

УДК 69.002.2

ТЕХНИКО-ЕКОНОМІЧНІ І ЕКОЛОГІЧНІ ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНУ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ОБ'ЄКТІВ ЖИТЛОВОГО, ПРОМИСЛОВОГО І ТРАНСПОРТНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

БРИНЗИН Є.В. ¹ * к.т.н.
ПАРУТА В.А. ², к.т.н., доц.

¹* ТОВ ЮДК, Україна, 49051 м. Дніпропетровськ, вул. Комісара Крилова, 7Д, www.udkgazbeton.com,
Yevgen.Brynzin@udkgazbeton.com

²*Кафедра "Будівельні матеріали", Одеська державна академія будівництва архітектури (ОДАБА), Україна, 65029 м. Одеса вул. Дидрихсона 4, тел. 0487238434, e-mail: docent2155@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0326-8021

Анотація. Мета. Показати техніко-економічні і екологічні переваги застосування автоклавного газобетону при зведенні об'єктів цивільного, промислового і транспортного призначення, в порівнянні з традиційними стіновими матеріалами (цеглою керамічною і силікатною, керамзитобетоном, вапняком черепашником). **Методика.** Результати отримані шляхом розрахунку основних характеристик стінових конструкцій і у вигляді експертного висновку шляхом порівняння вимог що пред'являються відповідно до концепції «Сталого розвитку» і властивостей автоклавного газобетону та інших стінових матеріалів (фізико-механічними, економічними та екологічними). **Результати.** Отримані дані підтверджують, що автоклавний газобетон має значні переваги по техніко-економічним і екологічним параметрам, при зведенні об'єктів цивільного, промислового і транспортного призначення, в порівнянні з традиційними стіновими матеріалами (цеглою керамічною і силікатною, керамзитобетоном, вапняком черепашником). **Наукова новизна і практична значущість.** Обґрунтовано застосування автоклавного газобетону як інноваційної технології при зведенні об'єктів цивільного, промислового і транспортного призначення.

Ключові слова: енергозбереження, екологічна безпека, автоклавний газобетон, стінова конструкція.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ОБЪЕКТОВ ГРАЖДАНСКОГО, ПРОМЫШЛЕННОГО И ТРАНСПОРТНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

БРЫНЗИН Е.В. ¹*, к.т.н.
ПАРУТА В.А. ² к.т.н., доц.

¹* ООО ЮДК, Украина, 49051 г. Днепропетровск, ул. Комиссара Крылова, 7Д, www.udkgazbeton.com, Yevgen.Brynzin@udkgazbeton.com

² Кафедра Строительные материалы, Одесская государственная академия строительства и архитектуры (ОГАСА), Украина, 65029 г. Одесса, ул. Дидрихсона 4, тел. 0487238434, e-mail: docent2155@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0326-8021

Аннотация. Цель. Показать технико-экономические и экологические преимущества применения автоклавного газобетона при возведении объектов гражданского, промышленного и транспортного назначения, по сравнению с традиционными стеновыми материалами (кирпичом керамическим и силикатным, керамзитобетоном, известняком ракушечником). **Методика.** Результаты получены путем расчета основных характеристик стеновых конструкций и в виде экспертного заключения путем сравнения требований предъявляемых в соответствии с концепцией «Устойчивого развития» и свойствами автоклавного газобетона и других стеновых материалов (физико-механическими, экономические и экологическими). **Результаты.** Полученные данные подтверждают, что автоклавный газобетон имеет значительные преимущества по технико-экономическим и экологическим параметрам, при возведении объектов гражданского, промышленного и транспортного назначения, по сравнению с традиционными стеновыми материалами (кирпичом керамическим и силикатным, керамзитобетоном, известняком ракушечником). **Научная новизна и практическая значимость.** Обосновано применение автоклавного газобетона как инновационной технологии при возведении объектов гражданского, промышленного и транспортного назначения.

Ключевые слова: энергосбережение, экологическая безопасность, автоклавный газобетон, стеновая конструкция.

