**3. Сравнительные эксплуатационные теплозащитные характеристики одно- и двухслойных стеновых газосиликатных конструкций**

В условиях введения изменений № 3 в СНиП II-3—79\* «Строительная теплотехника» произошло успешное внедрение в строительство автоклавных ячеистых бе­тонов и изделий на их основе.

Актуальность представленного исследования связа­на с рассмотрением и утверждением новых (взамен ГОСТ 25485—89 «Бетоны ячеистые. Технические усло­вия») стандартов на ячеистые бетоны автоклавного твердения и изделия из них, призванных учесть поло­жительную динамику качественных характеристик та­ких бетонов.

Развитию технологии и применению газосиликата посвящено много работ [1—4]. Высокий уровень качес­тва автоклавного ячеистого бетона, в том числе газоси­ликата, обеспечивается не только улучшением таких его показателей, как плотность, прочность, линейные деформации, трещиностойкость и морозостойкость, но и улучшением влажностных характеристик и тепло­проводности, от которых существенно зависят пара­метры стеновых конструкций, их массоемкость и в ко­нечном счете эксплуатационные расходы.

ЗАО «Коттедж-индустрия» (г. Россошь Воронеж­ской обл.) является крупным (80 тыс. м3 в год) произ­водителем газосиликатных мелких блоков. В середине 90-х гг. прошлого века на этом предприятии были раз­вернуты работы по строительству теплоэффективных пятиэтажных жилых зданий. Опыт исследований газо- силиката, изучения долговечности конструкций из не­го, натурных наблюдений за поведением и состоянием стен зданий при длительном периоде эксплуатации позволил решить проблему реализации новых тепло­технических требований на основе возможностей ис­пользования газосиликата как конкурентоспособного материала в одно-, а также двухслойных конструкциях в сочетании с кирпичом. При этом потребовалось ком­плексно рассмотреть вопросы зависимости теплотех­нических характеристик материала от его состава, средней плотности и влажностного состояния, решить задачу регионального строительного нормирования теплотехнических характеристик газосиликата нового поколения.

На базе ЗАО «Коттедж-индустрия» специалистами ВГАСУ были проведены исследования и оценка свойств выпускаемого на предприятии газосиликата, натурные наблюдения за поведением и состоянием на­ружных стен зданий.

Проводимые работы включали:

* — определение статистически достоверных данных о свойствах
* газосиликата в блоках на момент изго­товления (средняя плотность, коэффициент тепло­проводности, влажность, предел прочности при сжатии);
* натурные исследования влажностного состояния наружных стен жилых зданий (оценка динамики изменения влажности стенового материала по тол­щине при различных конструкциях стены в зависи­мости от ориентации по сторонам света, от сроков эксплуатации зданий и от сезона эксплуатации);
* разработку алгоритма расчета термического сопро­тивления двухслойных ограждающих конструкций как функции коэффициента теплопроводности раз­личных слоев стены с учетом эксплуатационной ди­намики влажностного состояния материалов в соот­ветствующем слое;
* расчет величин фактического термического сопро­тивления наружных стен различной конструкции для разных сезонов года с учетом ориентации стен по сторонам света;
* определение соответствия фактического термичес­кого сопротивления проектной величине по дей­ствующим новым нормативным документам.

Выпускаемый в регионе газосиликат характеризу­ется в сравнении с предусмотренным строительными нормами существенно (в 1,5 раза) меньшим коэффи­циентом теплопроводности (см. таблицу). Более вы­сокие теплозащитные свойства материала были учте­ны в разработанных территориальных строительных нормах ТСН 301—197 «Руководство по применению газосиликата для конструкций с повышенным терми­ческим. сопротивлением. Теплотехнические характе­ристики», введенных в действие постановлением ад­министрации Воронежской области № 589 от 3 июня 1997 года с 01.07.1997 г.

