

8. Воинов, А. П. Повышение качества управления теплотехническими процессами — резерв повышения уровня их экологичности [Текст] / А. П. Воинов, С. А. Воинова // Проблемы экологии и энергоэффективности в современном строительстве: материалы Международной научно-практической конференции, Баку, Азербайджан, 24–25 ноября 2016 г.— Баку: Азербайджанский архитектурно-строительный университет.— С. 50 – 54.

9. Воинова, С. А. О подходах к управлению технологической эффективностью систем теплообеспечения [Текст] / С. А. Воинова, А. П. Воинов // Вісник ОДАБА.— Випуск 51.— Одеса: ОДАБА, 2014.— С. 64 – 68.

УДК 69.002.2

### ВЫБОР МАТЕРИАЛА ДЛЯ СТЕНОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ

**Парута В. А.** доцент, кандидат технических наук, Одесская государственная академия строительства и архитектуры. Украина

Тел. (048) 27238434

**Гнып О. П.** доцент, кандидат технических наук, Одесская государственная академия строительства и архитектуры. Украина

Тел. (048) 27236050

**Лавренюк Л. И.** доцент, кандидат технических наук, Одесская государственная академия строительства и архитектуры. Украина

Тел. (048) 27238434

**Аннотация.** Значительная доля тепловой энергии теряется через стены. Для снижения теплопотерь необходимо увеличить их термическое сопротивление. При использовании кирпича керамического и силикатного, камней и блоков из легкого бетона, известняка-ракушечника данную проблему решить невозможно. Оптимальным является использование стеновой конструкции из автоклавного газобетона. При толщине 0,4–0,5 м обеспечивается термическое сопротивление 3,1–4,5 м<sup>2</sup>·К/Вт, достаточное для всех регионов страны.

**Ключевые слова:** энергосбережение, термическое сопротивление, стеновые материалы и конструкции, автоклавный газобетон.

### ВИБІР МАТЕРІАЛУ ДЛЯ СТІНОВИХ КОНСТРУКЦІЙ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ

**Парута В. А.,** доцент, кандидат технічних наук, Одеська державна академія будівництва і архітектури. Україна

Тел. (048) 27238434

**Гнип О. П.,** доцент, кандидат технічних наук, Одеська державна академія будівництва і архітектури. Україна

**Лавренюк Л. І.,** доцент, кандидат технічних наук, Одеська державна академія будівництва і архітектури. Україна

Тел. (048) 27238434

**Анотація.** Оскільки значна частина теплової енергії втрачається через стіни, то для зниження тепловитрат необхідно збільшити їх термічний опір. При використанні цегли керамічної та силікатної, каменів і блоків з легкого бетону, вапняка-черепашника дану проблему вирішити неможливо. Оптимальним є використання стінової конструкції з автоклавного газобетону. При товщині 0,4–0,5 м забезпечується термічний опір 3,1–4,5 м<sup>2</sup>·К/Вт, достатній для усіх регіонів України.

**Ключові слова:** енергозбереження, термічний опір, стінові матеріали та конструкції, автоклавний газобетон.

## A CHOICE OF MATERIAL IS FOR WALL CONSTRUCTIONS OF ENERGYEFFECTIVE BUILDING

**Paruta Valentin**, Ph.D., Assistant Professor, Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture. Ukraine

Number: (048) 723-84-34

**Gnyр Olga**, Ph.D., Assistant Professor, Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture. Ukraine

Number: (048) 723-60-50

**Lavrenyuk Leonid**, Ph.D., Assistant Professor, Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture. Ukraine

Number: (048) 723-84-34

**Abstract.** Since a significant part of the thermal energy is lost through the walls, it is necessary to increase their thermal resistance to reduce heat losses. When using bricks of ceramic and silicate, stones and blocks of lightweight concrete, shell-limestone, this problem can not be solved. It is optimal to use the wall structure of autoclaved aerated concrete. At a thickness of 0.4–0.5 m, a thermal resistance of 3.1–4.5 м<sup>2</sup>·К/Вт is provided, which is sufficient for all regions of Ukraine.

