

УДК 693.2

# ОПТИМИЗАЦИЯ СТЕН ИЗ ГАЗОБЕТОНА: УПРОЩЕНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ И ПОВЫШЕНИЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОЙ ОДНОРОДНОСТИ

Г.И. ГРИНФЕЛЬД, исполнительный директор Национальной ассоциации производителей автоклавного газобетона

*Ключевые слова:* автоклавный газобетон, каменная кладка, кладка с тонким швом, раствор для тонкошовной кладки, анкерные крепления, перемычки

*Keywords:* autoclaved aerated concrete, masonry, masonry with thin joint, mortar for masonry walls, anchoring, jumpers

**Показано, что использование блоков из автоклавного газобетона может быть оптимизировано путем одновременного удешевления и повышения надежности конструктивных решений. В частности, рекомендуется замена раствора со стандартной толщиной шва на раствор для тонкошовной кладки; обоснована возможность использования газобетона в качестве основы для механического крепежа вне зависимости от плотности; даны рекомендации по экономичному перекрытию проемов в кладке из блоков.**



Гринфельд Глеб Иосифович

В 2013 г. автоклавный газобетон стал самым массовым стеновым материалом, обогнав по совокупному объему выпуска строительную керамику [1]. По данным ФСТС, на стеновые изделия из ячеистого бетона приходилось 38,2% от общего объема выпуска штучных материалов. Выпуск газобетона продолжает расти примерно на 10% в год [1, 2, 3].

Такому росту способствуют 3 основных фактора: во-первых, автоклавный газобетон – самый дешевый из промышленных стеновых материалов, во-вторых, работа с ним наименее трудоемка и требует минимума затрат на отделку и монтаж навесного оборудования, в-третьих, кладка из газобетона марок D300-D500 имеет наименьшую из однородных стеновых конструкций теплопроводность, обгоняя в этом отношении легкие бетоны и крупноформатную керамику.

Рост производства современного автоклавного газобетона произошел столь стремительно (в 10 раз за 13 лет), что стихийно сложившаяся практика его применения осталась основанной на рекомендациях, сформированных в 1980-е гг., и до сих пор содержит массовое копирование устаревших проектных решений. Применяемые проектные решения, даже содержащиеся в альбомах технических решений, разрабатываемых по заказу производителей газобетона, во многом основаны на реалиях 30-летней давности: кладка на товарном растворе, прокладные ряды из кирпича, обилие монолитных элементов большого сечения, облицовка кирпичом с

перевязкой тычковыми рядами... Сказывается и инерция мышления, формирующая механический перенос конструктивных решений, отработанных на кладке из одинарного кирпича, в проекты, предусматривающие применение современного автоклавного газобетона.

В этой статье кратко пройдем по наиболее распространенным решениям, которые можно уже считать ошибочными в связи с их вопиющей неоптимальностью. Рассмотрим следующие аспекты:

- кладка на растворе со стандартной толщиной шва против тонкошовной кладки;
- анкерные крепления в газобетоне;
- возможности применения рядовых и клинчатых перемычек в кладке из газобетона.

## Кладка с тонким швом

Сам термин «кладка с тонким швом» или «тонкошовная кладка» еще только проникает в наши нормативные документы. Чуть раньше в них успело прописаться просторечное словосочетание «кладка на клею», не совсем точно отражающее суть явления.

При кладке изделий с высокой точностью геометрических размеров снижаются изгибные

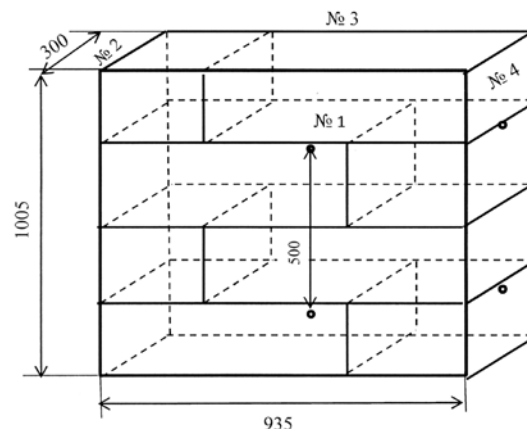


Рис. 1. Фрагменты кладки для определения временного сопротивления сжатию и зависимости деформаций от нагрузки

