



Брынзин Е. В.



Парута В.А.

**Брынзин Е.В., канд.техн.наук,
начальник отдела маркетинга ООО ЮДК, г. Днепропетровск**

**Парута В.А., канд.техн.наук, доцент,
Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса**

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА

Концепция «Устойчивого развития» предусматривает удовлетворение потребностей нынешнего поколения без ущерба будущим. Один из акцентов делается на решение глобальных проблем – ресурсо- и энергосбережение, предотвращение загрязнения окружающей среды при строительстве, эксплуатации и демонтаже отработанных, срок зданий. Этим требованиям в полной мере отвечает автоклавный газобетон. 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.). Малые энергозатраты при производстве автоклавного газобетона и эксплуатации зданий, построенных из него, обеспечивают существенную экономию энергоресурсов. Материал эколого-гигиенически безопасен, что обеспечивает оптимальные условия для жизнедеятельности человека в зданиях выполненных из этого материала.

Из-за безответственной деятельности человека, происходит необратимое нарушение биологических процессов очистки воздуха, почвы и воды, на земле. Даже такая, созидательная деятельность, как жилищное строительство, приводит к разрушению окружающей среды. Концепция «Устойчивого развития» предполагает удовлетворение потребностей нынешнего поколения без ущерба будущим.

Эта позиция определена в международных стандартах серии ИСО (ISO) 14000 «Система управления качеством окружающей среды» и, в частности, стандартами ИСО 14040–14044, ориентированными на экологическое качество продукции. Такой подход направлен на обеспечение «устойчивого строительства», «устойчивой реставрации». При этом акцент делается на решение глобальных проблем – ресурсо- и энергосбережение, предотвращение загрязнения окружающей среды при строительстве, эксплуатации и демонтаже отработавших срок зданий. При возведении зданий приоритетными являются задачи не только эстетические, инженерные, но и эколого-материаловедческие, энергосберегающие. Исходя из них, необходимо использовать долговечные, экологически безопасные, с малыми энергозатратами, на производство и эксплуатацию, строительные материалы [5].

В соответствии со стандартом ИСО 14040–14044 в строительную практику внедряется концепция экологической оценки строительных материалов и рационального их выбора с точки зрения экологической безопасности для окружающей среды и человека. Вводится такое понятие, как жизненный цикл материала (ЖЦМ), производится классификация материалов согласно требованиям по защите окружающей среды.

Согласно стандартов ИСО – 14000 производят анализ нагрузки на окружающую среду материала, при его прохождении по жизненному циклу. Учитывают влияние процессов протекающих от стадии добычи сырья для его изготовления, до стадии уничтожения, захоронения или, что более предпочтительно, повторного его использования для изготовления, новых материалов. Это позволяет «замкнуть» их жизненный цикл и решить задачи сокращения количества отходов, способствовать ресурсо- и энергосбережению. Строительные материалы рассматриваются и оцениваются по экологической безопасности не по принципу «здесь и сейчас», а «везде и всегда». При этом оцениваются 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.) [5].

Столь жестким требованиям в полной мере соответствует автоклавный газобетон. 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.).

К негативным экологическим последствиям, по жизненному циклу материала (ЖЦМ), относят: истощение ресурсов, загрязнение атмосферы, загрязнение водной среды, уничтожение почвенного покрова, изменение ландшафта, возникновение техногенных ландшафтов, опасное шумовое загрязнение, образование отходов, нарушение природного равновесия в экосистеме, уничтожение, деградация, угнетение растительности, ликвидация мест гнездовий птиц, распугивание живот-

ных, нарушение их путей миграции, изменение гидрогеологического режима, изменение напряженного состояния пластов земли и прочие прямые и косвенные эффекты.

Оценка строительного материала производится по следующим показателям: повреждение экосистем, дефицит сырья, эмиссия вредных веществ в окружающую среду, потребление энергии, влияние на здоровье человека, положение с отходами [5].

