

**РЕСПУБЛИКАНСКИЕ НОРМАТИВЫ
ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН**

**ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫЕ СИСТЕМЫ
НАРУЖНЫХ СТЕН ЗДАНИЙ
ИЗ АВТОКЛАВНЫХ ГАЗОБЕТОННЫХ БЛОКОВ**

Республика Башкортостан

2014 год

**Республиканские нормативы градостроительного проектирования
Республики Башкортостан
«Защитно-декоративные системы наружных стен зданий
из автоклавных газобетонных блоков»**

РАЗРАБОТАНЫ	Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего профессионального образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (научный руководитель - доктор техн. наук, профессор В. В. Бабков; канд. техн. наук доцент А. Е. Чуйкин; канд. техн. наук, доцент А. М. Гайсин; канд. техн. наук, доцент Д. В. Кузнецов; инженер О. А. Резвов) ГУП Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и производственный институт строительного комплекса Республики Башкортостан «БашНИИстрой» (канд. техн. наук Д. А. Синицин) АНО «Экспертный научный центр фасадного строительства» (И. М. Садыков)
ВНЕСЕНЫ	Государственным комитетом Республики Башкортостан по строительству и архитектуре (Госстрой РБ)
УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ	Постановлением Правительства Республики Башкортостан от «29» декабря 2012 года № 487.

Нормативы содержат основные положения по проектированию и производству работ при устройстве защитно-декоративных систем наружных стен зданий из автоклавных газобетонных блоков для условий Республики Башкортостан. Рекомендуются к применению на территории Республики Башкортостан.

Настоящие Республиканские нормативы градостроительного проектирования Республики Башкортостан «Защитно-декоративные системы наружных стен зданий из автоклавных газобетонных блоков» не могут быть воспроизведены, тиражированы и распространены в качестве официального издания без разрешения Государственного комитета Республики Башкортостан по строительству и архитектуре.

ГОССТРОЙ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

**Республиканские нормативы градостроительного проектирования
Республики Башкортостан
«Защитно-декоративные системы наружных стен зданий
из автоклавных газобетонных блоков»**

Ответственный за выпуск:
Садыкова Елена Ришадовна

Подготовлено к изданию отделом градостроительного планирования
Государственного комитета Республики Башкортостан по строительству и архитектуре
450008, г. Уфа, ул. Советская, 18

Содержание

Введение

1. Область применения
2. Нормативные ссылки
3. Общие положения
4. Материалы для кладки наружных стен на основе автоклавных газобетонных блоков
 - 4.1. Автоклавные газобетонные стеновые блоки
 - 4.2. Клеевые смеси для ведения кладки наружных стен из автоклавных газобетонных блоков
 - 4.3. Штучные материалы для облицовочного слоя наружных стен
 - 4.3.1. Облицовочный керамический кирпич
 - 4.3.2. Объемно-окрашенный силикатный кирпич
 - 4.3.3. Объемно-окрашенные вибропрессованные бетонные стеновые изделия
 - 4.4. Гибкие связи для крепления облицовочного слоя
 - 4.5. Кладочные растворы для облицовочного слоя из штучных стеновых материалов
5. Конструктивные решения наружных стен на основе газобетонных блоков и их строительно-технические характеристики
6. Защитно-декоративные покрытия наружных стен на основе газобетонных блоков
 - 6.1. Требования к поверхности наружных стен
 - 6.2. Требования к материалам защитно-декоративных покрытий
 - 6.3. Требования к готовым защитно-декоративным штукатурным покрытиям
 - 6.4. Порядок производства отделочных работ
 - 6.5. Контроль качества отделочных работ
 - 6.6. Техника безопасности
7. Защитная система на основе кладки из штучных стеновых материалов
 - 7.1. Порядок производства работ
 - 7.2. Контроль качества работ
 - 7.3. Техника безопасности
8. Защитная система «Вентилируемый фасад»

Приложение №1

Перечень документов, использованных в нормативах (справочное)

Приложение №2

Термины и определения

Приложение №3

Характеристики автоклавных газобетонных блоков, производимых и применяемых в Республике Башкортостан

Приложение №4

Характеристики клеевых смесей для ведения кладки наружных стен из автоклавных газобетонных блоков

Приложение №5

Характеристики штучных материалов, используемых для облицовочного слоя наружных стен на основе автоклавных газобетонных блоков

Приложение №6

Характеристики гибких связей для крепления облицовочного слоя из штучных стеновых материалов наружных стен на основе автоклавных газобетонных блоков

Приложение №7

Примеры расчетов термического сопротивления, вероятности образования и накопления влаги, сопротивления паропрооницанию наружных стен на основе автоклавных газобетонных блоков

Приложение №8

Характеристики штукатурных систем, рекомендуемых в качестве защитно-декоративных покрытий наружных стен на основе автоклавных газобетонных блоков

Приложение №9

Факторы, оказывающие влияние на эксплуатационное состояние и долговечность наружных стен из автоклавных газобетонных блоков (справочное)

Введение

Республиканские нормативы градостроительного проектирования Республики Башкортостан «Защитно-декоративная отделка наружных стен зданий из автоклавных газобетонных блоков» (далее-нормативы), разработаны с целью расширения области применения и повышения эксплуатационной надежности зданий с использованием автоклавных газобетонных блоков в конструкциях наружных стен в Республике Башкортостан.

В практике производства и применения автоклавных газобетонных изделий на основе известково-кремнеземистых вяжущих или смешанных вяжущих в наружных стенах, ставших в последние годы особенно актуальными в связи с повышением требований к теплозащите ограждающих конструкций зданий, важной и требующей разрешения является проблема защиты и обеспечения долговечности таких стен. Опыт эксплуатации зданий с подобными стенами относительно короткий и не превышает 50 лет.

Автоклавный газобетон в составе наружной стены эксплуатируется в широком диапазоне температур, в условиях попеременного увлажнения и высушивания. При действии этих факторов в материале возникают неравномерные в объеме деформации набухания-усадки, обусловленные реализацией механизма сорбции-десорбции, а также напряжений стягивания водных менисков в капиллярах, что приводит к развитию внутренних напряжений и локальным структурным повреждениям, деструкции материала. Снижению прочности ячеистобетонной стены будет способствовать также градиент влажности материала по толщине стены, обуславливающий развитие дополнительных конструкционных напряжений растяжения. На протяжении всего эксплуатационного цикла в структуре материала протекают негативные перекристаллизационные процессы, связанные с понижением основности и карбонизацией силикатных фаз структуры автоклавного газобетона.

Защиту наружных стен на основе автоклавных газобетонных блоков от действия названных выше негативных факторов может решить защитно-декоративная система, основанная на применении современных материалов и конструктивных систем, совмещающих защитную и декоративную функции.

Нормативы разработаны в соответствии с требованиями действующих межгосударственных, федеральных и территориальных стандартов и нормативных документов.

При разработке нормативов использовались положения документов ГОСТ 31359-2007 «Бетоны ячеистые автоклавного твердения. Технические условия», ГОСТ 31360-2007 «Изделия стеновые неармированные из ячеистого бетона автоклавного твердения. Технические условия», СТО 501-52-01-2007 (часть 1) «Проектирование и возведение ограждающих конструкций жилых и общественных зданий с применением ячеистых бетонов в Российской Федерации» (Москва, 2007), «Руководство по наружной отделке стен из ячеистобетонных блоков автоклавного твердения» (Белгород, 2010), Альбом технических решений для строительства жилых и общественных зданий с использованием газобетонных блоков автоклавного твердения BuildStone, выпускаемых ОАО «ГлавБашСтрой» в г. Уфе (Уфа, 2011).

В нормативах приводятся технические требования к материалам для наружных стен на основе автоклавных газобетонных блоков, кладкам на их основе, отделочным материалам, приводятся правила производства работ и требования по контролю качества.

1. Область применения

Нормативы устанавливают показатели качества защитно-декоративных систем для обеспечения нормальных условий эксплуатации, эксплуатационной надежности и долговечности наружных стен жилых и общественных зданий из автоклавных газобетонных блоков на территории Республики Башкортостан.

Настоящие нормативы распространяются на проектирование и возведение наружных стен из автоклавных газобетонных блоков при новом строительстве, реконструкции и капитальном ремонте жилых и общественных зданий.

Нормативы предназначены для юридических лиц независимо от организационно-правовой формы и формы собственности, для физических лиц, занимающихся индивидуальной трудовой деятельностью или осуществляющих индивидуальное строительство, а также для иностранных юридических и физических лиц, работающих в области проектирования и строительства на территории Республики Башкортостан.

2. Нормативные ссылки

В настоящих нормативах использованы документы, перечень которых приведен в приложении №1.

3. Общие положения

3.1. Нормативы распространяются на защитно-декоративные системы наружных стен зданий из автоклавных газобетонных блоков в виде штукатурных систем, наносимых мокрым способом, в виде жесткой облицовки из штучных стеновых материалов и систем «Вентилируемый фасад».

Нормативы не распространяются на защитно-декоративные системы наружных стен, выполненных из ячеистобетонных изделий неавтоклавного твердения.

Положения нормативов распространяются на проектирование, производство и контроль качества отделочных работ для наружных стен жилых и общественных многоэтажных каркасно-монолитных и бескаркасных зданий до 5-ти этажей для природно-климатических условий Республики Башкортостан.

3.2. Защитно-декоративные системы наружных стен из автоклавных газобетонных блоков предусматриваются для повышения эксплуатационной надежности и долговечности наружных стен, а также для придания поверхности стены декоративных качеств.

3.3. При разработке конструкций наружных стен для конкретного проектного решения здания необходимо учитывать их прогнозируемую долговечность и доремонтный срок службы. Прогнозируемая долговечность наружных стен из автоклавных газобетонных блоков зданий составляет 100 лет. Продолжительность эффективной эксплуатации различных конструкций наружных стен из автоклавных газобетонных блоков, в том числе с наружным лицевым слоем из керамического кирпича с морозостойкостью F35, до первого капитального ремонта составляет 50 лет.

Для обеспечения прогнозируемой долговечности наружных стен и безопасной эксплуатации до первого капитального ремонта необходимо проводить текущие ремонты с периодичностью 5-7 лет.

3.4. Перед проведением первого капитального ремонта снижение уровня теплозащитных качеств наружных стен необходимо устанавливать по ГОСТ 26254-84 с учетом результатов испытаний на теплопроводность отобранных проб автоклавного газобетона по ГОСТ 7076-99; однородность температурных полей стен по фасаду определяется тепловизором по ГОСТ 26629-85.

3.5. Эксплуатационную надежность и долговечность наружных стен на основе автоклавных газобетонных блоков следует обеспечивать путем применения материалов, имеющих требуемые прочность, влагостойкость, морозостойкость, теплозащитные свойства, коррозионную стойкость, стойкость к циклическим температурным колебаниям и другим негативным воздействиям окружающей среды, а также соответствующими конструктивными решениями, предусматривающими защиту элементов конструкций.

3.6. В качестве материалов для защитно-декоративной отделки наружных стен из автоклавных газобетонных блоков рекомендуется использовать сухие строительные штукатурные и шпаклевочные смеси и штучные стеновые материалы заводского изготовления, соответствующие требованиям государственных стандартов. Для повышения производительности отделочных работ и качества готовой защитно-декоративной отделки

рекомендуется использовать дополнительные комплектующие материалы и изделия (анкера, связи, направляющие и защитные профили, сетки, герметики и т.п.).

3.7. При проектировании многослойной защитно-декоративной отделки наружных стен из автоклавных газобетонных блоков для обеспечения нормативных значений эксплуатационных характеристик стен в течение всего срока эксплуатации здания необходимо руководствоваться принципом размещения слоев отделки с большей теплопроводностью и с увеличенным сопротивлением паропрооницанию ближе к внутренней (теплой) поверхности стены.

3.8. Защитно-декоративную отделку наружных стен из автоклавных газобетонных блоков следует проектировать и устраивать непрерывной по фасаду здания. Выступающие архитектурные элементы фасада, способствующие влагонакоплению, должны быть защищены металлическими отливами, фартуками и водостоками при обеспечении плотного примыкания к выступающим элементам защитно-декоративной отделки.

3.9. Работы по наружной защитно-декоративной отделке стен из ячеистобетонных блоков должны выполняться в соответствии с проектом производства работ на возведение здания.

3.10. Работы по отделке стен следует начинать только после приемки законченных кладочных, монтажных, кровельных работ, а также работ по установке заполнений оконных и дверных проемов, отделке откосов проемов, установке водостоков, отливов, свесов, парапетных плит, фартуков и других необходимых работ.

3.11. При проектировании защиты наружных стен в виде экрана из штучных стеновых материалов с устройством вентилируемой воздушной прослойки или в виде вентилируемого фасада рекомендуется:

ширину прослойки принимать не менее 40 мм и не более 60 мм (допускается принимать ширину прослойки менее 40 мм в случае соответствующего научно-технического обоснования и согласования в специализированных научно-исследовательских институтах и высших учебных заведениях);

в наружном облицовочном слое стены из штучных стеновых материалов устраивать вентиляционные отверстия, площадь которых определяется из расчета 75 см^2 на 20 м^2 площади стенового ограждения, включая площадь окон;

верхние (нижние) вентиляционные отверстия совмещать с карнизами (цоколями), причем для нижних отверстий возможно совмещение функций вентиляции и отвода влаги;

применять штучные стеновые материалы, обладающие необходимой по условиям температурно-влажностного режима работы стены воздухопроницаемостью.

3.12. Для дополнительной защиты наружных стен и материала облицовочного слоя стен из штучных стеновых материалов от воздействия влаги и атмосферных осадков и с целью блокировки высолообразования из облицовочного слоя допускается обработка облицовочного слоя снаружи паропроницаемыми гидрофобизирующими составами, выбираемыми в зависимости от условий эксплуатации и вида защищаемого материала облицовочного слоя.

3.13. Наружные стены из автоклавных газобетонных блоков, контактирующие с грунтом, должны быть защищены от грунтовой влаги путем устройства гидроизоляции.

3.14. Стены из автоклавных газобетонных блоков должны быть гидроизолированы от капиллярного подсоса воды со стороны тяжелого бетона и кирпича.

4. Материалы для кладки наружных стен на основе автоклавных газобетонных блоков

4.1. Автоклавные газобетонные стеновые блоки

4.1.1. Материалы для кладки наружных стен из автоклавных газобетонных блоков должны удовлетворять требованиям соответствующих ГОСТ, строительных норм, правил противопожарной безопасности, изложенных в СНиП 21-01-97, изготавливаться и применяться согласно технологической и технической документации, утвержденной в установленном порядке.

4.1.2. Показатели плотности, морозостойкости, прочности на сжатие, растяжение и срез, значения модуля упругости при сжатии и растяжении, коэффициенты теплопроводности и паропроницаемости для автоклавных газобетонных блоков регламентируются в СТО 501-52-01-2007.

4.1.3. Прочность бетона блоков следует определять по ГОСТ 10180-90, средняя плотность бетона определяется по ГОСТ 12730.1-78, морозостойкость определяется по ГОСТ 31359-2007, теплопроводность бетона определяется по ГОСТ 7076-99, паропроницаемость определяется по ГОСТ 25898-83, усадка автоклавных газобетонных блоков при высыхании определяется по ГОСТ 25485-89.

4.1.4. Фактическая прочность автоклавного газобетона блоков для кладки наружных стен зданий не должна быть ниже требуемой прочности, определяемой по ГОСТ 53231-2008, но не ниже класса по прочности на сжатие В1,5; средняя плотность бетона блоков должна соответствовать требуемой, определяемой по ГОСТ 27005-86; марку по морозостойкости бетона блоков наружных стен следует принимать в соответствии с требованиями, установленными ГОСТ 31359-2007, но не ниже F25; коэффициент теплопроводности бетона блоков в сухом состоянии не должен превышать значений, установленных ГОСТ 31359-2007; коэффициент паропроницаемости бетона должен соответствовать значениям, приведенным в ГОСТ 31359-2007; усадка при высыхании бетона не должна превышать значений, установленных ГОСТ 31359-2007.

4.1.5. Размеры и прямолинейность ребер автоклавных газобетонных блоков для кладки наружных стен определяют по ГОСТ 26433.1-89. Глубину отбитостей углов и ребер определяют по пункту 3.3 ГОСТ 21520-89. Разность длин диагоналей определяют по значениям длин диагоналей двух наибольших граней стенового блока, измеренных металлической рулеткой по ГОСТ 7502-98 с погрешностью не более 1 мм. За результат измерения принимают наибольшее из двух полученных значений.

4.1.6. Требования к размерам, предельным отклонениям размеров, формы и показателей внешнего вида автоклавных газобетонных блоков для кладки наружных стен приведены в ГОСТ 31360-2007.

4.1.7. Характеристики автоклавных газобетонных блоков, производимых и применяемых в Республике Башкортостан, приведены в приложении №3.

4.2. Клеевые смеси для ведения кладки наружных стен из автоклавных газобетонных блоков

4.2.1. Клеевые сухие смеси, применяемые при кладке наружных стен из автоклавных газобетонных блоков, должны соответствовать требованиям ГОСТ 31357-2007 и изготавливаться по технологической документации, утвержденной предприятием-изготовителем.

4.2.2. Наибольшую крупность зерен заполнителя, содержание зерен наибольшей крупности, насыпную плотность сухих смесей определяют по ГОСТ 8735-88; водоудерживающую способность клеевых смесей и водопоглощение образцов клеевых смесей определяют по ГОСТ 5802-86; подвижность, объем вовлеченного воздуха и сохранность первоначальной подвижности клеевых смесей определяют по ГОСТ 10181-2000; прочность сцепления с основанием (адгезия) затвердевших образцов клеевых смесей и их морозостойкость определяют по ГОСТ 31356-2007; теплопроводность образцов клеевых смесей определяют по ГОСТ 7076-99.

4.2.3. Характеристики клеевых смесей, производимых и применяемых в Республике Башкортостан, приведены в приложении №4.

4.3. Штучные материалы для облицовочного слоя наружных стен

4.3.1. Облицовочный керамический кирпич

4.3.1.1. Керамический кирпич, применяемый для кладки облицовочного слоя наружных стен из автоклавных газобетонных блоков, должен соответствовать требованиям ГОСТ 530-2007 и изготавливаться по технологическим регламентам и документации, утвержденной в установленном порядке предприятием-изготовителем. Производится и применяется кирпич двух модификаций по высоте – 65 и 88 мм.

4.3.1.2. Для кладки облицовочного слоя должен использоваться преимущественно полнотелый керамический кирпич марки по морозостойкости не менее F25, по прочности - не менее M100, с нанесением фактурного слоя или без него. Рекомендуется применять кирпич высшей категории качества, удовлетворяющий требованиям: марка по прочности должна быть не менее M100, марка по морозостойкости – не менее F35.

4.3.1.3. Характеристики облицовочного керамического кирпича, производимого предприятиями Республики Башкортостан, приведены в приложении №5.

4.3.2. Объемно-окрашенный силикатный кирпич

4.3.2.1. Объемно-окрашенный силикатный кирпич, применяемый для кладки облицовочного слоя наружных стен из автоклавных газобетонных блоков, должен соответствовать требованиям ГОСТ 379-95 и изготавливаться по технологической документации, утвержденной предприятием-изготовителем. Производится и применяется кирпич двух модификаций по высоте – 65 и 88 мм.

4.3.2.2. Для кладки облицовочного слоя должен использоваться полнотелый силикатный кирпич марки по морозостойкости не менее F25, по прочности - не менее M100, с нанесением фактурного слоя или без него.

4.3.2.3. Характеристики объемно-окрашенного силикатного кирпича, производимого в Республике Башкортостан, приведены в приложении №5.

4.3.3. Объемно-окрашенные вибропрессованные бетонные стеновые изделия

4.3.3.1. Объемно-окрашенные вибропрессованные бетонные блоки и кирпич, применяемые для кладки облицовочного слоя наружных стен из автоклавных газобетонных блоков, должны соответствовать требованиям ГОСТ 6133-99 и изготавливаться по технологической документации, утвержденной предприятием-изготовителем. В Республике Башкортостан производятся и применяются вибропрессованные бетонные блоки высотой 190 мм, производимые на оборудовании фирмы «Бессер», и вибропрессованный бетонный кирпич толщиной 88 мм, производимый на оборудовании фирмы «Masa».

4.3.3.2. Для кладки облицовочного слоя должны использоваться полнотелые и пустотелые вибропрессованные бетонные блоки и кирпич марки по морозостойкости не менее F25, по прочности на сжатие - не менее M100.

4.3.3.3. Характеристики объемно-окрашенных вибропрессованных бетонных блоков и кирпича, производимых в Республике Башкортостан, приведены в приложении №5.

4.4. Гибкие связи для крепления облицовочного слоя

4.4.1. Базальтопластиковые и стеклопластиковые связи для крепления облицовочного слоя из штучных стеновых материалов наружных стен на основе автоклавных газобетонных блоков должны соответствовать требованиям и изготавливаться по техническим условиям, утвержденным предприятием-изготовителем.

4.4.2. Характеристики базальтопластиковых и стеклопластиковых связей для крепления облицовочного слоя из штучных стеновых материалов наружных стен на основе автоклавных газобетонных блоков приведены в приложении №6.

4.4.3. Гибкие металлические связи, предназначенные для крепления облицовочного слоя, следует проектировать из коррозионностойких сталей или сталей, защищенных от коррозии оцинкованием, в том числе методом термодиффузии. Для гибких связей рекомендуется использование проволоки из нержавеющей сталей марок 20Х13, 12Х13, 20Х18Н10Т. Толщина антикоррозионного цинкового покрытия гибких связей из черных сталей должна назначаться с учетом технологии нанесения покрытия.

4.5. Кладочные растворы для облицовочного слоя из штучных стеновых материалов

4.5.1. Цементно-песчаные растворы для кладки облицовочного слоя из керамического и силикатного кирпича, вибропрессованных бетонных блоков наружных стен из автоклавных газобетонных блоков должны соответствовать требованиям ГОСТ 28013-98 и изготавливаться по технологической документации, утвержденной предприятием-изготовителем.

4.5.2. Определяемая по ГОСТ 5802-86 подвижность растворной смеси не должна превышать 100 мм погружения стандартного конуса, морозостойкость раствора не должна быть менее марки F35. Марка кладочного раствора по прочности на сжатие должна быть не менее M100.

5. Конструктивные решения наружных стен на основе газобетонных блоков и их строительно-технические характеристики

5.1. Конструктивные решения и толщину наружных стен жилых и общественных зданий из автоклавных газобетонных блоков следует назначать исходя из нормируемых значений сопротивления теплопередаче либо по нормируемому удельному расходу тепловой энергии на отопление по СНиП 23-02-2003, СП 23-101-2004, а также обеспечения условий прочности по СНиП II-22-81* и СТО 501-52-01-2007, с учетом требований СНиП 23-03-2003 и СП 23-103-2003 к изоляции наружных стен от внешнего шума, производимого потоком городского транспорта.

5.2. Автоклавные газобетонные блоки со средней плотностью 400-500 кг/м³ следует применять для строительства малоэтажных (1-3 этажа) жилых домов с толщиной стены 400-500 мм, блоки со средней плотностью 600 кг/м³ следует применять для среднеэтажного (до 4-5 этажей) жилищного строительства по бескаркасному варианту при толщине стены 500-550 мм. В высотном строительстве в каркасно-монолитном варианте с применением наружной стены-заполнения при ее поэтажном опирании следует применять блоки средней плотности 400-500 кг/м³. Характеристики рекомендуемых компоновок стен на основе автоклавных газобетонных блоков для жилых зданий, а также примеры расчетов для отдельных компоновок стен по обеспечению требуемых характеристик по термическому сопротивлению и защите от переувлажнения приведены в приложении №7.

5.3. Кладку из блоков следует вести на клею.

5.4. Этажность зданий, в которых применяются блоки для заполнения каркасов и устройства самонесущих стен с поэтажным опиранием, не ограничивается.

5.5. Наружная стена на основе автоклавных газобетонных блоков по типу кладки может быть толщиной в один блок или толщиной в два разнотипных или однотипных блока.

5.6. При кладке стены толщиной в один блок необходимо обеспечивать «цепную» перевязку блоков перекрытием швов не менее чем на 100 мм. При кладке стен толщиной в два блока необходимо обеспечить смещение вертикальных швов наружных блоков относительно вертикальных швов внутренних блоков не менее чем на 100 мм.

5.7. Наружная облицовка является самонесущей толщиной в 1/2 кирпича (ложковые ряды). Самонесущая стена из автоклавного газобетона с кирпичной облицовкой допускается для зданий высотой не более 5 этажей (20 м) с полным опиранием (на всю толщину стены, без свесов) на сплошной фундамент или рандбалку.

5.8. Самонесущие стены из ячеистобетонных блоков с кирпичной облицовкой в многоэтажных каркасно-монолитных зданиях следует принимать с поэтажным опиранием на перекрытия или продольные ригели каркаса. Запрещается опирать наружный кирпичный слой на приваренные к каркасу опорные полки (столики).

5.9. Гибкие связи между кирпичным облицовочным слоем и несущим слоем из автоклавных газобетонных блоков базальтопластиковые, стеклопластиковые, из коррозионностойких сталей или оцинкованных сталей должны устанавливаться в швы и забиваться (врезываться) в тело блоков в количестве не менее 4-х с площадью поперечного сечения связей не менее $0,5 \text{ см}^2$ на 1 м^2 стены.

