



# ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ

УДК 504.75

## АВТОРЫ

**БРЫНЗИН Е.В.**, к.т.н., начальник отдела маркетинга ООО ЮДК, Украина

**ПАРУТА В.А.**, к.т.н., доцент, Одесская государственная академия строительства и архитектуры

## АННОТАЦИЯ

*Из-за высокой стоимости энергоресурсов их рациональное использование является вопросом национальной политики Украины. Применение традиционных стеновых материалов (кирпич керамический и силикатный, керамзитобетон, известняк-ракушечник) в сейсмических и других районах не эффективно по технико-экономическим параметрам. С учетом теплотехнических, прочностных, антисейсмических, экологических, огнестойких и звукоизоляционных характеристик, применение автоклавного газобетона является оптимальным решением проблемы.*

*From the high cost of energy resources, their rational use is the question of national policy of Ukraine. Application of traditional wall materials (ceramic and silicate brick, ceramsite concrete, limestone - shell rock) in seismic and other districts is not effective on technical and economic parameters. With due regard for heating engineering, strength, antiseismic, ecological, fireproof and sound-proof characteristic, application of autoclave aerocrete is the optimum decision of problem.*

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

автоклавный газобетон, строительство в сейсмоопасных районах, экология и энергосбережение

Из-за высокой стоимости энергоресурсов их рациональное использование является вопросом национальной политики Украины. После введения нормативных требований к термическому сопротивлению теплопередачи наружных стен ( $2,8...3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ ) применение традиционных стеновых материалов (кирпич керамический и силикатный, керамзитобетон, известняк-ракушечник) стало экономически не эффективным и технически не целесообразным.

Исходя из теплотехнических, прочностных, антисейсмических, экологических, огнестойких и звукоизоляционных характеристик автоклавного газобетона, можно отметить, что его применение является оптимальным решением проблемы.

Процесс изготовления изделий из газобетона автоклавного твердения позволяет получить материал с однородными и требуемыми свойствами, что особенно важно для районов с повышенной сейсмической опасностью [1]. Поэтому армированные газобетонные элементы уже на протяжении многих лет успешно применяются в районах с повышенной сейсмической опасностью (например, в Японии). Многолетний опыт показал, что здания, у которых стены возведены полностью или частично из автоклавного газобетона, имеют лучшую устойчивость при землетрясениях [1].

Исследования, проводимые в НИИСК (Киев) обосновали применение автоклавного газобетона в сейсмоопасных районах Украины для возведения как малоэтажных, так и многоэтажных зданий [2, 3]. Помимо этого, решаются проблемы энергосбережения, экологии окружающей среды



и эколого-гигиенические вопросы.

Эти вопросы целесообразно рассмотреть исходя из концепции «устойчивого развития». В соответствии с ней, при возведении зданий в сейсмоопасных районах, помимо сейсмостойкости, приоритетными также являются эстетические, инженерные и эколого-материаловедческие, энергосберегающие задачи. Исходя из этого, необходимо использовать долговечные, экологически безопасные, с малыми энергозатратами на производство и эксплуатацию строительные материалы [9].

Для оценки эффективности автоклавного газобетона используют стандарты ИСО 14040–14044 и ИСО – 14000, которые вводят понятие жизненный цикл материала (ЖЦМ) и производят классификацию материалов согласно требованиям по защите окружающей среды, анализируют нагрузку на окружающую среду материала, при его прохождении по жизненному циклу.

В соответствии с ними автоклавный газобетон оценивается по экологической безопасности по принципу «везде и всегда», учитываются не только прямые негативные воздействия (эмиссия вредных веществ, образование отходов и т.п.), но и косвенные (дефицит сырья, нагрузки при перевозке материалов, ухудшение качества окружающей среды, влияние на здоровье человека и т.д.) [8].