**Key words:** energy saving, thermal resistance, wall materials and structures, autoclaved aerated concrete.

**Резюме:** Значительные теплопотери через стеновые конструкции и высокая стоимость энергоносителей требуют внедрения энергосберегающих технологий в строительное производство. Целью работы является выдача рекомендаций по применению стеновых материалов, обеспечивающих минимальные энергозатраты при эксплуатации здания.

С этой целью был проведен расчет теплотехнических параметров стеновых конструкции, выполненных из различных стеновых материалов (кирпича керамического и силикатного, керамзитобетона, известняка-ракушечника, автоклавного газобетона). Сделан экономический анализ стен с дополнительной системой утепления типа «скрепленная теплоизоляция».

Выявлено, что оптимальным решением проблемы является применение стеновой конструкции из автоклавного газобетона. При толщине блока 0,4–0,5 м, термическое сопротивление стены составляет 3,3–4,5 м<sup>2</sup>·К/Вт (нормативные требования 2,8–3,3 м<sup>2</sup>·К/Вт).

Для устройства декоративно-защитного покрытия этих стен используют различные системы: оштукатуривание, облицовку кирпичом, керамической плиткой, навесной

вентилируемый фасад и др. [2, 5, 6, 7, 9]. Технология возведения проста, с высокой производительностью и малыми затратами.

### **Постановка проблемы.**

При эксплуатации зданий происходят значительные теплопотери через стеновые конструкции. Это требует проведения дополнительных мероприятий и затрат по «утеплению» на стадии эксплуатации таких зданий и сооружений. Поэтому актуальным является выбор, еще на стадии проектирования и строительства, такого стенового материала, который позволит обеспечить нормативное термическое сопротивление при минимальной толщине и массе стеновой конструкции.

**Целью статьи.** Является анализ теплотехнических параметров стен, выполненных из различных стеновых материалов (кирпича керамического и силикатного, керамзитобетона, известняка-ракушечника, автоклавного газобетона), выдача рекомендаций по устройству стеновых конструкций с оптимальными технико-экономическими параметрами.

**Задачи статьи.** Показать, что оптимальным технико-экономическим решением при устройстве стеновых конструкций является возведение стен из автоклавного газобетона при различных системах отделки.

**Актуальность.** Высокая стоимость энергоносителей, значительная доля которых затрачивается в жилищно-коммунальном хозяйстве, требует внедрения энергосберегающих технологий в строительное производство.

**Целью работы** являются выдача рекомендаций по выбору стенового материала, обеспечивающего нормативное термическое сопротивление и минимальные энергозатраты при эксплуатации здания.

**Полученные 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 нормативного 2,8–3,3 м<sup>2</sup> К/Вт.

При использовании наиболее часто применяемых 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-е и 90-е годы прошлого столетия, термическое сопротивление их составляет лишь 0,84–1,23 м<sup>2</sup>·К/Вт (рис.1). Это предопределяет значительную величину теплового потока через стеновую конструкцию [1], т. е. большие теплопотери (рис. 2).

Неэффективно и увеличение толщины таких стен. Для того, чтобы обеспечить нормативное термическое сопротивление (2,8–3,3 м<sup>2</sup>·К/Вт), толщина стен из этих материалов должна составлять 1,2–2,5 метра (рис. 3) при массе 1 м<sup>2</sup> кладки (вес составляет - 1150–4500 кг) (рис.4). Это неприемлемо как по техническим, так и по экономическим параметрам.

Значительная масса 1 м<sup>2</sup> 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.