GIVEN THE INTENSITY IN PLASNERS UNDER THE INFLUENCE OF TEMPERATURE DEFORMATION OF THE SYSTEM "GAZOBETON MASONRY-PLASTERS" THE DESIGN OF THE PLASNER SOLUTIONS

BRYNZIN I.V. ^{1*}, *PhD*
PARUTA V.A. ², *PhD*

^{1*} ООО UDK, Ukraine, 49051 Dnepropetrovsk, st. Commissioner Krylov, 7D, www.udkgazbeton.com, Yevgen.Brynzin@udkgazbeton.com

² Department of Building Materials, Odessa State Academy of Construction and Architecture (OGAS), Ukraine, 65029, Odessa Street. Didrihsone 4, tel. 0487238434, e-mail: docent2155@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0326-8021

Annotation. Purpose. To rotin tekhniko-ekonomicheskije and ecological advantages of application of autoclave aerocrete at erection of ob'ektov of the civil, industrial and transport setting, as compared to traditional wall materials (by a brick ceramic and silicate, keramzitobetonom, by a limestone by a shell rock). **Method.** Results are got by the calculation of basic descriptions of wall constructions and as an expert conclusion by comparison of requirements produced in accordance with conception of «Steady development» and properties of autoclave aerocrete and other wall materials (fiziko-mechanical, economic and ecological). **Results.** Findings confirm that an autoclave aerocrete has considerable advantages on tekhniko-ekonomicheskim and ecological parameters, at erection of ob'ektov of the civil, industrial and transport setting, as compared to traditional wall materials (by a brick ceramic and silicate, keramzitobetonom, by a limestone by a shell rock). **Scientific novelty and practical meaningfulness.** Application of autoclave aerocrete is grounded as to innovative technology at erection of ob'ektov of the civil, industrial and transport setting.

Keywords: energy-savings, ecological safety, autoclave aerocrete, wall construction.

Введение

Высокая стоимость и дефицит энергоносителей, требует внедрения инновационных технологий при возведении объектов жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения.

В связи с тем, что до 40% теплопотерь происходит через стены, в соответствии с требованиями ДБН «Теплова ізоляція будівель» их нормативное термическое сопротивление было

повышено до 2,8-3,3 м² К/Вт. Применяя традиционные стеновые материалы (кирпич керамический и силикатный, керамзитобетон, известняк ракушечник), данную проблему решить невозможно. При традиционно принятой толщине стены 0,52-0,62 м (табл.1), термическое сопротивление стеновой конструкции составляет лишь 0,84-1,23 м² К/Вт (рис.1), предопределяя значительные теплопотери (рис.2).

Таблица 1

Характеристики стеновых конструкций из различных стеновых материалов / Descriptions of wall constructions from different wall materials

| № 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 ³ | 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 ² ·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 2,8-4,5 |
| 4. | Толщина стены, м, при термическом сопротивлении (R _n), м ² ·К/Вт | | | | | | |
| | R _n =2,8 R _n =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 0,4-0,86 |
| 5. | Масса м ² стены, кг, при термическом сопротивлении (R _n), м ² ·К/Вт | | | | | | |
| | R _n =2,8; R _n =3,3 | 1150 1350 | 2268 2660 | 3834 4500 | 2506 2954 | 2268 2660 | 108-438 129-480 |

Не эффективно также увеличение толщины стены. Для того, чтобы обеспечить нормативное термическое сопротивление, она должна составлять 1,2-2,5 метра (рис.3), при массе 1 м² кладки 1150-4500 кг (рис.4). Это не приемлемо как по техническим, так и по экономическим критериям.

Значительная масса 1 м² кладки является препятствием при многоэтажном строительстве, так как увеличивается нагрузка на перекрытия, фундаменты и основания. Это ведет к увеличению расхода арматуры и бетона, и как следствие, увеличение себестоимости здания.

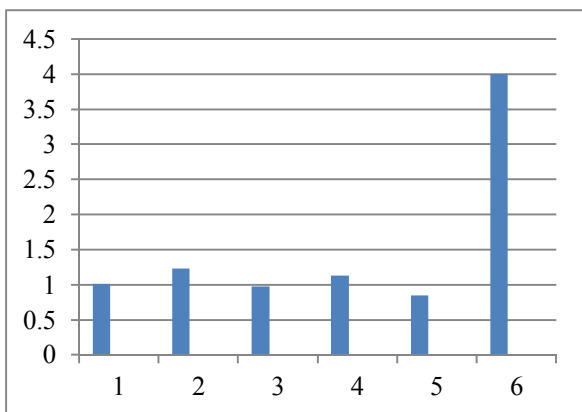


Рис. 1. Термическое сопротивление стены при общепринятых толщинах, м² K/W / Thermal resistance of walls made with the pan-thicknesses, m² K / W

