

Национальная Ассоциация
Производителей Автоклавного Газобетона

WKB Systems GmbH



Научно-практическая конференция «Современный автоклавный газобетон»

Сборник докладов



Краснодар
2013

Национальная Ассоциация производителей автоклавного газобетона

СОВРЕМЕННЫЙ АВТОКЛАВНЫЙ ГАЗОБЕТОН

*Сборник докладов
научно-практической конференции
Краснодар, 15 - 17 мая 2013 г.*

Краснодар
2013

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 Краснодар, 15 – 17 мая 2013 г. / Под редакцией научно-технического совета Национальной Ассоциации Производителей Автоклавного Газобетона. 2013. – 185 с.

Сборник содержит материалы докладов участников научно-практической конференции «Современный автоклавный газобетон», прошедшего в городе Краснодаре 15-17 мая 2013 г.

Основные темы семинара: сырье для получения автоклавного ячеистого бетона, оборудование, применяемое для производства АЯБ, исследование свойств АЯБ, нормативно-техническая документация по производству и применению изделий из автоклавного ячеистого бетона, вопросы эффективного применения АЯБ.

В сборник вошли доклады сотрудников вузов, научно-исследовательских и проектных учреждений, российских и международных производственных предприятий.

УДК 691.327.332: 666.97.035.56 (06)

ББК 38.626 я 431

© НААГ

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ШТУКАТУРНЫХ СОСТАВОВ ДЛЯ ОТДЕЛКИ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА

В.А. ПАРУТА, канд. техн. наук, доц.; О.П. ГНЬП канд. техн. наук, доц.;
Л.И. ЛАВРЕНЮК, канд. техн. наук, доц.; Е.В. МАРТЫНОВ канд. техн. наук, доц.;
А.В. МУРАШКО, канд. техн. наук, доц.; А.А. САЕВСКИЙ; И. БЕНРАДИ; Г.Г. КИРИЧЕНКО;
А.Н. ЛЫСЕНКО; Одесская государственная академия строительства и архитектуры,
Украина
Е.В. БРЫНЗИН, канд. техн. наук; ООО UDK GAZBETON,
г. Днепрпетровск, Украина

Разработка составов штукатурных растворов для автоклавного газобетона и технологии их применения, является актуальной задачей. Одним из таких решений является технология трехслойной штукатурки, в соответствии с которой на загрунтованную поверхность наносят первый слой толщиной 2-3 мм, затем второй, выравнивающий, толщиной 5-7 мм и защитно-отделочный слой. Получаемая по такому способу система бетон—покрытие отличается достаточно высокой паропроницаемостью и низким водопоглощением при капиллярном подсосе [1]. Недостатком данной технологии является то, что нанесение нескольких слоев уменьшает производительность труда, а само многослойное покрытие испытывает напряжения, присущие многослойным композитам. Поэтому целесообразно применение однослойных штукатурных систем.

Недостатком однослойных штукатурок является трещинообразование, которое приводит к разрушению штукатурного слоя, ухудшению теплоизоляционных параметров ограждающей конструкции и уменьшению ее долговечности. Происходит это из-за того, что при проектировании состава и свойств штукатурки не в полной мере учитывают совместность ее работы с газобетонным основанием. Так, в СТО 501-52-01-2007 [2] указаны допустимые значения таких свойств штукатурных покрытий, как: сопротивление паропроницанию, водонепроницаемость через 24 часа, адгезия к ячеистому бетону, морозостойкость, устойчивость к разрыву по трещине в ячеистом бетоне, стойкость к переменному увлажнению и высушиванию. Европейский стандарт EN 998-1:2003 [3] дополнительно к вышеперечисленным свойствам требует декларирования: плотности раствора, класса по прочности на сжатие, теплопроводности и огнестойкости.

Этого недостаточно, для того чтобы обеспечить совместность работы газобетонной кладки и штукатурного покрытия, а следовательно, и высокую долговечность ограждающей конструкции. Необходимо, учитывать не только соотношение их паропроницаемости, но и прочности при сжатии и растяжении, модуля упругости, деформаций (температурных, влажностных, карбонизационных). Нельзя назначать один и тот же состав раствора для газобетонных блоков со средней плотностью 300 и 700 кг/м³.

