

УДК 666.965:541.183

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ НАРУЖНЫЕ СТЕНЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ИЗ ЯЧЕИСТОБЕТОННЫХ БЛОКОВ

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ЗОВНІШНІ СТІНИ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД З НІЗДРЮВАТИХ БЛОКІВ

ENERGY EFFICIENT EXTERNAL WALLS OF BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS WITH AIR CONCRETE BLOCKS

Мартынова В. Б., к.т.н., доц. (Донбасская национальная академия строительства и архитектуры г. Макеевка)

Мартинова В.Б., к.т.н., доц. (Донбаська національна академія будівництва та архітектури м. Макіївка)

Martynova V.B., PhD (Eng.) Associated Professor (Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Makeyevka)

Аннотация. Проведен сравнительный анализ результатов расчета приведенного сопротивления теплопередаче фрагмента наружной стены, выполненной кладкой из ячеистобетонных блоков. Установлено, что наружная стена, выполненная кладкой из газополістиролбетонных блоков на клеювом растворе при сопряжении с частичным защемлением железобетонной колонны, соответствует современным требованиям по энергоэффективности жилых зданий.

Анотация. Приведено порівняльний аналіз результатів розрахунку приведенного опору теплопередачі фрагменту зовнішньої стіни, виконаної кладкою з ніздрюватих блоків. Встановлено, що зовнішня стіна, виконана кладкою з газополістиролбетонних блоків на клейовому розчині при сполученні з частковим защемленням залізобетонної колони, відповідає сучасним вимогам з енергоефективності житлових будівель.

Abstract. The comparative analysis of calculations results of the brought resistance to a heat transfer of the external wall fragment executed by a laying of air concrete blocks is carried out. It is established, that the external wall executed by a laying of gas-polystyrene concrete blocks on a glutinous solution at mating to a partial jamming of a reinforced-concrete column, corresponds to the modern energy requirements of a living buildings.

Ключевые слова:

Ячеистый бетон, газополістиролбетон, блоки.
Нідздрюватий бетон, газополістиролбетон, блоки.
Air concrete, gas-polystyrene concrete, blocks.

Анализ состояния и обоснование актуальности проблемы, постановка задачи. Решение одной из актуальных проблем стройиндустрии заключается в повышении теплоизоляционных характеристик ограждающих конструкций, зданий и сооружений. Современные требования по теплоизоляции зданий, которые с каждым годом повышаются, неразрывно связаны с развитием технологий производства энергоэффективных строительных изделий и конструкций.

К энергоэффективным строительным материалам можно отнести ячеистые бетоны, в частности газобетон. Современные технологии производства изделий из неавтоклавного газобетона обеспечивают получение материала с достаточно высоким коэффициентом конструктивного качества, что позволяет использовать его в составе ограждающих конструкций изделий и сооружений. В тоже время известно [1], что основным недостатком неавтоклавных ячеистых бетонов является их высокая усадка и водопоглощение, низкая морозостойкость. Этим недостаткам в значительной мере лишен газополістиролбетон, который представляет собой композиционный материал, включающий газобетонную матрицу с равномерно распределенным в ее структуре заполнителем из гранул вспененного полистирола [2].

Газополістиролбетон по сравнению с газобетоном одинаковой марки по средней плотности D500 характеризуется меньшим водопоглощением, более высокой морозостойкостью (на 10 циклов), меньшими показателями деформации усадки (на 12-18%) и коэффициентом теплопроводности (на 30-35%).

Изделия из газополістиролбетона используют так же для возведения самонесущих стен, перегородок, заполнения каркасов при каркасно-монолитном домостроении [3]. Этот материал используют для надстройки зданий, когда масса конструкции играет значительную роль.

Цель работы – исследование показателей энергоэффективности наружной стены выполненной кладкой из газобетонных и газополістиролбетонных блоков с полным и частичным сопряжением железобетонной колонной.

Характеристика материалов. Расчетная конструктивная схема наружной стены представлена на рис. 1. Физико-механические свойства строительных материалов кладки наружной стены представлены в табл. 1.