Таблица 1

## Характеристики стеновой конструкции

№ п.п.	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 – R, м <sup>2</sup> ·К/Вт	0,35 1,02	0,51–0,62 1,04–1,23	0,51–0,62 0,84–0,98	0,51–0,62 0,96–1,13	0,4 0,85	0,375–0,5 3,1–4,5
4.	Толщина стены, м, при термическом сопротивлении (R <sub>n</sub> ), м <sup>2</sup> ·К/Вт						
	R <sub>n</sub> =2,8 R <sub>n</sub> =3,3	1,15 1,35	1,62 1,9	2,13 2,5	1,79 2,11	1,69 1,91	0,36–0,79 0,43–0,86
5.	Масса м <sup>2</sup> стены, кг, при термическом сопротивлении (R <sub>n</sub> ), м <sup>2</sup> ·К/Вт						
	R <sub>n</sub> =2,8: R <sub>n</sub> =3,3	1150 1350	2268 2660	3834 4500	2506 2954	2268 2660	108–438 129–480

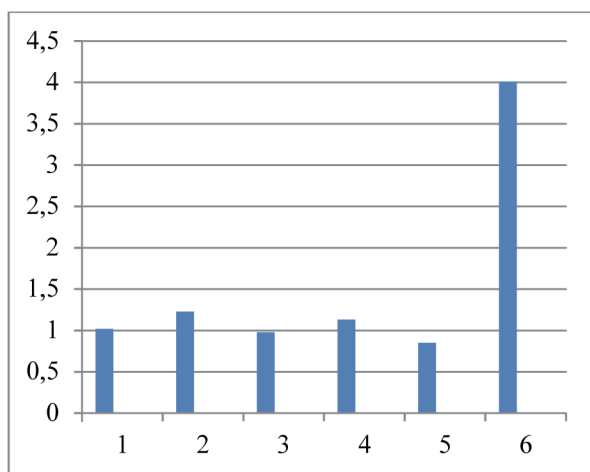
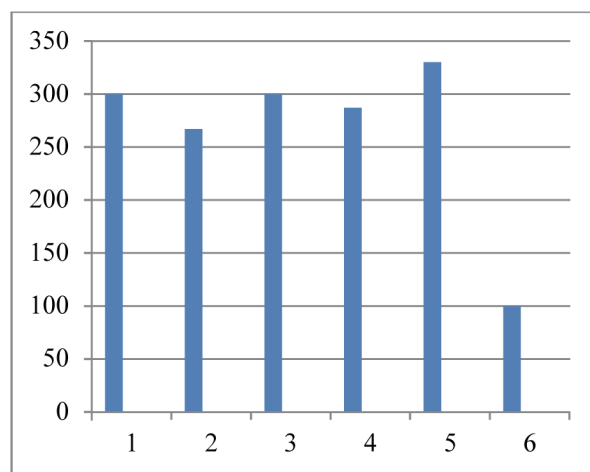
Рис. 1. Термическое сопротивление стены при общепринятых толщинах, м<sup>2</sup>·К/Вт

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

Применение 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., не совсем эффективно, так как необходимое термическое сопротивление обеспечивают теплоизоляционные материалы (пенополистирол, минераловатные и др.) (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.

