

О.И. ЮРКОВ, канд. техн. наук, О.О. КУДРЕВИЧ, инженер, БНТУ,  
В.Н. ГОНЧАРИК, д-р техн. наук, директор, Г.С. ГАРНАШЕВИЧ, канд. техн. наук,  
зав. сектором УП «НИИСМ» (Минск, Республика Беларусь)

## О теплотехнических характеристиках ячеистого газосиликата автоклавного твердения

При проектировании отапливаемых зданий различного функционального назначения для климатических условий Беларуси расчет тепловлажностного режима наружных ограждающих конструкций выполняется в соответствии с требованиями СНБ 2.04.01–97 «Строительная теплотехника», где приведены теплотехнические показатели строительных материалов, используемых в ограждениях. Так, например, газосиликат плотностью  $600 \text{ кг/м}^3$  по этим нормам имеет расчетное массовое содержание влаги в материале при условиях эксплуатации «А»  $W_A = 4\%$ , а при условиях эксплуатации «Б» —  $W_B = 5\%$ . Коэффициенты теплопроводности соответственно составляют  $\lambda_A = 0,18 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{С)}$  и  $\lambda_B = 0,19 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{С)}$ . В то же время теплотехнические характеристики этого же материала по российским нормам СНиП II-3–79\*\* «Строительная теплотехника» составляют:  $W_A = 8\%$ ,  $W_B = 12\%$ ,  $\lambda_A = 0,22 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{С)}$  и  $\lambda_B = 0,26 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{С)}$ .

Объяснение такого существенного различия заключается в следующем. Строительные материалы в ограждающих конструкциях зданий находятся не в сухом состоянии, а имеют определенную влажность, что повышает их теплопроводность и снижает теплозащитные качества ограждения. Наличие влаги в материалах ограждающей конструкции обусловлено рядом причин, но в большинстве случаев причиной повышения влажности материалов является сорбция и конденсация водяных паров на поверхности или внутри самого ограждения.

Конденсации водяных паров можно избежать при конструктивном решении ограждающей конструкции, при расчете ограждения на сопротивление паропрооницанию, соответствующему влажностному режиму помещения, что и предусматривается СНБ 2.04.01–97.

Таким образом, сорбция является основным и постоянно действующим фактором, определяющим влажность материалов ограждающих конструкций зданий в процессе их эксплуатации при правильном конструктивном решении и качественном исполнении.

В Республике Беларусь действуют два нормативных документа, регламентирующие методику определения сорбционной влажности строительных материалов: ГОСТ 17177–94 «Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний» и ГОСТ 24816–81 «Материалы строительные. Метод определения сорбционной влажности». Сущность обоих методов заключается в определении массы воды, сорбированной образцом сухого материала в условиях определенной паровоздушной среды. Основным отличием между методами, приведенными в вышеуказанных стандартах, является длительность воздействия паровоздушной среды на испытываемый материал. ГОСТ 17177–94 регламентирует метод ускоренного (24 или 72 ч) определения, а ГОСТ 24816–81 рекомендует доводить образец до равновесного состояния.

Результаты экспериментального определения эксплуатационной влажности ряда материалов, выполненных по методике ГОСТ 24816–81 и ГОСТ 17177–94, показывают, что сорбционная влажность, определенная по ГОСТ 24816–81, в несколько раз выше сорбционной влажности, определенной по ГОСТ 17177–94, при тех же температурно-влажностных условиях.

Следовательно, сорбционную влажность строительных материалов, определяющую их теплотехнические свойства в процессе эксплуатации ограждающих конструкций, необходимо определять по методике ГОСТ