В соответствии с методикой экологической оценки строительного материала по его жизненному циклу, предложенной проф. Князевой В.П. [5], мы проведем анализ жизненного цикла автоклавного газобетона. Он включает этапы: добыча сырья, изготовление, строительство, эксплуатация (ремонт, реставрация, реконструкция), уничтожение или повторное использование [7].

Добыча сырья.

Известно, что уже на стадии добычи происходит разрушение природных ландшафтов и начинается загрязнение среды. Поэтому при экологической оценке учитывают объем добычи материала, его запасы, количество выбросов или 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%, т.е. объем сырьевых материалов на один метр кубический (1000л) материала составляет лишь 150 л, остальной объем (850л), занимает воздух, замкнутый в закрытых, ячеистых порах. Следовательно, и объем добычи сырья для производства газобетона, значительно меньше, чем у других стеновых материалов.

Транспортировка.

При оценке жизненного цикла материала обязательно учитывается также комплекс нагрузок на окружающую среду и человека при транспортировке сырья. Предпочтение отдается строительным материалам произведенным в непосредственной близости от места до-

бычи для них сырья [5]. 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 не сопряжена со значительной нагрузкой на окружающую среду.

Производство.

На этапе производства строительных материалов необходимо знать, объемы выбросов-загрязнителей в окружающую среду [5]. 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) [10,11].

Строительство.

На этапе проектирования и строительства важно предварительно оценить долговечность здания и строительных материалов, из которых оно будет возведено. Показателем для предпочтительного выбора материалов в строительстве становится его долговечность. Благодаря высокой долговечности материала, нагрузка на окружающую среду на этот период уменьшается. Важно, чтобы долговечность материалов отдельных строительных узлов всегда соответствовала жизненному сроку всего здания. При экологической оценке материала учитывается, возможно ли образование отходов и выбросов в окружающую среду вредных веществ при производстве строительных работ [5]. 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 этапе эксплуатации, экологическая нагрузка в большой мере определена выбором, сделанным на предыдущих этапах, здесь дополнительно необходимо определить эколого-гигиеническую безопасность применяемых строительных материалов и эксплуатационные затраты на уход за материалом для сохранения его

