

ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ ДЛЯ БЕТОННЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

**Фаткулина-Яськова Л.М.,
научный руководитель д-р техн. наук Назиров Р.А.
Сибирского федерального университета**

Широкое использование бетона в строительстве обусловлено рядом положительных свойств, таких как высокая прочность и долговечность конструкций, несложный способ производства и применения в строительстве и др. В то же время он является высокотеплоемким материалом, что является важным показателем в условиях с резкопеременным температурно-влажностным режимом. Бетон с момента открытия и до настоящего времени сохранил свой прежний вид и представляет собой искусственный каменный строительный материал, получаемый в результате формования и затвердевания рационально подобранной и уплотненной смеси, состоящей из вяжущего вещества (цемент или др.), крупных и мелких заполнителей и воды. В ряде случаев он может содержать специальные виды добавок.

В данной работе более подробно будут рассмотрены заполнители для легких бетонов, повышающие конструкционные, теплоизоляционные и энергоемкие показатели материала. Заполнители имеют вид сыпучих материалов природного или искусственного происхождения, которые после технологических операций вводятся в состав бетонной смеси. Конструкционный заполнитель, занимая до 80-85% его объема, образует жесткий скелет бетона, уменьшая усадку и предотвращая образование усадочных трещин. Теплоизоляционный заполнитель в свою очередь повышает теплофизические характеристики конструкции, позволяющие сохранять в помещении требуемый температурно-влажностный режим.

Авторы [1], рассматривая модель бетона при работе в стационарных условиях, выделяют три уровня, через которые проходит тепловой поток. Первый уровень – воздух, второй – цементная оболочка, третий – заполнитель. Из рисунка 1 следует, что основной тепловой поток проходит через самый теплопроводный материал и лишь малая часть через воздушную оболочку. В случае наличия на заполнителе теплоизоляционной мембраны, тепловой поток последует по другим путям движения, что увеличит путь и время прохождения холодного воздуха в «теле» стеновой конструкции.

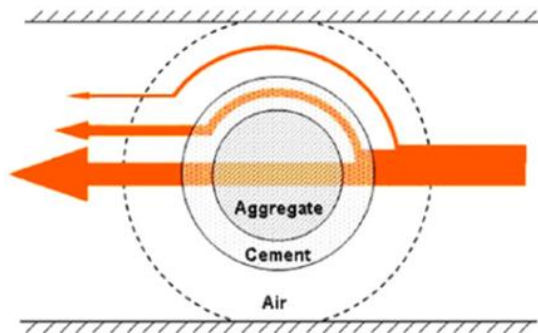


Рисунок 1 – Принцип работы системы в стационарных условиях

В настоящее время при проектировании не учитывается такой показатель, как теплоемкость ограждающих конструкций, который должен обязательно приниматься во внимание при определенных условиях строительства и эксплуатации зданий (районы строительства с продолжительным периодом низких температур).

Материалы и конструкции, обладающие данным свойством, позволяют поддерживать какой-то период времени нормальные условия в помещениях при резких перепадах температур (отключение отопления, резкое понижение температуры внешней среды), особенно это важно в условиях Крайнего Севера (проблемы северных территорий рассмотрены в работах [2-3]).

Возможным способом увеличения энергоемких свойств бетона может стать совместное использование конструкционного и теплоизоляционного заполнителя, т. е. использование конструкционного заполнителя в теплоизоляционной оболочке. Принцип работы такого заполнителя представлен на рисунке 2.

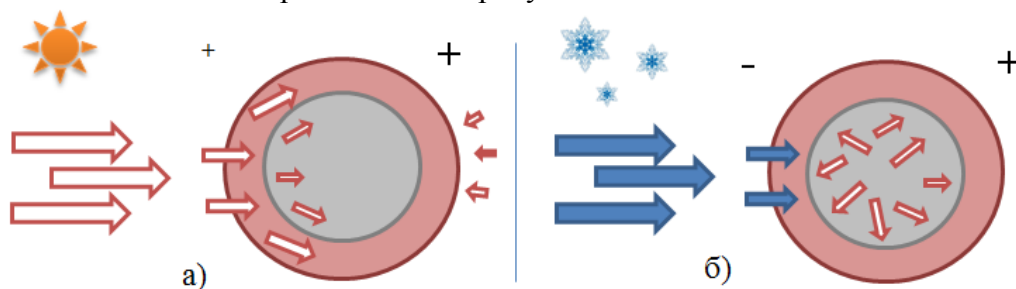


Рисунок 2 – Принцип работы энергоемкого заполнителя:

- а) положительные внешние температуры;
- б) отрицательные внешние температуры

Энергоемкий заполнитель при внешних положительных (дневных) температурах вбирает тепло, которое частично проходит через теплоизоляционную оболочку к теплоемкому ядру, а при внешних отрицательных (ночных) температурах, тепло, замкнутое в теплоизоляционной оболочке будет противостоять воздействию отрицательных температур и создавать зоны положительной температуры. В это же время дополнительные преграды на пути холодного потока воздуха позволят увеличить общий период понижения внутренней температуры конструкции (рисунок 3).

