
То же в % от общего выпуска	0,87	0,67	0,46
Число производителей	10	10	9

При этом нельзя сказать, что армированные конструкции из АГБ не востребованы рынком или их популярность снижается. По словам производителей спрос на ячеистобетонные перемычки является существенным и имеет тенденцию к росту. И, тем не менее, выпуск армоконструкций снижается, и на то есть несколько причин. Прежде всего, это снижение производства домокомплектов, предусматривающих различные элементы из крупноформатного АГБ. Это происходит как по причине устарелости серий, так и вследствие ограниченности самих производств и значительного износа их мощностей. В настоящее время 3 завода продолжают выпуск серий домов, где используются конструкции из газобетона, в том числе наружные стеновые панели. Возраст этих предприятий - около 50 лет. Однако, именно эти заводы выпускают большую часть армированных конструкций (в 2014 г. - 70 %), снижение выпуска на данных предприятиях определяет общее снижение по отрасли.

Другой причиной уменьшения выпуска армоконструкций является повышенный спрос на мелкие блоки, наблюдающийся в последние годы. С учетом того, что производство армированных изделий имеет некоторые сложности в сравнении с выпуском мелких блоков и сопровождается снижением общей производительности, предприятиям выгоднее производить мелкоштучные изделия, даже при сохранении спроса на армированные конструкции.

Снижение плотности выпускаемых изделий

Направленность рынка в сторону снижения плотности АГБ сформировалась сразу после начала массового производства этого материала. На протяжении всей истории производственники стремились уменьшить плотность, но при этом сохранить прочностные

характеристики АГБ. Развитие технологии, появление нового оборудования и материалов давали возможность для выполнения этой задачи. Плотность материалов снижалась поэтапно: с 1000 кг/м³ в 60-х, до 643 кг/м³ в 1989[3] и наконец, до 516 кг/м³ в 2014 г[6].

В настоящее время наибольшее применение имеет газобетон с плотностью 500 кг/м³ (табл. 2). Доля данной марки в общем выпуске постоянно возрастает. В значительной мере повышение выпуска АГБ, фиксируемое в последние годы, происходит именно за счет увеличения производства газобетона с плотностью 500 кг/м³. Вместе с этим увеличивается выпуск продукции пониженной плотности. Так, в 2014 г было выпущено более 1 млн м³ АГБ марки D400 и 56 тыс. м³ АГБ марки D300. А вот выпуск высоких плотностей постепенно снижается.

Таблица 2

Год	Выпуск АГБ в 2012-2015 гг					
	Выпуск АГБ по маркам в % от общего выпуска					
	D300	D400	D500	D600	D700	D800
2012	0,26	10,99	58,54	28,31	1,9	-
2013	0,49	8,81	63,68	25,79	1,12	0,09
2014	0,45	8,07	67,08	23,14	1,21	0,05
2015*	1,04	11,57	68,69	18,19	0,51	

* Данные по итогам первого полугодия 2015 г.

Существование региональной специфики в выпуске АГБ

Анализ продукции, выпускаемой в различных регионах, позволил выявить некоторые отличия. Так, в частности, отмечено, что продукция отличается по геометрии. В Сибирском и Уральском федеральных округах преимущественно выпускаются блоки с пазом и гребнем. В Северо-Западном округе наблюдается определенный «паритет». А в Центральном, Приволжском и Южном округах подавляющий объем выпуска представлен гладкими блоками. Выявленные закономерности объясняются сложившимися традициями и политикой в данном вопросе основных производителей в регионах.

Также продукция отличается по своей плотности (рис. 5). Наиболее легкую продукцию выпускают заводы Северо-Западного региона, усредненная плотность выпускаемого газобетона там самая низкая по России (в 2014 г - 464,6 кг/м³). Наиболее тяжелый газобетон выпускается в Сибири. Подобный результат объясняется главным образом сложившимися традициями, которые в свою очередь, зависят от возможностей производителей и их усилий по продвижению продукции. В Северо-Западном регионе одними из первых освоили массовый выпуск АГБ с плотностью 400 кг/м³ и ниже, а также провели активную кампанию по его продвижению. В Сибирском округе сложилась обратная ситуация. Там основные производители сориентировались на выпуск продукции с плотностью 500 кг/м³ и выше и до настоящего времени значимого производства продукции пониженной плотности не ведут. В ряде случаев на плотность выпускаемых изделий влияет сейсмичность региона. В частности, в Южном округе выпуск изделий пониженной плотности затруднен в связи ограничениями его применения в зоне повышенной сейсмичности.

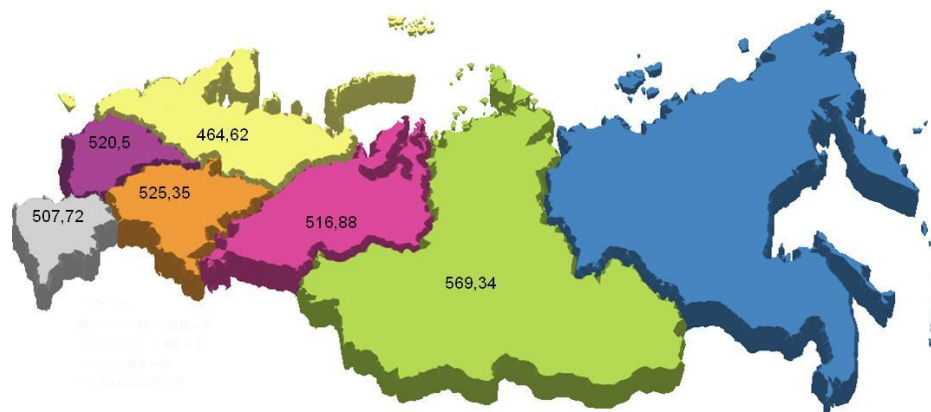


Рис. 5. Усредненные показатели плотности выпускаемого АГБ по округам в 2014 г.

В табл. 3 приведена динамика изменения усредненной плотности за последние 3 года. В указанный период во всех регионах прослеживается тенденция к снижению плотности выпускаемого АГБ. Некоторое исключение составляет Северо-Западный округ, где происходит незначительное увеличение плотности. Однако, это не мешает данному региону сохранять лидерство по выпуску продукции пониженной плотности.

Таблица 3

Плотность выпускаемого АГБ в различных регионах РФ

Федеральный округ	Усредненный показатель АГБ, кг/м ³		
	2012	2013	2014
Центральный	523,5	517,4	520,5
Приволжский	529,3	528,8	525,4
Южный	516,0	506,6	507,7
Северо-Западный	458,2	465,0	464,6
Уральский	524,7	519,5	516,9
Сибирский	581,1	574,5	569,3
В среднем по РФ	520,6	518,4	516,7

В заключении можно отметить, что рынок автоклавного газобетона продолжает активно развиваться. Тенденции, сопровождающие рынок на протяжении всей его истории (рост мощностей, увеличение выпуска, снижение плотности выпускаемых изделий, повышение доли мелкоштучной продукции), сохраняются и в настоящее время. Тенденцией последних лет стала переориентация производителей АГБ на импортное технологическое оборудование. Кроме этого, в последнее время на рынке сформировались региональные особенности, выражающиеся в том числе и в выпускаемой продукции.

Многие из перечисленных закономерностей определяются сложившимися традициями производства и применения АГБ, а также политикой самих производителей. При всем при этом благодаря обмену опытом между предприятиями, в том числе и в рамках НААГ, общие тенденции развития отрасли также сохраняются.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вылегжанин В.П., Пинскер В.А. Газобетон в жилищном строительстве, перспективы его производства и применения в Российской Федерации // Строительные материалы. 2009. №01. С.4-8.
2. Домбровский А.В. Производство ячеистых бетонов. Обзорная информация. ВНИИЭСМ. Выпуск 2. 1983. с.76.
3. Коровкевич В.В., Пинскер В.А и др. Малоэтажные дома из ячеистых бетонов. Рекомендации по проектированию, строительству и эксплуатации. Ленинград: ЛенЗНИИЭП., 1989. 284 с.
4. Вишневский А.А., Гринфельд Г.И., Куликова Н.О. Анализ рынка автоклавного газобетона России // Строительные материалы. 2013. №7. С.40-44.
5. Вишневский А.А., Гринфельд Г.И., Смирнова А.С. Итоги работы предприятий по производству автоклавного ячеистого бетона в 2013 г // Технологии бетонов. 2014. №4. С. 44-47.
6. Вишневский А.А., Гринфельд Г.И., Смирнова А.С. Анализ рынка АГБ 2014 // Строительные материалы. 2015. № 6. С. 52–54.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА

*В.П. ВЫЛЕГЖАНИН, канд. техн. наук, В.А. ПИНСКЕР, канд. техн. наук,
Центр ячеистых бетонов*

Производство ячеистых бетонов постоянно расширяется, строятся новые заводы, завозится импортное оборудование различных фирм, производится и отечественное, хотя более скромного исполнения. Потребности строительства, особенно после кризиса, весьма далеки от удовлетворения, поскольку жилой фонд России необходимо удвоить, для чего и строительство жилья нужно удвоить, доведя до 120-150 млн.м² общей площади в год. Учитывая часто упоминаемый дефицит строительных материалов и их удорожание (кирпич, цемент, деловая древесина, щебень, стандартный песок с $M_k=2,5$), а также недолговечность (а порой и токсичность) теплоизоляционных материалов (пенополистирол, пенополиуретан, фенольный пенопласт), следует признать, что ячеистый бетон, как наиболее дешевый, долговечный, огнестойкий и экологичный материал, является наиболее эффективным для решения жилищной проблемы.

Для расширения производства ячеистых бетонов необходимо изыскивать резервы снижения их энергоемкости, металлоемкости, трудоемкости, одним словом, ресурсоемкости производства.

Современная технология изготовления ячеистобетонных изделий, за исключением фактора компьютеризации, практически ничем не отличается от технологии 70-летней давности. Разработки высокой технологии, новых физических принципов, космической техники совершенно не используются. Компьютеры, образно говоря, прикреплены к телегам. В тоже время в различных областях техники предложено много новаций, которые могут быть применены (и многие из них уже опробованы) в технологии производства ячеистых бетонов.

Рассмотрим некоторые из них.

Прежде всего, это помол песка, который осуществляется самым энергоемким и металлоемким способом – шаровыми (трубными) мельницами. Поэтому стоимость молотого песка приближается к стоимости цемента, а расход электроэнергии, постоянно дорожающей, достигает 100 кВт/час на 1 т песка. Вес мельниц, включая броневые плиты и цельпессы, составляют десятки тонн. Расход мелющих тел превышает 3 кг на 1 т песка, а такое насыщение газобетона железом, по мнению профессора П.Р. Таубе, опасно с точки зрения долговечности. Стоимость этого количества высококачественного металла составляет не менее 100 руб./т. Помол в шаровых мельницах является шумоопасной процедурой, поскольку уровень звукового давления в помольном отделении на низких частотах достигает 95 дБ, а в моторном – 96 дБ, что сопоставимо с авиадвигателями.

В то же время разработано много видов помольных агрегатов, менее ресурсоемких и шумных, в том числе струйные и планетарные мельницы, стержневые смесители (дезинтеграторы), электроимпульсные измельчители.

В Ленфилиале Академии строительства и архитектуры СССР еще в начале 1960-х гг. опробовался электрогидравлический помол песка для приготовления автоклавного газобетона, основанный на эффекте Юткина. Эксперименты показали, что регулируя напряженность поля и величину импульса, можно изменять тонкость помола – от наночастиц коллоидного размера (никто тогда не говорил о модной сейчас нанотехнологии), т.е. до частиц размером 100 мкм. Удельная поверхность песка могла меняться в диапазоне 1000-100 м²/кг. При этом энергоемкость помола снижалась на порядок, шума не было и никаких вредных включений в песок не поступало. К сожалению, это направление не заинтересовало ни чиновников, ни промышленников, а фирма Юткина была ликвидирована. К тому времени в США работало более 500 фирм, использующих эффект Юткина, правда, до ячеистых бетонов они не добрались.

Мы считаем, что электрогидравлический помол является одним из перспективных направлений технологии ячеистых бетонов. Он также помог бы утилизировать золошлаковые отходы угольных электростанций и металлургических предприятий, а также терриконики угледобычи.

Другое направление технологии – резка газобетонного сырца. Уже более 80 лет она осуществляется струнами (проволокой), которые часто рвутся из-за водородного охрупчивания стали, поскольку водород является порообразователем газобетона. Другие способы резки не применяются. Правда, на Нарвском КСМ, по нашему заказу, была проведена работа по резке газобетона высоконапорными водными струями, но она ограничилась высотой массива 400 мм, хотя и показала высокую эффективность. Опробовалась и плазменная резка. По нашему мнению, наиболее эффективна лазерная резка, поскольку лазером сейчас разрезают даже стальные заготовки толщиной до 500 мм. Лазерная резка сочетается с программной компьютерной перестройкой лазерных сеток в соответствии с требуемой номенклатурой типоразмеров в данном массиве. Такая резка намного бы удешевила процесс раскрытия газобетонного сырца и снизила металлоемкость резательных машин. Кроме того, исчезли бы простои из-за необходимости замены режущих струн. Первые эксперименты, проведенные в Кирове, дали положительные результаты.

Третий важный процесс при изготовлении газобетонных изделий – тепловлажностная обработка в автоклавах. Она требует большого расхода энергии на получение насыщенного водяного пара с температурой 180-200°C, а также затрат тепла на обогрев камер предварительного твердения (форкамер) для набора сырцом резательной прочности.

Проблема ускорения твердения в перспективе может быть решена химическим путем – с помощью соответствующих катализаторов. Однако работы в этом направлении после смерти чл.-кор. АН СССР В.В. Тимашева почти не ведутся.

Наиболее реальным путем является применение микроволновых излучений (например, ТВЧ или ТСВЧ), поскольку они наиболее эффективно воздействуют на молекулы воды, которые в составе газобетона занимают до 70% по массе. Пропуск сырцовых тележек через камеру высокой частоты позволит за считанные минуты получить готовые изделия заданной прочности и низкой отпускной влажности. Опыты в этом направлении проводились, но до промышленного освоения не доведены.

Можно указать еще на ряд инноваций, которые целесообразно внедрить, если найдутся серьезные фирмы или государственные структуры, заинтересованные в радикальном увеличении объемов производства строительных материалов.

Применение инноваций в производство ячеистых бетонов может снизить их себестоимость в 2 раза, уменьшить энергоемкость и металлоемкость в 2-3 раза, повысить качество изделий и производительность действующих заводов.

Если раньше говорили, что «от трудов праведных не наживешь палат каменных», то «каменные палаты» из ячеистого бетона, становятся доступными для всех.

РАЗДЕЛ 2. «ПРОИЗВОДСТВО АГБ»

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АКТИВНОСТИ АЛЮМИНИЯ И КИНЕТИКИ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЯ

И.В. БАЖЕНОВ, ООО «НСК-ТЕК»

На сегодняшний день в лабораториях заводов по производству автоклавного газобетона осуществляется входной контроль качества практически всех видов сырья, исключением являются только алюминиевые газообразователи, несмотря на то, что значение этого материала, в получении качественного газобетона, очень велико. Большинство предприятий на свой страх и риск полагаются на паспортные характеристики, предоставляемые поставщиком. В редких лабораториях, используя методики 80х-90х годов прошлого столетия, проводят контроль газообразователей, причем, зачастую, регулярному контролю подвергается только одна из качественных характеристик, что не позволяет полностью раскрыть характер сырья и предсказать его работу в промышленных условиях.

Качество газообразователей определяют три основные характеристики: гранулометрический состав, кинетика газовыделения и массовая доля активного алюминия. Для определения гранулометрического состава имеются методики и оборудование, позволяющие точно оценить состав продукта по размерам частиц, но, как показала практика нашей работы, контроль данных параметров газобетонными предприятиями-потребителями не проводится. Для контроля двух других характеристик газообразователей в настоящее время не существует единой технической совершенной методики и аппаратуры. Используемые способы определения массовой доли активного алюминия и контроля кинетики выделения водорода, основаны на газоволюметрическом методе измерений. Данные методики реализуются с помощью установок, состоящих, обычно, из набора сообщенных между собой стеклянных колб и бюреток и имеют целый ряд существенных недостатков:

1. все операции по подготовке и проведению измерений проводятся вручную;
2. отсутствует надежный контроль герметичности системы во время проведения работ;
3. визуальная фиксация результатов и ручной режим заполнения рабочего журнала;
4. низкая надежность установок из-за наличия стеклянных изделий.

Указанные недостатки, присущие газоволюметрическому методу измерений, обуславливают трудоемкость, низкую технологичность выполняемых исследований и приводят к возникновению дополнительных погрешностей результатов измерений.

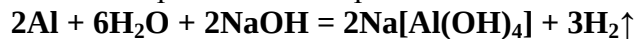
В 2013 году с целью автоматизации процесса измерений, повышения точности и исключения влияния «человеческого фактора» специалистами нашей компании была поставлена задача по разработке прибора, принцип работы которого основан на манометрическом методе измерений. Для решения поставленной задачи, в сотрудничестве с научно-производственным предприятием «Геосфера», были проведены исследования, позволившие создать специализированный прибор «Кальциметр манометрический» (рис. 1). Комплекс обеспечивает возможность одновременного исследования двух навесок газообразователя, одна из которых используется для определения активности алюминия при



Рис. 1. Кальциметр манометрический

взаимодействии с раствором гидроксида натрия, а другая – для получения кинетической кривой газовыделения в процессе реакции с раствором известкового молока. Прибор состоит из двух блоков: аналитического и компрессорного. Аналитический блок служит для проведения измерений, осуществляемых в каждой из двух реакционных камер, и для управления компрессорным блоком, который обеспечивает создание избыточного давления воздуха, необходимого для контроля герметичности реакционных камер и управления поршневым дозатором. Каждая реакционная камера смонтирована над магнитной мешалкой, оснащена датчиком температуры и сообщена с индивидуальным датчиком давления. В нижней части камеры имеется резьба для ввинчивания стакана с контейнером, в который предварительно засыпают навеску образца исследуемого газообразователя. Автономное управление прибором осуществляется программой, записанной в энергонезависимую память микропроцессора, с помощью меню, содержащего набор альтернатив, которые выводятся на экран дисплея прибора и обеспечивают диалоговый режим управления с использованием клавиатуры.

Для определения массового содержания активного алюминия контейнер с навеской газообразователя устанавливают в реакционную камеру, после чего запускается программа и осуществляется автоматическая подача водного раствора гидроксида натрия. При поступлении в камеру раствора NaOH автоматически включается магнитная мешалка. В процессе активного перемешивания щелочь растворяет оксидную пленку на поверхности частиц алюминия, взаимодействие которого с водой приводит к выделению водорода:



По измеренным значениям давления и температуры газа в реакционной камере микропроцессор рассчитывает массовую долю активного алюминия в исследуемом образце с учетом объема реакционной камеры и параметров окружающего воздуха (значений температуры, относительной влажности и барометрического давления). Измерение давления и температуры внутри камеры осуществляется каждые 4 секунды, при этом зафиксированные значения автоматически вносятся в специальный буфер. К 4-й минуте реакция практически завершается, выключается магнитная мешалка и начинается период стабилизации давления и температуры. По истечении 45 минут, времени достаточного до приближения к термодинамическому равновесию в реакционной камере, на дисплей прибора выводится значение массовой доли активного алюминия в исследуемом образце, которое автоматически заносится в архив измерений (рис. 2).

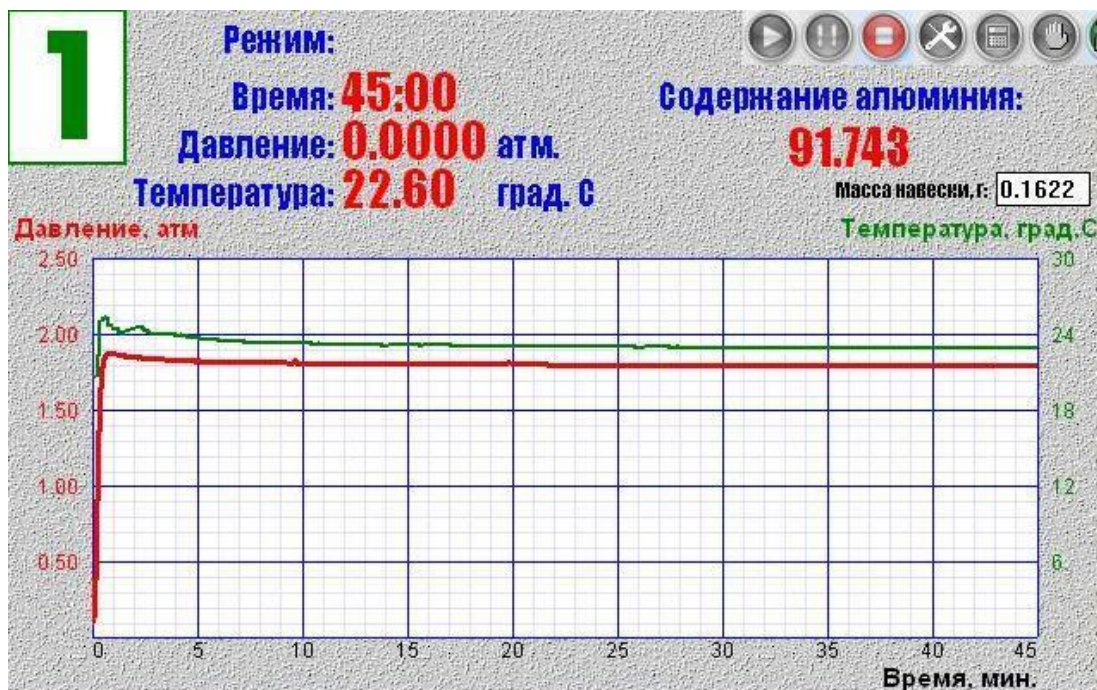
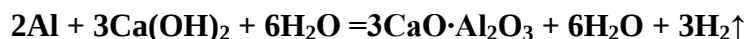


Рис. 2. Результаты измерения массовой доли активного алюминия

При исследовании кинетики газовыделения вначале ручным дозатором осуществляют ввод в камеру раствора известкового молока, после чего автоматически начинается контроль изменения давления в реакционной камере в процессе образования водорода в соответствии с реакцией:



Обработанные данные измерений в виде значений объема выделившегося водорода, приведенного к нормальным условиям и к массе исследуемого образца 1 грамм, отображаются на дисплее прибора. Вывод параметров производится в ходе реакции газообразования в течение 30 мин с периодичностью от 5 секунд до 1 минуты (рис. 3). При этом периодичность вывода данных измерений увеличивается по мере снижения интенсивности реакции.



Рис. 3. Построение кривой газовыделения

Все результаты измерений массовой доли активного алюминия и кинетики газовыделения автоматически заносятся в архив прибора. Программное обеспечение прибора позволяет выполнять обмен данными с компьютером в реальном времени и осуществлять передачу в компьютер результатов завершённых измерений из архива прибора. При определении активности алюминия и кинетики газовыделения предусмотрена возможность визуализации не только конечных, но и промежуточных результатов измерений. Ход реакции отображается на мониторе компьютера в виде кривых давления и температуры в камере (при взаимодействии с гидроксидом натрия) и кривой объема выделенного водорода (при взаимодействии с раствором гидроксида кальция). Для сравнения характеристик исследуемого газообразователя с продуктами других партий, марок и производителей имеется возможность наложения графиков, построенных по результатам измерений и хранящихся в архивном файле. По итогам проведенных измерений формируется и выводится на печать отчетный документ о результатах исследований любого образца в форме, удобной для пользователя.

Таким образом, применение кальциметра манометрического при проведении входного контроля алюминиевых газообразователей позволяет:

- автоматизировать процессы определения массовой доли активного алюминия и кинетики выделения водорода, исключив влияние на конечный результат «человеческого фактора»;
- работать как в автономном режиме, так и совместно с компьютером;

- формировать и выводить на печать отчеты по каждому измерению;
- проводить сравнение результатов различных измерений, с формированием сводных таблиц и наложением графиков;
- сохранять в энергонезависимом архиве прибора результаты измерений.

В настоящее время кальциметр манометрический используется на предприятиях СУАЛ ПМ Шелехов и СУАЛ ПМ Волгоград объединенной компании РУСАЛ, а также на заводе по выпуску автоклавного газобетона ЗАО «АэроБел». В условиях нашего предприятия прибор успешно применяется в течение полутора лет. Ежедневно с его помощью осуществляется входной контроль газообразователей марки «Газобето». Опыт применения этого прибора показал хорошую сходимость результатов измерений, как доли активного алюминия $\pm 0,5\%$, так и кинетики выделения водорода $\pm 1\%$ (рис. 4).

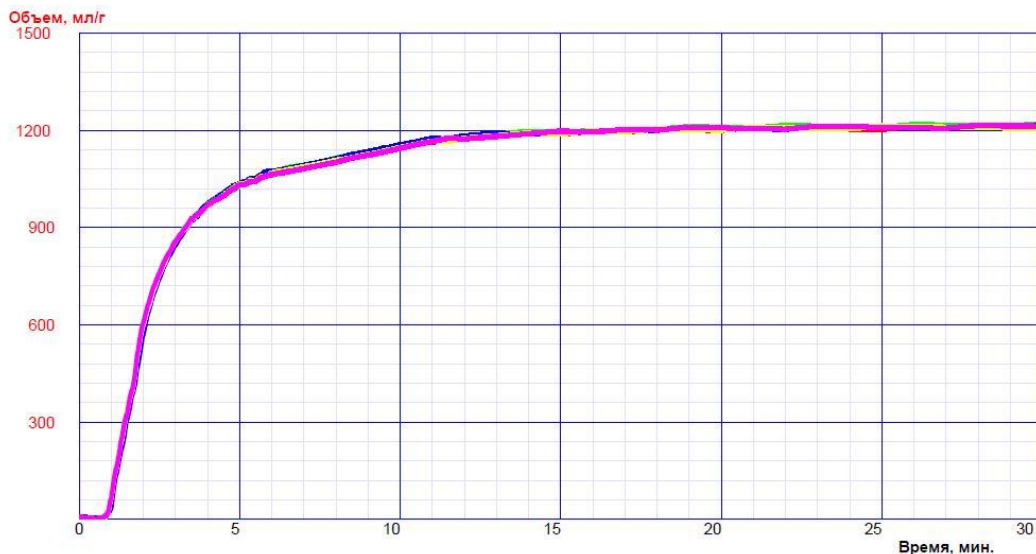


Рис. 4. Сходимость пяти измерений партии «Газобетопласт»

Положительные результаты работы с прибором дают все основания рассматривать его как перспективный вариант для применения на каждом предприятии, производящем газобетон.

ОПЫТ ПРОИЗВОДСТВА АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА НИЗКИХ ПЛОТНОСТЕЙ НА ОБОРУДОВАНИИ HESS AAC SYSTEMS B.V.

А.А. БАГЛАЙ, А.А. ШЕБОЛДАСОВ, канд. техн. наук,
ОАО «Бонолит—Строительные решения»

Применение изделий из автоклавного газобетона низкой плотности позволяет повысить теплотехнические свойства стен, снизить нагрузку на несущие конструкции здания, увеличить производительность работ. Благодаря своим пожаробезопасным свойствам, отсутствию эмиссии вредных веществ на стадиях производства и эксплуатации, изделия из автоклавного газобетона низкой плотности становятся массовыми и самыми перспективными.

Внедрение нового продукта является достаточно интересным и знаковым явлением для любой компании, которая стремится к развитию и не допускает стагнации. Несмотря на то, что компания ОАО «Бонолит—Строительные решения» является достаточно молодой, она на определённых векторах развития смогла опередить других производителей. На площадках компании постоянно проводятся различные экспериментальные работы, часть из которых показывает положительный результат.

Уменьшение плотности автоклавного газобетона для домостроения является тенденцией самого ближайшего будущего, и мы уже сейчас создаём продукт, который будет востребован завтра.

На ОАО «Бонолит—Строительные решения» первые партии автоклавного газобетона плотностью 300 кг/м³ были выпущены в 2011 г., плотностью 200 кг/м³ в 2013 г. Более широкое производство этих материалов началось в 2012 и 2014 гг. соответственно.

Переходя к технологии производства, необходимо отметить, что тонина помола и плотность прямого шлама являются одними из определяющих для изготовления продукции низких плотностей. Песок и гипс смешиваются с водой для получения однородной массы с заданной плотностью и дисперсностью. В виду того, что шаровая мельница установлена в единственном экземпляре, для оперативного изменения задания на производство необходимо при одинаковой загрузке мелющими телами обеспечить бесперебойную работу по приготовлению прямого шлама с различными характеристиками и количеством, достаточным для бесперебойной работы цеха. Опытным путём установлено, что для различных плотностей необходимо приготовление «своего» прямого шлама.

Оставив без внимания приготовление алюминиевой суспензии, приём цемента и извести перейдем к процессу смешивания и дозирования, т.к. именно на данном технологическом участке возникают следующие проблемы, которые связаны со смешиванием компонентов и усадкой массивов.

При смешивании компонентов в главном смесителе необходимо решить вопрос с полным перемешиванием. При уменьшенном количестве прямого и обратного шламов и увеличенном количестве вяжущих необходимо получить равномерную массу, как и при стандартном рецепте, допустим, D500. Добиться равномерности массы избыточным перемешиванием не удалось, так как возрастает температура смеси, что негативно влияет на время схватывания массива-сырца, наличие подкipping извести и неравномерность порообразования. Проблему решили кардинальным изменением настроек оборудования смешивающей башни с одновременными работами по подбору прямого шлама и извести.

Стоит отметить, что основной трудностью при производстве низких плотностей на этапе испытаний стала проблема формирования массива-сырца в камере предварительного твердения. Первые образцы стали давать усадку, так как относительно малое количество инертных материалов необходимо распределить и закрепить в таком же объёме, что и при стандартном рецепте. Необходимо добиться соответствия времени роста и твердения массивов, причём предварительно затвердевший массив не должен давать усадки. Для устранения усадки массива-сырца были внесены изменения в технологический режим производства, и снова пришлось пересмотреть характеристики прямого шлама, извести и цемента. Так как, наша компания работает с несколькими поставщиками основных материалов, то процесс подбора компонентов удалось решить относительно быстро.

Пропуская время предварительного твердения, т.к. оно позволяет работать без увеличения такта по заливкам и производительности (не более 180 минут), сразу переходим к процессу резки и разбору.

Размерный ряд продукции низких плотностей на данном этапе позволяет производить только так называемые стеновые размеры, что в первую очередь связано с установленным оборудованием. Массив для перегородочных блоков при резке и делении для уменьшения количества брака должен иметь транспортную пластическую прочность на 15-25% ниже, чем для стеновых. Иначе образуется брак на линии резки (трещины по блокам, обрывы заднего торца, обрывы струн - при резке на перегородочные блоки необходимо использовать струны меньшего диаметра). Необходимо отметить, что пластическая прочность не всегда позволяет правильно определить готовность массива-сырца к резке. На разных материалах при одной и той же пластической прочности массив-сырец ведёт себя абсолютно по-разному.

При резке перегородки массивов низких плотностей значительно повышается процент брака при сепарации и сжатии на разгрузочном манипуляторе. При сепарации массив-сырец по рядно сжимается между нижними балками и верхними прижимными планками, при низкой

плотности и пластической прочности происходит вдавливание лицевых поверхностей массива-сырца. С уменьшением давления при сепарации на верхних прижимных планках разделение не происходит. При сжимании готового массива низких плотностей с помощью гидравлических захватов происходит образование брака на боковых блоках.

В качестве общей информации по выпуску автоклавного газобетона низкой плотности следует отметить, что внесение в технологический регламент изменений по приготовлению прямого шлама и времени смешивания в совокупности могут дать уменьшение производительности на 35-40 % по D200 и 25-30% по D300 относительно установленной производителем. Для уменьшения общих производственных издержек наиболее оптимально производство продукции D200 и D300 производить по серийно непосредственно перед ППР, например крайние 2 серии. Или в задании на производство сочетать их с продукцией D500 стенового размера в соотношении 1:8 по D200 и 1:6 по D300 при условии, что перегородочного блока в задании на производство нет, иначе коэффициенты меняются. Таким образом, отставание из-за низких плотностей можно нивелировать изготовлением удобных размеров.

В конечном итоге, общее отклонение от производительности можно вывести на величины 20% против 40% по D200 и 15% против 30% по D300. При этом среднемесячный объём по низким плотностям будет равен: D200 - 800 м³, D300 - 3000-3500 м³. При увеличении объёма производительность линии будет сокращаться, соответственно возрастает себестоимость изделий с перераспределением объёмов в сторону низких плотностей.

Если рассматривать себестоимость при производстве продукции D200, то может создаться ошибочное мнение о том, что производить D200 намного выгоднее, чем D500. Это заблуждение. Более того, продукция одной плотности, имеющая различные типо-размеры также отличается по себестоимости. Для верной оценки себестоимости к стандартным расчётам дополнительно необходимо для каждого вида продукта, как по плотности, так и по размеру рассчитать такт производства и количество продукции, сброшенной в обратный шлам на линии резки, так как дополнительные сброшенные части массива-сырца являются браком и это необходимо учитывать.

Исследования физико-механических и теплотехнических характеристик изделий из автоклавного газобетона Bonolit низкой плотности проводились по стандартным методикам, их результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика изделий Bonolit D200, D300

Марка по средней плотности	D200	D300
Класс прочности на сжатие	B0,35; B0,5	B1,5; B2
Коэффициент теплопроводности в сухом состоянии, (Вт/(м·°C))	0,048	0,072
Коэффициент паропроницаемости, (мг/м·ч·Па)	0,26	0,23
Марка по морозостойкости	не менее F35	F100
Усадка при высыхании, (мм/м)	0,39	0,33

В соответствии с ГОСТ 31359 D200 относится к теплоизоляционным материалам, D300 к конструкционно-теплоизоляционным материалам.

Изделия марки по средней плотности D300 презентовали в 2012 году с началом массового производства на нашем предприятии. Активное продвижение заключалось в рекламировании для профессиональной аудитории, а также через презентации на выставках и сайте предприятия. Через службу технической поддержки компании, начали заменять этим продуктом аналоги на объектах.

На складе всегда имеется невысокий, но достаточный для поддержания бесперебойных отгрузок объём продукции, так как поставки осуществляются конкретным проработанным

ранее клиентам на ограниченное количество объектов. С течением времени объем продаж по D300 вырос с 200 кубов в месяц до среднемесячного объема в 3500 кубов. На сегодняшний момент, спрос полностью удовлетворяет предложение, так как спрос создается непосредственно представителями предприятия путем привлечения объектов и введения на них продукции. Уже сейчас можно говорить о том, что невозможно развивать в своем ассортименте продукты низкой плотности, не имея в штате технических специалистов.

D300 более высокомаржинален, так как практически не имеет аналогов и конкуренции. На сегодняшний день средняя отпускная цена D300 на 150 руб/м³ выше по остальной продукции предприятия, что покрывает дополнительные затраты на его производство.

Реализованные мероприятия позволили определить широкие перспективы продукции марки по средней плотности D300. Повышая ее конкурентные преимущества, мы продолжаем активно развивать спрос на нее, заменяя аналоги на рынке и расширяя область применения данного материала.

Отдельного внимания заслуживает продукция D200. Проведенные мероприятия открыли возможность для начала производства и позволили получить принципиальный ответ о номенклатуре и возможных объемах выпуска на нашем предприятии.

В заключение необходимо отметить, что продвижением продукции D200 компания на настоящий момент не занималась, т.к. нет базы по технологии и особенностях применения данного материала. Также нерешенным пока остается вопрос с удобством его использования. Тем не менее, первые партии были поставлены на объекты города Владивосток для заполнения монолитных каркасов и частной строительной компании для возведения энергоэффективных малоэтажных домов.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПОМОЩЬ ТЕХНОЛОГУ АГБ

Б.А. ГЛЕБОВ, ООО «Ай Ти Пром»

Производство газобетона - это сложный с технологической точки зрения процесс, и его сложность связана с многофакторностью. Для качественного управления этим процессом необходимо учитывать множество факторов, оценивать их изменение и взаимное наложение друг на друга, сопоставлять изменяющиеся факторы со свойствами получаемого продукта. Сбор данных для подобного анализа это уже достаточно сложная задача, а проведение самого анализа - это длительная кропотливая работа, которой технологам приходится так или иначе заниматься. Можно конечно полагаться на «чутье», но это получается не у всех и не сразу.

Компания «Ай Ти Пром» предлагает свой вариант решения технологических проблем. Не раскрывая новых механизмов реакций, не выдвигая новых теорий, «Ай Ти Пром» предлагает в помощь технологу электронные журналы, автоматизированные расчеты, статистическую обработку данных и их комплексный анализ. Все это реализовано в новом программном продукте, который так и называется «Технолог АГБ».

Рассмотрим предлагаемый продукт подробнее. По структуре описываемая программа состоит из трех основных блоков, соответствующих основным направлениям деятельности технологической службы (лаборатории) предприятия: испытание сырья, контроль производства, испытание готовой продукции.

Первый раздел представляет собой набор электронных журналов, в которые заносятся результаты испытаний сырья (известь, цемент, кремнеземистый компонент, шлак). Это прототип обычных бумажных журналов, которые есть на каждом предприятии (рис. 1). В журнал заносятся промежуточные показатели, полученные в ходе испытания сырья. По заложенным алгоритмам программа проводит необходимые вычисления и выдает результат испытаний. Чтобы сделать электронный журнал максимально приближенным к существующим, программа предоставляет возможность выбора контролируемых параметров. Также имеется возможность выбора методик испытаний, поскольку для оценки параметров могут

использоваться разные методики. Например, для оценки времени гашения извести может быть предложена методика по ГОСТ 9179-77 ($T_{\max}$) и по EN 452 (T_{60}). А для оценки размера зерен сыпучих материалов предлагается определение остатка на сите или оценка удельной поверхности.

			Определение СаО+МгО			Оценка гашения		Оценка удельной поверхности				Определение МгО							
	Дата📅	Место отбора	Производитель	Объем НСЛ, мл	Титр СаО, г	Масса навески, г	Время, мин:сек	Температура, °С	Объем слюды, см³	Истинная плотность, г/см³	Навеска, г	Постоянная прибора	Время стекания жидкости, сек	Температура воздуха, °С	Объем трилона Б СаО+МгО, мл	Объем трилона Б СаО, мл	Титр МгО, г	Масса навески, г	Лаборант
🔪	12.08.2015 00:00	Шнек 1	Завод извести				..		7,49	3,1	12,0528	36,12	119,7	18,0					Соколова И.С.
🔪	11.08.2015 00:00	Шнек 1	Завод извести	7,0	0,0277	0,2530	4' 20"	72,1	7,49	3,1	12,0109	36,12	146,4	19,0					Соколова И.С.
🔪	10.08.2015 00:00	Шнек 1	Завод извести	6,8	0,0277	0,2511	4' 40"	70,5	7,49	3,1	12,0083	36,12	136,1	18,0	40,4	36,5	0,002066	0,5115	Иванова И.В.
🔪	10.08.2015 00:00	Шнек 1	Завод извести	6,5	0,0277	0,2527	4' 0"	79,0	7,49	3,1	12,0235	36,12	140,3	18,0					Иванова И.В.
🔪	09.08.2015 00:00	Шнек 1	Завод извести	6,8	0,0277	0,2558	4' 20"	74,5	7,49	3,1	12,0545	36,12	128,8	20,0					Иванова И.В.
🔪	09.08.2015 00:00	Шнек 1	Завод извести	7,1	0,0277	0,2545	4' 20"	71,1	7,49	3,1	12,0133	36,12	129,2	20,0					Иванова И.В.
🔪	08.08.2015 00:00	Шнек 1	Завод извести	6,8	0,0277	0,2526	4' 0"	77,1	7,49	3,1	12,0442	36,12	135,3	20,0					Соколова И.С.
🔪	08.08.2015 00:00	Шнек 1	Завод извести	6,9	0,0277	0,2568	4' 0"	79,9	7,49	3,1	12,0992	36,12	133,1	20,0					Соколова И.С.
🔪	07.08.2015 00:00	Шнек 1	Завод извести	6,8	0,0277	0,2555	4' 0"	81,0	7,49	3,1	12,0491	36,12	120,0	20,0					Соколова И.С.
🔪	07.08.2015 00:00	Шнек 1	Завод извести	6,3	0,0277	0,2512	3' 20"	86,0	7,49	3,1	12,0012	36,12	158,8	20,0					Соколова И.С.
🔪	06.08.2015 00:00	Шнек 1	Завод извести	6,5	0,0277	0,2581	3' 40"	79,1	7,49	3,1	12,0748	36,12	148,2	18,0					Иванова И.В.
🔪	06.08.2015 00:00	Шнек 1	Завод извести	6,4	0,0277	0,2553	4' 0"	78,0	7,49	3,1	12,0368	36,12	151,2	18,0					Иванова И.В.
🔪	05.08.2015 00:00	Шнек 1	Завод извести	6,4	0,0277	0,2517	4' 40"	80,2	7,49	3,1	12,0336	36,12	117,8	20,0					Иванова И.В.
🔪	05.08.2015 00:00	Шнек 1	Завод извести	7,7	0,0277	0,2572	5' 0"	69,8	7,49	3,1	12,0873	36,12	124,9	20,0					Иванова И.В.
🔪	03.08.2015 00:00	Шнек 1	Завод извести	7,0	0,0277	0,2552	4' 40"	76,0	7,49	3,1	12,0419	36,12	134,8	20,0					Соколова И.С.

Рис. 1. Журнал испытания извести

Второй раздел включает в себя журналы контроля производства (рис. 2). Здесь вводятся данные о параметрах процесса (подвижность смеси и ее начальная температура, время «выстойки», режим автоклавирования и тп), а также результаты контроля качества массивов (размеры, наличие дефектов и др.). Поскольку общих требований к контролю производственного процесса не существует, программа предоставляет возможность самостоятельного формирования журнала испытаний в соответствии со сложившейся практикой и действующими на предприятии внутренними регламентами. При формировании журнала можно воспользоваться выбором параметров из предлагаемого списка, а также ввести дополнительные параметры. Другими словами, «Технолог АГБ» это некий конструктор, позволяющий самостоятельно формировать журналы испытаний (выбирать параметры, изменять порядок размещения в таблицах и др.), что позволяет сделать программу более удобной в использовании.

АГБ Технолог (x86) v0.1.5									
Библиотека Сырье Производство Продукция Анализ Настройки									
Меню > Производство > Оценка качества массивов									
Дата и время осмотра	Номер партии	Порядковый номер сост	Номер автоклава	Соответствие геометрии	Дефекты	Интенсивность	Примечание	Осмотр провел	
01.08.2015 19:40	08-2	6	3	☒		☆☆☆☆	3 массив - 1 ряд в шлам	Рохина Анна Алексеевна	
01.08.2015 16:00	08-2	4	1	☒		☆☆☆☆	9 массив - снять серидину	Рохина Анна Алексеевна	
01.08.2015 14:35	08-2	3	9	☒		☆☆☆☆		Рохина Анна Алексеевна	
01.08.2015 13:00	08-2	2	8	☒	Вертикальные трещины	☆☆☆☆	9 массив - верт. трещина	Рохина Анна Алексеевна	
01.08.2015 11:10	08-2	1	7	☒		☆☆☆☆	Массив №12 - эксперимент	Рохина Анна Алексеевна	
01.08.2015 07:55	08-1	6	6	☒		☆☆☆☆		Глебов Борис Алексеевич	
01.08.2015 07:35	08-1	5	5	☒	Вертикальные трещины	☆☆☆☆	12 - верт. трещина, 1- шлам	Глебов Борис Алексеевич	
01.08.2015 06:00	08-1	4	3	☒		☆☆☆☆		Глебов Борис Алексеевич	
01.08.2015 04:10	08-1	3	2	☒	Вертикальные трещины	☆☆☆☆	13 - вертикальная трещина	Глебов Борис Алексеевич	
01.08.2015 02:10	08-1	2	1	☒		☆☆☆☆		Глебов Борис Алексеевич	
01.08.2015 00:40	08-1	1	9	☒	Вертикальные трещины	☆☆☆☆	9-вертикальные трещины	Глебов Борис Алексеевич	
28.07.2015 13:19	7-89	1	1	☒		☆☆☆☆		Глебов Борис Алексеевич	
28.07.2015 13:15	7-88	1	9	☒		☆☆☆☆		Глебов Борис Алексеевич	
28.07.2015 13:09	7-87	1	8	☒	Расслоения	☆☆☆☆		Рохина Анна Алексеевна	

Рис. 2. Журнал Качество массивов

Третий раздел посвящен испытанию готовой продукции. Здесь вводятся первичные данные об испытании образцов (размер, масса, разрушающая нагрузка), а также производится расчет их средней плотности и предела прочности при сжатии (рис. 3). Программа предусматривает статистическую обработку полученных результатов в соответствии с ГОСТ 27005-86 и ГОСТ 18105-2010. По результатам статистической обработки устанавливаются требуемые значения плотности и прочности при определении марки и класса

газобетона. На основании проведенных испытаний в автоматическом режиме формируется паспорт качества, который можно распечатать непосредственно из программы.

«Технолог АГБ» позволяет не только проводить расчет и вести электронные журналы, но и дает возможность анализировать полученные результаты испытаний. По каждому из определяемых параметров ведется статистика изменения во времени. Пользователь может выбрать необходимый параметр и оценить его колебания в течение любого периода (недели, месяца, года и т.д.). Для удобства оценки колебаний данные отображаются графически (рис. 4). Сопоставление колебания тех или иных параметров с изменением свойств газобетона или появлением дефектов поможет в установлении причин данных явлений.

АГБ Технолог (x86) v0.1.5

Библиотека Сырье Производство Продукция Анализ Настройки

Меню > Продукция > Испытания ГП

Номер партии 08-3

Дата испытаний 03.08.2015

ФИО Глебов Борис Алексеевич

Тип продукции

D500

Rtr 535

кг/м³

Rtr

кг/см²

+

×

↺

+

×

↺

		Геометрические размеры, см.					
№ образца	Расположение образцов в массиве	Масса образца	длина	ширина	высота	Разрушающая нагрузка, kN	
1	верх	625.85	10.03	9.96	10.02	48.34	
2	середина	626.9	10.01	9.97	9.95	45.09	
3	низ	631.1	9.97	9.98	9.97	54.87	
4	середина	633.65	9.99	9.99	10.09	50.09	
5	верх	635.2	9.99	10	10.06	53.06	
6	середина	639.15	9.99	9.99	10.03	55.23	

		масса, г			
№ блока	блока	навески, иск	после сушки	Влажность %	
23	32.4	20	47.85	29.45	

		Плотность, кг/м³		Марка по плотности	Текущий коэф. вариации в партии(плотн.)	Предел прочности при сжатии, кг/см²	Класс по прочности	Текущий коэф. вариации в партии(прочн.)
№ образца	влажн.	сух.						
1	625.23	482.99				53.92		
2	631.31	487.69				50.35		
3	636.18	491.45				61.45		
4	629.26	486.1				55.93		
5	632.04	488.25				59.19		
6	638.51	493.25				61.67		
	632.0883	488.2883		D500	0.84	57.085	85.0	7.93

☐ Принять текущие коэф. вариации

Сохранить

Рис. 3. Протокол испытания готовой продукции

Также программа в автоматическом режиме определяет среднее значение контролируемого параметра во времени и сопоставляет его с текущим значением. Если значение параметра выходит за доверительный интервал (задается в настройках), программа предупредит об этом, подсветив значение желтым цветом. Существенное отклонение от среднестатистического значения может быть весомым фактором, влияющим на стабильность процесса и качество выпускаемой продукции. В то же время оно может остаться незамеченным в череде повседневных испытаний. Информирование о данном отклонении позволит более качественно подобрать режим производства (состав смеси, температурные показатели, подвижность и др.) и снизит вероятность негативных последствий.

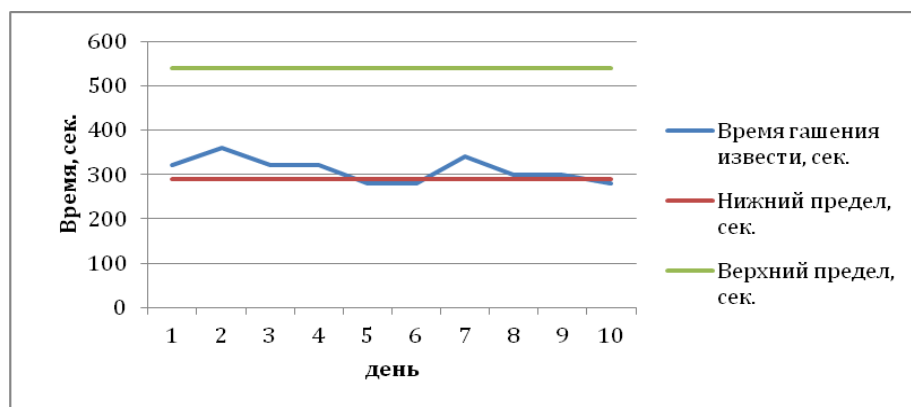


Рис. 4. Изменение времени гашения извести

Кроме этого, программа сопоставляет результаты испытаний с нормативными требованиями, в качестве которых могут быть использованы значения из стандартов, а также внутренних нормативов предприятия. В случае отклонения полученных данных от требований нормативов, они подсвечиваются красным цветом.

Функция «Что не так?» формирует краткий отчет об отклонениях результатов испытаний от нормативов и среднестатистических значений. Данная функция может быть полезна как для экспресс оценки текущей ситуации, так и при разборе причин выпуска некондиции и других технологических проблем производства.

«Технолог АГБ» снабжен функцией проверки введенных значений. Если вводимые данные выходят за допустимый диапазон (вводится в настройках) программа укажет на это пользователю. Данная функция позволяет снизить вероятность ввода ошибочных значений, что повышает качество расчетов.

Следует отметить, что предлагаемая программа разработана и апробирована в условиях реального производства автоклавного газобетона, что позволяет говорить о ее высокой актуальности и приближенности к фактическим условиям. Применение передовых информационных технологий гарантирует надежность описываемого продукта. Для уверенности в сохранности информации предусмотрено резервное копирование данных.

Программа может работать на персональных компьютерах под управлением Microsoft Windows 7, 8 или 10. Возможны варианты использования программы одним пользователем (локальная версия) или несколькими пользователями (сетевая версия). Опционально предусмотрено дистанционное подключение к программе, что позволяет контролировать ситуацию и вносить корректировки в режим производства даже за пределами предприятия.

Итак, «Технолог АГБ» это программа для технологической службы предприятия и лаборатории, позволяющая вести электронные журналы испытаний и анализировать полученные данные. Она позволяет систематизировать сбор данных, автоматизировать проводимые расчеты, соединить все результаты испытаний в одной базе. Благодаря этому появляется возможность анализировать полученные результаты испытаний, выявлять факторы, обуславливающие проблемы на производстве (брак, изменение свойств), более качественно формировать режим производства (состав смеси, параметры процесса и т.д.). Другими словами, «Технолог АГБ» - это программа, помогающая технологам в обеспечении выпуска качественной продукции.

Предлагаемый программный продукт может стать важной антикризисной мерой. За счет повышения оперативности получения данных, упрощения расчетов, открытия новых возможностей по анализу оптимизируется технологическая деятельность. Это, в свою очередь, открывает возможности по улучшению качества выпускаемой продукции, что привлекательно как с точки зрения снижения производственных затрат, так и для повышения конкурентоспособности продукции.