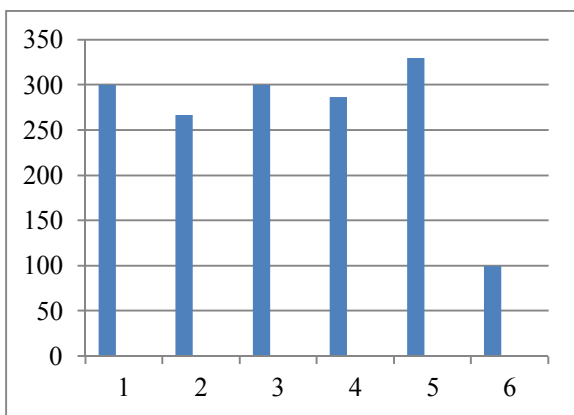


Рис.2. Величина теплового потока через стены при общепринятых толщинах, % / The heat flux through the wall in the conventional thicknesses, %

Применение многослойной стеновой конструкции, в которой механическую нагрузку воспринимает стена из кирпича, или бетонных блоков, камней известняка, а необходимое термическое сопротивление обеспечивают теплоизоляционные материалы (пенополистирольные, минераловатные и др.) не эффективно. Недостатком таких решений является сложность конструкции, низкая производительность труда, повышенная стоимость (рис.5). Еще одним из немаловажных факторов является долговечность системы утепления и стеновой конструкции.

Так, например, наиболее часто используемая система «скрепленной теплоизоляции» (ССТ), имеет в Германии гарантийный срок эксплуатации 30 лет, а при низком качестве работ, присущем нашему строительству, он сократится. Это означает, что за период эксплуатации здания (100-150 лет) будет произведено несколько капитальных ремонтов стеновой конструкции, что приведет к увеличению эксплуатационных и энергетических затрат, т.к. для производства новых материалов, применяемых при капитальных ремонтах, также будут затрачены энергоресурсы. Следовательно, такое энергосбережение, обернется дополнительными энергозатратами.

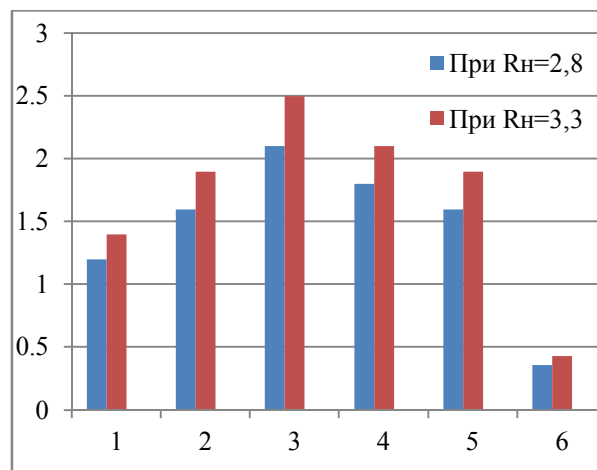


Рис. 3. Толщина стены, обеспечивающая нормативное термическое сопротивление, м / The thickness wall providing normative thermal resistance, m

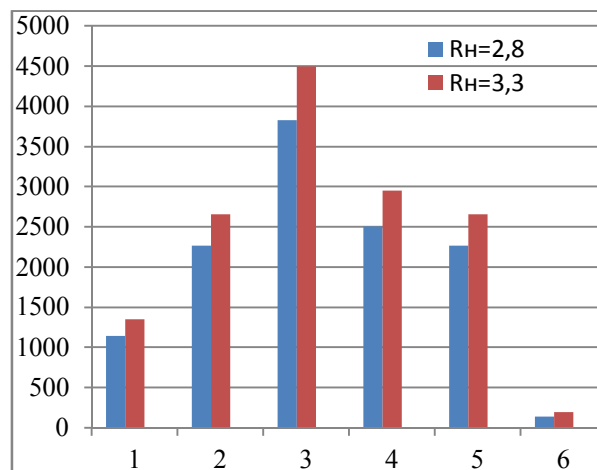


Рис. 4. Масса 1 м² кладки, при толщине, обеспечивающей нормативное термическое сопротивление, кг / Weight m² wall, with a thickness, to provide regulatory thermal resistance, kg

Приведенные данные указывают на высокую эффективность инновационной технологии строительства предусматривающей использование автоклавного газобетона, проявляющейся на стадии

эксплуатации зданий и сооружений. Однако этим не исчерпываются достоинства этого материала. Для иллюстрации преимуществ этой технологии используем такое понятие как жизненный цикл материала (ЖЦМ) в котором рассматриваются.

Запасы их значительны и не относятся к исчерпаемым в ближайшей и долгосрочной перспективе. Особенностью автоклавного газобетона является то, что его пористость составляет 85%, т.е. объем сырьевых материалов на один метр кубический (1000л) стенового материала составляет 150 л, остальной объем (850л), занимает воздух замкнутый в закрытых, ячеистых порах. Масса сырья на 1 м³ автоклавного газобетона составляет 150-400 кг. Следовательно, и объемы добычи сырья для производства автоклавного газобетона, значительно меньше, чем у других стеновых материалов.