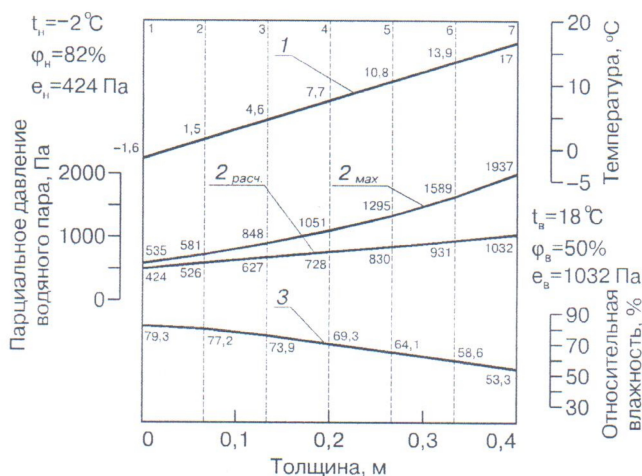


Рис. 1. Тепловлажностный режим наружной стены из газосиликата административного здания

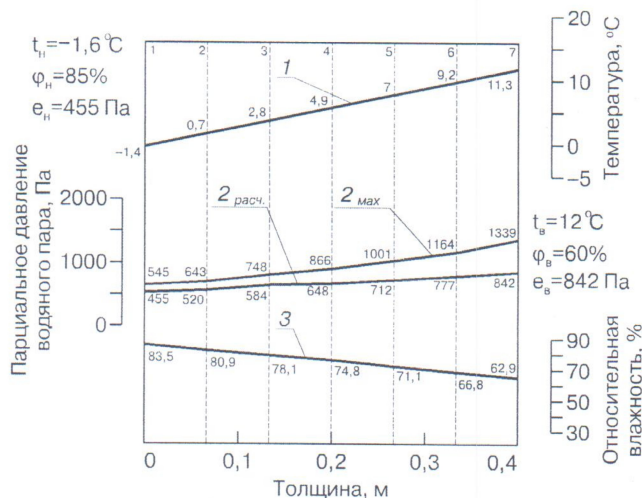


Рис. 2. Тепловлажностный режим наружной стены из газосиликата производственного здания

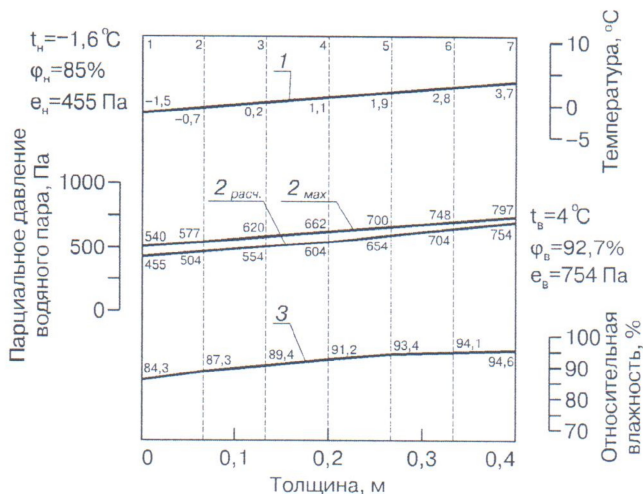


Рис. 3. Тепловлажный режим наружной стены из газосиликата здания овощехранилища

24816–81, то есть при достижении гигротермического равновесного состояния испытываемого материала с окружающей паровоздушной средой.

Согласно СНБ 2.04.01–97 влажность материалов (расчетное массовое содержание влаги в материале) и расчетные коэффициенты теплопроводности и теплоусвоения для условий эксплуатации принимаются только в зависимости от влажностного режима помещений, что справедливо лишь для однородных (однослойных) конструкций. В многослойных ограждающих конструкциях влажностный режим материалов зависит также от теплотехнических характеристик материалов, толщины и расположения слоев.

В подобных случаях при теплотехническом расчете ограждения из многослойных конструкций не учитываются реальные характеристики материала, что приводит либо к понижению теплозащитных качеств, либо к повышению стоимости ограждающих конструкций.

Следует также отметить, что теплотехнические характеристики большинства материалов, приведенных в СНБ 2.04.01–97, заимствованы из ранее действовавшего СНиП II-3–79\*\* «Строительная теплотехника», действовавшего на территории бывшего СССР, то есть влажность материалов в условиях эксплуатации приведена для более суровых климатических условий, чем климатические условия Беларуси, что также искажает реальные характеристики материалов.