УДАРНАЯ ИЛИ ЛИТЬЕВАЯ?¹

А.А. ВИШНЕВСКИЙ, канд. техн. наук, ООО «ПСО «Теплит», Г.И. ГРИНФЕЛЬД, НААГ

Введение

Классическая технология производства автоклавного газобетона (АГБ), получившая распространение в Европе в начале XX века, предусматривала вспучивание пластической смеси извести, цемента, песка и газообразователя без механических воздействий. Литьевую технологию использовали как первые заводы «Ytong» и «Siporex», так и предприятия, которые появились позже [1]. В конце 50-х годов группой советских ученых для интенсификации

¹ статья печатается с сокращениями, полный текст опубликован в журнале «Строительные материалы». 2015. №9

формования было предложено вибрировать газобетонную смесь во время ее вспучивания. Это дало возможность несколько снизить водо-твердое отношение, в результате чего, ускорилось «созревание» массивов, и уменьшилась влажность газобетона [2]. Наконец, в 80-е годы специалисты НИПИсиликатобетона, ВНПО «ВНИИСТРОМа», Рижского политехнического института и Московского инженерно-строительного института предложили использовать ударные воздействия при формировании газобетонной смеси [3]. По мнению разработчиков ударные импульсы с частотой 50-150 мин⁻¹ приводили к кратковременному разжижению смеси, что интенсифицировало её вспучивание и давало возможность использовать смеси с пониженным водо-твердым отношением (до 0,32). Это, в свою очередь, еще в большей степени, чем при вибрации, сокращало период предварительного твердения массивов и уменьшало послеавтоклавную влажность изделий [4].

Несмотря на то, что с момента создания ударной технологии прошло уже более 30 лет, в оценке ее эффективности нет единого мнения. Так, авторы работы [5] утверждают, что применение ударной технологии позволяет сократить расход сырья (цемента на 20-30 %, извести – на 10-15 %, газообразователя на 5-10 %), снизить количество литевых форм (в 2 раза) и количество камер созревания, уменьшить энергозатраты на помол песка и автоклавирование, а также повысить прочность (на 25-40 %) и снизить отпускную влажность АГБ (до 25 %). В тоже время опыт заводов «Аэрок» показывает, что при сравнении двух технологий, для литевой расход вяжущих снижается на 18 %, газообразователя – на 30%, а прочность и морозостойкость полученного газобетона выше аналога, произведенного по ударной технологии [6]. Более низкую морозостойкость газобетона, произведенного по ударной технологии, зафиксировали и авторы работы [7], исследовавшие продукцию различных белорусских производителей АГБ.

Кроме этого, в отрасли сформировались некоторые стереотипы, не имеющие определенного авторства. Например, что при ударной технологии не целесообразно применять добавку гипса. Или, что в настоящее время наметилась устойчивая тенденция отказа от ударной технологии и переход на литевую. Или, что выпуск изделий пониженной плотности возможен только по литевой технологии...

Статистическое исследование НААГ

Под влиянием всего вышесказанного Национальная Ассоциация производителей автоклавного газобетона (НААГ) решила внести свой вклад в развитие данных споров и провела исследование рынка АГБ с целью оценки причин, по которым предприятия используют ту или иную технологию формования, а также определения доли литевой и ударной технологии на российском рынке. Исследование проводилось в рамках Анализа рынка АГБ-2014. Данные собирались путем опроса производителей АГБ [8].

Как показали исследования, по меньшей мере, 4 предприятия в последнее время отказались от использования ударных воздействий. Часть предприятий пошла на этот шаг из-за того, что газобетон, произведенный по ударной технологии имеет крупные поры (раковины), что снижает конкурентность данной продукции. Опыт показал, что такие поры не влияют на прочностные характеристики АГБ и только лишь ухудшают его внешний вид (Рис. 1). Однако, часто наличие крупных пор интерпретируется как дефект газобетона, в том числе и со стороны конкурентов, использующих литевую технологию.



Рис. 1. Образцы газобетона, произведенные по литевой (слева) и ударной технологии

Опыт «ПСО «Теплит»

Другие производители отказались от ударов из-за проблем с ударными столами и повышенным износом форм. В этой связи интересен опыт ООО «ПСО «Теплит». Первые три года в своей работе березовский завод использовал ударную технологию формования [9]. Однако, неудачная конструкция ударных столов предопределила сложности в работе. Подъем формы осуществлялся не по всей плоскости, а на шести опорах. При этом крайняя часть формы повисала консольно. Из-за этого при ударных воздействиях происходила деформация формы (днище отходило от бортов) вследствие чего существенно нарушалась герметичность.

На ударных столах выходил из строя карданный вал, приводящий в действие кулачковый механизм. Это предопределяло необходимость частых остановок на ремонт, который осложнялся стесненными условиями. В результате этого, в каждую остановку ремонтный персонал проводил многочисленные мероприятия по восстановлению работоспособности ударных столов и форм. Все попытки исправить ситуацию (усиление форм, подбор уплотнений, замена кулачкового механизма вращения на пневмоподушки и др.) не приводили к существенным изменениям – формы безнадежно текли, оборудование требовало постоянного ремонта и чистки.

Также проблемой было и приготовление смеси. Традиционный смеситель Wehrhahn не обеспечивал качественного перемешивания жестких смесей. Проблема усугублялась тем, что по технологии в качестве кремнеземистого компонента используется зола-унос, а, значит, количество сухих компонентов увеличивается (до 2-2,5 т), что усложняет их усреднение. Потребовались многочисленные конструктивные изменения (замена лопасти, установка отбойных плит, изменение скорости вращения вала и др.) для обеспечения достаточной однородности смеси.

Отказ от ударных воздействий произошел неожиданно. Во время очередной поломки одного из ударных столов выяснилось, что массивы могут подниматься и без ударных воздействий, если чуть увеличить расход воды и алюминия, отправить массив на созревание после определенной выдержки (3-5 мин) на ударном столе. Сравнение основных свойств газобетона, произведенного с ударами и без (плотность и прочность) не выявили каких-либо различий – по обеим технологиям газобетон марки D500 имел класс по прочности B3,5. Позже не было обнаружено отличий и в остальных свойствах (морозостойкость, усадка, теплопроводность). Изменился только коэффициент вариации, который для продукта, произведенного по литевой технологии, чуть снизился (с 15 до 9).

Из технологических параметров за счет увеличения расплыва повысилось время «выстойки» с 50-60 мин до 80-90 мин. Однако, имеющийся парк форм позволял обеспечить требуемую производительность. Остальные параметры процесса, в том числе и режим автоклавной обработки, остались прежними.

В итоге, для перехода с ударной на литьевую технологию потребовалось увеличить В/Т с 0,52 до 0,55 и повысить расход Al с 0,4 до 0,5 кг/м³. При этом увеличилось время «выстойки» массивов, тогда как свойства значительным образом не изменились [11]. Зато облегчилась работа ремонтным службам, и значительно сократился объем чистки оборудования.

В описанном примере литьевая технология позволила оптимизировать производство за счет сокращения ремонтно-профилактических работ. Однако, необходимо понимать, что приведенные данные во многом субъективны и касаются конкретного предприятия и установленного на нем оборудования. Другие заводы продолжают использовать ударные воздействия. Даже в том же объединении «Теплит» существует второй завод – в Рефтинском, который вот уже 25 лет успешно использует ударную технологию формирования массивов. Как это удастся, и чем ударная технология привлекает производителей?

Как показали исследования НААГ, главным аргументом в пользу ударной технологии производители, как и разработчики, называют сокращение водо-твердого отношения. Это позволяет уменьшить время «выстойки» (в 1,5 - 2 раза) и снизить парк форм. Особенно это важно, если предприятие использует кремнеземистый компонент с повышенной водопотребностью (мелкая зола-унос или песок с повышенным содержанием глинистых частиц).

Следующей причиной является более высокая скорость процесса, при которой подъем массива заканчивается уже к 10 мин. Это позволяет технологу быстрее узнать о проблемах с подъемом (просадка, вскипание, недостаточный подъем и т.п.), а значит оперативнее вносить корректировки и тем самым снижать выпуск некондиции. При литьевой технологии подъем может растянуться до 40 мин и за это время уже будет залито значительное количество форм.

Ударная технология дает дополнительный «рычаг управления» вспучиванием массива – это время и амплитуда ударных воздействий. Если получился густой замес или смесь плохо поднимается при ударной технологии есть возможность ее «раскачать», меняя время и амплитуду колебаний. Это также позволяет снизить количество некондиции.

Среди других причин производители отмечают большую стабильность процесса, меньший расход сырья, возможность обеспечения более высоких температур твердения массива и др. Наряду с преимуществами, производители АГБ указывают и на некоторые недостатки. Это и значительные затраты на поддержание ударных столов в исправном состоянии и проблемы с перемешиванием смеси (особенно повышенных плотностей). А вот проблема с негерметичностью и износами форм на большинстве заводов решена, как правило, за счет использования импортных форм и уплотнений.

При этом, как показал опрос, многие заводы, использующие ударные воздействия, все таки проводят эксперименты по переходу на литьевую технологию. Преследуются различные цели: оптимизация расходов на ремонт, уход от больших пор в газобетоне, стремление следовать (как считается) новым веяниям и др. Однако, переход на литьевую технологию сопровождается увеличением времени «выстойки» массивов, а это приводит к снижению производительности. На этом эксперименты заканчиваются и производство возвращается на прежнюю технологию.

Важным результатом подобных экспериментов является то, что, по словам технологов, существенных изменений в свойствах АГБ при переходе с одной технологии на другую не происходит. Исключением является только послеавтоклавная влажность, которая при переходе на литьевую технологию увеличивалась на 5-7 %. По остальным же характеристикам газобетон не имел значительных отличий.

Результаты опроса показывают, что выбор той или иной технологии во многом предопределяется традициями, сложившимися на данном предприятии. Зачастую производители приводили одну и ту же аргументацию в пользу различных технологий (например, сниженный расход сырья или лучшую управляемость процессом), что делало анализ достаточно субъективным.

Совокупные данные по отрасли следует считать более объективным показателем. Как показали исследования, 68 % от общего выпуска АГБ в 2014 году произведено по литьевой технологии. Что касается производителей, то 2/3 из их числа применяют литьевую технологию формования массивов (табл. 1). Почти половина из этого числа предусматривают кратковременную вибрацию смеси после ее выгрузки. Ударную технологию используют около трети предприятий отрасли. В большей степени это заводы с импортными технологическими комплексами, такими как Masa-Henke (всего 6 заводов), Wehrhahn (5 заводов) и др.

Таблица 1

Применение механических воздействий при формировании ячеистой структуры

Тип линии	Количество заводов		
	Литьевая технология		Ударная технология
	вибрация	без вибрации	
Импортные	19	16	13
Отечественные	3	9	6
Все	22	25	19

Анализируя продукцию, выпущенную по различным технологиям формования (табл. 2) можно увидеть, что продукцию пониженной плотности ($300-400 \text{ кг/м}^3$) в основном производят по литьевой технологии. В результате, средняя плотность всего газобетона, выпущенного по литьевой технологии составляет 512 кг/м^3 , тогда как продукт ударной технологии имеет среднюю плотность 523 кг/м^3 .

Таблица 2

Плотность продукции, выпущенной по различным технологиям

Технология формования	Доля продукции в общем выпуске предприятий, использующих данную технологию формования, %						Усредненная плотность всего АГБ, выпущенного по данной технологии, кг/м^3
	D300	D400	D500	D600	D700	D800	
Литьевая	0,62	10,81	65,01	22,04	1,44	0,08	512
Ударная	0,09	2,44	72,79	23,94	0,74	0,00	523

Исследования НААГ позволили установить, что большая часть российских заводов по производству АГБ использует сульфатсодержащую добавку (табл. 3, рис. 2). Однако, гипс применяют не только на заводах с литьевой технологией формования. Как показали исследования, 11 из 19 заводов, работающих по ударной технологии, используют различные разновидности гипса. Как отмечают технологи, применение гипса в ударной технологии обусловлено необходимостью замедлить гашение извести, а также повысить прочность АГБ.

Таблица 3

Использование сульфатсодержащей добавки при производстве АГБ

Тип линии	Количество заводов			
	применяющих сульфатсодержащую добавку			не применяющих сульфатсодержащую добавку
	Природный гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Строительный гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$	Ангидрит CaSO_4	
Импортные	28	5	4	10
Отечественные	2	4	0	13
Все	30	9	4	23

Наконец, исследования показали, что заводы, введенные в эксплуатацию в последние годы используют литьевую технологию формования. В последний раз по ударной технологии запускался завод в 2012 г. Таким образом, в определенной степени можно признать факт сокращения темпов распространения ударной технологии.

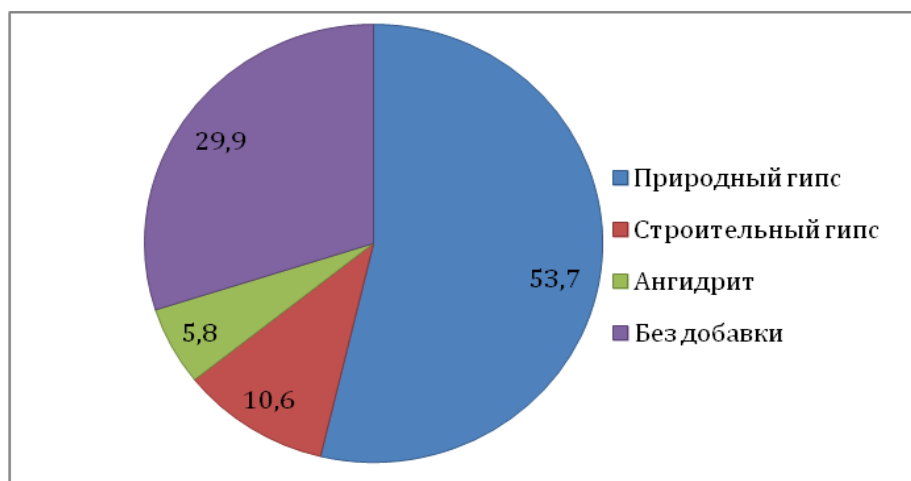


Рис. 2. Доля газобетона, выпущенного с различной сульфатсодержащей добавкой в 2014 г.

Заключение

Таким образом, как показали проведенные исследования, основной объем российского газобетона производится по литьевой технологии. Доля газобетона выпущенного по ударной технологии составляет 32 %. При этом говорить об отказе от ударных воздействий или хотя бы о планах по переходу на литьевую технологию, не приходится. Заводы, имеющие ударные столы, сохраняют приверженность выбранной технологии, опираясь на ее преимущества: пониженное водо-твердое отношение, ускоренное время вспучивания и созревания массивов, возможность регулирования подъема. А в тех единичных случаях, когда переход на литьевую технологию происходил, основной причиной этого были не технологические проблемы, а наличие крупных пор и недостатки имеющегося оборудования. Вместе с тем, в последние годы среди введенных в эксплуатацию производств нет заводов, использующих ударную технологию. Из этого можно сделать вывод о некотором замедлении распространения ударной технологии.

Изменение технологии формования не приводит к существенным изменениям свойств АГБ. Прочность, морозостойкость, усадка при высыхании и теплопроводность при замене технологии практически не меняются. Исключение составляет лишь послеавтоклавная влажность газобетона, которая при переходе на литьевую технологию увеличивается на 5-7 %.

Заводы с литьевой технологией в общей массе выпускают более легкую продукцию – усредненный показатель плотности для литьевой технологии составляет 512 кг/м^3 , а для ударной – 523 кг/м^3 . При этом есть несколько заводов, выпускающих газобетон пониженной плотности (D300 и D400) и по ударной технологии.

Гипсовую добавку использует большая часть российских производителей АГБ вне зависимости от способа формования. Таким образом, мнение о том, что при ударной технологии использование гипса не целесообразно – не подтверждается практикой.

В заключение следует отметить, что спор о том, какая технология лучше, не является конструктивным. Как показали проведенные исследования, каждая технология имеет свои преимущества и недостатки и каждая технология имеет право на применение. Вопрос выбора способа формования, это вопрос конкретного предприятия, зависящий от сырьевой базы, оборудования и традиций, сложившихся на данном предприятии. Взвесив все плюсы и минусы можно ответить на вопрос о целесообразности использования той или иной технологии формования в условиях данного предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автоклавный ячеистый бетон: Пер. с англ./ Ред.совет: Г.Бове (пред.) и др. М.: Стройиздат, 1981. 88 с.

2. Хигерович М.И., Меркин А.П. Интенсификация изготовления ячеистых бетонов путем применения вибрирования. М.: Стройиздат, 1961. - 16 с.
3. Сажнев Н.П., Домбровский А.В., Новаков Ю.А. и др. Ударная технология формования. Сб. материалов и информации постоянной комиссии СЭВ по сотрудничеству в области строительства. ИСИ, 1983. №2(73).
4. Н.П. Сажнев, В.Н. Гончарик, Г.С. Гарнашевич, Л.В. Соколовский Производство ячеистобетонных изделий: Теория и практика. – Мн.: Стринко, 1999. – 284 с.
5. Сажнев Н.П., Сажнев Н.Н. Энергосберегающая ударная технология производства ячеистобетонных изделий и конструкций // Будівельні матеріали вироби та санітарна техніка. 2009. №327 С. 102-106.
6. Рудченко Д.Г. Некоторые пути повышения качества, энергосбережения и экономии сырьевых материалов на заводах АЕРОС. Сб. докладов VI научно-практической конференции «Ячеистые бетоны в современном строительстве». 2009. С-Петербург. С. 36-42.
7. Крутилин А.Б., Рыхленок Ю.А., Лешкевич В.В. Теплофизические характеристики автоклавных ячеистых бетонов низких плотностей и их влияние на долговечность наружных стен зданий//Инженерно-строительный журнал. 2015. №2. С. 46-55.
8. Вишневский А.А., Гринфельд Г.И., Смирнова А.С. Анализ рынка АГБ 2014 Строительные материалы. 2015. №. С. 52-54.
9. Вишневский А.А., Левченко В.Н. Производство изделий из автоклавного газобетона на основе золы-уноса в условиях ООО «Рефтинское объединение «Теплит» // Белорусский строительный рынок. 2006. №9-10. С.10-12.
10. Вишневский А.А., Бовыкин И.А. Производство автоклавного газобетона пониженной плотности. Сб. докладов научно-практической конференции «Современный автоклавный газобетон». Краснодар. 2013. С. 106-109.

ОПЫТ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ ТЕРМОУСАДОЧНЫХ ПЛЕНОК ПРИ ГРУППОВОЙ УПАКОВКЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА

А.Н. КУЗНЕЦОВ, ООО «Главстрой-Усть-Лабинск»

Введение

В настоящее время термоусадочная пленка – один из наиболее эффективных способов упаковки. Обладая качеством, присущим пленкам, которые под действием высокой температуры уменьшаются в размерах, термоусадка получила популярность материала, обладающего небольшим объемом и массой, и что немаловажно – приемлемой ценой. Термоусадочная пленка – идеальный способ защитить продукцию от неблагоприятных воздействий окружающей среды.

Термоусадочная пленка используется для упаковки различных строительных материалов – от минеральных утеплителей до мелкоштучных бетонных изделий. Упаковка этого типа предохраняет продукцию от механических повреждений при транспортировке и складировании, компактна в хранении, не боится сырости, влаги, мороза и перепада температур, тем самым являясь отличной альтернативой другим видам упаковки. Плотное облекая продукцию, термоусадочная пленка гарантирует зрительный контроль продукции через поверхность, придает ей привлекательность и неповторимый вид, обеспечивает сохранность до поступления к конечному потребителю.

Немаловажным является широкий ассортиментный ряд. Многие производители предлагают пленку в виде полотна, полурукава, рукава и нарезки (режется рукав на отдельные карточки в размер согласно заявленной высоте). При нарезке осуществляется запайка одного

или нескольких краев по требованию клиента. Предлагаются также различные параметры термоусадочной пленки по плоской ширине, толщине и степени усадки.

Благодаря своим уникальным свойствам, термоусадочная пленка:

- делает внешний вид товара более эстетичным;
- удобна в применении и хранении;
- является носителем рекламной информации;
- сохраняет форму продукции и экономит место при складировании и транспортировке;
- защищает ее от неблагоприятного влияния окружающей среды (высокая и низкая температура, перепад температур, сырость и влага);
- является надежной и современной упаковкой;

Таким образом, термоусадочная пленка для многих производителей автоклавного газобетона становится залогом успешного сбыта продукции.

Вопросы, поднимаемые в данной статье, надеюсь, будут полезны не только специалистам предприятий, которые традиционно осуществляют упаковку в термоусадочную пленку. Предлагаются к обсуждению универсальные вопросы качества, методики испытаний и приемки, взаимодействие с поставщиками.

Приемка упаковочной пленки на складе

При поступлении пленки на склад следует обращать внимание на целостность упаковки. Если соответствие упаковочного материала по другим потребительским характеристикам возможно проверить только в процессе упаковки и складирования, этот параметр необходимо отследить сразу же. Наиболее часто встречается повреждение рулонов в процессе транспортировки при трении о выступающие части кузовов автомобилей и при погрузке на складе грузоотправителя. После повреждения (порывы, потертости, надрезы) такой упаковочный материал использовать возможно только при ручной упаковке, поэтому возникают дополнительные затраты на отматывание поврежденной пленки, дополнительную операцию по упаковке вручную, страдает внешний вид.

Наличие паспорта качества, качественная упаковка и доставка являются немаловажными определяющими факторами при определении поставщика упаковочной пленки.

Приемка упаковочной пленки заводской лабораторией

При осуществлении приемочного контроля в условиях строительной лаборатории мы проверяем следующие параметры:

- геометрические размеры

Для упаковки нашей продукции применяется упаковочная пленка в виде рукава обозначением 1350*2+535*4, где 535 – это длина фальцовки в мм (рис. 1). При отклонении этих параметров на 5-10 мм происходит сужение или расширение длины окружности рукава на 20-40 мм. При таких отклонениях происходит повреждение мешка при его надевании, или требуется переналадка обжига.



Рис. 1. Определение размера фальцовки

- толщина пленки

С целью оперативного контроля толщины пленки лаборатория должна иметь микрометр (рис. 2).



Рис. 2. Микрометр

Проводимое нашей лабораторией измерение толщины упаковочной пленки различных производителей свидетельствуют о больших колебаниях, составляющих у отдельных производителей до 126 мкм при заявленной толщине 110 мкм, то есть более чем на 14%. При том что поставщики реализуют упаковочный материал в килограммах. В этом случае масса мешка увеличивается на те же 14%, а это приводит к увеличению нормы расхода и, как следствие, к увеличению стоимости упаковки.

Отклонение от заявленной толщины можно определять и методом взвешивания контрольной полосы рукава, например шириной 50 мм. В этом случае погрешность измерения сильно зависит от качества подготовки образца и колеблется в пределах 4-6%.

- цветность (соответствие окраски пленки корпоративным требованиям). Данный параметр проверяется трижды, в том числе после обжига на упаковочном оборудовании и после длительного хранения на складе.

Цвет упаковки определен Брендбуком компании (рис. 3).



Рис. 3. Пример определения корпоративного цвета в различных интерпретациях

Контроль цвета осуществляется методом сравнения с эталонным образцом. Образец изготавливается из пленки предыдущих поставок, обновляется ежегодно и хранится в условиях отсутствия воздействия прямых солнечных лучей. Эталонный образец (рис. 4) представляет из себя кусок упаковочной пленки 200*200 мм с отверстием 40 мм в середине. Накладывая данный эталон на поступившую пленку можно определить соответствие или отличие корпоративным требованиям.

Отдельный вопрос – срок сохранения цвета в условиях хранения упакованной продукции. За весь период использования нашим предприятием термоусадочной пленки наибольший гарантийный срок предложенный поставщиком составлял 2 года, однако и стоимость такого упаковочного материала превышал среднерыночную стоимость на 10%. Очевидно, производитель пленки закладывал большее количество пигмента, добавок. Наиболее целесообразным нам представляется гарантийный срок сохранения цвета упаковки в 1 год. Именно этот срок прописан в дополнительном соглашении со всеми поставщиками термоусадочной пленки.

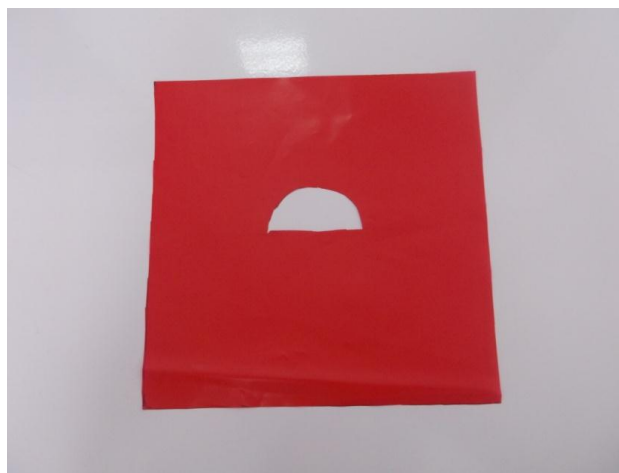


Рис. 4. Эталонный образец

- наличие вторичного сырья

На качество упаковочного материала оказывают влияние в том числе и примеси вторичного сырья. Данный параметр определяется визуально, на просвет. При наличии вторичного сырья наблюдаются включения по всей площади образца.

- качество намотки

Механизм одевания мешка очень требователен к равномерности подачи материала по поточному отклонению. У нас допускаются такие отклонения не более 5 мм, поэтому при приемке упаковочной пленки лаборант производит замер данного параметром методом приложения линейки к торцу (рис. 5).

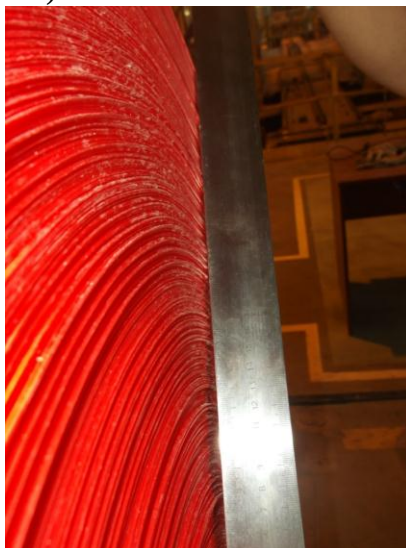


Рис. 5. Проверка качества намотки упаковочной пленки

- соответствие шпули заявленным геометрическим размерам

При заправке нового рулона в машину одевания мешка оператор продевает сквозь шпулю сплошной металлический вал и центрует по оси коническими зажимными втулками. Забитости, утолщения или другие повреждения шпули могут привести к остановке линии, поэтому данный параметр включен в список параметров, контролируемый при приемке партии упаковочной пленки.

Производственный контроль

При первом пуске в производство поступившей партии пленки осуществляется производственный контроль. Раскрываемость мешка проверяется при операции надевания. В случае недостаточного количества антистатических и антиблокирующих добавок рукав не успевает раскрыться к моменту надевания, возникает необходимость завершать эту операцию вручную. Такая партия выбраковывается.

Немаловажный показатель – продольная и поперечная усадка. В частности, от величины продольной усадки зависит длина мешка. Причем производителем пленок эти параметры могут задаваться: продольная и поперечная усадки зависят от степени раздува и степени вытяжки при постоянной температуре.

Отсутствие каких-либо дополнительных регулировок упаковочной машины – показатель качественной термоусадочной пленки.

Контроль на складе готовой продукции

И все-таки главное – это сохранность упаковки в течение заявленного промежутка времени. Поставщики документально подтверждают способность пленки сохранять свою прочность и цветостойкость в течение 1 года. Для подтверждения заявленных характеристик дополнительным соглашением осуществляется страховка предприятия от убытков, понесенных в результате некачественной упаковки. Пример такой упаковки представлен на рис.6.



Рис. 6. Выцветшая упаковка

Где экономить?

* *Возвратная тара и упаковка.* Организовав сбор втулок, поддонов и их возврат поставщику можно сэкономить до 9 тысяч рублей в месяц. Упаковку и обрезки рукава охотно принимают производители мешков для мусора.

* *Длина мешка.* Уменьшение длины мешка на 5 см позволяет экономить до 90 тыс. рублей. Уменьшить длину возможно при уменьшении продольной усадки, при постепенном подборе оптимальной длины упаковки.

**Толщина пленки.* Снижение толщины пленки, казалось бы, самый эффективный способ экономить на упаковке. Однако, в том случае, когда ваша пленка цветная, производителю необходимо увеличивать красящий пигмент и цветостабилизатор для исключения эффекта просвечивания пленки. Учитывая, что эти компоненты занимают немалую долю всебестоимости, стоимость пленки возрастает обратнопропорционально толщине. Исходя из экономической целесообразности, мы остановили свой выбор на пленке толщиной 100 мкм. Проводимые тесты (наклон и резкое опускание упакованного поддона с продукцией с последующим контролем смещения блоков) показали аналогичные результаты на пленках, толщиной 110 мкм и 100 мкм.

**Использование бесцветной или белой пленки.* Самая дешевая пленка – бесцветная. Однако, часто производитель использует пленку для маркетинговых целей и, в этом случае, цвет играет не меньшую роль, чем прочность или другие характеристики. Экономический эффект от замены нашей пленки на белую или бесцветную составил бы не менее 650 тыс. рублей, но приоритетным часто оказывается товарный вид продукции.

** Учет сезонного фактора при заказе пленки.* Производитель добавляет недешевую противоморозную добавку, или увеличивает УФ-стабилизатор – все это сезонный фактор, управляя которым возможно реально понизить стоимость упаковки. Планируете продать упакованную продукцию до морозов – зачем переплачивать за противоморозную добавку. Разделив пленку по типам на складе при поступлении (можно добавить дополнительную информацию в маркировку или штамп) можно экономить до 5 рублей на одной упаковке. Правда, возникает риск повреждения упаковки вследствие неправильного применения.

**Снижение добавок за счет применения раскрывающих приспособлений.*

При пуске в работу нашего термоусадочного оборудования специалисты не смогли определить назначение направляющих медных стержней, и в первые месяцы работы мы работали не заправляя эти стержни в фальцовки рукава. Понять для чего эти стержни необходимы мы смогли благодаря желанию одного из поставщиков сэкономить на антистатической присадке. Убедившись в слабой раскрываемости рукава, после консультаций с немецкими специалистами мы проверили заземление этих стержней и, после их заправки в рукав, проблема была снята. Замедление скорости опускания рукава может позволить снизить количество присадок, снизить стоимость пленки. В любом случае подходить к изменению рецептуры пленки требуется планомерно с испытаниями, после консультаций с максимально возможным количеством производителей упаковочных материалов.

**Применение перспективных упаковочных материалов.*

Выбирая упаковочный материал производители газобетона основываются на экономической целесообразности того или иного вида упаковки. Цвет, прочность, толщина пленки, маркировка – вот широкий диапазон применяемых упаковочных материалов. С развитием полимерной индустрии появляются новые предложения. Сравнительный анализ стоимости различных видов упаковки представлен в табл.1.

Таблица 1

Характеристики различных видов упаковки*

Вид упаковки**	Цена за 1 кг, руб.	Вес упаковки, кг	Цена 1 упаковки, руб.	Цена 10000 упаковок, руб.	Примечание
Стрейч (4 слоя) 17 мкм	110	0,015	1,65	16 500	
Обычная термоусадочная пленка, 80 мкм	54	0,018	0,98	9 800	

Вид упаковки**	Цена за 1 кг, руб.	Вес упаковки, кг	Цена 1 упаковки, руб.	Цена 10000 упаковок, руб.	Примечание
Термоусадочная пленка с добавлением вторичного сырья, 100 мкм	48	0,022	1,07	10 700	
Смесевая термоусадочная пленка, 50 мкм	64	0,011	0,71	7 100	Высокая прочность, эффект "холодной" усадки
Трехслойная термоусадочная пленка, 50 мкм, внешние слои из термоусадочного сырья	75	0,011	0,83	8 300	Высокая прочность, эффект "холодной" усадки, возможность адаптации под любую автоматическую линию
Трехслойная термоусадочная пленка, 50 мкм, импортное сырье	83	0,011	0,92	9 200	Высокая прочность, эффект "холодной" усадки, возможность адаптации под любую технологическую линию, исключительная привлекательность упакованной продукции

* данные к.т.н. Петрова Аркадия Георгиевича (Директора пленочного производства ООО «Полимеры XXI века») по состоянию на июль 2009 года

**размер упаковки 200x200x300мм

Из приведенной таблицы можно сделать следующие выводы:

1. Используя смесевую термоусадочную пленку вместо обычной, потребитель на каждых 100 тыс упаковок экономит 27 000 руб., а по сравнению с термоусадочной пленкой из вторичного сырья – 36 000 руб!
2. Используя трехслойную термоусадочную пленку, изготовленную из импортного сырья, кроме незначительной экономии (6000 руб на каждые 100 тыс. упаковок) потребитель получает исключительную привлекательность групповой упаковки своего товара.

Заключение

Сила мелочей в их множестве. Когда мы задаемся вопросом экономии, 10 или 50 копеек на упаковке одной пачки кажутся нам мелочью. А если умножить эти копейки на количество упаковок? В зависимости от объема пачек мы упаковываем от 16000 до 19500 раз в месяц. Экономия может составить от 1600 до 9750 рублей в месяц. Может это и есть те самые мелочи, которые не позволяют вам потеснить конкурента? Между тем, производя мероприятия, направленные на снижение норм расхода пленки, в течении 2014-2015 годов мы добились снижения этого показателя на 11 %, экономя на каждой упакованной пачке до 25 рублей. А это уже почти половина миллиона рублей в месяц.

Не менее важным является и вопрос сохранения товарного вида продукции как на складе нашего предприятия, так и у конечного потребителя. Как театр начинается с вешалки – так и оценка качества нашей продукции начинается с ее упаковки. В этом случае важно выстроить отношения с поставщиком упаковочных материалов таким образом, чтобы часть ответственности за качественные показатели упаковки он принял на себя. В нашем случае помогли заключение дополнительных соглашений с четким указанием характеристик

и гарантийных сроков. Потери предприятия на переупаковку продукции в случае наступления гарантийного случая тогда происходит за счет поставщика упаковки.

Обучение линейного персонала, оснащение службы ОТК необходимыми инструментами и методиками – это еще один немаловажный шаг к контролю качества упаковочной пленки, и, как следствие, к долговременному сохранению товарного вида нашей продукции.

Необходимы также постоянные исследования рынка полимерных материалов. Ежегодно нашим предприятием проводятся более десятка промышленных испытаний термоусадочных пленок.

Таким образом, переходя на современные виды упаковочных пленок, производитель строительных материалов получает значительную выгоду: более технологичный продукт, позволяющий избежать постоянной настройки оборудования, более привлекательный вид упакованного продукта, и при этом еще и значительно сэкономить, что в условиях кризиса, немаловажно.

ВОЗМОЖНЫЕ СТРАТЕГИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АГБ В УСЛОВИЯХ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СПАДА

Ф. ПОТТИН, К. ХЕЛЬБЕР, Г. РОМАНОВА, В. ЦЕЛЬМЕР, Wehrhahn, Германия

Работа в условиях кризиса требует от руководящего состава новых неординарных решений. Следует помнить, что кризис является переходным состоянием, которое скрывает в себе как сложные проблемы, так и новые шансы для развития. Чтобы успешно преодолеть кризис необходимы новые конкурентоспособные продукты и новые более эффективные способы производства.

1. Новые ниши на рынке сбыта

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

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

Некоторые производители ячеистого бетона уже давно увидели потребности рынка и производят перемычки из U-блоков. Однако это имеет свои недостатки:

- отходы при производстве;
- дополнительные затраты времени и труда на изготовление;
- дополнительная работа на стройке;
- время на схватывание раствора;
- промерзаемость в регионах с холодными зимами.

Компания Wehrhahn разработала новую технологию всесторонней резки перемычек в «зелёном» массиве – ещё до автоклавной обработки. Благодаря этому резка перемычек на сухую после процесса автоклавирования исключается. Это обеспечивает высокую скорость производства, дает возможность исключить из технологии пилы для резки перемычек в твердом виде, позволяет интегрировать оборудование в существующие линии. В конечном итоге, предлагаемая технология резки позволяет снизить стоимость армированной конструкции.

На всех заводах Wehrhahn наряду с производством блоков возможно производство полного ассортимента армированных изделий: стеновых панелей, плит покрытий и перекрытий, перемычек. Wehrhahn проектирует и поставяет все необходимое для этого оборудование.

Процесс производства армированных изделий имеет некоторые особенности, обусловленные наличием арматуры в газобетоне. Стальная арматура обеспечивает достаточную прочность панелей. Вид армирования зависит от назначения конструкции. Ненесущие панели (перегородки) армируются, как правило, 3-мя одиночными арматурными стержнями, обеспечивающими достаточную для транспортировки прочность панелей. Для армирования несущих панелей используются арматурные сетки или арматурные каркасы. Для перемычек арматурная сетка может сгибаться в U-образный арматурный каркас или две арматурные сетки свариваются с помощью распорных элементов в один арматурный каркас.

Арматура производится на специальном участке. Она может также поставляться поставщиками на завод в уже готовом виде. Готовые арматурные каркасы подвергаются антикоррозийной обработке путем их погружения в специальный раствор и последующим просушиванием. Затем они фиксируются в несущей раме арматурных каркасов, которая устанавливается на форму перед ее заполнением газобетонной смесью.

При производстве армированных изделий несколько меняется рецептура: повышается содержание воды в смеси, чтобы удлинить процесс предварительного твердения массива для избегания образования пустот по арматурным стержням.

Перед резкой штифты, удерживающие арматурные каркасы в несущей раме, вынимаются из массива. Рама снимается с формы. После распалубки массив режется на линии резки на отдельные изделия.

Время автоклавного твердения панелей на 2-3 часа длиннее в силу того, что нагреванию подвергаются два материала с разной теплопроводностью. При этом автоклавная кривая должна быть ступенчатой.

Блоки пониженной плотности: расширение ассортимента продукции и ресурсосбережение. Разработки по производству блоков пониженной плотности ведутся, прежде всего, с целью расширения ассортимента газобетонной продукции, в том числе за счет выпуска сверхлегких термоизолирующих панелей плотностью не более 200 кг/м^3 . Однако ресурсосберегающий аспект играет при этом также немаловажную роль.

При производстве блоков пониженной плотности содержание твердых веществ в газобетонной смеси значительно снижается. Так, общее содержание твердых веществ уменьшается с $568,3 \text{ кг}$ на 1 м^3 газобетона при плотности 600 кг/м^3 до $181,7 \text{ кг}$ при плотности 200 кг/м^3 (данные из стандартного расчетного рецепта). Другими словами, расход сырья на 1 м^3 продукции уменьшается на 68 %. Конечно, это не означает, что и стоимость сырья сокращается соответственно, так как для производства блоков пониженной плотности необходимо более качественное сырье: кварцевый песок очень тонкого помола (для плотности 200 кг/м^3 остаток на сите 90 микрон не должен превышать 10%); мелкодисперсный алюминий (средний размер зерен в пределах от 15 до 25 микрон).

Помимо этого изменяется также соотношение сырьевых материалов. Так, должно быть увеличено содержание вяжущих (известь и цемент). При этом обычно требуется увеличение содержания цемента по отношению к извести, поскольку цемент обеспечивает более высокую начальную прочность массива. Содержание песка уменьшается соответственно. Значительно увеличивается содержание алюминия, причем в данном случае не только в процентном соотношении, но и в абсолютном количестве (в нашем примере: с $0,480 \text{ кг}$ на 1 м^3 продукции при плотности 600 кг/м^3 до $0,768 \text{ кг}$ при плотности 200 кг/м^3).

Блоки пониженной плотности являются энергосберегающими как по своим эксплуатационным свойствам (табл. 1), так и на этапе их производства. При автоклавировании блоков пониженной плотности время выдержки может быть сокращено на 2 часа. Это объясняется более пористой структурой газобетона, что позволяет насыщенному пару быстрее проникать вглубь материала.

Таблица 1

Зависимость прочности на сжатие и теплопроводности газобетона от его плотности

Марка газобетона	Плотность, кг/м ³	Предел прочности при сжатии, Н/мм ²	Теплопроводность, Вт/м·К
PP6-0,65	650	7,5	0,180
PP4-0,60	600	5,0	0,160
PP4-0,55	550	5,0	0,140
PP4-0,50	500	5,0	0,120
PP2-0,40	400	2,5	0,100
PP2-0,35	350	2,5	0,085
PP1,6-0,30	300	2,0	0,080
PP1,6-0,25	250	2,0	0,070
Мультипор – 12	120	0,35	

2. Возврат твердых отходов в производственный цикл

На каждом предприятии в зависимости от качества оборудования и технологического процесса образуется определенное количество твердых отходов. Рано или поздно возникает вопрос об их утилизации. Опыт использования твердых отходов на заводах в Германии показывает, что добавление твердых отходов в рецептуру не только решает вопрос их утилизации, но и позволяет улучшить качество газобетонной продукции, обеспечивая:

- повышенное содержание тоберморита;
- увеличение прочности блоков на сжатие;
- увеличение прочности кромок блоков.

Совместно с техническим университетом «Горная академия Фрайберг» технологи Wehrhahn провели серию испытаний по вторичному использованию твердых газобетонных отходов в производстве. В лаборатории Wehrhahn были изготовлены пробные массивы с добавлением разного количества тонкоизмельченных твердых отходов (от 0 % до 5,25 % от общей массы твердых веществ, при этом соответствующее количество песка изымалось из рецептуры). Было установлено, что твердые отходы в количестве до 3% от общего содержания сухих веществ повышают прочность газобетона (рис. 1).

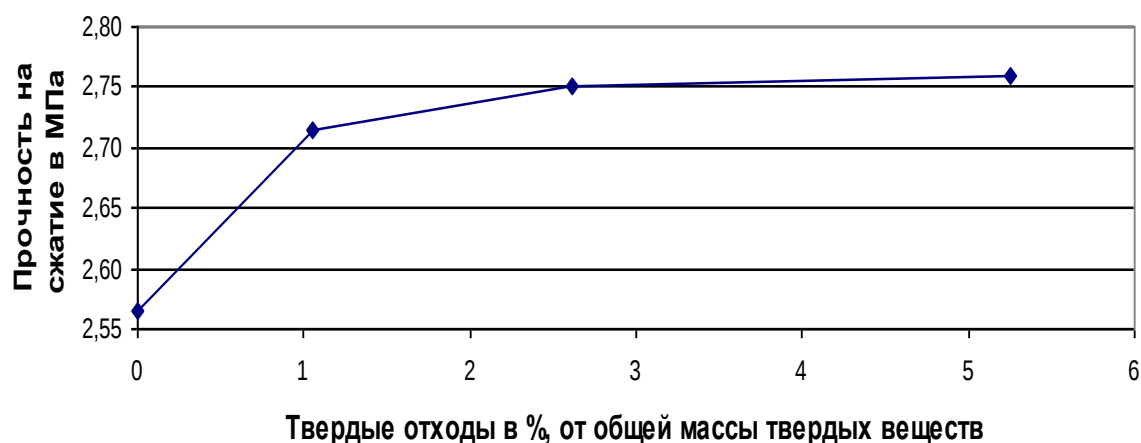


Рис. 1. Прочность на сжатие газобетона в зависимости от содержания твердых отходов в газобетонной смеси

Многие заводы Wehrhahn уже имеют простую и эффективную систему утилизации твердых отходов: предварительно измельченные в дробилке отходы (до размера < 20 мм) подаются в накопительную емкость и оттуда дозируются в мельницу для песка. При помоле в шаровой мельнице для песка можно максимально добавлять 3 – 5 % твердых отходов (сухой вес) от общей массы песка или примерно 2 – 3 % от общего количества твердых материалов.

Наиболее предпочтительным с технологической точки зрения является дозирование твердых отходов непосредственно в главный смеситель. В данном случае помимо дробилки необходима молотковая мельница для измельчения твердых отходов до размера зерен менее 1 мм. Из силоса с помощью весового оборудования сырье дозируется точно в соответствии с рецептурой в главный смеситель.

Этот метод обеспечивает точное и целевое дозирование, например для производства продукта определенной группы, и дает возможность добавлять до 10 % отходов от общей массы твердых материалов рецептуры, так как при этом методе возникает меньше проблем с вязкостью газобетонного шлама. Производители газобетона в Германии предпочитают именно эту технологию использования твердых отходов.

3. Рекуперация тепловой энергии: подогрев питательной воды для парогенератора

При производстве автоклавного газобетона наиболее энергоемким является процесс автоклавирования. В то же время в процессе автоклавирования образуется большое количество вторичной тепловой энергии в виде отработанного пара и конденсата. Использование этой вторичной тепловой энергии позволяет существенно снизить расход энергоносителей. Наиболее эффективно вторичная тепловая энергия может быть использована для подогрева питательной воды парогенератора.

Система рекуперации тепла конденсата. Предварительный нагрев питательной воды парогенератора необходим в первую очередь с целью ее дегазации, в противном случае растворенные в воде газы вызовут коррозию металлоемкого оборудования: парового котла, трубопровода, автоклавов. Для удаления CO_2 и некоторых других газов питательную воду парогенератора необходимо нагреть до температуры выше 100°C . Нагрев воды до 100°C осуществляется в дегазаторе питательной воды обычно полностью за счет свежего пара из парогенератора. На это расходуется около 15% свежего пара, производимого парогенератором. Система рекуперации тепловой энергии Wehrhahn обеспечивает подогрев питательной воды парогенератора исключительно с помощью вторичного тепла отработанного пара и конденсата, что позволяет круглогодично экономить около 15% тепловой энергии.

На рис. 2 представлена схема использования вторичного тепла в системе рекуперации тепловой энергии. При разогреве автоклава сначала образуется достаточно холодный конденсат. Автоматическая система управления автоклавами WACO направляет этот «холодный конденсат» прямо в бак-сборник конденсата, который представляет собой изолированную ёмкость, служащую, в первую очередь, для аккумуляции тепла.

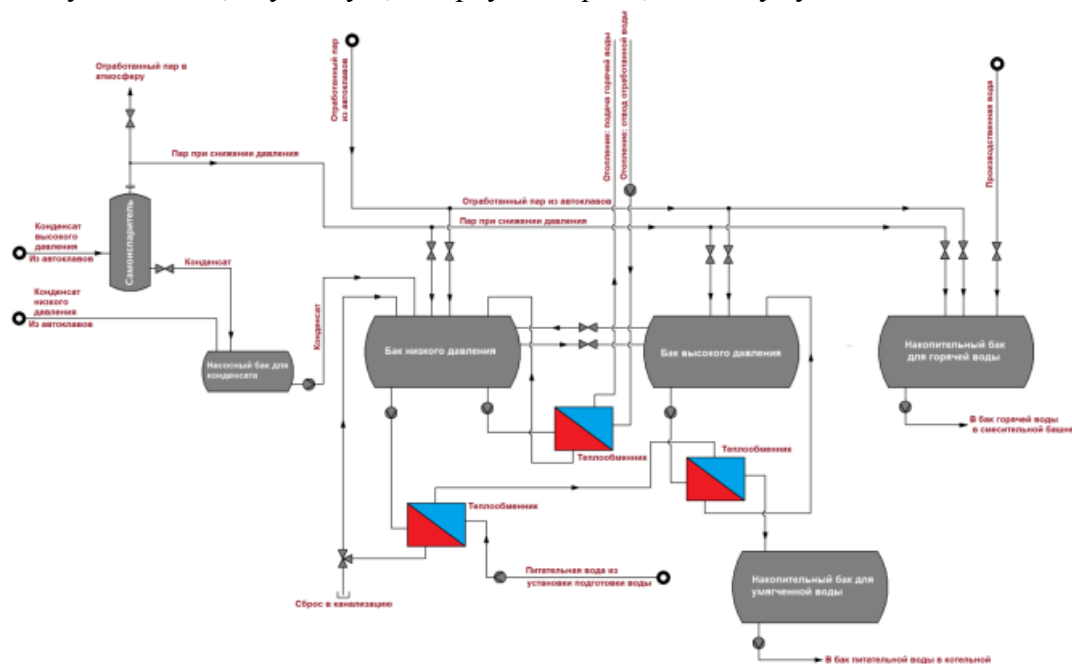


Рис. 2. Схема использование вторичного пара

По мере разогрева автоклава образуется «горячий конденсат», который содержит больше тепловой энергии. Автоматическая система управления направляет этот конденсат в самоиспаритель. Благодаря высокой температуре в самоиспарителе часть конденсата превращается в пар. Этот пар используется для нагрева дегазатора питательной воды, в результате уменьшается забор пара из парового котла для нагрева дегазатора. Затем этот уже охлаждённый «горячий конденсат» поступает в бак-сборник конденсата.

Из бака-сборника конденсат перекачивается через два циркуляционных контура с теплообменниками. Первый циркуляционный контур - это подогрев питательной воды для парогенератора в дегазаторе. Здесь холодная водопроводная вода после подготовки перекачивается через высокоэффективные теплообменники с многоступенчатым подключением, что обеспечивает максимальную теплопередачу между конденсатом и водой. Нагретая питательная вода подается в бак-сборник умягчённой воды, где она хранится для дальнейшего использования в процессе производства пара.

Второй циркуляционный контур – это нагрев циркуляционной воды для различных отопительных систем завода. Эти отопительные системы обеспечивают теплоснабжение камер предварительного твердения, путей ожидания перед автоклавами, офисных помещений, мастерских и т.д.

Нагрев питательной воды в емкости высокого давления. 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. Обычный дегазатор питательной воды с рабочим давлением немного выше атмосферного не позволяет нагревать воду до температуры выше 100°C. При увеличении температуры воды выше 100°C в обычном дегазаторе повышение давления ведет к тому, что срабатывает предохранительный клапан, выпуская избыточное давление. Температура воды при этом снова снижается до 100°C. Поэтому Wehrhahn предлагает дегазатор питательной воды высокого давления (рабочее давление до 8 бар), позволяющий нагревать воду до 170°C.

Опыт многих уже построенных и работающих заводов показывает, что система рекуперации тепловой энергии Wehrhahn позволяют повторно использовать до 90% остаточного тепла, содержащегося в конденсате. Это существенно снижает нагрузку на парогенератор, обеспечивает экономию до 25% тепловой энергии и соответствующее, очень существенное сокращение расходов на энергоносители.

4. Электроменеджмент и меры по снижению электропотребления

Тенденция роста цен на электроэнергию для промышленных потребителей уже многие годы остаётся в силе. Такая тенденция заставляет производителей газобетона во многих странах мира искать возможности для сокращения энергозатрат. В последние годы на новых линиях Wehrhahn внедряется эффективная Система электроменеджмента (**WH-EnMS**), позволяющая значительно сокращать электропотребление и соответственно снижать производственные расходы и сберегать природные ресурсы. WH-EnMS состоит из системы сбора и обработки данных электропотребления отдельными машинами и линией в целом, а также из энергосберегающих компонентов.

Система сбора и обработки данных электропотребления. Сбор и обработка данных электропотребления позволяют:

- идентифицировать наиболее энергоемкие потребители;
- оптимизировать закупку электроэнергии (в том числе, благодаря снижению пиковых нагрузок);
- протоколировать энергосберегающие мероприятия;
- формировать у обслуживающего персонала сознательное отношение к энергопотреблению.

Специальное программное обеспечение «Powermanager» сохраняет все данные электропотребления и позволяет составлять отчеты в формате EXCEL. Наиболее важная

информация выводится на монитор управления и позволяет оператору вовремя распознавать неполадки оборудования по аномально высокому электропотреблению, опасность превышения допустимых пиковых нагрузок, а также мотивировать оператора к выполнению энергосберегающих мер, например, отключать гидравлическое оборудование во время пауз.