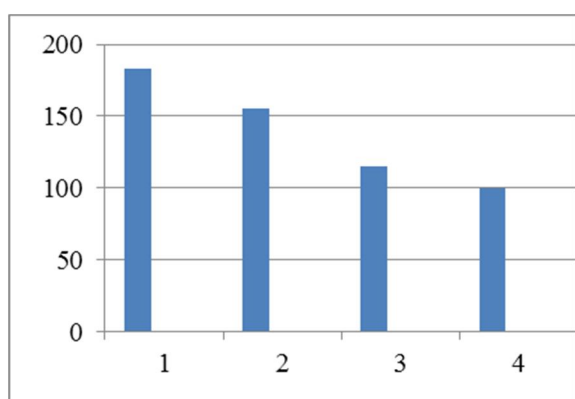


Рис. 5. Затраты на возведение стен, % / Costs for the construction of walls, %

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

Для сравнения, расход таких же сырьевых компонентов (за исключением алюминиевой пасты) на 1 м³ плотного силикатного кирпича составит 1800-1900 кг, пустотелого 1400-1500 кг. Расход глины на 1 м³ плотного керамического кирпича составит 1800 кг, пустотелого 1450 кг. Для изготовления 1 м³ керамзитобетона потребуется 800-1200 кг сырьевых компонентов.

Транспортировка. При оценке эффективности инновационной технологии, с учетом жизненного цикла материала, обязательно учитывается также комплекс нагрузок на окружающую среду и человека при транспортировке сырья и готового материала, энергозатраты на их перемещение технико-экономические, энергетические и экологические аспекты на всех стадиях, от добычи сырья, до утилизации или повторного использования материала

У остальных стеновых материалов объемы перевозок, а следовательно и затраты на транспортировку, значительно выше.

Производство: Производство автоклавного газобетона является безотходным (рис. 6), с низким

потребление энергии. Поэтому при производстве автоклавного газобетона оказывается минимальное влияние на окружающую среду по сравнению с другими стеновыми материалами искусственного происхождения.

Проектирование и строительство: на этом этапе предпочтение отдается строительным материалам с высокой долговечностью и производительностью труда при выполнении строительных работ, пониженной себестоимостью квадратного метра стеновой конструкции. Учитывается также влияние на окружающую среду в виде выбросов и отходов. При примерном равенстве остальных показателей, автоклавный газобетон является более предпочтительным из-за низкой стоимости квадратного метра кладки.

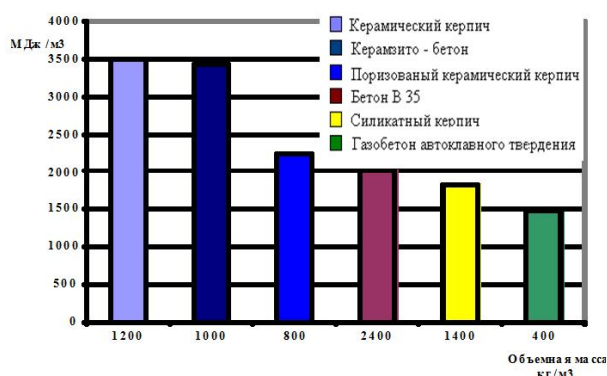


Рис. 6. Энергозатраты при производстве стеновых материалов / Energy consumption in the production of wall materials

Эксплуатация: Ранее в статье мы отметили высокую энергетическую эффективность автоклавного газобетона при эксплуатации зданий и сооружений (табл. 1, рис. 1-5). Важнейшим показателем является и высокая экологическая безопасность автоклавного газобетона.

Коэффициент паропроницаемости автоклавного газобетона, в зависимости от средней плотности, составляет 0,1-0,23 мг/м·ч·Па, что обеспечивает оптимальный тепловлажностный баланс в помещении [1]. В соответствии с «Классификацией воздуха внутренних помещений, строительных работ и материалов» (Финляндия), автоклавный газобетон отнесен к наиболее безопасному классу М1 [1].

Автоклавный газобетон относится именно к типу изделий с минимальной нагрузкой по этим параметрам. Заводы по производству автоклавного газобетона размещают возле месторождения песка, основного сырьевого компонента, добыча которого сопряжена со значительной нагрузкой на окружающую среду.

По радиационно-гигиеническому показателю автоклавный газобетон относится к наименее опасным материалам, поскольку его удельная эффективность естественных радионуклидов ниже 54 Бк/кг. Такой показатель соответствует условному первому классу (низкий уровень) экологической

безопасности. Сходными характеристиками обладает древесина и гипс. Керамзитобетон относится ко второму уровню (54-120 Бк/кг), кирпич керамический, к третьему (120-153 Бк/кг) [1].