Влияние разности модулей упругости основания и штукатурного покрытия, на прочность сцепления между ними, указывали в своих работах Я. Паплавскис, А. Фрош, Э. Гранау [4,5], однако только синхронизации этого показателя тоже недостаточно. Стеновую конструкцию следует рассматривать как многослойную систему, в которой, в зависимости от свойств материала кладки, необходимо целенаправленно модифицировать штукатурку, создать условия для формирования качественной контактной зоны между ними.

В связи с этим важным является рассмотрение процессов, происходящих в системе при нанесении штукатурного раствора на кладку и его твердении. Изучение причин возникновения напряжений в системе, образования и развитие трещин является предварительным условием в построении теории разрушения, что позволит описать ход разрушения, предсказать поведение системы «кладка-покрытие» во времени и разработать рекомендации по предотвращению деструктивных процессов, повышению долговечности ограждающих конструкций.

При нанесении растворной смеси на кладку из-за высокого капиллярного потенциала газобетона происходит отсос влаги из твердеющего раствора, испарение ее под воздействием солнечных лучей и воздушных потоков. Это приводит к усадке раствора и образованию в нем (см. рис.1) и в контактной зоне с газобетонным основанием (см. рис. 6) микротрещин.

Причиной образования трещин в штукатурном растворе являются напряжения (δ), возникающие из-за его усадки и разницы деформаций газобетонной кладки и штукатурного покрытия ($\Delta\epsilon$):

$$\delta = \frac{\Delta\epsilon * E}{1 - \mu} \quad (1)$$

где: E и μ - модуль упругости и коэффициента Пуассона штукатурного покрытия; $\Delta\epsilon$ - разность деформаций штукатурки и газобетонного основания;

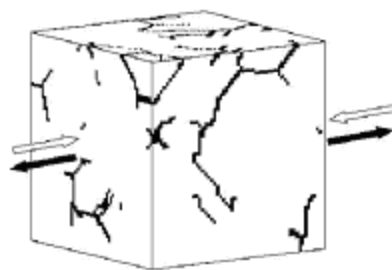


Рис. 1. Трещинообразование в штукатурном растворе

При эксплуатации происходит деформация стеновой конструкции (рис.2). Деформация кладки происходит под воздействием постоянных и временных нагрузок, усадки кладочного раствора, карбонизации газобетона, увлажнения парообразной влагой, мигрирующей из помещения и конденсирующейся внутри конструкции, температуры.

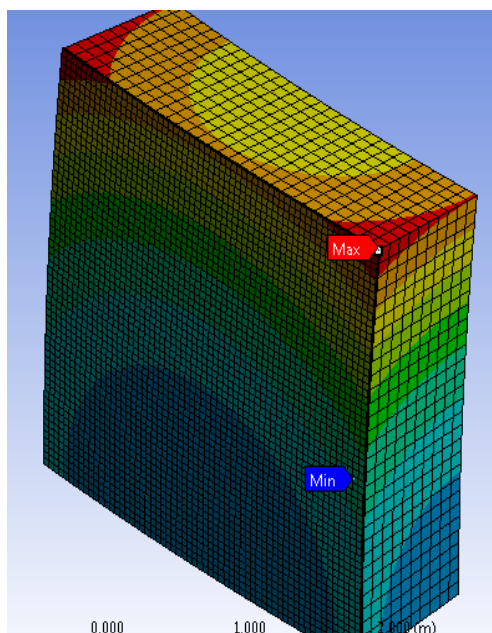


Рис. 2. Температурные деформации стеновой конструкции

Деформации штукатурного покрытия происходят из-за увлажнения атмосферной влагой, воздействия плюсовых и минусовых температур, деформации кладки (рис.3).