5.10. Запрещается соединять наружный кирпичный слой с ячеистобетонным слоем металлическими арматурными сетками, заложенными в швы кладок.

6. Защитно-декоративные покрытия наружных стен на основе газобетонных блоков

Состав и основные элементы защитно-декоративного покрытия по наружной стене из автоклавных газобетонных блоков представлены на рисунке 6.1.

6.1. Требования к поверхности наружных стен

6.1.1. Поверхность кладки наружных стен на основе автоклавных газобетонных блоков, предназначенная для наружной отделки с применением штукатурных защитно-декоративных систем, должна соответствовать требованиям, приведенным ниже.

6.1.1.1. Блоки для кладки наружных стен должны соответствовать требованиям ГОСТ 31360-2007 с характеристиками автоклавного газобетона по ГОСТ 31359-2007 и удовлетворять требованиям, приведенным в пункте 4.1.4 настоящих нормативов.

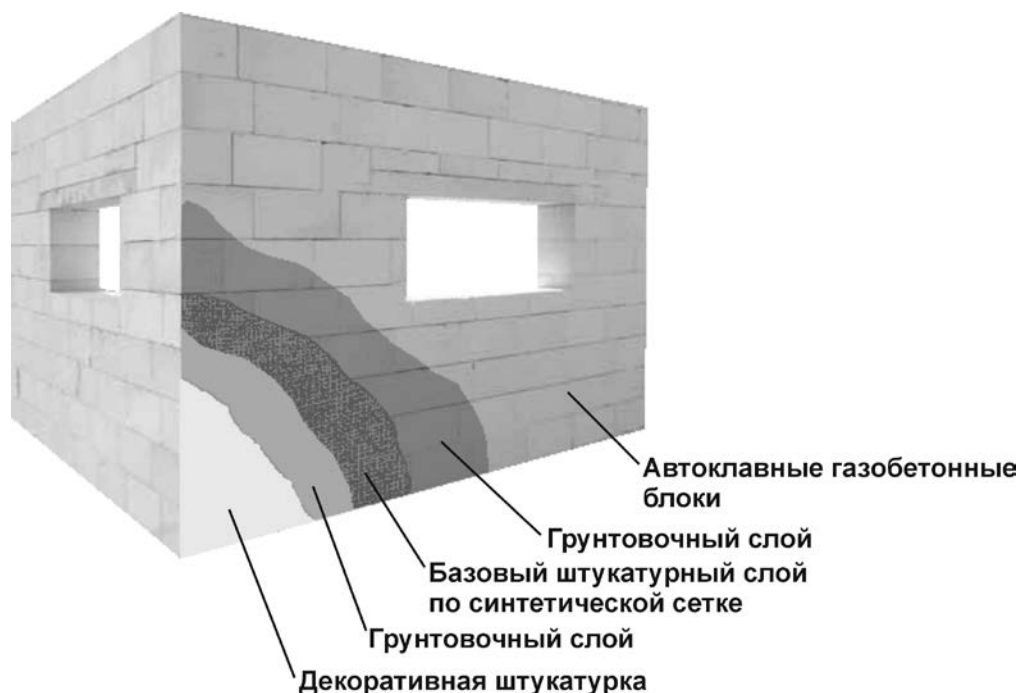


Рисунок 6.1. Основные элементы защитно-декоративного покрытия по наружной стене из автоклавных газобетонных блоков

6.1.1.2. Поверхность кладки из автоклавных газобетонных блоков для нанесения штукатурной системы, должна соответствовать требованиям, приведенным в таблице 6.1. Сколы, отбитости, штробы на наружной поверхности стены, размеры которых превышают значения, приведенные в таблице 6.1, должны быть огрунтованы и заделаны штукатурной или ремонтной

смесью соответствующей штукатурной системы. В случае, если суммарная площадь заполняемых дефектов поверхности превышает 5% от площади поверхности отделываемой кладки, ремонтная штукатурная смесь для их заделки должна соответствовать требованиям, приведенным в таблице 6.2 для толстослойных штукатурок.

Таблица 6.1

ТРЕБОВАНИЯ К ПОВЕРХНОСТИ КЛАДКИ
наружных стен из автоклавных газобетонных блоков, предназначенной для устройства
защитно-декоративной отделки штукатурными системами

№ п/п	Контролируемые параметры	Единица измерения	Предельно допустимые отклонения
1	Глубина сколов, отбитостей, штроб и выемок автоклавных газобетонных блоков на поверхности кладки	мм	10
2	Отклонения плоскости наружной поверхности кладки по горизонтали и по вертикали	мм/м	3
3	Отклонения от вертикали наружных поверхностей и углов кладки: на один этаж; на всю высоту здания этажностью более двух этажей	мм	5 30
4	Неровности на вертикальной поверхности кладки, определяемые при накладывании рейки длиной 2 м	мм	5
5	Отклонения оконных и дверных проемов от вертикали	мм/м	4

6.1.2. Влажность поверхности наружных стен из автоклавных газобетонных блоков в случае нанесения грунтовок и штукатурных составов на водной основе не нормируется. Рекомендуется оштукатуривание стен из газобетонных блоков производить на следующий весенне-летний сезон после строительства, когда стены достигнут значений весовой влажности, близкой к 6-8%; особенно актуальным данное требование представляется в отношении полимерно-декоративных покрытий, обладающих низким значением коэффициента паропроницаемости μ [мг/м²·ч·Па]. При нанесении штукатурных систем на основе органических растворителей требования к влажности автоклавного газобетонного основания должны устанавливаться производителем этих систем.

6.1.2.1. При нанесении составов с водоудерживающей способностью менее 98% поверхность кладки рекомендуется грунтовать составами, входящими в соответствующую штукатурную систему, снижающими водопоглощение основания.

6.1.2.2. При нанесении грунтовки и штукатурки следует избегать дождя и ветра. Неравномерно увлажненные поверхности кладки наружных стен следует грунтовать и оштукатуривать после выравнивания их влажности, определяемой по цвету поверхности, сравниваемой с цветом неувлажненных участков.

6.1.3. Клеевые смеси, выдавленные из швов между автоклавными газобетонными блоками в процессе кладки, удаляют после их схватывания, прочищая клеевой шов острой частью кладочного инструмента. Затирать клеевой шов не допускается.

6.1.4. Выступы на поверхности кладки удаляют путем механической обработки - с помощью рубанка или шлифовального инструмента. После механической обработки поверхность кладки должна быть обеспылена и огрунтована.

6.1.5. Поверхности, пораженные плесенью и т.д., следует тщательно очистить и после этого обработать антисептиком для предотвращения повторного поражения.

6.2. Требования к материалам защитно-декоративных покрытий

6.2.1. В системах защитно-декоративных покрытий наружных стен на основе автоклавных газобетонных блоков должны применяться штукатурные составы, соответствующие требованиям таблицы 6.2. Требования к остальным элементам штукатурных систем должны обеспечивать физико-технические характеристики отделочного покрытия, приведенные в таблице 6.3. Характеристики штукатурных систем, рекомендуемых в качестве защитно-декоративных покрытий наружных стен на основе автоклавных газобетонных блоков, приведены в приложении № 8.

6.2.2. Системы защитно-декоративной отделки наружных стен из автоклавных газобетонных блоков, помимо штукатурных составов, могут включать также другие элементы: шпаклевки, грунтовки, краски, армирующие сетки (полимерные, стекловолоконные), угловые, цокольные, маячные профили (металлические, полимерные), декоративные профили и элементы их крепления.

6.2.3. При назначении вида отделочного покрытия рекомендуется использовать материалы, входящие в одну штукатурную систему, поставляемую одним производителем.

6.2.4. Использование штукатурных растворов, приготовляемых непосредственно на строительной площадке из вяжущих, заполнителей, добавок и воды, не допускается.

Таблица 6.2

ТРЕБОВАНИЯ К ШТУКАТУРНЫМ СОСТАВАМ

для защитно-декоративных покрытий наружных стен на основе автоклавных газобетонных блоков

№ п/п	Характеристика	Метод определения	Единица измерения	Нормируемое значение
1.1	Средняя плотность (для толстослойных штукатурок со средней толщиной более 7 мм)	по ГОСТ 12730.1-78	кг/м ³	не более 1300
1.2	Средняя плотность (для тонкослойных штукатурок со средней толщиной до 7 мм)	по ГОСТ 12730.1-78	кг/м ³	не более 1600
2	Марка по прочности на сжатие	по ГОСТ 10180-90	кгс/см ²	от М25 до М100
3	Марка по морозостойкости	по ГОСТ 31356-2007		не менее F50
4	Водоудерживающая способность (для штукатурок, предназначенных для нанесения без предварительного грунтования)	по ГОСТ 5802-86	%	не менее 98

6.3. Требования к готовым защитно-декоративным штукатурным покрытиям

6.3.1. Требования к защитно-декоративным покрытиям наружных стен из автоклавных газобетонных блоков приведены в таблице 6.3.

6.3.2. Отклонения от вертикали, горизонтали, предельная кривизна отделанной поверхности кладки из автоклавных газобетонных блоков не должны превышать предельных значений, установленных СНиП 3.04.01-87 к высококачественным штукатуркам, если иное не предусмотрено проектом. Допускаемые отклонения приведены в таблице 6.4.

Таблица 6.3

ТРЕБОВАНИЯ К ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫМ покрытиям наружных стен на основе автоклавных газобетонных блоков

№ п/п	Характеристика	Метод определения	Единица измерения	Нормируемое значение
1	2	3	4	5
1	Сопротивление паропрооницанию R^e_{vp}	по диффузии насыщенного пара в среду ненасыщенного ($\varphi_n = 54\%$) в стационарных условиях ($20 \pm 2^\circ\text{C}$) согласно ГОСТ 25898-83	$\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$	-
1.1	Для отделочных покрытий на основе толстослойных штукатурок			$R^e_{vp} < 0,50 *$
1.1	Для отделочных покрытий на основе тонкослойных штукатурок и отделочных покрытий без штукатурных слоев			$R^e_{vp} < 0,20 *$
2	Водопоглощение при капиллярном подсосе	по ГОСТ 31356-2007	$\text{кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч}^{0,5})$	$w \leq 0,50$
3	Адгезия к газобетону	адгезия к основанию по ГОСТ 31356-2007	МПа	$R^0_{cc} \geq 0,25$ – для автоклавного газобетона класса прочности В1,5; $R^0_{cc} \geq 0,35$ – В2,5; $R^0_{cc} \geq 0,40$ – В3,5
4	Морозостойкость контактной зоны	определение морозостойкости контактной зоны согласно ГОСТ 31356-2007		F35
1	2	3	4	5
5	Устойчивость к разрыву по трещине в автоклавном газобетоне	растяжение образца с отделкой при раскрывающейся трещине по ГОСТ		целостность покрытия при раскрытии трещины под ним от 0 до 0,3

	31383-2008		мм
--	------------	--	----

* Характеристики сопротивления паропрооницанию должны быть обеспечены для системы грунтовка – штукатурный слой – грунтовка – фасадная декоративная штукатурка (или краска).

Таблица 6.4

ТРЕБОВАНИЯ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ

внешнего вида и допускаемым отклонениям к защитно-декоративной отделке наружных стен из автоклавных газобетонных блоков

№ п/п	Контролируемые параметры	Предельные отклонения, мм
1	Отклонения поверхности от вертикали и горизонтали (мм на 1 м)	1
2	Отклонения поверхности от вертикали (на высоту помещения)	5
3	Неровности поверхностей плавного очертания (на 4 м ²), не более 2 шт.	2
4	Отклонения оконных и дверных откосов, пилястр, столбов и т.п. от вертикали (мм на 1 м)	1
5	Отклонения оконных и дверных откосов, пилястр, столбов и т.п. от вертикали (мм на весь элемент)	3
6	Отклонения радиуса криволинейных поверхностей, проверяемого лекалом (на весь элемент)	5
7	Отклонения ширины откоса от проектной	2
8	Отклонения тяг от прямой линии в пределах между углами тяг и раскреповки	2

6.4. Порядок производства отделочных работ

6.4.1. Работы по устройству защитно-декоративных покрытий наружных стен из автоклавных газобетонных блоков могут начинаться только после окончания строительных и монтажных работ.

6.4.1.1. На объекте до устройства защитно-декоративных покрытий рекомендуется завершить все процессы, придающие наружным стенам повышенную технологическую влажность.

6.4.1.2. Любые сопутствующие работы на фасаде объекта (обшивка сводов и проемов, монтажных коробок, держателей молниеотводов, консолей и кронштейнов для закрепления дополнительных конструкций на фасаде и т.д.) должны выполняться в соответствии с рекомендациями специалиста по штукатурным защитно-декоративным покрытиям так, чтобы во время работ не произошло механических повреждений защитно-декоративного покрытия фасада.

6.4.1.3. Требования к готовности газобетонной кладки под отделку изложены в пунктах 3.10 и 6.1.

6.4.2. Отделочные работы следует выполнять при температуре воздуха и основания от +5°C до +25°C и относительной влажности воздуха ≤80%. При нанесении слоев защитно-декоративного покрытия следует избегать воздействия прямых солнечных лучей, ветра (при скорости ветра более 10 м/с) и дождя. При условиях, способствующих быстрому высыханию штукатурки, необходимо учитывать все обстоятельства (в том числе, например, площадь поверхности), влияющие на возможность правильного проведения работ, необходимо принимать меры по защите свежеложенных слоев наружной отделки от обезвоживания. При условиях, затрудняющих высыхание (низкие температуры, высокая относительная влажность воздуха и т.д.), следует учитывать замедленное высыхание и, следовательно, возможность

повреждения дождем при его длительности 8 часов и более. С этой целью строительные леса рекомендуется закрывать специальной сеткой или пленкой, а на здании установить водоотливы.

6.4.3. Устройство защитно-декоративной отделки при температурах ниже +5°C необходимо выполнять с использованием специальных отделочных составов, рекомендуемых производителем для работ при низких температурах.

Не допускается использование штукатурных составов с противоморозными добавками, приготовляемых в построечных условиях из вяжущих, заполнителей и химических добавок.

6.4.4. Работы по отделке наружной поверхности стен из автоклавных газобетонных блоков производят со специальных приспособлений для работы на высоте: леса, мачтовые подъемники, самоподъемные люльки и другие средства.

Леса рекомендуется устанавливать на всю высоту здания и укрывать сеткой для обеспечения защиты поверхности стены от солнечного излучения и увлажнения косым дождем.

6.4.5. Состав работ по подготовке наружной поверхности стен из газобетонных блоков под защитно-декоративную отделку подбирается в зависимости от состояния кладки и вида предстоящей отделки.

6.4.5.1. Углубления, сколы и другие дефекты поверхности кладки (по пункту 6.1.1.2) заделывают с использованием рекомендуемых производителем ремонтных сухих смесей, если это не было выполнено при кладочных работах.

6.4.5.2. Выявляют и определяют размеры отклонений наружных плоскостей стен из газобетонных блоков по вертикали и горизонтали поверхности кладки, которые должны соответствовать требованиям таблицы 6.1.

6.4.5.3. Дефекты поверхности (местные выступы в кладке, места ремонтов и прочие) обрабатывают шлифовальной теркой до величины зазора не более 2 мм под рейкой длиной 500 мм.

6.4.5.4. Для предотвращения сколов на поверхности штукатурки по наружным и внутренним углам кладки и по линии выступа кладки в уровне цоколя рекомендуется установка углозащитных профилей из перфорированной оцинкованной стали.

6.4.5.5. В местах сопряжения кладки из газобетонных блоков с другими видами материалов (кирпичной кладкой, металлическими и деревянными конструкциями и т.п.), а также в зонах возможной концентрации напряжений (углы кладки, углы проемов, зоны по длине перемычек, подоконные зоны и т.д.) рекомендуется конструктивное армирование штукатурных слоев сеткой из стекловолокна.

6.4.5.6. Специальной механической обработки для повышения адгезии отделочных слоев к основанию (насечка и т.п.) для поверхностей стен из газобетонных блоков не требуется.

6.4.5.7. После завершения подготовительных работ отделываемую поверхность газобетонной кладки очищают от пыли щетками или сжатым воздухом и грунтуют составами, рекомендуемыми производителями штукатурных систем.

6.4.6. Подготовленная под отделку грунтованная поверхность кладки должна быть визуально однородна. На поверхности наружной стены из автоклавных газобетонных блоков не допускаются:

- трещины в газобетонных блоках с раскрытием более 0,2 мм;
- пятна загрязнений (жировые, ржавчины, грунтовые и т.п.);
- пыль;
- дефекты поверхности (раковины, сколы, царапины глубиной более 2 мм и диаметром (шириной) более 5 мм);
- задиры и наплывы высотой более 1,5 мм;
- снег, иней, наледь.

6.4.7. Приготовление отделочных составов производят из сухих смесей по инструкции производителя штукатурных систем в штукатурных станциях или вручную.

6.4.8. Основным инструментом для нанесения и разравнивания растворов смесей являются металлические полутерки, шпатель и правило.

6.4.8.1. При выполнении тяг и архитектурных элементов используют специальные шаблоны и правила.

6.4.8.2. Разделку углов выполняют с помощью лузговых и усеночных шпателей.

6.4.8.3. Откосы оштукатуривают по угловым маякам или направляющим рейкам.

6.4.9. Технология оштукатуривания включает армирование наружной поверхности стен стекловолоконными сетками, нанесение и разравнивание штукатурного раствора с ведением работ захватками в соответствии с инструкцией производителя сухих смесей. На каждой из захваток обеспечивают равномерность и непрерывность штукатурных работ. Продолжительность технологических перерывов при выполнении отдельных операций по оштукатуриванию устанавливает производитель сухих смесей.

6.4.10. Свеженанесенные штукатурные слои необходимо предохранять от быстрого обезвоживания и замораживания до момента конца схватывания раствора, а в период набора прочности – от механических повреждений.

6.5. Контроль качества отделочных работ

6.5.1. При приемке выполненных отделочных работ следует контролировать выполнение проектных и технических требований к защитно-декоративному покрытию.

6.5.2. Толщина штукатурного слоя должна соответствовать проектной величине.

6.5.3. Защитно-декоративные покрытия поверхности наружных стен по ровности (отклонениям от горизонтали, вертикали и проектной формы) должны соответствовать требованиям таблицы 6.4.

6.5.4. Фактура и цвет поверхности штукатурного покрытия, определяемые визуально, должны соответствовать эталону производителя. На поверхности покрытия не должно быть трещин, отслоений, шелушений, каверн, неоднородностей.

6.5.5. Свойства защитно-декоративного покрытия должны соответствовать требованиям таблиц 6.2 и 6.3.

6.5.6. По требованию заказчика возможен контроль других показателей качества защитно-декоративного покрытия, предусмотренных проектом.

6.5.7. Сроки выполнения отделочных работ, климатические условия, перечень и количество используемых материалов, а также другие необходимые сведения заносят в журнал производства работ.

6.6. Техника безопасности

6.6.1. Проведение работ по устройству защитно-декоративных покрытий, обслуживание штукатурных агрегатов, механизмов и инструмента выполняют с соблюдением требований СНиП III-4-80 «Техника безопасности в строительстве» и СНиП 12-03-2001, соответствующих инструкций и стандартов безопасности труда.

6.6.2. Ответственность за обеспечение и соблюдение безопасных условий труда при производстве отделочных работ возлагается на объекте на мастера или производителя работ приказом по организации.

7. Защитная система на основе кладки из штучных стеновых материалов

7.1. Порядок производства работ

Приведенные в данном параграфе указания относятся к наружным стенам из автоклавных газобетонных блоков с номинальной толщиной 300 мм и облицовкам в виде одинарного кирпича толщиной 65 мм или бессеровского облицовочного блока толщиной 90 мм и высотой 190 мм.

При использовании блоков и облицовочных изделий других модификаций (размеров) проектировщик должен ориентироваться на рекомендуемые ниже параметры двухслойной стены и принципы армирования.

7.1.1. По мере исполнения кладки стены из автоклавных газобетонных блоков через 2 ряда по высоте в штробах, заполняемых клеем, устанавливаются гибкие связи с шагом, соответствующим проекту. Связи выпускаются на требуемую величину из кладки для последующей завязки с кирпичной облицовкой.

7.1.2. В многоэтажных зданиях каркасного типа кладка в виде стены- заполнения высотой на 1 этаж из автоклавных газобетонных блоков завершается устройством горизонтального температурно-деформационного шва между верхом (торцом) кладки и низом плиты перекрытия с последующим заполнением шва системой уплотнения толщиной ≈ 30 мм.

7.1.3. Поверхности блоков и блочной кладки, подлежащей облицовке, не должны иметь отклонений, превышающих допуски, установленные ГОСТ 11024-84 и ГОСТ 13015-2003. Кладка из автоклавных газобетонных блоков должна иметь:

- прочность бетона блоков, соответствующую проектной;
- влажность бетона по массе на стадии монтажа - не более 10-12%;
- гибкие связи, устанавливаемые согласно проекту.

7.1.4. До устройства облицовочного слоя стены составляются акты на скрытые работы, где указываются шаг и материал гибких связей, толщина горизонтального деформационного шва и материал его заполнения.

7.1.5. Устройство кирпичного облицовочного слоя производится со средств подмащивания, а в местах балконов и лоджий – с балконной плиты или плиты лоджий.

7.1.6. Основными средствами подмащивания для производства работ по устройству облицовки стен могут служить:

- строительные леса;
- навесные площадки;
- подвесные леса и подмости;
- рабочие платформы.

Выбор средств подмащивания зависит от особенностей возводимого здания. Рекомендуется использовать подъемные платформы.

7.1.7. До устройства облицовочного слоя необходимо выполнить подготовительные работы, включающие операции, выполняемые в следующей последовательности:

- установка порядовок;
- натягивание причалки;
- подача и раскладка облицовочных изделий на рабочее место;
- перелопачивание раствора в ящике;
- подача раствора на рабочее место и расстилание его.

7.1.8. При выполнении кладки облицовки необходимо соблюдать следующие правила:

вертикальные плоскости разрезы кладки (продольные и поперечные) относительно «постели» должны быть взаимно перпендикулярными, при этом одна из них перпендикулярна, а другая параллельна лицевой поверхности кладки;

кладку следует вести с перевязкой вертикальных швов, сдвигая кирпич на четверть или половину длины по отношению к кирпичу нижележащего ряда;

кладка ведется с обязательным заполнением раствором горизонтальных и вертикальных швов и их расшивкой со стороны фасада.

7.1.9 Толщина горизонтальных швов облицовки должна составлять: рядовых – 12 мм, уширенных – 16 мм, вертикальных – 10 мм. Придание наружной поверхности облицовки четкости рисунка и уплотнение раствора в швах должны достигаться путем расшивки швов. Расшивку следует производить до схватывания раствора заподлицо со стеной либо наружным валиком. Расшивка швов осуществляется одновременно с кладкой, причем сначала расшиваются горизонтальные швы, а затем вертикальные швы.

7.1.10. Кладка облицовочного слоя выполняется ярусами, высота яруса равна расстоянию между центрами уширенных растворных швов (через 8 рядов кирпичей или 3 ряда облицовочных вибропрессованных бетонных блоков). Каждый последующий ярус выкладывается после установки гибких связей, выпущенных из внутреннего газобетонного слоя стены.

7.1.11. Дополнительно кладка облицовки армируется стальными сетками (через 4 ряда кирпичной кладки) и в углах - угловыми сетками (через 2 ряда кладки).

7.1.12. В местах примыкания к несущим поперечным стенам или пилонам в уровнях уширенных растворных швов облицовочная кладка крепится к ним с торцов с помощью гибких связей с анкерровкой по толщине кладки не менее 100 мм.

7.1.13. Должна соблюдаться следующая последовательность работ по устройству облицовочного слоя:

производится кладка первого яруса – 8-ми рядов (под окнами 4-х рядов) кирпичей и устанавливаются гибкие связи, выпущенные из внутреннего слоя стены;

по высоте яруса кладка дополнительно армируется стальными сетками (через 4 ряда кирпичей или 2 ряда вибропрессованных бетонных блоков), а в углах – угловыми сетками (через 2 ряда кирпичей или 1 ряд бетонных блоков);

проверяется правильность выложенного яруса;

производится кладка последующих ярусов, каждый высотой, равной расстоянию между центрами уширенных растворных швов, а также устанавливаются сетки и гибкие связи;

завершается кладка облицовочного слоя устройством горизонтального температурно-деформационного шва толщиной 30 мм, заполняемого упругим уплотняющим жгутом «Вилатерм» диаметром 50 мм (либо уплотняющим материалом «Пороизол») и заделкой нетвердеющим герметиком для температурно-деформационных швов.

7.1.14. При армировании кладки необходимо соблюдать следующие требования:

толщина швов в армированной кладке должна превышать сумму диаметров пересекающейся арматуры не менее чем на 4 мм;

при продольном армировании кладки стальные стержни арматуры сеток по длине следует соединять между собой сваркой;

при устройстве стыков арматуры без сварки концы гладких стержней должны заканчиваться крюками и связываться проволокой с перехлестом стержней на 20 диаметров.