Реализация теплозащитного потенциала ограждаю­щих конструкций здания, как известно, в значительной мере определяется их влажностным режимом, завися­щим от конструктивных особенностей ограждения и от влагопроводности и паропроницаемости материалов. При этом влажностное состояние ограждения во вре­мени может быть условно разделено на начальное (переходное) после ввода здания в эксплуатацию и экс­плуатационное (квазистационарное), соответствующее основному периоду продолжительной и регулярной эксплуатации здания [5]. Влагосодержание в этот пери­од меняется циклически по сезонам года, к концу от­опительного периода достигая максимальных значе­ний. Изучение параметров квазистационарного влаж­ностного режима ограждений в настоящее время стано­вится необходимым и важным, так как новые требова­ния по теплозащите и энергосбережению для зданий определили широкое использование в современной строительной практике различных вариантов много­слойных ограждающих конструкций, в которых приме­няются разнородные материалы, имеющие значитель­ные отличия по величине влажностных характеристик. Это создает вероятность сезонного накопления влаги в таких конструкциях. Поэтому теплотехнический расчет ограждений должен учитывать не только данные о сред­негодовой влажности материалов в конструкции (как предполагает методика СНиП II-3—79\* «Строительная теплотехника»), но и возможное накопление влаги в конструкции в зимний период, которое приводит к пре­вышению среднегодовых значений.

В процессе натурных исследований изучали изме­нение влажностного состояния в указанные периоды наружных двухслойных газосиликатных стен кон­струкции, примененной при строительстве жилых зда­ний в г. Россошь и включавшей газосиликатные блоки, 400 мм, и силикатный кирпич, 120 мм, с конструктив­ным его «заходом» в толщу газосиликата. Такая кон­струкция наружной стены был обусловлена необходи­мостью повышения ее несущей способности, что нема­ловажно для зданий с бескаркасной конструктивной системой при продольных несущих стенах. Для тепло­технических расчетов усредненная толщина слоя из си­ликатного кирпича принята 146 мм, а толщина газоси­ликата — 374 мм.

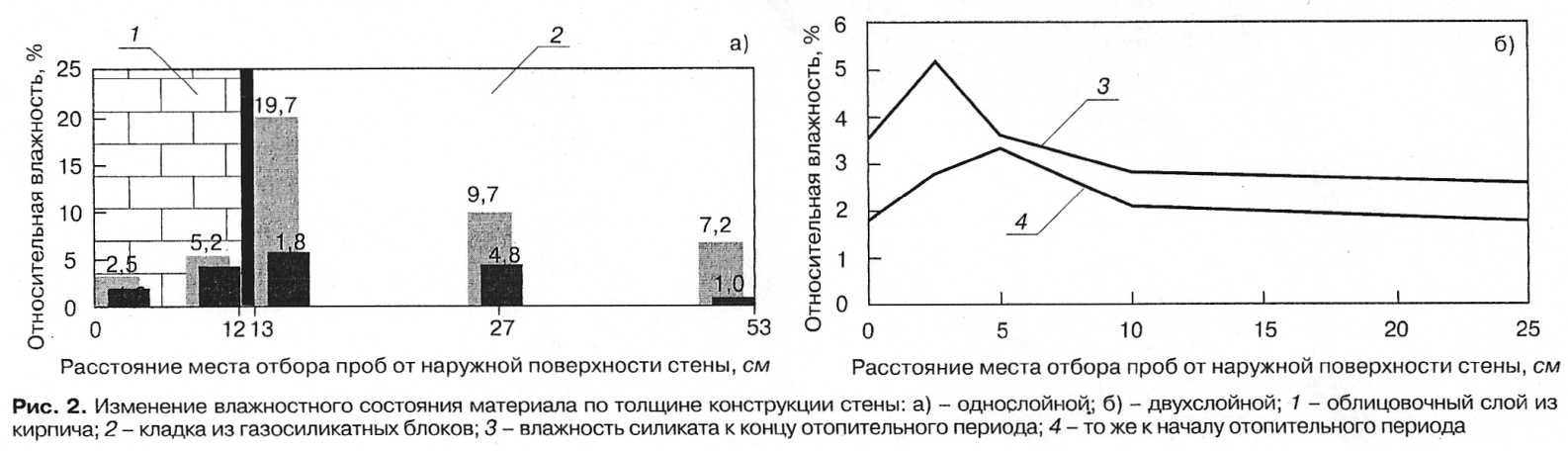
Одновременно в натурных исследованиях рассмат­ривали влажностное состояние однослойных стен из блоков толщиной 400 мм и газосиликатных панелей толщиной 250 мм, широко применявшихся для массо­вого жилищного строительства в г. Воронеже с начала 60-х до конца 80-х гг. прошлого века в зданиях серии 1-467 и 1-467Д.

Натурные сопоставительные исследования влажно­стного состояния позволили установить следующее.