$$\Delta L_p = \alpha \Delta T^p L; \Delta L_c = \alpha \Delta T^c L; \quad (2)$$

$$\Delta L_{мс} = (\alpha \Delta T L F_m) + (\Delta L_q L) \quad (3)$$

где ΔL_p , ΔL_c – деформации растяжения и сжатия; α – коэффициент температурного удлинения материала; ΔT – разность температур; L – длина стенового элемента; $\Delta L_{ТВ}$ – тепло-влажностные деформации; F_m – показатель материальных дефектов; ΔL_q – влажностные деформации;

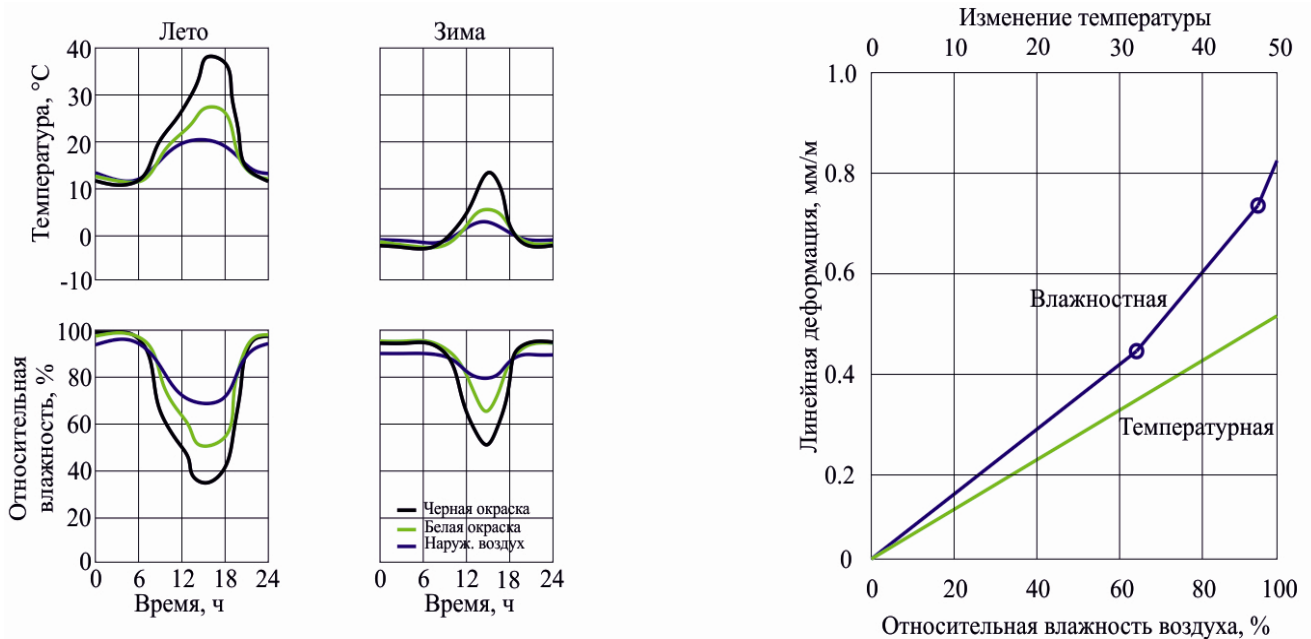


Рис. 3. Графики изменения температур и влажности штукатурного покрытия [2]

Из-за разности коэффициентов температурного расширения, модулей упругости газобетона и штукатурного покрытия, в контактной зоне между ними, возникают напряжения сдвига (рис. 4):

$$\tau = (\Delta T_1 \alpha_1 - \Delta T_2 \alpha_2) / \left[\frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2} \right], \quad (4)$$

где: τ - напряжение сдвига от температурных деформаций, кгс/см²; ΔT_1 , ΔT_2 – разность температур штукатурного покрытия и кладки, °С; α_1 , α_2 – коэффициент термического расширения кладки и штукатурного покрытия; E_1 , E_2 – модули упругости кладки и штукатурного покрытия, кгс/см²;