7.1.15. В местах временного перерыва кладки устраиваются штробы с таким расчетом, чтобы при дальнейшем продолжении работ можно было бы обеспечить надежную перевязку новой части кладки с ранее возведенной.

7.1.16. Кирпичная кладка облицовки выполняется из цельного кирпича с перевязкой швов в 1/2 кирпича по длине рядов. В отдельных местах для обеспечения перевязки устанавливается кирпич других размеров согласно проекту.

7.1.17. В процессе устройства облицовочного слоя кладка армируется по всему периметру стен продольными сетками, шаг между которыми по высоте установлен:

в верхней (надпроемной) и нижней (подпроемной) зонах - не менее чем через 4 ряда кирпича (2 ряда бетонных блоков);

в средней части простенков и глухих участков стен шаг может быть увеличен до 8 рядов кирпичей (3 ряда бетонных блоков).

На углах кладка армируется угловыми сетками через 2 ряда кирпичей (1 ряд бетонных блоков) по высоте.

7.1.18. После завершения кладки облицовки составляется акт на скрытые работы, который должен фиксировать наличие и шаг сеток, материал и количество гибких связей, толщину и материалы заделки горизонтального температурно-деформационного шва.

7.1.19. По периметру наружных стен с облицовкой из штучных стеновых материалов в облицовке должны устраиваться вертикальные температурно-деформационные швы толщиной 20 мм.

Наиболее предпочтительно устройство этих швов в местах расположения остекленных лоджий и балконов, в том числе совмещенных с гранями проемов. В этих случаях применяются швы открытого типа, заполняемые упругими прокладками, шнуром (Вилатерм диаметром 50 мм) и нетвердеющим герметиком для температурно-деформационных швов.

7.1.20. На открытых участках фасада должны применяться вертикальные температурно-деформационные швы закрытого типа с двойной защитой от воздействия влаги с применением компенсатора из оцинкованной стали.

7.1.21. Кладку облицовки наружных стен следует выполнять профессиональным составом исполнителей при наличии проекта производства работ с указанием операций и графика работы, при обязательном составлении акта на скрытые работы и ведении технического и авторского надзора.

7.1.22. При производстве работ в зимних условиях следует руководствоваться указаниями пунктов 7.1.24 – 7.1.28.

7.1.23. Кладку облицовочного слоя рекомендуется выполнять на цементных, цементно-известковых растворах. Состав строительного раствора заданной марки для зимних работ, подвижность и сроки сохранения подвижности устанавливает проектная организация, а контроль осуществляет строительная лаборатория.

7.1.24. Возведение облицовки следует выполнять равномерно по всему участку-захватке, не допуская разрывов по высоте более чем на 1/2 этажа. При кладке глухих участков и углов разрывы допускаются высотой не более 1/2 этажа и выполняются штробой.

7.1.25. Не допускается при перерывах в работе укладывать раствор на верхний ряд кладки. Для предохранения от обледенения и заноса снегом на время перерыва в работе верх кладки следует накрывать.

7.1.26. Кладку облицовки из штучных стеновых материалов в зимних условиях следует возводить с противоморозными добавками на растворах не ниже марки М100. Кладку на растворах с химическими добавками ведут на открытом воздухе с обязательным соблюдением требований специальных инструкций производителей добавок.

7.1.27. Растворная смесь с химическими добавками в момент укладки должна иметь температуру не ниже 5°C. Замерзший, а затем отогретый горячей водой раствор использовать запрещается.

7.2. Контроль качества работ

7.2.1. Работы по устройству облицованных кирпичом наружных стен из автоклавных газобетонных блоков должны производиться только при наличии полного комплекта документации, утвержденной в установленном порядке.

7.2.2. Требуемое качество работ и надежность облицованных кирпичом наружных стен должно обеспечиваться участвующими в строительном процессе организациями путем осуществления комплекса технических, экономических и организационных мер эффективного контроля на всех стадиях устройства двухслойных наружных стен из автоклавных газобетонных блоков, облицованных кирпичом или бетонными блоками.

7.2.3. Контроль качества работ по устройству наружных стен должен осуществляться специалистами или специальными службами, входящими в состав строительных организаций или привлекаемыми со стороны, оснащенными техническими средствами, обеспечивающими необходимую достоверность и полноту контроля с целью предупреждения и исключения брака и дефектов в процессе выполнения работ, недопущения накопления дефектов.

7.2.4. Производственный контроль качества работ по устройству наружных стен включает:

входной контроль рабочей документации;

входной контроль строительных материалов: автоклавных газобетонных блоков, кирпича керамического или силикатного лицевого, вибропрессованных бетонных блоков, клея и цементно-песчаного раствора, гибких связей;

операционный контроль технологических процессов и послойный контроль с оценкой соответствия выполненных работ с составлением актов в соответствии с положениями СНиП 12-01-2004 «Организация строительства», СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции», СНиП 3.04.01-87 «Изоляционные и отделочные покрытия», при соблюдении требований СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования» и СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство».

7.2.5. При входном контроле рабочей документации производится проверка ее комплектности и достаточности содержащейся в ней технической информации для производства работ. При входном контроле блоки, кирпич, цементно-песчаный раствор, клеи, монтажные связи и анкера проверяются их внешним осмотром на соответствие этих материалов и изделий требованиям стандартов и соответствие документам предприятий поставщиков, а также наличие сертификатов соответствия, гигиенических и пожарных документов, паспортов и других сопроводительных документов.

7.2.6. При проведении входного контроля необходимо убедиться в наличии актов на скрытые работы по устройству консольной части перекрытия, являющейся опорной частью для наружных стен, включающих облицовочный слой.

7.2.7. При кладке облицовочного слоя следует контролировать качество и толщину швов, перевязку кирпичей, требуемую форму расшивочных швов, армирование облицовочного слоя сетками, наличие, горизонтальность и достаточную анкеровку гибких связей, их крепление в облицовочном и несущем слоях, наличие и высоту горизонтальных и вертикальных температурно-деформационных швов.

7.2.8. Для проверки толщины швов облицовочного слоя измеряют 8 рядов кладки между уширенными швами в пределах одного яруса и определяют среднюю толщину шва. Утолщение швов, против предусмотренных нормами, можно допускать лишь в случаях, оговоренных проектом, при этом размеры уширенных швов должны быть указаны в рабочих чертежах.

7.2.9. Вертикальность поверхностей и углов проверяют уровнем и отвесом не реже двух раз на каждом ярусе кладки облицовки. Если будут обнаружены отклонения, превышающие допускаемые, то их исправляют при кладке следующего яруса.

7.2.10. Горизонтальность рядов контролируют правилом и уровнем не реже двух раз на каждом ярусе кладки. Для этого правило кладут на кладку, ставят на него уровень и, выровняв его по горизонту, определяют величину отклонения кладки от горизонтали. Если она превышает установленный допуск, отклонение устраняют в процессе последующей кладки.

7.2.11. Основным документом при операционном контроле является СНиП 3.03.01-87, который устанавливает требования, соблюдаемые при производстве работ. Результаты операционного контроля фиксируются в журнале производства работ.

7.2.12. При проведении операционного контроля в процессе производства работ по каждому слою составляются акты освидетельствования скрытых работ, где указываются:

- укладка гидроизоляции по основанию;
- шаг, диаметр, количество и расположение гибких связей в плане и по высоте стен;
- наличие арматурных сеток в растворных швах облицовочного слоя, их диаметр;
- сверление отверстий для гибких связей в несущем слое из автоклавных газобетонных блоков, установка гибких связей при кладке облицовочного слоя;
- укладка упругой прокладки («Вилатерм», «Пороизол») в температурно-деформационных швах;
- наличие гидроизоляции в примыканиях газобетонных блоков к бетону и кирпичу;
- величина опирания кирпичного облицовочного слоя на перекрытие.

7.2.13. Каждый слой стены и отдельные элементы крепления слоев должны проходить оценку соответствия проекту. Акты на скрытые работы должны представляться приемочным комиссиям при сдаче объекта. При оценке соответствия облицовочного слоя производится проверка качества заполнения и формы расшивочных швов облицовочной кладки, проверяются отклонения в размерах и параметрах стен от проектных.

7.3. Техника безопасности

7.3.1. Производство работ по устройству жесткой облицовки на основе кладки из штучных стеновых материалов наружных стен из автоклавных газобетонных блоков должно осуществляться с соблюдением требований безопасности труда согласно требованиям Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», СНиП 12-03-2001 и СНиП 12-04-2002.

8. Защитная система «Вентилируемый фасад»

8.1. Устройство защитно-декоративной отделки наружных стен зданий на основе автоклавных газобетонных блоков по системе «Вентилируемый фасад» допускается при соответствующем технико-экономическом обосновании.

8.2. Облицовочные материалы и системы крепления облицовочного слоя наружных стен по системе «Вентилируемый фасад» должны соответствовать требованиям и изготавливаться по техническим условиям, утвержденным предприятием – изготовителем элементов системы.

8.3. При проектировании наружных стен зданий на основе автоклавных газобетонных блоков с защитно-декоративной отделкой по системе «Вентилируемый фасад» следует производить обязательные расчеты стен по обеспечению требуемых характеристик по термическому сопротивлению и защите от переувлажнения с учетом коэффициента теплотехнической неоднородности при использовании металлических анкеров.

8.4. Производство работ по защитно-декоративной отделке наружных стен по системе «Вентилируемый фасад» должно осуществляться с соблюдением требований безопасности труда согласно требованиям Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», СНиП 12-03-2001 и СНиП 12-04-2002.

Приложение № 1
к республиканским нормативам
градостроительного проектирования
Республики Башкортостан
«Защитно-декоративная отделка наружных
стен зданий из автоклавных газобетонных
блоков»

ПЕРЕЧЕНЬ
документов, использованных в нормативах

Федеральный закон «О введении в действие Градостроительного кодекса РФ»
Федеральный закон «О техническом регулировании»
Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»
Градостроительный кодекс Российской Федерации
ГОСТ 379-95 «Кирпич и камни силикатные. Технические условия»
ГОСТ 530-2007 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия»
ГОСТ 5742-76 «Изделия из ячеистых бетонов теплоизоляционные»
ГОСТ 5802-86 «Растворы строительные. Методы испытаний» (переиздан в октябре 2002 г.)
ГОСТ 6133-99 «Камни бетонные стеновые. Технические условия»
ГОСТ 7502-98 «Рулетки измерительные металлические. Технические условия»
ГОСТ 7076-99 «Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме»
ГОСТ 8735-88 «Песок для строительных работ. Методы испытаний»
ГОСТ 9179-77 «Известь строительная. Технические условия»
ГОСТ 10178-85 (СТ СЭВ 5683-86) «Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия»
ГОСТ 10180-90 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам»
ГОСТ 10181-2000 «Смеси бетонные. Методы испытаний»
ГОСТ 11024-84 «Панели стеновые наружные бетонные и железобетонные для жилых и общественных зданий»
ГОСТ 12730.1-78 «Бетоны. Методы определения плотности» (переиздан в ноябре 2002 г.)
ГОСТ 12730.2-78 «Бетоны. Метод определения влажности»
ГОСТ 13015-2003 «Изделия железобетонные и бетонные для строительства»
ГОСТ 14791-79 «Мастика герметизирующая нетвердеющая строительная. Технические условия»
ГОСТ 21520-89 «Блоки из ячеистых бетонов стеновые мелкие. Технические условия»
ГОСТ 21718-84 «Материалы строительные. Диэлькометрический метод измерения влажности»
ГОСТ 23732-79 «Вода для бетонов и растворов. Технические условия»
ГОСТ 25485-89 «Бетоны ячеистые. Технические условия»
ГОСТ 25621-83 «Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Классификация и общие технические требования»
ГОСТ 25898-83 «Материалы и изделия строительные. Методы определения сопротивления паропроницанию»
ГОСТ 26254-84 «Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций»
ГОСТ 26433.0-85 «Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Общие положения»
ГОСТ 26433.1-89 «Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Элементы заводского изготовления»
ГОСТ 26629-85 «Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций»
ГОСТ 27005-86 «Бетоны легкие и ячеистые. Правила контроля средней плотности»
ГОСТ 28013-98 «Растворы строительные. Общие технические условия»
ГОСТ 30108-94 «Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов»
ГОСТ 30494-96 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»
ГОСТ 31108-2003 «Цементы общестроительные. Технические условия»
ГОСТ 31356-2007 «Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Методы испытаний»
ГОСТ 31357-2007 «Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Общие технические условия»
ГОСТ 31359-2007 «Бетоны ячеистые автоклавного твердения. Технические условия»
ГОСТ 31360-2007 «Изделия стеновые неармированные из ячеистого бетона автоклавного твердения. Технические условия»

ГОСТ 31383-2008 «Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Методы испытаний»

ГОСТ Р 52491-2005 «Материалы лакокрасочные, применяемые в строительстве. Общие технические условия»

ГОСТ 53231-2008 «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности».

СН 82-101-98 «Приготовление и применение растворов строительных»

СН 277-80 «Инструкция по изготовлению изделий из ячеистого бетона»

СНиП II-22-81* «Каменные и армокаменные конструкции»

СНиП III-4-80 «Техника безопасности в строительстве» (разделы 1-7 утратили силу в связи с вводом в действие СНиП 12-03-2001)

СНиП 2.08.02-89 «Общественные здания и сооружения»

СНиП 2.09.04-87 «Административные и бытовые здания»

СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции»

СНиП 3.04.01-87 «Изоляционные и отделочные покрытия»

СНиП 12-01-2004 «Организация строительства»

СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования»

СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство».

СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений»

СНиП 23-01-99 «Строительная климатология»

СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»

СНиП 23-03-2003 «Защита от шума»

СНиП 31-01-2003 «Здания жилые многоквартирные»

СНиП 31-02-2001 «Дома жилые одноквартирные»

СНиП 31-05-2003 «Общественные здания административного назначения»

СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий»

СП 23-103-2003 «Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий»

СТО 00044807-001-2006 «Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий»

СТО 501-52-01-2007 (Часть 1) «Проектирование и возведение ограждающих конструкций жилых и общественных зданий с применением ячеистых бетонов в Российской Федерации» (Стандарт организации принят и введен в действие решением Совета Ассоциации Строителей России от 25.01.2007)

ТСН 23-318-2000 РБ. «Тепловая защита зданий»

Альбом технических решений для строительства жилых и общественных зданий с использованием газобетонных блоков автоклавного твердения Build Stone, выпускаемых ОАО «ГлавБашСтрой» в г. Уфе // ГУП институт «БашНИИСтрой». Уфа, 2011.

При пользовании настоящими нормативами целесообразно проверить действие ссылочных стандартов по указателю «Национальные стандарты», составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящими нормативами следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

Приложение № 2
к республиканским нормативам
градостроительного проектирования
Республики Башкортостан
«Защитно-декоративная отделка наружных стен
зданий из автоклавных газобетонных блоков»

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Ячеистый бетон автоклавного твердения – искусственный легкий каменный материал пористой структуры, изготовленный из вяжущего, тонкомолотого кремнеземистого компонента, порообразователя и воды и прошедший тепловлажностную обработку при повышенном давлении, соответствующий требованиям ГОСТ 31359-2007.

Ячеистобетонные блоки – стеновые неармированные изделия с прямоугольным поперечным сечением и толщиной, незначительно меньшей его ширины, соответствующие требованиям ГОСТ 31360-2007.

Равновесная влажность ячеистого бетона автоклавного твердения – фактическая средняя влажность ячеистого бетона по толщине стены конструкции за отопительный период после 2-3 лет эксплуатации.

Наружная штукатурка — основной элемент наружной отделки, обеспечивающий сплошность и ровность поверхности ограждающей конструкции.

Тонкослойный шов — кладочный шов, выполненный с применением мелкозернистого клеевого раствора толщиной 2-3 мм.

Наружная отделка — совокупность материалов и изделий, закрепленных и нанесенных на наружную поверхность кладки на основе ячеистобетонных блоков, соответствующая требованиям настоящих нормативов.

Эксплуатационная надежность наружных стен – способность сохранять нормативные эксплуатационные характеристики при выполнении необходимого объема технического обслуживания и ремонтов по установленной системе.

Срок службы наружных стен (в годах) – интервал времени, в течение которого целесообразны техническое обслуживание и ремонт стеновых конструкций для обеспечения безопасных условий проживания или работы людей.

Приложение № 3
к республиканским нормативам
градостроительного проектирования
Республики Башкортостан
«Защитно-декоративная отделка
наружных стен зданий из
автоклавных газобетонных блоков»

ХАРАКТЕРИСТИКИ
автоклавных газобетонных блоков,
производимых и применяемых в Республике Башкортостан

Автоклавные газобетонные блоки Build Stone® ОАО «ГлавБашСтрой» (450520, Республика Башкортостан, Уфимский район, с.Зубово, ул. Электrozаводская, 2)

Марка по средней плотности	Геометрические размеры L*B*H, мм*	Класс по прочности на сжатие (не менее)	Марки по морозостойкости	Фактический коэффициент теплопроводности в сухом состоянии, Вт/(м·°C)	Фактический коэффициент паропроницаемости μ , мг/(м·ч·Па), не менее	Нормируемый коэффициент теплопроводности кладки на клеевом растворе толщиной 2-3 мм (согласно СТО 00044807-001-2006) для условий эксплуатации А, Вт/(м·°C)
1	2	3	4	5	6	7
D400	600*150*250	B1,5	F25	0,096	0,23	0,13
D400	600*200*250	B1,5	F25	0,096	0,23	0,13
D400	600*300*200	B1,5	F25	0,096	0,23	0,13
D400	600*375*250	B1,5	F25	0,096	0,23	0,13
D400	600*400*250	B1,5	F25	0,096	0,23	0,13
D500	600*150*250	B2,5	F25	0,116	0,20	0,15

1	2	3	4	5	6	7
D500	600*200*250	B2,5	F25	0,116	0,20	0,15
D500	600*300*200	B2,5	F25	0,116	0,20	0,15
D500	600*375*250	B2,5	F25	0,116	0,20	0,15
D500	600*400*250	B2,5	F25	0,116	0,20	0,15
D600	600*150*250	B3,5	F25	0,140	0,16	0,17
D600	600*200*250	B3,5	F25	0,140	0,16	0,17
D600	600*300*200	B3,5	F25	0,140	0,16	0,17
D600	600*375*250	B3,5	F25	0,140	0,16	0,17
D600	600*400*250	B3,5	F25	0,140	0,16	0,17

* L, B, H – длина, ширина, высота стеновых блоков.

Автоклавные газобетонные блоки ОАО «Стерлитамакский завод силикатного кирпича» (453102, Республика Башкортостан, г.Стерлитамак, ул.Джамбула, 5)

Марка по средней плотности	Геометрические размеры L*B*H, мм*	Класс по прочности на сжатие (не менее)	Марки по морозостойкости	Фактический коэффициент теплопроводности в сухом состоянии, Вт/(м·°C)	Фактический коэффициент паропроницаемости μ , мг/(м·ч·Па), не менее	Нормируемый коэффициент теплопроводности кладки на клеевом растворе толщиной 2-3 мм (согласно СТО 00044807-001-2006) для условий эксплуатации А, Вт/(м·°C)
D400	600*300*200	B1,5	F25	0,096	0,23	0,13
D500	600*300*200	B2,0	F25	0,120	0,20	0,15
D600	600*300*200	B3,5	F25	0,140	0,16	0,17

* L, B, H – длина, ширина, высота стеновых блоков.

Автоклавные газобетонные блоки ОАО «Завод Ячеистых Бетонов» (423822, Россия, Республика Татарстан, г.Набережные Челны, Набережночелнинский проспект, ОАО «ЗЯБ»)

Технические характеристики

Марка по средней плотности	Геометрические размеры L*В*Н, мм*	Класс по прочности на сжатие (не менее)	Марки по морозостойкости	Фактический коэффициент теплопроводности в сухом состоянии, Вт/(м·°С)	Фактический коэффициент паропроницаемости, мг/(м·ч·Па), не менее	Нормируемый коэффициент теплопроводности кладки на клеевом растворе толщиной 2-3 мм (согласно СТО 00044807-001-2006) для условий эксплуатации А, Вт/(м·°С)
D400	600*400*250	B1,5	F25	0,096	0,23	0,13
D400	600*300*250	B1,5	F25	0,096	0,23	0,13
D400	600*400*200	B1,5	F25	0,096	0,23	0,13
D500	600*400*250	B1,5	F25	0,118	0,20	0,15
D500	600*300*250	B1,5	F25	0,118	0,20	0,15
D500	600*400*200	B1,5	F25	0,118	0,20	0,15
D600	600*400*250	B2,0	F25	0,140	0,16	0,17
D600	600*300*250	B2,0	F25	0,140	0,16	0,17
D600	600*400*200	B2,0	F25	0,140	0,16	0,17

* L, В, Н – длина, ширина, высота стеновых блоков.

Все автоклавные газобетонные блоки соответствуют ГОСТ 31360-2007 «Изделия стеновые неармированные из ячеистого бетона автоклавного твердения. Технические условия».

Приложение № 4
к республиканским нормативам
градостроительного проектирования
Республики Башкортостан
«Защитно-декоративная отделка наружных стен
зданий из автоклавных газобетонных блоков»

ХАРАКТЕРИСТИКИ
клеевых смесей для ведения кладки наружных стен
из автоклавных газобетонных блоков

Клеевая смесь КЦ-газобетон БЫСТРОЙ® ЗАО «Строительные материалы» (453110, Россия, Республика Башкортостан, г.Стерлитамак, ул.Техническая, 2)

Назначение

Сухая смесь, предназначенная для приготовления строительного раствора, используемого при температуре воздуха до плюс 5°C в качестве соединительного слоя при укладке блоков и плит из ячеистого бетона при возведении наружных и внутренних стен. Полученные растворы обладают повышенной адгезией к основанию и высокой водоудерживающей способностью.

Приготовление

В емкость с чистой холодной водой высыпать сухую смесь из расчета 1 кг смеси на 0,22-0,24 л теплой воды (не менее +20°C), или около 6,9 л воды на мешок смеси, перемешать смесь вручную в течение 3-4 минут или с помощью электродрели с миксерной насадкой до однородной консистенции. Оставить растворную смесь на 2 минуты для растворения содержащихся в ней добавок. Повторно перемешать растворную смесь в течение 1 минуты, после этого она готова к применению. Можно производить смешивание с помощью смесителей непрерывного (Estromat 401, D-30, PFT НМ-2 и т.д.) и циклического (Т-103, СО-154 А и т.д.) действия.

Применение

Раствор наносится на чистые вертикальные и горизонтальные поверхности с таким расчетом, чтобы установка следующего блока могла быть осуществлена в течение 10 минут. Рекомендуемая толщина клеевого шва между блоками после прижатия не должна превышать 3-4 мм, что позволит избежать снижения теплоэффективных свойств стены и образования «мостиков холода». Максимальная толщина шва не должна превышать 5 мм. Для выравнивания раствора рекомендуется использовать зубчатый шпатель (размер зубьев – 6-8 мм). Не допускается промерзание поверхности блоков, наличие льда и инея. После завершения работ инструмент и емкости необходимо промыть водой.

Технические характеристики

Характеристики	КЦ-газобетон
Цвет	серый
Вязущее	цемент, известь
Максимальная крупность зерен, мм	0,8
Расход воды на 1 кг смеси, л	0,19-0,21
Расход воды на мешок смеси, л	6

Температура применения, °С, выше	плюс 5
Оптимальная толщина слоя, мм	3-4
Прочность на сжатие в возрасте 56 суток (28 суток при $t=-13\pm3^{\circ}\text{C}$ и 28 суток при $t=20\pm3^{\circ}\text{C}$), МПа, не менее	5,0
Адгезия (прочность сцепления с бетонным основанием) через 28 суток при влажности $65 \pm 10\%$ и температуре $20\pm2^{\circ}\text{C}$, МПа	0,3
Примерный расход смеси на 1 м ² при толщине слоя 1 мм, кг	1,43
Выход готового раствора, л/кг	0,69
Морозостойкость, циклов, не менее	50
Гарантийный срок хранения, мес.	6

Сухая клеевая смесь СКС ОАО «Завод Ячеистых Бетонов» (423822, Россия, Республика Татарстан, г.Набережные Челны, Набережночелнинский проспект, ОАО «ЗЯБ»)

Назначение

Сухая клеевая смесь СКС предназначена для высококачественной кладки наружных стен из ячеистобетонных блоков при температуре воздуха до плюс 5°C.

Приготовление

Сухую клеевую смесь затворить чистой водой и перемешать с помощью миксера (на базе электрической дрели) или вручную до получения однородной массы без комков. Количество воды корректируется в зависимости от требуемой осадки конуса готового клея. Оптимальное количество воды на 25 кг смеси – 7 литров. Готовый клей необходимо использовать в течение трех часов с момента приготовления.

Применение

Перед кладкой поверхность автоклавных газобетонных блоков выравнивается и обеспыливается. Для выравнивания блоков рекомендуется при необходимости шлифование поверхности теркой с закрепленной на ней наждачной бумагой. Клей на подготовленную поверхность блоков рекомендуется наносить специальным черпаком с зубчатой кромкой, обеспечивающим необходимую толщину клея. В случае кладки без профилированных замков клей следует наносить равномерно на их монтажные вертикальные плоскости. После укладки блока на равномерно распределенный клей положение блока откорректировать ударами резинового молотка. Нанесенный на поверхность клей сохраняет подвижность в течение 10-20 минут.