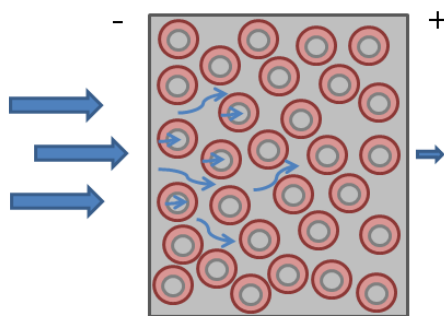


Рисунок 3 – Стеновая конструкция с энергоемким заполнителем

В программном комплексе THERM были выполнены расчеты по определению эффективности теплоизоляционного заполнителя гранулированного типа, полностью состоящего из утеплителя, т. е. без включений. Для расчета был задан фрагмент стеновой конструкции размером 300мм×500 мм на легком бетоне ($\gamma=800 \text{ кг/м}^3$, $\lambda=0,37 \text{ Вт/м}\times^\circ\text{C}$) и

заполнитель диаметром 30 мм с $\lambda=0,05$ Вт/м \times °С при граничных условиях минус 41°С с наружной стороны (температура наиболее холодной пятидневки) $\alpha_{ext}=23$ Вт/м 2 \times °С и плюс 21°С с внутренней стороны (требуемая температура для жилых помещений) с $\alpha_{int}=8,7$ Вт/м 2 \times °С. На рисунке 4а представлен результат расчета конструкции на гранулированном заполнителе, средняя температура на внутренней поверхности составила – плюс 16,25°С. На рисунке 4б представлен результат расчета конструкции на заполнителе с внутренним ядром (в качестве материала ядра был задан легкий бетон с такими же характеристиками, что и основная конструкция), толщина оболочки которого подбиралась из условия совпадения с температурой на внутренней поверхности, полученной в предыдущем расчете. В результате, толщина теплоизоляционного слоя заполнителя составила 21 мм, а диаметр ядра 9 мм. Можно отметить, что эффективность заполнителя гранулированного типа обусловлена толщиной слоя 21 мм. Стоит предположить, что оставшиеся 9 мм материала, не включенные в работу, можно использовать в других целях, например, задать ядру заполнителя свойство теплоемкого аккумулятора за счет верно подобранного материала и размеров. Данный вид заполнителя может обладать еще одним положительным свойством, т.е. ядро может регулировать положение заполнителя в «теле» изготавливаемых изделий, т.е. массу заполнителя можно подобрать такой, что он не будет подниматься на поверхность или оседать на дно формы (данная проблема актуальна для легкого пенополистирольного заполнителя).

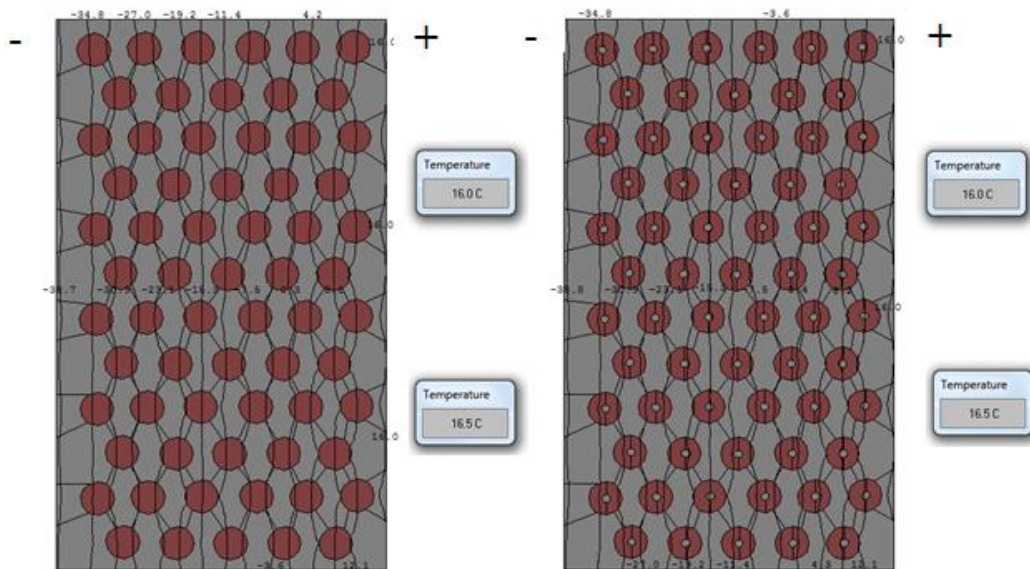


Рисунок 4 –Результаты расчета фрагментов стеновой конструкции:
 а) на гранулированном заполнителе;
 б) на заполнителе с внутренним ядром в теплоизоляционной оболочке

