

Внесенные в последнее десятилетие изменения нормативной базы для проектирования зданий в Республике Беларусь дают возможность более осознанного проектирования энергоэффективных зданий, но всё же оставляют без внимания целый ряд процессов, необходимость учета которых вызвана потребностью в создании комфортного микроклимата для жизни человека с использованием минимальных затрат энергии на этот процесс.

Однако стоит отметить, что и немецкий подход имеет свои недостатки. Идеи и подходы, принятые для проектирования и строительства пассивных домов и получившие широкое применение во всем мире, были заложены доктором В. Файстом. Развитие его теории и подходов привело к появлению идеи мультикомфортного дома – не только энергосберегающего, но и предоставляющего жильцам наилучшие условия для проживания в сочетании с минимальным негативным влиянием на окружающую среду.

Для проектирования данного типа здания был разработан инструмент «МК-Радар». С его помощью можно визуально оценить степень соответствия принятых проектных решений нормативным показателям. Однако как в теории пассивного, так и в теории мультикомфортного дома нет показателей, дающих оценку экономической целесообразности применения тех или иных решений, нет универсального инструмента для оценки окупаемости первоначальных затрат. Нет ясных подходов и критериев для оптимизации принимаемых проектных решений с целью улучшения экономических показателей проекта. Данная задача должна получить свое решение в ближайшее время, так как является одной из ключевых на данный момент.

УДК 728.1:621.311

## **ВЛИЯНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕРМИЧЕСКОЙ ОДНОРОДНОСТИ ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ НА УДЕЛЬНЫЙ РАСХОД ЭНЕРГИИ В ЗДАНИЯХ МАЛОЙ ЭТАЖНОСТИ И ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ**

*Ю. И. ШАНДРАК*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь на протяжении последних лет реализует комплекс мероприятий, направленных на снижение энергопотребления при возведении и эксплуатации объектов жилищного и гражданского назначения. Эти мероприятия включают в себя разработку энергоэффективных проектных и технических решений, систем жизнеобеспечения, использование альтернативных источников энергии, совершенствование нормативной и законодательной баз.

Последними изменениями нормативной базы было принято решение об использовании коэффициента теплотехнической однородности ограждающей конструкции для определения теплозащитных качеств ограждений зданий. В связи с этим была поставлена задача: выявить влияние данного коэффициента на учет тепловых потерь в зданиях малой этажности и индивидуальной жилой застройки.

Для ее решения был проведен расчет удельного расхода тепловой энергии, потребляемой малоэтажными и индивидуальными домами на отопление и вентиляцию. Для всех наружных стен была применена легкая штукатурная система утепления. Такое решение связано с тем, что в настоящий момент она является единственной имеющей описание значения коэффициента однородности ограждающей конструкции в нормативных документах. Так как учет коэффициента теплотехнической однородности происходил только при теплотехническом расчете наружных стен, то для прочих ограждающих конструкций сопротивление теплопередаче было принято равным нормативному значению.

В здании принято заполнение световых проемов одинарными деревянными переплетами с двумя нитками остекления, имеющими твердое низкоэмиссионное покрытие и уплотненными прокладками из полушерстяного шнура; двутрубная система отопления с терморегуляторами и с центральным авторегулированием на вводе; естественная система вентиляции.

Исследование позволило выявить полиномиальную зависимость второго порядка расхода энергии на отопление и вентиляцию в зданиях индивидуальной жилой застройки и малой этажности от расчетной компактности зданий. Результаты вычислений представлены в таблице 1.