Рекуперация электроэнергии в электросеть. Обычно к частотным преобразователям подключено тормозное сопротивление, с помощью которого во время торможения электродинамическая энергия превращается в тепло. Если тормозное сопротивление находится в электрощитовой, то производимое тепло «уничтожается» с помощью кондиционера. На это охлаждение также затрачивается электроэнергия. С помощью сетевого прибора рекуперации, который подключается к частотному преобразователю вместо тормозного сопротивления, электродинамическая энергия возвращается снова в электросеть завода, где сразу же используется оборудованием линии. В зависимости от мощности сетевого прибора рекуперации к нему можно подключить до 6 частотных преобразователей (рис. 3). В зависимости от частоты и интенсивности процессов торможения можно экономить до 40 % стоимости электроэнергии на каждый привод. И это еще без учета экономии электроэнергии, потребляемой кондиционером.

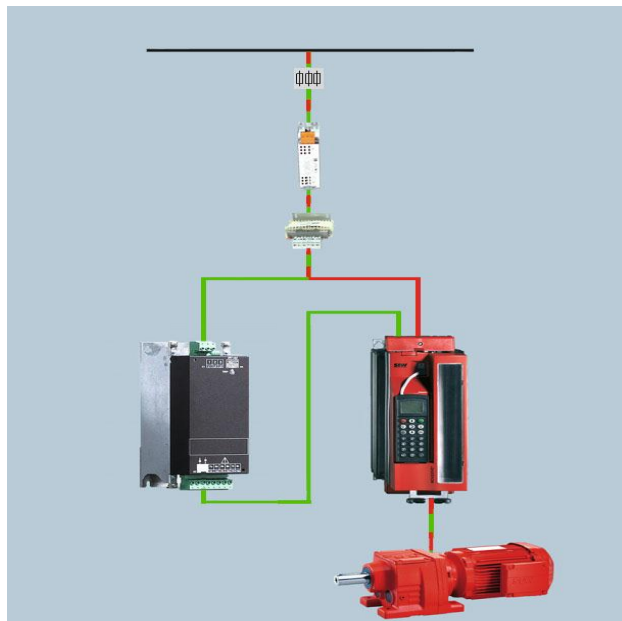


Рис. 3. Принципиальная схема рекуперации тормозной энергии

Энергосберегающие моторы. Почти на всех электроприводах Wehrhahn применяет энергосберегающие частотные преобразователи, благодаря которым двигатели работают с оптимальным КПД, что позволяет экономить до 30% энергии. Так, энергосберегающий мотор, установленный на мешалку, экономит энергии больше, чем потребляет семья из 5 человек, живущая в отдельном доме. На линии по производству газобетона используется от 4 до 9 таких мешалок.

Предвидящая автоматика отключения. Новые системы управления Wehrhahn оснащены «предвидящей» автоматикой отключения. Если предвидится, что привод в ближайшее время не будет использоваться и с энергетической точки зрения выгодно его отключить, то он автоматически отключается и при необходимости автоматически включается. Это экономит электроэнергию и обеспечивает щадящий режим работы электропривода. Почти каждую линию Wehrhahn можно дооснастить «предвидящей» автоматикой отключения.

Опыт показывает, что на каждом газобетонном предприятии есть возможности для увеличения эффективности производства. Надеемся, что данный обзор будет для Вас полезным и, более того, подтолкнёт Вас к дальнейшему поиску новых решений как в оптимизации производства, так и в оптимизации маркетинговых стратегий. Специалисты Wehrhahn готовы оказать Вам в этом компетентную помощь.

ОЦЕНКА МОРОЗОСТОЙКОСТИ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА

Н.Ю. ГИЗАТУЛИНА, ООО «СтройЭкспертСервис»,

А.А. ВИШНЕВСКИЙ, канд. техн. наук, ООО «ПСО «Теплит»

Морозостойкость является одним из важнейших свойств автоклавного ячеистого бетона, определяющим его долговечность. Несмотря на развитую пористость, ячеистые бетоны обладают высокой морозостойкостью, что дает им преимущество в сравнении с другими стеновыми материалами. Однако, в последнее время, некоторыми специалистами этот факт ставится под сомнение[1]. В качестве мотивации они приводят довод о том, что высокие значения морозостойкости, заявляемые производителями, достигаются только благодаря использованию упрощённой методики оценки по ГОСТ 31359-2007.

Действительно, новый стандарт на ячеистый бетон предполагает водонасыщение образцов только до 35 %, в то время как методика определение морозостойкости по ГОСТ 25485-89 предполагает водонасыщение в течение 40 ч, благодаря чему бетон приобретает большую влажность (55-65 %). Меньшее количество влаги в образцах вызовет меньшее разрушающее действие, и по этой причине, результат по новой методике должен быть выше.

Методика частичного водонасыщения до уровня послеавтоклавной влажности предложена специалистами НИИЖБ. Они руководствовались тем фактом, что нет необходимости водонасыщать ячеистый бетон выше 35 %, так в условиях его эксплуатации такая влажность маловероятна. А значит, зачем занижать морозостойкость и определять эфемерную величину. Необходимо определять реальную морозостойкость, в условиях приближенных к эксплуатации.

Представители предприятий, входящих в рабочую группу по пересмотру стандартов на ячеистый бетон, не поддержали это нововведение, мотивируя это тем, что и по действующей методике (по ГОСТ 25485-89) получаются значения выше, чем у многих конкурентных материалов. Не смотря на это, предложенная методика оказалась в итоговой редакции ГОСТ 31359-2007. Тем самым благой порыв представителей отраслевой науки дал повод для сомнений и упрека со стороны недоброжелателей ячеистого бетона.

По заказу Национальной Ассоциации производителей автоклавного газобетона ООО «СтройЭкспертСервис» провело сравнительное определение морозостойкости по трем методикам в соответствии с:

- ГОСТ 10060-2012, распространяющийся на тяжелые, мелкозернистые, легкие и плотные силикатные бетоны.
- ГОСТ 25485-89, распространяющийся на конструкционные и конструкционно-теплоизоляционные ячеистые бетоны (старый стандарт).
- ГОСТ 31359-2007, распространяющийся на ячеистые бетоны автоклавного твердения, предназначенные для изготовления изделий (новый стандарт).

Для определения морозостойкости были взяты образцы автоклавного газозолобетона производства ООО «ПСО «Теплит» с маркой по плотности D500 и классом по прочности B3,5.

Образцы размером 100x100x100 мм подвергали водонасыщению, замораживанию и оттаиванию по режиму, представленному в таблице 1. Как показал эксперимент, водонасыщение в течение 96 и 40 ч, проводимое по методике 1 и 2, привело к примерно одинаковому значению влажности образцов 61,9 % и 61,3 % соответственно. При этом, указанная влажность образцов превышала влажность образца по ГОСТ 31359 в 1,8 раз.

Таблица 1

Режим испытаний образцов

№	Методика	Водонасыщение	Замораживание		Оттаивание		
			Время, ч не менее	Температура, °С	Условия	Время, ч не менее	Температура, °С
1	ГОСТ 10060	Ступенчато, в воде в течение 96 ч	4	- (18±2)	В воде	2±0,5	20±2
2	ГОСТ 25485	Ступенчато, в воде в течение 40 ч	4	- (18±2)	Над водой	4	18±2
3	ГОСТ 31359	До влажности 35 %*	4	- (18±2)	Над водой	4	18±2

* Водонасыщение не производилось, так как фактическая влажность образцов соответствовала указанному значению

Для каждого метода испытания было задано предполагаемое число циклов замораживания и оттаивания, которое выдержат образцы: для первого – 50, для второго и третьего 100 циклов. Исходя из этого, спланировано число промежуточных испытаний. Морозостойкость оценивали по потере прочности и массы, так как разрушения образцов в ходе эксперимента не произошло.

В таблице 2 представлены результаты испытаний газобетона по первой методике. Как видно из представленных данных, образцы выдержали все промежуточные испытания и имеют марку по морозостойкости F50, причем ресурс морозостойкости при испытании по данной методике не исчерпан. Прочность испытываемого газобетона не только не снизилась, но даже слегка увеличилась. Что касается потери массы, то с 35 до 50 циклов наблюдалось ее снижение, но не более 2 %, что допустимо по ГОСТ 10060.

Таблица 2

Результаты испытаний газобетона по ГОСТ 10060

Критерии оценки	Требования ГОСТ 10060-2012	Результаты определений в зависимости от числа циклов			
		15	25	35	50
Потеря прочности, %	не более 15	+4,8	+2,3	+2,4	+4,8
Потеря массы, %	не более 2	+0,1	+0,1	1,3	1,3

Испытания по ГОСТ 25485 показали, что исследуемые образцы выдерживают 100 циклов попеременного замораживания и оттаивания по критерию потери прочности (табл. 3). Однако, по потере массы морозостойкость образцов составила только 50 циклов. То есть меньше, чем по 1-й методике, что не логично, так как первая методика предполагает испытания в более жестких условиях.

Таблица 3

Результаты испытаний газобетона по 25485-89

Критерии оценки	Требования ГОСТ 25485-89	Результаты определений в зависимости от числа циклов		
		50	75	100
Потеря прочности, %	не более 15	4,44	6,8	10,4
Потеря массы, %	не более 5	2,3	8,6	16,9
Потеря массы (пересчет по ГОСТ31359), %	не более 5	1,6	1,8	2,6

Осмотр внешнего вида образцов не позволил выявить разрушений и отбитостей (рис. 1). Грани и углы сохранили свою первоначальную форму. Это также ставит под сомнения результат расчета потери массы.



Рис. 1. Образцы газобетона после 100 циклов испытания по ГОСТ 25485-89

Разработчики ГОСТа – представители НИИЖБ, среди прочих причин замены методики определения морозостойкости, приводили неточность в используемой формуле по расчету потери массы. По данной формуле масса сухого образца определялась расчетно ($m_{вл} * (1-W)$), что приводило к ошибочным результатам. В новом стандарте эта ошибка была устранена и в формуле для расчета потери массы использовалась масса высушенного образца, определенная экспериментально. Если пересчитать полученные значения по формуле из ГОСТ 31359, то значение потери массы будет более логичным с точки зрения предыдущих испытаний. В этом случае и по показателю потери массы марка по морозостойкости будет не менее 100 циклов.

Проведение испытания по ГОСТ 31359 также показало значение морозостойкости не менее 100 циклов (табл. 4). Поскольку данный результат повторялся в течение многочисленных испытаний, проводимых ежегодно ООО «ПСО «Теплит», промежуточных испытаний не проводилось. Что касается максимальной марки, то данное испытание продолжается в настоящее время.

Таблица 4

Оценка морозостойкости по ГОСТ 31359-2007

Критерии оценки	ГОСТ 31359-2007	Результаты определений при 100 циклах
Потеря прочности, %	не более 15	9,3
Потеря массы, %	не более 5	1,4

Если сравнивать потерю прочности и потерю массы по второй и третьей методикам, то можно увидеть незначительную разницу в результатах. Данные, полученные по второй методике (ГОСТ 25485), лишь слегка превышают результаты, полученные по третьему методу (ГОСТ 31359). Другими словами, более глубокое водонасыщение не оказывает существенного влияния на потерю прочности и массы, а значит и на морозостойкость газобетона.

Для окончательного подтверждения сделанного вывода необходимо провести серию испытаний образцов автоклавного газобетона, в том числе и изготовленного на песке. Также, целесообразно определить максимальное количество циклов, которое выдерживают образцы по рассматриваемым методикам, и сравнить полученные значения.

В целом, проведенная работа подтвердила достаточно высокую морозостойкость автоклавного газобетона и создала основы для построения корреляционной зависимости между марками по морозостойкости, определяемыми по разным методикам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карпенко Н.И., Ярмаковский В.Н. Основные направления ресурсоэнергосбережения при строительстве и эксплуатации зданий. Часть 1. Ресурсоэнергосбережение на стадии производства строительных материалов, стеновых изделий и ограждающих конструкций // Строительные материалы. 2013. № 7. С. 12–18.

ОПЫТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ВСПУЧИВАНИЯ И УПРОЧНЕНИЯ ГАЗОБЕТОНА

Ф.А. ГОЛЬДМАН, канд. техн. наук, ООО «Элгад-ЗСИ»,
Д.И. ШТАКЕЛЬБЕРГ, доктор техн. наук, проф., Concrettec Ltd., Израиль
Н.Р. ГАДАЕВ, канд. техн. наук, Г.Е. ШТЕЙНБУК, ООО «Элгад-ЗСИ»

Введение

В предлагаемой статье изложены новые принципы технологического контроля доавтоклавного упрочнения газобетона и прогнозирования отпускной прочности блоков. Для этого нами впервые применен метод измерения удельного электрического сопротивления, хорошо зарекомендовавший себя при контроле твердения и упрочнения различных цементно-бетонных композиций [1, 2, 3, 4].

Процесс изготовления газобетонных изделий – это последовательность нескольких технологических операций:

- Приготовление газобетонной смеси,
- Заливка смеси в форму и ее вспучивание,
- Доавтоклавное твердение массива и его резка на элементы (блоки) заданных размеров,
- Автоклавная обработка газобетона.

Основными параметрами материала, контролируемые в процессе производства газобетонных блоков, являются:

- Высота вспучивания массива ячеистобетонной смеси,
- Температура смеси,
- Нарастание пластической прочности в процессе доавтоклавного твердения,
- Отпускная (послеавтоклавная) прочность блоков.

В настоящее время контроль за этими параметрами осуществляется вручную стандартными методами работниками заводских лабораторий. Так, высота вспучивания, чаще всего, контролируется обычной линейкой, температура измеряется с помощью погружного зонда-термометра, пластическая прочность определяется методом конического пластометра.

Следует отметить, что результаты определения отпускной прочности блоков могут быть получены не ранее, чем через 2–3 дня из-за длительности процесса определения прочности и плотности блоков стандартными методами: отбор образцов, выпиливание кубов, их сушка в течение суток, испытание образцов-кубов на прессе и пр. Необходимость выполнения всех этих операций существенно увеличивает сроки отгрузки готовой продукции потребителям.

Поэтому принципиально важным является создание и практическая реализация экспресс-метода, позволяющего контролировать процесс пластического упрочнения газобетонного сырца с целью фиксирования величины пластической прочности, обеспечивающей бездефектную резку массива, и прогнозировать величину отпускной прочности газобетонных блоков после автоклавирования.

Практическая реализация этих задач позволит увеличить производительность, улучшить качество продукции, снизить трудоёмкость и продолжительность операций по контролю и сбыту продукции.

1. Физические и экспериментальные основы метода

Физической основой метода является измерение электрического сопротивления ячеистобетонной смеси на ранней стадии твердения (после завершения вспучивания) и установление корреляционных взаимосвязей “Электрическое сопротивление – Отпускная прочность газобетона”.

Эффективное применение кондуктометрии для контроля твердения и упрочнения цементно-бетонных композиций базируется на следующих основных положениях:

- В твердеющих цементно-бетонных композициях физическая влага, соединяющая твердофазные элементы, является единственной электропроводящей фазой,
- Физическая влага всегда находится в термодинамическом равновесии с твердой фазой, на которой она (влага) адсорбирована или которой она абсорбирована,
- Именно поэтому физическая влага является наиболее информативным компонентом твердеющей цементно-бетонной композиции, так как ее (влаги) состояние моментально реагирует на все структурные изменения твердеющего материала [5].

Практическая реализация разработанного экспресс-метода базируется на использовании измерительной системы ConTest-8, созданной израильской фирмой Concretex Ltd. для контроля твердения и упрочнения цементно-бетонных композиций как в лабораторных условиях, так и на строительных площадках и предприятиях стройиндустрии.

Применение измерительной системы ConTest-8 позволяет непрерывно оценивать развитие структурного состояния контролируемых строительных элементов и изделий и в режиме реального времени, осуществлять мониторинг их твердения и упрочнения, включая прогнозирование прочности [1, 2, 4, 6, 7].

Измерительная система ConTest-8 зарегистрирована в Государственном реестре средств измерений РФ под номером № 45346-10 и допущена к применению в Российской Федерации.

Измерительная система ConTest-8 включает (рис. 1):

- Электронный измерительный блок, управляемый компьютером,
- Комплект измерительных датчиков контейнерного типа [7],
- Комплект оригинальных управляющих, обрабатывающих и интерпретирующих программ,
- Базу данных, содержащую все результаты измерений, с возможностью их обработки и анализа.



Рис. 1. Общий вид измерительной системы ConTest-8 при контроле производства газобетонных блоков на коломенском заводе "Элгид-ЗСИ"

Измерительная система позволяет в непрерывном режиме одновременно измерять электрическое сопротивление и температуру в газобетонном массиве с шагом измерений от 3 до 30 минут.

2. Мониторинг пластического упрочнения

Пластическое упрочнение газобетонного сырца – это важнейшая составляющая формирования физико-механических свойств материала. Только после достижения некоторой величины пластической прочности можно осуществлять бездефектную резку газобетонного сырца на отдельные блоки и начинать процесс автоклавной обработки.

На рис. 2 представлены результаты контроля вспучивания и доавтоклавного твердения газобетона плотности D500 на технологической линии производства газобетонных блоков

завода ООО «Элгид-ЗСИ». Измерения высоты вспучивания h , пластической прочности P_m и удельного электрического сопротивления ρ выполнены непосредственно в форме объемом 5.5 м^3 .

Из полученных данных следует, что кинетическая кривая $\rho = f(\tau)$ позволяет контролировать в режиме on-line важнейшие технологические параметры h и P_m .

Так, конец вспучивания (KB) – максимум на кривой $h = f_1(\tau)$ определяется временной стабилизацией удельного электрического сопротивления (площадка на кривой $\rho = f(\tau)$). После достижения максимального объема всегда наблюдается некоторая осадка массива газобетона, после чего объем окончательно стабилизируется. Этот эффект также отражается на кривой $P_m = f(\tau)$: уменьшение объема газобетона характеризуется соответствующим увеличением удельного электрического сопротивления и его вторичной временной стабилизацией, после чего величина ρ вновь начинает возрастать.

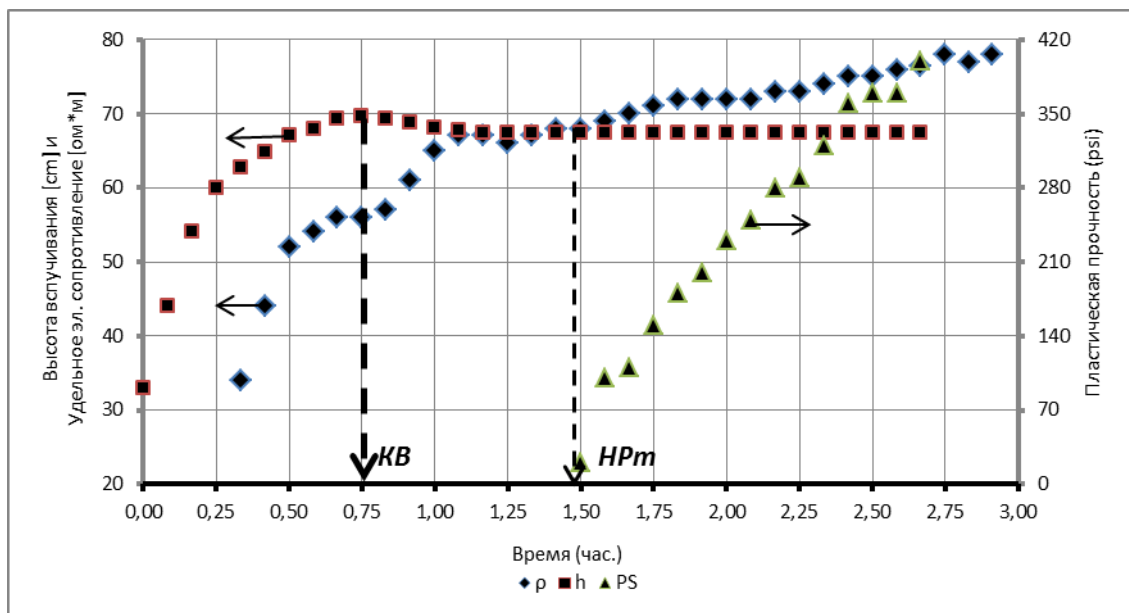


Рис. 2. Изменение удельного электрического сопротивления, высоты вспучивания и пластической прочности газобетонного сырья в процессе доавтоклавного твердения

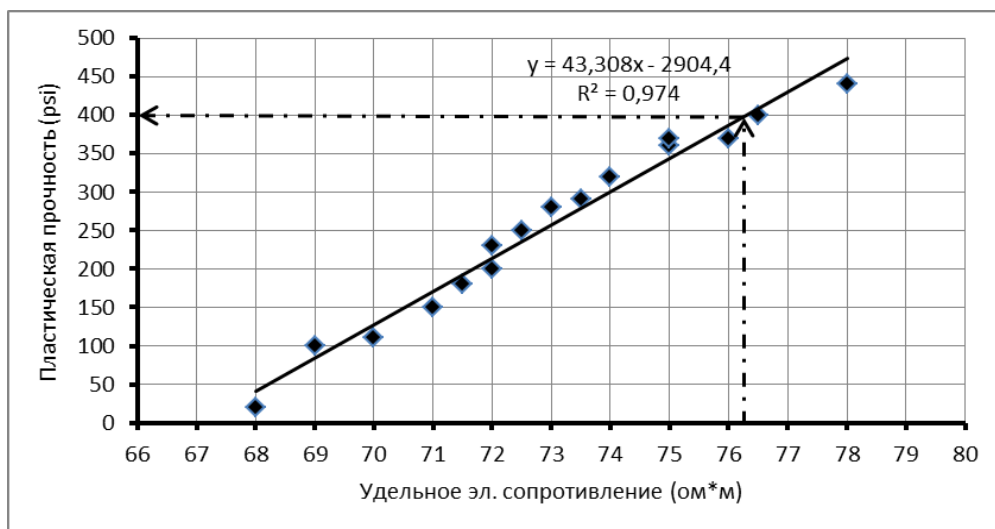


Рис. 3. Корреляционная зависимость “ $P_m - \rho$ ” для газобетона плотности $D500$

Начало стабильного роста удельного электрического сопротивления соответствует началу роста пластической прочности $P_m = f_2(\tau)$ – точка HP_m .

Взаимосвязь между величинами пластической прочности P_m и значениями удельного электрического сопротивления ρ (рис. 2) выражается линейной зависимостью с высоким коэффициентом корреляции $R = 0.987$.

Экспериментально установлено, что бездефектная резка массива газобетонного сырца на заводе «Элгид-ЗСИ» может производиться по достижении величины пластической прочности, равной 400 psi. Стабильность результатов измерений удельного электрического сопротивления и высокий уровень корреляции $P_m - \rho$ позволяет по достижении установленного значения ρ_{400} (в данном случае – $\rho_{400} = 76.5 \text{ Ом*м}$) определять момент достижения требуемой величины P_m по простой схеме (рис. 3) без использования конического пластометра.

3. Прогнозирование отпускной прочности

На базе сопоставления большого количества результатов измерений базовой величины ρ_{400} и соответствующих значений отпускной прочности блоков из этих же массивов газобетона после завершения автоклавной обработки S (>60 для плотности D400 и >230 для плотности D500), получены статистически достоверные корреляционные зависимости “ $S - \rho_{400}$ ” (рис. 4).

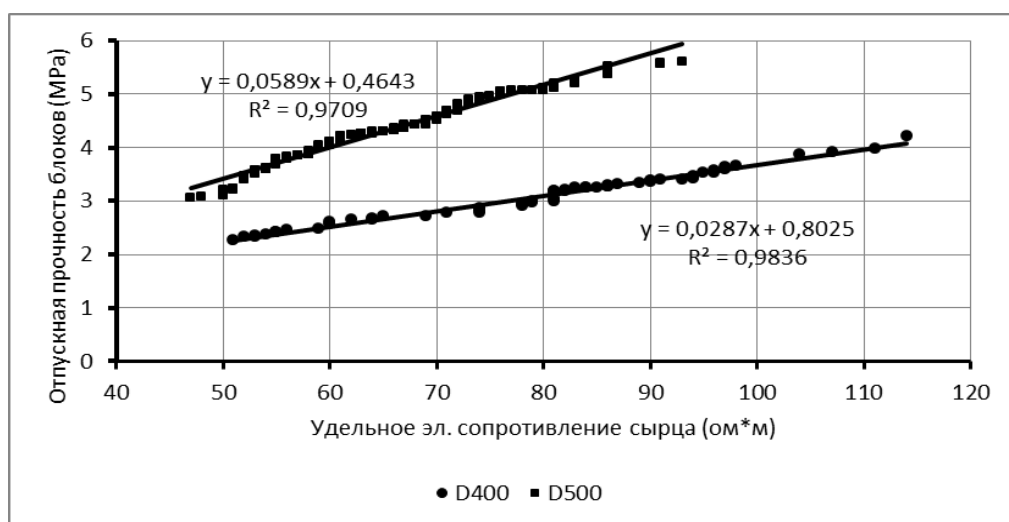


Рис. 4. Корреляционная зависимость “ $S - \rho$ ” для газобетона плотностей D400 и D500

Зависимость $S - \rho_{400}$ является физической и технологической основой создания и практического использования новой экспресс-методики прогнозирования прочности газобетонных блоков. При наличии такой корреляции процедура прогнозирования величины отпускной прочности превращается в рутинную операцию, которая легко автоматизируется.

Так, измерив электрическое сопротивление газобетонного массива в конце этапа доавтоклавного твердения (через 160–190 минут после заливки смеси в форму), по графикам или формулам (см. рис. 4) можно оценить величину отпускной прочности блоков после автоклавной обработки. Этот процесс можно упростить, используя метод стандартного отклонения (Standard Deviation). Этот метод основан на определении среднеквадратичного отклонения – показателя рассеяния при статистическом анализе [8].

В частности, имея статистически достоверный массив измерений удельного электрического сопротивления массивов газобетонного сырца и результатов прочностных испытаний этих же массивов после автоклавирования, можно установить взаимосвязь между этими параметрами, т.е. оценить изменение величины S в зависимости от изменения ρ в соответствующем диапазоне (см. табл. 1).

Таблица 1

Основные статистические параметры прогнозирования
отпускной прочности газобетонных блоков

Параметры	D400		D500	
	$\rho_{400}(\text{ом*м})$	$S \text{ (МПа)}$	$\rho_{400}(\text{ом*м})$	$S \text{ (МПа)}$
Average	79.37	3.08	65.90	4.35
Standard Deviation	16.14	0.47	9.30	0.56
Aver. + 2St.Dev.	111.65	4.01	84.50	5.46
Aver. – 2St.Dev.	49.09	2.14	47.29	3.23

Отсюда следует, что:

- Для газобетона D400: если измеренные значения удельного электрического сопротивления газобетона находятся в диапазоне $49.09 \leq \rho_{400} \leq 111.65 \text{ Ом*м}$, то допустимые колебания величины прочности блоков после автоклавной обработки $2.14 \leq S \leq 4.01 \text{ МПа}$; при этом, результат $S > 4.01 \text{ МПа}$ указывает на возможность экономии цемента, а при $S < 2.14 \text{ МПа}$ материал следует браковать,
- Аналогично, для газобетона D500: диапазоны изменения параметров, соответственно, равны $47.29 \leq \rho_{400} \leq 87.50 \text{ Ом*м}$ и $3.23 \leq S \leq 5.46 \text{ МПа}$.

Применение разработанной методики на коломенском заводе “Элгад ЗСИ” позволило в значительной степени отказаться от трудоемкого определения прочности блоков стандартным методом (отбор блоков, выпиливание и подготовка образцов-кубов, разрушение образцов на прессе). Кроме того, появилась возможность оперативной корректировки состава смеси, а также изменения условий формования и раннего твердения газобетонного сырца в камере.

Выводы

- Кондуктометрический метод (измерение удельного электрического сопротивления) впервые применен на заводе «Элгад-ЗСИ» (г. Коломна) для технологического мониторинга твердения и упрочнения газобетонных изделий.
- Новые принципы технологического контроля позволяют оперативно оценивать эффективность применяемой рецептуры и технологических режимов производства газобетонных блоков и, в случае необходимости, осуществлять их коррекцию.
- Разработан и используется экспресс-метод :
 - Определения состояния газобетонного сырца, позволяющего осуществлять бездефектную резку массива струнами,
 - Прогнозирования отпускной (послеавтоклавной) прочности газобетонных блоков через 2 -3 часа после заливки смеси в форму.
- Применение разработанного метода технологического мониторинга позволило оптимизировать расход сырьевых материалов, сократить трудозатраты на проведение стандартных испытаний, уменьшить количество брака, а также сократить время оформления паспортов качества и отгрузки готовой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Штакельберг Д.И., Вильге Б.И., Бойко С.В. Мониторинг твердения и упрочнения цементных композиций. Строительные материалы, 2008, № 3, сс. 30-33.
2. Штакельберг Д.И., Вильге Б.И., Бойко С.В., Гольдман Ф.А. Физическая сущность линейных корреляций прочность – электрическое сопротивление при контроле упрочнения цементно-бетонных композиций. Строительные материалы, 2010, № 3, сс. 118-122.
3. Lianzhen Xiao, Xiaosheng Wei. Early age compressive strength of pastes by electrical resistivity method and maturity method. Jour. Wuhan University of Technology – Material Science Edition. 2011, Vol. 26, №5, pp. 983-989.

4. Stackelberg D.I., Wilge B.I., Boiko S.V. New principles of monitoring hardening and strengthening of shotcrete. Journal of the Chinese Ceramic Society, 2014, 42(5), pp. 568-573.
5. Штакельберг Д.И., Сычев М.М. Самоорганизация в дисперсных системах. Рига, "Зинатне", 1990. -175 с.
6. Штакельберг Д.И., Вильге Б.И., Бойко С.В. Способ и система для анализа химически активного материала. Патент Российской Федерации № 2535239. 09 октября 2014.
7. Shtakelberg D.I., Wilge B.I., Boiko S.V. Methods and system for analyzing a chemically-active material. US Patent No. 8,610,444 on 17 December 2013.
8. Боровиков В.П. Statistica -Статистический анализ и обработка данных в среде Windows, Изд-во *Филинь*, СПб, 1997.

РАЗДЕЛ 3. «ПРИМЕНЕНИЕ АГБ»

КРУПНОБЛОЧНЫЕ ИЗДЕЛИЯ ИЗ ГАЗОБЕТОНА

*В.П. ВЫЛЕГЖАНИН, канд. техн. наук, В.А. ПИНСКЕР, канд. техн. наук,
Центр ячеистых бетонов*

По итогам 2013 года в малоэтажном и многоэтажном строительстве основным заказчиком остается государство. Политика правительства нашей страны направлена на решение основных задач в жилищном строительстве:

- снижение себестоимости;
- повышение производительности труда;
- улучшение качества возводимого жилья;
- повышение энергоэффективности домов.

Одним из направлений для решения этих задач является расширение использования крупнопанельной (крупноблочной) технологии. Она считается индустриальной и экономически эффективной для массового строительства, особенно социального жилья. Применение данной технологии способствует повышению качества построенного жилья, и при этом обеспечивается достаточная комфортность проживания в нем.

За последние 10 лет в России построено более 50 заводов по изготовлению изделий из автоклавного газобетона с использованием современных технологий. Эти заводы выпускают, в основном, мелкие стеновые блоки. Анализ показывает, что избыток газобетонных блоков на рынке в ближайшие годы будет нарастать. Чтобы быть конкурентоспособным в производстве газобетона, а также учитывая политику государства в строительстве, необходимо при строительстве новых заводов устанавливать оборудование и применять технологию, позволяющие изготавливать более крупные изделия, в т.ч. армированные.

Из автоклавного газобетона можно изготавливать следующие изделия:

- неармированные крупные стеновые блоки;
- армированные крупные стеновые блоки;
- стеновые панели;
- стеновые панели составные, собираемые из стеновых панелей шириной 600 мм;
- объемные блоки;
- панели перегородок;
- междуэтажные плиты перекрытий;
- плиты покрытий;
- плиты теплоизоляционные;
- перемычки;
- акустические плиты;
- декоративные плиты.

Крупные стеновые блоки

К неармированным (по ГОСТ 31360) относят изделия с максимальными размерами длиной до 1500 мм, шириной до 1000 мм, толщиной до 600 мм. Они предназначены для непосредственного монтажа крупноблочных и крупнопанельных зданий или для укрупнительной сборки в панели.

Крупные блоки (рис. 1) применяются для возведения наружных и внутренних стен всех типов: навесных, самонесущих и несущих. Блоки наружных стен рекомендуется отделывать поверхностным слоем на заводе и доставлять на строительную площадку в готовом виде.

На рис. 2 и 3 приведен пример монтажа стен малоэтажного дома из крупных газобетонных блоков.



Рис. 1. Использование крупных блоков

Армированные крупные блоки и стеновые панели

Армированные крупные блоки и стеновые панели изготавливаются по ГОСТ 11118.

Крупный армированный блок – это элемент площадью менее $1,8 \text{ м}^2$, армированный конструктивной и рабочей арматурой, рассчитанный на восприятие технологических, транспортных, монтажных и эксплуатационных нагрузок. Стеновая панель может быть цельная и составная.

Цельная наружная стеновая панель – это изделие заводского изготовления площадью не менее $1,8 \text{ м}^2$.

Стеновая панель составная – это панель, собранная из исходных стеновых панелей (в т.ч. крупных блоков) на клею, растворе, путем сваривания стальных закладных изделий или с помощью тяжей.



Рис. 2. Монтаж крупных блоков

Более предпочтительными являются составные панели, так как они более трещиностойки и требуют меньшего расхода, а также для их производства может быть применена резательная технология и оборудование, используемое существующими производствами (автоклавы, формы).

Марка по плотности применяемого газобетона лежит в пределах от D400 до D800, класс по прочности на сжатие от B1,5 до B7,5. Панели могут быть навесными, самонесущими и несущими. Для наружных продольных стен следует принимать навесные стеновые панели, позволяющие использовать наиболее легкий и эффективный газобетон марки D400. Наружные стены однорядной разрезки поставляются полностью отделанными со вставленной столяркой и остеклением. Наружная отделка должна обеспечить выразительный архитектурный облик фасада и его долговечность.



Рис. 3. Строительство дома с использованием крупных блоков и армированных конструкций из автоклавного газобетона

Построенные за последние 10 лет заводы по производству автоклавного газобетона используют в основном технологии шведских и оборудование немецких фирм. Во всех этих производствах формовочный массив имеет размеры длина 6000 мм, ширина 1200 мм, высота 600 мм. При вертикальной разрезке такого массива можно получить стеновые армированные или неармированные крупные стеновые блоки длиной до 6000 мм высотой до 600 мм и любой выбранной проектной толщины.

Из стеновых исходных элементов высотой 600 мм собираются стеновые составные панели. В качестве соединительного элемента используются металлические тяжи, проходящие через монтажные отверстия.

Из панелей высотой 600 мм, как вариант, собираются стены зданий (рис. 4), которые

крепятся к колоннам с помощью соединительных элементов.

Строительство из газобетонных крупных элементов позволяет отказаться от низкоквалифицированной рабочей силы, тем более что ощущается острый дефицит каменщиков, требуемых для укладки мелких блоков и облицовки их кирпичом. Монтаж крупных блоков производится монтажниками с помощью легких клещевых захватов и мобильных автострел. Один монтажник заменяет десяток каменщиков с высокой зарплатой.

При строительстве домов из укрупненных газобетонных изделий трудоемкость возведения домов снижается на 1 м² общей площади с 20-30 чел. часов до 11-12 (под ключ), т.е. практически вдвое, а сокращение сроков строительства дает дополнительную экономию и не только в накладных расходах.



Рис. 4. Здание офиса со стенами из газобетонных панелей

УТЕПЛИТЕЛЬ ИЗ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА ПЛОТНОСТЬЮ D150 И ТРЕХСЛОЙНЫЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ БЛОК

О.В. СИРОТИН, ТОВ «АЕРОК»

Снижение эксплуатационных расходов на обогрев своего дома – главный тренд строительства индивидуального и многоквартирного жилья в Украине, который наметился в последние несколько лет. На первый план при выборе Заказчиком ограждающих конструкций стали выходить энергоэффективные строительные материалы и технологии, обеспечивающие минимальные потери тепла на протяжении всего срока эксплуатации здания.

Одним из лидеров стеновых материалов, сочетающим в себе высокие конструкционные и теплоизоляционные свойства, стал автоклавный газобетон. На сегодняшний день в Украине в достаточном количестве производятся современные стеновые блоки плотностью D400 и D500.

Объем производства и продаж стеновых блоков из автоклавного газобетона за 2014 г. составил примерно 3 млн. м³ продукции. В I полугодии 2015 г. выпущено и реализовано примерно 1,3 млн. куб. м (экспертная оценка) автоклавного газобетона. При этом доля продаж газобетона с маркой средней плотности D300 по Украине за 2014 г. составила около 2%, плотности D400 – 55%, плотности D500 – 37%, D600 – 6%.

Но реалии жизни, вызванные, с одной стороны, ограниченными финансовыми возможностями потенциальных застройщиков, с другой стороны, все время повышающимися ценами на энергоносители, заставляют украинских производителей автоклавного газобетона находить для своих клиентов более рациональные решения для строительства недорогих энергоэффективных наружных стен.

Не секрет, что теплопроводность материала напрямую зависит от его плотности. Чем ниже плотность, тем выше теплоизоляционные свойства материала.

В связи с этим, украинским потребителям был предложен ряд инновационных энергосберегающих изделий из ячеистого бетона автоклавного твердения низкой плотности.

Это блоки из теплоизоляционного ячеистого бетона автоклавного твердения плотностью 150 кг/м³ и трехслойные стеновые блоки, полученные путем склеивания несущих и защитных частей из бетона плотностью D300 и D500 соответственно с теплоизоляционным вкладышем из бетона плотностью D150.

Объем производства теплоизоляции D150 ограничен технологическими возможностями производства (долгое время созревания массива) по выпуску основной номенклатуры изделий. По факту предприятие может выпускать не более 1 тыс. куб. м в месяц. Объем продаж теплоизоляции D150 за 2014 г. составил 4300 куб. м, за I полугодие 2015 г. продано 2000 куб. м продукции. Это примерно 0,15% от объемов продаж всего автоклавного газобетона в Украине.

Нужно отметить, что согласно действующим стандартам Украины, регулирующим производство автоклавного газобетона, марка по средней плотности D150 не включена в перечень, как теплоизоляционного ячеистого бетона, так и в перечень изделий из теплоизоляционного ячеистого бетона.

Так, согласно ДСТУ Б.В.2.7-45:2010 «Бетоны ячеистые. Общие технические условия» с изменениями №1 минимальная плотность теплоизоляционного ячеистого бетона ограничена маркой D200 (табл. 1).

Таблица 1

Физико-механические показатели бетона за видами и условиями твердения

Виды бетонов	Марка средней плотности	Автоклавный		Неавтоклавный	
		класс прочности на сжатие	марка морозостойкости	класс прочности на сжатие	марка морозостойкости
Теплоизоляционный	D200; D250; D300; D350	B 0,35; B 0,5; B 0,75; B 1,0	не нормируется	B 0,35; B 0,5; B 0,75	не нормируется
Конструкционно-теплоизоляционный	D300; D350; D400; D500	B 1,5; B 2,0; B 2,5; B 3,5	F15; F25; F35	B 1,5; B 2,0	F15; F25; F35; F50; F75
	D600; D700	B 2,0; B 2,5; B 3,5; B 5,0; B 7,5	F15; F25; F35; F50; F75	B 1,5; B 2,0; B 2,5	
	D800; D900	B 3,5; B 5,0; B 7,5; B 10	F25; F35; F50; F75	B 2,0; B 2,5; B 3,5; B 5,0	
Конструкционный	D 1000; D 1100	B 7,5; B 10; B 12,5; B 15	F25; F35; F50; F75	B 5,0; B 7,5; B 10; B 12,5	F15; F25; F35; F50

Согласно ДСТУ Б.В.2.7-164:2008 «Изделия из ячеистых бетонов теплоизоляционные. Технические условия» нижняя марка средней плотности изделий вообще ограничена плотностью D300.

В настоящее время вносятся соответствующие изменения в данные документы. 1-я редакция проекта изменений №2 к ДСТУ Б.В.2.7-45:2010 и изменений №1 к ДСТУ Б.В.2.7-164:2008 проходят экспертизу Минрегионстроя.

Для легализации производства данного вида продукции предприятие ООО «Аэрок» разработало и согласовало с Минрегионстроем Украины ТУ У В.2.7-26.6-3480150-002:2015 «Изделия теплоизоляционные из ячеистого бетона автоклавного твердения «Аэрок».

Область применения материала согласно ТУ – устройство тепловой изоляции наружных стен гражданских и промышленных зданий.

Характеристики блоков плотностью D150 представлены в таблице 2.

Таблица 2

Основные характеристики блоков плотностью D150

Толщина, мм	Высота, мм	Длина, мм	Плотность в сухом состоянии, кг/м ³	Марка по средней плотности, кг/м ³	Класс прочности на сжатие, не ниже	Прочность на сжатие, МПа, не ниже	Теплопроводность бетона в сухом состоянии, Вт/(м·°C), не более
100	200	600	от 130 до 180	150	В 0,35	0,38	0,05
150	200	600					
200	200	600					

Что касается нормативной строительной базы по применению теплоизоляции из ячеистого бетона плотностью D150, то на сегодняшний день она тоже отсутствует.

Так ДБН В.2.6-31:2006 «Тепловая изоляция зданий» ограничены применением теплоизоляционных ячеистых бетонов минимальной маркой средней плотности D200. ДБН В.2.6-162:2010 «Каменные и армокаменные конструкции. Основные положения», который учитывает основные положения EN 1996-1-1 Еврокод 6 в части общих правил проектирования армированных и неармированных конструкций, также не распространяется на теплоизоляционные ячеистые бетоны классом прочности на сжатие В 0,35 (минимальная нормативная прочность камня должна быть 1,5 МПа).

Область применения ДСТУ Б В.2.6-195:2013 «Конструкции стен из блоков ячеистого бетона автоклавного твердения. Общие технические условия» распространяется только на конструкции стен из автоклавного газобетона маркой средней плотности не ниже D300 и классом прочности не ниже В1,5.

Разработанное при непосредственном участии ассоциации «Пособие по проектированию малоэтажных зданий из автоклавного газобетона», рассчитанное на проектирование индивидуальных (односемейных) домов, блокированных домов высотой до 3-х этажей, секционных домов высотой до 4-х этажей (с возможностью дополнительной мансарды) также ограничено применением минимальной плотности ячеистого бетона D300 с классом прочности не ниже В1,5.

Единственное упоминание о возможности применения в строительстве теплоизоляционных блоков плотностью D150 удалось сделать в проекте ДСТУ-Н Б В.2.6-XXX:201X «Руководство по проектированию и устройству конструкций зданий с применением изделий из ячеистого бетона автоклавного твердения», который во 2-ой редакции в настоящее время проходит процедуру согласования в Минрегионстрое.

Возвращаясь к теплоизоляционным плитам из ячеистого бетона плотностью D150 (коммерческое название AEROC ENERGY) можно уверенно сказать, что на сегодняшний день это инновационный продукт не только для Украины, но и для многих стран ЕС, России, РБ и т.д.

Теплоизоляционные плиты, по комплексу свойств — не имеющий аналогов универсальный теплоизоляционный материал. Он обладает присущими только ему уникальными теплофизическими и эксплуатационными свойствами. Плиты являются

абсолютно негорючими (в отличие от пенополистирола), обладают твердой, ровной прочной поверхностью со стабильными размерами и характеризуются простотой монтажа.

Широчайший температурный диапазон применения, высокие показатели паропроницаемости, негорючесть, стабильность размеров (не дает усадки), стойкость к агрессивным средам, в т. ч. кислотам, ультрафиолетовым лучам, хорошие прочностные показатели - все это подтверждает целесообразность использования данной теплоизоляции в строительстве.

Уникальная совокупность свойств теплоизоляционных изделий позволяет применять этот материал достаточно широко.

Область применения - изделия рекомендуются для внешней и внутренней тепловой защиты фасадов существующих зданий (как из газобетона, так и других стеновых материалов); как теплоизолирующий элемент при новом строительстве; при реконструкции исторических объектов; при адаптации промышленных строений в жилые; для устройства тепловую изоляции пола под стяжку, крыш и мансард.

Технология монтажа при утеплении наружных стен: не отличается от технологии утепления соответствующих узлов пенополистирольными либо минераловатными плитами, что не приводит к удорожанию стоимости работ. Плиты приклеиваются к утепляемой стене и в последствие фиксируются тарельчатыми дюбелями. Обязательная рекомендация – перед применением просушить плиты в течение 30 дней в весенне-летний период для удаления основного объема первоначальной влаги. После инсталляции утеплитель прогрунтовать и отделать паропроницаемыми штукатурно-окрасочными системами.

Двухслойные стены на основе конструкционно-теплоизоляционных блоков плотностью D300-500 в сочетании с утеплением нового поколения плотностью D150 позволяют добиваться показателей энергопассивности наружных стен. При этом стена получается однородной по природе материала (рис. 1).

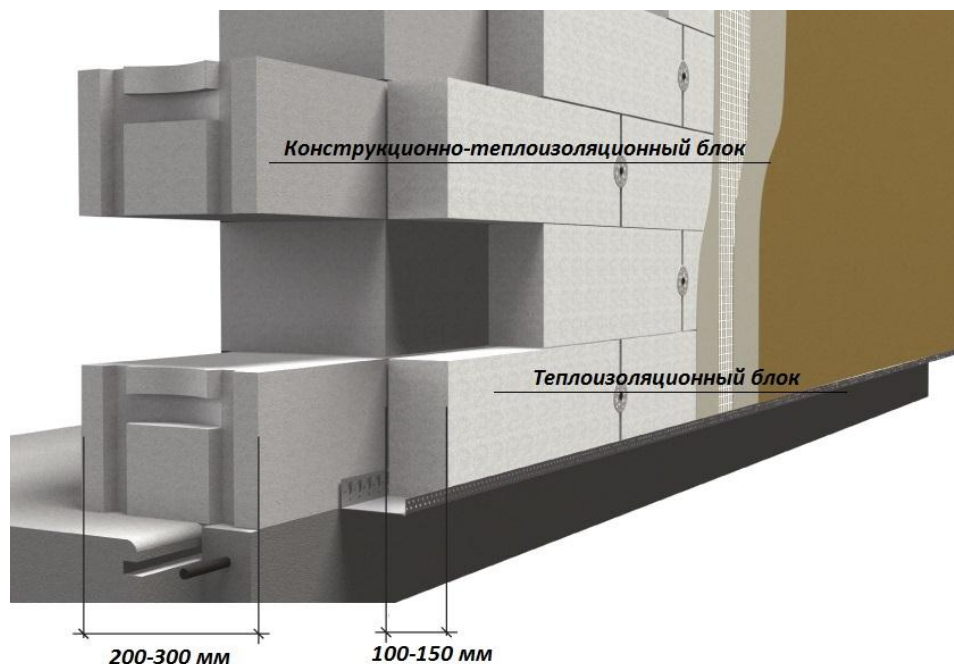


Рис. 1. Двухслойная стена из газобетона D300-D500 в сочетании с теплоизоляционными плитами D150

Технология монтажа при утеплении скатной кровли (рис.2): до начала проведения работ по утеплению кровли теплоизоляционные плиты AEROC ENERGY необходимо обязательно тщательно просушить, чтобы удалился основной объем отпускной влаги материала. Теплоизоляционные плиты уложить на поперечную обрешетку впритык друг к другу и стропильным ногам. При необходимости образовавшиеся зазоры заполнить

пенополиуретановым клеем. Толщина утеплителя согласно проектных данных (можно использовать как однослойную, так и двухслойную схему утепления). Утеплитель защитить пароизоляцией снизу и диффузионной гидроизоляционной мембраной сверху.

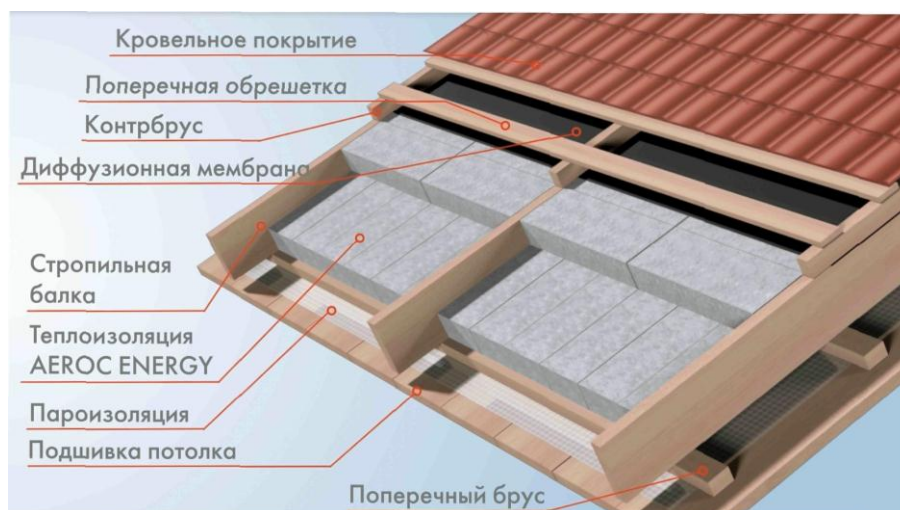


Рис. 2. Утепление скатной кровли

Технология монтажа при утеплении плоской кровли:

- неэксплуатируемая плоская кровля (рис.3): до начала проведения работ по утеплению кровли теплоизоляционные плиты AEROC ENERGY необходимо обязательно тщательно просушить, чтобы удалился основной объем отпускной влаги материала. На подготовленном основании сделать уклонообразующий слой (1-4%), например из ячеистобетонного щебня или керамзитового гравия. Плиты AEROC ENERGY уложить на пароизоляционный слой (полипропиленовую или полиэтиленовую пленку или наплавляемый материал, например полимербитум или битум). Толщина утеплителя согласно проектных данных (можно использовать как однослойную, так и двухслойную схему утепления). Сверху уложить гидроизоляционный ковер.

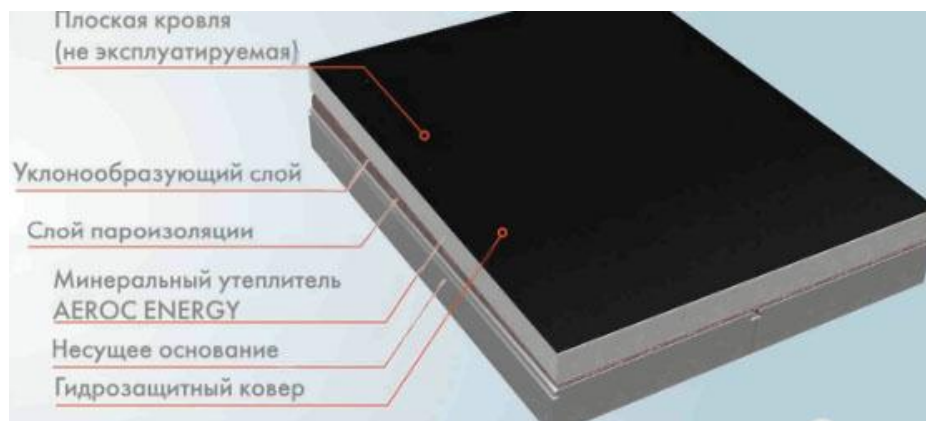


Рис. 3. Утепление неэксплуатируемой плоской кровли

- эксплуатируемая плоская кровля (рис.4): до начала проведения работ по утеплению кровли теплоизоляционные плиты AEROC ENERGY необходимо обязательно тщательно просушить, чтобы удалился основной объем отпускной влаги материала. Уложить теплоизоляционные плиты D150 на пароизоляционный слой. Толщина утеплителя согласно проектных данных (можно использовать как однослойную, так и двухслойную схему утепления). Поверх утеплителя делается бетонная стяжка с небольшим уклоном (1-4%) для отвода осадков. Перед нанесением гидроизоляционного слоя бетонная стяжка должна хорошо высохнуть. Сверху бетонной стяжки уложить гидроизоляционный ковер.