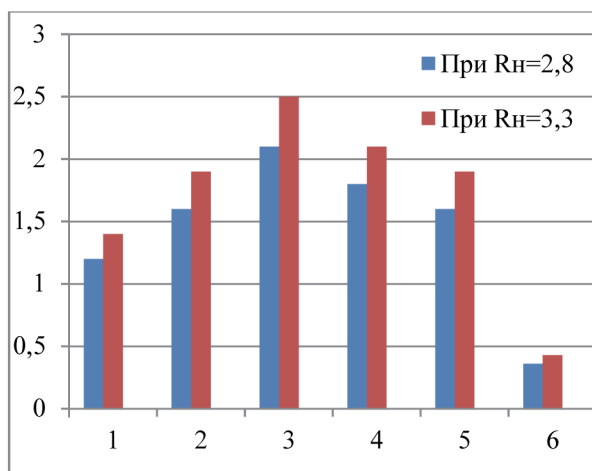


Рис. 3. Толщина стены, обеспечивающая нормативное термическое сопротивление, м

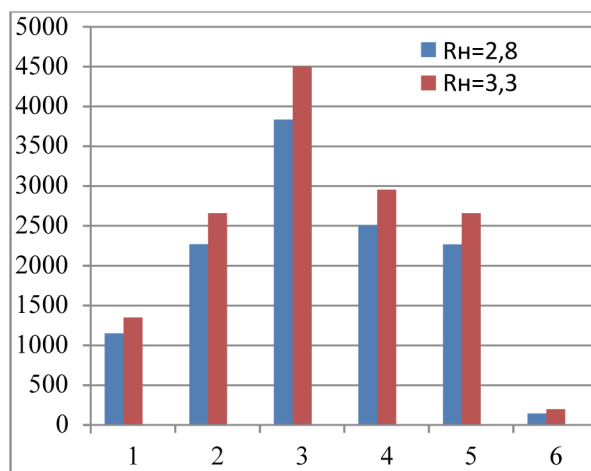


Рис. 4. Масса 1 м<sup>2</sup> кладки при толщине, обеспечивающей нормативное термическое сопротивление, т

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

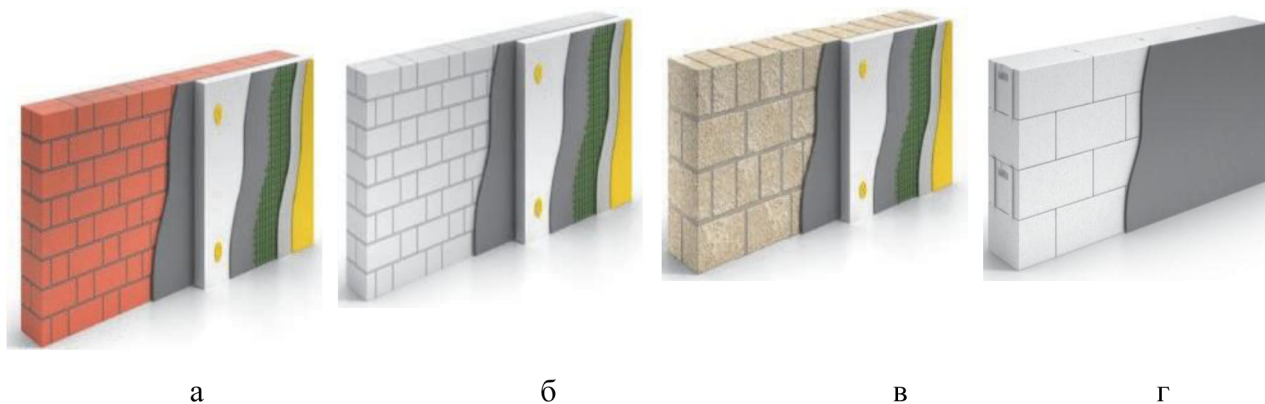


Рис. 5. Двухслойная стеновая конструкция:  
а) кирпич керамический+ССТ; б) кирпич силикатный+ССТ; в) известняк-ракушечник+ССТ;  
г) газобетон с полимерцементной штукатуркой

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

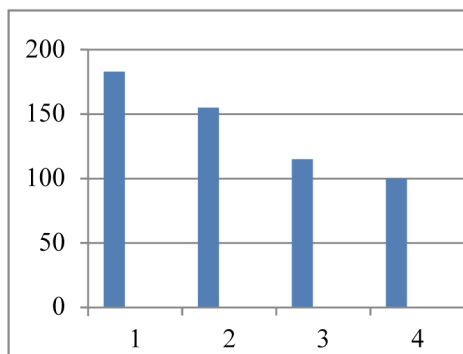


Рис. 6. Затраты на возведение стен, %:  
 1. Кирпич керамический пустотелый с ССТ. 2. Кирпич силикатный полнотелый с ССТ. 3. Блоки из известняка-ракушечника с ССТ. 4. Оштукатуренный автоклавный газобетон

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 и навесной вентилируемый фасад и др. [2, 5, 6, 7]. Оптимальным технико-экономическим решением является применение однослойной стеновой конструкции из автоклавного газобетона, оштукатуренной фасадной полимерцементной штукатуркой [5, 6, 9]. Технология возведения проста, с высокой производительностью и малыми затратами [2].