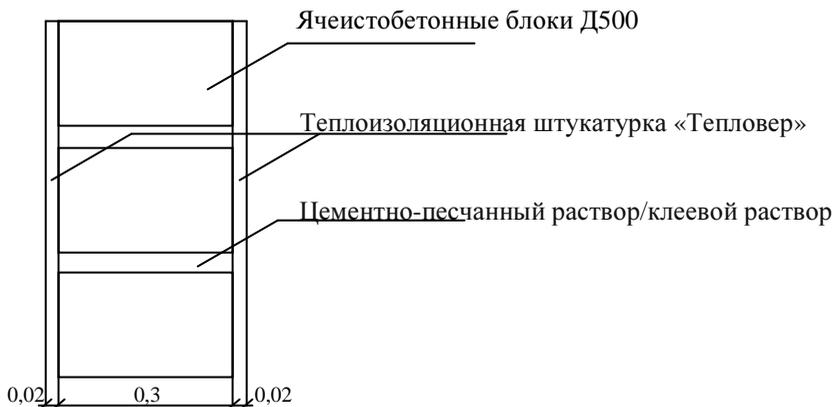


Рис. 1 Расчетная конструктивная схема наружной стены

Таблица 1

Физико-механические свойства строительных материалов кладки наружной стены

| № п/п | Наименование строительного материала | Толщина, σ , м | Средняя плотность, ρ_0 , кг/м ³ | Коэффициент теплопроводности, λ , Вт/(м·К) |
|-------|---|-----------------------|---|--|
| 1 | Теплоизоляционная штукатурка «Тепловер» | 0,02 | 330 | 0,08 |
| 2 | Газобетонный блок Д500 | 0,3 | 510 | 0,16 |
| 3 | Газополистиролбетонный блок Д500 | 0,3 | 514 | 0,11 |
| 4 | Цементно-песчаный раствор | 0,012 | 1400 | 0,70 |
| 5 | Клеевой раствор | 0,003 | 1100 | 0,49 |

Изложение основного материала исследований. Рассчитано приведенное термическое сопротивление для ограждающей стены, выполненной кладкой из газобетонных блоков на цементно-песчанном и клеевом растворе, а так же выполненной кладкой из газополистиролбетонных блоков на цементно-песчанном и клеевом растворе. Приведенное термическое сопротивление ограждающей конструкции рассчитывалось по плоскостям параллельным и перпендикулярным направлению теплового потока, согласно [4] по формуле 1:

$$R_k^{np} = \frac{R_a + 2R_b}{3}, \quad (1)$$

где R_a – термическое сопротивление плоскостей, перпендикулярным направлению теплового потока, м²·К/Вт, определялось по формуле 2;

R_b – сумма термических сопротивлений отдельных однородных и неоднородных слоев, м²·К/Вт.

$$R_a = \frac{F_1 + F_2 + \dots + F_n}{\frac{F_1}{R_1} + \frac{F_2}{R_2} + \dots + \frac{F_n}{R_n}}, \quad (2)$$

где F_1, F_2, K, F_n – площади отдельных участков конструкции, m^2 ;
 R_1, R_2, K, R_n – термическое сопротивления указанных отдельных участков конструкции, $m^2 \cdot K/Вт$, определялось по формуле 3:

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n, \quad (3)$$

где R_1, R_2, \dots, R_n – термическое сопротивление отдельных слоев ограждающей конструкции определяемые по формуле 4:

$$R = \frac{\delta}{\lambda}, \quad (4)$$

где δ – толщина слоя, m ;

λ – коэффициент теплопроводности материала, $Вт/(м \cdot К)$.

Результаты расчетов термического сопротивления для ограждающих конструкций, выполненной кладкой из газобетонных и газополистиролбетонных блоков на цементно-песчаном и клеевом растворах, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты расчетов термического сопротивления ограждающей конструкции

| Вид кладки | | Расчетное термическое сопротивление, $R_0, m^2 \cdot K/Вт$ | Нормативное термическое сопротивление для наружной стены, $R_0, m^2 \cdot K/Вт$ |
|----------------------------------|-------------------------------|--|---|
| из газобетонных блоков | на цементно-песчаном растворе | 1,92 | 3,3 |
| | на клеевом растворе | 2,16 | |
| из газополистиролбетонных блоков | на цементно-песчаном растворе | 2,91 | |
| | на клеевом растворе | 3,29 | |