**Генеральное направление развития каменной кладки прослеживается с античности. Пока технологии камнеобработки или изготовления искусственных камней примитивны, кладка представляет собой неоднородный композит, бутовую кладку, при которой камни выполняют функцию заполнителя, разбавляющего формообразующий раствор. Плинфа, по сути, армирует стены, возводимые из известково-песчаного раствора. Позже точность тески (или изготовления кирпичей) возрастает, и растворные прослойки между камнями служат уже распределению вертикальных нагрузок по площади камней, уменьшая изгибные напряжения в них. Чем выше точность изготовления камней, тем меньше толщина шва и выше прочность кладки при прочих равных. К XX веку мы подошли со стандартной толщиной постельного растворного шва 1/2 дюйма, которая позже была формализована в толщину горизонтального растворного шва 12 мм и привела к появлению т.н. «модульных» кирпича и камней с высотами изделий 88, 188 и 288 мм. Во 2-й половине XX века прогресс сделал массовыми изделия с предельными отклонениями от номинального размера  $\pm 1$  мм. Для кладки таких изделий нет необходимости в выравнивающих растворных прослойках. Прослойки начинают выполнять только скрепляющую, «склеивающую» функцию. Поэтому материал для устройства тонкого кладочного шва получает название «клеевой раствор».**

напряжения в камнях. Это приводит к значительно более позднему образованию и развитию трещин и к повышению общей прочности кладки при сжатии.

Силами НААГ (при целевом финансировании заводов «Аэрок» и «Теплит») в 2013 г. в ИЦ ВНИИГС (г. Санкт-Петербург) была проведена работа, призванная проверить зависимость прочности кладки из газобетона от исполнения кладочного шва [4]. Было испытано 5 серий фрагментов кладок, выполненных из блоков из одной партии, но отличающихся исполнением кладочного шва. Схема испытываемых фрагментов приведена на рис. 1, а основные результаты испытаний на сжатие показаны в табл. 1.

*Таблица 1. Временное сопротивление сжатию кладок в зависимости от исполнения кладочного шва*

№	Исполнение кладочного шва	Относительная прочность, %
1	ЦПС М100, 10 мм	100
2	Тонкослойный раствор, 2 мм	132
3	Тонкослойный раствор со шлифовкой блоков, 1,5 мм	126
4	ППУ-клей	118
5	Насухо	121

Из результатов эксперимента следует, что кладка с тонким швом на 20-30% прочнее кладки со швом стандартной толщины.

Дополнительные преимущества кладки с тонким швом: в 5-6 раз снижается расход кладочного раствора. При этом несмотря на то что раствор для тонкошовной кладки в 2-3 раза дороже за единицу объема, чем стандартный раствор, его использование обеспечивает суммарную экономию на кладочном растворе минимум в 2 раза. Меньшее количество кладочного раствора сильно снижает трудозатраты при каменной кладке. Лишним становится подсобник с лопатой, не нужна подача бадей с раствором к месту ведения кладки. Ведро, ручной миксер, вода в канистре — все, что нужно для начала кладочных работ.

Третий бонус — повышение с 70-75% до 95-99% теплотехнической однородности кладки с тонким швом по глади стены. Т.е. одной простой заменой стандартного раствора на тонкослойный мы получаем на 20-30% большую прочность кладки, двух-трехкратную экономию на кладочном растворе и 20-30%-ное повышение термического сопротивления слоя кладки одинаковой толщины. Все эти возможности обеспечены всего одним свойством современного автоклавного газобетона: высокой точностью геометрических размеров.

Противопоказаний и явных или скрытых минусов кладка с тонким швом не имеет. Кладка при отрицательных температурах ведется так же, как и на стандартном растворе, — с применением противоморозных химических добавок.

### Анкерные крепления в ячеистом бетоне

В Западной Европе дюбели для крепления к газобетону навесного оборудования, заполнений проемов и пр. появились и массово распространились уже почти полвека назад. Т.е. проблема закрепления чего бы то ни было в ячеистый бетон имеет апробированное инженерное решение. Типичный набор таких дюбелей показан на рис. 2.