Технические характеристики

Характеристики	СКС
1	2
Цвет	серый
Вяжущее	цемент
Плотность готового клея, кг/м ³	1760
Расход воды на 1 кг смеси, л	0,23-0,27
Расход воды на мешок смеси, л	8
Температура применения, °С, более	плюс 5
Оптимальная толщина слоя, мм	3-4

Прочность на сжатие в возрасте (твердение при $t=20\pm3^{\circ}\text{C}$) МПа, не менее: 7 суток 28 суток	 6,0 10,0
Адгезия (прочность сцепления с бетонным основанием) через 28 суток при влажности $70\pm 10\%$ и температуре $20\pm 2^{\circ}\text{C}$, МПа	0,32
1	2
Примерный расход смеси на 1 м^2 , при толщине слоя 1 мм, кг	1,51
Подвижность клеевой смеси, см	10
Жизнеспособность, ч	3
Расслаиваемость, %	1,6
Водоудерживающая способность, %	98,5
Гарантийный срок хранения, мес.	6

Приложение № 5
к республиканским нормативам
градостроительного проектирования
Республики Башкортостан
«Защитно-декоративная отделка наруж-
ных стен зданий из автоклавных газобе-
тонных блоков»

ХАРАКТЕРИСТИКИ

штучных материалов, используемых для облицовочного слоя наружных
стен на основе автоклавных газобетонных блоков

Облицовочный керамический кирпич и объемно-окрашенный силикатный кирпич

Облицовочный керамический кирпич и объемно-окрашенный сили-
катный кирпич ГК «Башкирский кирпич» (Республика Башкортостан, г.Уфа,
ул.Силикатная, 3)

Характеристики облицовочного керамического кирпича и объемно-окрашенного силикат-
ного кирпича

Показатели	Керамический кирпич	Силикатный кирпич
Размеры, мм	250x120x65	250x120x88
Средняя плотность, кг/м ³	2000-2100	1800-1900
Марка по прочности на сжатие	M100-M125	M150-M200
Марка по морозостойкости	F25	F25
Водопоглощение, %	6-14	6-13 %
Коэффициент теплопровод- ности, Вт/(м·°C)	0,47	0,70
Коэффициент паропроницаемо- сти, мг/(м·ч·Па)	0,14	0,11

Объемно-окрашенный силикатный кирпич ОАО «Стерлитамакский завод си-
ликатного кирпича» (453102, Республика Башкортостан, г.Стерлитамак, ул.Джамбула, 5)

Характеристики объемно-окрашенного силикатного кирпича

Наименование	Коэффици- ент тепло- проводно- сти, Вт/(м·°C)	Морозо- стой- кость	Размеры, мм	Марка по прочно- сти на сжатие
Кирпич силикатный с объемным окрашиванием по ГОСТ 379-95				
утолщенный 3-пустотный	0,570	F25	250*120*88	125, 150
одинарный полнотелый	0,597	F25	250*120*65	125, 150

утолщенный полнотелый	0,604	F25	250*120*88	125, 150
Кирпич силикатный со сколотой фактурой с объемным окрашиванием, ГОСТ 379-95				
утолщенный полнотелый	0,604	F25	250*110*88	150
со сколотой фактурой	0,604	F25	250*110*88	125

Объемно-окрашенные вибропрессованные бетонные блоки и кирпич

Объемно-окрашенные вибропрессованные бетонные блоки
ООО «Бессер+» (450028, Республика Башкортостан, г.Уфа, ул.Производственная, 8/1)

Вибропрессованные бетонные блоки производятся на производственной линии фирмы Besser.

Характеристики вибропрессованных бетонных блоков

Марка блока	Пустотность, %	Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм	Марка по прочности на сжатие	Морозостойкость	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°C)
ПБ-39	30	390	90	190	M150	F50	0,91
ССПБ-39 (сплитерный)	30	390	90	190	M150	F50	0,93
ПБП-39	0	390	90	190	M300	F50	1,52

Объемно-окрашенные вибропрессованные бетонные блоки ООО «Берлек Плюс» (450112, Республика Башкортостан, г.Уфа, ул.Путейская, 1/8)

Вибропрессованные бетонные блоки производятся на производственной линии фирмы Besser.

Характеристики вибропрессованных бетонных блоков

Марка блока	Пустотность, %	Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм	Марка по прочности на сжатие	Морозостойкость	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°C)
П-1	30	390	90	190	M100	F35	0,91
ГП-90	0	390	90	190	M100	F35	1,52
СП-90 (сплитерный)	30	390	90	190	M100	F35	0.94

Кирпич бетонный вибропрессованный ОАО «ГлавБашСтрой» (450520, Республика Башкортостан, Уфимский район, с.Зубово, ул.Электrozаводская, 2)

Вибропрессованный бетонный кирпич производится на производственной линии фирмы MASA Record 9001.

Физико-механические свойства вибропрессованного бетонного бетона:

морозостойкость - не менее F50;

водопоглощение - не более 5 %;

коэффициент пустотности – 40,3 %;

удельная радиоактивность - 72 бк/кг.

Характеристики вибропрессованного бетонного кирпича

Марка кирпича	Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм	Марка по прочности на сжатие	Морозостойкость	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°C)
КСР-100	250	120	88	M100	F50	0,51
КСЛ-100	250	120	88	M100	F50	0,51
КСР-150	250	120	88	M150	F50	0,51
КСЛ-150	250	120	88	M150	F50	0,51
КСР-300	250	120	88	M300	F50	0,51

Приложение № 6
к республиканским нормативам
градостроительного проектирования
Республики Башкортостан
«Защитно-декоративная отделка наружных стен
зданий из автоклавных газобетонных блоков»

ХАРАКТЕРИСТИКИ
гибких связей для крепления облицовочного слоя из штучных стеновых
материалов наружных стен на основе автоклавных
газобетонных блоков

Базальтопластиковые связи ООО «Гален» (428000, Чувашская Республика,
г.Чебоксары, Кабельный проезд, д.3)

Полимерный анкер «Гален»

Полимерный анкер «Гален» состоит из самоотвердевающего состава в пластиковой трубе и гибкой связи «Гален». Предназначен для крепления облицовочного слоя из кирпича (мелкоштучных материалов) к стене из автоклавных газобетонных блоков при несовпадении швов кладки.

Прочностные характеристики полимерного анкера «Гален»

Характеристики анкера				Тип и марка базового материала	Среднее значение усилия вырыва, кН
марка анкера	диаметр стержня с песчаным покрытием, мм	глубина заделки, мм	диаметр бура (отверстия), мм		
БПА-6-П	6	100	8	ячеистобетонные блоки (класс бетона В2,5)	3,5
БПА-6-П	6	200	8	ячеистобетонные блоки (класс бетона В2,5)	5,8
БПА-6-П	6	100	8	кирпич	3,4

Продукция изготавливается в соответствии с ТУ 5714-008-13101102-2009. Ее качество подтверждено физико-механическими испытаниями Центрального научно-исследовательского института строительных конструкций имени В.А.Кучеренко.

Гибкие связи «Гален» из базальтопластика

Базальтопластик – современный композитный материал на основе базальтовых волокон и органического связующего. Обладает прочностью, превосходящей прочность стали. Отличается высокой щелочестойкостью в среде строительного раствора и бетона, в несколько раз превосходящей стеклопластик. Имеет низкий коэффициент теплопроводности.

Гибкие связи «Гален» из базальтопластика (ТУ 5714-006-13101102-2009) выпускаются по ТС 2352-08.

Гибкие связи диаметром 6 мм для кирпичной кладки и кладки на основе автоклавных газобетонных блоков

Гибкая связь представляет собой стержень круглого сечения с утолщениями из песка на концах или с песчаным анкером на одном конце и дюбельной гильзой на другом, которые выполняют роль анкера при фиксации в швах кладки. Песчаные анкера обеспечивают адгезию со строительным раствором и дополнительную защиту поверхности от коррозии в щелочной среде бетона.

Гибкие связи диаметром 6 мм применяются в многослойных кирпичных стенах и стенах их автоклавных газобетонных блоков и соединяют между собой несущий и облицовочный слои, в том числе с устройством вентилируемого зазора.

Маркировка

БПА-300-6-1П, где БПА - базальтопластиковая арматура, 300 - длина связи, 6 - диаметр стержня, 1П - 1 песчаный анкер.

БПА-300-6-2П, где БПА - базальтопластиковая арматура, 300 - длина связи, 6 - диаметр стержня, 2П - 2 песчаных анкера.

Подбор марки гибкой связи

Длина гибкой связи L для стены с воздушным зазором рассчитывается следующим образом: $L = 90 \text{ мм} + 40 \text{ мм} + 60(90 \dots 150) \text{ мм}$, где 40 мм - величина воздушного зазора, 90 мм - минимальная глубина заделки гибкой связи в облицовочный слой, 90 мм - минимальная и 150 мм - максимальная глубина заделки гибкой связи в несущую стену (в случае использования связи с дюбельной гильзой – 60 мм).

Для стены без вентилируемого зазора $L = 90 \text{ мм} + 60(90 \dots 150) \text{ мм}$.

Технические характеристики

Показатель	Единица измерения	Значение
Разрушающая сила при растяжении	Н	37400
Разрушающая сила при изгибе, не менее	Н	1100
Модуль упругости при растяжении	МПа	70000
Модуль упругости при сжатии	МПа	30000
Усилие вырыва арматуры из газобетона, не менее	Н	12000
Плотность	г/см ³	2
Коэффициент теплопроводности	Вт/м ³ •С	0,46
Минимальная глубина анкерования	мм	90

Рекомендации по установке гибких связей

Количество и расположение гибких связей в многослойных стенах определяется на стадии проектно-сметной документации. Обычно на 1 м² глухой стены требуется 4 гибких связи.

Композитная арматура «ROCKBAR®»

Композитная арматура представляет собой базальтопластиковые или стеклопластиковые стержни диаметром от 2,5 до 16 мм, длиной до 12 метров (скрученные в бухты или барабаны в зависимости от диаметра и длины), с различным финишным покрытием.

Применение композитной арматуры «ROCKBAR®» увеличивает срок службы конструкции и межремонтный период за счет:

- высокой коррозионной стойкости в кислых, щелочных и других агрессивных средах;
- долговечности;
- высокой прочности при растяжении;
- низкой плотности;
- низкой теплопроводности;
- пожаробезопасности.

Характеристики арматуры «ROCKBAR®»

Показатель	Единица измерения	Значение
Прочность при растяжении	МПа	1300
Модуль упругости	МПа	55 000
Модуль ползучести при растяжении	МПа	40 000
Относительная деформация при разрыве	%	2,2
Плотность	г/см ³	2,0
Коррозионная стойкость		высокая
Коэффициент теплопроводности	Вт/(м°С)	0,46

Стеклопластиковые связи ООО «Бийский завод стеклопластиков» (659316, г.Бийск, ул.Ленинградская, 60/1)

Стеклопластиковые гибкие связи (арматура) диаметрами 5,5 и 7,5 мм

Стеклопластиковые гибкие связи (арматура) диаметрами 5,5 и 7,5 мм выпускаются по техническим условиям ТУ 2296-001-20994511-06.

Область применения

Арматура стеклопластиковая диаметрами 5,5 и 7,5 мм может применяться в качестве гибких связей между облицовочным слоем стены и несущим из автоклавных газобетонных блоков.

Конструкция связей

Гибкие связи представляют собой высокопрочные стеклопластиковые стержни с цилиндрическими анкерными уширениями на концах диаметрами соответственно 7,5 и 10,5 мм. Анкерные уширения обеспечивают надежное сцепление арматуры с бетоном и кладочным раствором. Связи обладают высокой щелочестойкостью.

Маркировка

СПА 5,5-250-2, где СПА - стеклопластиковая связь, 5,5 - диаметр стеклопластиковой связи (мм), 250 - длина СПА (мм), 2 - количество анкерных уширений.

СПА 7,5-250-2, где СПА - стеклопластиковая арматура, 7,5 - диаметр стеклопластиковой арматуры (мм), 250 - длина СПА (мм), 2 - количество анкерных уширений.

Подбор марки гибкой связи

Длина гибкой связи (L) для стены с воздушным зазором рассчитывается следующим образом: $L = 90 \text{ мм} + 40 \text{ мм} + 90 \text{ мм}$, где 40 мм - величина воздушного зазора, 90 мм - минимальная глубина заделки гибкой связи в облицовочный слой, 90 мм - глубина заделки гибкой связи в несущую стену.

Для стены без вентилируемого зазора $L = 90 \text{ мм} + 90 \text{ мм}$.

Технические характеристики

Показатель	Единица измерения	Значение	
		СПА 5,5-250-2	СПА 7,5-250-2
Диаметр гибкой связи	мм	5,5	7,5
Минимальная глубина анкеровки	мм	90	40
Коэффициент теплопроводности	Вт/(м*К)	0,48	0,48
Разрушающая сила при растяжении	Н	21500	39250
Прочность при изгибе	МПа	1500	1500
Усилие вырыва при глубине анкеровки 90 мм	Н	9970	4250
Срок эксплуатации	лет	100	100

Приложение № 7
к республиканским нормативам
градостроительного проектирования
Республики Башкортостан
«Защитно-декоративная отделка наружных стен
зданий из автоклавных газобетонных блоков»

ПРИМЕРЫ

расчетов термического сопротивления, сопротивления паропроницанию, вероятности образования и накопления влаги для наружных стен на основе автоклавных газобетонных блоков

Расчеты выполнены на основе СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий», СНиП 23-01-99 «Строительная климатология», ТСН 23-318-2000РБ «Тепловая защита зданий», ГОСТ 31360-2007 «Изделия стеновые неармированные из ячеистого бетона автоклавного твердения», ГОСТ 31359-2007 «Бетоны ячеистые автоклавного твердения», СТО 501-52-01-2007 (часть 1) «Проектирование и возведение ограждающих конструкций жилых и общественных зданий с применением ячеистых бетонов в Российской Федерации».

Разъяснение о порядке пользования технической документацией по назначению
коэффициента теплопроводности при проектировании наружных стен зданий на основе
автоклавных газобетонных блоков

У специалистов-проектировщиков сегодня нет ясности в понимании порядка использования существующей технической документации по назначению коэффициентов теплопроводности кладок наружных стен из автоклавных газобетонных блоков. Данный эффективный материал, обеспечивающий проектирование наружных стен жилых домов и зданий другого назначения в monosloynom варианте, в настоящее время становится одним из основных стеновых материалов ввиду пуска в Российской Федерации и Республике Башкортостан серии крупных заводов в основном с использованием немецкого оборудования фирм «Итонг», «Хебель», «Ферхан», «Маза-Хенке» мощностью 200-400 тыс.м³/год.

Названная выше проблема объясняется тем обстоятельством, что действовавший до 2003 г. СНиП II-3-79 содержал в таблице расчетных теплотехнических показателей строительных материалов и изделий значения коэффициентов теплопроводности, привязанные к показателю отпускной (послеавтоклавной) влажности ячеистого бетона (8-10 % для условий «А» и 12-15 % для условий «Б»).

Вышеназванные коэффициенты, как и вся таблица расчетных теплотехнических показателей, были оставлены без изменения в новом блоке нормативных документов и, в частности, в СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий» (приложение № 5). Согласно этому документу для условий эксплуатации «А» (условия Республики Башкортостан) значения коэффициентов теплопроводности для ячеистых бетонов, актуальных для наружных стен средних плотностей 400, 500, 600 кг/м³ (позиции 200-201 таблицы Д.1 СП 23-101-2004), составляют соответственно 0,14 и 0,18 (по интерполяции) и 0,22 Вт/м·°С. Эти коэффициенты определены с учетом существенно завышенной влажности газобетонных блоков относительно равновесной, при которой и реализуется эксплуатационный цикл жизни сооружения, что приводит к существенному искажению теплотехнических показателей наружных стен и к нерациональным затратам материалов на их возведение.

С 1 января 2009 г. в Российской Федерации приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии введены в качестве национальных стандартов Российской Федерации новые нормативные документы ГОСТ 31359-2007 «Бетоны ячеистые автоклавного твердения» и ГОСТ 31360-2007 «Изделия стеновые неармированные из ячеистого бетона автоклавного твердения», гармонизированные с европейскими стандартами EN 771-4:2003 и EN 1745:2002. В этих государственных стандартах были улучшены показатели коэффициентов теплопроводности автоклавного газобетона в сухом состоянии (в частности, $\lambda_0 = 0,096$ Вт/м·°С против $\lambda_0 = 0,11$ Вт/м·°С для газобетона средней плотностью 400 кг/м³), расчетные коэффициенты теплопроводности привязаны к равновесной влажности (4 % вместо 8 % в предыдущих СНиП и СП для условий эксплуатации «А» и 5 % вместо 12 % - для условий эксплуатации «Б»). Такие влажностные показатели устанавливаются в наружной стене здания примерно через 1-2 года эксплуатации и сохраняются далее на протяжении всего срока службы здания (рисунок 1).

Уточнение коэффициентов теплопроводности автоклавного газобетона позволило согласно ГОСТ 31359-2007 улучшить коэффициенты теплопроводности для условий эксплуатации «А» по автоклавным бетонам до уровней 0,113, 0,141 и 0,160 Вт/м·°С для средних плотностей 400, 500 и 600 кг/м³ соответственно, что соответствует расчетным коэффициентам теплопроводности кладок на клею 0,12, 0,15 и 0,17 Вт/м·°С. Эти показатели были отражены в российском СТО 00044807-001-2006 «Строительная

теплотехника. Теплофизические свойства ограждающих конструкций» и сегодня узаконены названными выше национальными стандартами Российской Федерации.

Таким образом, характеристики коэффициентов теплопроводности, представленные в СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий» (см. выше), являются устаревшими, и их применение к автоклавному газобетону и кладке стен из автоклавных газобетонных блоков неправомерно.

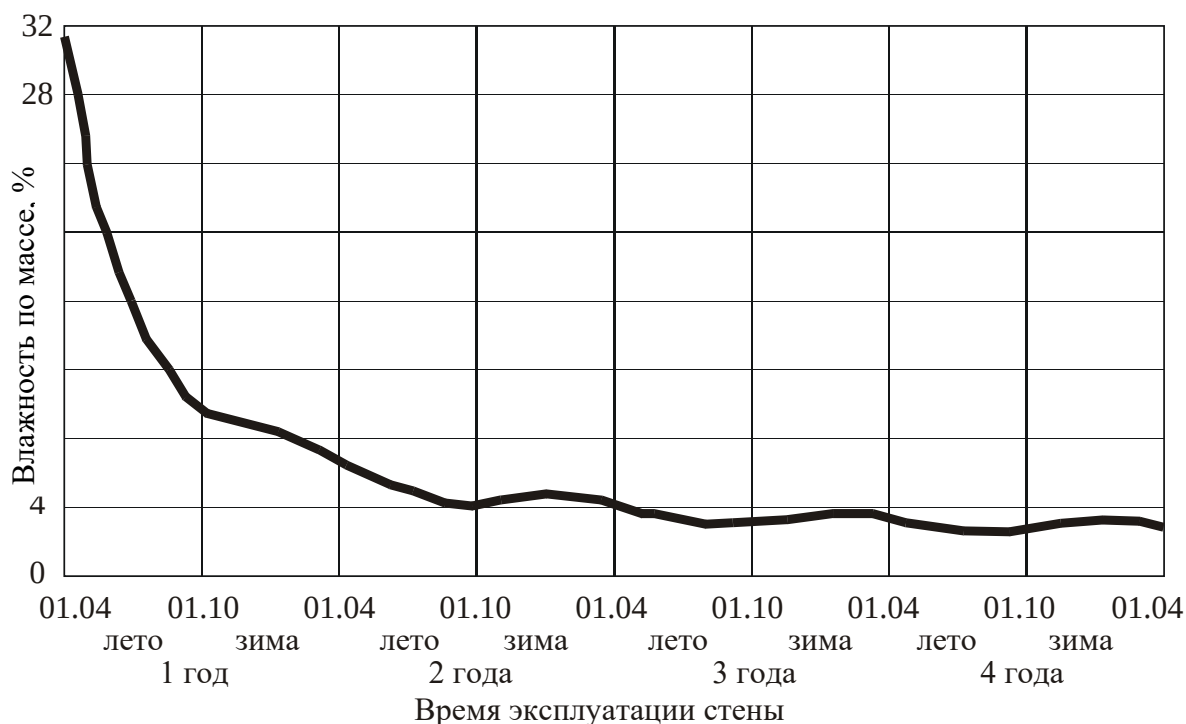


Рисунок 1. Результаты исследования процесса осушения поробетонной (автоклавной газобетонной) наружной конструкции (влажность рассчитана по массе (%)) для наружной стены толщиной 365 мм из автоклавных газобетонных блоков плотностью 400 кг/м³ с отделкой легкой штукатуркой для климатических условий г.Эссен, температурно-влажностный режим помещения: t=20°C, φ=50 %) по данным, приведенным в руководстве «Поробетон. Руководство» / М. Гоманн; перевод с немецкого под редакцией А.С. Коломацкого. – Белгород: Издательство «ЛитКараВан», 2010. -272 с.

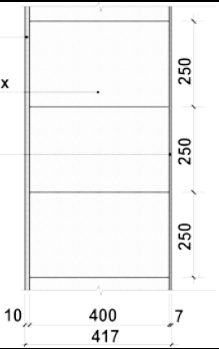
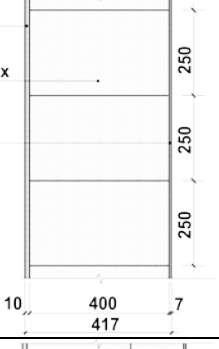
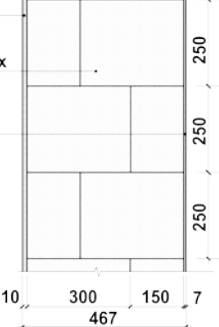
Приведем примеры расчетов термического сопротивления, сопротивления паропрооницанию, вероятности образования и накопления влаги в рекомендуемых компоновках наружных стен для жилых зданий в г.Уфа и Республике Башкортостан при толщине несущего слоя стены из автоклавных газобетонных блоков 400, 450, 500 мм, марок блоков по плотности D400, D500, D600 для различных вариантов защитно-декоративных систем – штукатурных (см. варианты 1-5 в таблице 1), с жесткой облицовкой из полнотелого керамического кирпича (см. варианты 6-11 в таблице 1), объемно-окрашенного бессерового блока (см. варианты 12-13 в таблице 1).

Таблица 1

ВАРИАНТЫ КОМПОНОВОК НАРУЖНЫХ СТЕН

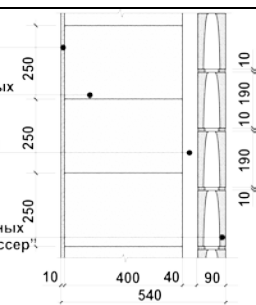
на основе автоклавных газобетонных блоков, рекомендуемых для применения в климатических условиях Республики Башкортостан

№ варианта	Компоновка стены	Плотность автоклавных ГББ в составе наружной стены, кг/м ³	Толщина газобетонных блоков в составе наружной стены, мм	Общая толщина наружной стены, мм
1	2	3	4	5
Компоновки с защитно-декоративной системой в виде многослойной штукатурки				

1	Внутренняя штукатурка Кладка из автоклавных газобетонных блоков Наружная штукатурка 	400	400	417
2	Внутренняя штукатурка Кладка из автоклавных газобетонных блоков Наружная штукатурка 	500	400	417
3	Внутренняя штукатурка Кладка из автоклавных газобетонных блоков Наружная штукатурка 	400	450	467

1	2	3	4	5
4	Внутренняя штукатурка Кладка из автоклавных газобетонных блоков Наружная штукатурка	500	450	467
5	Внутренняя штукатурка Кладка из автоклавных газобетонных блоков Тонкоплёночное гидрофобное покрытие	600	500	517
Компоновки с защитной системой в виде жесткой облицовки из штучных стеновых материалов				
6	Внутренняя штукатурка Кладка из автоклавных газобетонных блоков Воздушная прослойка Кладка из облицовочного керамического кирпича	400	400	570
7	Внутренняя штукатурка Кладка из автоклавных газобетонных блоков Воздушная прослойка Кладка из облицовочного керамического кирпича	500	400	570

1	2	3	4	5
8	Внутренняя штукатурка Кладка из автоклавных газобетонных блоков Воздушная прослойка Кладка из облицовочного керамического кирпича	600	400	570
9	Внутренняя штукатурка Кладка из автоклавных газобетонных блоков Замкнутая воздушная прослойка Кладка из облицовочного керамического кирпича	400	450	620
10	Внутренняя штукатурка Кладка из автоклавных газобетонных блоков Замкнутая воздушная прослойка Кладка из облицовочного керамического кирпича	500	450	620
11	Внутренняя штукатурка Кладка из автоклавных газобетонных блоков Замкнутая воздушная прослойка Кладка из облицовочного керамического кирпича	600	450	620
12	Внутренняя штукатурка Кладка из автоклавных газобетонных блоков Замкнутая воздушная прослойка Кладка из облицовочных бетонных блоков "Бессер"	400	400	540

1	2	3	4	5
13		500	400	540

1. Пример расчета варианта наружной стены № 1 (см. таблицу 1) с наружной защитно-декоративной штукатурной системой на основе материалов системы Baumit

1.1. Исходные данные

Расчетная температура внутреннего воздуха для жилых помещений принимается $t_{int} = 21^\circ\text{C}$ (согласно ГОСТ 30494-96), относительная влажность внутреннего воздуха $\phi_{int} = 55\%$ (согласно примечанию к пункту 5.9 СНиП 23-02-2003).