Автоклавный газобетон соответствует жестким требованиям этих стандартов в полной мере. Экологическая нагрузка на окружающую среду при его производстве, применении и утилизации наименьшая по сравнению с другими стеновыми материалами искусственного происхождения (кирпич керамический и силикатный, бетонные и керамические камни и др.).

Жизненный цикл автоклавного газобетона включает этапы: добыча сырья, изготовление его на заводе, строительство зданий и сооружений, их эксплуатация (ремонт, реставрация, реконструкция), уничтожение или повторное использование (при замене материала или сносе здания) [8].

**Добыча сырья:** На этой стадии происходит разрушение природных ландшафтов и начинается загрязнение среды. Поэтому при оценке учитывают объем добычи материала, его запасы, количество выбросов, возможности экологических катастроф. При производстве автоклавного газобетона используют сырье: кварцевый песок (61%), портландцемент (18%), воздушную известь (18%), ангидрид (3%) алюминиевую пасту и воду. Запасы их значительны и не относятся к исчерпаемым в ближайшей и долгосрочной перспективе. Особенностью автоклавного газобетона является то, что его пористость составляет 85...90%, т.е. объем сырьевых материалов на один метр кубический (1000л) материала составляет лишь 100...150 л, остальной объем (850...900л), занимает воздух, замкнутый в ячеистых порах. Следовательно, и объемы добычи сырья для производства газобетона значительно меньше, чем у других стеновых материалов.

**Транспортировка:** Учитывается комплекс нагрузок на окружающую среду и человека при транспортировке сырья, предпочтение отдается строительным материалам, произведенным в непосредственной близости от места добычи для них сырья [5]. Автоклавный газобетон относится именно к такому типу изделий. Заводы по его производству размещают возле месторождения песка, основного сырьевого компонента, добыча которого не сопряжена со значительной нагрузкой на окружающую среду.

**Производство:** Производство автоклавного газобетона является безотходным. В связи с низкими энергозатратами, при производстве газобетона, количество вредных выбросов в атмосферу значительно меньше, чем при производстве других строительных материалов (рис. 1).

**Строительство:** На этом этапе показателем для предпочтительного выбора строительного материала становится его долговечность, учитывается также возможность образования отходов и выбросов в окружающую среду вредных веществ, при производстве строительных работ [8].



Рис.1. Энергозатраты при производстве стеновых материалов.



При применении долговечного материала нагрузка на окружающую среду на период эксплуатации уменьшается. Автоклавный газобетон является долговечным материалом, со сроком эксплуатации 150...200 лет. При его применении не образуются отходы, и нет выбросов в окружающую среду вредных веществ.

**Эксплуатация:** На этом этапе, важной является эколого-гигиеническая безопасность применяемых строительных материалов и затраты на уход за ними для сохранения их свойств [8]. Эколого-гигиенические критерии оценивают наличие или отсутствие вредного воздействия материала на человека [5]. Строительный материал относят к экологически чистым, если материал не выделяет токсичных и раздражающих веществ, имеет минимальную естественную радиоактивность, обеспечивает комфортные условия для находящихся в помещении.

Различают параметры: физиолого-гигиенические (температура поверхности кожи при контакте с материалом), физико-гигиенические (пористость, средняя плотность, коэффициенты теплопроводности и теплоусвоения, воздухо- и паропроницаемость, электризуемость, радиоактивность и др.), микробиологические (влияние материала на развитие микроорганизмов). Современная тенденция направлена на использование экологически чистых строительных материалов (древесина, солома, камыш, грунт). К ним относят и автоклавный газобетон: бетон достаточно прочный, долговечный, обеспечивает минимальные теплотери при эксплуатации, экологически безопасный [5].