Интенсивность снижения относительной влажнос­ти газосиликата наружных стен в начальный период эксплуатации в значительной мере определяется их конструкцией (рис. 1). Обкладка газосиликата снаружи кирпичом препятствует

высыханию и почти в два раза удлиняет переходный период «приработки» по сравне­нию с наружными стенами из газосиликата без обклад­ки. В этот период влажность в однослойных стенах через 1,5 года эксплуатации [5] не превышает 4—5% и достигает 1,5—2% в квазистационарном состоянии. Стабилизация же влажностного состояния двухслой­ных стен наступает не ранее чем через 3 года с момента начала эксплуатации, достигает 3—5% и в дальнейшем не снижается.

При регулярной эксплуатации распределение влаги по толщине газосиликата двухслойной стеновой кон­струкции неравномерно и характеризуется накоплени­ем влаги в слое газосиликата, примыкающем к кирпич­ной обкладке. Особенно это значительно в зимний период (рис. 2). К концу отопительного сезона перепад абсолютных значений влажности по сечению стены газосиликат—кирпич достигает почти 15%, в летний пе­риод — 4—5%; перепад значений влажности газосилика­та по толщине однослойной стены в указанном периоде эксплуатации не превышает 1,5—2,5%.

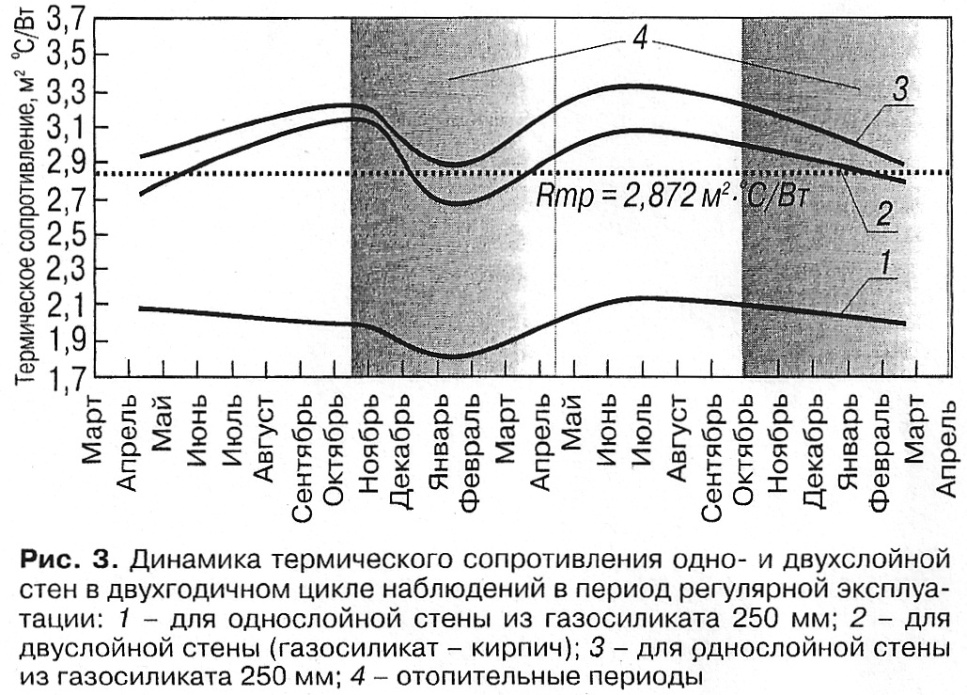


Анализ результатов натурных исследований значе­ния массовой доли влаги газосиликата по толщине од­но- и двухслойной стен в период эксплуатации приво­дит к следующим выводам:

* средняя массовая доля влаги в газосиликатной части двухслойной наружной стены в зависимости от сезо­на эксплуатации меняется в пределах от 4,3 до 8,7%, а сезонные изменения влажности газосиликата од­нослойной стены находятся в пределах от 1,5 до 4,2% (рис. 3);
* во время отопительного сезона существует времен­ной отрезок (с февраля до конца отопительного сезона), характеризующийся накоплением влаги до 15—20% в слое газосиликата на границе с кирпичной обкладкой в двухслойной наружной стене. «Запи­рание» влаги в газосиликате наружным слоем сили­катного кирпича обусловлено различием пиромет­рических свойств данных материалов.

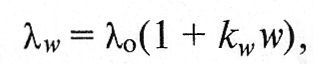
Натурные исследования влажностного состояния

наружных стен жилых зданий использованы для оценки расчетного термического сопротивления наружных стен применительно к сезонам.