Согласно результатам, расчетное термическое сопротивление наружной стены, выполненной кладкой из газобетонных блоков на клеевом растворе, в 1,12 раз больше чем на цементно-песчаном растворе. Это связано с уменьшением толщины шва клеевого раствора и его более низким коэффициентом теплопроводности ($\lambda=0,7$ $Вт/(м \cdot К)$) по сравнению с цементно-песчаным раствором ($\lambda=0,49$ $Вт/(м \cdot К)$). Данный вид кладки не соответствует нормативным требованиям, соответственно необходимо

предусмотреть конструктивное решение по теплоизоляции наружной стены. Расчетное термическое сопротивление наружной стены, выполненной кладкой из газополитиролбетонных блоков на клеевом растворе, составляет $R_0=3,29 \text{ м}^2 \cdot \text{°К/Вт}$, что соответствует современным требованиям строительства в Украине [5]. Данный вид конструкции наружной стены не требует дополнительных капиталовложений.

Выполнен расчет и сравнительный анализ приведенного сопротивления теплопередачи фрагмента сопряжения наружной стены из газобетонных и газополитиролбетонных блоков на клеевом растворе с железобетонной колонной с полным и частичным защемлением. Размеры сечения колонны $0,300 \times 0,300 \text{ м}$.

Приведенное сопротивление теплопередачи рассчитывалось для каждого узлового соединения наружной стены и колонны с помощью численного моделирования температурных полей с использованием программы THERM 7.0.

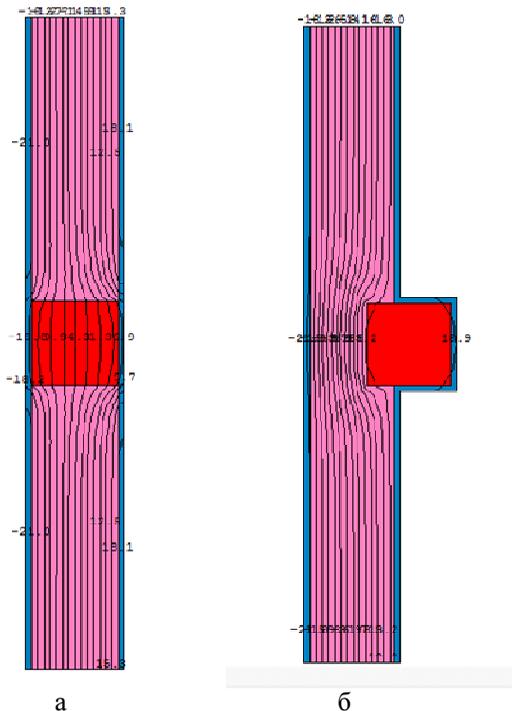


Рис.2. Распределение плотности теплового потока по сечению наружной стены, выполненной кладкой из газобетонных блоков, и колонны: а – размещение колонны внутри наружной стены; б – частичное размещение колонны в наружной стене

Данный метод сечений позволяет учитывать в полной мере влияние всех теплопроводных включений и дополнительных теплопотерь через участки

конструкции, а также отражает трансмиссионные потери теплоты через наружную стену. Результаты расчетов представлены в табл.3 и на рис. 2, 3.

Анализ полученных результатов показывает, что значительные стоки теплоты через участки примыкания колонны внутри наружной стены, выполненной из газобетонных и газополистиролбетонных блоков. Приведенное термическое сопротивление составляет $R_{\Sigma пр}=1,16$ и $1,45 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ соответственно, что не допустимо. При этом характер распределения теплового потока одинаков. Внутренняя температура поверхности конструкции в местах сопряжения для двух видов конструкции составляет 8 и 4°C , соответственно. Конструктивные решения наружной стены, выполненные кладкой из газобетона и газополистиролбетона с полным защемлением колонны, не являются энергоэффективными для жилого строительства, согласно [5].

