

**ПАРУТА**Валентин Анатолійович  
docent2155@gmail.com

УДК 69.002.2

**БРИНЗІН**Євген Вікторович  
yevgen.brynzin@udkgazbeton.comк.т.н., доцент, Одеська  
Державна Академія Будівництва  
та Архітектури**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ  
ЭФФЕКТИВНОСТЬ  
ПРИМЕНЕНИЯ АВТОКЛАВНОГО  
ГАЗОБЕТОНА В  
СТРОИТЕЛЬНОМ  
ПРОИЗВОДСТВЕ**к.т.н., Начальник відділу  
маркетингу, ТОВ "ЮД К"**ГНИП**Ольга Павлівна  
asp@ogasa.org.uaк.т.н., доцент, Одеська  
Державна Академія Будівництва  
та Архітектури**ECONOMIC EFFICIENCY OF  
AUTOCLAVED AERATED  
CONCRETE APPLICATION IN  
CONSTRUCTION INDUSTRY****ЛАВРЕНЮК**Леонід Іванович  
leonid-2319@ukr.netк.т.н., доцент, Одеська  
Державна Академія Будівництва  
та Архітектури

*Статья посвящена применению автоклавного газобетона в строительном производстве. В статье обоснована экономическая эффективность использования автоклавного газобетона в строительстве.*

*The present article is devoted to the use of autoclaved aerated concrete in construction. The economic efficiency of using autoclaved aerated concrete in construction is substantiated in the article.*

**Ключевые слова:** энергоэффективность, кирпич, автоклавный газобетон, долговечность, теплопотери

**Keywords:** efficiency, brick, autoclaved aerated concrete, durability, heat loss

**ВВЕДЕНИЕ**

До 45 % тепловой энергии, теряется через стеновые конструкции, что предопределяет значительные затраты при эксплуатации зданий, ухудшение условий проживания и рост заболеваемости. Для снижения этих затрат, необходимо увеличить термическое сопротивление стеновой конструкции.

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Целью работы является выбор материала для возведения стеновой конструкции с нормативным термическим сопротивлением, минимальными затратами при возведении и эксплуатации.

**МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В работе использовали математический аппарат для расчета теплотехнических параметров стеновой конструкции, проведен экспертный анализ, применяемых и рекомендуемой, стеновых конструкций и расчет экономической эффективности от применения рекомендуемой конструкции.

**РЕЗУЛЬТАТЫ**

Значительную долю энергоносителей потребляют в жилищно-коммунальном хозяйстве. В связи с тем, что 40-45 % тепловой энергии теряется через стеновые конструкции, для снижения теплопотерь необходимо увеличить их термическое сопротивление до нормативных показателей ( $2,8-3,3 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$ ).

При использовании наиболее часто применяемых ранее стеновых материалов (кирпич керамический и силикатный, полнотелый и пустотелый, камни и блоки из легкого бетона, известняк-ракушечник), данную проблему решить невозможно. При

традиционно принятой толщине стены 0,52-0,62 м (табл. 1), что было нормативами в 80-ые и 90-ые годы прошлого столетия, термическое сопротивление их составляет лишь  $0,84-1,23 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$  (рис. 1). Это предопределяет значительную величину теплового потока через стеновую конструкцию [1], т.е. большие теплопотери (рис. 2).

Увеличение толщины таких стен неэффективно. Для обеспечения нормативного термического сопротивления, толщина стены из этих материалов должна составлять 1,2-2,5 метра (рис. 3), при массе  $1 \text{ м}^2$  кладки 1150-4500 кг (рис. 4). Это приводит к увеличению расхода материала, затрат на него и оплату труда за кладочные работы.

Значительная масса  $1 \text{ м}^2$  кладки является препятствием для использования таких стеновых конструкций при многоэтажном строительстве, так как увеличивается нагрузка на перекрытия, фундаменты и основания. А это ведет к увеличению расхода арматуры и бетона и, как следствие, увеличение себестоимости здания.

Устройство многослойной стеновой конструкции, в которой механическую нагрузку воспринимает стена, выполненная из кирпича, керамического или силикатного, камней или блоков из легкого бетона, известняка-ракушечника и др., а необходимое термическое сопротивление обеспечивают теплоизоляционные материалы (пенополистирол, минераловатные и др.) не совсем эффективно (рис. 5).

Недостатком таких конструкций является их сложность, низкая производительность труда, повышенная себестоимость (рис. 6). Еще одним из важных факторов является соотношение долговечности

системы утепления и стеновой конструкции. Так, например, наиболее часто используемая система «скрепленной теплоизоляции» (ССТ) [8], имеет в Германии гарантийный срок эксплуатации 30 лет, а при низком качестве работ, присущем нашему

строительству, он еще сократится. Это означает, что за период эксплуатации здания (100-150 лет) будет произведено несколько капитальных ремонтов стеновой конструкции.