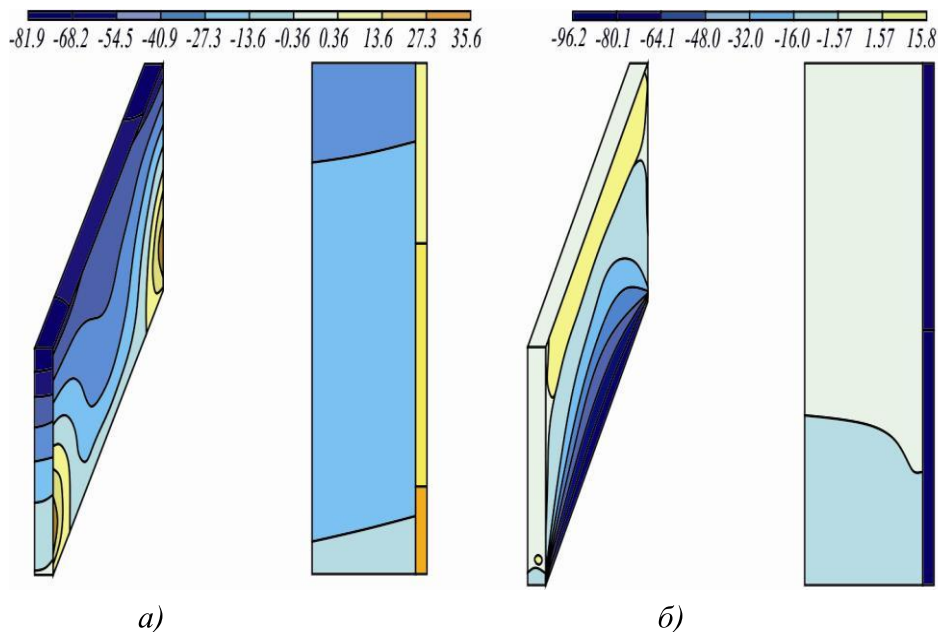


Рис. 4. Температурные деформации (а) и напряжения (б) в контактной зоне «газобетонная кладка - штукатурное покрытие»

Они являются причиной страгивания трещины, а вместе с температурно-влажностными деформациями и основной причиной развития магистральной трещины в контактной зоне между штукатуркой и кладкой со скоростью (dl/dN) (рис. 5):

$$dl / dN = A(\Delta K)^n, \quad (5)$$

где: A и n - эмпирические коэффициенты, $n = 2 - 7$, с увеличением хрупкости материала n увеличивается; $\Delta K = K_{max} - K_{min}$ - перепад коэффициента интенсивности напряжений за один цикл, N — число циклов.



Рис. 5. Характер трещинообразования в контактной зоне «газобетонная кладка - штукатурное покрытие»

Разрушение ограждающей конструкции происходит в результате прорастания магистральной трещины в контактной зоне между штукатуркой и кладкой и семейства трещин в штукатурном покрытии. Для такой системы характерно усталостное разрушение при относительно низком уровне напряжений и частой их цикличности. Особенностью является то, что магистральная трещина в контактной зоне развивается на границе двух разнородных материалов с отличительными свойствами - газобетонной кладке и штукатурке. Трещины в штукатурном растворе развиваются в цементной матрице, в заполнителе и в контактной зоне между ними, а также в контактной зоне «кладка - штукатурное покрытие».

Рост магистральной трещины в штукатурном растворе и контактной зоне определяется состоянием и процессами - у ее вершины. Основной причиной ее развития является изменение деформации и напряжения в вершине трещины, возникающие при увлажнении и высушивании, нагревании и охлаждении стеновой конструкции. При нагревании или увлажнении, или при их совместном воздействии, происходит рост деформаций «газобетонная кладка - штукатурное покрытие», что приводит к увеличению радиуса кривизны вершины трещины. Пока уровень меньше предельного значения адгезионной или когезионной прочности, трещина не растет. Если в ходе дальнейшего роста внешней нагрузки деформации и напряжения в устье трещины превзойдут предельный уровень, произойдет ее подрастание. На обратном ходе цикла нагружения (снижении температуры или влажности) происходит частичное восстановление геометрии вершины трещины и размера пластической зоны, однако в дальнейшем трещина увеличивает свою длину. Это приводит к разрушению в штукатурке и контактной зоне, отслоению штукатурного покрытия от кладки по преимущественно адгезионному типу. Необходимым и достаточным условием полного разрушения контактной зоны и отслоения штукатурки от кладки является образование одной или нескольких магистральных трещин.