Расчетная температура наружного воздуха в холодный период года t_{ext} , $^\circ\text{C}$ принимается равной температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92. Согласно таблице 3.1 ТСН 23-318-2000РБ «Тепловая защита зданий» для г. Уфы $t_{ext} = -35,0^\circ\text{C}$.

Относительная влажность наружного воздуха ϕ_{ext} , %, принимается равной средней относительной влажности наиболее холодного месяца по таблице 1* СНиП 23-01-99. Для г. Уфы $\phi_{ext} = 81\%$.

Влажностный режим жилых помещений — нормальный (согласно таблице 2 СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий»); зона влажности для г. Уфы — сухая (по приложению А СП 23-101-2004). Условия эксплуатации ограждающих конструкций определяются по условиям А (согласно таблице 3 СП 23-101-2004). Расчетные теплотехнические показатели материалов приняты по условиям эксплуатации А по приложению Б СП «Проектирование тепловой защиты зданий».

Наружная стена жилого дома состоит из следующих слоев, считая от внутренней поверхности:

1 — внутренняя штукатурка — гипсовая Baumit GlättPutz плотностью $\gamma = 1150\text{ кг/м}^3$, толщиной 10 мм. Расчетный коэффициент теплопроводности $\lambda_A = 0,6\text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$, паропроницаемости $\mu = 0,11\text{ мг/(м}\cdot\text{ч}\cdot\text{Па)}$;

2 — несущий слой из автоклавных газобетонных блоков плотностью $\gamma = 400\text{ кг/м}^3$, толщиной 400 мм. Расчетный коэффициент теплопроводности кладки на клею $\lambda_A = 0,12\text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$, паропроницаемости $\mu = 0,23\text{ мг/(м}\cdot\text{ч}\cdot\text{Па)}$; коэффициент теплотехнической однородности кладки из автоклавных газобетонных блоков примем $g = 0,90$. Данный коэффициент учитывает возможное отклонение толщины швов от рекомендуемых 2-3 мм, наличие в конструктиве стены теплотехнических неоднородностей и др.;

3 — базовый штукатурный слой в виде клеевого состава Baumit ArtoPlast по синтетической сетке, включая грунтовку из того же материала, общей толщиной 5 мм, плотностью $\gamma = 1300\text{ кг/м}^3$. Расчетный коэффициент теплопроводности $\lambda_A = 0,8\text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$, паропроницаемости $\mu = 0,06\text{ мг/(м}\cdot\text{ч}\cdot\text{Па)}$;

4 — финишная минеральная декоративная штукатурка Baumit EdelPutzSpezial Natur толщиной 2 мм, плотностью $\gamma = 1500\text{ кг/м}^3$. Расчетный коэффициент теплопроводности $\lambda_A = 0,8\text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$, паропроницаемости $\mu = 0,085\text{ мг/(м}\cdot\text{ч}\cdot\text{Па)}$.

1.2. Расчет требуемого термического сопротивления согласно СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»

$$R_{req}^{min} = 0,63 \cdot 3,41 = 2,148 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$
$$R_0 = R_{si} + R_k + R_{se},$$

где $R_{si} = 1/\alpha_{int}$, $\alpha_{int} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, принимаемый по таблице 7 СНиП 23-02-2003;

$R_{se} = 1/\alpha_{ext}$, $\alpha_{ext} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для условий холодного периода, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, принимаемый по таблице 8 СП 23-101-2004;

$R_k = R_1 + R_2 \cdot r + R_3 + R_4$ – сумма термических сопротивлений отдельных слоев ограждающей конструкции;

$r = 0,9$ – коэффициент теплотехнической однородности, учитывающий неоднородность кладки из автоклавных газобетонных блоков за счет швов, толщина которых может на практике быть более рекомендуемых 2-3 мм, и другие вышеназванные факторы.

Последовательность расчета:

1) определяем термические сопротивления материала каждого слоя стеновой конструкции:

термическое сопротивление внутреннего штукатурного слоя R_1 :

$$R_1 = \frac{\delta_{p-pa}}{\lambda_{p-pa}} = \frac{0,01}{0,6} = 0,017 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}};$$

термическое сопротивление кладки из газобетонных блоков R_2 :

$$R_2 = \frac{\delta_{кл}}{\lambda_{кл}} = \frac{0,4}{0,12} \cdot 0,9 = 3,0 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}};$$

термическое сопротивление базового штукатурного слоя наружной штукатурки R_3 :

$$R_3 = \frac{\delta_{p-pa}}{\lambda_{p-pa}} = \frac{0,005}{0,8} = 0,0063 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}};$$

термическое сопротивление базового штукатурного слоя наружной штукатурки R_4 :

$$R_4 = \frac{\delta_{p-pa}}{\lambda_{p-pa}} = \frac{0,002}{0,8} = 0,0025 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}};$$

2) находим сумму термических сопротивлений отдельных слоев ограждающей конструкции:

$$R_k = 0,017 + 3,0 + 0,0063 + 0,0025 = 3,03 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт};$$

3) определяем сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции:

$$R_o = R_{si} + R_k + R_{se} = 1/8,7 + 3,03 + 1/23 = 3,18 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт},$$

наружная ограждающая конструкция здания удовлетворяет условию:

$$R_o = 3,18 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт} > R_{req}^{min} = 2,148 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт};$$

4) расчетный температурный перепад Δt_0 , $^\circ\text{C}$ между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых величин Δt_n , $^\circ\text{C}$, установленных в таблице 5 СНиП 23-02-2003, и определяется по формуле:

$$\Delta t_0 = \frac{n(t_{int} - t_{ext})}{R_o \alpha_{int}} = \frac{21 + 35}{3,18 \cdot 8,7} = 2,0^\circ\text{C},$$

где $n = 1$ – коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, определяется по таблице 6 СНиП 23-02-2003;

t_{int} – то же, что и в пункте 1.2;

$t_{ext} = -35,0^\circ\text{C}$ – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года для всех зданий, кроме производственных, предназначенных для сезонной эксплуатации, принимаемая равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по СНиП 23-01-99;

R_o и α_{int} – см. выше.

Сравним полученное значение температурного перепада с нормируемой величиной по таблице 5 СНиП 23-02-2003:

$$\Delta t_0 = 2,0^\circ\text{C} < \Delta t_n = 4^\circ\text{C}.$$

Рассматриваемый вариант наружной стены здания удовлетворяет условию, при котором температурный перепад Δt_0 между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых величин Δt_n ;

5) определим температуру на внутренней поверхности стены τ_{int} , $^\circ\text{C}$:

$$\tau_{int} = t_{int} - [n(t_{int} - t_{ext})]/(R_o \alpha_{int}) = 21 - [1 \cdot (21 + 35)]/(3,18 \cdot 8,7) = 19,0^\circ\text{C},$$

где n , t_{int} , t_{ext} – то же, что и в формуле (4) СНиП 23-02-2003;

α_{int} , R_o – то же, что и в формуле (4) СНиП 23-02-2003.

Сравним полученное значение температуры внутренней поверхности τ_{int} с температурой точки росы t_d , определяемой по таблице 3.2 ТСН 23-318-2000 РБ «Тепловая защита зданий»:

$$\tau_{int} = 19,0^{\circ}\text{C} > t_d = 11,62^{\circ}\text{C}.$$

Данная наружная ограждающая конструкции здания удовлетворяет требованиям СП 23-101-2004 по тепловой защите.

Вывод: приведенное сопротивление теплопередаче данного конструктивного решения наружной стены превышает минимально допустимое значение для климатических условий г. Уфы, также обеспечиваются условия допустимого температурного перепада между температурами внутреннего воздуха и на поверхности ограждающей конструкции, выполняется условие – температура на внутренней поверхности стены выше температуры точки росы. Таким образом, рассматриваемую конструкцию наружной стены можно использовать при проектировании тепловой защиты жилых зданий по показателям «б» и «в» СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», то есть по «потребительскому» подходу при условии обеспечения требований норм по критерию удельного расхода тепловой энергии на единицу общей площади.

1.4. Расчет наружной стены по защите от переувлажнения

При использовании в наружных стенах ячеистых бетонов рекомендуемых плотностей необходимо выполнять расчеты по защите конструкций от переувлажнения, опасного с точки зрения ухудшения теплотехнических параметров материалов и долговечности стены.

Согласно пункту 9.1 СНиП 23-02-2003 сопротивление паропрооницанию R_{vp} , $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$, ограждающей конструкции (в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации) должно быть не менее наибольшего из следующих нормируемых сопротивлений паропрооницанию (формулы (16) и (17) пункта 9.1 СНиП 23-02-2003):

а) нормируемого сопротивления паропрооницанию R_{vp1}^{req} , $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$ (из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации), определяемого по формуле (16) СНиП 23-02-2003:

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

б) нормируемого сопротивления паропрооницанию R_{vp2}^{req} , $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$ (из условия ограничения влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха), определяемого по формуле (17) СНиП 23-02-2003:

$$R_{vp2}^{req} = \frac{0,0024z_0(e_{int} - E_0)}{p_w \delta_w \Delta w_{av} + \eta},$$

где e_{int} — парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха, Па, при расчетной температуре и относительной влажности воздуха, определяемое по формуле (Э.3) СП 23-101-2004:

$$e_{int} = (\varphi_{int} / 100) E_{int},$$

E_{int} — парциальное давление насыщенного водяного пара, Па, при температуре t_{int} принимается по приложению С (таблица С.2) СП 23-101-2004: при $t_{int} = 21^{\circ}\text{C}$ $E_{int} = 2488$ Па. Тогда при $\varphi_{int} = 55\%$ $e_{int} = (55 / 100) \cdot 2488 = 1368$ Па;

E — парциальное давление водяного пара, Па, в плоскости возможной конденсации за годовой период эксплуатации, определяемое по формуле (Э.4) СП 23-101-2004:

$$E = (E_1 z_1 + E_2 z_2 + E_3 z_3) / 12,$$

E_1, E_2, E_3 — парциальные давления водяного пара, Па, принимаемые по температуре τ_i в плоскости возможной конденсации, определяемой при средней температуре наружного воздуха соответственно зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов;

z_1, z_2, z_3 — продолжительность, месяцев, соответственно зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов.

Продолжительность периодов и их средняя температура определяются по таблице 3* СНиП 23-01-99, а значения температур в плоскости возможной конденсации τ_i , соответствующие этим периодам, по формуле (74) СП 23-101-2004 (формула (Э.5) приложения Э):

$$\tau_i = t_{int} - (t_{int} - t_i)(R_{si} + \sum R) / R_0,$$

где t_{int} — то же, что и в пункте 1.2;

t_i — расчетная температура наружного воздуха i -го периода, $^{\circ}\text{C}$, принимаемая равной средней температуре соответствующего периода;

R_{si} — то же, что и в пункте 1.3;

ΣR — термическое сопротивление слоя ограждения в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации;

R_0 — сопротивление теплопередаче ограждения, определенное ранее, и равно $3,18 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$.

Определим термическое сопротивление слоя ограждения в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации:

$$\Sigma R = 0,017 + 0,267 \cdot 0,9 / 0,12 = 2,02 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}.$$

Установим для периодов их продолжительность z_i , сут, среднюю температуру t_i , °C, согласно СНиП 23-01-99 и рассчитаем соответствующую температуру в плоскости возможной конденсации τ_i , °C, по формуле (Э.5) для климатических условий г. Уфы:

зима (ноябрь, декабрь, январь, февраль, март):

$$z_1 = 5 \text{ мес; } t_1 = [(-5,1) + (-11,2) + (-14,9) + (-13,7) + (-6,7)] / 5 = -10,3 \text{ °C;}$$

$$\tau_1 = 21 - (21 + 10,3) (0,115 + 2,02) / 3,18 = 0,03 \text{ °C;}$$

весна — осень (апрель, октябрь):

$$z_2 = 2 \text{ мес; } t_2 = [4,4 + 2,8] / 4 = 3,6 \text{ °C;}$$

$$\tau_2 = 21 - (21 - 3,6) (0,115 + 2,02) / 3,18 = 9,35 \text{ °C;}$$

лето (май — сентябрь):

$$z_3 = 5 \text{ мес; } t_3 = (13,3 + 17,3 + 18,9 + 16,8 + 11,1) / 5 = 15,48 \text{ °C;}$$

$$\tau_3 = 21 - (21 - 15,48) (0,115 + 2,02) / 3,18 = 17,3 \text{ °C.}$$

По температурам (τ_1 , τ_2 , τ_3) для соответствующих периодов определяем по приложению С парциальные давления (E_1 , E_2 , E_3) водяного пара: $E_1 = 611 \text{ Па}$, $E_2 = 1180 \text{ Па}$, $E_3 = 1974 \text{ Па}$ и по формуле (Э.4) определим парциальное давление водяного пара E , Па, в плоскости возможной конденсации за годовой период эксплуатации ограждающей конструкции для соответствующих продолжительностей периодов z_1 , z_2 , z_3 :

$$E = (611 \cdot 5 + 1180 \cdot 2 + 1974 \cdot 5) / 12 = 1274 \text{ Па.}$$

Сопротивление паропроницанию R_{vp}^e , $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг}$, части ограждающей конструкции, расположенной между наружной поверхностью и плоскостью возможной конденсации, определяется по формуле (79) СП 23-101-2004:

$$R_{vp}^e = \Sigma R_{vp,i}^e = 0,002/0,085 + 0,005/0,06 + 0,13/0,23 = 0,69 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг}.$$

Среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха e_{ext} , Па, за годовой период определяют по СНиП 23-01-99 (таблица 5а*), которое в данном случае составит $e_{ext} = 717 \text{ Па}$.

По формуле (16) СНиП 23-02-2003 определяем нормируемое сопротивление паропроницанию из условия недопустимости накопления влаги за годовой период эксплуатации согласно СНиП 23-02-2003 (пункт 9.1а):

$$R_{vp1}^{req} = \frac{(e_{int} - E)R_{vp}^e}{E - e_{ext}} = (1368 - 1274) \cdot 0,69 / (1274 - 717) = 0,117 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг}.$$

Для расчета нормируемого сопротивления паропроницанию R_{vp2}^{req} из условия ограничения влаги за период с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха берут определенную ранее продолжительность этого периода z_0 , сут, среднюю температуру этого периода t_0 , °C: $z_0 = 151 \text{ сут}$, $t_0 = -10,3 \text{ °C}$.

Температуру τ_0 , °C, в плоскости возможной конденсации для этого периода определяют по формуле (80) СП 23-101-2004:

$$\tau_0 = 21 - (21 + 10,3) (0,115 + 2,02) / 3,18 = 0,03 \text{ °C}.$$

Парциальное давление водяного пара E_0 , Па, в плоскости возможной конденсации определяют по приложению С СП 23-101-2004 при $\tau_0 = 0,03 \text{ °C}$ равным $E_0 = 611 \text{ Па}$.

Поскольку СНиП и СП не регламентируют методику определения толщины увлажняемого слоя в рассматриваемом варианте стены, то из-за малой толщины штукатурных слоев примем конструкцию как однородную, в которой плоскость возможной конденсации (ПВК) располагается на расстоянии $\frac{2}{3}$ от внутренней поверхности. Тогда толщина увлажняемого слоя (пункт 9 СНиП 23-02-2003) будет определяться как часть конструкции от внутренней поверхности до ПВК:

$$\delta_w = (2/3) \cdot 0,417 = 0,278 \text{ м}.$$

Предельно допустимое приращение расчетного массового отношения влаги в автоклавном газобетоне ($\Delta w_{av} = 6 \%$) нормирует СНиП 23-02-2003 (таблица 12).

Средняя упругость водяного пара наружного воздуха периода месяцев с отрицательными средними месячными температурами согласно таблице 5а СНиП 23-01-99 равна: $e_0^{ext} = (200 + 200 + 320 + 390 + 260) / 5 = 274 \text{ Па}$.

Коэффициент η определяется по формуле (20) СНиП 23-02-2003:

$$\eta = 0,0024(E_0 - e_0^{ext})z_0 / R_{vp}^e = 0,0024 (611 - 274) \cdot 151 / 0,69 = 177,88.$$

Определим R_{vp2}^{req} по формуле (17) СНиП 23-02-2003:

$$R_{vp2}^{req} = \frac{0,0024z_0(e_{int} - E_0)}{p_w \delta_w \Delta w_{av} + \eta} = 0,0024 \cdot 151 \cdot (1368 - 611) / (400 \cdot 0,278 \cdot 6 + 177,88) =$$

$$= 0,32 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}.$$

Определяем сопротивление паропроницанию стены R_{vp} (в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации) по формуле (79) СП 23-101-2004 (здесь и далее сопротивлением влагообмену у внутренней и наружной поверхностях пренебрегаем):

$$R_{vp} = 0,01/0,11 + 0,278 / 0,23 = 1,30 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}.$$

Сравниваем полученные значения:

$$R_{vp} = 1,30 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг} > R_{vp2}^{req} = 0,32 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг} > R_{vp1}^{req} = 0,117 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}.$$

Следовательно, ограждающая конструкция удовлетворяет требованиям пункта 9 СНиП 23-02-2003 в отношении сопротивления паропроницанию.

Результаты расчета обобщены в таблице 2.

1.5. Расчет распределения парциального давления водяного пара по толщине стены и определение возможности образования конденсата

Для проверки конструкции на наличие зоны конденсации внутри стены определяем сопротивление паропроницанию всей стены R_{vp} по формуле (79) СП 23-101-2004 (здесь и далее сопротивлением влагообмену у внутренней и наружной поверхностях пренебрегаем):

$$R_{vp} = 0,01/0,11 + 0,4/0,23 + 0,005/0,06 + 0,002/0,085 = 1,94 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}.$$

Определяем парциальное давление водяного пара внутри и снаружи стены по формуле (Э.3) и по приложению С СП 23-101-2004:

$$\tau_{int} = 21 \text{ } ^\circ\text{C}; \varphi_{int} = 55 \text{ } \%;$$

$$e_{int} = (55 / 100) 2488 = 1368 \text{ Па};$$

$$t_{ext} = -14,9^\circ\text{C}; \varphi_{int} = 81 \text{ } \% \text{ (для наиболее холодного месяца - января);}$$

$$e_{ext} = (81 / 100) \cdot 167 = 135,3 \text{ Па}.$$

Определяем температуры τ_i на границах слоев стены по формуле (Э.5), нумеруя слои от внутренней поверхности к наружной, и по этим температурам — максимальное парциальное давление водяного пара E_i по приложению С СП 23-101-2004:

$$\tau_1 = 21 - (21 + 14,9) (0,115) / 3,18 = 19,7 \text{ } ^\circ\text{C}; E_1 = 2294 \text{ Па};$$

$$\tau_2 = 21 - (21 + 14,9) (0,115 + 0,017) / 3,18 = 19,5 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$E_2 = 2266 \text{ Па}; \tau_3 = 21 - (21 + 14,9) (0,115 + 0,017 + 3,0) / 3,18 = -14,35 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$E_3 = 177 \text{ Па};$$

$$\tau_4 = 21 - (21 + 14,9) (0,115 + 0,017 + 3,0 + 0,0063) / 3,18 = -14,43 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$E_4 = 175 \text{ Па};$$

$$\tau_5 = 21 - (21 + 14,9) (0,115 + 0,017 + 3,0 + 0,0063 + 0,0025) / 3,18 = -14,45 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$E_5 = 175 \text{ Па}.$$

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА НАРУЖНОЙ СТЕНЫ

по условию недопустимости накопления влаги в годовом цикле эксплуатации и из условия ограничения увлажнения за период с отрицательными среднемесячными температурами наружного воздуха

Элемент стены	Толщина элементов стены, мм	Расчетный коэффициент теплопроводности, Вт/м°С	Термическое сопротивление стены, м ² °С/Вт		Расчетный коэффициент паропроницаемости, $\frac{\text{мг}}{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}}$	Сопротивление паропроницанию стены, м ² ·ч·Па/мг		
			фактическое	требуемое по СНиП		фактическое, от внутренней поверхности до ПВК	нормируемое по СНиП	
							из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации	из условия ограничения увлажнения конструкции за период с отрицательными среднемесячными температурами наружного воздуха
	δ	λ_A	R_o	R^{req}	μ	R_{vp}	R_{vp1}^{req}	R_{vp2}^{req}
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Внутренняя гипсовая штукатурка Bauput mit Glättputz	10	0,6	0,017	3,41	0,11	1,30	0,117	0,32
Кладка из автоклавных газобетонных блоков	400	0,12	3,00		0,23			
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Базовый штукатурный слой в виде Baunit ArtoPlast по синтетической сетке, включая грунтовку из того же материала	5	0,8	0,0063		0,06			
Минеральная декоративная штукатурка Baunit EdelPutz Spezial Natur	2	0,8	0,0025		0,085			
Всего	417	-	3,18			выполняются требования СНиП 23-02-2003 о недопустимости накопления влаги за годовой период и об ограничении накопления влаги за период с отрицательными средними месячными температурами		

Рассчитаем действительные парциальные давления e_i водяного пара на границах слоев по формуле (Э.6) СП 23-101-2004:

$$e_i = e_{\text{int}} - (e_{\text{int}} - e_{\text{ext}}) \sum R / R_{vp},$$

где $e_{\text{int}} = 1368$ Па; $e_{\text{ext}} = 135,3$ Па;

$R_{vp} = 1,94 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$;

$\sum R$ — сумма сопротивлений паропроницанию слоев, считая от внутренней поверхности.

В результате расчета по формуле (Э.6) получим следующие значения:

$e_1 = 1368$ Па;

$e_2 = 1368 - (1368 - 135,3) \cdot 0,09 / 1,94 = 1311$ Па;

$e_3 = 1368 - (1368 - 135,3) \cdot (0,09 + 1,74) / 1,94 = 203$ Па;

$e_4 = 1368 - (1368 - 135,3) \cdot (0,09 + 1,74 + 0,08) / 1,94 = 150,3$ Па;

$e_5 = 1368 - (1368 - 135,3) \cdot (0,09 + 1,74 + 0,08 + 0,0235) / 1,94 = 135,3$ Па;

$e_6 = 135,3$ Па.

При сравнении величин максимального парциального давления E_i водяного пара и величин действительного парциального давления e_i водяного пара на соответствующих границах слоев видим, что на границе 3 величина e_3 больше величины E_3 , что указывает на возможность образования конденсата на границе слоя газобетона и наружной штукатурки.

Для наглядности результатов строится график распределения парциального давления водяного пара по толщине наружной стены (рисунок 3).

Полученные результаты следует трактовать следующим образом: поскольку расчеты показали, что конструкция в годовом цикле не увлажняется, за период с отрицательными среднемесячными температурами сверхнормативного увлажнения не происходит, а графики максимального и действительного парциального давления водяных паров в толще стены все-таки пересекаются, это указывает на вероятность образования влаги. Однако ее количество не превышает установленной СНиП величины, что позволяет считать полученные результаты как приемлемые с точки зрения влажностного режима работы стены, в целом.

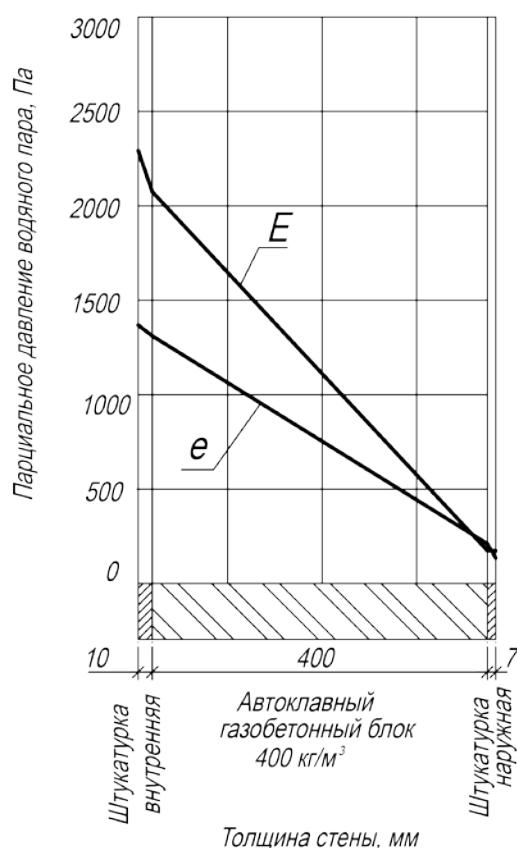


Рисунок 3. Распределение парциального давления водяного пара по толщине наружной стены с защитно-декоративной штукатурной системой

Следует отметить, что расчет выполняется по усредненным значениям климатических параметров, как предписывают нормативные документы, и не учитывает воздействия пониженных температур, характерных для климата Республики Башкортостан в зимний период.