В связи с вышеизложенным сотрудниками БНТУ и УП «НИИСМ» выполнены исследования и разработана методика определения эксплуатационной влажности строительных материалов, которая в виде Изменения № 2 включена в СНБ 2.04.01–97. На примере ячеистого бетона показан процесс определения эксплуатационной влажности материала для однослойной наружной стены здания с сухим режимом помещения (условия эксплуатации «А») и здания с влажным режимом эксплуатации (условия эксплуатации «Б»).

Необходимо иметь в виду, что эксплуатационная влажность материалов соответствует их сорбционной влажности, определенной по изотерме сорбции при средней относительной влажности воздуха в порах материала в условиях эксплуатации ограждающей конструкции. Результаты расчетов распределения температуры (1), парциального давления водяного пара (2) и относительной влажности воздуха (3) по сечению ограждения (толщина стены 400 мм) приведены на рис. 1–3. Параметры наружного воздуха приняты по средним показателям отопи-

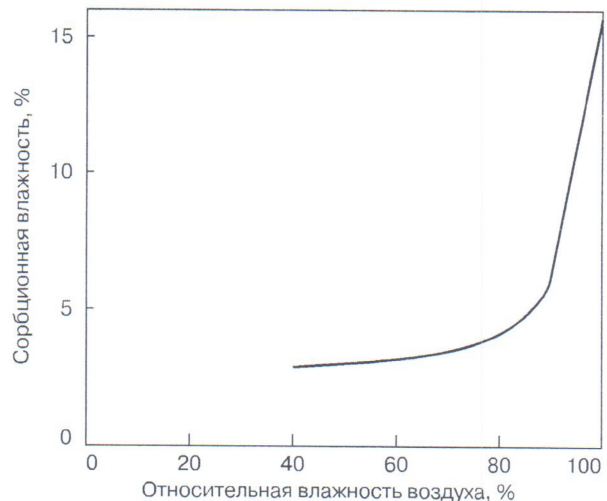


Рис. 4. Изотерма сорбций газосиликата

тельного сезона в Минске и Витебске. На рис. 4 показана изотерма сорбции ячеистого бетона плотностью 600 кг/м<sup>3</sup> (по данным К.Ф. Фокина) [1].

Из полученных результатов следует, что средние значения относительной влажности воздуха в материале для режима помещения «А» составляет 75%, а для режима помещения «Б» – 90%.

По изотерме сорбции (рис. 4) определяем эксплуатационную влажность материала, которая для условий эксплуатации «А» составляет  $W_A = 4\%$ , а для условий эксплуатации «Б» –  $W_B = 6,4\%$ .

Следует отметить, что в результате многолетних лабораторных и натурных исследований наружных стеновых ограждений из ячеистого бетона плотностью 500–700 кг/м<sup>3</sup>, выполненных УП «НИИСМ», установлено, что величина эксплуатационной влажности не превышала 5 мас. %.

В связи с тем, что применение ячеистого бетона в наружных ограждениях ограничено только сухим и нормальным режимами, и с учетом результатов исследований УП «НИИСМ» эксплуатационная влажность ячеистого бетона принята равной  $W_B = 5\%$ . По этим значениям эксплуатационной влажности определены коэффициенты теплопроводности, которые соответственно составляют  $\lambda_A = 0,18$  Вт/(м·°C) и  $\lambda_B = 0,19$  Вт/(м·°C).

Как отмечалось выше, по СНиП II-3–79\*\* эксплуатационная влажность ячеистого бетона для режима помещения «А» составляет  $W_A = 8\%$ , а для режима эксплуатации «Б» –  $W_B = 12\%$ . По изотерме сорбции (рис. 4) видно, что это возможно лишь в том случае, когда относительная влажность воздуха в материале для режима помещения «А» более 80%, а для режима помещения «Б» не менее 97%, а это, в свою очередь, объясняется более низкими расчетными температурами наружного воздуха, используемыми в СНиП II-3–79\*\*, по сравнению с СНБ 2.04.01–97.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что искусственное завышение эксплуатационной влажности материала, а следовательно, и коэффициентов теплопроводности приводят к значительному увеличению стоимости здания без существенного сокращения теплотерь.

#### Литература

1. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей здания. М. Стройиздат, 1973.