**В странах Западной Европы золотой век автоклавных ячеистых бетонов пришелся на 1960-1990-е гг. В те же 1960-е прогресс в области химической технологии привел к широкому распространению полимеров с заданными свойствами и высокой механической прочностью и вязкостью, появился доступный ручной электроинструмент. Это создало предпосылки широкому распространению полимерных дюбелей для механического крепежа в стены. Стали уходить в архив закладные антисептированные бруски для последующего крепления к ним гвоздями оконных и дверных коробок, парапетов и т.п. Весь крепеж постепенно стал монтируемым по месту.**

На рынке сейчас представлен почти десяток производителей строительного крепежа. У каждого из них есть несколько видов дюбелей для закрепления различных конструкций к газобетону.

Очень важный факт, незнание которого порождало появление нормативных запретов на крепление навесных конструкций к газобетону с плотностью ниже какой-нибудь оговоренной марки (встречались ограничения плотности снизу марками D500, D600 и даже D900). Вытяжное усилие дюбелей практически не зависит от плотности газобетона. Вытяжное усилие практически линейно коррелирует с фактической прочностью. Зависимость от плотности (про-

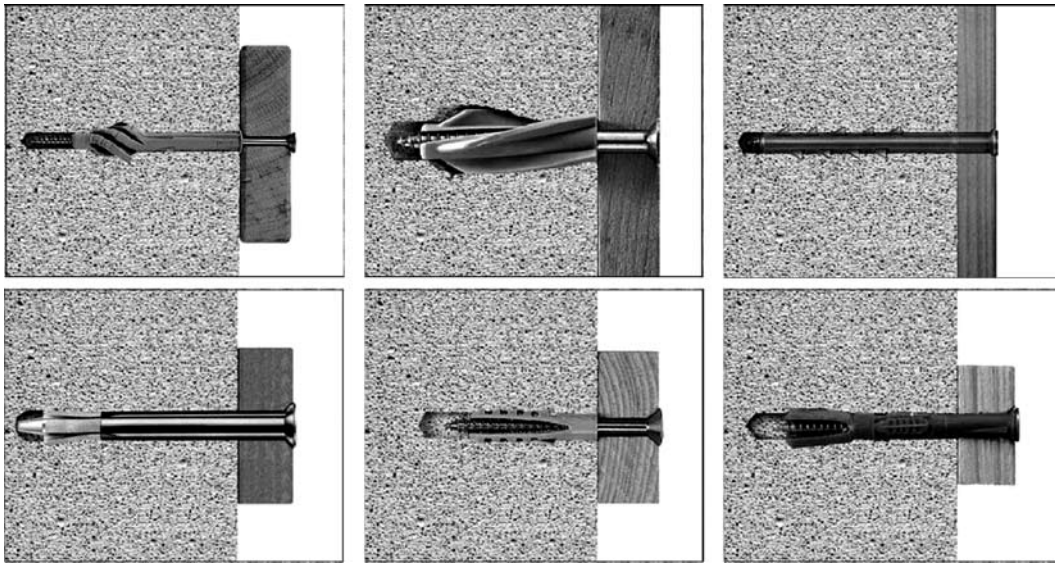


Рис. 2. Варианты дюбелей для механического крепления конструкций к ячеистому бетону

порциональная корню квадратному из нее) проявляется только для расширяющихся при монтаже дюбелей за счет уплотнения бетона под выступами и увеличения эффективного радиуса зацепов.

Зависимость вытяжного усилия анкерных креплений от характеристик бетона основания была экспериментально исследована НААГ в лаборатории завода «Аэрок СПб» [5] и подвергнута аналитической обработке в Центре ячеистых бетонов [6].

Результаты эксперимента приведены на рис. 3, аналитическая зависимость для дюбелей, не имеющих экспансивных элементов, имеет вид:

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

где единственной характеристикой бетона основания является его прочность  $R$ .

Таким образом, закрепление в малоэтажном строительстве навесных элементов вполне возможно и оправданно в газобетон с характеристиками D300 B1,5-B2,0. В высотном строительстве при устройстве навесных фасадных систем единственное требование к материалу основания – класс по прочности на сжатие не ниже B2,5 [7].