Таблица 1

**Характеристики стеновой конструкции**

| № пп | Характеристика стенового материала   | Вид стенового материала |                                |                              |                              |                      |                        |
|------|--|-------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------|------------------------|
|      |  | керамзитобетон          | кирпич керамический пустотелый | кирпич силикатный полнотелый | кирпич силикатный пустотелый | известняк ракушечник | газобетон автоклавный  |
| 1.   | Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>   | 1000                    | 1400                           | 1800                         | 1400                         | 1400                 | 300-600                |
| 2.   | Теплопроводность, Вт/м·К   | 0,41                    | 0,58                           | 0,76                         | 0,64                         | 0,58                 | 0,11-0,16              |
| 3.   | Термическое сопротивление (R) стены, при традиционных толщинах:                          |                         |                                |                              |                              |                      |                        |
|      | -толщина, м<br>-R, м <sup>2</sup> ·К/Вт  | 0,35<br>1,02            | 0,51-0,62<br>1,04-1,23         | 0,51-0,62<br>0,84-0,98       | 0,51-0,62<br>0,96-1,13       | 0,4<br>0,85          | 0,375-0,5<br>3,1-4,5   |
| 4.   | Толщина стены, м, при термическом сопротивлении (Rн), м <sup>2</sup> ·К/Вт               |                         |                                |                              |                              |                      |                        |
|      | Rн=2,8<br>Rн=3,3   | 1,15<br>1,35            | 1,62<br>1,9                    | 2,13<br>2,5                  | 1,79<br>2,11                 | 1,69<br>1,91         | 0,36-0,79<br>0,43-0,86 |
| 5.   | Масса м <sup>2</sup> стены, кг, при термическом сопротивлении (Rн), м <sup>2</sup> ·К/Вт |                         |                                |                              |                              |                      |                        |
|      | Rн=2,8; Rн=3,3   | 1150<br>1350            | 2268<br>2660                   | 3834<br>4500                 | 2506<br>2954                 | 2268<br>2660         | 108-438<br>129-480     |

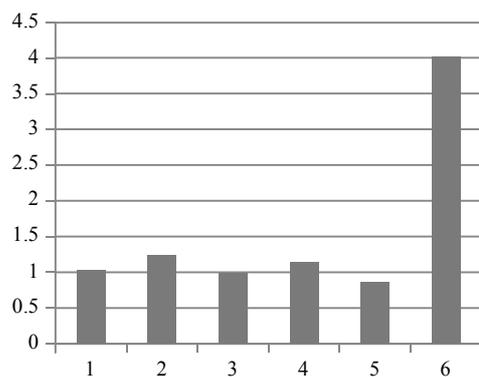


Рис. 1. Термическое сопротивление стены при общепринятых толщинах, м<sup>2</sup>·К/Вт

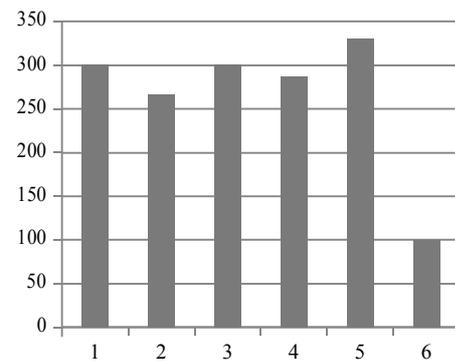


Рис. 2. Величина теплового потока через стены при общепринятых толщинах, %

1. Керамзитобетон. 2. Кирпич керамический пустотелый. 3. Кирпич силикатный полнотелый. 4. Кирпич силикатный пустотелый. 5. Известняк-ракушечник. 6. Газобетон автоклавный.

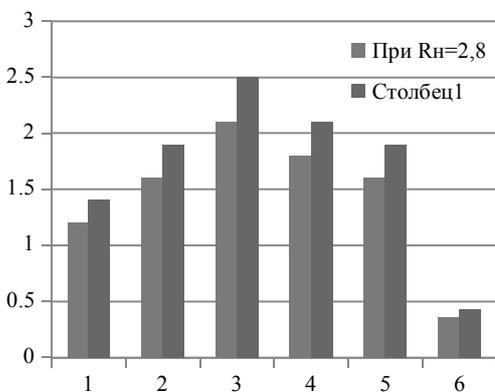


Рис. 3. Толщина стены, обеспечивающая нормативное термическое сопротивление, м

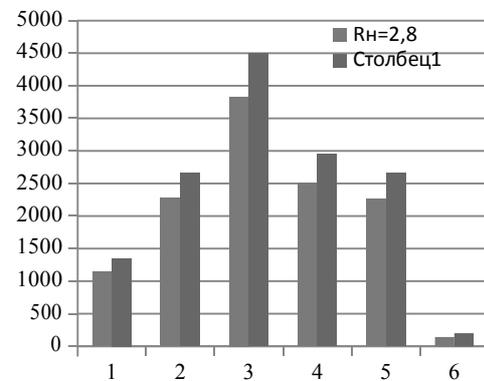


Рис. 4. Масса 1 м<sup>2</sup> кладки, при толщине, обеспечивающей нормативное термическое сопротивление, т