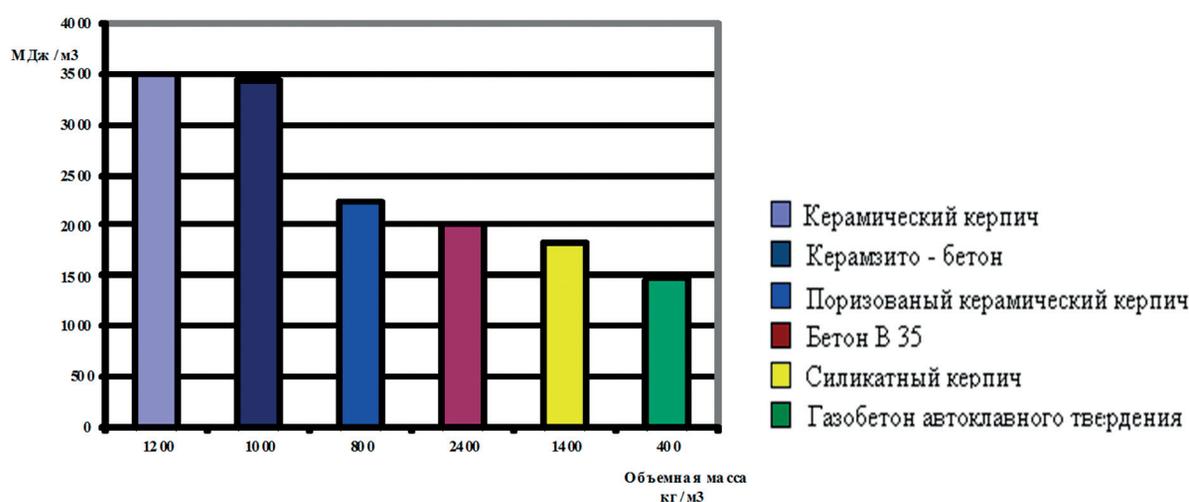


Рис. 1. Энергозатраты при производстве стеновых материалов

свойств [5]. Эколого-гигиеническая характеристика является оценкой наличия или отсутствия вредного воздействия материала на человека, находящегося в здании, в конструкциях которого использован этот материал [2]. Для комплексной эколого-гигиенической оценки материалов необходимо знать весь комплекс отрицательных свойств и их влияние на здоровье человека, то есть его гигиеническую безопасность на всех стадиях жизненного цикла материала, а в данном случае, прежде всего, на стадии его эксплуатации, так как от выбора материала для интерьера зависит не только безопасность жилья, но и его комфорт [2]. Запрет на их использование может быть основан на показателях, характеризующих качество внутренней среды в здании (влажность, шум и т. д.) [5].

Повышение гигиенических требований к строительным материалам, связаны с необходимостью обеспечения максимальной комфортности и безопасности для здоровья человека. Городской житель проводит в помещениях почти 80% своего времени, поэтому экологичность внешней и внутренней среды здания относится к числу факторов, наиболее существенно влияющих на его здоровье. Ученые-гигиенисты пришли к выводу, что многие болезни определяются качеством жилищных условий, так называемые «жилищные болезни». Существует и такое понятие, как синдром больных зданий, причина заболеваний в них является неудовлетворительное влияние внутренней среды помещения на здоровье человека.

Для экологической оценки строительных материалов необходимо знать весь комплекс его свойств и их влияние на здоровье человека, то есть гигиеническую безопасность, на всех стадиях жизненного цикла материала. При возведении зданий и сооружений должны быть использованы такие строительные материалы, которые благоприятны для человека и окружающей среды. Строительный материал можно назвать экологически чистым, если он 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, коэффициент теплопроводности и теплоусвоения, воздухо- и паропроницаемости, электризуемость, радиоактивность и др.), микробиологические (влияние материала на развитие микроорганизмов). Современная тенденция направлена на использование экологически чистых строительных материалов (древесина, солома, камыш, грунт). В этот ряд можно поставить и автоклавный газобетон. Он достаточно прочный, долговечный, обеспечивает минимальные теплотери при эксплуатации, экологически безопасный [2].

Стандарт Евросоюза EN 15251-2006 «Исходные параметры микроклимата помещений ...» понятие «комфортность жилья» определяют через его микроклимат, который характеризуется температурой и влажностью воздуха внутри помещения, кратностью воздухообмена и т.д. Коэффициент паропроницаемости газобетона, в зависимости от средней плотности, составляет 0,1 до 0,23 мг/м·ч·Па, что обеспечивает оптимальный влажностный режим в помещении [1]. В соответствии «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, газобетон отнесен к наиболее безопасному классу М1 [1].

Другая составляющая эколого-гигиенической оценки – радиационно-гигиеническая [3]. Сущность которой состоит в определении суммарной удельной активности естественных радионуклидов (радий Ra-226), торий Th-232, калий K-40), Аэфф. в Бк/кг в строительных материалах. В зависимости от суммарной удельной активности, определяется возможная область применения данного материала. При $A_{эфф} = ARa + 1,3A_{Th} + 0,09AK \leq 370$ Бк/кг; материал разрешен для всех видов строительства; при $A_{эфф} > 370 - 740$ Бк/кг материал можно использовать в промышленном строительстве, где исключено продолжительное пребывание людей и в дорожном строительстве, в том числе в пределах населенных пунктов; при $A_{эфф} > 740 - 1350$ Бк/кг материал можно использовать для изолированных объектов промышленного, хозяйственного и дорожного назначения, эксплуатация которых практически не связана с пребыванием людей [10].

По этому 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 обладают дерево и гипс, у всех остальных стройматериалов он выше: тяжелый бетон и керамзитобетон соответствует второму классу (54–120 Бк/кг), керамический кирпич третьему (120–153 Бк/кг). Если же пересчитать с массы на объем, то квадратный метр газобетонной или деревянной стены имеет радиоактивность менее 2 тыс. Бк, а кирпичной от 10 до 18 тыс. Бк. [1].