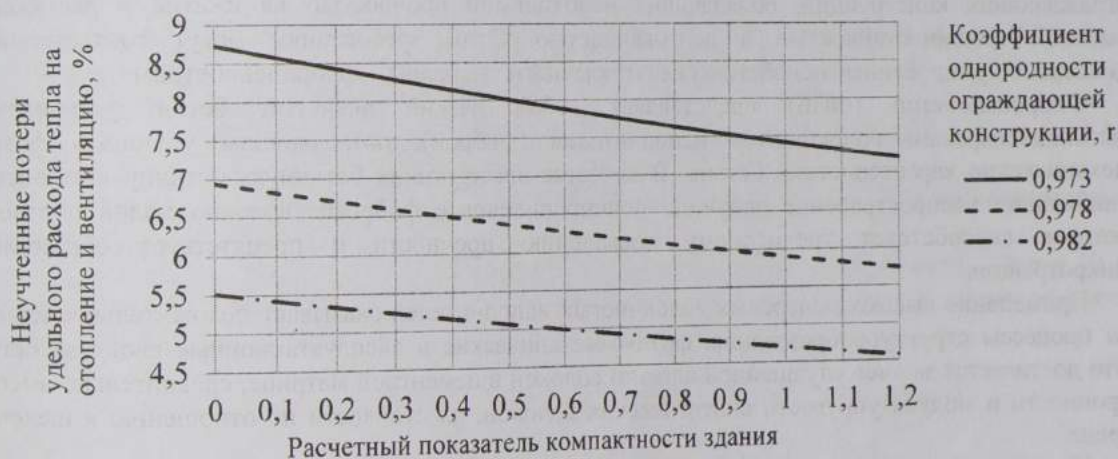
Таблица 1 – Уравнения зависимости неучтенных потерь тепла в индивидуальных

и малоэтажных жилых зданиях  $\Delta$ , %, от расчетного показателя компактности здания  $k_e^{des}$

Ограждающая конструкция наружной стены	Коэффициент однородности ограждающей конструкции, $\gamma$	Уравнение	Достоверность аппроксимации, $R^2$
Газосиликатный блок с легкой штукатурной системой утепления	0,973	$\Delta = 0,2548 \cdot (k_e^{des})^2 - 1,5738 \cdot k_e^{des} + 8,7286$	0,9359
	0,978	$\Delta = 0,2 \cdot (k_e^{des})^2 - 1,2429 \cdot k_e^{des} + 6,9429$	0,9349
	0,982	$\Delta = 0,1571 \cdot (k_e^{des})^2 - 0,9714 \cdot k_e^{des} + 5,5143$	0,9328
Керамический кирпич с легкой штукатурной системой утепления	0,973	$\Delta = 0,1916 \cdot (k_e^{des})^2 - 1,7789 \cdot k_e^{des} + 11,195$	0,8627
	0,978	$\Delta = 0,1515 \cdot (k_e^{des})^2 - 1,4118 \cdot k_e^{des} + 8,8833$	0,8649
	0,982	$\Delta = 0,1231 \cdot (k_e^{des})^2 - 1,1489 \cdot k_e^{des} + 7,1476$	0,8701

График зависимости неучтенных потерь тепла от расчетного показателя компактности для здания с наружными стенами из газосиликатного блока с легкой штукатурной системой утепления изображен на рисунке 1, а; для здания с наружными стенами из керамического кирпича с легкой штукатурной системой утепления – на рисунке 1, б.

а)



б)

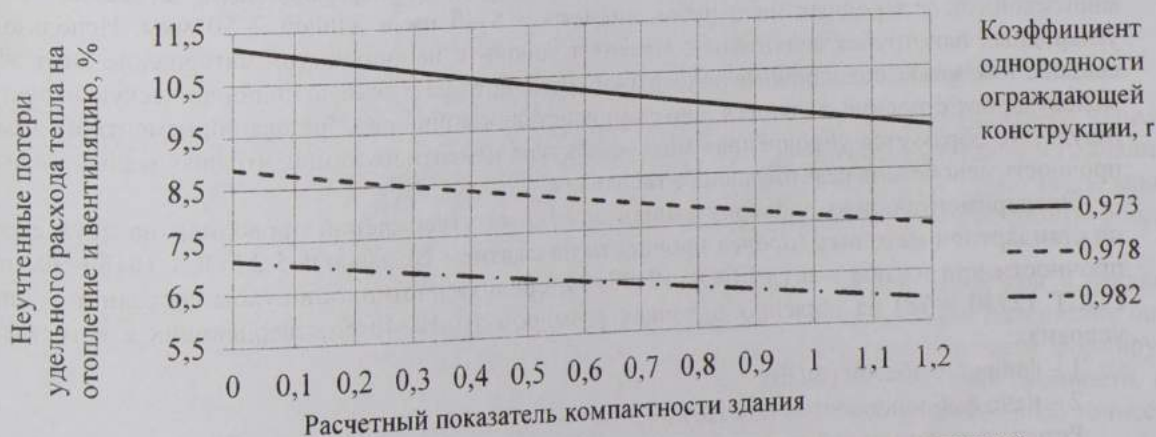


Рисунок 1 – График неучтенных потерь удельного расхода теплоты на отопление и вентиляцию для зданий с ограждающими конструкциями наружных стен:  
 а – из газосиликатного блока с легкой штукатурной системой утепления;  
 б – из керамического кирпича с легкой штукатурной системой утепления.