Для большинства реальных задач малоэтажного строительства можно вообще не использовать специали-

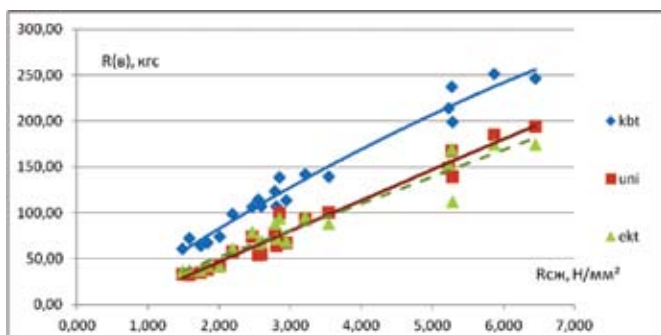


Рис. 3. Зависимость вытяжного усилия анкерных креплений от фактической прочности бетона

рованный крепеж. Гвозди, забитые в газобетонный блок под углом друг к другу, образуют достаточно надежный якорь в стене. Для примера на рис. 4 покажем иллюстрацию из учебного пособия [8].

### Рядовые и клинчатые перемычки в кладке из газобетона

Перекрытие проемов в каменной кладке – задача, имеющая апробированные решения, проверенные тысячелетиями. Иногда для этого использовались балки (деревянные или ка-

менные), но с появлением кирпича и камней правильной формы чаще стали устраиваться арочные и клинчатые перемычки из каменной кладки.

Требования к расчету и устройству каменных (арочных, клинчатых и рядовых) перемычек исчерпывающим образом сформулированы в пп. 7.184-7.193 «Пособия по проектированию каменных и армокаменных конструкций к СНиП П-22-81». Часть конструктивных требований, изложенных в этих пунктах, основана на строительной практике, сложившейся к середине XX века, и в настоящее время может

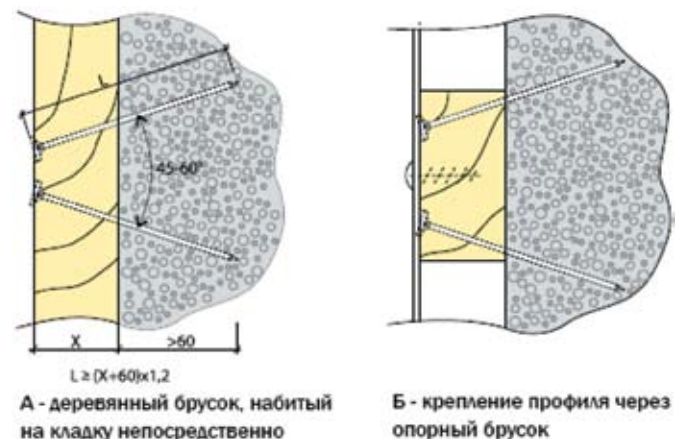


Рис. 4. Гвоздевое крепление обрешетки навесного фасада к газобетонной кладке в малоэтажном строительстве

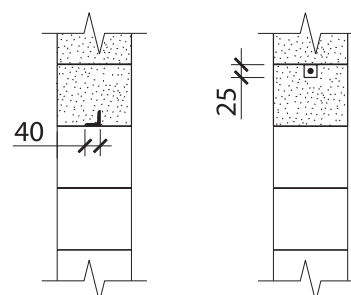


Рис. 5. Примеры рядовых перемычек из газобетонных блоков

При наличии конструкций, воспринимающих распор, неармированная каменная кладка использовалась для перекрытия пролетов в десятки метров. В готике восприятие распора стало обеспечиваться контрфорсами, в русском зодчестве чаще использовали стальные тяжи с упорами в наружную сторону кладки. Большинство российских кирпичных зданий постройки до 1870-х гг. не имеет в наружных стенах брусковых, стальных профильных перемычек или перемычек из армированной кладки. Оконные и дверные проемы массово перекрывались плоскими клинчатыми перемычками или арочными с небольшим подъемом. Целостность клинчатой перемычки обеспечивалась клиновидной формой вертикального растворного шва между поставленными на тычок кирпичами и замковым камнем. С появлением в широком доступе и удешевлении стальной стержневой арматуры распространились рядовые перемычки из неармированной кладки, в которых роль обеспечителя целостности выполняли тонкие стержни, укладываемые в слой раствора под нижний надпроемный ряд кирпича и заделываемые крюками в растворный шов над опорой. Нагрузка на такие стержни приходится только от собственного веса кирпичей нижнего ряда и возникает только при разрушении тычковых растворных швов и нарушении сцепления в постельных швах между первым и вторым надпроемными рядами.