Учитывая возможность ведения работ по возведению зданий и сооружений в период с отрицательными средними месячными температурами из автоклавных газобетонных блоков, имеющих начальную влажность,

следует более внимательно оценивать приращения влаги в этот период в массиве стены и возможные последствия действия этого фактора.

1.6. Расчет количества влаги в материале стены за период с отрицательными средними месячными температурами

Количество влаги в наружной стене определяется путем расчета притока и оттока влаги в характерном сечении стены, которым в данном случае является плоскость возможной конденсации (ПВК). По результатам суммарного дополнительного увлажнения автоклавного газобетона за период с отрицательными средними месячными температурами можно определить, увлажняется стена за месяц или осушается.

Приток и отток влаги (пара) в рассматриваемом сечении определяются по формулам:

$$\Delta P_1 = \frac{(e_{\text{int}} - e_t) \cdot 24 \cdot n}{R_{vp} \cdot 1000} \quad \text{и} \quad \Delta P_2 = \frac{(e'_t - e_{\text{ext}}) \cdot 24 \cdot n}{(R_0 - R_{vp}) \cdot 1000},$$

где $e_{\text{int}}, e_{\text{ext}}$ – упрощенность водяного пара внутреннего и наружного воздуха;

e_t, e'_t – то же в рассматриваемом сечении (значения давления водяного пара в ПВК – для однослойной конструкции или многослойной с однородными слоями, здесь $e_t = e'_t$; для конструкции стены с утеплителем e_t – это значение на «входе» в слой, e'_t – на «выходе» из слоя по направлению изнутри – наружу);

R_{vp} – сопротивление паропроницанию от внутренней поверхности стены до границы зоны возможной конденсации, определяемое по СП 23-101-2004;

n – количество суток за рассчитываемый месяц;

R_0 – сопротивление паропроницанию всей стены.

Приток и отток влаги (пара) в рассматриваемом сечении стены за ноябрь:

$$\Delta P_1 = \frac{(e_{\text{int}} - e_t) \cdot 24 \cdot 30}{R_{vp}} = \frac{(1368 - 412) \cdot 24 \cdot 30}{1,30} = 530 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{мес)};$$

$$\Delta P_2 = \frac{(e'_t - e_{\text{ext}}) \cdot 24 \cdot 30}{(R_0 - R_{vp}) \cdot 1000} = \frac{(412 - 319,6) \cdot 24 \cdot 30}{(1,94 - 1,30) \cdot 1000} = 104,3 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{мес)}.$$

Найдем остаточную влажность в рассматриваемом сечении за ноябрь:

$$\Delta P = \Delta P_2 - \Delta P_1 = 426 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{мес)} = 0,426 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{мес)}.$$

Найдем дополнительное увлажнение от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации за ноябрь:

$$\Delta w_{av}'' = \frac{\Delta P \cdot 100}{\gamma \cdot \delta_{\text{пек}}} = \frac{0,426 \cdot 100}{400 \cdot 0,278} = 0,38\%.$$

Аналогичным образом находится дополнительное увлажнение за остальные месяцы с отрицательной средней месячной температурой.

Приток и отток влаги (пара) в рассматриваемом сечении стены за декабрь:

$$\Delta P_1 = \frac{(e_{\text{int}} - e_t) \cdot 24 \cdot 31}{R_{vp}} = \frac{(1368 - 243) \cdot 24 \cdot 31}{1,30} = 644 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{мес)};$$

$$\Delta P_2 = \frac{(e'_t - e_{\text{ext}}) \cdot 24 \cdot 31}{(R_0 - R_{vp}) \cdot 1000} = \frac{(243 - 191,1) \cdot 24 \cdot 31}{(1,94 - 1,30) \cdot 1000} = 60,6 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{мес)}.$$

Найдем остаточную влажность в рассматриваемом сечении за декабрь:

$$\Delta P = \Delta P_2 - \Delta P_1 = 584 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{мес)} = 0,584 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{мес)}.$$

Найдем дополнительное увлажнение от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации за декабрь:

$$\Delta w_{av}'' = \frac{\Delta P \cdot 100}{\gamma \cdot \delta_{\text{пек}}} = \frac{0,584 \cdot 100}{400 \cdot 0,278} = 0,52\%.$$

Приток и отток влаги (пара) в рассматриваемом сечении стены за январь:

$$\Delta P_1 = \frac{(e_{\text{int}} - e_t) \cdot 24 \cdot 31}{R_{vp}} = \frac{(1368 - 175) \cdot 24 \cdot 31}{1,30} = 682 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{мес)};$$

$$\Delta P_2 = \frac{(e'_t - e_{\text{ext}}) \cdot 24 \cdot 31}{(R_0 - R_{vp}) \cdot 1000} = \frac{(175 - 135,3) \cdot 24 \cdot 31}{(1,94 - 1,30) \cdot 1000} = 48,7 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{мес)}.$$

Найдем остаточную влажность в рассматриваемом сечении за январь:

$$\Delta P = \Delta P_2 - \Delta P_1 = 633 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{мес)} = 0,633 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{мес)}.$$

Найдем дополнительное увлажнение от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации за январь:

$$\Delta w_{av}^M = \frac{\Delta P \cdot 100}{\gamma \cdot \delta_{пвк}} = \frac{0,633 \cdot 100}{400 \cdot 0,278} = 0,57\%.$$

Приток и отток влаги (пара) в рассматриваемом сечении стены за февраль:

$$\Delta P_1 = \frac{(e_{int} - e_t) \cdot 24 \cdot 28}{R_{vp}} = \frac{(1368 - 195) \cdot 24 \cdot 28}{1,30} = 606 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{мес)};$$

$$\Delta P_2 = \frac{(e'_t - e_{ext}) \cdot 24 \cdot 28}{(R_0 - R_{vp}) \cdot 1000} = \frac{(195 - 148,7) \cdot 24 \cdot 28}{(1,94 - 1,30) \cdot 1000} = 51,0 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{мес)}.$$

Найдем остаточную влажность в рассматриваемом сечении за февраль:

$$\Delta P = \Delta P_2 - \Delta P_1 = 555 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{мес)} = 0,555 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{мес)}.$$

Найдем дополнительное увлажнение от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации за февраль:

$$\Delta w_{av}^M = \frac{\Delta P \cdot 100}{\gamma \cdot \delta_{пвк}} = \frac{0,555 \cdot 100}{400 \cdot 0,278} = 0,50\%.$$

за март:

$$\Delta P_1 = \frac{(e_{int} - e_t) \cdot 24 \cdot 31}{R_{vp}} = \frac{(1368 - 360) \cdot 24 \cdot 31}{1,30} = 576 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{мес)};$$

$$\Delta P_2 = \frac{(e'_t - e_{ext}) \cdot 24 \cdot 31}{(R_0 - R_{vp}) \cdot 1000} = \frac{(360 - 274,9) \cdot 24 \cdot 31}{(1,94 - 1,30) \cdot 1000} = 102,9 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{мес)}.$$

Найдем остаточную влажность в рассматриваемом сечении за март:

$$\Delta P = \Delta P_2 - \Delta P_1 = 473 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{мес)} = 0,473 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{мес)}.$$

Найдем дополнительное увлажнение от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации за март:

$$\Delta w_{av}^M = \frac{\Delta P \cdot 100}{\gamma \cdot \delta_{пвк}} = \frac{0,473 \cdot 100}{400 \cdot 0,278} = 0,43\%.$$

Найдем суммарное дополнительное увлажнение за период с отрицательными среднемесячными температурами:

$$\Delta w_{av} = 0,38 + 0,52 + 0,57 + 0,50 + 0,43 = 2,40 \% < 6 \%.$$

Полученное дополнительное увлажнение автоклавного газобетона в составе наружной стены удовлетворяет требованиям СНиП 23-02-2003 по предельно допустимому увлажнению газобетона за зимний период.

Таким образом, в целом стена является обеспеченной по защите от переувлажнения по обоим критериям, предусмотренным СНиП 23-02-2003: из условия недопустимости накопления влаги за годовой период эксплуатации и из условия ограничения накопления влаги за период с отрицательными среднемесячными температурами наружного воздуха.

Другие рекомендуемые варианты компоновок наружных стен из автоклавных газобетонных блоков в сочетании с защитно-декоративной штукатуркой рассчитываются аналогичным образом. Результаты расчетов сведены в таблице 3.

2. Пример расчета варианта наружной стены № 6 с защитой в виде жесткой облицовкой из полнотелого керамического кирпича при замкнутой воздушной прослойке (см. таблицу 1)

2.1. Исходные данные

Исходные данные аналогичны примеру 1.

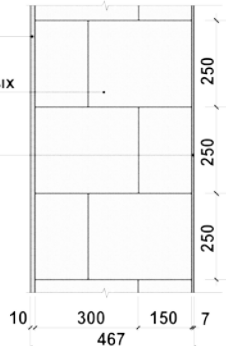
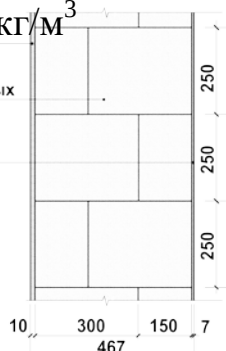
Рассмотрим конструкцию наружной стены.

Наружная стена жилого дома состоит из следующих слоев, считая от внутренней поверхности:

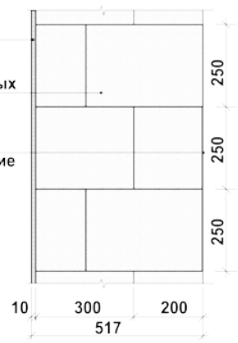
Таблица 3

ДАННЫЕ ТЕРМОВЛАЖНОСТНОГО РАСЧЕТА
компоновок наружных стен из автоклавных газобетонных блоков с защитно-декоративной штукатуркой

№ варианта	Вариант компоновки стены	Приведенное термическое сопротивление стены, $\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$		Сопротивление паропроницанию стены, $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{мг}$			Дополнительное увлажнение стены за период с отрицательными средними месячными температурами, %
		фактическое R_0	требуемое R_{req}	R_{vp}	по СНиП 23-02-2003		
					$R_{\text{vp1}}^{\text{req}}$	$R_{\text{vp2}}^{\text{req}}$	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Внутренняя штукатурка Кладка из автоклавных газобетонных блоков Наружная штукатурка $\gamma = 400 \text{ кг/м}^3$	3,18	3,41	1,30	0,117	0,32	$2,40 \leq \Delta W_{av} = 6$
				выполняются требования СНиП 23-02-2003 о недопустимости накопления влаги за годовой период и об ограничении накопления влаги за период с отрицательными средними месячными температурами			
2	Внутренняя штукатурка Кладка из автоклавных газобетонных блоков Наружная штукатурка $\gamma = 500 \text{ кг/м}^3$	2,58	3,41	1,48	0,134	0,28	$1,67 \leq \Delta W_{av} = 6$
				выполняются требования СНиП 23-02-2003 о недопустимости накопления влаги за годовой период и об ограничении накопления влаги за период с отрицательными средними месячными температурами			

1	2	3	4	5	6	7	8
3	Внутренняя штукатурка Кладка из автоклавных газобетонных блоков Наружная штукатурка 	3,56	3,41	1,44	0,129	0,30	$1,94 \leq \Delta W_{av} = 6$
				выполняются требования СНиП 23-02-2003 о недопустимости накопления влаги за годовой период и об ограничении накопления влаги за период с отрицательными средними месячными температурами			
4	Внутренняя штукатурка Кладка из автоклавных газобетонных блоков Наружная штукатурка 	2,88	3,41	1,65	0,148	0,25	$1,35 \leq \Delta W_{av} = 6$
				выполняются требования СНиП 23-02-2003 о недопустимости накопления влаги за годовой период и об ограничении накопления влаги за период с отрицательными средними месячными температурами			

 $\gamma = 500 \text{ кг/м}^3$

5	Внутренняя штукатурка Кладка из автоклавных газобетонных блоков Тонкоплёночное гидрофобное покрытие 	2,83	3,41	2,12	0,188	0,20	$0 \leq \Delta W_{av} = 6$
				выполняются требования СНиП 23-02-2003 о недопустимости накопления влаги за годовой период и об ограничении накопления влаги за период с отрицательными средними месячными температурами			

$$\gamma = 600 \text{ кг/м}^3$$

Примечание: в качестве внутренней гипсовой штукатурки используется Baunit GlättPutz; в качестве наружной защитно-декоративной системы – базовый штукатурный слой в виде клеевого состава Baunit ArtoPlast по синтетической сетке, включая грунтовку из того же материала и финишный паропроницаемый слой Baunit EdelPutz Spezial Natur или другие аналоги.

Наружная стена жилого дома по варианту № 6 состоит из следующих слоев, считая от внутренней поверхности:

1 — внутренняя штукатурка – гипсовая Baunit GlättPutz плотностью $\gamma = 1150 \text{ кг/м}^3$, толщиной 10 мм. Расчетные коэффициенты теплопроводности $\lambda_A = 0,6 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$, паропроницаемости $\mu = 0,11 \text{ мг/(м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па)}$;

2 — несущий слой из автоклавных газобетонных блоков плотностью $\gamma = 400 \text{ кг/м}^3$, толщиной 400 мм. Расчетный коэффициент теплопроводности $\lambda_A = 0,12 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$, паропроницаемости $\mu = 0,23 \text{ мг/(м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па)}$; коэффициент теплотехнической однородности кладки из автоклавных газобетонных блоков примем $g = 0,90$. Данный коэффициент учитывает возможное отклонение толщины швов от рекомендуемых 2-3 мм, наличие в конструктиве стены теплотехнических неоднородностей и др.;

3 — замкнутая воздушная прослойка толщиной 40 мм (обеспечиваются гладкие поверхности кладки внутреннего и облицовочного слоев). Термическое сопротивление $R = 0,165 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$;

4 — кладка из $\frac{1}{2}$ керамического полнотелого кирпича со средней плотностью $\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3$ на цементно-песчаном растворе. Расчетный коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,7 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$, паропроницаемости $\mu = 0,11 \text{ мг/(м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па)}$.

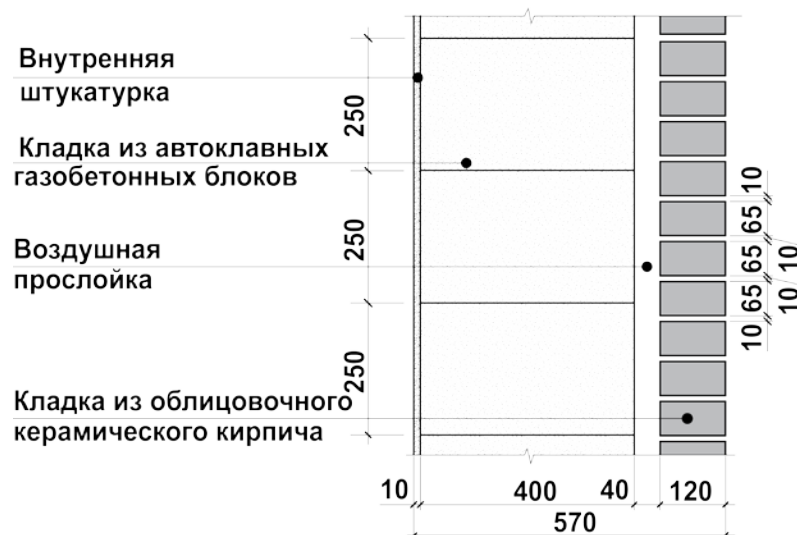


Рисунок 4. Структура наружной стены из автоклавных газобетонных блоков толщиной 400 мм, марки по плотности D400 с жесткой облицовкой из полнотелого керамического кирпича при замкнутой воздушной прослойке

2.2. Расчет требуемого термического сопротивления согласно СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»

В соответствии с разделом 5 СНиП 23-02-2003 наружные ограждающие конструкции зданий должны: иметь сопротивления теплопередаче для однородных конструкций наружного ограждения - R_o , для неоднородных конструкций – приведенные сопротивления теплопередаче R_{or} , удовлетворяющие условию R_o (или R_{or}) $\geq R_{req}$, где R_{req} – нормируемое сопротивление теплопередаче;

обеспечивать расчетный температурный перепад Δt_0 между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, определяемый по формуле (4) СНиП 23-02-2003; при этом расчетный температурный перепад не должен превышать нормируемых величин Δt_n , установленных в таблице 5 СНиП 23-02-2003;

обеспечивать на всех участках внутренней поверхности наружных ограждений минимальную температуру, равную температуре точки росы t_d , при расчетных условиях внутри помещения с температурами t_{int} ; при этом должно соблюдаться условие $t_{int} \geq t_d$.

Определим фактическое количество градусо-суток отопительного периода (далее – ГСОП) для г. Уфы по формуле (2) СНиП.

Значение ГСОП (D_d) для жилого здания:

$$D_d = (t_{int} - t_{ht})z_{ht} = (21 - (-5,9)) \cdot 213 = 5730 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут},$$

где согласно таблице 3.1 ТСН 23-318-2000 РБ «Тепловая защита зданий» для г. Уфы средняя температура наружного воздуха за отопительный период $t_{ht} = -5,9 \text{ } ^\circ\text{C}$, а продолжительность отопительного периода согласно таблице 3.3 ТСН 23-318-2000 РБ равна $z_{ht} = 213 \text{ сут}$.

Согласно полученному значению ГСОП ($5730^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$) по таблице 4 СНиП 23-02-2003 и примечаниям к ней требуемое термическое сопротивление наружной стены жилого здания для климатических условий г. Уфы составит:

$$R_{\text{req}} = aD_d + b = 0,00035 \times 5730 + 1,4 = 3,41 \text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}.$$

2.3. Определение сопротивления теплопередаче, расчетного температурного перепада, минимальной температуры на внутренней поверхности рассматриваемого варианта наружной стены согласно СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий»

Согласно пункту 9.1.2 СП 23-101-2004 сопротивление теплопередаче R_o , $\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, однородной однослойной или многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями, или ограждающей конструкции в удалении от теплотехнических неоднородностей не менее чем на две толщины ограждающей конструкции следует определять по формуле:

$$R_o = R_{si} + R_k + R_{se},$$

где $R_{si} = 1/\alpha_{int}$, $\alpha_{int} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$, принимаемый по таблице 7 СНиП 23-02-2003;

$R_{se} = 1/\alpha_{ext}$, $\alpha_{ext} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для условий холодного периода, $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$, принимаемый по таблице 8 СП 23-101-2004;

$R_k = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$ – сумма термических сопротивлений отдельных слоев ограждающей конструкции;

$r = 0,9$ – коэффициент теплотехнической однородности, учитывающий в данном случае неоднородность кладки из автоклавных газобетонных блоков за счет швов, толщина которых может на практике быть более рекомендуемых 2-3 мм, и другие вышеназванные факторы.

Последовательность расчета:

1) определяем термические сопротивления материала каждого слоя стеновой конструкции:

термическое сопротивление внутреннего штукатурного слоя R_1 :

$$R_1 = \frac{\delta_{p-pa}}{\lambda_{p-pa}} = \frac{0,01}{0,6} = 0,017 \frac{\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}}{\text{Вт}};$$

термическое сопротивление кладки из газобетонных блоков R_2 :

$$R_2 = \frac{\delta_{кл}}{\lambda_{кл}} = \frac{0,4}{0,12} \cdot 0,9 = 3,00 \frac{\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}}{\text{Вт}};$$

термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки R_3 :

$$R_3 = 0,165 \text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт};$$

термическое сопротивление кладки из облицовочного кирпича R_4 :

$$R_4 = \frac{\delta_{обл}}{\lambda_{обл}} = \frac{0,12}{0,7} = 0,17 \frac{\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}}{\text{Вт}};$$

2) находим сумму термических сопротивлений отдельных слоев ограждающей конструкции:

$$R_k = 0,017 + 3,00 + 0,165 + 0,17 = 3,35 \text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт};$$

3) определим сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции:

$$R_o = R_{si} + R_k + R_{se} = 1/8,7 + 3,35 + 1/23 = 3,51 \text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт};$$

наружная ограждающая конструкция здания удовлетворяет условию:

$$R_o = 3,51 \text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт} > R_{\text{req}} = 3,41 \text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт};$$

4) расчетный температурный перепад Δt_0 , $^{\circ}\text{C}$, между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых величин Δt_n , $^{\circ}\text{C}$, установленных в таблице 5 СНиП 23-02-2003, и определяется по формуле (4):

$$\Delta t_0 = \frac{n(t_{int} - t_{ext})}{R_o \alpha_{int}} = \frac{21 + 35,0}{3,51 \cdot 8,7} = 1,83^{\circ}\text{C},$$

где $n = 1$ – коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, определяется по таблице 6 СНиП 23-02-2003;

t_{int} – то же, что и в пункте 1.2;

$t_{ext} = -35,0^{\circ}\text{C}$ – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года для всех зданий, кроме производственных, предназначенных для сезонной эксплуатации, принимаемая равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по СНиП 23-01-99;

R_o и α_{int} – см. выше.

Сравним полученное значение температурного перепада с нормируемой величиной по таблице 5 СНиП 23-02-2003:

$$\Delta t_0 = 1,83 \text{ }^{\circ}\text{C} < \Delta t_n = 4 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Рассматриваемый вариант наружной стены здания удовлетворяет условию, при котором температурный перепад Δt_0 между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых величин Δt_n ;

5) определим температуру на внутренней поверхности τ_{int} , $^{\circ}\text{C}$:

$$\tau_{int} = t_{int} - [n(t_{int} - t_{ext})]/(R_o \alpha_{int}) = 21 - [1 \cdot (21 + 35)]/(3,51 \cdot 8,7) = 19,2 \text{ }^{\circ}\text{C},$$

где n , t_{int} , t_{ext} – то же, что и в формуле (4) СНиП 23-02-2003;

α_{int} , R_o – то же, что и в формуле (4) СНиП 23-02-2003.

Сравним полученное значение температуры внутренней поверхности τ_{int} с температурой точки росы t_d , определяемой по таблице 3.2 ТСН 23-318-2000 РБ «Тепловая защита зданий»:

$$\tau_{int} = 19,2 \text{ }^{\circ}\text{C} > t_d = 11,62 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Данная наружная ограждающая конструкции здания удовлетворяет требованиям СП 23-101-2004 по тепловой защите.

Вывод: рассматриваемая конструкция наружной стены обеспечивает выполнение требований по тепловой защите жилых зданий, установленных СНиП 23-02-2003, выполняются требования тепловой защиты по показателям «а» и «б»: приведенное сопротивление теплопередаче стены превышает требуемое термическое сопротивление наружной стены жилого здания для климатических условий г. Уфы; обеспечиваются условия допустимого температурного перепада между температурами внутреннего воздуха и на поверхности ограждающей конструкции, а также условие о превышении температуры на внутренней поверхности стены над температурой точки росы.

2.4. Расчет наружной стены по защите от переувлажнения

При использовании в наружных стенах ячеистых бетонов рекомендуемых плотностей необходимо выполнять проверочные расчеты по защите конструкций от переувлажнения, опасного с точки зрения ухудшения теплотехнических параметров и долговечности стены.

Согласно пункту 9.1 СНиП 23-02-2003 сопротивление паропроонианию R_{vp} , $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$, ограждающей конструкции (в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации) должно быть не менее наибольшего из следующих нормируемых сопротивлений паропроонианию (формулы (16) и (17) пункту 9.1 СНиП 23-02-2003):

а) нормируемого сопротивления паропроонианию R_{vp1}^{req} , $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$ (из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации), определяемого по формуле (16) СНиП 23-02-2003:

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

б) нормируемого сопротивления паропроонианию R_{vp2}^{req} , $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$ (из условия ограничения влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха), определяемого по формуле (17) СНиП 23-02-2003:

$$R_{vp2}^{req} = \frac{0,0024 z_0 (e_{int} - E_0)}{p_w \delta_w \Delta w_{av} + \eta},$$

где e_{int} — парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха, Па, при расчетной температуре и относительной влажности этого воздуха, определяемое по формуле (Э.3) СП 23-101-2004:

$$e_{int} = (\phi_{int} / 100) E_{int};$$

E_{int} — парциальное давление насыщенного водяного пара, Па, при температуре t_{int} , принимается по приложению С (таблица С.2) СП 23-101-2004: при $t_{int} = 21 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $E_{int} = 2488 \text{ Па}$. Тогда при $\phi_{int} = 55 \%$

$$e_{int} = (55 / 100) \cdot 2488 = 1368 \text{ Па};$$

E — парциальное давление водяного пара, Па, в плоскости возможной конденсации за годовой период эксплуатации, определяемое по формуле (Э.4) СП 23-101-2004:

$$E = (E_1 z_1 + E_2 z_2 + E_3 z_3) / 12;$$

E_1 , E_2 , E_3 — парциальные давления водяного пара, Па, принимаемые по температуре t_i в плоскости возможной конденсации, определяемой при средней температуре наружного воздуха соответственно зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов;

z_1 , z_2 , z_3 — продолжительность, месяцев, соответственно зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов, определяемые с учетом следующих условий:

к зимнему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха ниже минус $5 \text{ }^{\circ}\text{C}$;

к весенне-осеннему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха от минус $5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ до плюс $5 \text{ }^{\circ}\text{C}$;

к летнему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха выше плюс $5 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

В рассматриваемой ограждающей конструкции плоскость возможной конденсации (ПВК) совпадает с внутренней поверхностью облицовки из полнотелого керамического кирпича. Увлажняемым материалом в наружной стене являются автоклавные газобетонные блоки на всю их толщину ($\delta_w = 400$ мм).