Также были выполнены расчеты по определению влияния толщины теплоизоляционной оболочки заполнителя на температуру внутренней поверхности помещения. Для этого была определена температура на поверхности неутепленной ограждающей конструкции при тех же параметрах расчета (указаны выше), которая составила плюс 13,6°С и температуры на поверхности конструкций с различной толщиной оболочки заполнителя. Результаты расчета показали, что при увеличении толщины оболочки заполнителя на один миллиметр повышается температура на поверхности конструкции в среднем на 0,5°С (рисунок 5).

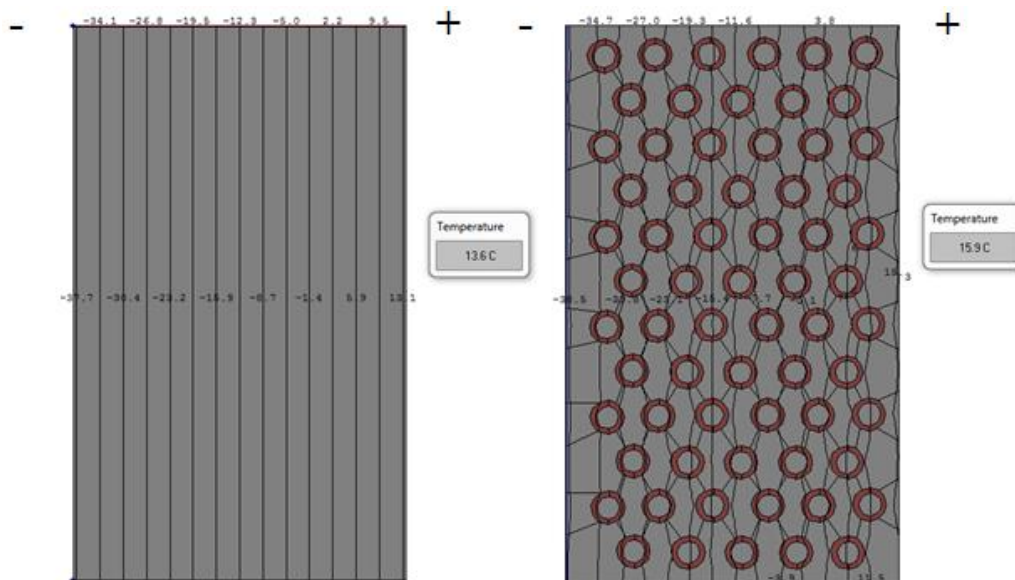


Рисунок 5 –Определение влияния толщины теплоизоляционной оболочки заполнителя на температуру внутренней поверхности помещения:

- а) бетонная стена без утепления;
- б) бетонная стена с утеплением (толщина оболочки заполнителя - 5 мм)

Таким образом, при выполнении предварительных расчетов теплоизоляционного заполнителя гранулированного типа без включений выявлены неэффективные стороны его работы. По сравнению с данным видом заполнителя с неполноценно работающим объемом, заполнитель с внутренним ядром при подборе оптимальных параметров ядра и оболочки, создает предпосылки для создания эффективных, в то же время энергоемких ограждающей конструкции.

Список использованной литературы

1. Wong J.M., Glasser F.P., Imbabi M.S. Evaluation of thermal conductivity in air permeable concrete for dynamic breathing wall construction // *Cement & Concrete Composites* 29, 2007. – P. 647-655.
2. Kirko V.I., Fatkulina-Yaskova L.M., Zaharuta V.V. The Estimation of the State of Objects in the Settlements of Evenki and Taimyr Autonomous Districts // *Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences*. 9 (2012 5) 1287-1290.
3. Кирко В.И., Фаткулина-Яськова Л.М., Захарюта В.В. Оценка технического состояния объектов поселений Эвенкии и Таймыра // *Журнал АСАДЕМІА.Архитектура и строительство*. Выпуск № 2 - 2012. ISSN 2077-9038.