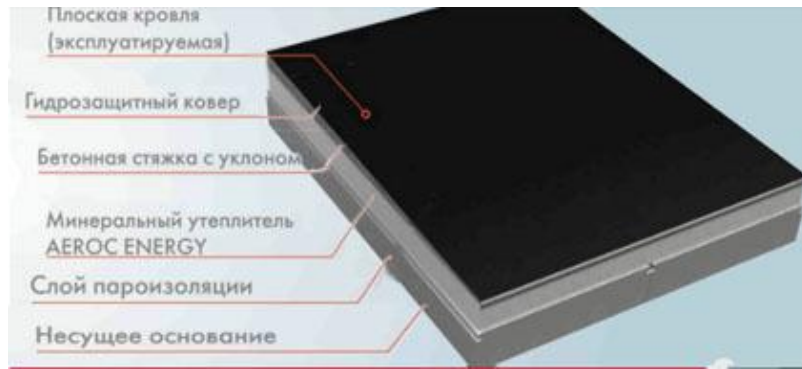


Рис. 4. Утепление эксплуатируемой плоской кровли

Технология утепления полов блоками из ячеистого бетона плотностью D150 аналогична технологии утепления эксплуатируемой плоской кровли за исключением создания уклона стяжки. Вместо гидроизоляционного ковра устанавливается финишное покрытие пола (рис. 5).

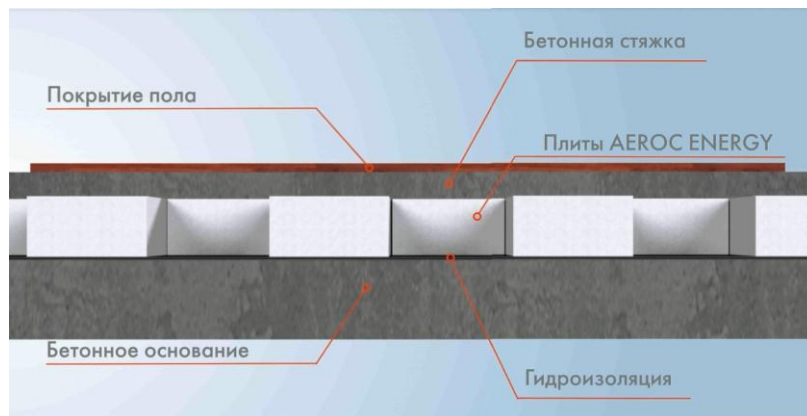


Рис. 5. Утепление полов плитами D150

При использовании теплоизоляционных блоков плотностью D150 реально получить теплотехнические показатели стен, существенно превышающие новые строительные нормы Украины и приближающиеся к стандартам энергопассивного дома, а также:

- эффективную экономию на расход электроэнергии или газа (при газовом отоплении)
- эстетичный внешний вид фасада
- защиту здания от воздействия атмосферных осадков и перепадов температур
- долгий срок эксплуатации здания без ремонта
- предотвращение усадки здания за счет небольших колебаний температур в конструкции.

Одним из вариантов применения плотности D150 является утеплительный слой в 3-х слойном энергоэффективном блоке AEROC ENERGY PLUS (рис.6).

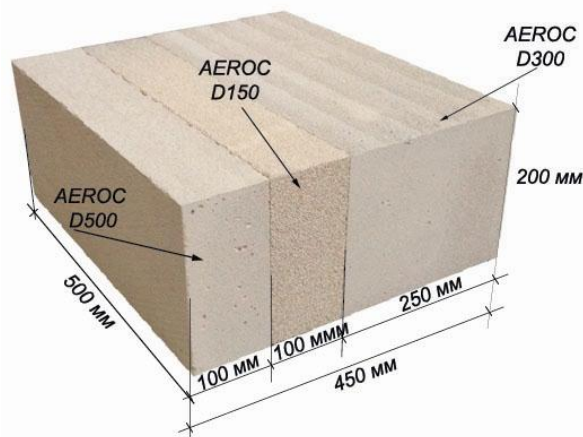


Рис. 6. Блоки AEROC ENERGY PLUS (внешний вид)

Инновационный стеновой блок с высокими энергосберегающими свойствами для строительства наружных несущих стен в малоэтажном (до 2-х этажей) и многоэтажном каркасном строительстве (без ограничения этажности).

Изначально выпуск данной продукции задумывался как переработка некондиционных блоков шириной 250 и 100 мм плотностью D500 в кондиционный товар с повышенными потребительскими свойствами, в частности теплотехническими характеристиками. Была выпущена пробная партия, проведены испытания на прочность клеевого соединения слоев блока. Однако простой расчет показал, что сопротивление теплопередачи такой стены будет равно сопротивлению теплопередачи стены из газобетона плотностью D400 аналогичной толщины. Т.к. компания уже производит блок D400 шириной 500 мм, то данный продукт не нашел бы свою потребительскую нишу и само название AEROC ENERGY PLUS было бы не оправдано. Поэтому несущую часть блока в настоящее время делают из более «теплого» газобетона плотностью D300.

Основные характеристики изделия:

- размеры блока 450x200x500 мм;
- геометрия блока ± 1 мм;
- комбинированная плотность изделия D300, D500 и D150;
- класс прочности на сжатие не ниже B2,0 (опорный несущий слой);
- морозостойкость не менее F100 циклов (защитный наружный слой);
- сопротивление теплопередачи $R=5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

Блок AEROC ENERGY PLUS состоит из трех слоев, надежно склеенных между собой полиуретановым клеем:

- опорный конструкционный слой толщиной 250 мм, изготовленный из газобетона плотностью 300 кг/м³ и классом прочности на сжатие не менее B2,0;
- внутренний теплоизоляционный слой толщиной 100 мм, изготовленный из газобетона плотностью 150 кг/м³ и классом прочности на сжатие не менее B0,35;
- защитный наружный конструкционный слой толщиной 100 мм, изготовленный из газобетона плотностью 500 кг/м³ и классом прочности на сжатие не менее B2,5.

Данный продукт производится в соответствии с внутризаводскими техническими документами (регламентируется процесс склеивания частей блока), а составные части блока - на основании действующих ТУ и ДСТУ.

Технология кладки блоков AEROC ENERGY PLUS не отличается от традиционной кладки блоков TM AEROC. Кладка ведется с применением клеевого состава AEROC перевязкой блоков не менее 10 см. Толщина кладочного шва составляет 2-3 мм. Блоки монтируются в проектное положение, при котором опорный слой толщиной 250 мм обращен внутрь здания.

Для обеспечения замкнутого теплового контура и нормальной перевязки блоков больше 10 см, кладку блоков AEROC ENERGY PLUS в углах здания рекомендуется делать по указанной на рисунке схеме (рис.7).

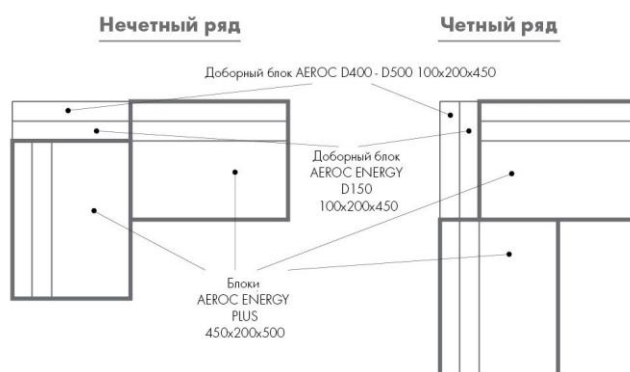


Рис. 7. Схема кладки 3-х слойных блоков в углах дома

Основные варианты наружной отделки стен – оштукатуривание паропроницаемыми сухими смесями или навесной вентилируемый фасад (рис.8). Последний вариант наружной отделки наиболее оправдан, т.к. навесная система монтируется в плотную наружную часть блока в отличие от альтернативных вариантов энергосберегающих стен из газобетона низкой плотности D300. Облицовка кирпичом данной стены не слишком оправдана, т.к. предполагает уширение и без того достаточно массивного фундамента под стену шириной 450 мм.

Преимущества использования блоков AEROC ENERGY PLUS:

- высокие теплоизоляционные свойства продукта позволяют существенно экономить энергоносители при обогреве здания
- высокие прочностные характеристики наружных слоев блока обеспечивают гарантированную прочность наружных стен зданий до 2-х этажей включительно
- не требуют дополнительную теплоизоляцию
- внутренняя теплоизоляция надежно защищена наружными слоями блока от случайных внешних механических воздействий, негативных атмосферных влияний и т.д.
- высокая морозостойкость защитного слоя обеспечивает гарантированную долговечность фасада здания
- продукт полностью изготовлен из природных компонентов, обеспечивающих высокую экологичность проживания
- однородный по составу блок обеспечивает одинаковые физико-механические характеристики стены, что повышает надежность конструкции в целом.

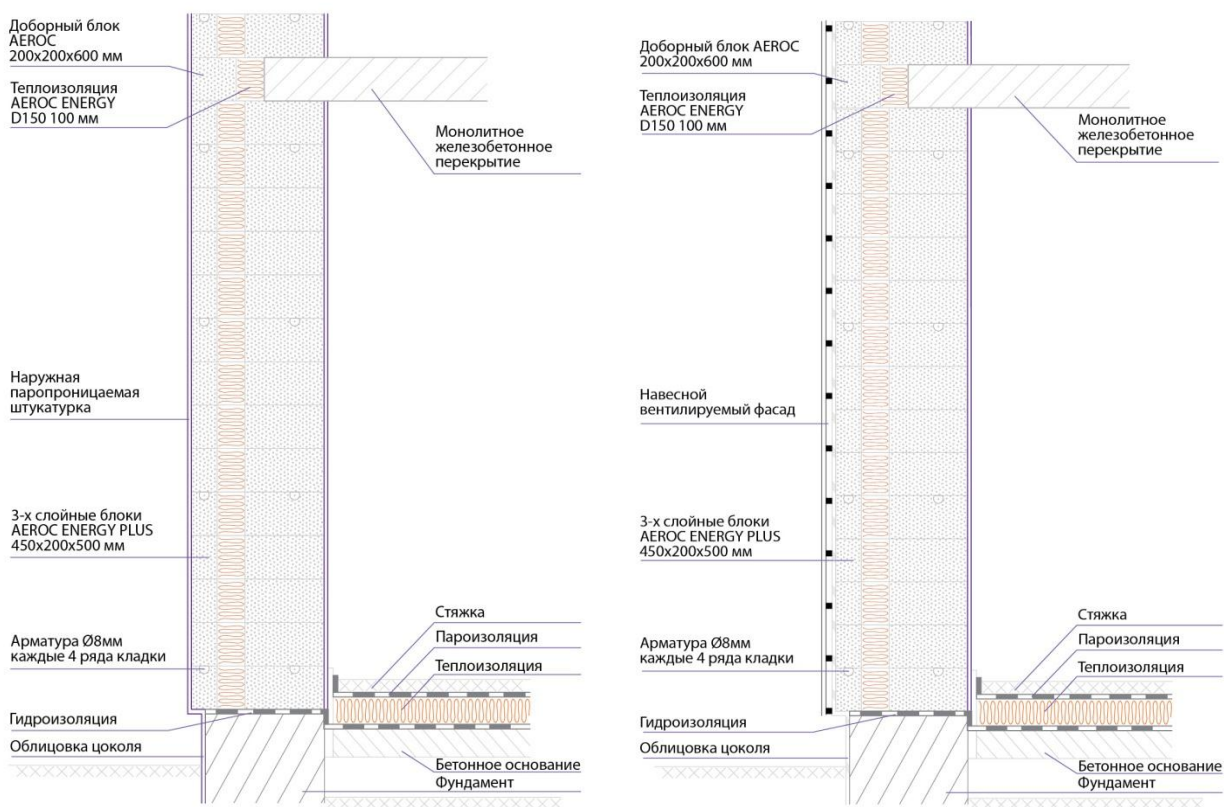


Рис. 8. Наружная отделка стен из 3-х слойных энергоэффективных блоков

Подводя итоги, можно сказать следующее. Не смотря на небольшие объемы производства теплоизоляции плотностью D150 и 3-х слойных энергоэффективных блоков из ячеистого бетона, появление их на строительном рынке существенно расширяет область применения автоклавного газобетона в целом. Позволяет решать задачи энергоэффективного утепления домов в комплексе (стены, полы, кровля и т.д.), создает альтернативные варианты имеющимся на сегодняшний день техническим решениям ограждающих конструкций, как из автоклавного газобетона, так и из других стеновых и теплоизоляционных материалов.

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ТРЕХЭТАЖНЫХ ГАЗОБЕТОННЫХ ЗДАНИЙ ПРИ СЕЙСМИЧНОСТИ ДО 9 БАЛЛОВ

А.В. ЛЯМЗИН, ООО «Байкальский газобетон»

Описан ход испытаний, проведенных для обоснования технических решений, положенных в основу «Альбома технических решений по проектированию и возведению зданий в районах строительства сейсмичностью 7, 8, 9 баллов, этажностью до 3-х этажей включительно, с несущими стенами из автоклавного газобетона D600 B3,5», разработанного ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко по заказу ООО «Байкальский газобетон» и основные принятые решения

1. Испытания

1.1. Постановка задачи

В январе 2015 года Компания Байкальский газобетон, совместно с ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко провела серию испытаний здания с несущими стенами из автоклавного газобетона. Испытание подготавливалось и проводилось специалистами Лаборатории сейсмостойкости сооружений и инновационных методов сейсмозащиты ЦНИИСК им. Кучеренко ОАО «НИЦ «Строительство» по заказу ООО «Байкальский газобетон». Основной задачей исследования было проведение динамических испытаний фрагмента здания с применением конструктивного решения несущих стен из газобетонных блоков стеновых неармированных автоклавного твердения (B3,5 D600), возведенного на сейсмоплатформе на базе вибромашины инерциального действия ВИД-50. Объектом исследования является предложенное Заказчиком конструктивное решение стен из газобетонных блоков, предназначенное для применения при возведении жилых, общественных зданий этажностью до 3-х этажей (включительно) в сейсмически опасных районах.

Исследовалась конструктивная система зданий, состоящая из стен, выполненных из газобетонных блоков B3,5 D600, поставленных ООО «Байкальский газобетон», с железобетонными включениями в виде горизонтальных и вертикальных поясов. Железобетонные включения жестко связаны со стенами здания и участвуют в восприятии сейсмической нагрузки.

Проведение экспериментальных исследований обусловлено необходимостью оценить сейсмостойкость указанного выше конструктивного решения стен. Основной целью натурных испытаний явилась оценка предельных параметров деформаций, соответствующих условию обеспечения безопасности и сейсмостойкости, а также, в случае необходимости, разработка рекомендаций по усилению стен для применения в сейсмических районах.

Для достижения поставленной цели в работе решались следующие задачи:

- исследовать и оценить совместную работу кладки из газобетонных блоков и железобетонных включений при динамических нагрузках, эквивалентных сейсмическим нагрузкам для районов строительства с сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов;
- оценить уровень повреждений стен, соответствующий наступлению предельных состояний кладки исходя из необходимости ремонта, возможности выполнения ограждающих функций, обеспечения необходимой несущей способности конструкции здания и безопасности, находящихся в нем людей;
- оценить значения предельных параметров деформаций (перекосов, сдвигов) фрагмента здания, соответствующие наступлению предельного состояния кладки стен характеризуемого возможностью их обрушения, создающего угрозу безопасности людей или сохранности ценного оборудования.

При составлении программы испытаний конструктивного решения использована проектная документация, разработанная ООО «Сибирский институт проектирования и исследований» г. Иркутск и согласованная ООО «Байкальский газобетон». Разработана методика перехода от данных, полученных при испытаниях фрагмента здания с помощью сейсмоплатформы, к определению возможности применения разработанного конструктивного решения при реальном строительстве.

1.2. Монтаж фрагмента здания на сеймоплатформе

Экспериментальные работы проводились на фрагменте здания (Рис. 1), состоящем из четырех стен, из которых две взаимно противоположные стены сплошные, и две с проемами.

Размер фрагмента в плане 6200 x 3800 мм. Фактическая высота от верха основания сеймоплатформы до верха покрытия фрагмента составила 4150 мм.

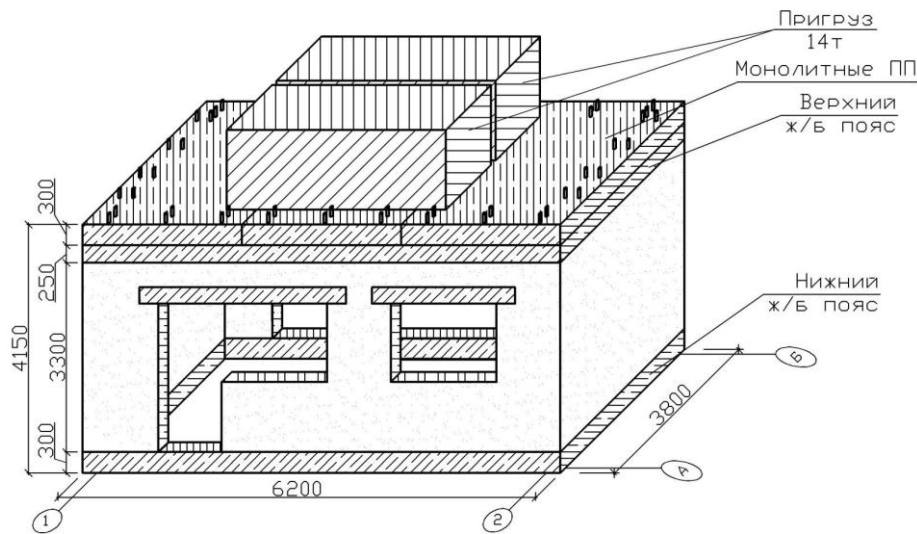


Рис. 1. Схема экспериментального фрагмента здания

В основании конструкции лежал пояс из монолитного железобетона класса В 15 высотой 300 мм, закрепленный к раме сеймоплатформы с помощью анкерных соединений. По нижнему железобетонному поясу возводились стены толщиной 400 мм, выполненные кладкой в два ряда из газобетонных блоков (бетон класса В3,5 плотностью D600) размерами 625x250x300 и 625x250x100 на клею для газобетонных блоков «Krasland» производства ЗАО «Стройкомплекс». По верху кладки выполнен верхний пояс из монолитного железобетона В 15 высотой 250 мм. Стены фрагмента усилены по всей высоте железобетонными включениями В 15 сечением 250 x 120 мм, имеющими заделку в нижний и верхний пояса. Кладка стен связана с железобетонными включениями выпусками арматурных стержней, представляющих собой проектное горизонтальное армирование в виде трех стержней арматуры Ø8 А400, уложенных по осям А и Б во 2, 4, 6 и последующих четных рядах кладки и трех стержней арматуры Ø8 А400, уложенных по осям 1 и 2 в 1, 3, 5 и последующих нечетных рядах кладки. При этом в нечетных рядах по осям 1 и 2, и в четных рядах кладки по осям А и Б предусмотрена связь двух рядов кладки в виде скоб с шагом 400 мм из арматуры Ø6 мм А400.

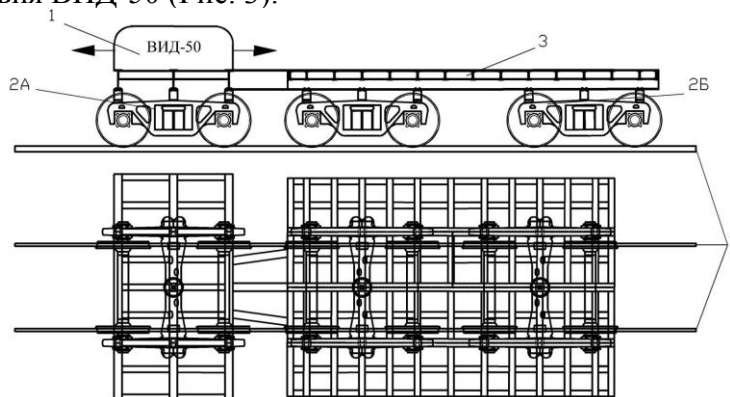
К верхнему поясу при помощи закладных деталей в виде резьбовых шпилек закреплены три сборные железобетонные плиты размерами 300x2050x3740. Плиты соединены между собой на стыке сварным соединением. К плитам при помощи закладных деталей жестко крепятся резервуары с песком, обеспечивающие пригруз массой 14 тонн.

Железобетонные включения изготавливались в несъемной опалубке (рис. 2).



Рис. 2. Изготовление железобетонных включений

Испытания проводились с применением сейсмоплатформы на базе вибромашины инерциального действия ВИД-50 (Рис. 3).



1 – вибромашина инерциального действия ВИД-50; 2 (А, Б) – платформы на рельсовом шасси; 3 – силовая рама сейсмоплатформы; 4 – рельсы.

Рис. 3. Общая схема сейсмоплатформы

В качестве источника воздействия использована вибромашина ВИД-50: инерционно-резонансная машина, предназначенная для натурных исследований инженерных сооружений. Тип машины дебалансный, блочного типа. Вибромашина состоит из двух блоков, каждый из которых развивает инерционную силу 50000 кгс.

Каждый вибратор (блок) вибромашины имеет отдельный привод. Синхронизируются блоки друг с другом механически. Инерционная сила направлена в горизонтальной плоскости. Максимальная инерционная сила двух блоков 100 тс (одного блока 50 тс). Диапазон регулирования частоты 0,5-20 Гц.

1.3. Результаты испытаний и выводы

В ходе динамических испытаний величина максимального междуэтажного смещения испытываемого фрагмента достигала 5,5 мм. По шкале MSK-64 данное смещение соответствует уровню 9-бального сейсмического воздействия. При этом ускорение верхнего пояса фрагмента достигало $6,1 \text{ м/с}^2$, максимальная сейсмическая сила, действующая в уровне верхнего пояса испытываемого фрагмента здания, достигала 255 кН. После динамического воздействия были зафиксированы незначительные повреждения, при которых сохраняется возможность выполнения стенами ограждающих функций, обеспечивается безопасность для жизни и здоровья проживающих, сохранность ценного оборудования.

По результатам выполненных испытаний сделан вывод, что примененное в экспериментальном фрагменте конструктивное решение при ведении кладки на клею для газобетонных блоков, обеспечивающем временное сопротивление осевому растяжению по неперевазанным швам не менее 120кПа, соответствует условиям сейсмостойкости, надежности, безопасности и возможно к применению в сейсмически опасных районах (до 9 баллов включительно) при возведении жилых и общественных зданий до 3-х этажей включительно.

2. Альбом технических решений

2.1. Область применения

По результатам проведенных испытаний и сделанных выводов был разработан Альбом технических решений по проектированию и возведению зданий в районах строительства сейсмичностью 7, 8, 9 баллов, этажностью до 3-х этажей включительно, с несущими стенами из АГБ (далее АТР) [1].

Разработка альбома технических решений позволила расширить область применения автоклавного газобетона при строительстве в районах с повышенной сейсмичностью. В СП 14.13330.2014. СНиП-II-7-81* «Строительство в сейсмических районах» [2] присутствует ограничение этажности зданий с несущими стенами из автоклавного газобетона: не выше 2 этажей при сейсмичности 7 и 8 баллов и 1 этажа при сейсмичности 9 баллов. Решения, принятые в Альбоме, позволяют возводить здания до трех этажей включительно на площадках с сейсмичностью 9 баллов.

Проделанная работа открывает новые возможности. Не секрет, что применение стеновых блоков из автоклавного газобетона тормозилось в числе прочих причин и отсутствием конструктивных решений, которые были бы испытаны и утверждены профильным НИИ. Теперь в распоряжении проектировщиков есть готовый инструмент, готовые конструктивные решения и узлы, выложенные в открытый доступ в формате *.dwg.

2.2. Структура и содержание альбома

Альбом разработан и оформлен в стилистике нормативной документации. Содержит титульный лист, сведения о разработчиках, Заключение ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко с подписями ответственных лиц, основные положения АТР.

Альбом состоит из:

- Общих положений;
- Общих технических требований к автоклавным ячеистым бетонам и номенклатуре изделий из них;
- Указаний по расчету конструкций из АГБ;
- Конструктивных требований по кладке;
- Указаний по проектированию;
- Требований по производству работ;
- Указаний по приемке работ.
- Узлов и деталей сопряжений конструктивных элементов зданий;
- Компакт-диска с узлами и решениями в формате DWG.

Кроме того, Альбом содержит ряд рекомендаций по отделке и утеплению кладки, монтажу навесных фасадных систем, а также рекомендаций Министерств строительства Иркутской области и Республики Бурятия о применении АТР для проектирования зданий на данных территориях.

2.3. Нестандартные конструктивные решения в АТР

В АТР применен ряд относительно новых для АГБ конструктивных решений:

1. Перенесены вертикальные железобетонные включения из угла здания для смещения точек концентрации напряжений (рис. 4);
2. Произошел отказ от горизонтального армирования стальными сетками с заменой на стальную стержневую арматуру (рис. 5);
3. Предложена схема перевязки блоков с применением скоб (рис. 6);

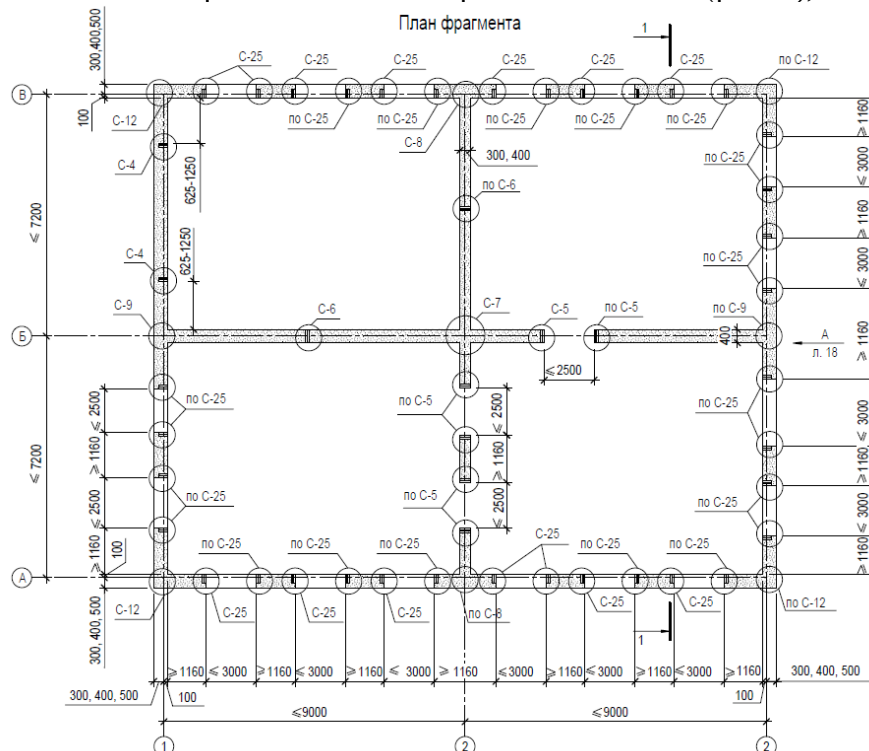
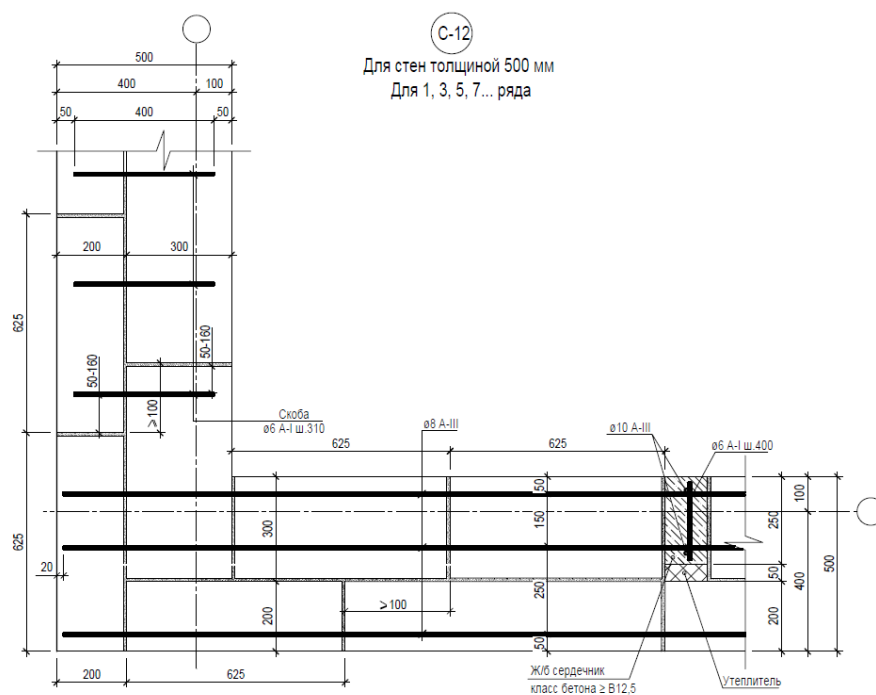
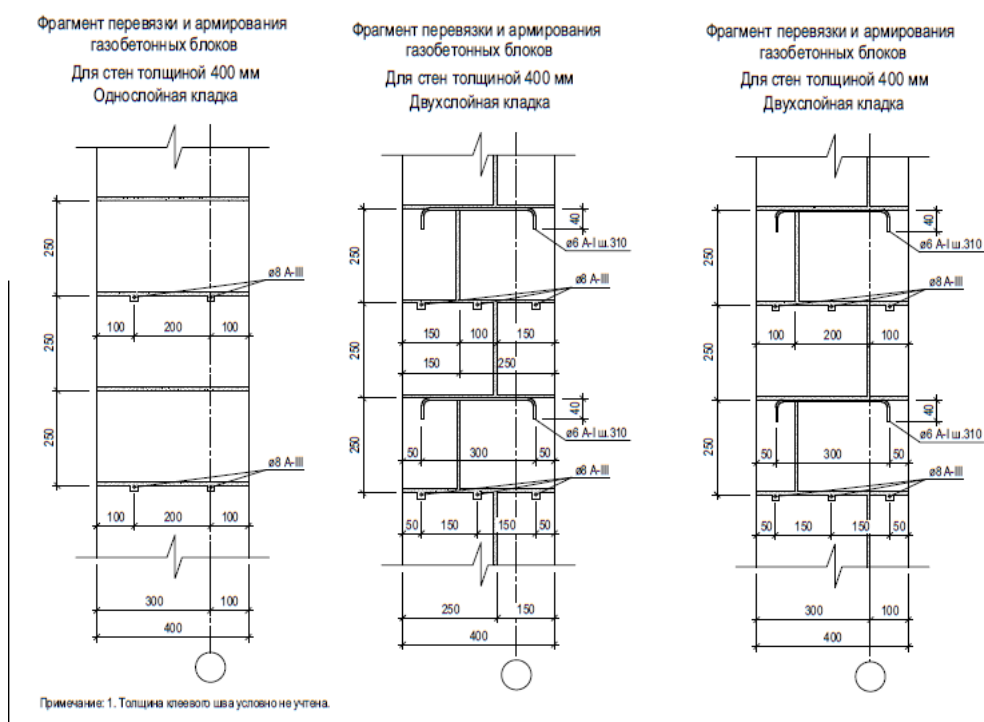


Рис. 4. План фрагмента здания и расположение железобетонных включений



Примечание: 1. Толщина клеевого шва условно не учтена.

Рис. 5. Схема горизонтального армирования



Примечание: 1. Толщина клеевого шва условно не учтена.

Рис. 6. Перевязка блоков скобами

2.4. Преимущества новой конструктивной схемы перед каркасной схемой строительства

Предложенная в АТР конструктивная схема обеспечивает ряд преимуществ перед каркасной схемой строительства и оптимизирует процесс строительства по целому ряду показателей:

1. Уменьшение трудозатрат и времени на опалубочные работы;
2. Отсутствие необходимости применения дорогостоящей инвентарной опалубки с ограниченными циклами использования.
3. Снижение металлоемкости при устройстве вертикальных железобетонных включений до 10 раз;

4. Уменьшение трудозатрат и времени на арматурные работы.
5. Снижение объема бетона при устройстве вертикальных железобетонных включений до 2,5 раз;
6. Снижение количества эффективного утеплителя для теплоизоляции вертикальных ЖБ конструкций;
7. Уменьшение трудозатрат и времени на теплоизоляцию вертикальных ЖБ конструкций;
8. Применение стержневой арматуры для горизонтального армирования кладки вместо кладочных сеток, что уменьшает теплотехническую неоднородность, сокращает трудозатраты на устройство штраб, и снижает количество клеевого раствора.
9. Сокращение транспортных расходов на доставку на объект инвентарной опалубки, утеплителя, арматуры и бетона.
10. Отсутствие элементов каркаса внутри помещения, что повышает привлекательность для конечного покупателя и увеличивает полезную площадь;
11. Увеличение шага несущих конструкций (7,2 х 9 м вместо традиционных 6 х 6 м), что расширяет возможные варианты планировки квартир;
12. Увеличивается общая скорость возведения строительных конструкций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Альбом технических решений по проектированию и возведению зданий в районах строительства сейсмичностью 7, 8, 9 баллов, этажностью до 3-х этажей включительно, с несущими стенами из блоков стеновых неармированных из ячеистого бетона автоклавного твердения В3.5 D600 (АТР БГБ 3.1-2015);
2. Научно-технический отчет на тему: «Проведение испытаний фрагмента здания с применением конструктивного решения несущих стен из газобетонных блоков на сейсмические нагрузки», ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, 2015;
3. СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81*»;
4. СП 15.13330.2010 «СНиП II-22-81* Каменные и армокаменные конструкции»;
5. ФЗ-384 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»;
6. ГОСТ 31359-2007 Бетоны ячеистые автоклавного твердения. Технические условия;
7. ГОСТ 31360-2007 Изделия стеновые неармированные из ячеистого бетона автоклавного твердения. Технические условия

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ Н+Н LIMFIX

А.В. ГЛУМОВ, ООО «Н+Н»



Рис. 1. Клей Н+Н Limfix

Возведение блоков на тонкошовные растворы толщиной 2 ± 1 мм явление относительно новое и получает все большее развитие в последние годы. До сих пор еще встречаются объекты и, самое печальное, проекты, где в качестве связующего для блоков используется строительный раствор толщиной 10 мм.

Сегодня в России большая часть заводов выпускает блоки категории I ГОСТ 31360-2007 табл. 2, с достаточно высокой геометрической точностью. Но, к сожалению, швы кладки из ячеистобетонных блоков автоклавного твердения способствуют дополнительным потерям тепловой энергии. Учитывая все эти факты, компания «Н+Н», в августе 2011 года начала проведение серии опытов и экспериментов с абсолютно новым видом клеевого состава на основе полиуретана не имевшего аналогов на строительном рынке. Данный

клеевой состав характеризуется низкими значениями теплопроводности, при этом обладает требуемой адгезией между блоками и не ухудшает другие важные показатели ограждающих стеновых конструкций. В последующем данный клей получил название Н+Н Limfix. Вид готового к работе клея показан на рис. 1. Клей в жидком состоянии в баллоне объемом 750 мл готовый к применению.

В апреле 2013 года на выставке «Интерстройэкспо» в г. Санкт-Петербург, данный продукт был представлен публике. Основные факты, повлиявшие на быстрое продвижение принципиально нового для строительного рынка продукта:

- Многочисленные демонстрации с последующей раздачей образцов для дополнительного тестирования без нашего участия на строительных площадках.
- Удобство нанесения, как на вертикальные, так и на горизонтальные поверхности блоков по схеме рис. 2. Большинство клиентов отмечают удобство работы, не требуется особых навыков по нанесению клея на блоки. Этому так же способствовала подробная инструкция, приведенная на каждом баллоне.

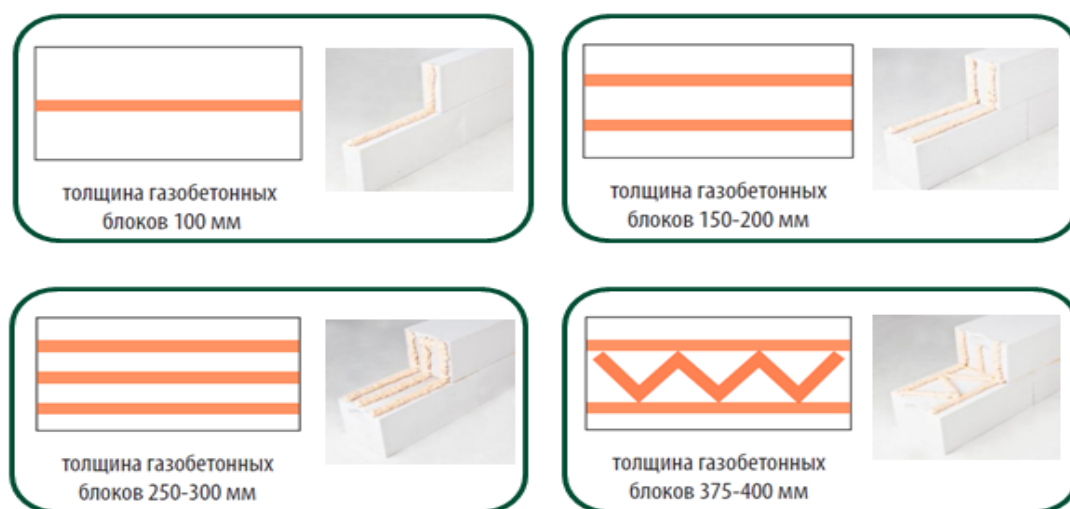


Рис. 2. Схема нанесения клея Н+Н Limfix на блоки в зависимости от их толщины

- Низкий расход. В табл. 1 ниже представлены фактические цифры, полученные в ходе эксперимента, в последующем была дана рекомендация 1 баллон на 1 м³ кладки вне зависимости от толщины блоков. Все чаще мы получаем положительные отзывы о том, что клея хватает больше чем на 1 м³ кладки.

Таблица 1

Расход клея Н+Н Limfix в зависимости от толщины блоков

Толщина блока, мм	Площадь стыкуемых поверхностей, м ²	Количество клея, (баллон)/м ³ кладки	Расход клея, (баллон)/м ²
375	6.375	1	0.16
300	5.25	0.77	0.15
200	6.175	0.67	0.11
100	6.787	0.67	0.10
Среднее по четырем экспериментальным фрагментам		0.7775	0.13

- Высокая скорость производства работ. В отличие от клеевых составов на основе цемента, Н+Н Limfix отвердевает уже через 1 час.

- Так же каменщики оценили готовность клея, не требующую смешивания отдельных ингредиентов. Нанесение клея при помощи пистолета для стандартной монтажной пены с дозатором. Излишки затвердевшего клея достаточно легко удаляются шпателем.
- Температурный диапазон применения в первых партиях был от $+5^{\circ}\text{C}$ до $+35^{\circ}\text{C}$, что значительно ограничивало во времени производство работ с учетом достаточно короткого строительного сезона. В последствии формула клея была доработана и на сегодняшний день температурный диапазон расширен от -10°C до $+35^{\circ}\text{C}$.
- Положительные отзывы со строительных площадок были получены в части крайне низких логистических затрат, а зачастую и их отсутствием.

Но не все шло гладко в продвижении Limfix на строительный рынок. На одном из первых объектов, где был применен клей в промышленных масштабах, несоблюдение рекомендаций привело к нарушению технологии и как следствие к перерасходу клеящего состава и некачественному выполнению кладки из блоков в целом. На рис. 3 приведены фрагменты кладки с толщиной швов 5-6 мм и более.



Рис. 3. Некачественная кладка с перерасходом клея

Так же при такой толщине швов возникли сложности с фиксацией блоков, вопрос был решен дополнительными клиньями, устанавливаемыми в швы кладки для соблюдения геометрических параметров возводимой стены. На вопрос «почему не соблюдаются рекомендации» мы получили от исполнителей довольно банальный ответ: «... с вашим клеем в баллонах мы все быстро возвели раньше срока, а за нами идут штукатуры и они все исправят». Не смотря на допущенные при строительстве ошибки, сейчас здание эксплуатируется в штатном режиме без каких-либо нареканий со стороны заказчика.

В частном домостроении ситуация иная, культура строительства зачастую немного выше и связано это в первую очередь с контролем, иногда чересчур тщательным со стороны заказчика. Примеров применения Limfix в данном строительном секторе значительно больше и связано это в основном с удобством работы, более высокой скоростью производства каменных работ (в 1,5–2 раза быстрее, по сравнению с кладкой на обычных цементных клеях), эстетичностью (швов практически не видно). См. рис. 4, 5.



Рис. 4. Примеры устройства несущих стен с кладочным швом из Н+Н Limfix



Рис. 5. Примеры устройства несущих стен с кладочным швом из Н+Н Limfix

Как показала практика и многочисленные примеры применения, данный тип клеевого состава был положительно принят строительным рынком, что так же подтверждают массовые продажи клея Limfix нашей компанией.

Несмотря на то, что нами были проведены исследования прочности и деформативности кладки из газобетонных блоков на клее Limfix на образцах $1000 \times 1000 \times 375$ мм, нами было введено ограничение на применение только для ненесущих и самонесущих стен, указано на каждом баллоне с клеем. Данное ограничение никак не останавливает наших строителей (рис. 3, 4, 5). К нам поступают многочисленные запросы, когда можно будет официально строить несущие стены зданий с подобным типом клеевого состава, что дает повод задуматься о дальнейших необходимых мероприятиях в данном направлении и проведении дополнительных исследований и разработке регламентирующих документов позволяющих или ограничивающих применение подобных жидких клеевых составов на основе полиуретана при кладке блоков из ячеистого бетона.

ЗАВИСИМОСТЬ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА ОТ ЕГО ПЛОТНОСТИ И ПРОЧНОСТИ

Г.И. ГРИНФЕЛЬД, НААГ

Традиционно для ячеистых бетонов существует нормативная классификация по назначению. В ГОСТ 25485 она была жестко увязана с плотностью. Для автоклавных ячеистых бетонов классификация по назначению выглядела так:

- теплоизоляционный D300–D400 при B0,75–B1,5;
- конструктивно-теплоизоляционный D500–D900 при B1–B10;
- конструкционный D1000–D1200 при B7,5–B15.

При разработке ГОСТ 31359 в силу необходимости следования традиции классификация была сохранена по форме, однако изменена по содержанию. Теперь жесткой привязки к плотности в нормативе нет, а сама классификация выглядит следующим образом.

- теплоизоляционный — не ниже B0,35 и не выше D400;
- конструкционно-теплоизоляционный — не ниже B1,5 и не выше D700;
- конструкционный — не ниже B3,5 и выше D700.

Как видим, из классификации устранена жесткая привязка назначения бетона к его плотности. Физико-механические характеристики, учитываемые при расчетах прочности и деформативности конструкций, определяются через класс бетона по прочности при сжатии, а теплофизические, используемые при расчетах тепловлажностного режима конструкций, через марку по средней плотности.

Это понятное и очевидное деление основных характеристик материала на две группы позволяет устранить из нормативного поля требования к минимальной плотности материала из соображений несущей способности, обеспечения прочности и надежности. Однако в нормативах содержится большое наследство, оставшееся от периода, когда ГОСТ 25485 распространял свое действие как на синтезированные в автоклавах гидросиликаты, так на поризованные цементно-песчаные растворы естественного твердения. Существенно ограничивают применение автоклавных ячеистых бетонов требования к минимальной плотности изделий для строительства в сейсмических районах (СП 14.15330) и требования к минимальной плотности 500, 600 или даже 900 кг/м³ ячеистобетонных оснований под навесные фасадные системы, содержащиеся в различных нормативах и рекомендациях разной степени весомости.

НААГ последовательно проводит работу по снятию нижних ограничений плотности автоклавных ячеистых бетонов, мотивируемых соображениями прочности и конструкционной надежности. В этой статье кратко перечислю некоторые физико-механические свойства материала, влияющие на разные аспекты применения автоклавных ячеистых бетонов и их связь с прочностью и плотностью.

Деформативность, кладочные швы

Для проверки деформативности бетонов, их прочностных характеристик и выявления прочности образуемых ими кладочных швов в 2013–14-м гг. в ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко были проведены испытания фрагментов кладок из ячеистых бетонов автоклавного твердения девяти пар «марка по средней плотности/класс по прочности при сжатии». Отчет об испытаниях находится в свободном доступе на сайте НААГ (Научно-технический отчет «Определение нормального и касательного сцепления в кладке из блоков из автоклавного ячеистого бетона», ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, Москва, 2014).

Результаты определения характеристик бетона приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики исследованных ячеистых бетонов.
Кубиковая и призмная прочность, модуль упругости

№ п/п	Марка бетона по средней плотности	Класс бетона по прочности при сжатии	Кубиковая прочность, МПа	Призмная прочность, МПа	Модуль упругости, МПа
1	D300	B1,5	1,92	1,53	630
2	D400	B1,5	1,97	1,70	780
3	D300	B2,0	2,31	1,93	740
4	D400	B2,0	2,56	1,83	970
5	D400	B2,5	2,83	3,07	1310
6	D500	B2,5	3,86	3,43	1550
7	D500	B3,5	4,23	4,17	1930
8	D600	B3,5	5,31	4,57	1690
9	D600	B5,0	7,32	5,23	2430

Зависимость модуля упругости ячеистых бетонов от призмной прочности показана на графике рис. 1.

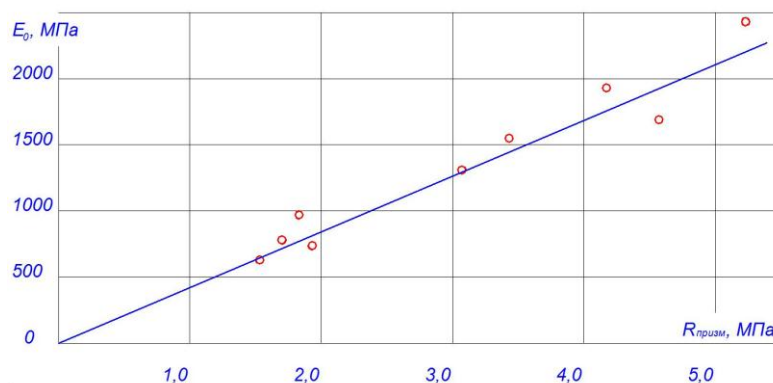


Рис. 1. Зависимость начального модуля упругости от призмной прочности бетона

При испытании призм помимо данных о прочности при сжатии и модуля упругости были получены данные о предельной деформативности автоклавных ячеистых бетонов. Обобщенный график зависимости $\sigma = f(\epsilon)$ приведен на рис. 2. Разрушение призм для всех видов бетона происходило при деформациях 2,5–3 мм/м.

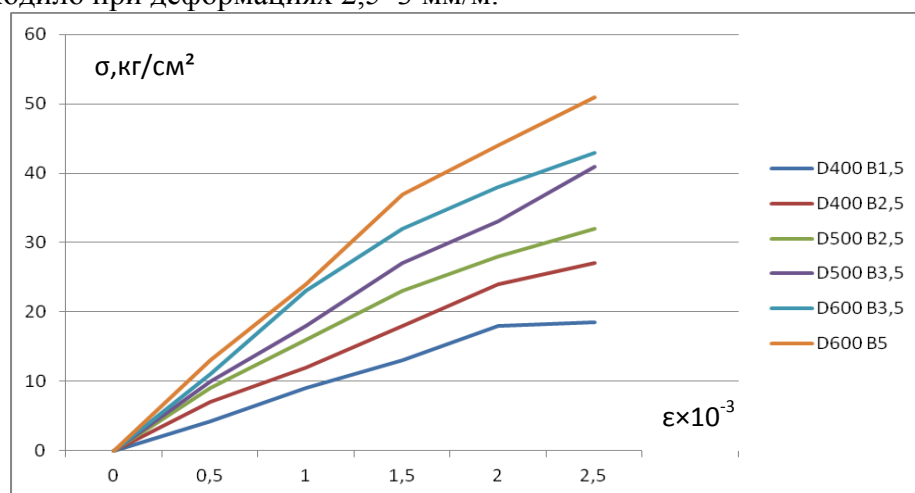


Рис. 2. Обобщенный график зависимости $\sigma = f(\epsilon)$ для призм из бетона с различными характеристиками

Проверка прочности кладочных швов на растяжение и срез показала, что кладка II категории (нормальное сцепление ≥ 120 кПа) возникает при использовании любого автоклавного ячеистого бетона прочностью B1,5 и выше просто по факту использования кладочных составов для тонкошовной кладки. Кладка с тонким швом всегда применима в сейсмике и практически всегда относится к I категории (нормальное сцепление ≥ 180 кПа).

Достигнутые при испытаниях результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2

Достигнутые при испытаниях значения адгезии растворных и клеевых кладочных швов

№	вид бетона	осевое растяжение, кПа		срез, кПа	
		TLM-раствор	ППУ-клей	TLM-раствор	ППУ-клей
1	D300 B1,5	174	-	361	338
2	D400 B1,5	142	185	341	335
3	D300 B2	177	180	419	438
4	D400 B2	193	-	297	411
5	D400 B2,5	212	238	657	502
6	D500 B2,5	263	-	462	1095

Выводы по разделу:

- модуль упругости линейно связан с прочностью бетона;
- предельная деформативность не зависит от прочности и плотности и одинакова для всех автоклавных ячеистых бетонов.

Следствия:

- при проектировании изгибаемых конструкций предпочтение можно отдавать менее плотным бетонам при условии обеспечения достаточной фактической прочности — снижение нагрузки от собственного веса, повышение теплозащитных свойств конструкций, используемых для создания теплового контура здания;
- при строительстве в сейсмике среди равнопрочных предпочтение следует отдавать менее плотным бетонам, поскольку это снизит инерционные силы в системе без ущерба для прочности.

Механический крепеж

На прошлой конференции НААГ (Краснодар, 2013) нами были описаны результаты испытаний анкерных креплений в газобетоне марок D300, D400, D500 и D600.

Результаты испытаний графически отображены на рис. 3.

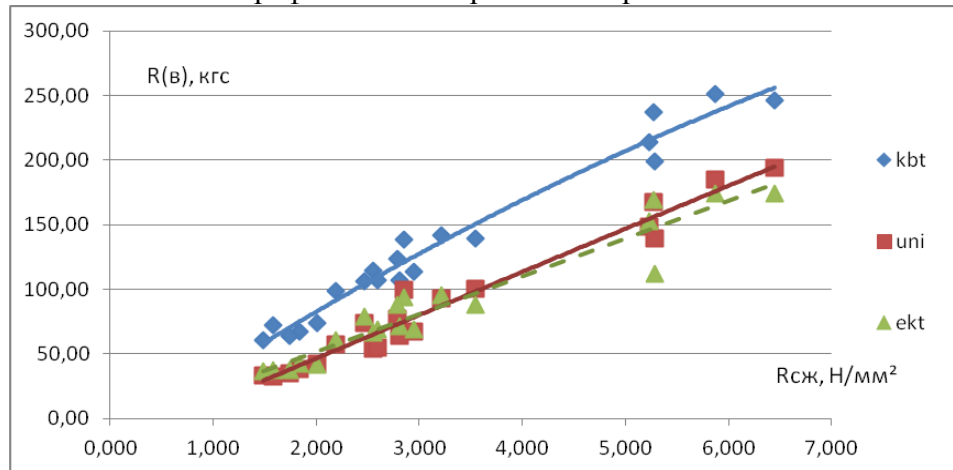


Рис. 3. Зависимость вытяжного усилия анкерных креплений от фактической прочности бетона

Полученные экспериментальные данные были обработаны в Центре ячеистых бетонов. В результате были получены две формулы для расчета вытяжного усилия анкеров. Первая формула распространяется на анкера, устанавливаемые в форвардную скважину и не создающие распора в материале основания. Пример такого анкера приведен на рис. 4.