быть переоформлена применительно к современному ассортименту строительных материалов и изделий.

В частности, хорошая обрабатываемость газобетона, позволяет устраивать из него рядовые перемычки без использования поддерживающей арматуры в подстилающем слое раствора «толщиной 3 см». Рекомендуются нами в СТО НААГ 3.1-2013 [9] способы устройства рядовых перемычек показаны на рис. 5.

Высота ряда газобетонных блоков составляет, как правило, 250 мм. При такой высоте ряда кладки и при заполнении вертикального шва между блоками раствором для тонкошовной кладки перемычку, образуемую такими блоками, можно считать клинчатой – тонкий шов и высота, равная длине ложка традиционного кирпича, позволяют рассчитывать на то, что выпадения блоков нижнего ряда не произойдет и без поддерживающей арматуры. Тем не



Рис. 6. Надпроемные блоки под монолитным перекрытием могут быть закреплены непосредственно к несущему элементу (фрагмент чертежа [9], стр. 68).

менее использование конструктивной страховочной арматуры, благо, что оно нетрудоемко и дешево, можно оставить в числе рекомендованных мероприятий.

В случае когда межэтажное перекрытие делается в монолитном исполнении, необходимость в надоконных перемычках вообще исчезает. Изгибаемым элементом над проемом становится балка, образованная краевой зоной перекрытия. При необходимости она может иметь дополнительное армирование. Тогда располагаемые над проемом блоки могут быть просто «подвешены к потолку» – закреплены к вышерасположенному перекрытию, во-первых, посредством адгезии бетона, заливаемого на выставленные над проемом блоки, во-вторых, механическим креплением нагелями, забиваемыми в газобетон и замоноличиваемыми при заливке перекрытия. Данный вариант оформления стены над проемом проиллюстрирован на рис. 6.

#### Библиографический список

1. Вишневский А.А., Гринфельд Г.И., Смирнова А.С. Итоги работы предприятий по производству автоклавного ячеистого бетона в 2013 году // Технологии бетонов, 2014, № 5, с. 12-15.
2. Вишневский А.А., Гринфельд Г.И., Куликова Н.О. Анализ рынка автоклавного газобетона России // Строительные материалы, 2013, № 7, с. 40-44.
3. Левченко В.Н., Гринфельд Г.И. Производство автоклавного газобетона в России: перспективы развития подотрасли // Строительные материалы, 2011, № 9, с. 44-47.
4. 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.
5. Гринфельд Г.И., Сытова Е.Н., Лисунов П.А., Хведченя О.В. Сравнительные испытания анкерных креплений в автоклавном газобетоне в зависимости от формы дюбеля и плотности, прочности и влажности основания // Сборник докладов конференции «Современный автоклавный газобетон». – Краснодар, 15-17 мая 2013, с. 68-73.
6. Вьелегжанин В.П., Пинскер В.А., Гринфельд Г.И. Крепление навесных конструкций к газобетонным стенам // Еврострой, 2014, № 4 (74), с. 37-40.
7. СТО НОСТРОЙ 2.14.67-2012. Навесные фасадные системы с воздушным зазором. Работы по устройству. Общие требования к производству и контролю работ.
8. Гринфельд Г.И. Инженерные решения обеспечения энергоэффективности зданий / Отделка кладки из автоклавного газобетона: учебное пособие, Министерство образования и науки, Санкт-Петербургский гос-й политехнический ун-т. – Санкт-Петербург, 2011.
9. СТО НААГ 3.1-2013. Конструкции с применением автоклавного газобетона в строительстве зданий и сооружений. Правила проектирования и строительства.