Процесс разрушения интенсифицируется из-за наличия трещин в штукатурном растворе, через которые в контактную зону проникает влага, агрессивные жидкости. Дополнительное разрушение несет попеременное замораживание и оттаивание. Следовательно, для повышения долговечности ограждающей конструкции необходимо предотвратить протекание вышеуказанных деструктивных процессов, обеспечить совместность работы газобетонной кладки и штукатурного покрытия, повысить трещиностойкость штукатурного покрытия.

Повысить трещиностойкость штукатурного покрытия можно, исходя из формулы (1), путем подбора состава штукатурного покрытия со свойствами, как можно более близкими к

свойствам газобетонной кладки. Этого можно добиться, целенаправленно модифицируя растворную смесь, создав условия для формирования бездефектной контактной зоны и штукатурного покрытия.

Для этого использовался наполнитель и заполнитель, полученный из боя газобетонных блоков. Использование низко модульного наполнителя и заполнителя позволит уменьшить напряжения в штукатурном растворе, снизить температурные деформации и, следовательно, их перепад с газобетонным основанием. Введением метиллцеллюлозы, редиспергируемого полимерного порошка и полимерной фибры будет обеспечено формирование оптимальной структуры штукатурки и бездефектной контактной зоны. Все это позволит обеспечить повышение трещиностойкости в системе «газобетонная кладка-штукатурное покрытие» и повышение долговечности ограждающей конструкции.

Нами исследовалась трещиностойкость контрольных (состав 1, 2) и модифицированных штукатурных смесей (состав 3) (табл.2). Состав №1: перлитовая штукатурка на цементно-известковом вяжущем; состав №2: известково-цементно-песчаный раствор (так называемый «сложный раствор») и состав №3: модифицированная штукатурка на керамзито-газобетонном заполнителе с расходом материалов (табл. 1).

Таблица 1

Расход материалов для получения модифицированного штукатурного раствора					
Расход материалов на 1 м ³ раствора					
Уровень варьирования	вяжущего, кг/м ³	заполнителя и наполнителя, м ³ /м ³	фибры, кг/м ³	РПП, Winnapas 5043 Н, %	Tylose MBZ 15009, %
	X1	X2	X3	X4	X5
1	500	1,05/1	1,2	5	0,5
0	400	1,05/1	0,9	3	0,3
-1	300	1,05/1	0,6	1	0,1

Таблица 2

Основные свойства штукатурных растворов					
№ состава	Свойства штукатурных растворов				
	Прочность на сжатие, МПа	Прочность на изгиб, МПа	Средняя плотность, кг/м ³	Адгезия, МПа	Паропроницаемость, мг/м·год·Па
Состав 1	0,9	1,4	555	0,2	0,11
Состав 2	2,2	2,2	1810	0,29	0,9
Состав 3	1,92	3,1	1100	0,43	0,13

Для определения трещиностойкости раствора моделировали растягивающие напряжения, характерные при работе раствора в ограждающей конструкции. Для этого изготавливали кольца с внутренним диаметром 76 мм, наружным диаметром 123 мм и высотой 57 мм. Растягивающие усилия создавали при помощи конусов, деформации фиксировали индикатором часового типа (рис.6). Фиксировали величину деформации штукатурного раствора при которых образовалась трещина в нем.

Наименее трещиностойким является состав №2 (известково-цементно-песчаный раствор) - трещинообразование произошло при его деформации 0,16-0,18 мм. У состава №1 (перлитовая штукатурка на цементно-известковом вяжущем) трещинообразование произошло при деформации 0,2-0,22 мм. Модифицированный штукатурный раствор показал высокую трещиностойкость, трещинообразование произошло при деформации 0,52-0,62 мм.