В расчетах приняты следующие исходные данные: коэффициент теплопроводности кладки из газосилика­та по ТСН 301-1—97\* при средней плотности газосили­ката 600 кг/м3 в сухом состоянии ƛг — 0,11 Вт/(м °С); для панелей ƛг = 0,09 Вт/(м °С); коэффициент теплопровод­ности обкладки из силикатного кирпича в сухом состо­янии ƛоб = 0,7 Вт/(м-°С).

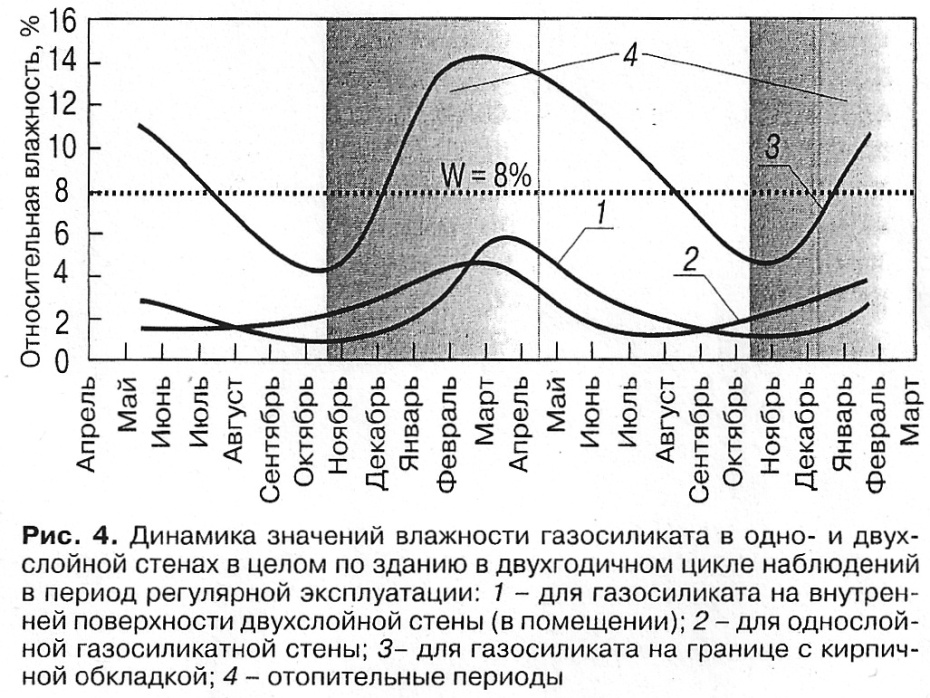
Коэффициент теплопроводности во влажном состо­янии газосиликата и силикатного кирпича рассчиты­вался по следующей формуле:



где ƛw — коэффициент теплопроводности при i-м значе­нии влажности материала; ƛо - коэффициент теплопро водности в сухом состоянии; kw - числовой коэффици­ент, показывающий изменение коэффициента теплопро­водности при изменении влажности материала на 1%; со­гласно СНиП II-3-79\* величина kw принята для газоси­ликата равной 0,064, для силикатного кирпича - 0,043; w — массовая доля влаги в материале (по данным прове­денных натурных наблюдений).

Величина термического сопротивления двухслой­ной стены в целом удовлетворяет требованиям второго этапа реализации СНиП II-3—79, согласно которому для Воронежской области оно должно составлять не менее 2,872 м2-°С/Вт (рис. 4). Однако в отопительном периоде термическое сопротивление двухслойной сте­ны из-за накопления влаги может быть ниже требуе­мых значений почти на 10%. Исходя из сезонной дина­мики влажностного состояния однослойной стены из газосиликата можно утверждать, что ее термическое сопротивление при толщине 400 мм всегда будет не ниже нормируемой величины.

Вышеизложенное позволяет утверждать, что при­менение в конструкции



наружной стены газосили­катной кладки толщиной 400 мм обеспечивает соот­ветствие ее термического сопротивления требовани­ям второго этапа реализации изменений № 3 к СНиП II-3—79\*. Однослойный вариант стены из газосили­ката предпочтительнее, чем двухслойный с обклад­кой силикатным кирпичом. Кладка препятствует миграции влаги из газосиликата, что не только удли­няет период «приработки» газосиликатной части сте­ны, но и способствует сезонному накоплению в ней влаги и практически не обеспечивает увеличения тер­мического сопротивления по сравнению с однослой­ной стеной. Применение обкладки кирпичом можно оправдывать лишь конструктивными соображения­ми — необходимостью обеспечить несущую способ­ность стены