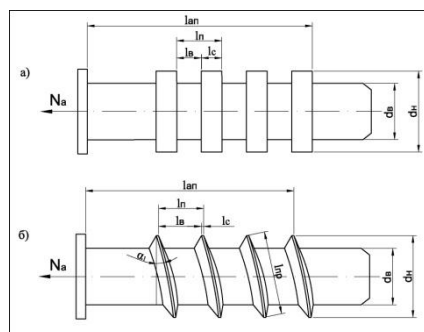


Рис. 4. Характерные размеры анкера, используемые при расчете усилий его выдергивания

Усилие N_a , воспринимаемое заделанной в газобетон частью анкера l_a , вычисляется по формуле

$$N_a = N_{cp} \frac{l_{an}}{l_n} = 0,26\pi \cdot d_n \cdot l_{ср} \cdot R \cdot n$$

Вторая методика универсальна и позволяет учесть уплотнение бетона при расширении оболочки распорных анкеров. Формула расчета вытяжного усилия приобретает вид

$$N_{at} = 2,0\pi \cdot d_n \cdot l_{ср} \cdot R_{bt} \cdot K_{nn} \cdot n,$$

Достоверность методики расчета подтверждается сравнением экспериментальных значений вытяжного усилия с расчетными.

Выводы по разделу:

- усилие осевого выдергивания анкеров из автоклавного ячеистого бетона зависит в первую очередь от прочности самого бетона и, при существенном расширении анкеруемой части в теле материала при монтаже, также от плотности в силу уплотнения материала в зоне заделки и увеличения эффективного радиуса действия анкерующихся формой элементов анкера;

Следствия:

- при монтаже навесных облицовок на кладку либо закреплении чего-либо к кладке, можно подобрать крепеж, обеспечивающий требуемое вытяжное усилие в зависимости от прочности основания;

- для закрепления навесных фасадных систем в СТО НОСТРОЙ введено конструктивное требование к материалу основания из ячеистых бетонов автоклавного твердения — класс по прочности не ниже В2,5, требования к минимальной плотности отсутствуют.

Сохранность при транспортировке

Специальных исследований с широким сбором статистики по зависимости сохранности при транспортировке от прочности и плотности материала блоков мы не проводили. Но отдельные наблюдения (например, за процентом боя при доставке автотранспортном по маршруту С-Петербург—Мурманск, 1500 км) позволяют прийти к заключению, что транспортные нагрузки (тряска вертикальная и ускорения при разгоне и торможении) имеют сходство с сейсмическими. При этом интенсивность повреждения блоков, также как и ненагруженной кладки, зависит от соотношения плотности и прочности.

Выводы по разделу:

- сохранность при транспортировке при прочих равных будет тем выше, чем больше отношение R/D , где R — фактическая прочность бетона с учетом влияния влажности, D — фактическая плотность бетона с учетом влажности. При этом повреждения углов блоков будут выше при их водонасыщении при конденсации под упаковочной пленкой.

Заключение

Ни одно из действующих или действовавших конструктивных ограничений плотности автоклавных ячеистых бетонов не были обоснованы. Ограничения вводились на основании субъективного опыта и основывались на ложном представлении о линейности и неизменности во времени связи между физико-механическими характеристиками автоклавных ячеистых бетонов и их плотностью.

Из практически значимых нормативных ограничений сохранилось требование к минимальной марке по плотности D600, необходимой материалу несущих стен для строительства в сейсмических районах. Остальные нормативные требования не создают препятствий для широкого внедрения автоклавных ячеистых бетонов низких плотностей в практику строительства.

Вместе с тем, предубеждения к применению низкоплотных материалов в качестве основы для устройства несущих конструкций, остаются распространенными. Предубеждения основаны на стереотипах, основываемых на ложно трактуемом личном или заимствованном опыте. Как и другие ментальные паттерны, стереотипы, связывающие требования к материалу стен с какой-либо конкретной маркой по плотности, живучи, и будут в течение длительного времени влиять на предпочтения потребителей.

Ускорение смены стереотипов возможно только при сознательном воздействии на потребителя. Для продвижения низких плотностей на рынок следует не пассивно удовлетворять потребности, а активно влиять на их формирование. Не удовлетворять спрос, а создавать его.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ВЫХОДА НАЧАЛЬНОЙ ВЛАГИ ИЗ КЛАДКИ ИЗ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ Г. КИЕВА¹

С.Д. ЛАПОВСКАЯ, доктор техн. наук, ГП «НИИСМИ», Украина

О.В. СИРОТИН, ВААГ, Украина

Г.И. ГРИНФЕЛЬД, НААГ

Введение

Начальный период эксплуатации каменной кладки характеризуется повышенным содержанием в ней влаги. Это свойство универсально для любой кладки и описано в работах первой половины XX века [1]. Технологическая влага привносится в кладку как камнями, так и кладочными растворами. Строительная попадает при хранении материалов и производстве работ. Мокрые отделочные работы дополнительно увлажняют стеновую конструкцию.

Ячеистые бетоны автоклавного твердения сразу после автоклавирования имеют влажность более 30%. Ячеистые бетоны пониженной плотности на выходе из автоклавов имеют влажность около 40% по массе. Оказавшись в стене, ячеистобетонные блоки начинают интенсивную влагоотдачу. Кинетика выхода конструкций из автоклавных ячеистых бетонов на квазистационарный влажностный режим изучалась как в 1970–80-х гг. [2–4], так и в наше время [5–8]. Рассмотренные работы показывают, что снижение средней плотности и увеличение толщины ячеистобетонных конструкций за 40 лет привело к заметному снижению влажности бетона в стене. Важность изучения кинетики влагосодержания в начальный период эксплуатации показана в работе [9], расчетная методика, применимая для оценки влажности кладки из автоклавного газобетона [10] была разработана уже после завершения описываемой нами работы и хорошо согласуется с ее результатами.

Одной из практических задач эксперимента стало обоснование корректировки ряда нормативных документов Украины (ДСТУ на ячеистые бетоны и ДБН по проектированию тепловой защиты).

Методика проведения испытаний

В соответствии с разработанным календарным планом выполнения научно-исследовательской работы ГП «НИИСМИ» (г. Киев) проводились исследования влажностного состояния ограждающих конструкций из ячеистого бетона автоклавного твердения, выполненных в оконных проемах лабораторного помещения ГП «НИИСМИ».

В установленные сроки (1, 2, 3, 6, 9, 12, 15, 18 и 21 месяц с даты окончания кладочных и отделочных работ) выполнен отбор кернов ячеистого бетона марок средней плотности D300, D400, D500 и D600.

Отобранные керны распиливали на цилиндры высотой 50 мм и маркировали в зависимости от глубины залегания. С цилиндров, примыкающих к наружной и внутренней поверхностям кладки, удаляли штукатурный слой. Отверстие, остающееся после выемки керна, заполнялось заранее приготовленным керном из газобетона соответствующей плотности. Образцы взвешивались с точностью до 0,001 г и высушивались до постоянной массы в вентилируемом сушильном шкафу при температуре 105 °С.

¹ статья печатается с сокращениями, полный текст опубликован в журнале «Строительные материалы». 2015. №9

На основании полученных данных согласно ДСТУ Б В.2.7-170:2008 было рассчитано содержание влаги w_m в отдельных слоях ограждающей конструкции из ячеистого бетона по формуле (в % по массе):

$$w_m = \frac{m - m_0}{m_0} \cdot 100\%,$$

где m – масса влажного образца,

m_0 – масса образца, высушенного до постоянной массы.

В период всего срока испытаний фиксировались значения температуры и влажности в середине лабораторного помещения, а также температуры и влажности наружного воздуха (по данным Интернет-ресурса <http://www.meteoprolog.ua>).

Описание испытываемой стеновой конструкции

Для проведения долгосрочных натурных испытаний влажностного состояния ячеистого бетона на первом этаже института в лабораторном помещении в оконных проемах северо-западной ориентации выполнены фрагменты стеновых конструкций.

Блоки для исследования марок средней плотности D300, D400, D500 и D600 с размерами 600×200×300 мм были предоставлены ООО "АЭРОК".

Характеристики исследуемого газобетона представлены в табл. 1.

Таблица 1

Физико-механические характеристики блоков из автоклавного ячеистого бетона

Наименование изделий	Класс бетона по прочности на сжатие	Марка бетона по средней плотности	Марка по морозостойкости	Теплопроводность в сухом состоянии, Вт/(м·К)	Послеавтоклавная влажность, % по массе
AerocEcoTermSuperPlus 300×200×600	B1,5	D300	F35	0,08	42,1
Aeroc EcoTerm 300x200x600	B2,0	D400	F100	0,1	40,8
Aeroc Classic 300x200x600	B2,0	D500	F100	0,12	35,0
Aeroc Econom 200x288x600	B2,0	D600	F100	0,13	34,5

С целью моделирования наиболее неблагоприятных условий перед обустройством фрагментов стеновых ограждений блоки марок по средней плотности D500 и D600 были дополнительно увлажнены до влажности 40% по массе.

Кладка фрагментов стеновых ограждений выполняли на растворе для тонкошовной кладки. В процессе выполнения фрагменты были тщательно изолированы от конструкции оконных проемов и друг от друга.

Схема выполненных фрагментов стеновых ограждений приведена на рис. 1, внешний вид до оштукатуривания на фотографиях рис. 2. Для изготовления каждого фрагмента было использовано по 10 блоков каждой марки по средней плотности.

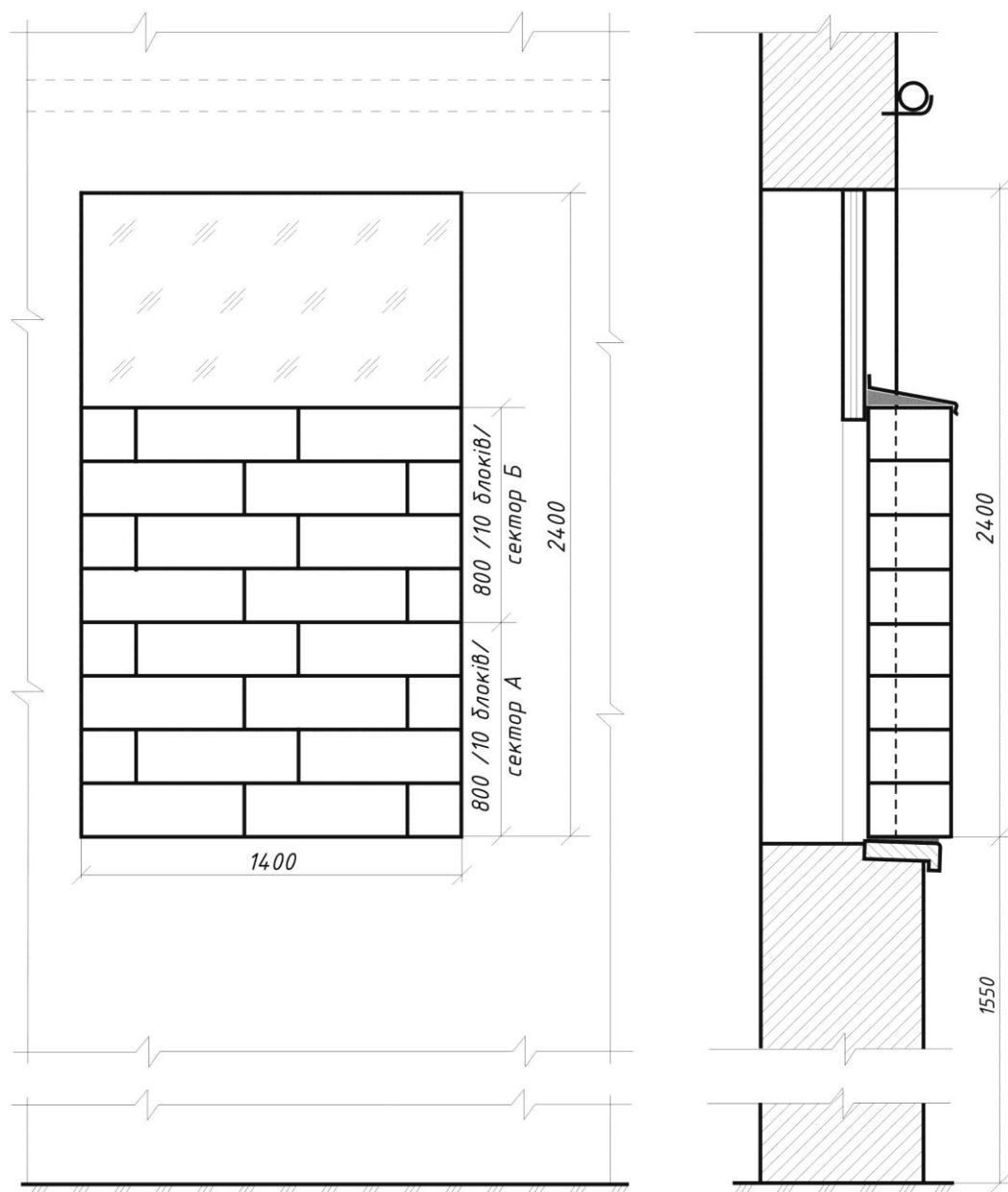


Рис. 1. Схема исследуемых фрагментов стеновых ограждений из ячеистого бетона



Рис. 2. Фотография исследуемых фрагментов

После кладки блоков на фрагменты стеновых ограждений был нанесен штукатурный слой на основе сухой строительной смеси. Толщина слоя штукатурки внутренней отделки составила 3 мм, наружной – 5 мм. По своим характеристикам штукатурка гидрофобная, имеет коэффициент паропроницаемости $\mu = 0,15$ мг/(м·час·Па), повышенную трещиностойкость и морозостойкость F50.

Лабораторное помещение, предназначенное для проведения долгосрочных натурных испытаний, представляет собой рабочую комнату, температура в которой в отопительный период поддерживается на уровне 16°C, относительная влажность составляет 55-65%. Высота оконных проемов составляет 2400 мм, ширина – 1400 мм.

Конструктивные особенности проемов позволили относительно легко выполнить монтаж фрагментов кладки и обеспечить возможность сравнения теплозащитных свойств и влажностного состояния разных фрагментов, которые были исследованы одновременно в одинаковых условиях до наступления квазистационарного влажностного режима, который характеризует величину эксплуатационной влажности.

Результаты испытаний

При проведении натурального испытания наружных ограждающих конструкций из ячеистого бетона определено значение фактической влажности газобетона в начальный период эксплуатации и изменение ее во времени.

Закономерности кинетики влажностного состояния ячеистых бетонов при взаимодействии с окружающей средой есть функция характеристик материала и параметров среды. В результате проведенных натурных испытаний получены кривые распределения влажности по толще стены в зависимости от марки по плотности ячеистого бетона (рис. 2 и 3). Согласно календарному плану работ, период испытаний составил 21 месяц.

Распределение влаги по толщине стены для каждой из плотностей в начальный период и по окончании испытаний приведены на графиках рис. 3 и 4.

Общее влагосодержание для каждого из стеновых фрагментов в ходе испытаний в разные периоды времени показаны в таблице 2 и на графике рис. 5.

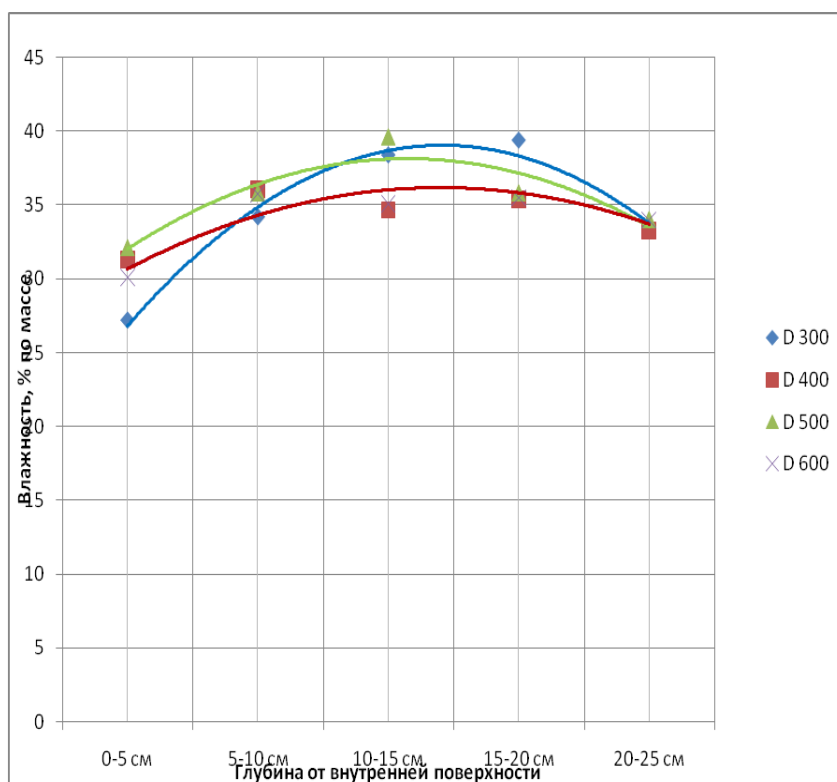


Рис. 3. Распределение влажности бетона по толщине стены после ее возведения

Влажность бетона в толще стены в начальный период распределена в сечении ячеистого бетона достаточно равномерно, с некоторым снижением от середины до наружной (20-25 см) и внутренней (0-5 см) поверхности стены.

Полученные результаты влажности бетона в толще стены принимаются за начальные данные и относительно них в дальнейшем проводятся исследования интенсивности снижения влажности стеновой конструкции.

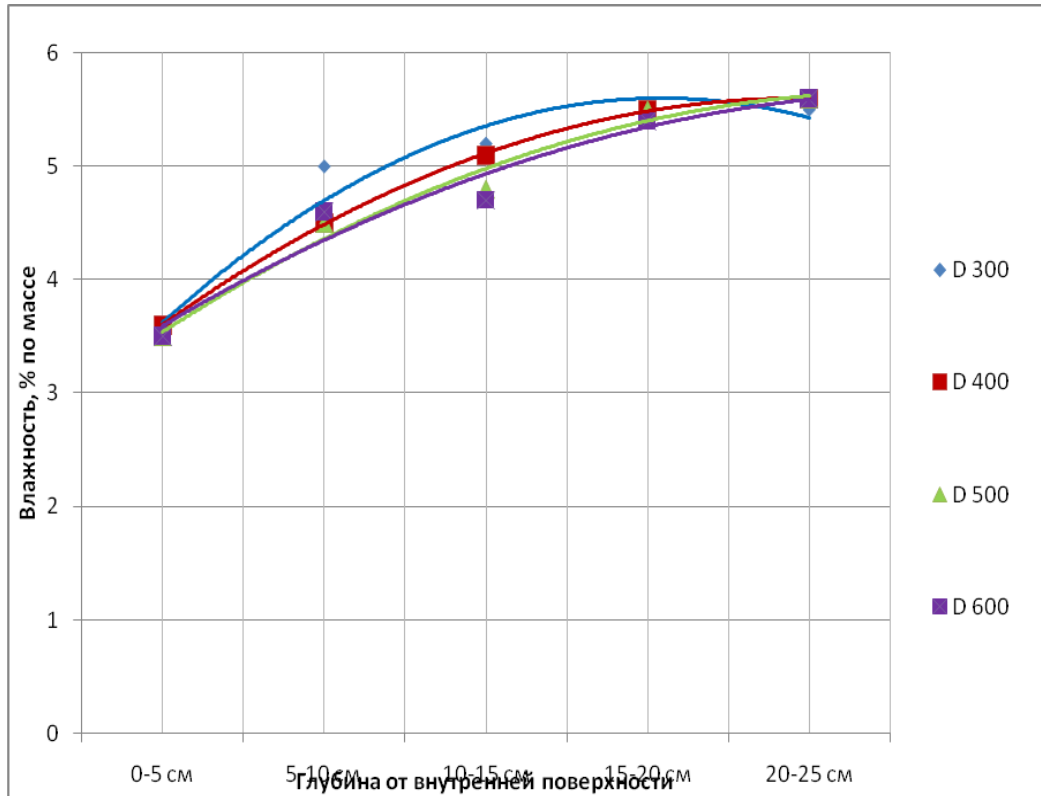


Рис. 4. Распределение влажности бетона в толще стены через 21 месяц после ее возведения

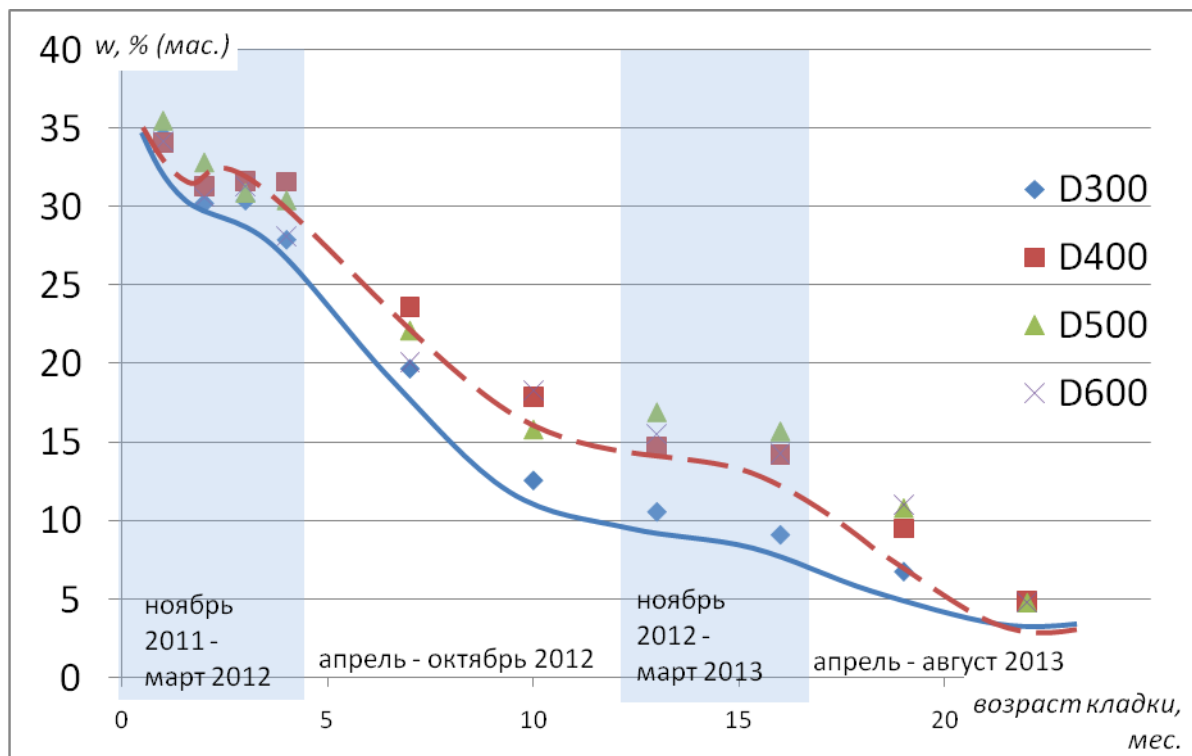


Рис. 5. Среднее влагосодержание исследуемых фрагментов кладки в разном возрасте

Таблица 2

Средняя по толщине кладки влажность стеновых фрагментов, параметры наружного и внутреннего воздуха в ходе испытаний

период		2011		2012											
		ноя	дек	янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек
Возраст кладки, мес.		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
D300		34,5	30,22	30,4	27,9			19,7			12,6			10,6	
D400		34,1	31,3	31,64	31,6			23,6			17,9			14,7	
D500		35,46	32,8	30,86	30,4			22,1			15,8			16,9	
D600		34,2	30,62	31,32	28,1			20,1			18,3			15,5	
Парам. нар. возд.	T, °C	-1	5	-5	-12	2	11	23	23	28	24	22	17	7	1
	ψ, %	89	95	86	78	91	94	87	81	82	86	86	87	93	95
Парам. внутр. возд.	T, °C	16	16	16	16	16	17	20	22	22	22	21	19	16	17
	ψ, %	62	63	62	63	63	56	62	63	63	63	62	63	63	57

период		2013							
		янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг
Возраст кладки, мес.		14	15	16	17	18	19	20	21
D300			9,14			6,8			4,91
D400			14,22			9,5			4,86
D500			15,68			10,8			4,78
D600			14,3			11			4,76
Парам. нар. возд.	T, °C	-2	1	3	17	24	22	24	27
	ψ, %	87	80	83	96	85	84	80	76
Парам. внутр. возд.	T, °C	16	16	17	20	22	22	22	22
	ψ. %	57	63	63	63	63	63	62	62

Через 21 месяц эксплуатации средняя влажность ячеистого бетона стены составила:

- фрагмент № 1 D300 - 4,91 %;
- фрагмент № 2 D400 - 4,86 %;
- фрагмент № 3 D500 - 4,78 %;
- фрагмент № 4 D600 - 4,76 %.

Обсуждение результатов исследования

В результате проведенных исследований определена скорость снижения влажности ячеистого бетона стены от начальной (40 % по массе) до равновесной. Исследовано изменение влажности бетона при эксплуатации однослойных ограждающих конструкций с наружной и внутренней тонкослойной минеральной штукатуркой.

За первые три месяца эксплуатации (декабрь, январь, февраль) стеновой конструкции выявляется интенсивное высыхание внутренней поверхности стены на глубине до 5-10 см.

Скорость снижения влажности ячеистого бетона стены значительно увеличивается и происходит по всей толще стены в весенний, летний и осенний период эксплуатации (с 3 по 12 месяц). Внутренние слои бетона теряют в этот промежуток времени влажность на уровне 30-60%. А бетон марки D300 до 70 %.

В зимние месяцы (с 12 по 15 месяц) наблюдается значительное замедление высыхания. Внутренняя часть кладки (на глубине 0-15 см) теряет влажность лишь на 2-4 %, в наружных слоях влажность увеличивается.

За следующие шесть месяцев весенне-летнего периода (с 15 по 21 месяц) влажность бетона однослойной ограждающей конструкции из мелких блоков ячеистого бетона снизилась

до значений, не превышающих 5%: для марки D300 - 4,91%; D400 - 4,86 %; D500 – 4,78 %; D600 – 4,76 %.

Выводы

Анализ исследования влажности фрагментов стены показал, что влажность по массе ячеистого бетона изменяется как по величине так и по характеру распределения в сечении стены. В первый зимний период эксплуатации кладки (1, 2 и 3 месяца) ее высыхание происходило внутрь, в 10-15 см слое стены со стороны отапливаемого помещения. Влажность наружных слоев наоборот, несколько возрастала. С 6-го месяца эксплуатации, при повышении температуры окружающей среды, высыхание в наружных слоях кладки ускорилось и дальнейший влагоперенос осуществлялся интенсивно в обоих направлениях от центра стены к ее поверхностям.

Полученные экспериментальные данные по кинетике влагосодержания кладки в начальный период эксплуатации позволяют обосновать:

- рекомендации по установлению расчетных характеристик ячеистых бетонов при проектировании конструкций из них;
- рекомендации к рациональному применению ячеистого бетона в конструкциях;
- предложения по уточнению теплофизических показателей стен из ячеистого бетона, в т. ч. для определения конструкции внешних стен в условиях обеспечения нормативного термического сопротивления для реального диапазона годовой динамики эксплуатационного влагосодержания материала;
- исключение из нормативов требований к значению отпускной влажности бетона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев Б.Ф. Натурные исследования температурно-влажностного режима жилых зданий. Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре. М. 1957. 215 с.
2. Гаевой А.Ф., Качура Б.А. Качество и долговечность ограждающих конструкций из ячеистого бетона. Вища школа. Харьков. 1978. 224 с.
3. Автоклавный ячеистый бетон: Пер. с англ./ Ред.совет: Г.Бове (пред.) и др. М.: Стройиздат, 1981. 88 с., ил. 119
4. Силаенков Е.С. Долговечность изделий из ячеистых бетонов. - М.: Стройиздат, 1986. - 176 с.
5. А.С. Семченков, Т.А. Ухова, Г.П. Сахаров О корректировке равновесной влажности и теплопроводности ячеистого бетона // Строительные материалы. 2006. №6. С. 3–7.
6. Гринфельд Г. И., Куптараева П. Д. Кладка из автоклавного газобетона с наружным утеплением. Особенности влажностного режима в начальный период эксплуатации // Инженерно-строительный журнал. 2011. №8(26). С. 41-50.
7. Г.С. Славчева, Е.М. Чернышов, Д.Н. Коротких, Ю.А. Кухтин Сравнительные эксплуатационные теплозащитные характеристики одно- и двухслойных стеновых газосиликатных конструкций. / Строительные материалы, 2007, №4, С. 13–15
8. Schoch T., Kreft O. The influence of moisture on the thermal conductivity of AAC // 5th International conference on Autoclaved Aerated Concrete «Securing a sustainable future»: Bydgoszcz, Poland, September, 14–17, 2011. p. 361–370.
9. Крутилин А.Б., Рыхленок Ю. А., Лешкевич В.В. Теплофизические характеристики автоклавных ячеистых бетонов низких плотностей и их влияние на долговечность наружных стен зданий // Инженерно-строительный журнал. 2015. №2(54). С. 46–55
10. Гагарин В.Г., Пастушков П.П. Количественная оценка энергоэффективности энергосберегающих метоприятий // Строительные материалы. 2013. № 6. С.7–9.
11. Пастушков П.П., Гринфельд Г.И., Павленко Н.В., Беспалов А.Е., Коркина Е.В. Расчетное определение эксплуатационной влажности автоклавного газобетона в различных климатических зонах строительства. Вестник МГСУ. 2015. № 2. С. 60-69.

ОПТИМИЗАЦИЯ КРЕПЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ АГБ ПРИ ЗАПОЛНЕНИИ НАРУЖНЫХ И ВНУТРЕННИХ СТЕН КАРКАСОВ ЗДАНИЙ ВЫСОТОЙ ДО 80 МЕТРОВ¹

*А.А. МОРДВОВ, проф. АРГС НГАСУ,
М.В. ЛИХТАРОВИЧ, ОАО «Главновосибирскстрой»*

Подготовка нормативных документов, регламентирующих применение автоклавного газобетона, столкнулась с отсутствием экспериментальных исследований элементов закрепления кладки, выполняемой с поэтажным опиранием. В результате многие решения оказались выполненными «в запас» по устоявшейся практике применения. Испытания конструкций, проведенные на заводе «Сибит», позволяют пересмотреть некоторые из этих «запасов», что будет способствовать дальнейшей оптимизации применения газобетона.

История возникновения вопроса:

В отличие от конечного потребителя, для строителя на первое место при выборе материала для заполнения наружных стен каркасных зданий выходит вопрос цены и скорости строительства. Как показала практика, в некоторых случаях скорость имеет решающее значение, даже когда стоимость незначительно возрастает.

Первым возник вопрос надёжности закрепления кладки из автоклавного газобетона толщиной 240 мм при воздействии на наружную стену ветровых нагрузок на этапе проектирования 25 этажного здания в Новосибирске.

Результат испытаний запроектированного фрагмента наружной стены показал избыточность принятых решений. Тогда встал вопрос пересмотра рекомендуемой в СТО НААГ 3.1-2013 [1] схемы закрепления фрагментов заполнения каркасных зданий.

Расчет устойчивости поэтажно опертых стен, выполненный в работе [2] показывает, что устойчивость фрагмента обеспечивается за счёт адгезии растворного шва, а закладные элементы используются в запас. И при длине фрагмента более 3-х метров не предусматривается верхнее крепление.

В ноябре 2013 года на заводе «Сибит» были проведены испытания закрепленных в фрагменте железобетонного каркаса заполнений из кладки. На подготовленной площадке воссоздали условия близкие к построечным, с целью получить результат работы конструкции не в идеальных условиях, а близких к тому, что происходит на реальной стройке. Основной целью проводимых испытаний стала проверка надёжности возводимых на стройке конструкций.

Проведены испытания двух фрагментов: длиной $L = 3150$ и 2550 мм; высотой $H=2620$ мм. Толщина стены 240 мм из газобетонных блоков по ГОСТ 31360-2007 [3] марки по средней плотности D700, класса бетона по прочности В3,5. В соответствии с расчётом, выполненным в соответствии с СП 20.13330.2011 [4], значение горизонтальных усилий от ветра на приведённый фрагмент (25 этаж, 75 метров, III ветровой район) составило соответственно 750 и 600 кгс.

Испытания проводились в соответствии с программой, разработанной ООО «Новосибирское Экспериментальное Проектное бюро» (НЭП-бюро). Суть программы состоит в имитации горизонтальной нагрузки от ветра, которую воспринимает фрагмент стены. Так как в реальных условиях нагрузка от ветра величина не постоянная, то и в процессе испытаний нагрузка к испытываемому фрагменту прикладывается многократно. 15 раз

¹ статья печатается с сокращениями, полный текст опубликован в журнале «Строительные материалы». 2015. №9
84

фрагмент выдерживается под нагрузкой в течение 5 минут, после чего нагрузка снимается. Критериями надёжности испытываемой конструкции являются:

- сохранение устойчивости и проектного положения конструкции после снятия нагрузки;
- отсутствие остаточных деформаций;
- целостность конструкции;
- отсутствие трещин.

Для замера нагрузки использовался механический динамометр 9016 ДПУ-50-1-УХЛ2 с максимальным усилием 50 кН. Закрепив трос за раму (см. рис. 1) через ручную лебёдку к фронтальному погрузчику (18 тн).

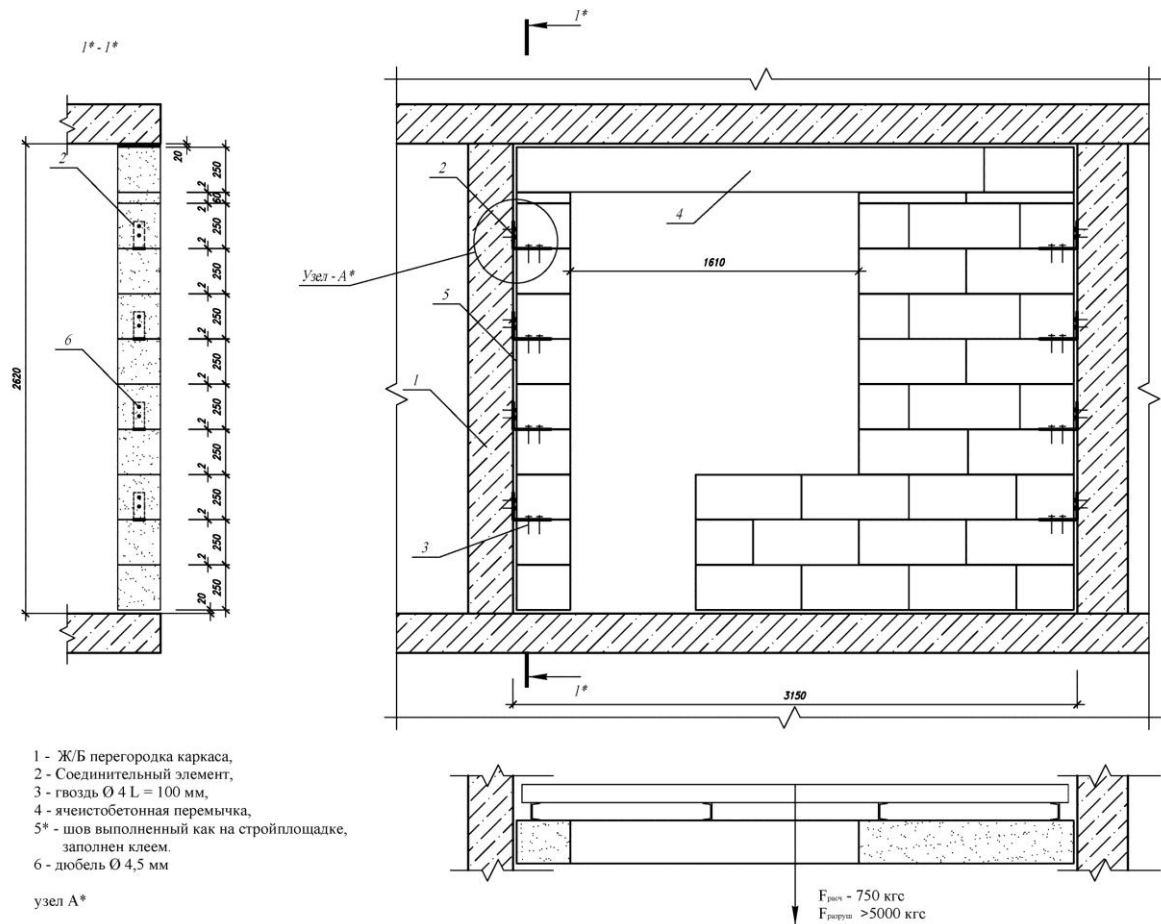


Рис. 1. Схема нагружения №1

После выполнения намеченной программы испытаний, подтвердившей, что конструкция выдерживает расчётную нагрузку, приложенную многократно, остались вопросы:

- а какая нагрузка окажется для такой конструкции критической;
- насколько реальный характер разрушений совпадёт с ожидаемыми представлениями о работе конструкции.

Для получения ответов на эти вопросы продолжили испытания до полного разрушения фрагмента.

С каждым последующим разом нагрузку увеличивали на 5–10 кН (500–1000 кгс).

Первые трещины появились при нагрузке, превысившей 25 кН. После снятия нагрузки трещины закрывались. При превышении значения в 45 кН первый ряд кладки оторвался от основания, визуально наблюдался прогиб стены как упругой конструкции, после снятия

нагрузки стена вернулась в исходное положение. Фактическое разрушение произошло под нагрузкой превышающей возможности динамометра.

Подтвердив надёжность конструкции, специалисты завода «Сибит» приняли решение провести дополнительную серию испытаний, результаты которых можно будет принять за отправную точку в разработке методики определения надёжности конструкций из АГБ.

Для последующего испытания выбрали изделия из газобетона толщиной 200 мм, марки по средней плотности D600, класса бетона по прочности B2,5. Длину фрагмента увеличили до 4,5 метров и высоту до 3042 мм, ослабив конструкцию отсутствием верхнего перекрытия и оконным проёмом 1510x1760 мм. Расчетное значение горизонтальных усилий от ветра на приведённый фрагмент (25 этаж 75 метров, III ветровой район) составило 1100 кгс. Кладку выполнили без деформационного шва с закреплением тремя соединительными элементами с каждой стороны.

Контрольной для замера прогиба была выбрана точка в центре перемычки над оконным проёмом. Максимальные перемещения контрольной точки из проектного положения в течение выдержки конструкции под нагрузкой увеличивалось. При приложении расчётной нагрузки прогиб составил от 2 до 4 мм через 2-3 минуты от начала приложения нагрузки, увеличившись через 5 минут до 4–8 мм. При увеличении нагрузки до 18 кН произошел скол и смещение по одной опорной зоне перемычки по шву. Т.к. контрольная точка, по которой замерялся прогиб конструкции, находилась на перемычке, дальнейшее замеры прогиба больше характеризовали работу перемычки, чем конструкции в целом. При нагрузке в 20–22 кН раскрылось несколько трещин от мест закрепления фрагмента к каркасу и в подоконной зоне.

Следующую конструкцию максимально ослабили, при сохранении пролёта и высоты соответственно 4500 мм и 3042 мм, толщины 200 мм с оконным проёмом 1510x1760 мм. Использовали изделия из газобетона марки по средней плотности D500, класса бетона по прочности B2,5. Смонтировали с зазором в 20 мм к каркасу, тем самым симитировали расчётную схему, при которой пренебрегают трением стены о заполнение деформационного шва. Закрепили к каркасу двумя закладными в 4-м и 8-м рядах. Также как и в предыдущем испытании, верхний обрез стены оставили свободным.

Как и предполагалось, данная конструкция не выдержала испытаний, прогиб достигал 15 мм, уже на втором цикле образовалась трещина в блоках под перемычкой, которая закрывалась после снятия нагрузки. При 6-м нагружении образовалась трещина в подоконной зоне, а трещина под перемычкой раскрылась насквозь. В процессе нагружения образовывались новые трещины. На 14-м цикле нагружения произошло смещение перемычки, после которого дальнейшие измерение прогиба выполнить имеющимися средствами было невозможно. По завершении 15 циклов приступили к увеличению нагрузок. При нагрузке выше 20 кН произошло смятие закладных элементов, разрушение блоков под закладными элементами и наклон конструкции из проектного положения. В ходе испытаний, несмотря на возникшие деформации и трещины, конструкция не распалась на части, из кладки не выпал ни один блок.

На этом этапе мы выявили слабые места конструкции, на основе которых можно прогнозировать ее поведение и проектировать необходимые легко выполняемые на практике элементы, такие как заполнение деформационных швов упругими материалами, армирование подоконной зоны и т.п.

Проводя следующие испытания, в конструкцию включили деформационный шов, заполненный монтажной пеной по верхнему обрезу стены и армирование подоконной зоны, одним прутком 8 мм (см. схему №4 рис. 2). Сохранили 2 закладных по каждой стороне стены в 4 и 8 рядах, без заполнения вертикального деформационного шва.

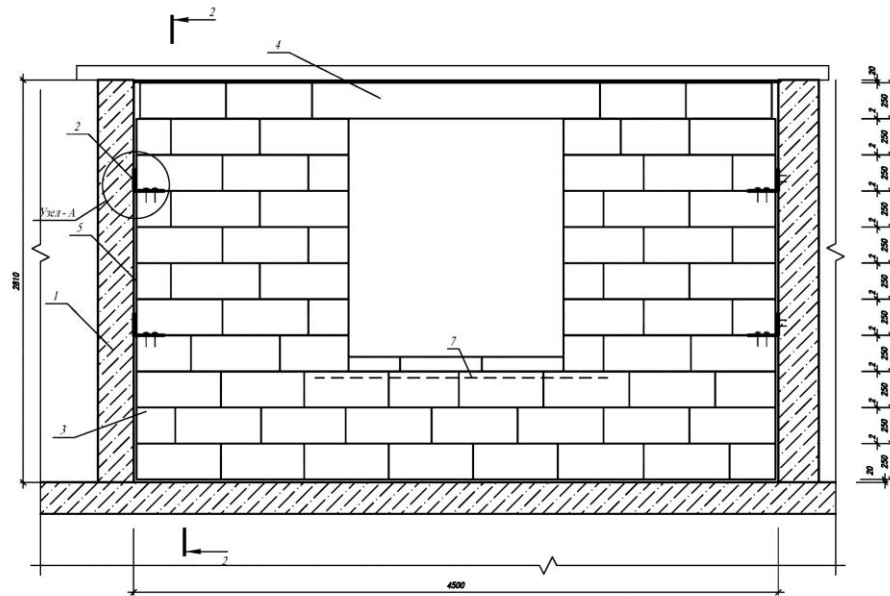


Рис. 2. Схема №4

1 - Ж/Б перегородка каркаса; 2 - Соединительный элемент; 3 - гвоздь $\varnothing 4 \times 100$ мм; 4 - ячеистобетонная перемычка; 5 - деформационный шов, условно не заполненный утеплителем; 6 - дюбель $\varnothing 4,5$ мм; 7 - арматура в подоконной зоне один прут $\varnothing 8$ мм.

Такая конструкция выдержала испытания для условий размещения на 25 этаже III ветрового района. С прогибом в контрольной точке 4 мм, при дальнейшем нагружении до 22 кН прогиб составил 8 мм против 15 мм незакрепленной по верхнему обрезу стены. При увеличении нагрузки до 11,5 кН образовались трещины в районе установки нижних закладных элементов. В целом конструкция сохранила удовлетворительный вид.

По результатам проведенных испытаний можно сделать вывод о том, что при монтаже поэтажно опёртых стен из автоклавного газобетона на растворе для тонкошовной кладки, имеется возможность сократить количество боковых закладных элементов и отказаться от верхнего крепления связевыми элементами при пролётах между колоннами или монолитными перегородками каркаса до 6 метров. При выполнении однослойных стен, их толщины в большинстве случаев будет достаточно, чтобы обеспечить устойчивость без боковых связевых элементов (закладных деталей), а заполнение деформационных швов будет работать в запас. Достаточно включить в проектную документацию на ремонт зданий – восстановление заполнения деформационных швов с заданной периодичностью, как это предусмотрено в панельных домах. Армирование подоконной зоны имеет смысл только для тонких стен 200 мм расположенных на этажах выше 40 м.

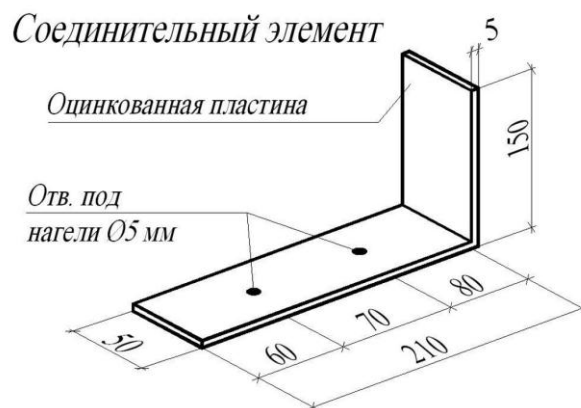


Рис. 3. Типовой элемент крепления

Учитывая тот факт, что газобетонная стена, смонтированная на клею, без армирования проявляет характер упругой конструкции необходимо обратить внимание на требования к закладным соединительным элементам. Выполняя такие элементы из жестких уголков толщиной 5 мм, (как вариант предложено в некоторых нормативных документах рис. 3), ведет к необоснованным затратам, как по материалоемкости, так и трудоёмкости монтажа, поскольку толщина клеевого шва меньше толщины закладной детали. Кроме того мы получим элемент, в случае экстремальных нагрузок разрушающий целостность конструкции.

Следующим шагом в повышении конкурентоспособности конструкций из автоклавного газобетона станет разработка программы испытаний и утверждения критериев надёжности, а прогнозируемый результат проведенных испытаний позволит внести в нормативную документацию изменения, исключающие избыточные запасы.

ЛИТЕРАТУРА

1. СТО НААГ 3.1-2013 Конструкции с применением Автоклавного газобетона в строительстве зданий и сооружений. Правила проектирования и строительства.
2. А.С. Горшков. Условия устойчивости поэтажно опертых стен, выполненных кладкой из ячеистобетонных блоков, при учете воздействия на них ветровой нагрузки, Сборник докладов НПК «Современный автоклавный газобетон», Краснодар, май 2013 г.
3. ГОСТ 31360-2007 Изделия стеновые неармированные из ячеистого бетона автоклавного твердения. Технические условия.
4. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия, Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*, Москва, 2011

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМАЛЬНОГО И КАСАТЕЛЬНОГО СЦЕПЛЕНИЯ КЛАДКИ ИЗ БЛОКОВ ИЗ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ НА РАЗЛИЧНЫХ КЛЕЕВЫХ СОСТАВАХ¹

*А.В. ГРАНОВСКИЙ, канд. техн. наук, ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко,
Б.К. ДЖАМУЕВ, канд. техн. наук, ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко,
А.А. ВИШНЕВСКИЙ, канд. техн. наук, ООО «ПСО «Теплит»,
Г.И. ГРИНФЕЛЬД, НААГ*

В 2013–2014 гг. в Лаборатории сейсмостойкости конструкций Центра исследований сейсмостойкости сооружений ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко (ОАО «НИЦ «Строительство») по заказу Национальной ассоциации производителей автоклавного газобетона была выполнена работа по теме: «Определение экспериментальным путем нормального и касательного сцепления растворов и клеевых составов, укладываемых тонким слоем, с блоками из ячеистого бетона автоклавного твердения». В работе были исследованы кладочные швы толщиной до 2 мм, образованные тремя видами цементных растворов для тонкошовной кладки и одним полиуретановым монтажным клеем. Исследовались швы в кладке из ячеистого бетона автоклавного твердения плотностью от 300 до 600 кг/куб.м и прочностью от 1,7 до 7,3 МПа. По результатам исследований установлено, что кладка I категории (с сопротивлением растяжению по неперевязанному сечению ≥ 180 кПа) может быть выполнена из блоков класса по прочности B1,5.

¹ статья печатается с сокращениями, полный текст опубликован в журнале «Строительные материалы». 2015. №9

Анализ имеющихся данных о прочности различных видов растворных и клеевых швов в каменной кладке при растяжении и срезе, анализ факторов, влияющих на такую прочность

Значительную долю на рынке стеновых материалов занимают изделия для каменной кладки с высокой точностью геометрических размеров. Основная часть таких изделий представлена блоками из ячеистого бетона автоклавного твердения по ГОСТ 31360-2007 [1]. Высокая точность размеров (отклонения по высоте блоков в пределах ± 1 мм) позволяет при их кладке исключить формирование выравнивающего кладочного шва и ограничиться созданием между блоками адгезионного слоя минимальной толщины.

Кладочный шов между блоками с допусками по высоте в пределах 1—2 мм может быть сформирован не кладочными растворами по ГОСТ 28013-98, а растворами и клеями, специально предназначенными для устройства кладочного шва малой толщины. Обычный кладочный раствор имеет неоднородности, обусловленные как качеством самого раствора, так и технологией его нанесения. В результате в горизонтальном шве возникают участки с различной степенью уплотнения и разным водоотделением, обуславливающими различные физико-механические характеристики затвердевшего раствора на различных участках кладки. Эта неоднородность приводит к тому, что кладочный элемент (блок, кирпич, камень) при вертикальных нагрузках на кладку кроме сжатия испытывает еще и изгиб. В результате прочность кладки оказывается заметно ниже прочности составляющих ее материалов в отдельности [2]. Кладка из элементов с высокой точностью геометрических размеров с горизонтальными швами толщиной до 3 мм лишена этого недостатка.

Применение специализированных растворов, приготавливаемых, как правило, из сухих строительных смесей по ГОСТ 31357–2007 и дополнительным техническим требованиям, или полимерных клеев для каменной кладки, имеет дополнительным следствием сравнительно высокую адгезию материала кладочного шва к блокам. Необходимость обеспечить удобоукладываемость раствора на сильновпитывающих основаниях и его твердение в тонких слоях делает неизбежной модификацию раствора полимерными добавками.

Результаты исследований, закрепленные в разработанных ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко документах [3, 4], показали, что сопротивление сжатию кладок при толщине растворных швов не более 5 мм возрастает на 20–30% в сравнении с кладками с толщиной растворного шва 10–15 мм. Аналогичные результаты закреплены в нормативе [5] и подтверждены в работе [6].

Сопротивление кладок с тонкими растворными швами при остальных видах напряженного состояния пока не нашло отражения в отечественных нормативных и методических документах.

В то же время, сопротивление кладок растяжению и срезу по неперевязанному сечению характеризует их сопротивляемость сейсмическим воздействиям, является важным при оценке работы кладки, заполняющей ячейки в несущих каркасах зданий и в ряде других случаев.