Автоклавный газобетон не горюч, не поддерживает горение, при пожаре не выделяет опасных для здоровья веществ и газов [1]. Он стоек к биологической коррозии, не гниет, при обеспечении нормальных условий эксплуатации, на нем не образуются грибки [1]. Автоклавный газобетон обеспечивает необходимую звукоизоляцию, от внешнего шума, при толщинах 0,4-0,5м.

Ранее было отмечено, что оценка инновационной технологии должна учитывать влияние на окружающую среду не только самого материала, но и всего комплекса процессов, сопровождающих материал по его жизненному, от «рождения» - изготовления или добычи до самой его «смерти», т.е. до полного уничтожения, захоронения или, что более предпочтительно, повторного использования для получения новых материалов и изделий. Последнее позволяет замкнуть жизненный цикл материала, сократить количество отходов и количество добываемого сырья, т.е. жизненный цикл при его глубочайшей оценке с позиции экологии способствует ресурсосбережению [5,18]. Такой

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. <http://professional.ru> / Soobschestva / chastnoe_domostroenie/gazobeton_i_ekologiya_prosba_specialistov_vyskazat_30881581/

2. Гусев Б.В., Дементьев В.М., Миротворцев И.И. Нормы предельно допустимых концентраций для строительных материалов жилищного строительства//Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. - №5/99.

Gusev B.V., Dementev V.M., Mirotvorcev I.I./ Norms of maximum allowable concentrations for building housing // Building materials, equipment, technologies of XXI century. - №5 / 99.

3. Банников А.Г. и др. Основы экологии и охрана окружающей среды. М.: Колос, 1999. – 304с.

Bannikov A.G. et al. Bases of ecology and environmental protection. M.: Kolos, 1999. - 304с.

4. В.Н. Шмигальский, И.И. Грабовой Экологические аспекты свойств и качества строительных материалов // Строительство и техногенная безопасность. Выпуск 8, 2003 г. С.151-154

V.N. Shmigalsky, I.I. Hrabovski Environmental aspects of properties and quality of building materials // Building and technogenic safety. Issue 8, 2003 S.151-154

5. Князева В.П., «Экологические аспекты выбора строительных материалов» Методические указания, МАРХИ, Москва, 2010. –23с.

V.P. Knyazeva, Environmental aspects of choice of building materials; Guidelines, the Moscow Architectural Institute, Moscow, 2010. -23s.

материал должен использоваться в качестве сырья для других материалов или использоваться повторно (рисайклинг).

Отслужившие свой срок стеновые конструкции из автоклавного газобетона могут использоваться для производства строительных материалов, например, в качестве сырьевых компонентов для штукатурных растворов, в качестве теплоизоляционной засыпки и др. Такие конструкции легко демонтируются, материал легко дробится, превращаясь в крупный или мелкий наполнитель.

Выводы

Применение автоклавного газобетона является оптимальной инновационной технологией при возведении объектов гражданского, промышленного и транспортного назначения. Его использование позволяет обеспечить минимизацию энергозатрат при производстве и эксплуатации, снизить нагрузку на окружающую среду, обеспечить оптимальные условия для жизнедеятельности людей находящихся в таких зданиях.

6. Розенфельд А. Г., Хафмейстер Д. Энергоэкономичные здания // В мире науки. 1988. № 6. С. 34–43.

Rosenfeld A.G., Hafmeyster D. Energy efficient buildings // In the world of science. 1988. № 6. S. 34-43.

7. Булгаков С. Н. Энергосберегающие технологии вторичной застройки реконструируемых жилых кварталов//АВОК. 1998. № 2. С. 5.

Bulgakov S.N. Energy-saving technologies brownfield reconstructed residential quarters // AVOK. 1998. № 2. S. 5.

8. Кочегаров А. Д. Повышение эффективности ЖКХ обеспечит его переход к рыночным отношениям // Теплоэнергоэффективные технологии: ИБ. 2002. № 2. С. 11–13.

Kochegarov A.D. Improved utilities ensure its transition to a market economy // Teploenergoeffektivnye technology WI. 2002. № 2. pp 11-13.

9. Гиббонс Д., Блэр П., Гуин Х. Стратегия использования энергии // В мире науки. 1989. № 11. С. 76–85.

D. Gibbons, P. Blair, J. Guin Energy Strategy // In the world of science. 1989. № 11. С. 76-85.

Статья поступила в редколлегию 11.08.2015