Продолжительность периодов и их средняя температура определяются по таблице 3* СНиП 23-01-99, а значения температур в плоскости возможной конденсации τ_i , соответствующие этим периодам, по формуле (74) СП 23-101-2004 (формула (Э.5) приложения Э):

$$\tau_i = t_{\text{int}} - (t_{\text{int}} - t_i)(R_{si} + \sum R) / R_0,$$

где t_{int} – то же, что и в пункте 1.2;

t_i – расчетная температура наружного воздуха i -го периода, °С, принимаемая равной средней температуре соответствующего периода;

R_{si} – то же, что и в пункте 1.3;

$\sum R$ – термическое сопротивление слоя ограждения в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации;

R_0 – сопротивление теплопередаче ограждения, определенное ранее, и равное $3,51$ ($\text{м}^2 \cdot \text{°С}$)/Вт.

Определим термическое сопротивление слоя ограждения в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации:

$$\sum R = 0,017 + 0,4 \cdot 0,9 / 0,12 + 0,165 = 3,18 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт}.$$

Установим для периодов их продолжительность z_i , сут, среднюю температуру t_i , °С, согласно СНиП 23-01-99 и рассчитаем соответствующую температуру в плоскости возможной конденсации τ_i , °С, по формуле (Э.5) для климатических условий Уфы:

зима (ноябрь, декабрь, январь, февраль, март):

$$z_1 = 5 \text{ мес; } t_1 = [(-5,1) + (-11,2) + (-14,9) + (-13,7) + (-6,7)] / 5 = -10,3 \text{ °С;}$$

$$\tau_1 = 21 - (21 + 10,3) (0,115 + 3,18) / 3,51 = -8,40 \text{ °С;}$$

весна – осень (апрель, октябрь):

$$z_2 = 2 \text{ мес; } t_2 = [4,4 + 2,8] / 4 = 3,6 \text{ °С;}$$

$$\tau_2 = 21 - (21 - 3,6) (0,115 + 3,18) / 3,51 = 4,66 \text{ °С;}$$

лето (май – сентябрь):

$$z_3 = 5 \text{ мес; } t_3 = (13,3 + 17,3 + 18,9 + 16,8 + 11,1) / 5 = 15,48 \text{ °С;}$$

$$\tau_3 = 21 - (21 - 15,48) (0,115 + 3,18) / 3,51 = 15,82 \text{ °С.}$$

По температурам (τ_1, τ_2, τ_3) для соответствующих периодов определяем по приложению С парциальные давления (E_1, E_2, E_3) водяного пара: $E_1 = 299$ Па, $E_2 = 855$ Па, $E_3 = 1795$ Па и по формуле (Э.4) определим парциальное давление водяного пара E , Па, в плоскости возможной конденсации за годовой период эксплуатации ограждающей конструкции для соответствующих продолжительностей периодов z_1, z_2, z_3 :

$$E = (299 \cdot 5 + 855 \cdot 2 + 1795 \cdot 5) / 12 = 1015 \text{ Па.}$$

Сопротивление паропрооницанию R_{vp}^e , $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг}$, части ограждающей конструкции, расположенной между наружной поверхностью и плоскостью возможной конденсации, определяется по формуле (79) СП 23-101-2004:

$$R_{vp}^e = \sum R_{vp,i}^e = R_4 = 0,12 / 0,11 = 1,09 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг}.$$

Среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха e_{ext} , Па, за годовой период определяют по СНиП 23-01-99 (таблица 5а*), которое в данном случае составит $e_{\text{ext}} = 717$ Па.

По формуле (16) СНиП 23-02-2003 определяем нормируемое сопротивление паропрооницанию из условия недопустимости накопления влаги за годовой период эксплуатации согласно СНиП 23-02-2003 (пункт 9.1а):

$$R_{vp1}^{req} = \frac{(e_{\text{int}} - E) R_{vp}^e}{E - e_{\text{ext}}} = (1368 - 1015) \cdot 1,09 / (1014 - 717) = 1,29 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг}.$$

Для расчета нормируемого сопротивления паропрооницанию R_{vp2}^{req} из условия ограничения влаги за период с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха берут определенную ранее продолжительность этого периода z_0 , сут, среднюю температуру этого периода t_0 , °С: $z_0 = 151$ сут, $t_0 = -10,3$ °С.

Температуру τ_0 , °С, в плоскости возможной конденсации для этого периода определяют по формуле (80) СП 23-101-2004:

$$\tau_0 = 21 - (21 + 10,3) (0,115 + 3,18) / 3,51 = -8,40 \text{ °С.}$$

Парциальное давление водяного пара E_0 , Па, в плоскости возможной конденсации определяют по приложению С СП 23-101-2004. При $\tau_0 = -8,40$ °С – $E_0 = 299$ Па.

Предельно допустимое приращение расчетного массового отношения влаги в автоклавном газобетоне нормирует СНиП 23-02-2003 (таблица 12) – $\Delta w_{av} = 6$ %.

Средняя упругость водяного пара наружного воздуха периода месяцев с отрицательными средними месячными температурами согласно таблице 5а СНиП 23-01-99 равна:

$$e_0^{ext} = (200 + 200 + 320 + 390 + 260) / 5 = 274 \text{ Па.}$$

Коэффициент η определяется по формуле (20) СНиП 23-02-2003:

$$\eta = 0,0024(E_0 - e_0^{ext})z_0 / R_{vp}^e = 0,0024(299 - 274) \cdot 151 / 1,29 = 8,31.$$

Определим R_{vp2}^{req} по формуле (17) СНиП 23-02-2003:

$$R_{vp2}^{req} = \frac{0,0024z_0(e_{int} - E_0)}{p_w \delta_w \Delta w_{av} + \eta} = 0,0024 \cdot 151 \cdot (1368 - 299) / (400 \cdot 0,4 \cdot 6 + 8,31) = 0,40 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}.$$

Определяем сопротивление паропроницанию стены R_{vp} (в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации) по формуле (79) СП 23-101-2004 (здесь и далее сопротивлением влагообмену у внутренней и наружной поверхностей пренебрегаем):

$$R_{vp} = 0,01 / 0,11 + 0,4 / 0,23 = 1,83 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}.$$

Сравниваем полученные значения:

$$R_{vp} = 1,83 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг} > R_{vp1}^{req} = 1,29 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг} > R_{vp2}^{req} = 0,40 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}.$$

Следовательно, ограждающая конструкция в целом удовлетворяет требованиям пункта 9 СНиП 23-02-2003 в отношении сопротивления паропроницанию.

Результаты расчета обобщены в таблице 4.

2.5. Расчет распределения парциального давления водяного пара по толщине стены и определение возможности образования конденсата

Для проверки конструкции на наличие зоны конденсации внутри стены определяем сопротивление паропроницанию всей стены R_{vp} по формуле (79) СП 23-101-2004 (здесь и далее сопротивлением влагообмену у внутренней и наружной поверхностей пренебрегаем):

$$R_{vp} = 0,01 / 0,11 + 0,4 / 0,23 + 0,12 / 0,11 = 2,92 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}.$$

Определяем парциальное давление водяного пара внутри и снаружи стены по формуле (Э.3) и приложению С СП 23-101-2004:

$$t_{int} = 21 \text{ }^\circ\text{C}; \varphi_{int} = 55 \text{ } \%;$$

$$e_{int} = (55 / 100) 2488 = 1368 \text{ Па};$$

$$t_{ext} = -14,9^\circ\text{C}; \varphi_{int} = 81 \text{ } \% \text{ (для наиболее холодного месяца - января);}$$

$$e_{ext} = (81 / 100) \cdot 167 = 135,3 \text{ Па}.$$

Определяем температуры τ_i на границах слоев стены по формуле (Э.5), нумеруя слои от внутренней поверхности к наружной, и по этим температурам — максимальное парциальное давление водяного пара E_i по приложению С СП 23-101-2004:

$$\tau_1 = 21 - (21 + 14,9) (0,115) / 3,51 = 19,8 \text{ }^\circ\text{C}; E_1 = 2309 \text{ Па};$$

$$\tau_2 = 21 - (21 + 14,9) (0,115 + 0,017) / 3,51 = 19,7 \text{ }^\circ\text{C}; E_2 = 2294 \text{ Па};$$

$$\tau_3 = 21 - (21 + 14,9) (0,115 + 0,017 + 3,00) / 3,51 = -11,0 \text{ }^\circ\text{C}; E_3 = 237 \text{ Па};$$

$$\tau_4 = 21 - (21 + 14,9) (0,115 + 0,017 + 3,00 + 0,165) / 3,51 = -12,7 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$E_4 = 205 \text{ Па};$$

$$\tau_5 = 21 - (21 + 14,9) (0,115 + 0,017 + 3,00 + 0,165 + 0,17) / 3,51 = -14,5 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$E_5 = 174 \text{ Па}.$$

Таблица 4

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА СТЕНЫ

из условия недопустимости накопления влаги в годовом цикле эксплуатации и из условия ограничения увлажнения за период с отрицательными среднемесячными температурами наружного воздуха

Элемент стены	Толщина элементов стены, мм	Расчетный коэффициент теплопроводности, Вт/м°С	Термическое сопротивление стены, м ² °С/Вт		Расчетный коэффициент паропроницаемости, $\frac{\text{мг}}{\text{мчПа}}$	Сопротивление паропроницанию стены, м ² ·ч·Па/мг		
			фактическое	требуемое по СНиП		фактическое, от внутренней поверхности до ПВК	нормируемое по СНиП	
							из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации	из условия ограничения увлажнения конструкции за период с отрицательными среднемесячными температурами наружного воздуха
	δ	λ_A	R_o	R^{req}	μ	R_{vp}	R_{vp1}^{req}	R_{vp2}^{req}
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Внутренняя гипсовая штукатурка Baumit GlättPutz	10	0,6	0,017	3,41	0,11	1,83	1,29	0,40
Кладка из автоклавных газобетонных блоков	400	0,12	3,00		0,23			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Воздушная замкнутая прослойка	40	-	0,165		-			
Кладка из полнотелого керамического кирпича	120	0,7	0,17		0,11			
Всего	570	-	3,51			выполняются требования СНиП 23-02-2003 о недопустимости		

						накопления влаги за годовой период и об ограничении накопления влаги за период с отрицательными средними месячными температурами
--	--	--	--	--	--	--

Рассчитаем действительные парциальные давления e_i водяного пара на границах слоев по формуле (Э.6) СП 23-101-2004:

$$e_i = e_{\text{int}} - (e_{\text{int}} - e_{\text{ext}}) \sum R / R_{\text{vp}},$$

где $e_{\text{int}} = 1368$ Па; $e_{\text{ext}} = 135,3$ Па;

$R_{\text{vp}} = 2,92 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$;

ΣR — сумма сопротивлений паропрооницанию слоев, считая от внутренней поверхности.

В результате расчета по формуле (Э.6) получим следующие значения:

$e_1 = 1368$ Па;

$e_2 = 1368 - (1368 - 135,3) \cdot 0,09 / 2,92 = 1330$ Па;

$e_3 = 1368 - (1368 - 135,3) \cdot (0,09 + 1,74) / 2,92 = 596$ Па;

$e_4 = 1368 - (1368 - 135,3) \cdot (0,09 + 1,74 + 1,09) / 2,92 = 135,3$ Па;

$e_5 = 135,3$ Па.

При сравнении величин максимального парциального давления E_i водяного пара и величин действительного парциального давления e_i водяного пара на соответствующих границах слоев видим, что на границе 3 величина e_3 больше величины E_3 , что указывает на возможность образования конденсата в этой области.

Для наглядности результатов рекомендуется строить график распределения парциального давления водяного пара по толщине наружной стены (рисунок 5).

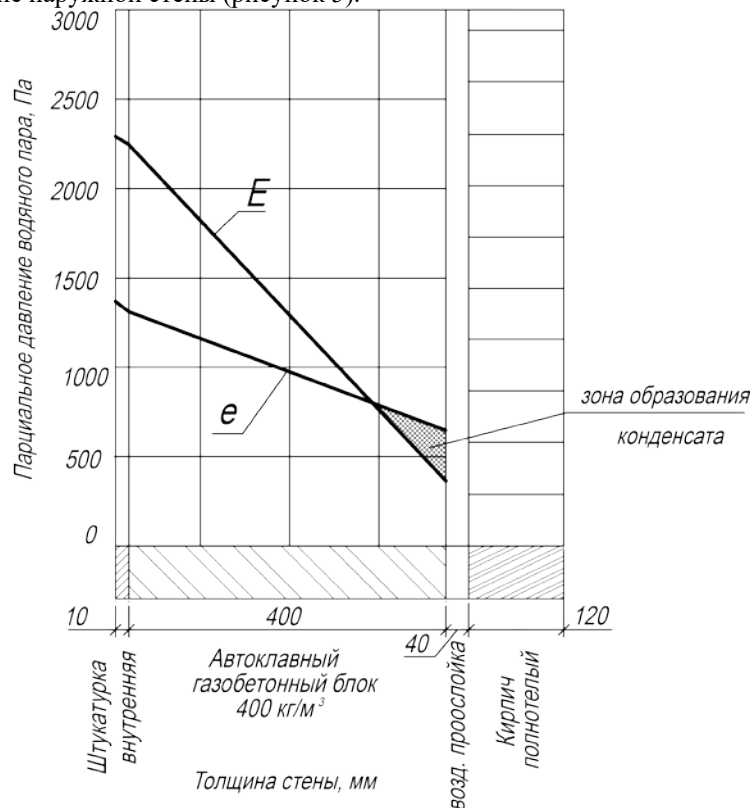


Рисунок 5. Распределение парциального давления водяного пара по толщине наружной стены с защитой в виде жесткой облицовки с замкнутой воздушной прослойкой

Следует отметить, что расчет выполнен по усредненным значениям климатических параметров, как предписывают нормативные документы, и не учитывает воздействий пониженных температур, характерных для климата Республики Башкортостан в зимний период.

Учитывая возможность ведения работ по возведению зданий и сооружений в период с отрицательными средними месячными температурами из автоклавных газобетонных блоков, имеющих начальную влажность, следует более внимательно оценивать приращения влаги в этот период в массиве стены и возможные последствия действия этого фактора.

2.6. Расчет количества влаги в материале стены за период с отрицательными среднемесячными температурами

Количество влаги в наружной стене определяется путем расчета притока и оттока влаги в характерном сечении, которым в данном случае является плоскость возможной конденсации (ПВК). По результатам суммарного дополнительного увлажнения автоклавного газобетона за период с отрицательными средними месячными температурами можно определить, увлажняется стена за месяц или осушается.

Приток и отток влаги (пара) в рассматриваемом сечении определяется по формулам:

$$\Delta P_1 = \frac{(e_{\text{int}} - e_t) \cdot 24 \cdot n}{R_{vp} \cdot 1000} \quad \text{и} \quad \Delta P_2 = \frac{(e'_t - e_{\text{ext}}) \cdot 24 \cdot n}{(R_0 - R_{vp}) \cdot 1000},$$

где e_{int} , e_{ext} – упругость водяного пара внутреннего и наружного воздуха;

e_t , e'_t – то же в рассматриваемом сечении (значения давления водяного пара в ПВК – для однослойной конструкции или многослойной с однородными слоями; здесь $e_t = e'_t$; для конструкции стены с утеплителем e_t – это значение на «входе» в слой, e'_t – на «выходе» из слоя по направлению изнутри – наружу);

R_{vp} – сопротивление паропрооницанию от внутренней поверхности стены до границы зоны возможной конденсации, определяемое по СП 23-101-2004, см. также формулу (39) СНиП II-3-79;

n – количество суток за рассчитываемый месяц;

R_0 – сопротивление паропрооницанию всей стены.

Приток и отток влаги (пара) в рассматриваемом сечении за ноябрь:

$$\Delta P_1 = \frac{(e_{\text{int}} - e_t) \cdot 24 \cdot 30}{R_{vp}} = \frac{(1368 - 505) \cdot 24 \cdot 30}{1,83} = 340 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{мес)};$$

$$\Delta P_2 = \frac{(e'_t - e_{\text{ext}}) \cdot 24 \cdot 30}{(R_0 - R_{vp}) \cdot 1000} = \frac{(505 - 319,6) \cdot 24 \cdot 30}{(2,92 - 1,83) \cdot 1000} = 122,3 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{мес)}.$$

Найдем остаточную влажность в рассматриваемом сечении за ноябрь:

$$\Delta P = \Delta P_2 - \Delta P_1 = 217 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{мес)} = 0,217 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{мес)}.$$

Найдем дополнительное увлажнение от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации за ноябрь:

$$\Delta w'_{av} = \frac{\Delta P \cdot 100}{\gamma \cdot \delta_{\text{нвк}}} = \frac{0,217 \cdot 100}{400 \cdot 0,4} = 0,14\%.$$

Аналогичным образом находится дополнительное увлажнение за остальные месяцы с отрицательной средней месячной температурой.

Приток и отток влаги (пара) в рассматриваемом сечении стены за декабрь:

$$\Delta P_1 = \frac{(e_{\text{int}} - e_t) \cdot 24 \cdot 31}{R_{vp} \cdot 1000} = \frac{(1368 - 318) \cdot 24 \cdot 31}{1,83 \cdot 1000} = 427 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{мес)};$$

$$\Delta P_2 = \frac{(e'_t - e_{\text{ext}}) \cdot 24 \cdot 31}{(R_0 - R_{vp}) \cdot 1000} = \frac{(318 - 191,1) \cdot 24 \cdot 31}{(2,92 - 1,83) \cdot 1000} = 86,5 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{мес)}.$$

Остаточная влажность в рассматриваемом сечении за декабрь:

$$\Delta P = \Delta P_2 - \Delta P_1 = 340 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{мес)} = 0,340 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{мес)}.$$

Дополнительное увлажнение от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации за декабрь:

$$\Delta w'_{av} = \frac{\Delta P \cdot 100}{\gamma \cdot \delta_{\text{нвк}}} = \frac{0,340 \cdot 100}{400 \cdot 0,4} = 0,21\%.$$

Приток и отток влаги (пара) в рассматриваемом сечении стены за январь:

$$\Delta P_1 = \frac{(e_{\text{int}} - e_t) \cdot 24 \cdot 31}{R_{vp} \cdot 1000} = \frac{(1368 - 237) \cdot 24 \cdot 31}{1,83 \cdot 1000} = 460 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{мес)};$$

$$\Delta P_2 = \frac{(e'_t - e_{\text{ext}}) \cdot 24 \cdot 31}{(R_0 - R_{vp}) \cdot 1000} = \frac{(237 - 135,3) \cdot 24 \cdot 31}{(2,92 - 1,83) \cdot 1000} = 69,4 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{мес)}.$$

Остаточная влажность в рассматриваемом сечении за январь:

$$\Delta P = \Delta P_2 - \Delta P_1 = 391 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{мес)} = 0,391 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{мес)}.$$

Дополнительное увлажнение от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации за январь:

$$\Delta w'_{av} = \frac{\Delta P \cdot 100}{\gamma \cdot \delta_{\text{нвк}}} = \frac{0,391 \cdot 100}{400 \cdot 0,4} = 0,24\%.$$

Приток и отток влаги (пара) в рассматриваемом сечении стены за февраль:

$$\Delta P_1 = \frac{(e_{\text{int}} - e_t) \cdot 24 \cdot 28}{R_{vp} \cdot 1000} = \frac{(1368 - 262) \cdot 24 \cdot 28}{1,83 \cdot 1000} = 406 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{мес)};$$

$$\Delta P_2 = \frac{(e'_t - e_{ext}) \cdot 24 \cdot 28}{(R_0 - R_{vp}) \cdot 1000} = \frac{(262 - 148,7) \cdot 24 \cdot 28}{(2,92 - 1,83) \cdot 1000} = 69,8 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{мес)}.$$

Остаточная влажность в рассматриваемом сечении за февраль:

$$\Delta P = \Delta P_2 - \Delta P_1 = 336 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{мес)} = 0,336 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{мес)}.$$

Дополнительное увлажнение от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации за февраль:

$$\Delta w''_{av} = \frac{\Delta P \cdot 100}{\gamma \cdot \delta_{нвк}} = \frac{0,336 \cdot 100}{400 \cdot 0,4} = 0,21\%.$$

Приток и отток влаги (пара) в рассматриваемом сечении стены за март:

$$\Delta P_1 = \frac{(e_{int} - e_t) \cdot 24 \cdot 31}{R_{vp} \cdot 1000} = \frac{(1368 - 449) \cdot 24 \cdot 31}{1,83 \cdot 1000} = 374 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{мес)};$$

$$\Delta P_2 = \frac{(e'_t - e_{ext}) \cdot 24 \cdot 31}{(R_0 - R_{vp}) \cdot 1000} = \frac{(449 - 274,9) \cdot 24 \cdot 31}{(2,92 - 1,83) \cdot 1000} = 118,7 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{мес)}.$$

Остаточная влажность в рассматриваемом сечении за март:

$$\Delta P = \Delta P_2 - \Delta P_1 = 255 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{мес)} = 0,255 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{мес)}.$$

Дополнительное увлажнение от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации за март:

$$\Delta w''_{av} = \frac{\Delta P \cdot 100}{\gamma \cdot \delta_{нвк}} = \frac{0,255 \cdot 100}{400 \cdot 0,4} = 0,16\%.$$

Найдем суммарное дополнительное увлажнение за период с отрицательными среднемесячными температурами:

$$\Delta w_{av} = 0,14 + 0,21 + 0,24 + 0,21 + 0,16 = 0,96 \% < 0,6 \%.$$

Полученное дополнительное увлажнение автоклавного газобетона в составе наружной стены удовлетворяет требованиям СНиП 23-02-2003 по предельно допустимому увлажнению газобетона за зимний период.

Полученные результаты следует трактовать следующим образом: поскольку расчеты показали, что конструкция в годовом цикле не увлажняется, за период с отрицательными среднемесячными температурами сверхнормативного увлажнения не происходит, а графики максимального и действительного парциального давления водяных паров в толще стены все-таки пересекаются, это указывает на вероятность образования влаги. Однако ее количество не превышает установленной СНиП 23-02-2003 величины, что позволяет считать полученные результаты как приемлемые с точки зрения влажностного режима работы стены в целом.

Другие рекомендуемые варианты компоновок наружных стен из автоклавных газобетонных блоков в сочетании с жесткой облицовкой рассчитываются аналогичным образом. Результаты расчетов сведены в таблицу 5.

ВЫВОДЫ

С точки зрения влажностного режима работы предпочтительными являются варианты стен 1-5 и 6-13 с защитной системой в виде жесткой облицовки из штучных стеновых материалов и вентилируемой воздушной прослойкой (см. таблицу 1).

Для вариантов стен 6-13 с замкнутой воздушной прослойкой (см. таблицу 5) возможно накопление влаги в несущем слое стены в периоды пониженных температур наружного воздуха, однако период вероятного влагонакопления мал, а количество образующейся влаги не превышает нормируемых 6 % для газобетона. При этом влага будет естественным путем удаляться, а значит рассмотренная конструкция наружной стены пригодна для возведения и эксплуатации в условиях Республики Башкортостан.

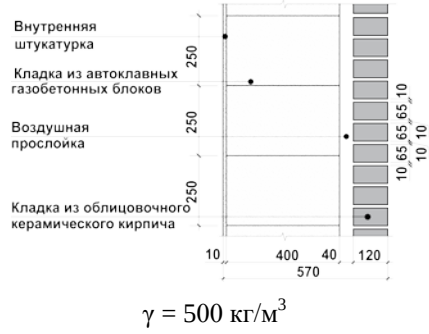
Для увеличения эксплуатационной надежности стеновых конструкций из автоклавных газобетонных блоков с защитой в виде жесткой облицовки из полнотелого керамического кирпича (объемно-окрашенных вибропрессованных блоков) необходимо создавать условия для эффективного удаления влаги. Предусматриваются в облицовочном слое вентиляционные и дренажные отверстия площадью около 75 см²/20 м² стены. Вентиляционные отверстия обеспечивают осушение пространства между внутренним и наружным слоями и стены в целом. Кроме того, для крепления облицовочного слоя к кладке из автоклавных газобетонных блоков необходимо использовать гибкие связи (базальтопластиковые, стеклопластиковые, нержавеющей стальной проволока) со сроком службы, сравнимым со сроком службы здания.