Нормируемые характеристики каменной кладки

Нормируемые характеристики каменной кладки, используемые при проектировании, зафиксированы в СП 15.13330.2012 [7] и СП 14.13330.2011 [8]. К ним относятся:

- сопротивление сжатию (временное сопротивление и расчетные значения);
- сопротивление растяжению по неперевязанному сечению;
- сопротивление растяжению при изгибе по перевязанному и неперевязанному сечению;
- сопротивление срезу.

Практически все перечисленные характеристики кладки имеют соответствие в нормативном поле Евросоюза (EN 1996-1-1 (Eurocode 6)) [9].

Исключением является нормальное сцепление, которое нормируется в [7, 8], определяется по ГОСТ 24992 [10] и которое не упоминается в [9]. Для оценки адгезии между материалом шва и кладочными изделиями в [9] используется касательное сцепление, определяемое по методике EN 1052-3 [11].

Сопротивление каменной кладки сжатию зависит от прочности материала шва в тех случаях, когда используется раствор, укладываемый слоем стандартной (10–15 мм) толщины и не зависит от прочности раствора, укладываемого тонким слоем [4, 7, 9].

Материал шва влияет на сопротивление кладки срезу, растяжению при изгибе, осевому растяжению по неперевязанному сечению (все характеристики нормируются).

Требования к растворам для каменной кладки в части, влияющей на прочностные свойства каменного шва

Нормируемые характеристики растворов для кладки перечислены в ГОСТ 31357 [12] и EN 998-2 [13]. К свойствам затвердевших растворов, влияющим на прочность кладочного шва, относятся лишь некоторые из них. Это прочность при сжатии и прочность сцепления с основанием. При этом в ГОСТ 31357 приведена методика, выявляющая нормальную адгезию раствора к основанию из тяжелого бетона (с водопоглощением не более 6%), методика определения нормальной адгезии к ячеистому бетону в действующих нормативных документах обязательного применения отсутствует.

Современные исследования прочности нормального и касательного сцепления в кладке

Большой и подробный разбор современных исследований прочности сцепления в каменной кладке проведен в работах [2, 14, 15]. Помимо этого в работах [14, 15, 16] приведены результаты собственных исследований, проведенных в последние годы. В работе [17] проведен обзор исследований и показаны результаты собственных испытаний прочности сцепления полимерного клея с ячеистым бетоном. Подробно вопрос нормального сцепления цементных растворов с ячеистым бетоном проведен в работе [18], в которой предложена также методика определения прочности нормального сцепления испытанием на растяжение при изгибе двух половинок ячеистобетонной балки, соединенных кладочным раствором.

Общий вывод, который явным образом сделан в работе [18], состоит в том, что основным целевым требованием к растворам для тонкошовной кладки ячеистобетонных блоков является величина нормального сцепления, превышающая прочность бетона при растяжении. В этом случае прочность кладки при растяжении и срезе определяется уже не характеристиками кладочного раствора, а прочностью самого бетона.

Экспериментальная работа

Для проверки деформативности бетонов, их прочностных характеристик и выявления прочности образуемых ими кладочных швов были проведены испытания фрагментов кладок из ячеистых бетонов автоклавного твердения девяти пар «марка по средней плотности/класс по прочности при сжатии». Результаты определения характеристик бетона приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики исследованных ячеистых бетонов.
Кубиковая и призмная прочность, модуль упругости

№ п/п	Марка бетона по средней плотности	Класс бетона по прочности при сжатии	Кубиковая прочность, МПа	Призмная прочность, МПа	Модуль упругости, МПа
1	D300	B1,5	1,92	1,53	630
2	D400	B1,5	1,97	1,70	780
3	D300	B2,0	2,31	1,93	740
4	D400	B2,0	2,56	1,83	970
5	D400	B2,5	2,83	3,07	1310
6	D500	B2,5	3,86	3,43	1550
7	D500	B3,5	4,23	4,17	1930
8	D600	B3,5	5,31	4,57	1690
9	D600	B5,0	7,32	5,23	2430

Для определения прочности швов, образуемых цементными растворами для тонкошовной кладки и полимерными (полиуретановыми) клеями для кладки были испытаны образцы «двойки» на прочность нормального сцепления (схема и общий вид приведены на рис. 1) и образцы «тройки» на прочность касательного сцепления (схема и общий вид — на рис. 2.).

Всего были испытаны три вида раствора для тонкошовной кладки (замаркированы в эксперименте «А», «В», «С») и один пенополиуретановый клей («D»). Результаты определения нормального и касательного сцепления кладочных швов приведены в табл. 3 и 4.



Рис. 1. Схема испытания, общий вид испытательной установки и испытанный образец при определении нормального сцепления в кладочном шве

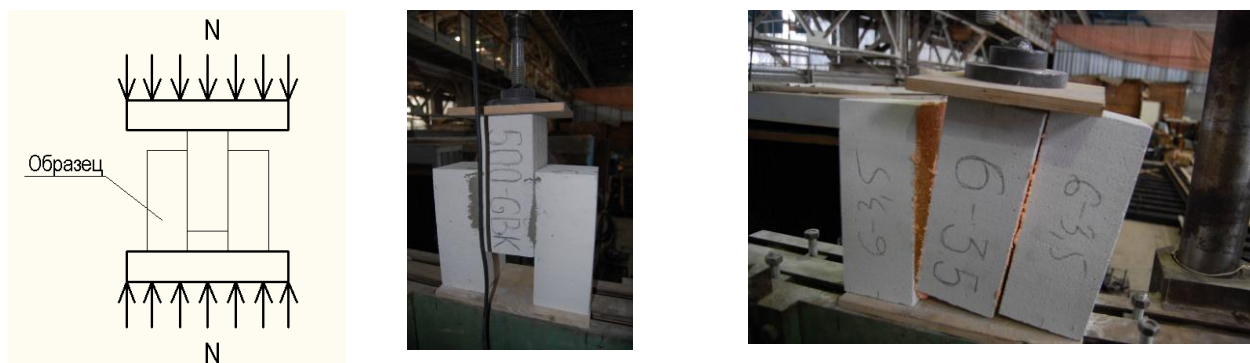


Рис. 2. Схема испытания, общий вид испытательной установки и испытанный образец при определении касательного сцепления в кладочном шве

Результаты испытаний на осевое растяжение приведены в табл. 2, на срез — в табл. 3.

Таблица 2

Результаты испытаний опытных образцов из ячеистобетонных блоков на осевое растяжение $R_{\text{от}}$, кПа

	Бесшовный образец в виде «8»	Раствор «А»	Раствор «В»	ППУ-клей
D300 B1.5	140	140	174	-
D300 B2.0	129	-	177	180
D400 B1.5	118	-	142	185
D400 B2.0	151	152	159	-
D400 B2.5	164	-	212	238
D500 B2.5	252	211*	263	-
D600 B3.5	311	-	192*	288
D500 B3.5	-	182*	102*	159
D600 B5.0	-	138*	154*	266

*разрушение образцов по растворному шву.

Таблица 3

Результаты испытаний опытных образцов из ячеистого бетона на срез R_{usq} , кПа

	Раствор «А»	Раствор «Б»	ППУ-клей
D300 B1.5	-	361	338
D300 B2.0	-	419	438
D400 B1.5	-	341	335
D400 B2.0	-	297	411
D400 B2.5	-	657	502
D500 B2.5	-	462	1095
D600 B3.5	-	552	528
D500 B3.5	183	184	-
D600 B5.0	181	231	-

Выводы

Анализируя полученные данные и сопоставляя их с результатами проведенных ранее исследований, а также с данными зарубежных исследований и экспериментов, мы приходим к следующим общим выводам.

1. Растворы и клеи, обладающие достаточной адгезией к ячеистому бетону, обеспечивают временное сопротивление растяжению на уровне 180 кПа уже при классе бетона по прочности B1,5 (табл. 4).

2. Показатель адгезии к бетону, установленный в качестве одной из основных характеристик затвердевшего раствора в ГОСТ 31357, не позволяет спрогнозировать нормальную адгезию в растворном шве ячеистобетонной кладки и нуждается в уточнении. Применительно к растворам для тонкошовной кладки блоков из ячеистого бетона, предназначенным для применения в сейсмических регионах строительства, следует ввести дополнительную нормируемую характеристику — показатель адгезии к ячеистому бетону^{1*}.

3. Прочность при растяжении и срезе клеевых швов, сформированных пенополиуретановым клеем, предназначенным для каменной кладки, стабильно высокая и превышает требуемые 180 кПа при классе по прочности B1,5.

Таблица 4

Достигнутые при испытаниях значения адгезии растворных и клеевых кладочных швов

№	вид бетона	осевое растяжение R_{ut} , кПа		срез, кПа	
		«В»	«D»	«В»	«D»
1	D300 B1,5	174	-	361	338
2	D400 B1,5	142	185	341	335
3	D300 B2	177	180	419	438
4	D400 B2	193	-	297	411
5	D400 B2,5	212	238	657	502
6	D500 B2,5	263	-	462	1095

ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ 31360–2007 Изделия стеновые неармированные из ячеистых бетонов автоклавного твердения. Технические условия
- С.Л. Галкин и др. Применение ячеистобетонных изделий. Теория и практика. Стринко. Минск. 2006. – 448 с.
- СНиП II-22–81 Каменные и армокаменные конструкции

¹ Данный вывод был учтен при разработке СТО СП ССС 52208230-001-2015 «Раствор для тонкошовной кладки автоклавных материалов (Клей для кладки). Технические требования».

4. Рекомендации по применению стеновых мелких блоков из ячеистых бетонов. ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. М. 1987.
5. СТО 501-52-01-2007 Применение ячеистых бетонов в несущих и ограждающих конструкциях жилых и общественных зданий в Российской Федерации. Часть 1. Ассоциация строителей России. М. 2008.
6. Гринфельд Г.И., Харченко А.П. Сравнительные испытания фрагментов кладки из автоклавного газобетона с различным исполнением кладочного шва // Жилищное строительство. 2013. № 11. С. 30-34.
7. СП 15.13330.2012 Каменные и армокаменные конструкции.
8. СП 14.13330.2011 Строительство в сейсмических районах.
9. EN 1996-1-1: 2005 Eurocode 6. Design of masonry structures. Part 1-1. General (Еврокод 6. Проектирование каменных конструкций. Часть 1-1. Общие положения)
10. ГОСТ 24992-81 Конструкции каменные. Метод определения прочности сцепления в каменной кладке
11. EN 1052-3:2002 Методы испытаний каменной кладки. Часть 3. Определение начальной прочности каменной кладки при сдвиге
12. ГОСТ 31357-2007 Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Общие технические условия
13. EN 998-2:2010 Растворы строительные для каменной кладки. Технические условия
14. Деркач В.Н. Прочность нормального сцепления цементных растворов в каменной кладке // Инженерно-строительный журнал. 2012. №7. С. 6-13.
15. Деркач В.Н. Прочность касательного сцепления цементных растворов в каменной кладке // Инженерно-строительный журнал. 2012. №3. С. 19-28.
16. Грановский А.В., Джамуев Б.К. Испытания стеновых конструкций из ячеистобетонных блоков на сейсмические воздействия / Современное производство автоклавного газобетона: сборник докладов науч.-практ. конференции. СПб, 16–18 ноября 2011 г. С. 104–108.
17. А.С. Горшков, Г.И. Гринфельд, В.Е. Мишин, Е.С. Никифоров, Н.И. Ватин Повышение теплотехнической однородности стен из ячеисто-бетонных изделий за счет использования в кладке полиуретанового клея // Строительные материалы. 2014. №5. С. 57-64.
18. Научно-технический отчет «Исследование физико-механических свойств материала Baunit Artoplast, предназначенного для тонкослойного оштукатуривания наружных стен на основе блоков из автоклавного газобетона». ГОУ ВПО Уфимский ГНТУ. Кафедра строительных конструкций.

РАСЧЕТНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ВЛАЖНОСТИ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА МАРОК D300, D400, D500, D600

П.П. ПАСТУШКОВ, канд. техн. наук, НИИСФ

В процессе эксплуатации зданий влажностное состояние материалов ограждающих конструкций изменяется в зависимости от конструктивных особенностей, свойств материалов, температурно-влажностных условий в помещениях, климатических условий района строительства. Влажностный режим определяет эксплуатационные свойства ограждающих конструкций здания. Он непосредственно влияет на теплозащитные свойства, коррозию металлических деталей, прочностные свойства, напряженно-деформированное состояние, долговечность и эстетику конструкций.

Расчеты влажностного режима позволяют решать различные задачи строительной теплофизики. Например, стационарная методика оценки влажностного режима из [1] позволяет проверить конструкцию по условиям недопустимости накопления влаги в ней за годовой

период эксплуатации и ограничения влаги за период с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха. Расчеты по нестационарным методикам позволяют давать не только качественные оценки влажностного состояния ограждающих конструкций, но и конкретные количественные результаты по влагосодержанию в слоях строительных материалов. Основным результатом расчетов влажностного режима ограждающих конструкций по нестационарным методикам является распределение влажности по толщине конструкции в любой момент времени после начала эксплуатации. Из этого результата можно получить ответы на частные задачи:

- возможность выпадения конденсата между слоями материалов или на внутренней поверхности стены;
- срок удаления строительной влаги из конструкции;
- подбор оптимального варианта отделки стены для сокращения данного срока либо же с целью защиты от увлажнения косыми дождями;
- значение эксплуатационной влажности строительных материалов.

На решение последней задачи для автоклавного газобетона марок D300, D400, D500, D600 в составе типовых ограждающих конструкций при различных климатических условиях строительства РФ нацелена комплексная работа, проводимая лабораторией «Строительная теплофизика» Научно-исследовательского института строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук (НИИСФ). Актуальность этой работы обуславливается теми фактами, что автоклавный газобетон в настоящее время является самым распространенным материалом в наружных ограждающих конструкциях зданий, а последние крупные исследования по данной тематике проводились для ячеистых бетонов, имевших другие тепловлажностные характеристики (т.к. с тех времен был практически полностью заменен парк оборудования для производства, изменились технологии и составы, из-за повышения норм к теплозащите более широкое применение получили марки пониженной плотности D300 и D400). Изложению некоторых результатов данной работы посвящена настоящая статья.

Эксплуатационная влажность – это равновесное влагосодержание материала в ограждении относительно воздействующих на него влажностных факторов внутренних и наружных сред. Влагосодержание в материале становится равновесным после прохождения стадий строительства и послепостроечной (влажности в первые годы эксплуатации) [2,3]. Срок выхода влажностного режима конструкции на квазистационарный (практически неизменяемый на временном интервале одних суток, однако периодически изменяемый в течение года) сильно зависит от начальной (технологической) влажности материала, состава конструкции и климатических условий строительства. Результаты натурных и численных исследований показывают, что для конструкций с применением газобетона этот срок равен от 1 до 3 лет [2-5].

Основным способом определения эксплуатационной влажности являются натурные исследования, т.к. по их результатам возможно установить распределение влажности для конкретной конструкции при конкретных условиях эксплуатации. Однако результаты натурных исследований даже для одного типа конструкций при одних и тех же эксплуатационных условиях могут иметь большой разброс [4]. Именно по статистическим данным большого количества натурных исследований, а так же по экспертным оценкам были назначены значения расчетной влажности в условиях эксплуатации А и Б из приложения С [1]. Данные значения переносятся в СНиП «Тепловая защита зданий» из редакции в редакцию лишь с небольшими изменениями и дополнениями, и для некоторых типов материалов их следует признать устаревшими. Это относится, например, к газобетону, где влажности в условиях эксплуатации А и Б приняты равными 8 и 12 %, соответственно (пп. 176-179 приложения С [1]). Однако, в настоящее время повторить всеобъемлющие натурные исследования, которые легли в основу таблицы расчетных теплотехнических показателей СНиП, не представляется возможным, т.к. государственное финансирование научно-исследовательской деятельности в строительстве фактически не ведется, а так же отсутствует постоянная взаимосвязь между предприятиями строительной отрасли и отраслевыми НИИ, что было налажено в советское время.

Поэтому, несмотря на то, что изредка натурные исследования все-таки проводятся, следует признать, что использование численных методов расчета влажного режима ограждающих конструкций сейчас является более перспективным [6]. Нестационарные методы

расчета влажностного режима известны с 30-х годов XX века [7], а в 1984 году в НИИ строительной физики было выпущено руководство по применению таких расчетов [8]. В последние два года силами НИИСФ проведена актуализация данного метода и выпущен новый стандарт [9].

Для проведения расчетов по математической модели, предложенной в [9], необходимы следующие исходные данные:

1) Характеристики граничных условий:

- температура наружного воздуха, переменная в течение года, принимаемая по [10];
- температура внутреннего воздуха, переменная либо постоянная в течение года, принимаемая в соответствии с условиями проектирования;
- относительная влажность наружного воздуха, переменная в течение года, принимаемая либо по [10];
- относительная влажность внутреннего воздуха, переменная либо постоянная в течение года, принимаемая в соответствии с условиями проектирования;
- коэффициенты теплоотдачи внутренней и наружной поверхности, переменные либо постоянные в течение года, вычисляемые для условий решаемой задачи, либо принимаемые по [1].

Числовые значения этих величин необходимо иметь на начало каждого месяца, изменение их в течение месяца принять линейным.

2) Характеристики материалов конструкции.

В таблице 1 приведен необходимый для расчетов по предложенной математической модели ряд свойств материалов и методы их измерения

Таблица 1

Необходимые характеристики материалов

Наименование характеристики материала	Обозначение	Значения в таблицах	Метод определения
Плотность	ρ	СНиП 23-02-2003	ГОСТ 12730.1-78
Удельная теплоемкость	c	СНиП 23-02-2003	ГОСТ 23250-78
Теплопроводность	λ	СНиП 23-02-2003	ГОСТ 7076-99
Изотерма сорбции	$\varphi(w)$		ГОСТ 24816-81
Коэффициент паропроницаемости	μ	СНиП 23-02-2003	ГОСТ 25898-2012
Коэффициент капиллярного всасывания	K		Приложение А ¹
Коэффициент статической влажностной проводимости	β		Приложение Б
Коэффициент динамической влажностной проводимости	$\beta_{\text{дин}}$		Приложение В

3) Характеристики конструкции:

- толщина и порядок расположения однородных слоев в конструкции;
- места расположения пароизоляционных слоев и величина их сопротивления паропроницаемости;
- начальная (технологическая) влажность материалов конструкции.

Т.к., табличные данные тепловлажностных характеристик из [1] для газобетона устарели, то был проведен ряд экспериментальных исследований. Наиболее значимыми следует признать полученные результаты исследований паропроницаемости и сорбции водяного пара, т.к. впервые за последние годы силами одной испытательной лаборатории по проверенным методикам ГОСТ и на специальном оборудовании были одновременно испытаны все основные марки автоклавного газобетона современного производства. Так же впервые для образцов современного газобетона были апробированы методики и получены результаты исследований капиллярного всасывания и влажностной проводимости.

Осредненные результаты экспериментальных исследований сорбции водяного пара образцами газобетона представлены в табл. 2, изотермы сорбции представлены на рис. 1.

¹ Здесь и ниже указаны приложения [9]

Таблица 2

Результаты исследований сорбции образцами газобетона

Марка газобетона	Сорбционная влажность, %, по массе, при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха, %				
	40	60	80	90	97
D300	0,102	0,36	1,9	3,15	6,3
D400	0,063	0,22	1,32	2,48	4,54
D500	0,036	0,16	1,23	2,19	4,25
D600	0,021	0,083	1,1	2,08	4,00

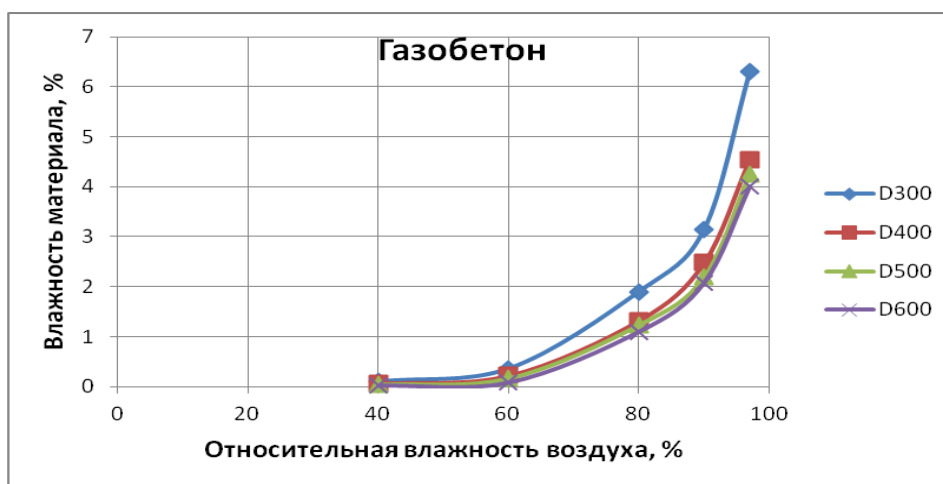


Рис. 1. Изотермы сорбции образцов газобетона

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

Осредненные результаты определения сопротивления паропрооницанию и расчетов коэффициента паропрооницаемости основных марок газобетона представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты исследований паропрооницаемости газобетона

Марка газобетона	Средняя плотность образцов, ρ , кг/м ³	Сопротивление паропрооницанию, R , м ² ·ч·Па/мг	Паропрооницаемость, μ , мг/(м·ч·Па)
D300	330	0,198	0,126
D400	410	0,215	0,120
D500	504	0,240	0,105
D600	634	0,268	0,095

Вывод по данным исследованиям заключается в том, что чем выше плотность газобетона, тем больше сопротивление паропрооницанию и, соответственно, ниже коэффициент паропрооницаемости.

Были проведены пробные расчеты нестационарного влажностного режима многослойных ограждающих конструкций с использованием основных типов эффективных утеплителей в климатических условиях различных городов строительства. Исследованы стены из газобетона марки D500 с фасадной системой со скрепленной теплоизоляцией (СФТК) с наружным тонким штукатурным слоем. При расчетах принималось, что температура и влажность в помещении остаются постоянными в течение года и равны: $+20^\circ\text{C}$ и 55 %, соответственно. Температура и относительная влажность воздуха снаружи изменяется, в табл. 4 и 5 представлены данные из [10], рассчитанные на начало месяца.

Таблица 4

Температуры на начало месяца

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Москва	-8,75	-9,7	-6,75	0,05	8,15	13,95	17,05	17,2	13,5	7,5	1,2	-4,6
Санкт-Петербург	-6,4	-7,8	-5,85	-0,4	6,45	12,4	16,4	16,9	13,45	7,9	2,3	-2,65
Владивосток	-11,15	-11,45	-6,1	1,2	7,35	11,85	16,15	19,75	18,9	13,25	4,7	-4,75
Краснодар	-0,25	-1,1	1,85	7,8	14,15	18,85	22	23	20,15	14,5	8,5	3,35
Екатеринбург	-14,3	-14,55	-10,25	-2,1	6,35	12,55	16,15	16,05	12,05	5,2	-2,8	-9,95
Новосибирск	-17,65	-18,05	-13,7	-4,3	5,9	13,5	17,85	17,4	12,95	6	-3,65	-12,85

Таблица 5

Относительная влажность воздуха на начало месяца

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Москва	84,5	82,5	79,5	72	62	58,5	61	65,5	70,5	75,5	80	83,5
Санкт-Петербург	87	85	81	75,5	69,5	67	69,5	74	79	82,5	85,5	87,5
Владивосток	63,5	64	65,5	68	73	82,5	90	90	83	73	65	62,5
Краснодар	84,5	83,5	79,5	72,5	67,5	66,5	65	63,5	65,5	72	79	83
Екатеринбург	80,5	78	73,5	67,5	61	59	64	70	73,5	76	78	80
Новосибирск	81	79	78	74	64,5	62,5	69	74	76	76,5	79,5	82

На рис. 2–4 представлены графики распределения влажности по толщине конструкций в различных городах строительства, полученные в результате численных расчетов по разработанной программе. Результаты приведены на начало февраля и начало августа, соответственно, после 3-х лет эксплуатации здания. Месяцы выбраны из условия наибольшего и наименьшего влагонакопления внутри конструкции.

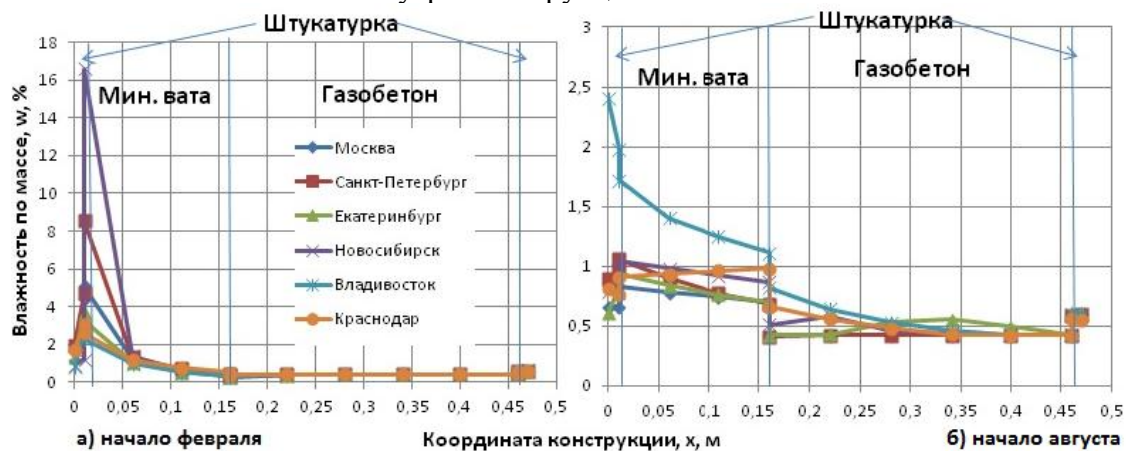


Рис. 2. Распределение влажности внутри конструкции с минеральной ватой

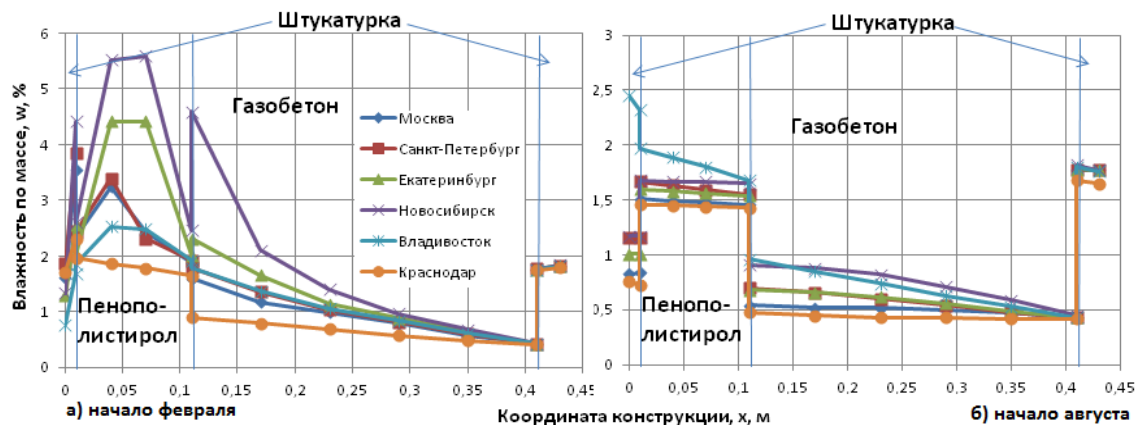


Рис. 3. Распределение влажности внутри конструкции с пенополистиролом

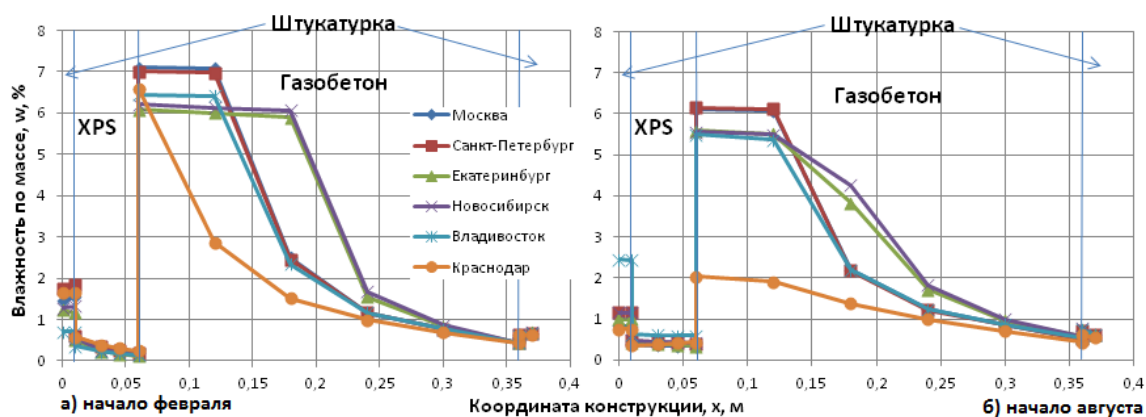


Рис. 4. Распределение влажности внутри конструкции с экструдированным пенополистиролом

Подобным образом будут проведены дальнейшие расчеты влажностного режима основных типов ограждающих конструкций с применением автоклавного газобетона D300, D400, D500, D600 при различных климатических условиях строительства РФ. По результатам данных расчетов будет определена эксплуатационная влажность для каждой марки газобетона в соответствующей конструкции для заданных условий эксплуатации. Эти результаты будут представлять, как отдельный интерес, так и будут использованы для расчетов эффективной теплопроводности кладок из газобетонных блоков.

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 50.13330.2012. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий».
2. Гаевой А.Ф. Качура Г.А. Качество и долговечность ограждающих конструкций из ячеистого бетона. Харьков: Вища школа, 1978. 224с.
3. Гринфельд, Г.И. Куптараева П.Д. Кладка из автоклавного газобетона с наружным утеплением. Особенности влажностного режима в начальный период эксплуатации // Инженерно-технический журнал. 2011. №8. С.41–50.
4. Васильев Б.Ф. Натурные исследования температурно-влажностного режима жилых зданий. М.: Гос. изд-во литературы по строительству и архитектуре, 1957. 214 с.
5. Силаенков Е.С. Долговечность изделий из ячеистых бетонов. М.: Стройиздат, 1986. 176 с.
6. Пастушков П.П. Влияние влажностного режима ограждающих конструкций с наружными штукатурными слоями на энергоэффективность теплоизоляционных материалов. Автореф. дисс. к.т.н., М., НИИСФ, 2013.
7. Фокин К.Ф. Расчет последовательного увлажнения материалов в наружных ограждениях. В кн.: Вопросы строительной физики в проектировании. М.-Л.: Стройиздат. 1941. С. 2-18.
8. Руководство по расчету влажностного режима ограждающих конструкций зданий. М.: Стройиздат. 1984. 168с.
9. ГОСТ 32494-2013. Межгосударственный стандарт «Здания и сооружения. Метод математического моделирования температурно-влажностного режима ограждающих конструкций».
10. СП 131.13330.2012. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* «Строительная климатология».

РЕКЛАМНЫЙ РАЗДЕЛ

ЭФФЕКТИВНЫЕ И ЭКОНОМИЧНЫЕ СИСТЕМЫ ГРУППОВОЙ УПАКОВКИ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА



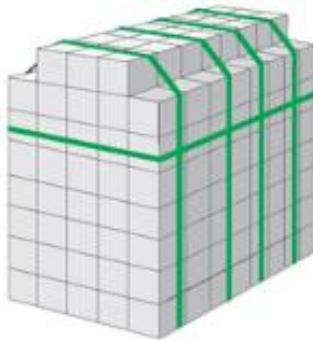
«Роксор Индастри» — надежный поставщик с многолетним опытом работы в сфере транспортной упаковки, предлагает широкий спектр экономически эффективных решений: от проектирования и сервиса поставляемого оборудования до расходных материалов. Наши проекты по автоматизации внедрены на различных российских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

«Роксор Индастри» может предложить полный спектр упаковочных решений для паллет:
— Палетирование газобетонных блоков. Паллетайзеры Goldpack (Словения);
— Системные решения Страпекс/Оргапак (Швейцария) для создания новых линий или интеграции в существующую линию:

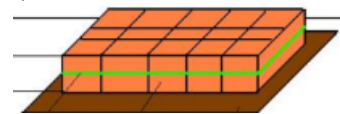
Вертикальная обвязка,



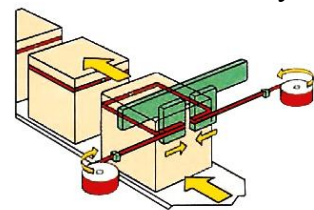
Горизонтальная обвязка,



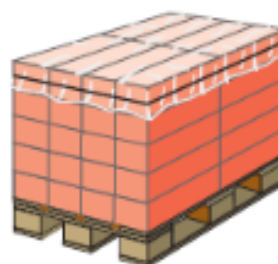
обвязка по технологии Endsealer, основанной на принципе «спайки концов ленты» («торцевой запайки ленты»).



Технология позволяет производить обандероливание, нанесение логотипа и этикетки на ленту.



— Защита от влияния окружающей среды накрытием сверху или обмоткой;

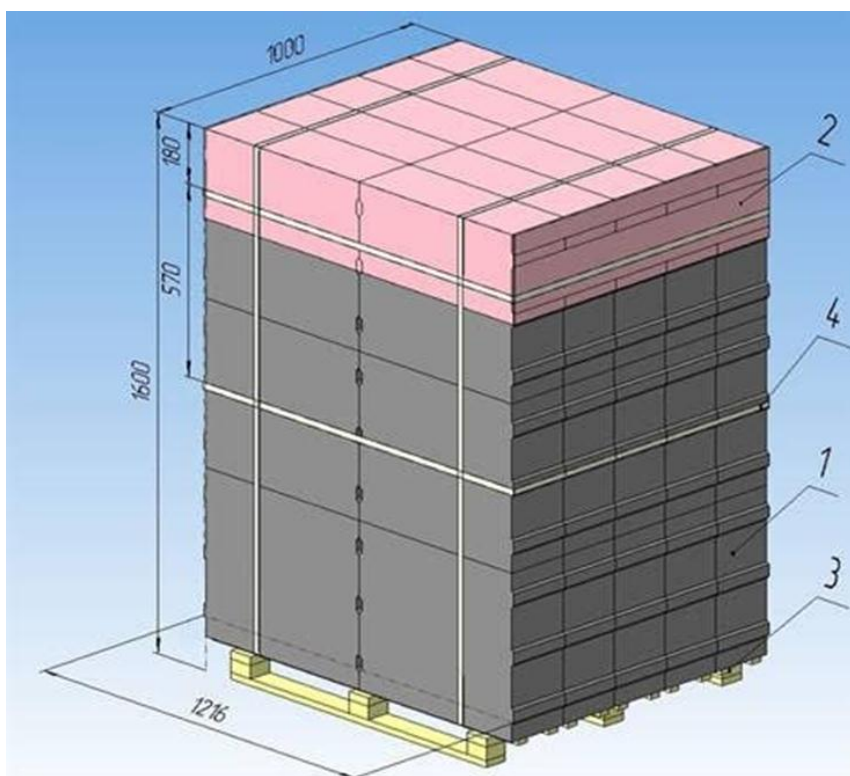
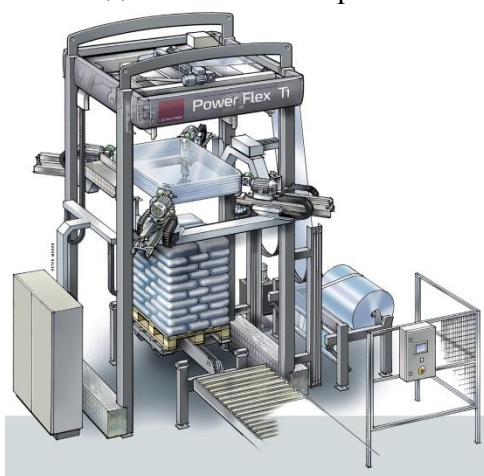


— Упаковка паллет в стретч-пленку (в т.ч. с логотипом) на машинах Haloila серии OSTOPUS (Финляндия).



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

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



Рекомендуемый вариант обвязки газобетонных блоков

Анализ стоимости упаковки паллет по различным технологиям.

Ниже приведена стоимость упаковки паллет по различным технологиям, рассчитанная для габаритов паллеты 1200x800x760мм.

Стоимость паллеты шринк-худ – 112 руб.

Стоимость паллеты стретч-худ – 88 руб.

Стоимость паллеты 4в+2г обвязок – 56 руб.

Стоимость паллеты 14 витков 2 слоя машинный стретч 23и – 30 руб.

Стретч + обвязка – 71 руб.

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

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



ЗАО «Роксор Индастри» ИНН 7801139889 КПП 780101001

Малый пр. В.О 30-32 199178 Санкт-Петербург Россия

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

e-mail: info@roxor.ru www.roxorindustry.ru

*Центр по разработке
и внедрению
специализированных
газообразователей*

+7 (343) 373-45-20, 373-45-21

www.nsktek.ru, nsk@nsktek.ru

**СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ АЛЮМИНИЕВЫЕ ГАЗООБРАЗОВАТЕЛИ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА**

марок

«ГАЗОБЕТО®»

- разработаны специально для производства газобетона
- дифференцированы по маркам в зависимости от требуемой плотности:

Газобетолайт, Газобетопласт, Газобето+500 - для 500-700 кг/м³

Газобетолюкс, ГазобетоПЛЮС, Газобето+400 - для 350-450 кг/м³

- отличаются пониженным пылением
- не требуют обработки ПАВ
- характеризуются высокой степенью стабильности по содержанию активного Al и кинетике газовыделения
- срок годности - 12 месяцев

Группа компаний. Основана в 1999 году



СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ГАЗООБРАЗОВАТЕЛИ МАРОК ГАЗОБЕТО

С.Б. ПРОХОРОВ, ГК «НСК»

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

Несмотря на то, что история производства газобетона в России давно перешагнула полувековой рубеж, специализированные газообразователи (продукты, строго ориентированные на выпуск АГБ) стали использоваться в производстве только с появлением первых заводов, оснащённых современным (как правило, немецким) оборудованием. До этого в распоряжении технологов предприятий в качестве газообразующей добавки были алюминиевые пудры ПАП-1 и ПАП-2, что существенно ограничивало поиск оптимальных составов ячеистобетонной смеси, режимов заливки и формования. В 2003-2005 годах в составе сырьевых компонентов вместо традиционных алюминиевых пудр ПАП стали появляться алюминиевые пасты для газобетона. Это дало производителям возможность, хорошо зная особенности основных сырьевых компонентов (цемента, извести, песка или золы), оптимизировать процесс газообразования и влиять на качественные показатели массива-сырца путём поиска соответствующего газообразователя. В течение короткого времени, не только вновь вводимые в строй предприятия, но и предприятия с оборудованием, установленным в советское время, стали использовать в составе ячеистобетонной смеси специализированные газообразователи (СГО). На протяжении пяти лет с 2007 по 2012 годы ростспроса на СГО более чем вдвое опережал рост производства газобетона[1]. Рынок специализированных газообразователей, начиная с 2005 года, неуклонно растёт и сегодня их доля в общем объёме потребления составляет не менее 60% (Рис.1).

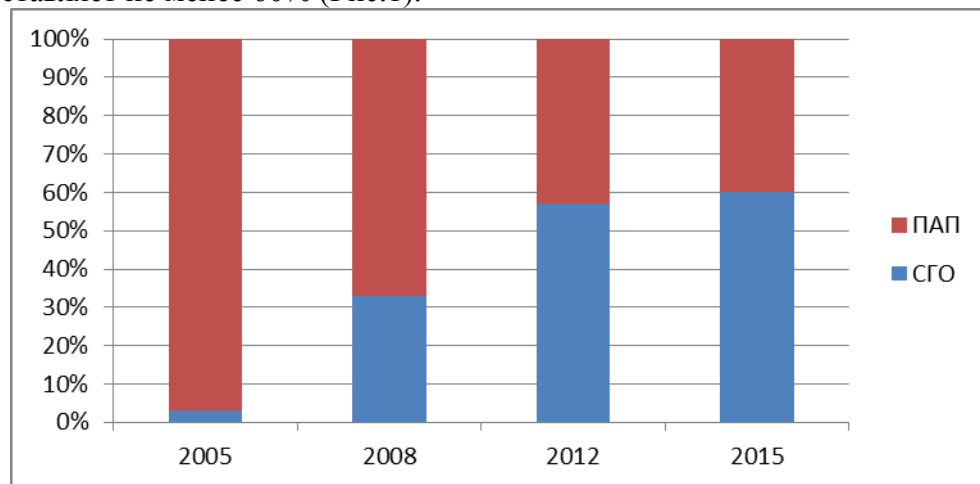


Рис. 1. Применение СГО в производстве газобетона

К наиболее известным специализированным газообразователям отечественного производства относятся марки «Газобето», разработанные и выпускаемые предприятием НСК-ТЕК. Данные продукты имеют **пониженное пыление** при пересыпании, что **исключает вероятность воспламенения или взрыва** в зоне приготовления суспензии. Следует отметить **высокую активность** «Газобето», что в свою очередь значительно (на 25-30% по сравнению с зарубежными аналогами) **сокращает расход** газообразователя. В сертификат качества «Газобето» включены необходимые для заводских технологов характеристики: кинетика газовыделения, содержание активного алюминия, смачиваемость. Периодически контролируются такие важные показатели, как удельная поверхность и гранулометрический состав газообразователя. На основании этих показателей формируются статистические

таблицы, которые используются для оценки стабильности их свойств. По совокупности технических характеристик продукты «Газобето» являются наиболее адаптивными к особенностям отечественных сырьевых компонентов, и это подтверждено конкретными практическими результатами. Уникальность линейки заключается в их специализации. Они дифференцированы по маркам, в зависимости от требуемой плотности готовой продукции (D400-700) и изготовлены для производителей газобетона с учетом основных требований к газообразователям. Например, как только на рынке наметился рост выпуска плотности D400, наше предприятие оперативно отреагировало на это, выпустив торговые марки «Газобетолукс» и «Газобето+400». В 2012-2013 годах по инициативе ПСО «ТЕПЛИТ» мы провели НИОКР по выпуску газообразователя для плотности D300. В результате этой работы было получено положительное заключение завода на газообразователь для плотности D350 и ведётся дальнейшая работа в этом направлении. Предлагаемая нами линейка продуктов позволяет максимально точно соответствовать потребностям практически любого производителя АГБ. Следует отметить, что и производители неавтоклавного газобетона активно используют наши марки, и сегодня их доля в общем объёме отгрузок составляет более 10%.

Имея опыт работы в кризисные для экономики страны периоды (2008-2009 и 2014-2015), мы наблюдаем в это время частичный возврат к использованию ПАП в производстве АГБ. Однако, как подтверждает практика, экономия на газообразователе не оправдывает ожиданий. На фоне существующих у ПАП недостатков, главными из которых являются высокое пыление и гидрофобность (необходимость введения дополнительных мер безопасности и применения ПАВ), основное, на что необходимо обратить внимание в первую очередь – это отсутствие паспортных показателей содержания активного алюминия и кинетики газовыделения, что оборачивается серьёзными рисками для производства. Также, необходимо отметить, что в эти периоды резко возрастает предложение «серых» ПАП, использование которых при производстве газобетона недопустимо. В сложный период 2008-2009 годов нами были разработаны и сегодня пользуются заслуженной популярностью бюджетные продукты – «Газобето+500», «Газобето+400». В 2014 году выпущен обновлённый продукт – «Газобетопласт», а сейчас готовится к выпуску совершенно новый – «ГазобетоПЛЮС». Эти газообразователи оптимизированы с учётом стремления заводов сократить издержки обращения и снизить себестоимость без ущерба для качества выпускаемой продукции. Мы уверены, что уже в недалёкой перспективе наши новые разработки найдут свою нишу в производстве газобетона.

В течение десяти (2005-2015) лет группа компаний НСК разработала, профинансировала и успешно реализовала отраслевую программу «Российские алюминиевые газообразователи» [2]. Опыт европейских производителей газобетона и требования технологов передовых отечественных предприятий легли в основу multifunctionального проекта по разработке, производству и продвижению отечественных газообразователей в России и странах СНГ. Практика промышленного применения продуктов, разработанных нашим предприятием, показала их высокую эффективность. В 2008 году ГК НСК уже занимала более 20% российского рынка, к 2013 году треть всего газобетона в России и 70% в Казахстане выпускалось с использованием газообразователей марок «Газобето», а в год завершения программы сбыт в натуральном выражении составляет более 2000 тонн отгруженной продукции. Важнейшим итогом стало ещё и то, что сегодня газообразователи марок «Газобето» по праву заняли достойное место среди известных европейских марок, таких как – ESKART, Schlenk, Benda-Lutz – что особенно важно в условиях проводимой правительством РФ политики импортозамещения.

Несмотря на завершение программы по созданию и внедрению отечественных газообразователей марок «Газобето», ГК НСК продолжает работу над фракционным составом, улучшением физико-химических свойств и повышением эксплуатационной стабильности продукции. В настоящее время мы сосредоточили свои силы на аттестации и запуске в серийное производство автоматического прибора по измерению массовой доли активного

алюминия и кинетики выделения водорода. Прибор разработан для проведения контроля входящего сырья и интеграции новых газообразователей в используемые рецептуры ячеистобетонных смесей.

За истекшее десятилетие рынок газообразователей качественно изменился - произошло его чёткое оформление и структурирование. Без преувеличения, наша компания сыграла в этом процессе решающую роль. Сейчас на рынке сложилось достаточно устойчивое равновесие, как по производителям, так и по торговым маркам, которые они представляют (Рис. 2). Конечно, с учётом современной специфики производства ячеистых бетонов автоклавного твердения, изменения на рынке СГО будут продолжаться, но это будет происходить плавно, на фоне повышения требований производителей АГБ к качеству, безопасности, экологичности и экономичности используемого сырья.

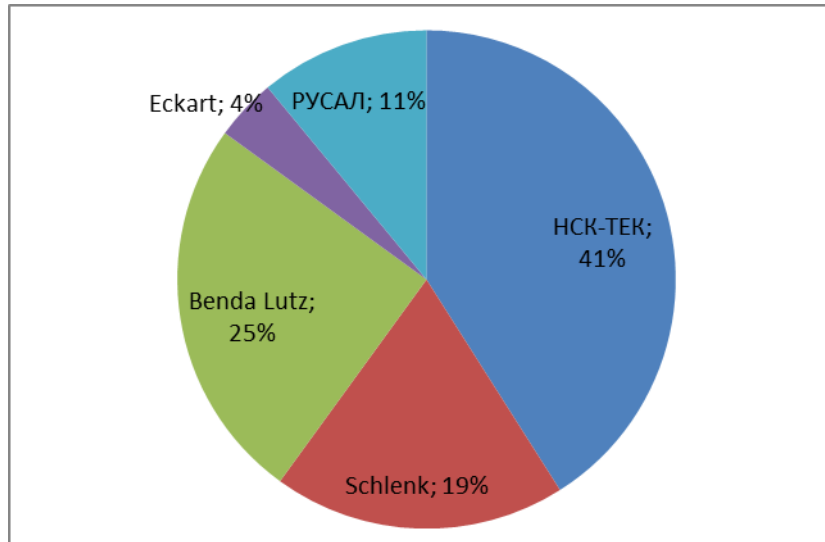


Рис. 2. Основные производители и их доля на рынке СГО РФ

Подводя итог нашей многолетней работы нужно обязательно сказать, что наш результат – это в первую очередь заслуга науки и производства, наших коллег – ученых, инженеров и технологов, которые совместно с нами провели сложную работу, нацеленную на внедрение в серийное производство российских специализированных газообразователей «Газобето».

ЛИТЕРАТУРА

1. Левченко В.Н., Гринфельд Г.И. Производство автоклавного газобетона в России. История, современность, перспективы. // Материалы научно-практической конференции «Современное производство АГБ», Санкт-Петербург, ноябрь 2011.
2. Прохоров С.Б. Перспективы использования алюминиевых порошков в стройиндустрии // Материалы Международной научно-практической конференции «Перспективы производства и применения продукции глубокой переработки алюминия», Каменск-Уральский, октябрь 2005.

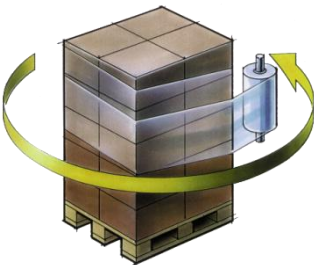
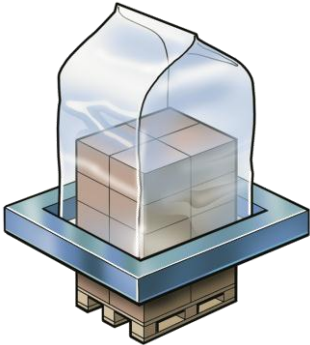
КАЧЕСТВЕННАЯ УПАКОВКА – ЗАЛОГ УСПЕХА ВАШЕГО БИЗНЕСА

А.Н. КОВАЛЕВ, ООО «Смарт Пак»

В последние годы в упаковке любой паллетированной продукции наметилась очевидная тенденция перехода к технологии стречхуд. Этому, несомненно, способствуют несколько факторов: качественное и современное полностью автоматизированное оборудование, надежная и технологичная упаковка, простота и удобство обслуживания оборудования, эффективный сервис и невысокая стоимость запчастей, и, **самое главное, снижение доли упаковки в себестоимости продукции.** В таблице 1 приведены некоторые качественные показатели различных технологий упаковки для сравнения:

Таблица 1

Сравнительная оценка различных видов упаковки

Наименование	Стречхуд	Обмотка стрейч пленкой	Термоусадка
Схематическое изображение упаковки			
Производительность, уп/час	≤ 250	≤100	≤100
Характеристика используемой пленки	Перфорированная/с полиграфией/цветная. Подбирается в соответствии с типом продукции.	Прозрачная. Толщина неизменна.	Перфорированная/с полиграфией/цветная. Подбирается в соответствии с типом продукции.
Качество упаковки	Улучшенная стабильность товара на паллете. Отсутствие деформаций.	Увеличенный расход пленки для улучшения качества упаковки. Риск деформации товара.	Улучшенная стабильность товара на паллете. Отсутствие деформаций.
Защитные свойства упаковки	Влаго- и пылезащищенная упаковка	Риск раздувания пленки при транспортировке	Влаго- и пылезащищенная упаковка
Показатели прозрачности	Прозрачная упаковка в один слой. Читаемый штрих-код через пленку	Несколько слоев пленки непрозрачны	Прозрачная упаковка в один слой. Читаемый штрих-код через пленку
Возможность стеллажного хранения	Автоматическое стеллажное хранение. Пленка не слипается.	Пленка слипается. Из-за непрозрачности риск пересортицы.	Автоматическое стеллажное хранение. Пленка не слипается.
Расход пленки	Равномерно без перерасхода	Многократная замена рулонов с пленкой. Часто перерасход пленки – нет равномерности	Равномерно без перерасхода
Применимость для различных размеров паллет	Да	Увеличение расхода при увеличении веса, габаритов.	Нет

Из таблицы 1 следует, что среди технологий сплошной укрывной упаковки, наиболее оптимальной технологией является стречхуд. Это видно из показателей сохранности готового упакованного продукта, с точки зрения энергозатрат и потребительских качеств упаковки.