1. Керамзитобетон. 2. Кирпич керамический пустотелый. 3. Кирпич силикатный полнотелый. 4. Кирпич силикатный пустотелый. 5. Известняк ракушечник. 6. Газобетон автоклавный.

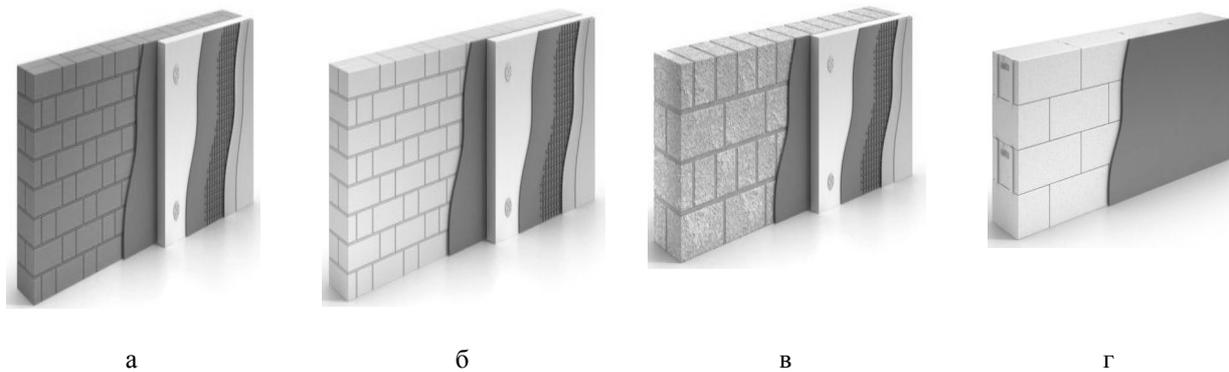


Рис. 5. Двухслойная стеновая конструкция  
 а) кирпич керамический+ССТ; б) кирпич силикатный+ССТ; в) известняк-ракушечник+ССТ; г) газобетон с полимерцементной штукатуркой

Это приведет к увеличению эксплуатационных и энергетических затрат, так как для производства материалов, используемых при капитальном ремонте, тоже будут затрачены энергоресурсы. Следовательно, такое энергосбережение обернется дополнительными энергозатратами [1].

Оптимальным решением проблемы, является использование стеновой конструкции из автоклавного газобетона. При толщине 0,4-0,5 м обеспечивается термическое сопротивление 3,3-4,5 м<sup>2</sup>·К/Вт, достаточное для всех регионов Украины (рис. 1). Такие стены используют с различными системами отделки: облицовкой кирпичом, керамической плиткой, устройством навесного вентилируемого фасада и др. [2,5,6,7]. Оптимальным технико-экономическим решением является применение однослойной стеновой конструкции из автоклавного газобетона, оштукатуренной фасадной полимерцементной штукатуркой, с последующей отделкой лакокрасочной системой или декоративной штукатуркой [5, 6, 9].

Технология возведения проста, с высокой производительностью и малыми затратами [2]. Вследствие снижения стоимости стеновой конструкции и увеличения коэффициента долговечности, уменьшаются приведенные затраты (П):

$$П = \mu \cdot (C + E_n \cdot K) + \frac{\Delta}{E_n}$$

где: П – приведенные затраты;  $\mu$  – коэффициент долговечности; С – стоимость 1 м<sup>2</sup> стеновой конструкции (одноразовые затраты), грн;  $E_n$  – нормативный коэффициент; К – капитальные вложения, грн;  $\Delta$  – эксплуатационные затраты;

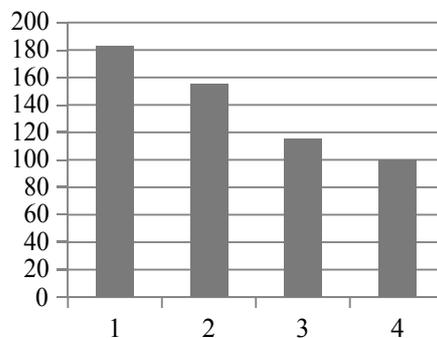


Рис. 6. Затраты на возведение стен, %

1. Кирпич керамический пустотелый с ССТ. 2. Кирпич силикатный полнотелый с ССТ. 3. Блоки из известняка-ракушечника с ССТ. 4. Оштукатуренный автоклавный газобетон

## ВЫВОДЫ

1. Высокая стоимость энергоносителей, значительная доля которых затрачивается и теряется в жилищно-коммунальном хозяйстве, требует использования стеновых конструкций с высоким термическим сопротивлением.