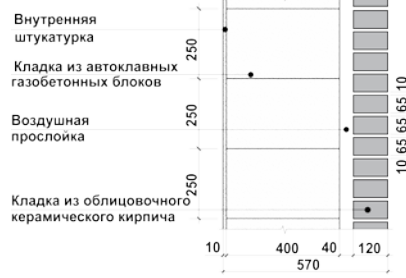
Таблица 5

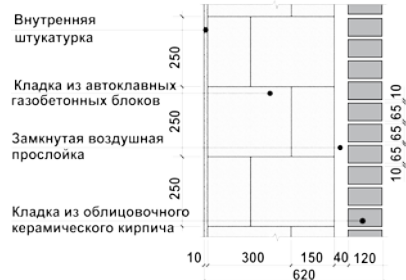
ДАННЫЕ ТЕРМОВЛАЖНОСТНОГО РАСЧЕТА

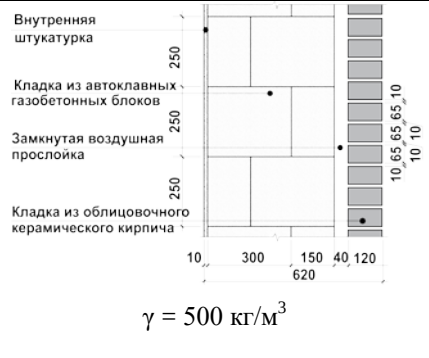
компоновок наружных стен из автоклавных газобетонных блоков с защитой в виде жесткой облицовки и замкнутой или вентилируемой воздушной прослойки

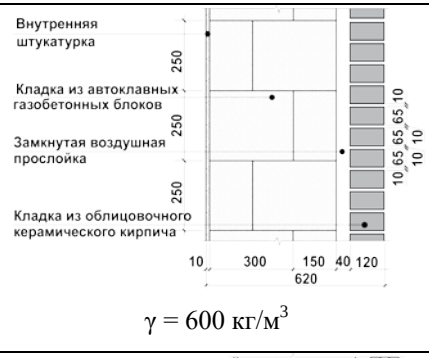
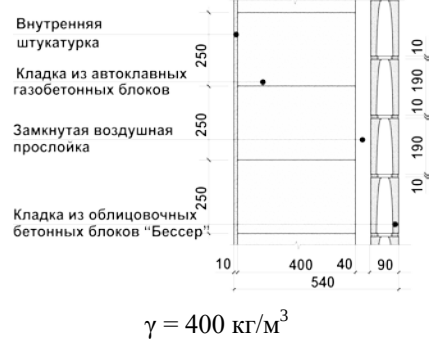
№ варианта (по таблице 1)	Вариант компоновки стены	Приведенное термическое сопротивление стены, м ² ·°C/Вт		Сопротивление паропроницанию стены, м ² ·ч·Па/мг			Дополнительное увлажнение стены за период с отрицательными средними месячными температурами, %
		фактическое R ₀	требуемое R _{req}	R _{vp}	по СНиП 23-02-2003		
					R _{vp1} ^{req}	R _{vp2} ^{req}	
1	2	3	4	5	6	7	8
6	Внутренняя штукатурка Кладка из автоклавных газобетонных блоков Воздушная прослойка Кладка из облицовочного керамического кирпича 250 250 250 250 10 400 40 120 570 10 65 65 10 10 65 65 10 10 65 65 10 10 65 65 10 10 65 65 10 10 65 65 10 10 65 65 10 10 65 65 10 10 65 65 10						

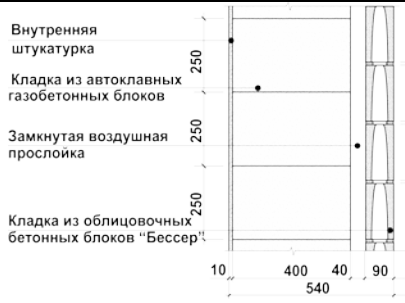
1	2	3	4	5	6	7	8
7	 $\gamma = 500 \text{ кг/м}^3$	<i>Замкнутая воздушная прослойка</i>					
		2,91	3,41	2,09	1,20	0,32	$0,59 \leq \Delta W_{av} = 6$
		<i>Вентилируемая воздушная прослойка</i>					
		2,62	3,41	2,09	1,20	0,35	$0 \leq \Delta W_{av} = 6$
				выполняются требования СНиП 23-02-2003 о недопустимости накопления влаги за годовой период и об ограничении накопления влаги за период с отрицательными средними месячными температурами			

8	 $\gamma = 600 \text{ кг/м}^3$	<i>Замкнутая воздушная прослойка</i>					
		2,63	3,41	2,44	1,18	0,26	$0,36 \leq \Delta W_{av}=6$
		<i>Вентилируемая воздушная прослойка</i>					
		2,34	3,41	2,44	1,42	0,29	$0 \leq \Delta W_{av}=6$
				выполняются требования СНиП 23-02-2003 о недопустимости накопления влаги за годовой период и об ограничении накопления влаги за период с отрицательными средними месячными температурами			

1	2	3	4	5	6	7	8
9	 $\gamma = 400 \text{ кг/м}^3$	<i>Замкнутая воздушная прослойка</i>					
		3,89	3,41	1,83	0,98	0,36	$1,04 \leq \Delta W_{av}=6$
		<i>Вентилируемая воздушная прослойка</i>					
		3,60	3,41	1,83	0,69	0,39	$0 \leq \Delta W_{av}=6$
				выполняются требования СНиП 23-02-2003 о недопустимости накопления влаги за годовой период и об ограничении накопления влаги за период с отрицательными средними месячными температурами			

10		<i>Замкнутая воздушная прослойка</i>					
		3,21	3,41	2,09	0,94	0,29	$0,67 \leq \Delta W_{av}=6$
		<i>Вентилируемая воздушная прослойка</i>					
		2,92	3,41	2,09	0,82	0,31	$0 \leq \Delta W_{av}=6$
				выполняются требования СНиП 23-02-2003 о недопустимости накопления влаги за годовой период и об ограничении накопления влаги за период с отрицательными средними месячными температурами			

1	2	3	4	5	6	7	8
11	 $\gamma = 600 \text{ кг/м}^3$	Замкнутая воздушная прослойка					
		2,89	3,41	2,44	0,24	0,94	$0,44 \leq \Delta W_{av}=6$
		Вентилируемая воздушная прослойка					
		2,61	3,41	2,44	0,97	0,26	$0 \leq \Delta W_{av}=6$
				выполняются требования СНиП 23-02-2003 о недопустимости накопления влаги за годовой период и об ограничении накопления влаги за период с отрицательными средними месячными температурами			
12	 $\gamma = 400 \text{ кг/м}^3$	Замкнутая воздушная прослойка					
		3,44	3,41	1,83	0,83	0,41	$0,84 \leq \Delta W_{av}=6$
		Вентилируемая воздушная прослойка					
		3,22	3,41	1,83	1,00	0,44	$0 \leq \Delta W_{av}=6$
				выполняются требования СНиП 23-02-2003 о недопустимости накопления влаги за годовой период и об ограничении накопления влаги за период с отрицательными средними месячными температурами			

1	2	3	4	5	6	7	8
13	 Внутренняя штукатурка Кладка из автоклавных газобетонных блоков Замкнутая воздушная прослойка Кладка из облицовочных бетонных блоков "Бесер" $\gamma = 500 \text{ кг/м}^3$	<i>Замкнутая воздушная прослойка</i>					
		2,84	3,41	2,09	0,79	0,32	$0,48 \leq \Delta W_{av} = 6$
		<i>Вентилируемая воздушная прослойка</i>					
		2,62	3,41	2,09	1,20	0,35	$0 \leq \Delta W_{av} = 6$
				выполняются требования СНиП 23-02-2003 о недопустимости накопления влаги за годовой период и об ограничении накопления влаги за период с отрицательными средними месячными температурами			

Примечание: в качестве внутренней гипсовой штукатурки используется Bauput GlättPutz или иной аналог.

Приложение № 8
к республиканским нормативам
градостроительного проектирования
Республики Башкортостан
«Защитно-декоративная отделка
наружных стен зданий из
автоклавных газобетонных блоков»

ХАРАКТЕРИСТИКИ

штукатурных систем, рекомендуемых в качестве защитно-декоративных покрытий наружных стен на основе автоклавных газобетонных блоков

Штукатурная система для отделки фасадов Baumit ООО «Баумит» (192007, г.Санкт-Петербург, ул.Тамбовская, д.12, лит.Б, оф.51)

Материалы фирмы Baumit сегодня получили распространение в ряде стран Европы в качестве отделочных материалов для наружных стен из автоклавных газобетонных изделий. Опыт этих стран по возведению жилых зданий с наружными монослойными стенами из автоклавных газобетонных блоков со средней плотностью $500\text{--}600\text{ кг/м}^3$ и их отделке подтверждает высокую надежность отделочных материалов из системы Baumit за счет высокого качества материалов базового слоя Baumit StarContact, Baumit ArtoPlast на цементном вяжущем с модифицирующими добавками (водоудерживающими, гидрофобными, пластифицирующими) и отделочных материалов (декоративные штукатурки и краски). Эта система включает также грунтовку Baumit UniPrimer, обеспечивающую высокую адгезию базового слоя и финишной отделки.

В России опыт применения материалов по отделке стен из автоклавных газобетонных блоков мал. Кафедра «Строительные конструкции» УГНТУ в последние годы провела исследования по поиску и оценке эффективности материалов для защиты однослойных наружных стен зданий на основе автоклавных газобетонных блоков со средней плотностью $400\text{--}600\text{ кг/м}^3$. По данным проведенных трехлетних исследований, в том числе с использованием двух авторских методик оценки гидрозащитных и адгезионных свойств, установлено, что отделочные комплексы на основе материалов из системы Baumit являются наилучшим вариантом защиты для ячеистобетонной стены из предлагаемых на отечественном рынке.

Предлагаемые варианты защиты наружных стен, приведенные ниже, являются оптимальными с точки зрения сочетания долговечности штукатурного покрытия, его трещиностойкости, защиты стены от увлажнения при действии осадков и требуемого уровня паропроницаемости для автоклавного газобетона со средней плотностью $400\text{--}600\text{ кг/м}^3$. Для

принятых толщин штукатурной защитно-декоративной системы они формируют экран с сопротивлением паропрооницанию $\leq 0,2 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$.

Материалы системы Baunit для формирования многослойных защитно-декоративных систем по стенам на основе автоклавных газобетонных блоков приведены ниже.

МАТЕРИАЛЫ

системы Baunit для формирования многослойных защитно-декоративных систем по стенам на основе автоклавных газобетонных блоков

Наименование и назначение материалов		Расход материалов на 1 м^2 поверхности
Клеевая шпатлевка Baunit StarContact Сцепляющий раствор Baunit ArtoPlast	Грунтовочный, выравнивающий слой, базовый армированный слой	5 кг
Стеклотканная сетка Baunit StarTex	Армирование базового слоя	$1,1 \text{ м}^2$
Универсальная грунтовка Baunit UniPrimer	Грунтовочный слой по базовому слою	0,3 кг
Силикатная/силиконовая/акриловая /минеральная/нанопор/ штукатурки BaunitSilikatTop/ Baunit SilikonTop/ Baunit GranoporTop/ Baunit EdelPutz Spezial Natur / Baunit NanoporTop	Финишный слой	3,2 кг при толщине слоя 2 мм

Работы по защитно-декоративной отделке наружных стен из автоклавных газобетонных блоков включают:

подготовку основания;

легкое механическое подравнивание стен, влажность основания – более 20 %;

нанесение грунтовочного слоя из клеевой шпатлевки Baunit StarContact или сцепляющего раствора Baunit ArtoPlast (слой 1-2 мм, время твердения – 24 часа, расход $1-2 \text{ кг} / \text{м}^2$);

нанесение клеевой шпатлевки Baunit StarContact или сцепляющего раствора Baunit ArtoPlast для формирования базового штукатурного слоя с

армирующей стеклотканной сеткой толщиной около 3-4 мм. Время твердения – 2-3 дня. Расход материала – около 4 кг/м²;

нанесение грунтовки Baunit UniPrimer по базовому слою. Расход – 0,3 кг/м². Наносится валиком, кистью или краскопультом. Время сушки – 24 часа;

декоративная отделка отделочной штукатуркой линейки Baunit (Baunit SilicatTop, EdelPutz Spezial Natur и др.).

Клеи ArtoPlast и StarContact (растворы сцепления) предназначены для устройства армированного слоя на поверхности кладки из автоклавных газобетонных блоков. Клеи представляют собой полимерминеральные порошкообразные сухие смеси.

ТЕХНИЧЕСКИЕ характеристики клеев ArtoPlast и StarContact

Наименование показателя	Значение показателя	
	ArtoPlast	StarContact
Насыпная плотность, кг/м ³	1305	1450
Адгезия к автоклавному газобетону, МПа, не менее	0,30-0,45	0,30-0,45
Водопоглощение при капиллярном подсосе, кг/м ² , не более	0,5	1,2
Коэффициент паропроницаемости, мг/(м·ч·Па), не менее	0,06	0,03
Морозостойкость, циклы, не менее	75	75
Усадка, %, не более	0,4	

Армирующий материал

В качестве армирующего материала рекомендуется использовать сетку из стекловолокна StarTex или ее аналоги.

ТЕХНИЧЕСКИЕ требования к армирующей сетке

Наименование показателя	Значение показателя
1	2
Масса на единицу площади, г/м ²	от 144 до 184
Количество нитей на единицу длины (нитей/10 см):	
основа	40±2
уток	21±2

1	2
Разрывная нагрузка, основа/уток, Н/5 см, при: нормальных климатических условиях	1200
после хранения в дистиллированной воде	1200
после хранения в 5 % растворе NaOH	600
после хранения в водном цементном растворе	600
Массовая доля веществ, удаляемых при прокаливании, % не менее	15
Ширина рулона, мм	1000

Универсальная грунтовка Baunit UniPrimer предназначена для грунтования поверхности армированного слоя перед нанесением штукатурки.

Универсальная грунтовка Baunit UniPrimer – готовый к применению состав на органическом вяжущем. Грунтовка улучшает сцепление слоев, обеспечивает равномерность цвета декоративно-защитного слоя.

ТЕХНИЧЕСКИЕ показатели грунтовки Baunit UniPrimer

Наименование показателя	Значение показателя
Плотность, кг/м ³	1500
Время высыхания покрытия до степени 3, ч, не более	24
Прочность сцепления покрытия с основанием, МПа, не менее	не менее предела прочности основания
Стойкость покрытия к статическому воздействию воды, ч, не менее	24
Массовая доля нелетучих веществ, %, не менее	10,0
Водородный показатель (pH), не менее	6,5
Коэффициент паропроницаемости, мг/(м·ч·Па), не менее	0,02-0,04

Декоративные штукатурки

Для устройства декоративно-защитного слоя системы «Баумит» используются:

- акриловая цветная штукатурка «Baunit GranoporTop»;
- силикатные цветные штукатурки «Baunit SilikatTop»;
- силиконовые цветные штукатурки «Baunit SilikonTop»;

минеральные, полимерминеральные штукатурки «Baumit EdelPutz», «EdelTop Extra», «EdelPutz Spezial Natur»;

мозаичные штукатурки «Baumit MozaikTop» (для отделки цоколя).

Базовые составы обычно изготавливаются белого цвета и окрашиваются в необходимый цвет.

Акриловая штукатурка «Baumit GranoporTop» – готовая к применению, пастообразная, тонкослойная штукатурка на органическом вяжущем, с шероховатой или выцарапанной структурой зернистостью от 0,5 до 3 мм, белого цвета или окрашенная.

Силикатная штукатурка «Baumit SilikatTop» – готовая к применению, пастообразная, тонкослойная штукатурка на основе жидкого стекла, с шероховатой или выцарапанной структурой зернистостью от 0,5 до 3 мм, белого цвета или окрашенная.

Силиконовая штукатурка «Baumit SilikonTop» – готовая к применению, пастообразная, минеральная тонкослойная штукатурка на основе силиконовых смол, с шероховатой или выцарапанной структурой зернистостью от 1,5 до 3 мм, белого цвета или окрашенная.

Штукатурка «Baumit EdelPutz» – готовый к применению сухой строительный раствор на цементной основе зернистостью 0.315, 0.6, 1, 2 и 3 мм, серого, белого цвета или окрашенная.

Мозаичная штукатурка «Baumit MosaikTop» – готовая к употреблению, пастообразная, тонкослойная штукатурка на органическом связующем с окрашенным кварцевым песком зернистостью около 2 мм. Мозаичная штукатурка Baumit MosaikTop рекомендуется для применения на цоколях зданий.

Все штукатурки рекомендуется выполнять по армированному слою системы «Баумит» предварительно обработанному универсальной грунтовкой Baumit UniPrimer.

ОСНОВНЫЕ

технические показатели защитно-отделочных штукатурок

Наименование показателя	Значение показателя для штукатурок Baumit				
	GranoporTop	SilikatTop	SilikonTop	EdelPutz	MosaikTop
1	2	3	4	5	6
Цвет покрытия после высыхания	должен соответствовать эталону согласно цветовой карте				
Адгезия к основанию (штукатурка, бетон, кирпич), МПа, не менее	0,83	0,88	0,81	0,64	0,89

1	2	3	4	5	6
Водопоглощение при капиллярном подсосе, кг/м ² , не более	1,1	0,7	0,4	1,96	0,4
Коэффициент паропроницаемости, мг/(м·ч·Па), не менее	0,080	0,060	0,050	0,085	0,070
Морозостойкость, циклы, не менее	100	100	100	100	100
Усадка	отсутствие трещин в слое проектной толщины				
Группа горючести, ГОСТ 30244-94	Г1	НГ	Г1	НГ	Г1

Краски

Декоративно-защитный слой системы «БАУМИТ» рекомендуется окрашивать следующими атмосферостойкими паропроницаемыми красками:

Baumit GranoporColor, краска на акриловой основе;

Baumit SilikatColor, краска на силикатной основе;

Baumit SilikonColor, краска на силиконовой основе.

Замена приведенных в технологической карте материалов допускается только с согласования производителя.

ОСНОВНЫЕ

технические показатели красок, используемых в системе «БАУМИТ»

Наименование показателя	Значение показателя для штукатурок Baumit		
	Granopor Color	Silicon Color	Silicat Color
Цвет покрытия после высыхания	должен соответствовать эталону цветовой карты		
Стойкость пленки к статическому воздействию воды при температуре (20±2)°C, ч, не менее	24	24	24
Условная светостойкость покрытия, ч, не менее	24	24	24
Коэффициент паропроницаемости, мг/(м·ч·Па), не менее	0,005	0,005	0,013
Адгезия к основанию, МПа, не менее	1,0	1,0	0,8
Морозостойкость покрытия, циклы, не менее	10	10	10

ХАРАКТЕРИСТИКИ

паропроницаемости и сопротивления паропроницанию элементов и всей декоративно-наружной системы «Баумит» для отделки наружных стен на основе автоклавных газобетонных блоков

№ п/п	Элемент защитной системы	Толщина, мм	Коэффициент паропроницаемости μ , мг/(м·ч·Па)	Сопротивление паропроницанию $R_{\text{вп}}$, м ² ·ч·Па/мг
1а	Базовый слой в виде клеевого состава ArtoPlast по синтетической сетке, включая грунтовку из того же материала	5	0,060	0,083
1б	То же, StarContact	5	0,030	0,166
2	Минеральная декоративная штукатурка EdelPutz Spezial Natur	2	0,085	0,024
Сопротивление паропроницанию декоративно-защитной системы по варианту 1а+2 – 0,107 м ² ·ч·Па/мг; по варианту 1б+2 – 0,190 м ² ·ч·Па/мг.				

Приложение № 9
к республиканским нормативам
градостроительного проектирования
Республики Башкортостан
«Защитно-декоративная отделка
наружных стен зданий из автоклавных
газобетонных блоков»

ФАКТОРЫ,
оказывающие влияние на эксплуатационное состояние
и долговечность наружных стен из автоклавных газобетонных блоков

Автоклавный газобетон в составе наружных стен эксплуатируется в условиях попеременного увлажнения и высушивания в широком диапазоне влажности. При этом в объеме материала возникают неравномерные деформации набухания-усадки, обусловленные реализацией механизма сорбции-десорбции, а также напряжений стягивания водных менисков в капиллярах, что приводит к развитию внутренних напряжений и локальным структурным повреждениям, деструкции материала. Влагостойкость материала в данном случае связана с амплитудой цикла и числом циклов попеременного увлажнения и высушивания.

Структура автоклавного бетона со средней плотностью 400-600 кг/м³ имеет большой объем «резервной» пористости, что при увлажнении на уровне сорбционного в условиях действия попеременного замораживания-оттаивания не приводит к развитию внутрискруктурных напряжений. Однако при влагонакоплении выше сорбционного в порах структуры формируются водные мениски, происходит частичное или полное заполнение пор водой, что при фазовых превращениях жидкой поровой влаги в лед с 9%-ным увеличением объема обуславливает развитие внутрискруктурного давления льда и гидравлическое давление ещё не замерзшей воды, захваченной льдом и твердой фазой стенок пор. Этот механизм реализуется в виде многократных повторных воздействий и также приводит к снижению прочности. В соответствии с распределением температуры по толщине стены размораживание сочетается с интенсивным замачиванием наружной стены при косом дождевании, при конденсации влаги в переходные периоды «зима-весна», «осень-зима» и локализуется в наружных слоях стены.

Оптимизация технологии производства автоклавных стеновых изделий основывается, как правило, практически на единственном критерии – максимальной прочности применительно к конкретной плотности. В соответствии с этим проектирование составов известково-кремнеземистых или смешанных вяжущих применительно к кремнезему определенной дисперсности (3000–5000 см²/г) базируется на минимальном соотношении C/S, с формированием в цикле автоклавирования низкоосновных гидросиликатов кальция типа ксонотлита (C₆S₆H), тоберморита (C₅S₆H₆) при полном связывании извести. Такая система в силу высокой пористости (75–85 %) и попеременного увлажнения-осушения уязвима по воздухоустойкости из-за доступности структурообразующих фаз в виде гидросиликатов кальция для углекислого газа воздуха CO₂. Карбонатация ячеистого бетона атмосферной углекислотой протекает во много раз быстрее, чем в плотных силикатных бетонах или на цементной основе. Скорость карбонизации не останавливается в поверхностных слоях стены, как это происходит у тяжелых бетонов. Глубокому проникновению CO₂ в толщу стены и сравнительно высокой скорости протекания карбонизационных процессов способствует сеть сквозных капилляров и макропор, характерных для ячеистых бетонов, пористость которых формируется за счет газообразователя.

Карбонизация низкоосновных гидросиликатов кальция, преобладающих в автоклавном газобетоне, происходит с перекристаллизацией в карбонаты кальция при

выделении кремнекислоты с потерей объема носителя прочности – кристаллической фазы. Более благоприятным для сохранения прочности и обеспечения долговечности будет растянутый во времени двухстадийный процесс перекристаллизации высокоосновных гидросиликатов кальция частично в низкоосновные гидросиликаты и частично – в кальцит (первая стадия). Имеющаяся при этом непрогидратировавшая известь также будет перекристаллизовываться в CaCO_3 , при этом объем носителя прочности – кристаллической фазы – будет прирастать. На второй стадии перекристаллизации низкоосновных гидросиликатов в карбонаты также будет наблюдаться увеличение объема кристаллической фазы.

Результаты исследований, проведенных Силаенковым Е.С. по принудительной карбонизации автоклавного газобетона, показали снижение прочности ячеистых бетонов на известково-кремнеземистых вяжущих, сформированных из низкоосновных гидросиликатов, относительно показателей до карбонизации. Механизм снижения прочности газобетона при действии атмосферной углекислоты связан с повреждением структурообразующего элемента – межпоровых перегородок.

Отметим также, что снижению прочности ячеистобетонной стены будет способствовать не только влажностная и карбонизационная усадка, но и градиент влажности и карбонизации материала по толщине стены, обуславливающий развитие дополнительных конструкционных напряжений растяжения.

Таким образом, необходимым условием воздухостойкости автоклавного газобетона в исходном состоянии является наличие в его структуре гидросиликатов повышенной основности и свободной извести.

Защиту наружной стены на основе автоклавных газобетонных блоков от действия названных выше негативных факторов могут выполнять системы в виде гидрозащитной штукатурки, жесткого экрана на основе кладки из штучных стеновых материалов или системы «Вентилируемый фасад», которые совмещают также декоративную функцию, т.е. защитно-декоративные системы.

Штукатурные защитно-декоративные системы должны обладать гидрофобностью, обеспечивающей блокировку поступления влаги при косом дождевании, конденсатной влаги, локализуемой на поверхности стены в переходные периоды. Адгезия систем к автоклавному газобетону должна быть на уровне прочности газобетона на растяжение, т.е. примерно $1,3 R_{btн}$ ($R_{btн}$ – нормативное сопротивление ячеистого бетона на растяжение). Для бетонов средней плотности 400–600 кг/м³ это соответствует диапазону характеристик адгезии 0,15–0,4 МПа. Элементы штукатурных защитных систем должны обладать минимальной усадкой, повышенной растяжимостью и морозостойкостью. Материалы таких систем должны быть паропроницаемыми, чтобы обеспечить защиту стены от переувлажнения по двум критериям: из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период и из условия ограничения влаги за период с отрицательными среднемесячными температурами наружного воздуха ΔW_{av} . Эти условия должны согласовываться с высоким коэффициентом паропроницаемости высокопористого газобетона ($\mu = 0,23 - 0,17 \text{ мг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})$) для ячеистых бетонов со средней плотностью 400-600 кг/м³) и низким сопротивлением паропроницанию стены (для толщины стены 400 мм $R_{vp} = 1,8-2,4 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{мг}$).

Методология проектирования защитно-декоративных систем названных типов представлена в настоящих нормативах.