Разработанные графики могут быть использованы при реконструкции зданий для упрощенной методики расчета при разработке мероприятий по тепловой модернизации наружных ограждающих



конструкций. Кроме того, данные графики возможно применять при разработке мероприятий, направленных на приведение типовых проектов жилых зданий в энергоэффективный формат.

Изменения нормативных документов, направленные на актуализацию в соответствии с передовыми достижениями в области энергоэффективного строительства, должны позволить проектировщикам создавать высокоэффективную термическую оболочку здания, а также решить вопрос оптимального подбора инженерного оборудования. Однако на данный момент введенные изменения создали условия, в которых зачастую использование упрощенных методик, изложенных в них, стало практически невозможным, а детальные методики – весьма трудоемкими.

УДК 691.32

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ ВОЛОКОН НА СВОЙСТВА ПЕНОБЕТОНА

*Н. А. ШЕВЧУК, Р. В. ПОТАПОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

В настоящее время возрастает потребность в применении легких теплоизоляционных элементов ограждающих конструкций, обладающих необходимой прочностью на сжатие и растяжение, высокой трещиностойкостью и долговечностью. Этим требованиям могут соответствовать дисперсно-армированные пенобетоны неавтоклавного твердения – фибропенобетоны.

Фибропенобетон (ФПБ) представляет собой легкий ячеистый бетон, упрочненный высокодисперсным волокнистым наполнителем (фиброй), позволяющим улучшить физико-механические характеристики бетона. В качестве армирующих бетонную матрицу компонентов наибольшее распространение получило полипропиленовое фибровое волокно малой плотности, которое способствует трехмерному повышению прочности и препятствует образованию микротрещин.

Применение высокодисперсных волокнистых наполнителей оказывает положительное влияние на процессы структурообразования, физико-механические и эксплуатационные свойства бетона. Это достигается за счет улучшенной адгезии волокон в цементной матрице, сравнительно высокой прочности и модуля упругости синтетических волокон, их стойкости по отношению к щелочной среде.

Инновационный материал третьего поколения пенобетонов – это нано фибропенобетон. Нано фибропенобетон (НФПБ) – это легкий ячеистый бетон, упрочненный не только высокодисперсными волокнами, но и комплексной модифицирующей добавкой в виде многослойных углеродных нанотрубок диаметром 8–40 нм и длиной 2–50 мкм. Использование углеродных нанотрубок значительно изменяет микро- и наноструктуру материалов. Этот эффект связан с тем, что высокопрочные нанотрубки, имеющие протяженную цилиндрическую структуру и молекулярное строение, являются центрами кристаллизации новообразований цементного камня. В результате образуется упрочнённая микроструктура цементного камня, что значительно повышает прочность пенобетона неавтоклавного твердения.

Экспериментальную проверку вышеизложенных утверждений проводили на двух составах по стандартной методике (предел прочности на сжатие – согласно п. 5.2 ГОСТ 10180–90, предел прочности при изгибе – п.15 ГОСТ 17177–94, средняя плотность в сухом состоянии – пп. 4, 5 ГОСТ 12730.1–78) на образцах-балочках размером 10×10×40 см, твердеющих в естественных условиях:

- 1 – фибропенобетон (ФПБ);
- 2 – нано фибропенобетон (НФПБ).

Результаты испытаний представлены в таблице 1.

Анализ данных таблицы показывает, что введение в сырьевую смесь дисперсной арматуры из полимерных волокон, суперпластификатора Sika ViscoCrete-3 и многослойных углеродных нанотрубок способствует при указанных соотношениях входящих в неё компонентов, согласно составу 2 – НФПБ, увеличению прочности на сжатие по сравнению с составом 1 – ФПБ на 8,3 %, прочности на растяжение при изгибе – на 18,8 %.