Однако многие проектировщики и строители являются противниками такого технического решения из-за частого разрушения штукатурного покрытия. Поэтому для обеспечения высокой долговечности стеновой конструкции очень важен правильный выбор штукатурного раствора. Составы таких растворов должны быть запроектированы с учетом процессов, протекающих в материале при твердении и разрушении системы «кладка–штукатурное покрытие» [3, 4, 5, 9]. Необходимо проектировать составы штукатурных растворов с учетом механики разрушения, происходящей в системе "газобетонная кладка–штукатурное покрытие".

#### **Выводы.**

1. Высокая стоимость энергоносителей, значительная доля которых затрачивается 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. Оптимальным 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.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Горшков А. С. Пути повышения энергоэффективности ограждающих конструкций зданий [Текст] / А. С. Горшков, А. Б. Войлоков // Сборник трудов II Всероссийской научно-технической конференции «Строительная теплофизика и энергоэффективное проектирование ограждающих конструкций зданий». – Санкт-Петербург, 2009. – С.47–51.
2. Старчук В. Н. Питання оптимізації та індустріалізації влаштування зовнішніх стін в сучасному житловому будівництві [Текст] / В. Н. Старчук, Т. В. Старчук, Я. В. Старчук //

- Науково-технічний збірник НДІБМВ, ДНДІСТ // "Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка".–2012.–№ 46.– С. 115–119.
3. Парута В. А. Теоретические предпосылки оптимизации рецептурно-технологических параметров штукатурных растворов для стен, выполненных из газобетонных блоков [Текст] / В.А. Парута, А.А. Саевский, Ю.А. Семина, Е.А. Столяр, А.В. Устенко // Инженерно-строительный журнал. Санкт Петербург, – 2012.- № 8 (34). С.30-36.
4. Григоровский П.Е. Технические решения стен многоэтажных зданий из ячеистобетонных изделий автоклавного твердения. / П. Е. Григоровский, А. А. Франивский, В. А. Парута и др. // НИИСП, Киев, 2011. – 189с.
5. Буравченко С. Г. Посібник з проектування малоповерхових будівель з автоклавного бетону з альбомом технічних рішень [Текст] / С.Г. Буравченко, В. А. Парута В. А. и др.. УкрНДІПротивільсьбуд, Киев, 2011 – 163с.
6. Коломацкий А.С. Руководство по наружной отделке стен из ячеистобетонных блоков автоклавного твердения. /А.С. Коломацкий Г.И. Гринфельд, Л.Х. и др. – Белгород: Национальная ассоциация производителей автоклавного газобетона России, 2010 -47с.
7. Гагарин В. Г. Теплоизоляционные фасады с тонким штукатурным слоем [Текст] // «АВОК».– 2007.– № 6. – С.34–36.
8. Паплавскис Я. Требования к штукатурным составам для наружной отделки стен из ячеистых бетонов [Текст]: 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 / Я. Паплавскис, А. Фрош; под редакцией Н. И. Ватина. – СПб.: Изд-во Политехнического ун-та, 2010, с.10–15.
9. Парута В. А. Теоретические предпосылки повышения долговечности наружных стен из автоклавного газобетона [Текст]: статья / В. А. Парута, Е. В. Брынзин, Ю. А. Гайденко, Е. И. Демешко // "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”, 32с.
11. Homann M. Richtig Bauen mit Porenbeton. Stuttgart, 2003. – 268 с.
12. Helmut Künzel. Außenputz. Untersuchungen, Erfahrungen, Überlegungen- Fraunhofer IRB Verlag, 2003, с.23-27.
13. Сажнева Н. Н. Защитные системы для отделки ячеистого бетона пониженной плотности [Текст]: статья / Н.Н. Сажнева, Н.П. Сажнев, Е.А. Урецкая // “Строительные материалы”. – 2009. – № 1. С. 17–19.