2. При применении традиционных стеновых материалов (кирпича керамического и силикатного, керамзитобетона, известняка-ракушечника) данную проблему решить невозможно.

3. Эффективным является использование стеновой конструкции из автоклавного газобетона. При толщине 0,4-0,5 м обеспечивается термическое сопротивление 3,3-4,5 м<sup>2</sup>·К/Вт, достаточное для большинства регионов.

4. Оптимальным конструктивным решением является применение однослойной стены, из автоклавного газобетона, оштукатуренной фасадной полимерцементной штукатуркой, с последующей отделкой лакокрасочной системой или декоративной штукатуркой.

Технология возведения проста, с высокой производительностью и малыми затратами при производстве работ и эксплуатации. Вследствие снижения стоимости стеновой конструкции и увеличения

коэффициента долговечности, уменьшаются затраты на возведение зданий и их эксплуатацию.

***Список использованных источников***

1. А.С. Горшков Пути повышения энергоэффективности ограждающих конструкций зданий / А.С. Горшков, А.Б. Войлоков // Сборник трудов II Всероссийской научно-технической конференции «Строительная теплофизика и энергоэффективное проектирование ограждающих конструкций зданий». 2009. Санкт-Петербург с.47-51.

2. Старчук В.Н. Питання оптимізації та індустріалізації влаштування зовнішніх стін в сучасному житловому будівництві / Старчук В.Н., Старчук Т.В., Старчук Я.В. // Науково-технічний збірник НДІБМВ, ДНДІСТ // "Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка".-2012.-№46.- с. 115-119.

3. Паруга В.А. Теоретические предпосылки оптимизации рецептурно-технологических параметров штукатурных растворов для стен, выполненных из газобетонных блоков / Паруга В.А., Саевский А.А., Семин Ю.А., Столяр Е.А., Устенко А.В // Инженерно-строительный журнал № 8 (34), 2012, Санкт Петербург с.30-36.

4. Григоровский П.Е. Технические решения стен многоэтажных зданий из ячеистобетонных изделий автоклавного твердения. / Григоровский П.Е., Франивский А.А., Паруга В.А. и др // НИИСП, Киев, 2011, 189с.

5. Буравченко С.Г., Паруга В.А. и др.. Посібник з проектування малоповерхових будівель з автоклавного бетону з альбомом технічних рішень. УкрНДІПротивільсьбуд, Киев, 2011, 163с.

6. А.С. Коломацкий, Г.И. Гринфельд, Л.Х. и др. Руководство по наружной отделке стен из ячеистобетонных блоков автоклавного твердения. Национальная ассоциация производителей автоклавного газобетона России, Белгород, 2010. 47 с.

7. В.Г. Гагарин Теплоизоляционные фасады с тонким штукатурным слоем. // «АВОК» № 6, 2007, с. 34-36.

8. Я. Паплавскис, А. Фрош Требования к штукатурным составам для наружной отделки стен из ячеистых бетонов. Сборник: Проблемы эксплуатационной надежности наружных стен на основе автоклавных газобетонных блоков и возможности их защиты от увлажнения. Штукатурные составы для наружной отделки стен из газобетона: материалы семинара; под редакцией Н.И.Ватина, - СПб.: Изд-во. Политехнического ун-та, 2010, с.10-15.

9. Паруга В.А. Теоретические предпосылки повышение долговечности наружных стен из автоклавного газобетона / Паруга В.А., Брынзин Е.В., Гайдено Ю.А., Демешко Е.И. // "Строительные материалы, изделия и санитарная техника", 2011. №40.- С. 136-140.

10. EN 998-1:2003 "Specification for mortar for masonry. Part 1: Rendering and plastering mortar", 32 p.

11. M. Homann. Richtig Bauen mit Porenbeton. Stuttgart, 2003, 268 p.

12. Helmut Künzel „Außenputz. Untersuchungen, Erfahrungen, Überlegungen-„, Fraunhofer IRB Verlag, 2003, P. 23-27.

13. Сажнева Н.Н., Сажнев Н.П., Урецкая Е.А. Защитные системы для отделки ячеистого бетона пониженной плотности // "Строительные материалы", 2009. №1. с.17-19.