Основное направление деятельности компании Лакхенмаер – изготовление упаковочного оборудования. За более чем 25-летнюю историю создания и развития технологии стречхуд упаковки компания приобрела колоссальный опыт, позволяющий выпускать высококлассное оборудование и занимать неизменно лидирующую позицию среди других производителей упаковочных и транспортных линий. Лакхенмаер постоянно занимается разработкой новых решений и модификаций, ориентированных прежде всего, на индивидуальные требования заказчиков и условия будущей эксплуатации.

На сегодняшний день компанией Лакхенмаер реализовано более 1000 проектов по всему миру. Универсальность стречхуд технологии позволяет применять ее во множестве отраслей для упаковки различных видов паллетизированной продукции: строительные блоки и кирпичи, сухие смеси и иные сыпучие материалы в мешках, пищевая продукция, изоляционные материалы, гофротара и многое другое. Доля компании Лакхенмаер на мировом рынке упаковочного оборудования составляет примерно 30%.

В таблице 2 приведены некоторые сравнительные характеристики двух самых распространенных типов упаковочных автоматов, выпускаемые Лакхенмаер.

Таблица 2

Основные показатели Multi Flex 1 и Power Flex T1

Наименование	Мульти Флекс1	Пауэр Флекс T1
Изображение		
Количество пленок	До трех типоразмеров пленок с автоматической сменой	Одна пленка с автоматической сменой
Производительность	макс. 250 п/ч, 2000 мм паллет	макс 100 п/ч, 2000 мм паллет
Толщина пленки	толщина пленки макс. 160 мкм, для паллет > 2000мм	макс. 120 мкм, для паллет > 2000мм

Более детальное описание упаковочного оборудования представлено на сайте компании: www.lachenmeier.com

В условиях сегодняшнего экономического спада для любого производителя в т.ч. и газобетона, особенно актуальным становится вопрос снижения затрат на изготовление продукции и максимально эффективного использования энергоресурсов и сырья. В этой связи хотелось бы подробнее остановиться на том, как можно сэкономить, обратившись в нашу компанию.

1. В нашей компании внедрена и успешно работает система трейд-ин: по желанию клиента мы можем предложить б/у оборудование, прошедшее сервисное обслуживание и замену некоторых агрегатов, со значительной скидкой. Оборудование полностью проверено и находится на гарантии. **Это позволит приобрести качественное оборудование и сэкономить на основных кап. затратах.**
2. Исходя из требований, обуславливаемых спецификой и видом готового продукта, условий эксплуатации, требованиями к сохранности продукции и маркетинга наша компания подберет наиболее оптимальную упаковочную пленку для конкретных условий (толщина, перфорация, любой принт: логотип, данные производителя, штрих-код и т.п.). Безусловно, качество упакованного товара напрямую зависит от исходного качества упаковочной пленки, и, всегда качественная упаковка – это результат совместной работы системы автомат-пленка. Мы много лет напрямую сотрудничаем с ведущими европейскими производителями стрейч пленки. **Это позволяет нашим клиентам получать стабильно высокое качество индивидуально выбранной упаковочной пленки без доп. затрат, а также снижает риски простоев из-за поломок, перерасхода по запчастям и расходникам.**
3. Наша компания имеет развитую сервисную сеть и оперативный склад запасных частей и расходных материалов. Обратившись в нашу компанию, заказчик получает не только гарантийно обслуживаемое оборудование, а в случае необходимости, сроки поставки запасных частей существенно сокращаются. **Это позволяет снизить риски непредвиденных отказов и остановок, и как следствие сводит к минимуму упущенную прибыль по причине простоя всей технологической цепочки.**
4. Немаловажным фактором стабильной и безотказной работы любого оборудования является его правильная эксплуатация. Современное оборудование, выпускаемое фирмой Лахенмаер, конечно же имеет защитные блокировки и программные настройки для безопасной работы. Однако, как показывает практика, зачастую недостаточная квалификация обслуживающего персонала и вообще, человеческий фактор, становятся причиной сбоев в работе и/или поломки упаковочной линии. Помимо прочего, наша компания проводит обучение персонала заказчика работе на упаковочной линии, порядок проведения регламентных и плановых работ по обслуживанию. **Это позволит свести к минимуму возможность простоев из-за некачественного обслуживания и ремонта.**

В реалиях сегодняшнего дня, в наметившемся тренде по импортозамещению, хочется отметить, что в технологии стречхуд это не реализовано ввиду объективных обстоятельств: отсутствие отечественного производителя упаковочного оборудования и упаковочных материалов должного уровня качества.

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЙ ГАЗОБЕТОН

А.С. КОЛОМАЦКИЙ, доктор техн. наук, А.В. СВИНАРЕВ, ООО «Экостройматериалы»

В современных условиях развития строительного комплекса возрастают требования к проектированию, качеству возведения и эксплуатационным характеристикам зданий и сооружений в части энергоэффективности и энергосбережения. Приходит понимание того, что практически сто процентов рынка строительной теплоизоляции представлено двумя материалами с более, чем спорными характеристиками: минеральной ватой и пенопластами. Не останавливаясь на недостатках указанных материалов следует отметить, что оба этих теплоизоляционных материала как минимум имеют сомнительную долговечность и, как максимум, небезопасны при эксплуатации.

Почва для появления в России промышленного производства новых теплоизоляционных материалов подготовлена достаточным образом. Наиболее перспективной альтернативой существующей монополии минеральных ват и пенопластов безусловно являются ячеистые бетоны. Они не горючи, долговечны и экологичны. Эти и другие достоинства теплоизоляционного ячеистого бетона давно известны. Поиски рыночного решения теплозащиты зданий подталкивают большинство производителей изделий из автоклавного ячеистого бетона к снижению средней плотности выпускаемого материала, чтобы на равных конкурировать с высокоэффективными, в смысле теплозащиты, минеральными ватами и пенопластами.

Производство ячеистых бетонов с D300 и ниже, особенно менее D150, характеризуется малой материалоемкостью и потому высокорентабельно. Технология теплоизоляционного газобетона имеет кроме того высокую долю интеллектуального продукта, при освоении промышленного выпуска такого материала. Экономическая эффективность данной технологии, как бизнес-процесса, безусловна и не может ни привлекать пристального внимания.

Становление на рынке продукции из теплоизоляционного ячеистого бетона, как это было и для стеновых изделий в виде точных по размерам блоков из автоклавного газобетона, производимых на современных заводах, пройдет в три этапа. Первый этап – появление промышленных производств ячеистобетонных теплоизоляционных изделий современного уровня. Второй – создание национальной нормативной базы. Третий этап – «привыкание» всех потребителей к изменившейся ситуации в строительном комплексе.

Основной характеристикой теплоизоляционного ячеистого бетона является величина его средней плотности. Целесообразно в нормативах установить шесть марок по средней плотности от D200 до D75 с интервалом в 25 единиц. Другие характеристики изделий, в том числе и коэффициент теплопроводности, являются производными от марки по средней плотности.

Для теплоизоляционных изделий принципиальны представления о прочности. У минераловатных и пенопластовых изделий прочности нет, потому, что по определению ее и не может быть. За прочность у таких изделий декларативно выдается нагрузка при деформации. Ячеистобетонная теплоизоляция будет иметь прочность на уровне 0,2-1,0 МПа. Наличие прочности, как ни парадоксально, предопределяет повышенное внимание к сохранности изделий при транспортировке.

В России сегодня нет заводов, которые производят в промышленных объемах теплоизоляционный ячеистый бетон. Малым инновационным заводом теплоизоляционного газобетона с плотностью D150 может стать проект «Газобетон 46».

Проектная мощность завода АЕР-100 составляет 100 м³ изделий в сутки при полной автоматизации производства. Технологией предусмотрена возможность изготовления теплоизоляционных плит с D150, а также конструкционно-теплоизоляционных блоков с маркой D500 и D600. Компонировочная схема завода представлена на рисунке 1.

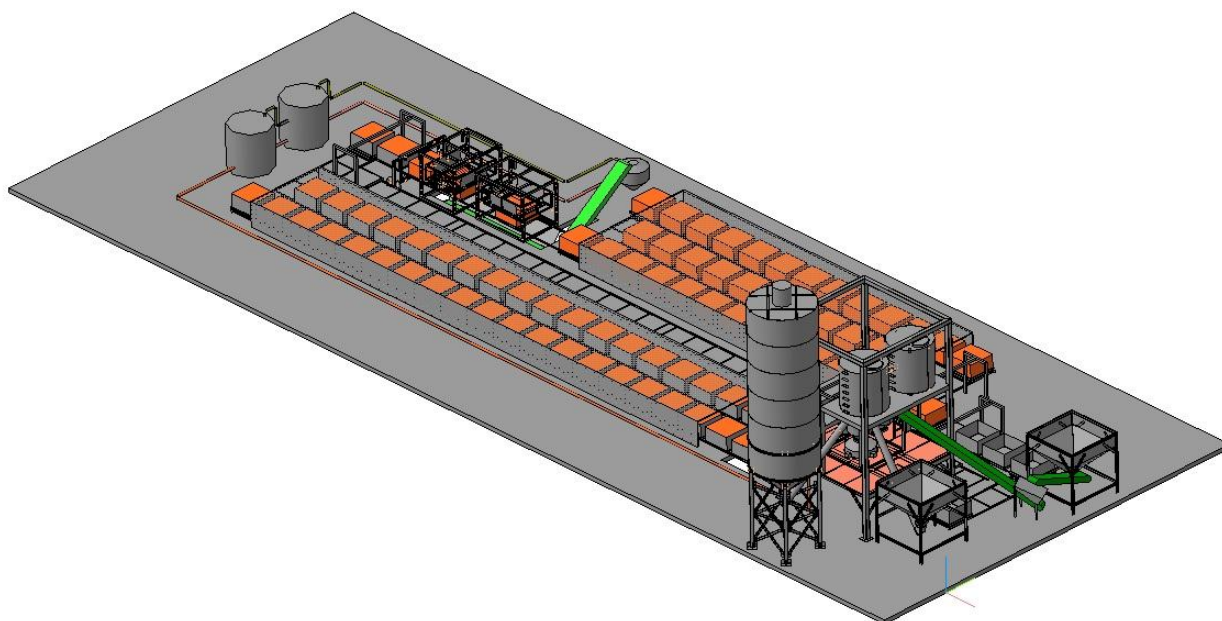


Рис. 1. Компоновочная схема завода AER-100

Традиционная технология приготовления газобетонной смеси в проекте завода дополнена участком добавок. Приготовленная в автоматическом режиме смесь подается в форму. Форма со смесью перемещается на пост ударных площадок, где за счет газовыделения формируется пористая структура материала.

Энергоэффективное предварительное твердение смеси протекает при перемещении форм в щелевую камеру, имеющую четырехпозиционное регулирование температуры. Исключение температурных градиентов в теле пористого материала за счет управления температурным полем позволяет сформировать оптимальную матрицу газобетонного массива.

Линия производительностью 100 м³ представляет собой трехветвевой автоматизированный конвейер. После набора матрицей установленной пластической прочности, форма из камеры предварительного твердения передается тележкой на пост съема бортов линии резки. Снятые борта конвейером возврата подаются на пост сборки форм. Тележка с массивом последовательно пятипозиционным шаговым толкателем перемещается на посты вертикальной поперечной и продольной резки, горизонтальной резки и удаления обрезков. Вид линии на этапе монтажа оборудования представлен на рисунке 2.



а)



в)



б)

г)

Рис. 2. Монтаж оборудования линии AER-100: а) - общий вид монтируемой линии со стороны склада сырьевых материалов; б) - вид линии от шлам-бассейнов; в) – портал съема бортов и линия резки; г) – смесительная этажерка

Обрезь газобетонного массива распульпирруется и возвращается в технологический процесс в виде обратного шлама. Разрезанный на установленные размеры изделий массив (1,2*1,2*0,6 м) на тележке подается на окончательное твердение.

В связи с тем, что прочность для изделий из теплоизоляционного ячеистого бетона не является значимым показателем, отпадает необходимость в автоклавном твердении. Окончательное твердение изделий целесообразно вести в туннельной камере. Повышенная температура в камере создается за счет тепловыделения при твердении цемента.

Проектом малого завода предусмотрено, что традиционная технология изготовления газобетонных изделий после запуска производства и его выхода на установленные показатели может совершенствоваться в следующих направлениях.

Во-первых, возможно существенное улучшение свойств изделий и параметров технологического процесса за счет применения комплекса добавок. Прежде всего, это касается трехуровневого армирования матрицы и снижения водопотребности смеси теплоизоляционного газобетона. Кроме того, в 2016 году запланирован запуск промышленного производства и применения специальной добавки для ячеистых бетонов «FS».

Второе – включение в технологический процесс устройств по механоактивации. Назначение механоактивации состоит в снижении дисперсности ингредиентов, повышении однородности и связности водных дисперсий. Прежде всего, активация необходима при приготовлении алюминиевой суспензии и для исключения агрегирования в ячеистобетонной смеси.

Третье – возврат в технологию обратного шлама с активацией шлама и синтезом в нём кальциевых гидратов.

В части нормативной документации целесообразно, прежде всего, рассматривать новую редакцию ГОСТ 5742-76 «Изделия из ячеистых бетонов теплоизоляционные». Теплоизоляционный газобетон несомненно станет в ближайшее время основным видом строительной теплоизоляции. Ведущая роль в становлении производств и развитии рынка теплоизоляционных изделий из ячеистых бетонов по российской технологии могут занять предприятия-производители автоклавного газобетона.

TEREX-LIME* - ПРОИЗВОДСТВО ИЗВЕСТИ В ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ НОВЫЙ ПРОЕКТ ГРУППЫ КОМПАНИЙ ТЕРЕКС

А.В. АРТАМОНОВ, ООО «ГК «Терекс»

*lime (англ.) - известь

Предприятия Группы компаний TEREX более 15 лет занимаются добычей и переработкой минерального сырья: известняков и керамических глин. На московском рынке необожжённых известняков TEREX является признанным лидером. А керамический облицовочный кирпич TEREX благодаря своему уникальному соломенному цвету пользуется популярностью не только в России, но в странах ближнего зарубежья.

Разумная комплексная и полная переработка известняков - невозобновляемого природного ресурса, всегда была нашей целью и стремлением всех усилий. В 2006 году это привело к созданию первого и пока единственного в истории России действующего совместного предприятия по производству извести с лидером европейского рынка германским концерном FELS. Успешная реализация этого проекта дала рынку новые стандарты качества и новый продукт – газобетонную известь, широко известную производителям автоклавного газобетона.

Сотрудничество с FELS значительно обогатило наш опыт и подтолкнуло к организации собственного производства извести. Мы научились понимать значимость карбонатного сырья, его подготовки для производства извести высокого и стабильного качества. Поэтому в 2012 году мы приобрели Восточный участок Пореченского месторождения (Рис. 1). Для справки: известняки Пореченского месторождения благодаря уникальным химико-физическим свойствам хорошо зарекомендовали себя при обжиге в п. Товарково и до сих пор составляют сырьевую базу СП Фельс-Известь.

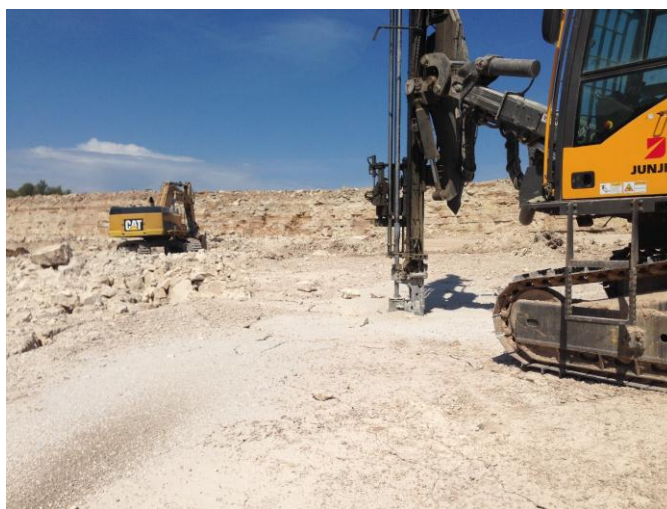


Рис. 1. Пореченское месторождение известняков



Рис. 2. Дробильно-сортировочная установка (PSP Engineering)



Рис. 3. Вид на завод по производству извести от ДСУ

Сердцем любого известкового завода являются печи. Для собственного проекта TEREX-Lime мы выбрали вертикальные высокотемпературные обжиговые печи HPS компании MAERZ - признанного мирового лидера по созданию печных агрегатов (рис. 4). Любопытный факт: именно печи данного типа первоначально планировались к использованию в Товарково. Печи отличает высокая производительность и универсальность технологии обжига: от мягкого до жесткого. Эффективность таких печей доказана на практике – например, в холдинге CelCo, Румыния. Для нашего проекта мы закупили 3 печи суммарной мощностью 600 тонн в сутки и располагаем технической возможностью без остановки производства построить дополнительно четвертую аналогичную печь.



Рис. 4. Обжиговые печи HPS компании MAERZ



Рис. 5. Вид на завод со стороны участка подготовки камня для обжига

В свою очередь компания PSP Engineering (Чехия), с которой нас связывают давние партнерские отношения, подготовила инженеринговый проект, поставила оборудование и провела шеф-монтаж технологической линии транспортировки, переработки – дробления и измельчения, хранения и отгрузки извести. Проект реализуется поэтапно: в августе-сентябре 2015 мы заканчиваем ввод в эксплуатацию первых двух печей, в течение 2016 достроим третью, в дальнейшем не исключено строительство участка гидратации – все предпосылки для этого у нас есть.

К отличительным особенностям проекта TEREX-Lime можно отнести:

1. Собственное месторождение известняков высокого качества. Запасы известняка оцениваются на уровне 40 млн. м³ (достаточно на 50 лет). Химический состав породы: $\geq 96\% \text{CaCO}_3$, $\leq 1\% \text{MgCO}_3$, $\leq 1\% \text{SiO}_2$.
2. Близкое расположение различных переделов производства - общее расстояние между карьером, дробильно-сортировочной установкой и заводом по производству извести составляет ~ 800 м.
3. Тщательную подготовку известняка для обжига: три стадии грохочения, в т.ч. контрольное, перед засыпкой в печь;
4. Эффективную технологию обжига на природном газе в широком диапазоне температур - максимальная температура обжига до 1700 °С;
5. Надежное оборудование от лидеров рынка
 - печи HPS MAERZ;
 - мельница KTM 1800 PSP и т.д.
6. Большие складские мощности - 14 силосов для обожженной извести различной емкости общим объемом более 8 тыс. тонн;
7. Возможность одновременной загрузки 7 автомашин. Каждый силос товарной извести (7 шт.) оборудован беспылевым выгрузочным устройством.

Лаборатория завода оборудована современными исследовательскими инструментами.

В наших планах по согласованию с потребителями проводить контроль качества как по российским стандартам (ГОСТ 9179-77, 22688-77), так и по европейским – EN 452 (1, 2). Персонал лаборатории, как и всего завода прошел обучение в рамках договора подряда с поставщиками оборудования.

В наших планах программа первого этапа реализации проекта TEREX-Lime предусматривает производство:

Извести комовой 0-10 / 10-50 мм среднего и жесткого обжига

Извести порошкообразной 90 мк среднего и жесткого обжига.

Данные продукты, на наш взгляд, должны найти применение при производстве силикатных- и газосиликатных изделий автоклавного твердения, а также в металлургии.

С появлением нашего нового проекта ПРЕДЛОЖЕНИЕ на рынке извести изменится не только количественно, но и качественно. Мы намерены и располагаем всеми предпосылками, чтобы создать уникальный продукт и сделать его доступным для самых требовательных потребителей, какими всегда были производители автоклавного газобетона.

Контактная информация:

www.terex-group.ru

artamonov.av@terex-group.ru

+7 903 560 18 25

+7 903 772 36 26



ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВЫЙ TYTAN PROFESSIONAL EURO КЛЕЙ ДЛЯ КЛАДКИ – КОМПЛЕКС ИССЛЕДОВАНИЙ В ЕВРОПЕ, МЕТОДЫ, СЕРТИФИКАЦИЯ

В.Н. ТЮПИН, руководитель проекта Стены, Фасады и Сухие строительные смеси, ООО «Селена Восток»

Поиск решения проблем, связанных со снижением потребления энергетических ресурсов, сокращение трудозатрат и уменьшение материалоемкости в строительстве всегда был и остается актуальной задачей.

На основе постоянного мониторинга тенденций развития строительной отрасли, предъявляемых требований к строительным материалам и технологиям специалисты международной группы компаний SELENA регулярно разрабатывают и выводят на рынок новые продукты строительной химии, способные заместить традиционные технологии.

Необходимость ускорения темпов строительства, повышения производительности выполнения работ, сокращение потребности в материальных ресурсах, уменьшение логистических затрат и ужесточение требований по энергоэффективности - все это явилось предпосылками для создания нового продукта, который был бы способен устранить недостатки применения традиционных цементных растворов при производстве кладочных работ.

Целью создания нового продукта было совершенствование технологии кладочных работ. Дополнительный импульс этой разработке придало массовое производство и применение стеновых материалов с точными геометрическими размерами, том числе из ячеистого бетона автоклавного твердения, соответствующих I категории по ГОСТ 31360-2007.

TYTAN PROFESSIONAL EURO Клей для кладки газобетона и керамических блоков на основе полиуретана – это продукт, вписывающийся в тенденции строительного рынка, как в плане сокращения времени выполнения строительных работ, так и повышения требований по теплоизоляции наружных стен. Клей производится на основе специально разработанной оригинальной рецептуры, в которой используются компоненты, используемые при изготовлении полиуретановых пен, однако, с другими параметрами в новом продукте. Это означает, что, несмотря на многие сходства с полиуретановыми пенами, клей для кладки газобетона и керамических блоков TYTAN PROFESSIONAL является совершенно другим специализированным продуктом, отвечающим современным потребностям рынка, чтобы строить проще, быстрее, дешевле и энергоэффективнее.

Технические характеристики TYTAN PROFESSIONAL EURO Клей для кладки:

Выход (валик с Ø 2-3 см)	до 60 погонных метров
Открытое время / Время корректировки	<3 минут
Температура применения	от -10 ⁰ С до +30 ⁰ С
Температура баллона	от +10 ⁰ С до +30 ⁰ С
Первичное схватывание	2 часа
Полная полимеризация	24 часа
Теплоустойчивость	от -60 ⁰ С до +100 ⁰ С
Коэффициент паропроницаемости (μ)	60/60 (табличное значение)
Коэффициент теплопроводности (λ)	< 0,036 Вт/мК
Класс огнестойкости	В3/F



В последние десятилетия в ЕС немало делается для повышения энергоэффективности. Защита окружающей среды и ограничение негативного влияния экономики на неё является приоритетной задачей во всех странах Европейского Союза. Страны ЕС приняли Климатический энергетический пакет 20/20/20, который предполагает до 2020 года:

- снижение выбросов CO₂ на 20% по сравнению с 1990 г.
- увеличение доли энергии из возобновляемых источников до 20%.
- повышение энергоэффективности на 20%.

Одной из главных задач является повышение энергетической эффективности зданий, которые потребляют 40% вырабатываемой энергии.

Это осуществляется путем введения законов об ужесточении требований, касающихся уровня энергоэффективности новых зданий, в соответствии с Директивой. В Директиве 2010/31/ЕС указано, что до конца 2018 года все общественные здания должны иметь практически нулевое потребление энергии, а до конца 2020 года эти требования будут распространяться на все новые здания.

Несмотря на то, что ячеистый бетон обладает достаточно низким коэффициентом теплопроводности, тепловые потери ограждающей конструкции через швы при кладке на цементном толстослойном растворе достигают 30%, а на тонкошовном растворе до 10%. Применение полиуретанового клея с $\lambda=0,036$ Вт/мК позволяет эффективно ликвидировать температурные мостики в области швов кладки, обеспечивая повышение теплотехнической однородности ограждающей конструкции.

В целях обоснования возможности применения полиуретанового клея для кладки стен был проведен комплекс испытаний и исследований по определению:

- прочностных характеристик кладки;
- огнестойкости стен и перегородок;
- долговечности;
- устойчивости к сейсмическим воздействиям.

Прочностные испытания.

Прочностные испытания фрагментов стен из газобетонных блоков проводились в Институте строительной техники в Варшаве в 2010-2011 годах.

Для изготовления образцов использовались газобетонные блоки марки по плотности D600, класса прочности на сжатие B4, с размерами 600x240x200 мм (ДхШхВ).

1) Прочность шва на разрыв перпендикулярно к лицевым поверхностям блоков.

Исследования проводились при различных условиях нанесения и выдержки (см. Таблицу 1). В плане испытаний предусматривалось:

- определение прочности швов на разрыв перпендикулярно лицевой поверхности;
- проверка времени схватывания;
- проверка открытого времени клея;
- проверка морозостойкости швов.

Для проведения испытаний было подготовлено два комплекта образцов: в лабораторных условиях и при температуре -5°C. Каждый образец состоял из двух газобетонных блоков, соединенных полиуретановым клеем. Клей наносился с помощью пистолета-аппликатора на постель одного из блоков площадью 600 мм х 240 мм двумя полосами в виде валиков, диаметром 3 см, на расстоянии 5-6 см от края блока. Растягивающее усилие было направлено в плоскости перпендикулярной плоскости швов.

Во время испытания по проверке морозостойкости швов образцы подвергались 20 циклам замораживания / оттаивания:

- замораживание в течение 2 часов с 20±2°C до -15±2°C;
- 4 часа выдержка при температуре -15±2°C;
- погружение образца в воду при температуре 20°C и 2 часа стабилизации температуры в камере со значением 20±2°C;

- 4 часа выдержки в воде при температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$ и слив воды из камеры.

В этом случае измерения прочности на разрыв проводились через 7 дней выдержки в лабораторных условиях, с момента завершения цикла замораживания/оттаивания.

Таблица 1

Прочность шва на разрыв перпендикулярно к лицевым поверхностям блоков

№ испы- тания	Условия нанесения и выдержки	Усилие на разрыв, кН	Предел прочности на разрыв, кПа
Прочность шва на разрыв перпендикулярно лицевой поверхности			
1	Нанесение – лаб. условия , соединение сразу после нанесения, без корректировки положения; выдержка -7 дней в лаб. условиях	40,0	278
2	Нанесение – $t = -5^\circ\text{C}$, соединение сразу после нанесения, без корректировки положения; выдержка- 7 дней при $t = -5^\circ\text{C}$	39,2	272
Проверка времени схватывания			
3	Нанесение – лаб. условия , соединение сразу после нанесения, без корректировки положения; выдержка -24 ч в лаб. условиях	34,6	240
4	Нанесение – $t = -5^\circ\text{C}$, соединение сразу после нанесения, без корректировки положения; выдержка- 24 ч при $t = -5^\circ\text{C}$	37,1	258
Проверка открытого времени клея			
5	Нанесение – лаб. условия , соединение через 3 мин. после нанесения, без корректировки положения; выдержка -7 дней в лаб. условиях	36,1	251
6	Нанесение – $t = -5^\circ\text{C}$, соединение через 3 мин. после нанесения, без корректировки положения; выдержка- 7 дней при $t = -5^\circ\text{C} + 7$ дней в лаб. условиях	31,4	218
Проверка морозостойкости швов			
7	Нанесение – лаб. условия , соединение сразу после нанесения, без корректировки положения; выдержка – 20 циклов замораживания/оттаивания +7 дней в лаб. условиях	31,3	217
В таблице указаны средние значения, полученные при испытаниях 6 образцов			

2) Прочность кладки на сжатие и определение модуля деформации.

Эксперимент проводился в соответствии с PN-EN 1052-1:2000 «Методы испытаний стеновой кладки - Часть 1: Определение прочности на сжатие».

Было подготовлено 6 образцов фрагментов кладки. Блоки были уложены с перевязкой швов, но без заполнения вертикальных швов. Горизонтальные швы были выполнены из полиуретанового клея, нанесенного двумя полосами в виде валиков диаметром около 3 см, на расстоянии 5-6 см от края блока. Длина фрагмента каменной кладки составляла 1,5 блока. Высота - 4 ряда блоков. Ширина (толщина) каменной кладки была равна ширине блока. Образцы хранились 28 дней в лабораторных контролируемых условиях, в проветриваемом помещении. Испытания образцов проводилось на универсальной испытательной установке «Amsler 500T».

В результате испытаний было установлено:

- Стандартная прочность блоков $f_b = 4,5 \text{ Н/мм}^2$.
- Средняя прочность на сжатие кладки $f = 3,1 \text{ Н/мм}^2$.
- Нормативная прочность на сжатие кладки (в соответствии с PN-EN 1052-1) $f_k = 2,6 \text{ Н/мм}^2$.

- Допустимое значение коэффициента (из формулы для расчета прочности кладки на сжатие в соответствии с PN-EN 1996-1-1) **$K = 0,89$** .

Для определения модуля упругости кладки были проведены испытания на 3 образцах. Во время воздействия нагрузки на фрагменты кладки были проведены измерения деформации в 4 контрольных точках в соответствии с рекомендациями, изложенными в PN-EN 1015-1. Зависимость величины деформации от приложенной нагрузки для одного из образцов представлена на рис. 1.

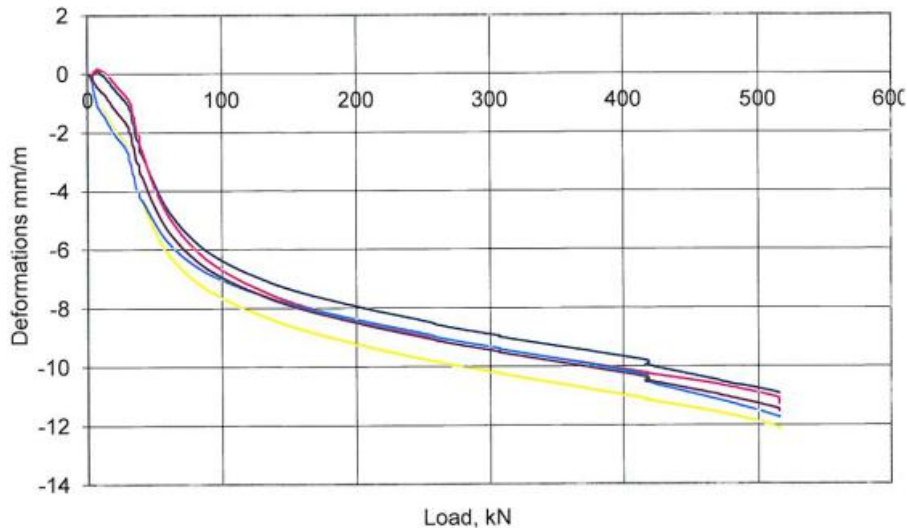


Рис.1. Диаграмма зависимости величины деформации от приложенной нагрузки
В результате испытаний было установлено:

- Среднее значение модуля упругости **$E = 121 \text{ Н/мм}^2$** .
- Характеристика упругости кладки **$K_E = 41$** .

3) Прочность кладки на изгиб.

Эксперимент проводился в соответствии с PN-EN 1052-2:2001 «Методы испытаний каменной кладки - Часть 2: Определение прочности на изгиб».

При определении прочности на изгиб кладки по неперевязанному сечению при повреждении в плоскости, параллельной горизонтальным швам испытывались 6 фрагментов кладки из газобетонных блоков с размерами: по высоте - 8 рядов, по длине - 1,5 блока, шириной равной толщине блока. Метод подготовки и выдержки образцов аналогично как при определении прочности на сжатие.

В результате испытания было установлено:

- прочность на сжатие кладки при повреждении в плоскости, параллельной горизонтальным швам **$f_{xk1} = 0,44 \text{ (Н/мм}^2\text{)}$** .

При определении прочности на изгиб кладки по перевязанному сечению при повреждении в плоскости, перпендикулярной горизонтальным швам испытывались 6 фрагментов кладки из газобетонных блоков с размерами: по высоте - 4 ряда, по длине - 3,5 блока, шириной равной толщине блока. Метод подготовки и выдержки образцов аналогично как при определении прочности на сжатие.

В результате испытания было установлено:

- прочность на сжатие кладки при повреждении в плоскости, перпендикулярной горизонтальным швам **$f_{xk2} = 0,28 \text{ (Н/мм}^2\text{)}$** .

4) Прочность кладки на срез (сдвиг).

Эксперимент проводился в соответствии с PN-EN 1052-3:2004 «Методы испытаний каменной кладки - Часть 3: Определение начальной прочности на срез» и PN-EN 1052-3:2004/A1.

Испытываемые элементы каменной кладки в количестве 12 образцов были изготовлены из трех целых блоков, соединенных тонким швом на полиуретановом клее. Высота элементов каменной кладки равнялась длине блоков. Ширина испытываемых элементов кладки равна ширине блоков. Блоки кладки хранились в 28 дней проветриваемом помещении. Испытания проводились при первоначальных сжимающих нагрузках величиной 0,01 Н/мм², 0,05 Н/мм², 0,07 Н/мм² и 0,10 Н/мм².

На основе полученных результатов, используя статистический метод в соответствии с PN-EN 1052-3:2002/A1:2007 было установлено:

- Среднее значение начальной прочности на срез $f_{v0} = 0,17 \text{ Н/мм}^2$ (срез по блоку).
- Нормативная начальная прочность на срез $f_{vko} = 0,14 \text{ Н/мм}^2$.
- Угол внутреннего трения $\alpha = 44^\circ$.
- Нормативный угол внутреннего трения $\alpha_k = 38^\circ$.

Техническое свидетельство.

По итогам проведенных прочностных испытаний и на основе полученных результатов Институт строительной техники в Варшаве подготовил Техническое свидетельство AT-15-8683/2012, регламентирующее применение клея на территории ЕС. В Техническом свидетельстве указаны формулы и значения, которые необходимо использовать при расчетах кладки из газобетонных блоков с использованием полиуретанового клея TYTAN PROFESSIONAL (Таблица 2).

Таблица 2

Технические данные для расчетов

	Технические характеристики	Формулы и значения
1	Нормативная прочность на сжатие, МПа	$f_k = 0,70 f_b^{0,85}$
2	Характеристика упругости кладки	$K_E = 41$
3	Модуль упругости, МПа	$E = K_E f_k$
4	Прочность на изгиб при повреждении в плоскости параллельной горизонтальным швам, МПа	$f_{xk1} = 0,30$
5	Прочность на изгиб при повреждении в плоскости перпендикулярной горизонтальным швам, МПа	$f_{xk2} = 0,20$
6	Нормативная начальная прочность на срез, МПа	$f_{vko} = 0,10$
f_b – нормализованная (приведенная) прочность на сжатие блока, принимаемая на основании класса прочности на сжатие, МПа.		

Испытания на огнестойкость.

В 2012 году в Институте строительной техники в Варшаве были проведены испытания на огнестойкость несущих и ненесущих стен, сложенных из газобетонных блоков автоклавного твердения на полиуретановом клее. Эксперимент производился в соответствии с PN-EN 1365-1:2001 Испытания на огнестойкость несущих элементов – Часть 2: Стены.

Для испытаний несущих стен был изготовлен фрагмент кладки высотой 322 см, длиной 172 см и толщиной 17,5 см из блоков марки по плотности D600, класса прочности на сжатие B4. Вертикальные швы не заполнялись клеем. Ни одна из сторон контрольного образца не была оштукатурена. Стена подвергалась воздействию огня с одной стороны в течение 241 минуты, при вертикальной нагрузке $P = 166 \text{ кН}$. Несущая способность конструкции стены сохранилась до конца испытаний.

Результатом испытания явилось подтверждение соответствия данной конструкции стены, при толщине не менее 175 мм, требованиям по огнестойкости класса R 240, REI 60.

Для испытаний несущих стен был изготовлен фрагмент кладки высотой 300 см, длиной 300 см и толщиной 11,5 см из блоков марки по плотности D600, класса прочности на сжатие В4. Полиуретановый клей применялся в горизонтальных и вертикальных швах. Ни одна из сторон контрольного образца не была оштукатурена. Стена подвергалась воздействию огня с одной стороны в течение 122 минут. Несущая способность конструкции стены сохранилась до конца испытаний.

Результат испытания: Несущие стены толщиной не менее 115 мм (без штукатурки), изготовленные из газобетонных блоков автоклавного твердения, уложенные на полиуретановый клей при воздействии огня на одной стороне:

а) с неоштукатуренными поверхностями - отвечают требованиям огнестойкости класса EI 90;

б) с оштукатуренными обеими поверхностями, покрытых цементно-известковым или гипсовым штукатурным раствором толщиной минимум 15 мм на каждой стороне – удовлетворяют требованиям класса огнестойкости EI 120.

Исследование долговечности полиуретанового клея.

В 2014 году Техническим университетом в г. Брно (Чехия) было проведено исследование долговечности полиуретанового клея TYTAN PROFESSIONAL. Образцы элементов из газобетонных блоков плотностью D500 были подготовлены таким образом, чтобы можно было провести измерения адгезионной прочности полиуретанового клея (Рис.2).



Рис. 2. Подготовка образцов

Спустя один час после нанесения образцы помещались в определенные среды:

- стандартные лабораторные условия;
- условия наружного сухого хранения (под крышей);
- условия камеры соляного (NaCl) тумана;
- условия 100% влажности.

Для испытаний в условиях соляного тумана образцы выдерживались в камере Liebis SKB 400A-TR. Образцы находились в при температуре 25°C и влажности 100% в соляном тумане (NaCl), который постоянно поддерживался в камере на основе 5%-го раствора NaCl.

Были проведены измерения адгезионной прочности полиуретанового клея TYTAN PROFESSIONAL через 1, 7, 28, 60 и 90 дней при помощи установки Instron 5900. Образец сжимался между двумя горизонтальными плоскостями со скоростью 1 мм в минуту, и определялась сила необходимая для разрушения образца (Рис.3). При испытании всех образцов разрушение происходило по телу газобетона, а слой клея от него не отделялся, т.е. клеевое соединение не разрушалось (Рис.4,5.)

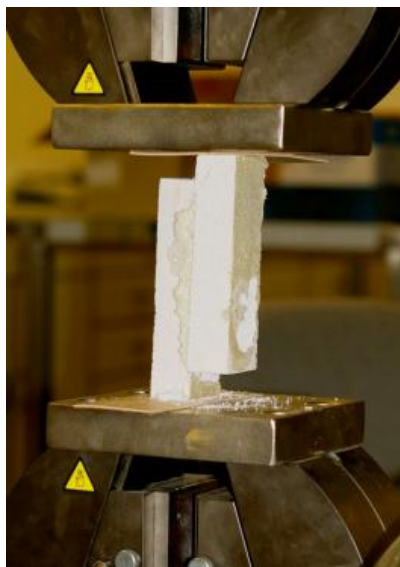


Рис. 3. Образец в установке Instron 5900



Рис. 4. Начало образования трещины



Рис. 5. Образец после испытания

Одновременно с этим применялся комбинированный метод ИК-Фурье-спектроскопии и спектроскопии НПВО (нарушенного полного внутреннего отражения) для определения изменения свойств затвердевшего полиуретанового клея с построением графиков. Это неразрушающий метод оптического анализа, который также позволяет осуществлять качественный и количественный анализ. Измерения образцов проводились после выдержки в 4 средах через 1, 7, 28, 60 и 90 дней. До каждого измерения образцы высушивались в сушилке с искусственной конвекцией в течение 24 часов при температуре 30°C. Измерения выполнялись с помощью спектрометра NICOLET iS50. Оценивалась степень деградации и скорость ухудшения свойств полиуретанового клея.

На основе анализа полученных данных были сделаны следующие выводы: В целом можно утверждать, что испытанный полиуретановый клей TYTAN PROFESSIONAL соответствует требованиям необходимым для применения в качестве связующего материала для кладки стеновых блоков из автоклавного ячеистого бетона. Было доказано, что условия высокой влажности и агрессивной среды вызывают лишь незначительное ухудшение прочности. Минимальные значения прочности всей системы ограничены минимальной прочностью самого ячеистого бетона. Полиуретановый клей TYTAN PROFESSIONAL будет демонстрировать стабильную прочность и сохранять свою связывающую способность длительное время – до сотен лет.

Исследование устойчивости к сейсмическим воздействиям.

Целью исследования, проведенного в 2013 году в Опольском техническом университете, было проведение анализа потенциальных преимуществ применения полиуретанового клея TYTAN PROFESSIONAL при возведении стен, подвергающихся сейсмическим воздействиям, по сравнению с традиционным цементным раствором.

Поскольку способность простого малоэтажного кирпичного здания выдерживать сейсмические нагрузки по большей степени зависит от прочности стен при сдвиге, изучалась величина возникающих напряжений при сдвиге. Вторым важным вопросом для изучения является возможная величина напряжений, возникающая при сейсмическом возбуждении.

Исследование было выполнено методом численного анализа с использованием программного обеспечения FEM и представляет собой расчет сейсмических характеристик стен из газобетонных блоков на полиуретановом клее и построение карт зон напряжений (Рис.7,8). Исследовались два типа стен-диафрагм с высотой 2,5 м, длиной 6 м, толщиной 0,24 м:

- обычная стена-диафрагма;
- усиленная стена-диафрагма (с ж/б колоннами 24x40 см по торцам).

Сейсмическая нагрузка для малоэтажных кирпичных строений моделировалась в качестве псевдостатического действия с нагрузкой, действующей как «перевернутый треугольник» (Рис.6). При расчете были использованные экспериментальные данные, полученные в результате прочностных испытаний кладки стен на полиуретановом клее, проведенных Институтом строительной техники в Варшаве.

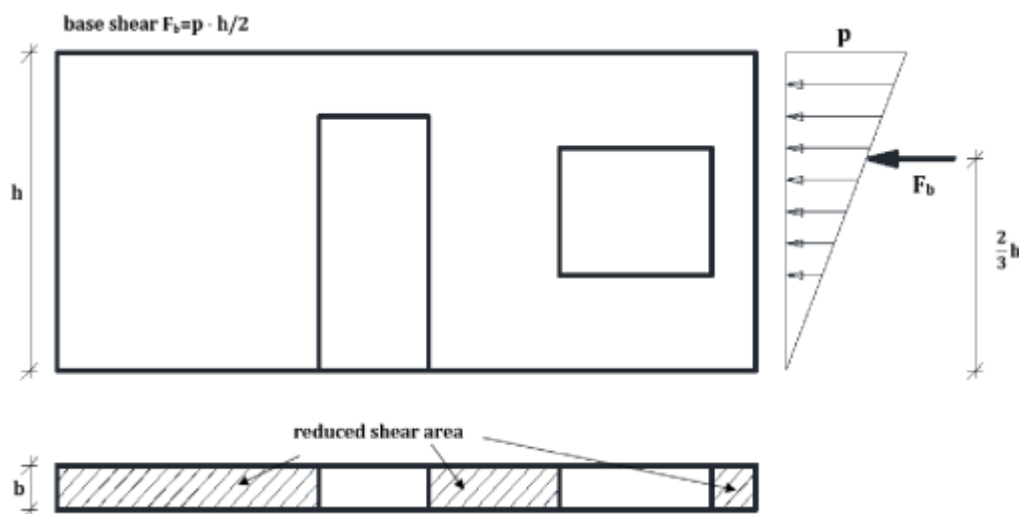


Рис. 6. Расчетная модель

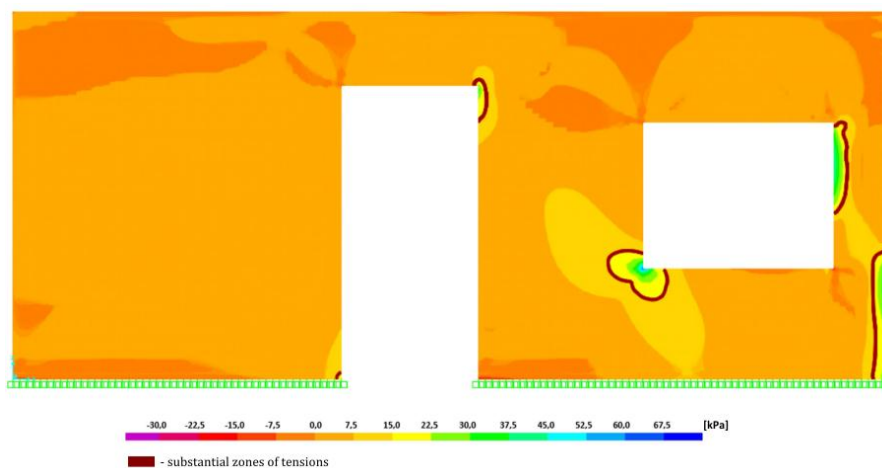


Рис. 7. Пример карты основных напряжений для стены из газобетонных блоков для псевдостатической нагрузки с расчётным ускорением $a=0,35g$

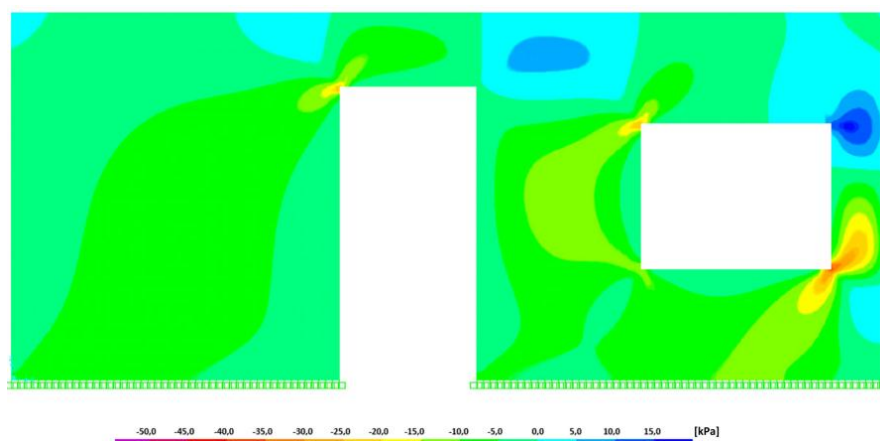


Рис. 8. Пример карты напряжений от сдвига для стены из газобетонных блоков для псевдостатической нагрузки с расчётным ускорением $a=0,35g$

Для обычной стены-диафрагмы при псевдостатической нагрузке с расчётным ускорением $a=0,35g$ напряжение на сдвиг достигало 50% от предельной прочности на сдвиг, максимальные растягивающие усилия составили 30% от предела прочности.

Для усиленной стены-диафрагмы, в таких же условиях, напряжение на сдвиг достигало 34% от предельной прочности на сдвиг, а максимальные растягивающие усилия составили 20% от предела прочности.

Хотя проведённые эксперименты и не включили в себя испытания в реальных условиях, анализ данных экспериментов позволяет сделать заключение о том, что во время возможных сейсмических воздействий на стены из ячеистого бетона на полиуретановом клее, трещины в них, вероятнее всего, возникнут в самих блоках, являющихся слабее всей системы элементов и соединений.

При применении полиуретанового клея TYTAN PROFESSIONAL в стенах-диафрагмах максимальный уровень возбуждений достигал $0,35g$, не превышая предел прочности стены на растяжение, тогда как при таком же уровне воздействия в обычном растворе образовалось бы множество трещин. В соответствии с расчётами, трещины появятся даже в усиленных стенах с традиционным раствором при уровне ускорения $a=0,35g$. Так происходит из-за того, что, в отличие от обычного раствора, полиуретановый клей TYTAN PROFESSIONAL позволяет блокам в стенах достичь предела прочности на растяжение. Проблема может появиться, когда напряжение возникает в самой нижней части стены у самого основания, где первый ряд блоков уложен на слой обычного раствора. В этом случае рекомендуется добавить в раствор некоторое количество волокна, либо проармировать шов.

Заключительные выводы.

Комплекс выполненных экспериментов и исследований позволяют утверждать о возможности применения полиуретанового клея TYTAN PROFESSIONAL для кладки несущих, ненесущих стен и перегородок из газобетонных блоков автоклавного твердения с обеспечением необходимой устойчивости и долговечности конструкции кладки, с сокращением теплопотерь через ограждающие конструкции зданий.

Можно с уверенностью заявить, что использование полиуретанового клея TYTAN PROFESSIONAL способно существенно снизить трудоёмкость и материалоёмкость строительства, объём транспортных и монтажных работ, что будет содействовать дальнейшему совершенствованию технологии строительного производства.

Начиная с 2007 года уже более 8 000 частных домов в 12 странах мира (Финляндии, Польше, Чехии, Словакии, Венгрии, Румынии, Италии, Турции, Черногории, Белоруссии и Казахстане) построено с применением полиуретанового клея компании SELENA. С 2014 года этот продукт успешно применяется и в России.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ СНИЖЕНИЯ СЕБЕСТОИМОСТИ АЯБ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПЛАСТИФИКАТОРА NOWAPLAST

А.В. БУРОВ, ООО «Евразия Холдинг»

В настоящее время, учитывая экономическую ситуацию в Российской Федерации (и рост конкуренции на рынке), очень актуальна тема снижения себестоимости производства автоклавного ячеистого бетона (АЯБ). Предлагаемый нами способ снижения себестоимости - прямое снижение расхода вяжущих на единицу объема АЯБ за счет применения новейшей разработки комплексной добавки – пластификатора Nowaplast.

Действие добавки аналогично действию добавок, применяемых при производстве товарного бетона, однако имеют существенные отличия от них как по механизму воздействия на структуру бетона, так и по своей природе. Основой добавки являются полимерные молекулы, состоящие из гидрофильной группы, имеющей статический заряд, и гидрофобной цепи. После добавления добавки к раствору молекулы поглощаются заряженной поверхностью зерен сырья, создавая своего рода барьеры против притягивания противоположно заряженных молекул (рис. 1).

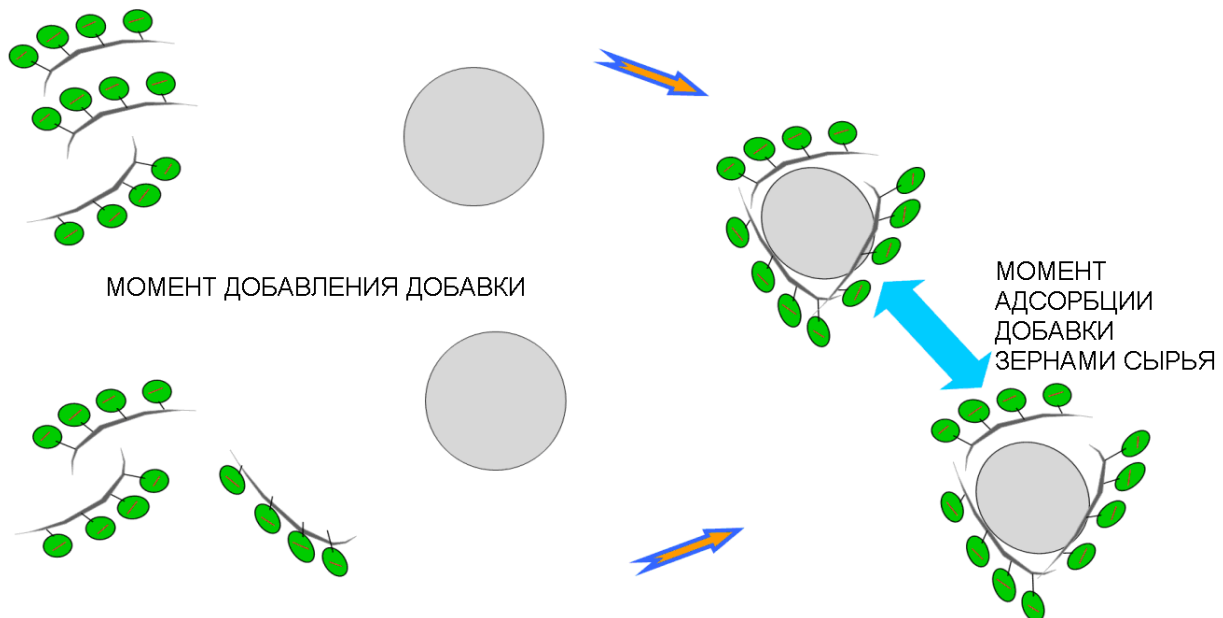


Рис. 1. Введение добавки в смесь

Длинные гидрофильные цепи действуют как пружины и противодействуют сближению молекул. Речь идет об электростатическом и сферическом результатах действия добавки. Другое влияние добавки это его смазочная способность: способность уменьшать трение между молекулами. Кроме того, наблюдается очень желательный при производстве ячеистого бетона эффект задержки гидратации оксида кальция (рис. 2).