Стандартом Евросоюза, EN 15251-2006 «Исходные параметры микроклимата помещений ...», комфортность жилья определяется через микроклимат (температура и влажность воздуха внутри помещения, кратность воздухообмена и т.д.). Коэффициент паропроницаемости автоклавного газобетона, в зависимости от средней плотности, составляет от 0,1 до 0,23 мг/м·ч·Па, это обеспечивает оптимальный влажностный режим в помещении [1]. В соответствии с «Классификацией воздуха внутренних помещений, строительных работ и материалов покрытий» (Финляндия), определяющей показатели состояния воздуха и устанавливающей границы выделения летучих органических соединений, формальдегидов, аммиака и канцерогенов, автоклавный газобетон отнесен к наиболее безопасному классу М1 [4].

По радиационно-гигиеническим показателям 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 обладают дерево и гипс, у всех остальных

материалов он выше: тяжелый бетон и керамзитобетон - второй класс (54...120 Бк/кг), керамический кирпич третий (120...153 Бк/кг). При пересчете с массы на объем квадратный метр газобетонной или деревянной стены имеет радиоактивность менее 2 тыс. Бк, а кирпичной от 10...18 тыс. Бк [1].

В Финляндии принят индекс активности, характеризующий максимально допустимый уровень излучения строительных материалов, значение излучения не может быть больше единицы. Его рассчитывают по формуле  $I = C_{Th}/200 + C_{Ra}/300 + C_{K}/3000$ . В формуле делимые - это числовые значения активности содержания компонентов, излучающих волны, Бк/кг. У газобетона этот индекс составил 0,5, у обычного тяжелого бетона 0,66, у керамического кирпича - 0,9 [4].

Наибольшую опасность для здоровья людей, находящихся в помещении, представляет радиоактивный газ - радон, выделяющийся из горных пород оснований зданий и сооружений и строительных материалов при радиоактивном распаде. Большая часть облучения исходит от продуктов распада (ДПР) радона, а не от него самого. Нормируется суммарное содержание радона в воздухе помещений: для новых зданий - не более 100 Бк/м<sup>3</sup>, для уже эксплуатируемых - не более 200 Бк/м<sup>3</sup> [5]. Выделение из газобетона радиоактивного газа радона в десять раз меньше, чем у обычного тяжелого бетона. В целом же было признано, что излучение от газобетона незначительно влияет на здоровье человека и является типичным для каменных построек [4]. Пожарная опасность строительных материалов определяется характеристиками: горючестью, распространением пламени по поверхности, воспламеняемостью, дымообразующей способностью и токсичностью. Газобетон не горюч, поэтому даже при высоких температурах не поддерживает горение, не выделяет опасных для здоровья веществ и газов [4].

Исследования свидетельствуют о том, что газобетон стоек к биологической коррозии. Он не гниет, при обеспечении нормальных условий эксплуатации, на нем не образуются грибки, которые в процессе своей жизнедеятельности выделяют вредные, опасные для здоровья, вещества [4, 6].

Что касается шума, то его предельно допустимые нормы - 70дБ днем и 60дБ ночью. Но на улице с интенсивным движением транспорта эта величина достигает 90дБ. Шум - причина большей части нервных расстройств, головной боли и функциональных расстройств в организме. Газобетон со средней плотностью 400...600 кг/м<sup>3</sup>, при толщине стены 0,4...0,5 м, обеспечивает требуемые показатели, предъявляемые нормативными документами к стеновой конструкции.



Коэффициент теплопроводности газобетона, при средней плотности 250...600кг/м<sup>3</sup>, составляет 0,09...0,16 Вт/м•К, что обеспечивает оптимальный тепловой баланс в помещении, предотвращает резкие перепады температуры в помещении, при резком изменении ее снаружи [4].

Жилищно-коммунальное хозяйство (ЖКХ) самое энергоемкое из всех отраслей экономики и потребляет 40...50% всей производимой энергии в стране. 15% затрат приходится на строительство здания, 1% – на его ликвидацию, на эксплуатацию затрачивают 85% [9 - 11]. Здания со стенами, имеющие термическое сопротивление 0,5...0,7 м<sup>2</sup>·К/Вт, а это большинство построенных в Украине домов, теряют более половины потребляемого тепла [7]. Использование автоклавного газобетона для возведения стен толщиной 0,4...0,5 м, обеспечивает снижение теплопотерь при эксплуатации на 40...50%, что обеспечивает уменьшение расхода энергоносителей и количество вредных выбросов в атмосферу [7].