В Финляндии принят такой показатель как индекс активности, характеризующей максимально допустимый уровень излучения строительных материалов, чье значение не может быть больше единицы. Значение индекса рассчитывается по формуле

$$I_1 = C_{Th}/200 + C_{Ra}/300 + C_{K}/3000.$$

В формуле делимые это числовые значения активности содержания компонентов, излучающих волны, Бк/кг. У газобетона этот индекс составил 0,5, обычного тяжелого бетона 0,66, керамического кирпича – 0,9 [1].

Наибольшую опасность для здоровья людей в помещениях представляет природный радиоактивный газ – радон, выделяющийся из горных пород оснований зданий и сооружений, а также строительных материалов при радиоактивном распаде. Большая часть облучения исходит от продуктов распада (ДПР) радона, а не от него самого. Имеющиеся прямые данные показывают, что люди, прожившие 20 лет в домах, где концентрация радона достигает 1000 Бк/м³, на 2...3 % чаще заболевают раком легких. Эти цифры нельзя считать незначительными. Доза облучения легких от ДПР определяется величиной эквивалентной равновесной объемной активности радона:

$$C_{Rn(экв)} = 0,104n_{RaA} + 0,514n_{RaB} + ,382n_{RaC}$$

где n_{RaA} , n_{RaB} , n_{RaC} – объемные активности радона и его дочерних продуктов (соответственно RaA, RaB, RaC) в Бк/м³ [1].

Нормируется суммарное содержание радона в воздухе помещений: для новых зданий – не более 100 Бк/м³, для уже эксплуатируемых – не более 200 Бк/м³ [16,17]. 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, оно незначительно влияет на здоровье человека и является типичным для каменных построек [1].

Пожарная опасность строительных материалов определяется следующими пожарно-техническими 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 [1].

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 [1].

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 – далеко не безобиден. Он причина большей части нервных расстройств, головной боли и функциональных расстройств в организме.

Газобетон со средней плотностью 400-600 кг/м³, при толщине стены 0,4-0,5 м, обеспечивает требуемые показатели, предъявляемые нормативными документами к стеновой конструкции.

Коэффициент теплопроводности газобетона, при средней плотности 250-600 кг/м³, 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 [1].

Известно, что жилищный сектор – самый энергоемкий из всех отраслей экономики. Здания потребляют около 40% всей производимой энергии в стране, больше, чем все виды транспорта [6,7,8]. Исследованиями установлено, что здания, стены которых имеют термическое сопротивление 0,5-0,7 м²·К/Вт (панельные дома), теряют

более половины потребляемого тепла, причем треть потерь приходится на стены [4]. 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 [1]. Если рассматривать полный срок жизни здания, то эксплуатация и техническое обслуживание составляют примерно 85% от его общей нагрузки на окружающую среду. Приблизительно 15% приходится на строительство здания, и менее 1% – на его ликвидацию [9,11].

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, 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.

Ранее было отмечено, что экологическая оценка строительных материалов должен 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 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 заполнитель.

Литература:

1. http://professional.ru/Soobschestva/chastnoe_domostroenie/gazobeton_i_ekologiya
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.
3. Банников А.Г. и др. Основы экологии и охрана окружающей среды. М.: Колос, 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
5. Князева В.П., «Экологические аспекты выбора строительных материалов» Методические указания, МАРХИ, Москва, 2010. –23с.
6. Розенфельд А. Г., Хафмейстер Д. Энергоэкономичные здания // В мире науки. 1988. № 6. С. 34–43.
7. Булгаков С.Н. Энергосберегающие технологии вторичной застройки реконструируемых жилых кварталов // АВОК. 1998. № 2. С. 5.
8. Кочегаров А. Д. Повышение эффективности ЖКХ обеспечит его переход к рыночным отношениям // Теплоэнергоэффективные технологии: ИБ. 2002. № 2. С. 11–13.
9. Гиббонс Д., Блэр П., Гуин Х. Стратегия использования энергии // В мире науки. 1989. № 11. С. 76–85.
10. «Нормы радиационной безопасности» НРБ–99.
11. Гертис К. Здания XXI века – здания с нулевым потреблением энергии // Энергосбережение. 2007.- 3.- с. 34-36