Кроме того, в состав средств входят поверхностно-активные вещества, которые дают лучшее смачивание молекул, перемешивание замеса и меньшее напряжение бетонной массы во время порообразования[1].

Пластифицирующая добавка Novaplast обладает ярко выраженным пластифицирующим эффектом, что дает возможность:

1. снизить В/Т соотношение;
2. снизить расход вяжущих материалов извести и цемента;
3. ускорить время «созревания» массивов;
4. сократить время автоклавной обработки;
5. снизить количество брака.

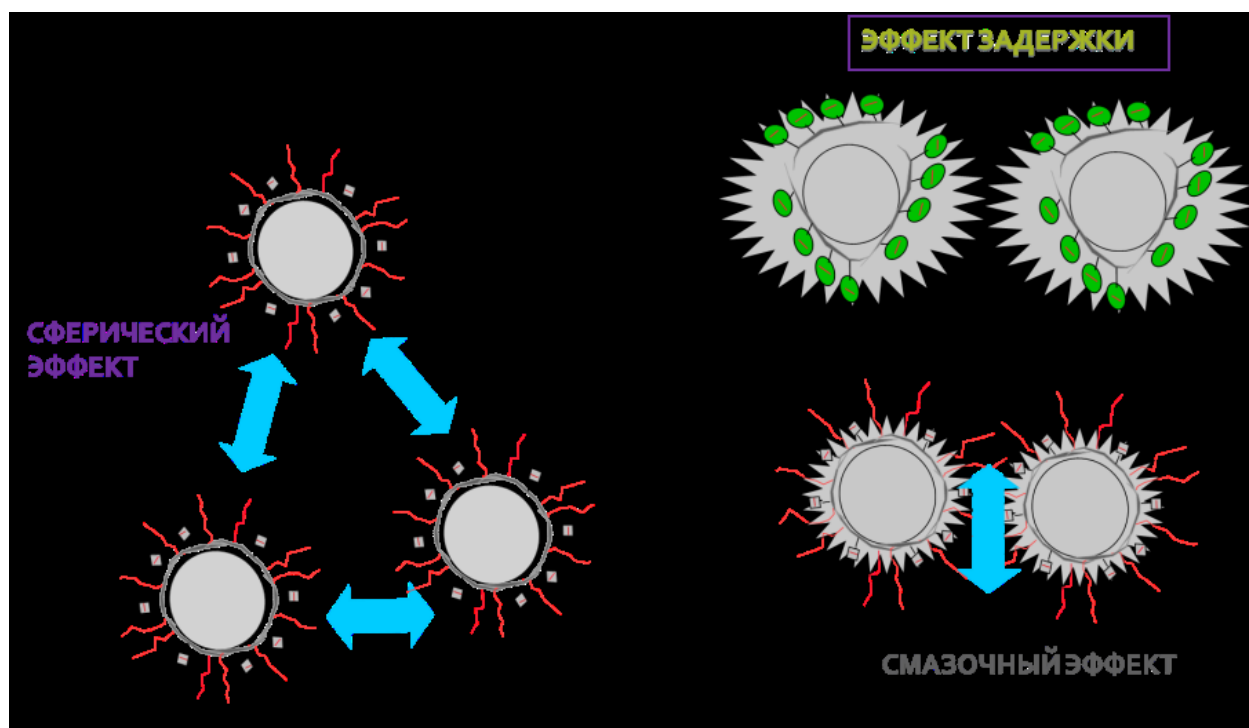


Рис. 2. Влияние добавки

Основной эффект пластификатора Nowaplast это повышение подвижности смеси за счет чего возможно снижение В/Т.

После проведения испытаний добавки Nowaplast на заводах России и Белоруссии получен уникальный опыт ее использования, и получен результат:

Пошаговое изменение В/Т с корректировкой рецептуры без изменения содержания гипса в рецепте дает возможность снизить расход цемента от 9 до 21 кг/м³, извести от 7 до 16 кг/м³ и снижение себестоимости 1 м³ автоклавного газобетона от 6,03% до 7,47% для плотностей 400 кг/м³ и 500 кг/м³. При постоянном применении и автоматическом дозировании добавки, можно добиться значительных результатов по экономии вяжущих материалов и энергоресурсов.

Максимально достижимо возможный расход вяжущих (цемент + известь) за счет применения пластификатора для плотности 500 кг/м³ – 120 кг/м³, для плотности 600 кг/м³ - 100 кг/м³ получен на заводах в Польше. Но для достижения данных показателей по расходу вяжущих необходимо исключить влияние различных технологических факторов индивидуальных для каждого предприятия. Например, следует иметь в виду, что при уменьшении вяжущих в рецепте огромную роль начинает играть стабильность параметров газообразователя.

Использование пластификатора Nowaplast требует корректировки рецептуры в сторону снижения расхода вяжущих (цемента и извести). Применение пластификатора без корректировки рецептуры экономического эффекта не дает.

Мы готовы предоставить полный консалтинг по внедрению нашего продукта в технологию производства автоклавного газобетона, корректировку существующих рецептов для получения экономического эффекта на существующем производстве.

Гарантировать экономический эффект мы можем только при условии внедрения Nowaplast с участием наших специалистов, с дальнейшей передачей рабочей документации в собственность Заказчика.

ЛИТЕРАТУРА

1. Применение добавок при производстве бетона. Кшиштоф Стемпень // Сборник трудов НПК «Современный автоклавный газобетон», г.Краснодар., 2013 г., стр.119-124.

ГАЗОБЕТОН В СБОРНО-МОНОЛИТНЫХ ПЕРЕКРЫТИЯХ РОССИИ

В.В. МАРТЫНЮК, СК «СМП МАРКО»

Доля газобетона на рынке стеновых строительных материалов Евросоюза составляет по разным оценкам от 50 до 60 процентов. Здесь газобетон является несомненным лидером, опережая примерно в полтора раза следующую за ним тёплую керамику. Картина резко меняется при переходе от стен к перекрытиям. В Европе на рынке перекрытий доминируют сборно-монолитные конструкции, доля которых в разных странах колеблется от 45 до 80%. Сборные плиты (настилы), которые так популярны в России, здесь используются в достаточно ограниченных объёмах. Плиты перекрытия из газобетона применяются, как правило, в домах, стены которых тоже строятся из газобетона (рис. 1). Это даёт возможность производителям газобетона увеличить объёмы продаж, предлагая покупателям домокомплекты, включающие блоки для стен и плиты.



Рис. 1. Монтаж плит перекрытия из газобетона

Специфика газобетона как несущего материала ограничивает полезные нагрузки, которые могут обеспечить плиты, значениями 350-400 кг/м² при перекрываемых пролётах до 6 м. Причём максимальные нагрузки реализуются при толщине плит 300 мм (рис. 2). Эти ограничения существенно сужают сферу применения плит и почти исключают их использование в домах, которые строятся из альтернативных газобетону строительных материалов.

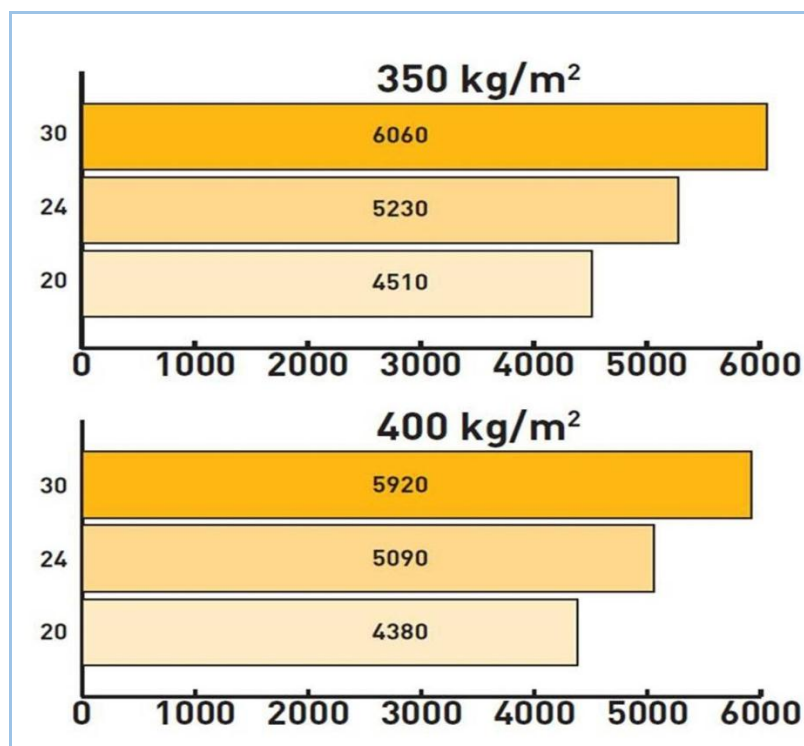


Рис. 2. Допустимая длина плит перекрытия из газобетона в зависимости от полезной нагрузки и толщины плиты

Из достаточно широкой гаммы современных сборно-монолитных перекрытий, которые используются архитекторами и конструкторами Евросоюза, в данной статье мы ограничимся двумя типами перекрытий, в которых используется или может использоваться газобетон:

- каркасно-балочные сборно-монолитные перекрытия с рёбрами жёсткости в одном направлении;
- кессонно-блочные сборно-монолитные перекрытия с рёбрами жёсткости в двух взаимно-перпендикулярных направлениях.

Основная цель данной статьи состоит в том, чтобы показать производителям газобетона, что их продукция (стеновые блоки, которые производятся на заводах в настоящее время) может быть использована не только для возведения стен, но и для сооружения межэтажных перекрытий. Если поставленная цель будет достигнута, для производителей газобетона откроется новый рынок сбыта продукции, ёмкость которого может составить 30-40% от нынешних объемов производства.

Необходимо отметить, что в нашей стране до 2008 года сборно-монолитные перекрытия вообще не применялись. Робкие попытки сделать это, предпринятые в первой половине XX века [1-3], нельзя отнести к серьёзным результатам. Вполне закономерно, что о существовании целого класса перекрытий не знали, а часто не знают и сегодня ни архитекторы, ни конструкторы, ни строители. Это и неудивительно, если учесть, что конструкция сборно-монолитных перекрытий тесно связана с производством треугольных арматурных каркасов (рис. 3). Такой каркас был впервые предложен в Австрии в 1961 году. Уже через два года фирма FILZMOSER выпустила первую машину для производства необычных каркасов. Авторы назвали новый каркас решётчатой фермой. В отличие от «классического» (замкнутого) треугольного каркаса решётчатая ферма обладает несколькими несомненными преимуществами. Важнейшее из них – высокая производительность оборудования для производства каркасов. Достаточно отметить, что современные станки производят до 2000 м каркасов в час. При этом параметры каркасов (высота, диаметры продольной и диагональной арматуры) можно менять быстро и в широком диапазоне.

Треугольный каркас оптимально учитывает особенности работы арматуры в бетоне при изгибе: нижний растянутый арматурный пояс включает в себя два арматурных стержня

диаметром до 12 мм, верхний сжатый - один. При транспортировке каркасы занимают минимум места, укладываясь друг на друга «ёлочкой».

Первые станки для производства треугольных арматурных каркасов появились в России только в XXI веке.



Рис. 3. Треугольные арматурные каркасы на складе завода

Характерными представителями каркасно-балочной конструкции являются перекрытия известной немецкой фирмы YTONG, которые производятся как в Европе, так и в России (рис. 4-6). В составе перекрытий YTONG четыре основных элемента: бетонные балки со встроенным треугольным арматурным каркасом, специальные Т-образные блоки из газобетона, арматурная сетка и слой скрепляющего монолитного бетона. Балки и газобетонные блоки, заполняющие пространство между балками, по сути, представляют собой несъемную опалубку, которая на строительной площадке дополнительно армируется сеткой и бетонируется. В небольших количествах завод Кселла, из Можайска производит перекрытия с 2010 года. Завод BONOLIT из Старой Купавны также сделал попытку запустить производство перекрытий с бетонной балкой. Специалисты завода даже выпустили альбом технических решений на применение собственных сборно-монолитных перекрытий, но так и не нашли надёжного поставщика бетонных балок. Имеет собственное производство Т-образных блоков и завод ЭЛГАД-ЗСИ из Коломны.

Даже поверхностный анализ результатов использования российских сборно-монолитных перекрытий с газобетонными блоками свидетельствует о том, что такие перекрытия не могут создать серьёзной конкуренции пустотным плитам, доминирующим на российском рынке перекрытий. Основная причина этого – высокая цена газобетонных сборно-монолитных перекрытий. В настоящее время средняя цена квадратного метра перекрытий с плитами в материале составляет 1200-1500 руб/м². Стоимость квадратного метра газобетонных перекрытий в материале (балки, блоки, арматурная сетка и бетон) начинается от 2000 руб/м². В результате применяют сборно-монолитные перекрытия только истинные ценители газобетона.

Высокая цена перекрытий во многом обусловлена высокой трудоемкостью производства специальных Т-образных блоков, которые в силу технологических особенностей конструкции приходится «выпиливать» чуть ли не вручную

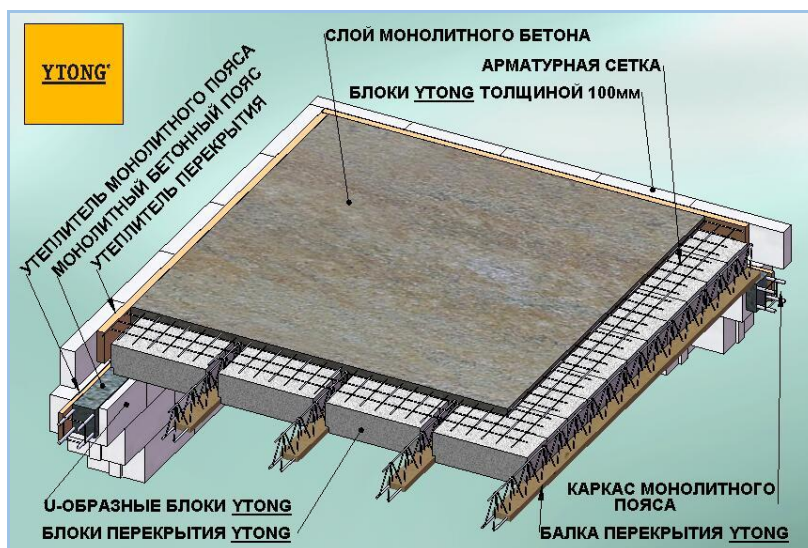


Рис. 4. Схема сборно-монокитного перекрытия YTONG

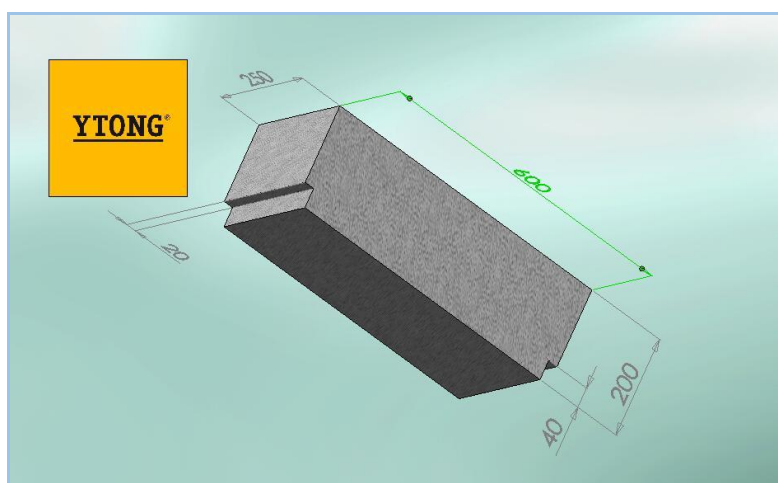


Рис. 5. Специальный Т-образный блок сборно-монокитного перекрытия YTONG



Рис. 6. Схема бетонной балки сборно-монокитного перекрытия российского производства

В 2012 году строительная компания КОЛУМБ из Подмосквья разработала, запатентовала и освоила производство балки сборно-монокитного перекрытия оригинальной конструкции. Балка получила наименование МАРКО-ПРОФИЛЬ (рис. 7).

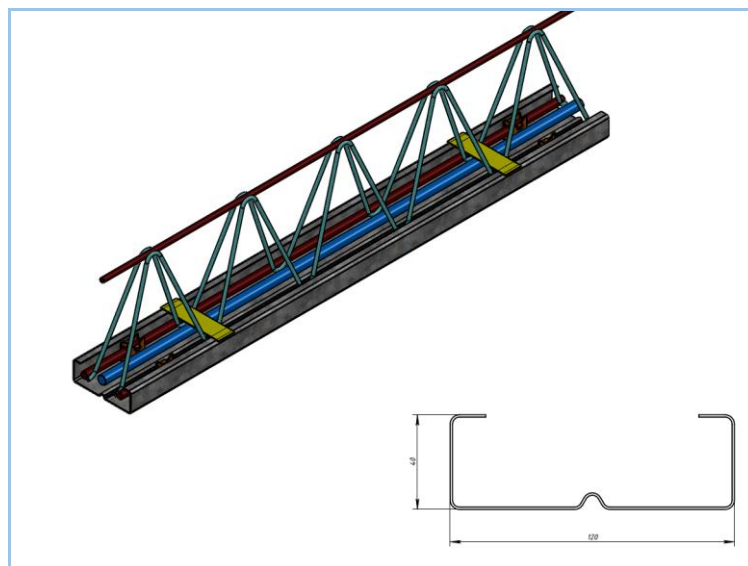


Рис. 7. Балка сборно-монолитного перекрытия МАРКО-ПРОФИЛЬ

Основание балки представляет собой С-образный тонкостенный профиль, вес погонного метра которого не выше двух килограммов. В профиле с помощью фиксаторов из стальной полосы закреплен треугольный арматурный каркас и дополнительная продольная арматура. Вес погонного метра новой балки в собранном виде не выше 5 кг.

Балка МАРКО-ПРОФИЛЬ длиной 6 м весит не более 30 кг. Использование оригинальных балок позволило устранить еще одну неприятную особенность перекрытий с бетонными балками, а именно: наличие «холодного шва» между «старым» бетоном балки и «новым» бетоном скрепляющего слоя. Размеры поперечного сечения тонкостенного основания балки полностью повторяют размеры поперечного сечения бетонной балки. Это позволило сохранить все расчетные схемы, которые использовались для бетонной балки. Профильные балки, в отличие от бетонных, легко стыкуются между собой под углом (рис. 8).

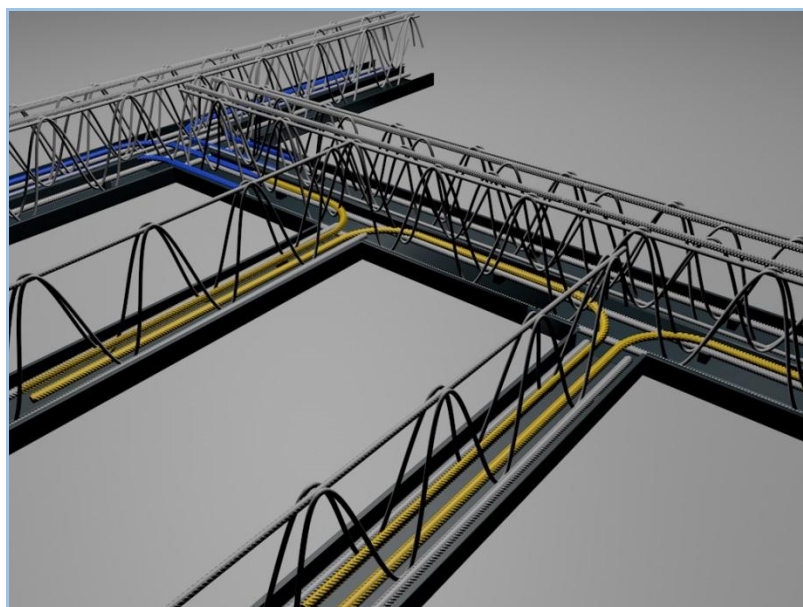


Рис. 8. Схема стыковки профильных балок МАРКО

Процесс стыковки во многом напоминает монтаж стальных тонкостенных профилей, используемых при работе с гипсокартоном. За счёт стыковки у архитекторов и конструкторов появилась возможность организовать в перекрытии консоли, балконы, проёмы практически

любой формы. При необходимости балки ПРОФИЛЬ можно собирать непосредственно на строительной площадке (рис. 9).



Рис. 9. Проем под «второй свет» в перекрытии организован за счет стыковки балок ПРОФИЛЬ под прямым углом

Конструкция балки позволяет установить в профиль дополнительную арматуру диаметром до 25 мм. С использованием балок МАРКО-ПРОФИЛЬ перекрыты пролеты до 12 м.

В 2012 году завод ГЛАВСТРОЙБЛОК из Усть-Лабинска предпринял попытку запустить производство сборно-монолитных перекрытий с Т-образным блоком и балкой МАРКО-ПРОФИЛЬ. В силу не выясненных до конца причин эта попытка провалилась. Закупленные балки до сих пор лежат на территории завода.



Рис. 10. Замена деревянных перекрытий в квартире на Малой Бронной.
Длина профильных балок 12 м

В 2013 году компания КОЛУМБ разработала, запатентовала и освоила производство еще одной профильной балки для сборно-монолитного перекрытия (рис. 11).

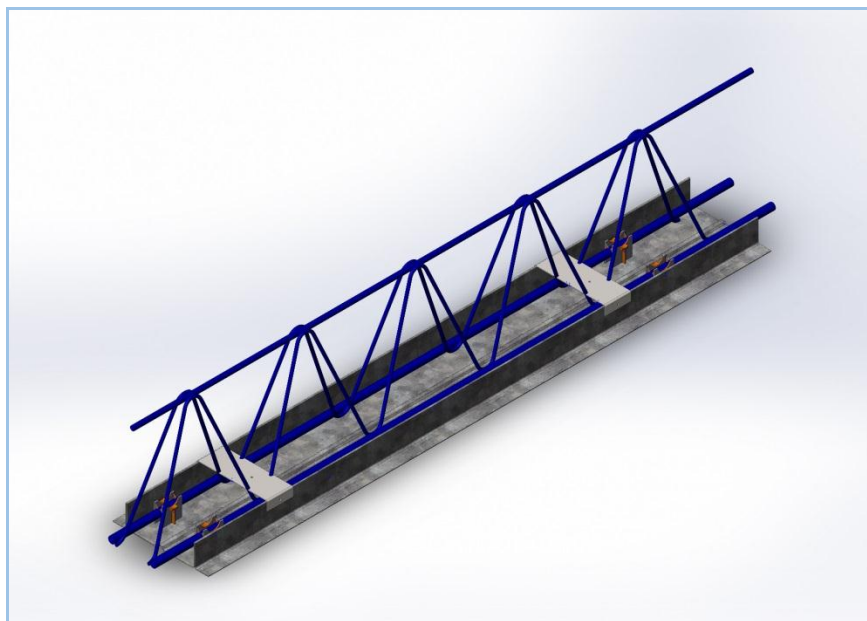


Рис. 11. Балка сборно-монолитного перекрытия МАРКО-УНИВЕРСАЛ

Балка получила название МАРКО-УНИВЕРСАЛ, которое в полной мере соответствует её уникальным возможностям. Оригинальная форма поперечного сечения балки МАРКО-УНИВЕРСАЛ позволяет использовать для заполнения межбалочного пространства стандартные стеновые и перегородочные блоки из любых строительных материалов: газобетон, керамзитобетон, полистиролбетон, тёплая керамика (рис. 12). Отпала необходимость в производстве специальных Т-образных блоков. У всех производителей газобетона появилась возможность предлагать покупателям домокомплекты, включающие блоки для стен и перекрытий.

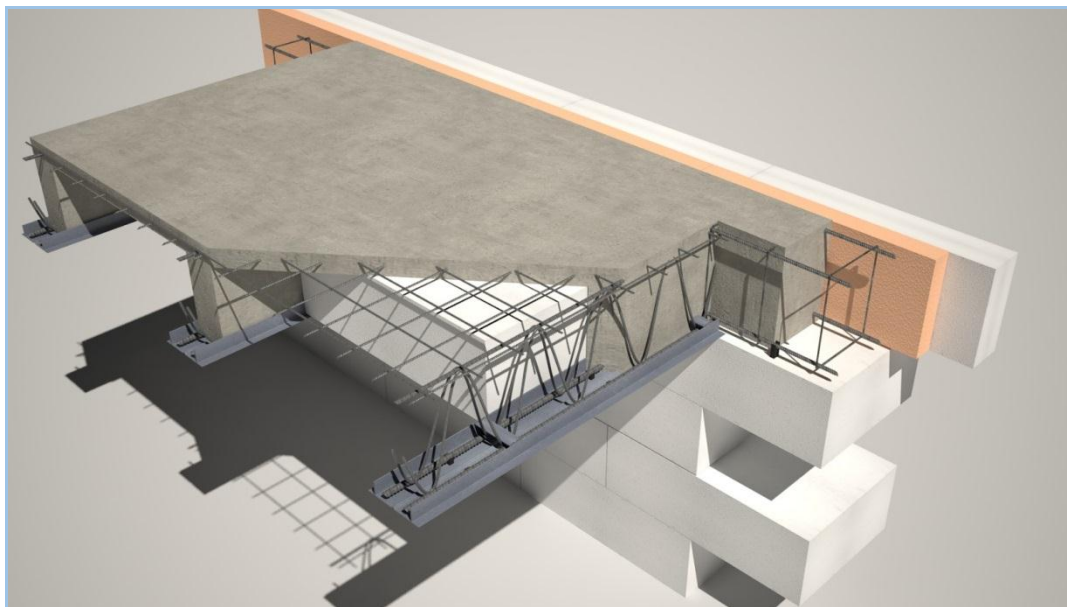


Рис. 12. Сборно-монолитное перекрытие МАРКО-ГАЗОБЕТОН

Необходимо отметить, что номенклатура блоков, которую в настоящее время производят практически все заводы газобетона, обеспечивает комплектацию перекрытия толщиной от 150 до 350 мм. Такие перекрытия реализуются на пролётах до 10 м. Несущая способность перекрытий подтверждена прочностными расчётами (рис. 13).

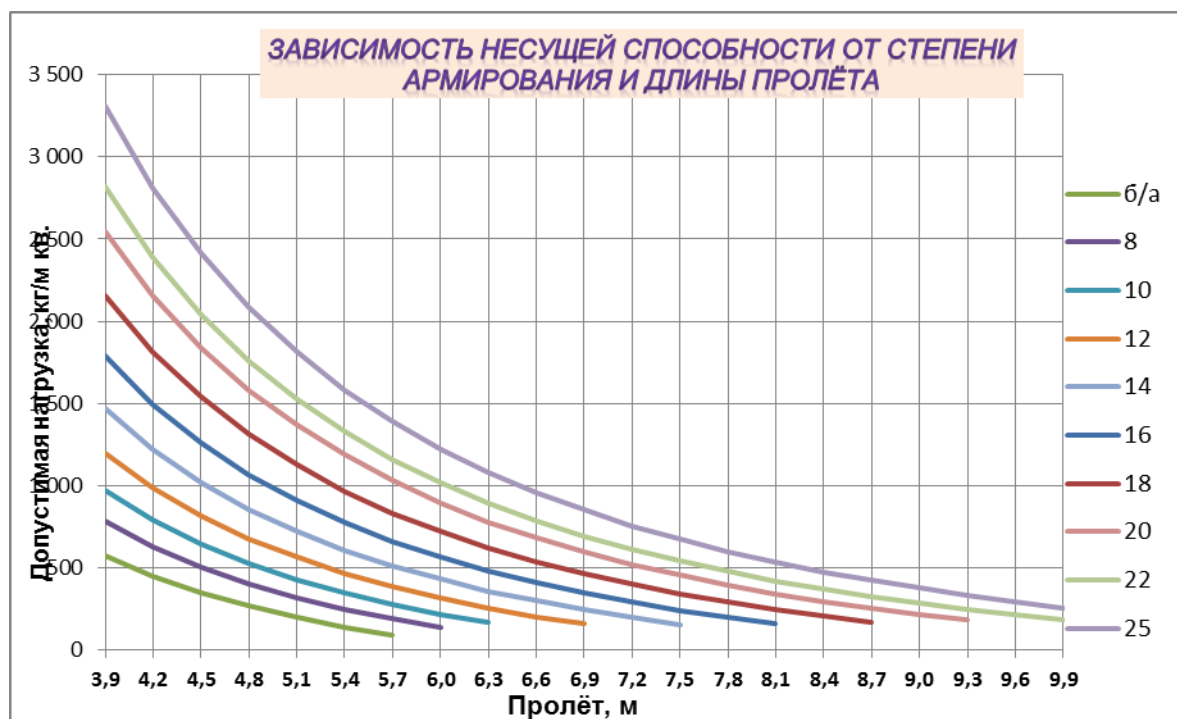


Рис. 13. Номограммы для оценки несущей способности перекрытий МАРКО-ГАЗОБЕТОН

Важно подчеркнуть, что перекрытия с балками МАРКО-УНИВЕРСАЛ являются полностью российской разработкой. Подобных конструкций в Европе нет.

Первым заводом, который «принял на вооружение» новые перекрытия, стал завод ГРАС-СВЕТЛОГРАД. В настоящее время совместными усилиями завода и компании СМП МАРКО заканчивается процесс документальной подготовки к старту продаж. На площадке завода строится демонстрационный дом из газобетона ГРАС со сборно-монолитными перекрытиями ГРАС, проведена первая (а на сентябрь этого года запланирована и вторая) конференция для ознакомления проектировщиков Юга России с особенностями и возможностями новых для них сборно-монолитных перекрытий ГРАС. Компания СМП МАРКО создала Единый расчетный центр, который будет сопровождать каждый заказ перекрытий с балками МАРКО-УНИВЕРСАЛ и блоками из газобетона от момента его появления до полной реализации на объекте заказчика.

Еще одной совместной разработкой завода ГРАС-СВЕТЛОГРАД и компании СМП МАРКО стали абсолютно новые для России сборно-монолитные перекрытия с ребрами жёсткости в двух направлениях. Такие перекрытия, получившие в России название МАРКО-КЕССОН, очень широко используются в Европе (рис. 14). Это и не удивительно, если учесть, что экономия бетона при использовании перекрытий достигает 30%, а экономия арматуры 60%. Собранные специальным образом балки МАРКО-УНИВЕРСАЛ позволяют сформировать двунаправленные перекрытия без всякой дополнительной оснастки.

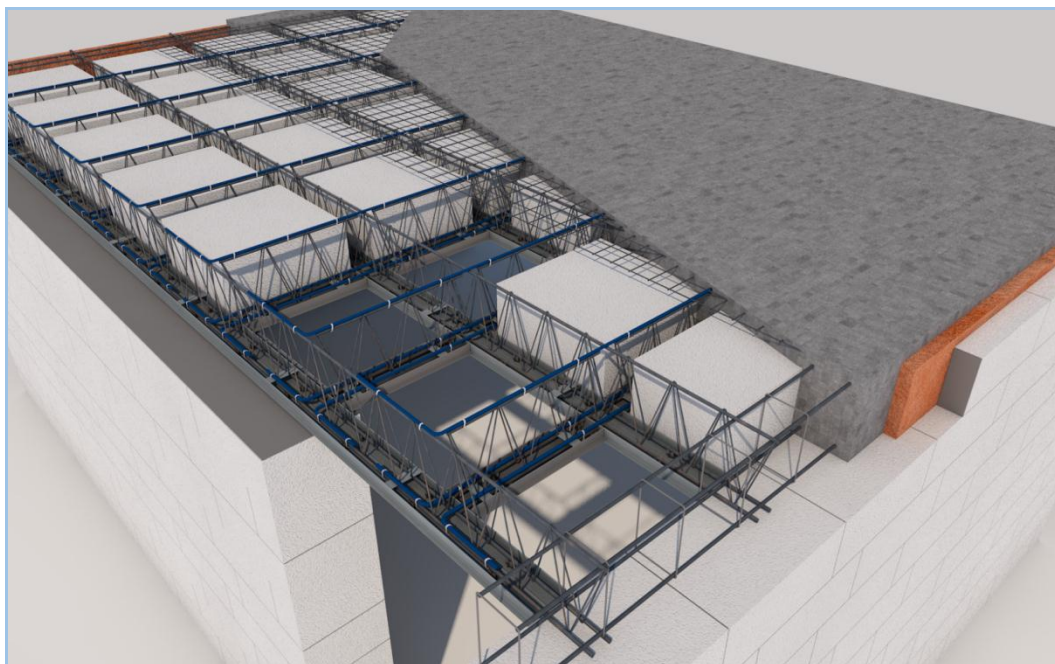


Рис. 14. Перекрытия МАРКО-КЕССОН с блоками из газобетона

Расчёты показывают – кессонные перекрытия с блоками из газобетона позволят перекрывать пролёты до 30 м (рис. 15). Первый опыт применения перекрытий МАРКО-КЕССОН с блоками ГРАС показал их высокую эффективность. И технологическую, и экономическую.



Рис. 15. Кессонно-блочные сборно-монолитные перекрытия МАРКО-КЕССОН с газобетонными блоками

В заключение считаю возможным еще раз акцентировать внимание на перспективах, которые открывает перед российскими заводами газобетона применение сборно-монолитных перекрытий. К ним в первую очередь следует отнести:

- увеличение объемов продаж производимой продукции;
- освоение новых направлений (рынков) применения газобетона, в том числе для реконструкции и реставрации;
- расширение сотрудничества с застройщиками каркасно-монолитных многоэтажных домов за счет применения газобетона в перекрытиях.



Рис. 16. Газобетонные блоки в конструкции перекрытий каркасно-монолитного дома

ЛИТЕРАТУРА

1. Рудольф Залигер. Железобетон. Его расчет и проектирование. Государственное научно-техническое издательство. Москва, Ленинград, 1931
2. К.В.Сахновский. Железобетонные конструкции. ГОССТРОЙИЗДАТ. Москва, 1939.
3. П.Л. Пастернак, И.Е.Марьясина. Железобетонные часторебристые перекрытия и настилы. Машстройиздат, 1950.
4. К.В.Сахновский. Железобетонные конструкции. Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам. Москва, 1959
5. Эрнст Нейферт. Строительное проектирование. Москва. Стройиздат, 1991
6. Р.А.Сагадеев. Современные методы возведения монолитных и сборно-монолитных перекрытий. Учебное пособие. Москва, 2008
7. Конструкции с применением автоклавного газобетона в строительстве. Правила проектирования и строительства. Стандарт организации СТО НААГ 3.1-2013. Национальная Ассоциация производителей автоклавного газобетона, 2013
8. Das Baubuch. Надежное проектирование и строительство. Энциклопедия строительства. ЗАО «Кселла-Аэроблок-Центр. Москва, 2013

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ПРОЦЕССОМ – АГБ

ООО «Ай Ти Пром»

В мире существует много видов программного обеспечения, призванных оптимизировать бизнес-процессы предприятий: ERP, CRM, EAM и т.д. В силу их унифицированности и нацеленности на различные производства, они требуют длительной доработки “под ключ” с вытекающими отсюда временными и финансовыми затратами. По тем же причинам, эти системы могут быть сложны во внедрении и эксплуатации.

Компания «Ай Ти Пром» предлагает свой взгляд на оптимизацию процессов на предприятии – **Систему управления производственным процессом – АГБ (СУПП-АГБ)**. Ещё одна аббревиатура, но с понятной расшифровкой на русском языке. СУПП-АГБ разработана специально для газобетонных производств и учитывает их специфику. Система включает в себя разделы, описывающие основные направления деятельности предприятия, выпускающего автоклавный газобетон: **Производство, Оборудование, Склад готовой продукции, Качество**. Сводная информация из этих разделов отображается в отдельном разделе – **Управление**, который очень полезен для руководителей предприятий и управляющих компаний и позволяет контролировать текущую ситуацию в реальном времени.

В разделе **Производство** решается задача планирования выпуска продукции: есть возможность планировать «сверху вниз» (год, месяц, смена), а также предусмотрен ввод данных о прошедшей смене (выпуск, простои). Для учёта сырья и расходных материалов предусмотрен соответствующий программный модуль, он позволяет учитывать расход материалов, а также контролировать остатки и прогнозировать на какой период их хватит. Для удобства анализа разработаны отчёты, отражающие выпуск в сравнении с планом, а также отчёты, демонстрирующие структуру простоев. В этом же разделе технолог может указать технологический режим производства продукции (рецепты, режим автоклавирования и т.д.

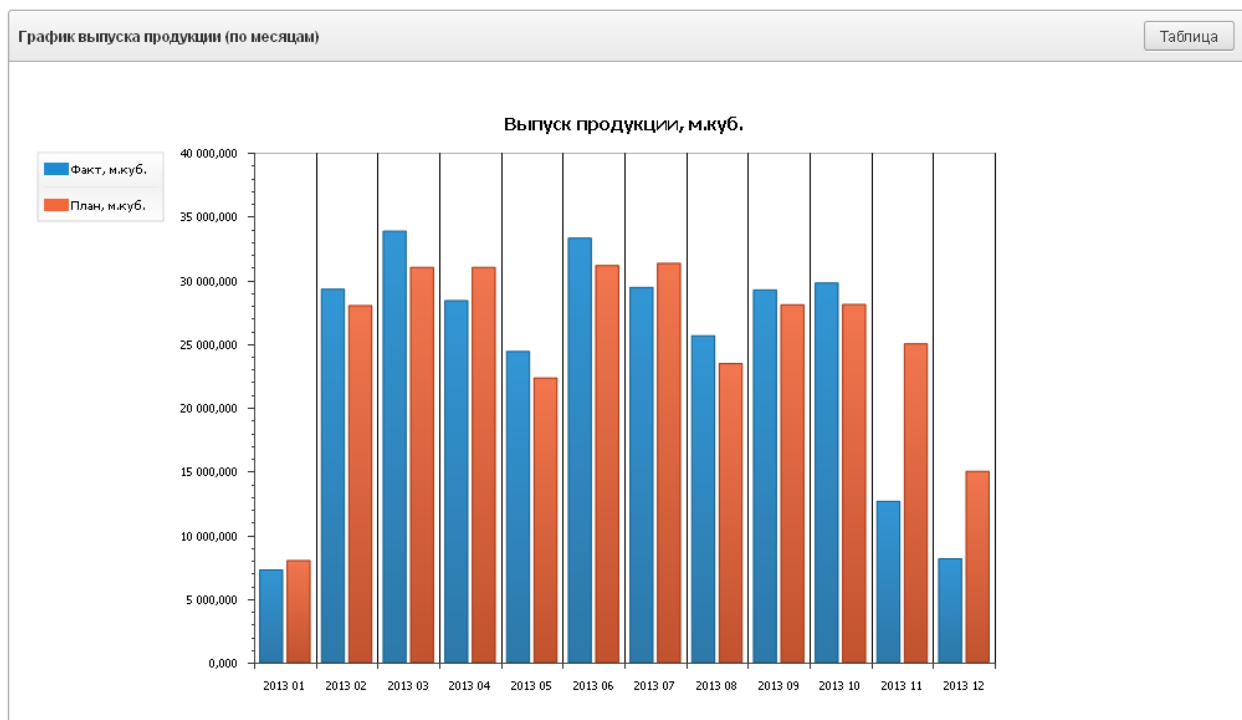


Рис. 1. График выпуска, план - факт

Раздел **Оборудование** предназначен для управления техническим обслуживанием и ремонтами производственной линии. Помимо структурированного списка оборудования

завода, раздел содержит **«Журнал дефектов и отказов»**, в который вносится информация о проблемах, возникающих в процессе эксплуатации. Раздел предоставляет возможность отслеживать состояние каждой заявки: от её внесения до выполнения. По каждой единице оборудования ведётся история отказов и ремонтов, что позволяет выявлять проблемные и требующие внимания участки завода, а также собирать статистику отказов. Кроме этого система позволяет формировать **график ППР**. Важной составляющей раздела является **«Склад ТМЦ»** - модуль, позволяющий каждому инженеру быстро получать информацию о наличии запасных частей на складе и рассчитывать потребность в ЗИП для обслуживания оборудования.

Система управления производственным процессом - АГБ

М. ИСХОВ А.А. (Администратор)

Суточный планУправлениеПроизводствоОборудованиеДвижение ГПКачествоСправочникиНастройкиАдминистрирование

ОборудованиеЖурнал дефектов и отказов

QИскатьОтчеты1. Отчет по исполнениюСтраница15ДействияДобавить записьСтатистика

№	Дата	Объект	Описание	Заявитель	Подразделение	Ответственный	Задача	Статус	Дата вып.	Содержание работ	Работу принял
3823	12.08.2015 07:34	Триммер	не работает скорость, большие обороты	Новиков А.В.	ОГЭ	Куница Е.В.	Выявить и устранить неисправность	В работе			
3822	12.08.2015 08:05	Пылесос вибрационный ПЗВ 0.5x5	№1 на приеме качество не работает	Новиков А.В.	ОГЭ	Куница Е.В.	Выявить и устранить неисправность	В работе			
3821	11.08.2015 15:32	Станок ленточно-отрезной	Защелкнул входной шкив	Колосов С.Г.	ОГМ	Семёнов А.Г.	Выявить причину и устранить	Выполнено	12.08.2015	"Замена ленты, регулировка опорного подшипника ленты"	
3803	11.08.2015 07:29	Мельница швовая (Ж-1)	Износ набивки засасной воронки	Лыбидов Ю.Н.	ОГМ	Семёнов А.Г.	Заменить набивку	В работе			
3802	11.08.2015 07:28	Прочие	Течь крана трубопровода промышленной воды дозатора алтмю. опускником и лудкой материалов	Лыбидов Ю.Н.	ОГМ	Семёнов А.Г.	Заменить краны промышленной воды ХВС (Дн=40) и ГВС (Дн=50)	Выполнено	11.08.2015	Замена кранов промышленной воды ХВС (Дн=40) и ГВС (Дн=50)	Петров А.Ю.
3801	10.08.2015 18:18	Трубопровод пневмотранспорта приема сырья №3	"течь на трубе, пост у лаборатории"	Волков Н.А.	ОГМ	Семёнов А.Г.	Устранить течь	Выполнено	11.08.2015	Сварка сваркой	Петров А.Ю.
3584	08.08.2015 21:57	Мешалка обратного отлива	большая часть мешалки застряла на стенке мешалки	Новиков А.В.							
3583	08.08.2015 20:48	Здание СГП	В помещении кладовых сломался замок входной двери	Васильева Е.В.							
3582	08.08.2015 08:55	Формовый ленточный №20	спотыкает с толкателя места путь №2	Морозов Е.А.	ОГМ	Семёнов А.Г.	"Выяснить причину, устранить"	Наблюдение		"Организована рубка рейс толкателя места 12, восстановлен заезд"	
3581	07.08.2015 22:23	Склад сырья	"Бункер аспирации - в поперечном задвижку подает сыпучий материал"	Новиков А.В.	ОГМ	Семёнов А.Г.	Устранить	В работе		"Демонтаж, очистка трубопровода"	
3581	07.08.2015 09:27	Машина вертикальной обжиги	мнет ленту	Морозов Е.А.	ОГМ	Семёнов А.Г.	Устранить	Выполнено	07.08.2015	Регулировочные работы	Петров А.Ю.
3580	07.08.2015 07:38	Прочие	Обломился ручкой миксер	Колосов С.Г.	ОГМ	Смирнов В.В.	Восстановить	Выполнено	07.08.2015	Сварочные работы	Петров А.Ю.
3558	07.08.2015 07:15	Установка аспирационная КВ-40 (КВ-5)	Не работает аспирация	Лыбидов Ю.Н.	ОГЭ	Куница Е.В.	Выявить и устранить неисправность	Выполнено	07.08.2015	Ремонт переключателя	Петров А.Ю.

Рис. 2. Экран Журнал дефектов и отказов

В разделе **Движение ГП** ведётся учёт перемещения готовой продукции на складе. Предусмотрено создание приёмо-сдаточных накладных при передаче продукции из цеха на СГП. В разделе можно отслеживать отгрузки продукции, а также ее остатки. Опционально возможен обмен данными СУПП-АГБ с системой 1С: Предприятие (в части, касающейся складского учёта).

В разделе **Качество** ведутся журналы испытаний сырья, пооперационного контроля и испытания готовой продукции в соответствии с действующими нормативами. В журналы вводятся промежуточные результаты, система по заложенным алгоритмам проводит расчет требуемых параметров. Программа проводит необходимую статистическую обработку результатов для определения требуемых значений плотности и прочности (при оценке класса и марки). Также предусмотрена возможность автоматического формирования паспорта качества, которым снабжается каждая партия произведенной продукции.

Для оперативной оценки состояния производства информация из описанных выше разделов собирается на странице **«Итоги работы за сутки»**, являющейся одной из составляющих раздела **«Управление»**. На этой странице можно увидеть результаты производства за предыдущие сутки: запланированный и фактический выпуск, процент некондиции, время простоев, статистику отказов оборудования. Также на данной странице отображается движение готовой продукции за прошедшие сутки (приход, расход, остаток). Для оценки выполнения плана с начала месяца предусмотрен соответствующий блок, в котором цветом выделяется отставание или опережение. Страница **«Итоги работы за сутки»** крайне полезна руководителям, находящимся как непосредственно на производстве, так и за его пределами.

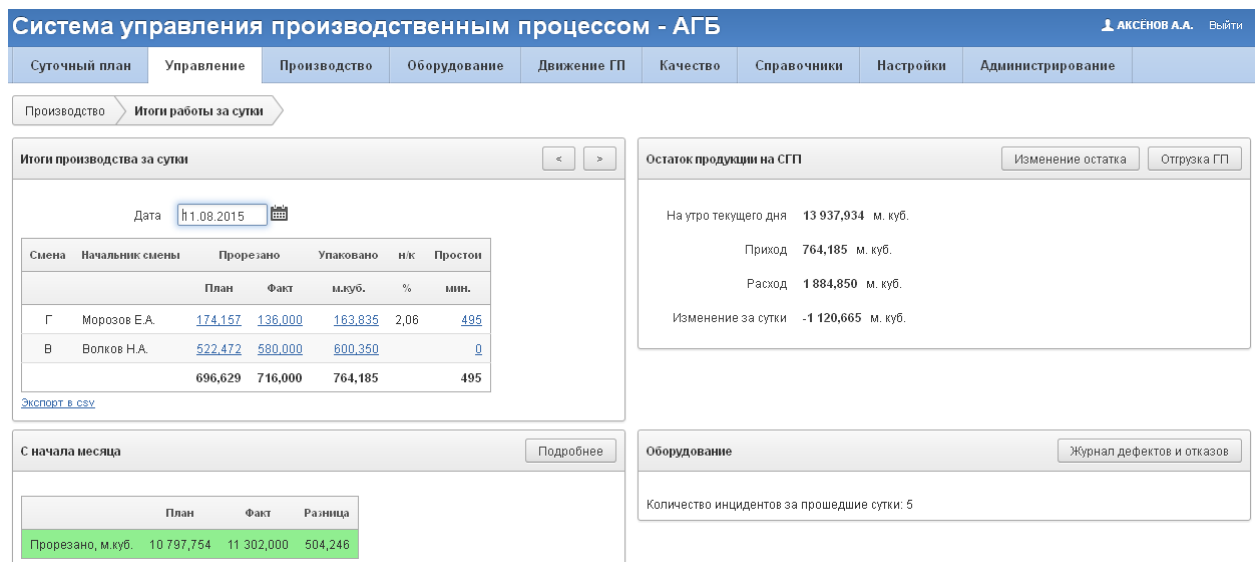


Рис. 3. Экран Итоги производства за сутки

Таким образом, **СУПП-АГБ** предоставляет возможность планировать производственную деятельность, оперативно получать информацию о производстве (в том числе дистанционно), анализировать результаты производства, хранить все данные в одном надёжном месте. **СУПП-АГБ** вовлекает в единое информационное пространство практически весь административный и инженерный персонал. Более того, существуют такие сценарии, когда к системе подключаются сотрудники, находящиеся на линии по выпуску АГБ, в таком случае, вся оперативная информация распространяется «из первых уст». В конечном итоге, за счёт упрощения контроля, повышения оперативности распространения информации и улучшения производственной дисциплины повышается эффективность производства.

Система управления производственным процессом - АГБ полезна как для новых предприятий, так и для заводов с многолетним опытом работы. Первым она помогает выстроить производственные отношения, предлагает готовые решения ежедневных вопросов. Для вторых – это инструмент для систематизации и анализа ежедневно накапливаемой информации, позволяющий повысить эффективность производства.

Более подробную информацию о СУПП-АГБ можно получить на сайте www.itprom.org или связавшись с нашими специалистами: info@itprom.org.

КОММЕРЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НААГ

Г.И. Гринфельд, НААГ

Основная деятельность Ассоциации НААГ описана в статье «Ассоциация производителей автоклавного газобетона — инструмент для решения отраслевых задач». Основная деятельность осуществляется нами за счет средств, собираемых с предприятий—членов Ассоциации: членских и целевых взносов.

Одновременно с тем, мы ведем и коммерческую деятельность.

Организация конференций. Мы присутствуем на третьей конференции, проводимой НААГ. Масштаб мероприятия (в третий раз более 200 человек) и качество организации свидетельствуют о большой проделанной работе и значительности расходных статей. Однако конференция проводится без дополнительного финансирования предприятиями—членами.

Организация выездных семинаров. По приглашениям производителей автоклавного газобетона (как вступивших в НААГ, так и вступавших) мы организуем наполнение семинаров для проектировщиков и строителей в регионах расположения заказчиков.

Маркетинговые исследования и консультации. Предоставляем по запросам банков, маркетинговых компаний и потенциальных инвесторов данные по региональным рынкам автоклавного газобетона и стеновых материалов, экспертную оценку перспектив производства строительных материалов или разработки девелоперских проектов.

Разработка нормативов и рекомендаций. Инструктивно-методические документы, технические рекомендации, альбомы технических решений, СТО на различные виды продукции и строительные конструкции. Разрабатываем документы не только на применение ячеистых бетонов и изделий из них, но и на применение силикатных, керамических, бетонных стеновых материалов, на проектирование различных конструкций.

Конструкторские расчеты и оптимизация проектов. Оптимальное применение автоклавного газобетона основывается на правильно подобранных конструктивных решениях и расчетах несущей способности и деформативности. Проверяем архитектурные решения на применимость, оптимизируем проекты зданий, устраняем перезаклад из технических решений. Проводим проектную оптимизацию теплозащитной оболочки здания.

Проектирование. Разрабатываем проекты жилых и общественных зданий: ИЖС, малоэтажные многоквартирные дома.

Экспертиза проектов и объектов. В спорных ситуациях проводим экспертную оценку принятых проектных решений, выявляем причины дефектов на объектах и даем указания по их устранению.

Помощь производителям в ответах на рекламации. В случаях, когда рекламация чревата прекращением поставок или затратными судебными решениями, оказываем помощь в нахождении благоприятного выхода из ситуации.