Если при учете энергопотребления здания, как предлагает профессор Савин В.К. и Гертис К., учитывать не только энергию, используемую при эксплуатации здания, но и энергию затраченную на добычу сырья [12], создание строительных материалов, их транспортировку, строительство и ремонт здания, энергоёмкость сноса и утилизации здания, то получатся полные энергозатраты, которые у зданий из автоклавного газобетона будут одними из наименьших.

Оценка строительных материалов должна учитывать влияние на окружающую среду и на этапе его «смерти», т.е. 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. его жизненный цикл способствует ресурсосбережению. Отслужившие свой срок стеновые конструкции из автоклавного газобетона могут использоваться для получения мелкого заполнителя штукатурных растворов, в качестве теплоизоляционной засыпки и др. Такие конструкции легко демонтировать и дробить, превращая в крупный и мелкий заполнитель.

В2,0 при будівництві малоповерхових будинків в сейсмічно небезпечних районах України: звіт про науково-технічну роботу / [Немчинов Ю.І., Мар'єнков М.Г., Бабік К.М., Жарко Л.О.]. - К.: ДП НДІБК, 2015. – 115 с.

3. Експериментально-теоретичні дослідження можливості застосування газобетону D400 В2,5 при будівництві малоповерхових будинків в сейсмічно небезпечних районах України: звіт про науково-технічну роботу / [Немчинов Ю.І., Хавкін О.К., Мар'єнков М.Г., Жарко Л.О.]. – К.: ДП НДІБК, 2015. – 115 с.
4. [http://professional.ru / Soobschestva / chastnoe\\_domostroenie/gazobeton\\_i\\_ekologiya](http://professional.ru / Soobschestva / chastnoe_domostroenie/gazobeton_i_ekologiya)
5. Гусев Б.В. Нормы предельно допустимых концентраций для стройматериалов жилищного строительства / Гусев Б.В., Деметьев В.М., Миротворцев И.И. // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – М., 1999. - №5.
6. Банников А.Г. Основы экологии и охрана окружающей среды / Банников А.Г. и др. - М.: Колос, 1999. – 304 с.
7. Шмигальский В.Н. Экологические аспекты свойств и качества строительных материалов / Шмигальский В.Н., Грабовой И.И. // Строительство и техногенная безопасность. – Вып. 8. - 2003. - С. 151-154.
8. Князева В.П. Экологические аспекты выбора строительных материалов: методические указания / Князева В.П. - М.: МАР-ХИ, 2010. –23 с.
9. Розенфельд А.Г. Энергоэкономичные здания / Розенфельд А.Г., Хафмейстер Д. // В мире науки. - 1988. - № 6. - С. 34–43.
10. Булгаков С. Н. Энергосберегающие технологии вторичной застройки реконструируемых жилых кварталов / Булгаков С. Н. // АВОК. - 1998. - № 2. - С. 5.
11. Кочегаров А. Д. Повышение эффективности ЖКХ обеспечит его переход к рыночным отношениям / Кочегаров А. Д. // Теплоэнергоэффективные технологии: ИБ. - 2002. - № 2. - С. 11–13.
12. Гертис К. Здания XXI века – здания с нулевым потреблением энергии / Гертис К. // Энергосбережение. - 2007. - №3.- С. 34-36.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бурцев В.К. Инновации в строительной индустрии / Бурцев В.К., Маркевич А.И.: в кн. «Научная конференция «Ломоносовские чтения» 2008 года». - Севастополь-Москва: Экоси, 2008. - С. 263-264.
2. Експериментально-теоретичні дослідження можливості застосування газобетону D300