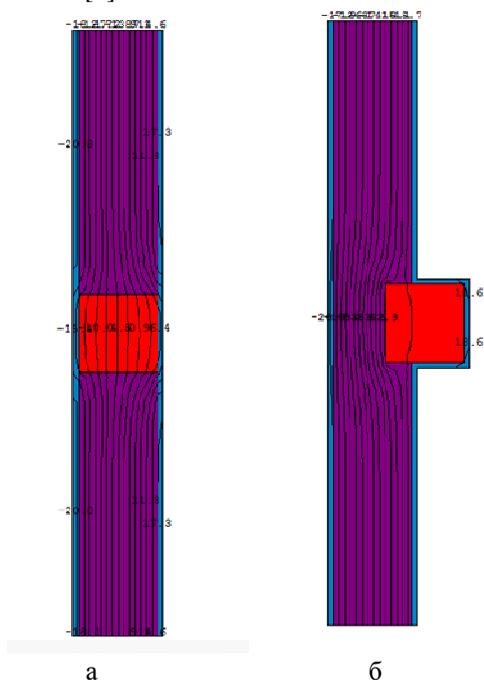


Рис.3. Распределение плотности теплового потока, по сечению наружной стены, выполненной кладкой из газополистиролбетонных блоков, и колонны: а – размещение колонны внутри наружной стены; б – частичное размещение колонны в наружной стене

Это требует дополнительных теплоизоляционных конструктивных решений.

Приведенное сопротивление теплопередачи для конструкции наружной стены, выполненной из газополистиролбетонных блоков, при сопряжении с

частичным размещением колонны в наружной стене значительно выше $R_{\Sigma пр} = 3,32 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, чем для наружной стены, выполненной кладкой из газобетонных блоков с таким же видом размещения колонны $R_{\Sigma пр} = 1,45 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$. При этом коэффициент теплотехнической однородности составляет $r = 0,84$. По показателям энергоэффективности данное конструктивное решение рекомендуется применять для жилых домов.

Таблица 3

Результаты расчета приведенного сопротивления теплопередачи
наружной стены

| Виды конструкции наружной стены | Вид сопряжения | Тепловой поток U , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ | Коэффициент теплотехнической однородности, r | Сопротивление теплопередачи, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ | |
|---|----------------|--|--|--|------------------------------|
| | | | | по основному полю, R_{Σ} | приведенное, $R_{\Sigma пр}$ |
| Кладка из газобетонных блоков | а | 0,86 | 0,55 | 2,18 | 1,16 |
| | б | 0,52 | 0,88 | | 1,92 |
| Кладка из газополістиролбетонних блоків | а | 0,69 | 0,40 | 3,61 | 1,45 |
| | б | 0,33 | 0,84 | | 3,32 |

Выводы: 1 Ограждающая конструкция (наружная стена), выполненная кладкой из газополістиролбетонних блоків на клеевом растворе с видом сопряжения частичного размещения колонны в наружной стене, отвечает современным требованиям строительства Украины по показателям энергоэффективности ($R_{\Sigma пр} = 3,32 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, $r = 0,84$). Для остальных видов сопряжения конструкций необходимо предусмотреть теплоизоляцию, что требует дополнительных капиталовложений. Это отразится на повышении себестоимости жилого дома. 2. Рекомендуется внести в ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель» к перечню рекомендуемых теплоизоляционных материалов изделия из газополістиролбетона.

1. Попов В.В., Давиденко В.П. О некоторых аспектах формирования структуры ячеистых бетонов на основе золошлаков Донбасса // "Современные проблемы строительства": Ежегод. научно-техн. сб. – 2003. – № 1(6). – Донецк: Донецкий ПромстройНИИпроект. – С. 109-114. 2. Мартынова В.Б. Неавтоклавные ячеистые бетоны с повышенными физическими и механическими свойствами: автореф. дис. на соискание степени канд. Техн. наук: спец. 05.23.05 «Строительные материалы и изделия» / Мартынова В.Б.; ДонНАБА. – Макеевка, 2008. – 23. 3. Скрипник Т.В., Мельникова О.П., Скрипник В.Ю. // «Зб. наук. праць ЛНАУ. Серія: Технічні науки. – Луганськ: Вид-во ЛНАУ. – 2008. – № 81. – С. 431-439. 4. Фокин, К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. Изд.4-е, перераб. И доп. –М: Стройиздат,1973-287 с. 5. Теплова ізоляція будівель. – [Чинний від 2006-01-01]. – К.:Мінбуд України 2006. – 71 с.