

Некоторые результаты исследований сорбционной влажности материалов применительно к теории расчета влажностного режима ограждающих конструкций

Крутилин А. Б.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Приведены результаты исследований влажности ячеистого бетона при его сорбции и десорбции. Указано, что фактические коэффициенты теплопроводности ячеистого бетона могут быть выше расчетных, приведенных в СП 2.04.01-2020 «Строительная теплотехника».

Наружные ограждающие конструкции современных зданий проектируются в соответствии с требованиями строительных норм и правил, в которых изложены требования, в том числе и к влажностному режиму конструкций. В настоящее время в большинстве ограждающих конструкций используются эффективные теплоизоляционные материалы, а также конструкционно-теплоизоляционные материалы, с целью достижения максимального уровня теплозащиты при минимальной толщине конструкции. Особенно это актуально для наружных стен вновь возводимых зданий.

В соответствии с [1] образование влаги вследствие конденсации водяного пара из воздуха в порах материалов при расчетных параметрах наружного и внутреннего воздуха не допускается, а эксплуатация материалов для таких условий происходит, преимущественно, в области их сорбционного увлажнения. При этом расчетные коэффициенты теплопроводности материалов в соответствии с требованиями [2] определяются с учетом их сорбционной влажности

$$\lambda_{\text{мат}} = \lambda_A \text{ при } W_{\text{мат}}^{\text{сп}} \leq W_A; \lambda_{\text{мат}} = \lambda_B \text{ при } W_B \geq W_{\text{мат}}^{\text{сп}} > W_A,$$

где $\lambda_{\text{мат}}$ – коэффициент теплопроводности материала, Вт/(м²·°С); λ_A, λ_B – расчетные коэффициенты теплопроводности материала для условий эксплуатации «А» и «Б», соответственно, Вт/(м²·°С); $W_{\text{мат}}^{\text{сп}}$ – средняя влажность материала по массе, %; W_A, W_B – расчетные массовые отношения влаги для условий эксплуатации «А» и «Б», соответственно.

После возведения здания в ряде случаев материалы имеют влажности превышающие показатели массовой влажности W_A и W_B вследствие наличия в них технологической и строительной влаги. В первые годы эксплуатации данных конструкций в материалах может происходить движение

жидкой (несвязанной) влаги за счет влагопроводности и термовлагопроводности. При этом возможно, как высыхание материалов с течением времени, так и частичное разрушение конструкций за счет исчерпания ресурса морозостойкости [3].

При высыхании в процессе эксплуатации ограждающих конструкций материалы приобретают некоторую влажность, которая, как правило, изменяется в течение последующих периодов года в области их сорбционного увлажнения.

Исследования сорбционного увлажнения выполняли в эксикаторах с помощью растворов солей и растворов серной кислоты. Образцы выдерживались при относительных влажностях воздуха, близких к $\varphi = 10\%$, 33% , 55% , 75% , 85% , 90% и 97% . Определение влажностей материалов выполняли периодическим взвешиваем образцов.

На рис. 1 показаны изотермы сорбции и десорбции ячеистого бетона автоклавного твердения (плотность 500 кг/м^3). Видно, что в диапазоне относительной влажности воздуха $\varphi = 10\text{--}97\%$ массовые влажности ячеистого бетона выше при десорбции, чем при сорбции.

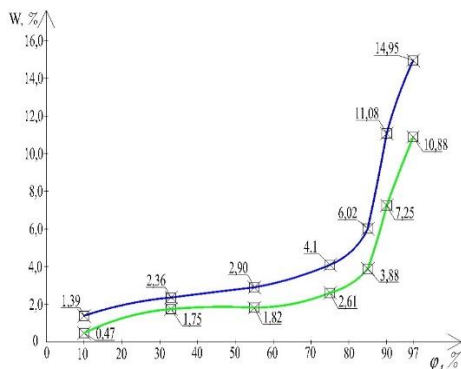


Рис. 1. Изотермы сорбции и десорбции ячеистого бетона ($\rho = 500 \text{ кг/м}^3$)

Установлено, что если образцы с постоянной влажностью в процессе десорбции поместить в эксикаторы с большей относительной влажностью среды, то влажность образцов будет увеличиваться только тогда, когда сорбционная влажность ячеистого бетона при данной относительной влажности среды выше влажности, установившейся в процессе десорбции.

Для примера, рассмотрим влажностное состояние образца ячеистого бетона с начальной влажностью, превышающей $W_{\text{мат}} = 15\%$ по массе, и его дальнейшим высыханием в ограждающей конструкции. При относительной

влажности воздуха в порах материала равной $\varphi = 90\%$, с течением времени, за счет десорбции, влажность ячеистого бетона будет снижаться и станет равной $W_{\text{мат}}^{\text{д}} \approx 11\%$ по массе, а при относительной влажности воздуха в порах материала равной $\varphi = 75\%$ – станет равной $W_{\text{мат}}^{\text{д}} \approx 4\%$ по массе. При последующем увеличении относительной влажности воздуха в порах материала с $\varphi = 75\%$ до $\varphi = 90\%$ происходит увлажнение материала до $W_{\text{мат}}^{\text{с}} \approx 7\%$ по массе в соответствии с изотермой сорбции.

На основании изложенного следует вывод, что для ячеистых бетонов, имеющих технологическую влагу после возведения здания, при их высыхании изменение влажности будет происходить в соответствии с изотермой десорбции, а увлажнение – в соответствии с изотермой сорбции при условии: $W_{\text{мат}}^{\text{с}} > W_{\text{мат}}^{\text{д}}$. Учитывая, что влажности материалов при десорбции выше чем при сорбции, фактические коэффициенты теплопроводности ячеистого бетона могут быть выше расчетных, приведенных в [2].

При моделировании тепло-влажностного режима ограждающих конструкций, в том числе с использованием ячеистого бетона, необходимо определять, как изотерму сорбции, так и изотерму десорбции материалов.

Литература

1. Здания и сооружения. Энергетическая эффективность. СН 2.04.02-2020. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2021. – 24 с.
2. Строительная теплотехника. СП 2.04.01-2020. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2020. – 72 с.
3. Рыхленок, Ю. А. Особенности эксплуатации и причины снижения долговечности наружных стен из ячеистобетонных блоков автоклавного твердения / Ю. А. Рыхленок, А. Б. Крутилин // Проблемы современного бетона и железобетона: Сборник научных трудов. – Минск, Издательский центр БГУ, 2012. – Вып. 4. – С. 107–119.

УДК 620.97

Рекуперация от холодильного оборудования с целью получения теплоты для нужд отопления и ГВС

Сермяжко В. Л., Станецкая Ю. А.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

В статье рассмотрены основные аспекты ТЭО рекуперации теплоты от холодильного оборудования и некоторые принципиальные схемы.