

УДК 691.327.3:666.973.6

**Е. М. ВИШТОРСКИЙ**

ГОУ «Луганский национальный аграрный университет»

**О ВОЗМОЖНОСТЯХ СОЗДАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БАЗЫ ДЛЯ  
ВЫПУСКА ЯЧЕЙСТЫХ БЕТОНОВ В ЛУГАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Аннотация.** В статье приведен анализ факторов, влияющих на развитие производства ячеистых бетонов и условия для формирования производственной базы в Луганской области. Представлена сравнительная характеристика производства газобетона в странах СНГ и ЕС. Приведена динамика изменения цен стеновых материалов на конец 2016 г.

**Ключевые слова:** ячеистый бетон, газобетон, пенобетон, шлак, щелочь, энергоэффективность, термическое сопротивление, производственная база.

**АКТУАЛЬНОСТЬ**

На территории Луганской области одной из самых актуальных проблем является вопрос строительства, ремонта и реконструкции жилья. В Донбассе за 2,5 года боевых действий разрушено более 23 тыс. зданий и сооружений. Во время нового строительства ремонта и реконструкции в первую очередь важное внимание уделяют энергоэффективности строительных материалов и изделий. Также одновременно возникают и проблемы энергозатрат уже существующих зданий.

**АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ**

Ячеистые бетоны относятся к искусственным каменным материалам, которые получают вспучиванием с помощью порообразования смеси вяжущего, тонкодисперсного кремнеземистого заполнителя, воды и ускорителя твердения с созданием в процессе твердения ячеистой структуры с равномерно распределенными по объему воздушными порами [1, 2].

Теплотехнические расчеты показывают, что при нормативном значении термического сопротивления ячеистый бетон, кроме дерева, является единственным стеновым материалом из которого могут быть изготовлены конструкционно-теплоизоляционные однослойные наружные стены (таблица 1) [3, 4].

**Таблица 1** – Сравнение толщин наружных стен для обеспечения термического сопротивления, равного  $3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$

Стеновой материал	Средняя плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$	Толщина стены, м
Ячеистый бетон	300	0,31
Ячеистый бетон	400	0,36
Силикатный кирпич	1 850	2,53
Керамический кирпич	1 800	2,31

В настоящее время наиболее производимым видом изделий из ячеистого бетона являются блоки из газобетона и пенобетона. Однако газоблоки постепенно вытесняют пеноблоки благодаря своим существенным преимуществам (таблица 2). Прежде всего к таким преимуществам можно отнести более высокую прочность и точные размеры, позволяющие соединять блоки из газобетона между собой при помощи клеевых составов.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика стеновых блоков из газобетона и пенобетона

№ п/п	Характеристики	Ед. изм.	Газобетон	Пенобетон
1.	Коэффициент теплопроводности	Вт/м·°С	0,10–0,14	0,09–0,38
2.	Плотность	кг/м <sup>3</sup>	300–800	400–1 200
3.	Марка по плотности		D300 – D700	D400 – D1200
4.	Класс прочности бетона при сжатии		B2,5 при D500	B2,5 при D750
5.	Паронепроницаемость	мг/мчПа	0,2	0,2
6.	Водопоглощение	% от массы	20–25	10–16
7.	Морозостойкость		F50-F100	F25
8.	Кладка, толщина кладочного шва	мм	2–3	10
9.	Средняя усадка готовой кладки	мм/м	0,3	2–3
10.	Долговечность	лет	Более 70	Менее 30

Луганская область имеет все необходимые отечественные материалы для производства ячеистых бетонов – вяжущие, заполнители, пенообразователи, химические добавки. Особенно в настоящее время в большой мере возрастает интерес к использованию в производстве ячеистых бетонов промышленных отходов.

Щелочные цементы – это класс вяжущих веществ, которые состоят как минимум из двух компонентов: щелочного и алюмосиликатного компонентов (или кальцийалюминатного), при этом содержание щелочей в перерасчете на  $R_2O$  (где R – Na, K) составляет 5...20 %.

Идея образования щелочных цементов гидратационного твердения базируется на анализе процессов минерало- и порообразования, которые происходят в земной коре и на её поверхности при наличии соединений щелочных металлов. В этом случае соединения натрия и калия играют роль структурообразующих компонентов, способствуя синтезу щелочных алюмосиликатных веществ, подобных по своему составу к существующим в природе цеолитов и фельдшпатоидов [5].

Щелочные цементы – это объединение силикатов системы  $RO - R_2O - R_2O_3 - SiO_2$  (где RO – это CaO, MgO, BaO, SrO и др.) и соединений щелочных металлов, продуктами гидратации которых являются низкоосновные гидросиликаты кальция тоберморитовой группы, щелочные и щелочно-щелочноземельные гидроалюмосиликаты (аналоги природных порообразующих минералов – цеолитов и слюд). Для их производства можно использовать также разные вещества природного, искусственного и техногенного происхождения, в которых соотношение между основными оксидами составляет:  $RO: R_2O: R_2O_3: SiO_2 = (2...4):1:1(2...6)$ .

В состав новообразований щелочных цементов не входят высокоосновные гидросиликаты кальция, гидроалюминаты и гидроферриты кальция, а также свободный  $Ca(OH)_2$ , который имеет высокую растворимость, в сравнении с щелочными и щелочно-земельными гидроалюмосиликатами [2].

## ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

В современных условиях существуют факторы, влияющие на развитие домостроения из ячеистого бетона. К ним относятся:

1. Восстановление жилья.
2. Более низкая стоимость ячеистого бетона, по сравнению со строительством зданий из кирпича и дерева.
3. Высокие теплоизоляционные свойства ячеистого бетона
4. Простота и технологичность в использовании. Ячеистый бетон технологичен, сверлится, пилится.
5. Экологическая чистота.

В Российской Федерации сосредоточено 70 крупных предприятий по производству газобетона. Совокупная мощность всех заводов на конец 2015 г. составила 17,5 млн м<sup>3</sup>/год. В 2015 году в условиях экономического кризиса и санкций рынок производства строительных материалов замедлил темпы роста. Связано это с ростом цен на основные строительные материалы – кирпич, цемент, металл и др. Производится газобетон на зарубежном оборудовании (Wehrhahn, Masa-Henke, WKB) или отечественном (МЕТЕМ) из местных материалов, что дает возможность рассчитывать на получение прибыли. Объем производства пенобетона в строительстве не превышает 1 % от общего использования традиционных строительных материалов [6].

В Луганской области только начинается производство газобетона. В 2016 г. запущено в эксплуатацию новое предприятие. Выпускаемый газобетон марок D-500 и D-600 с максимальной производительностью до 60 м<sup>3</sup> в сутки.

Следующим шагом может стать изготовление ячеистых бетонов с применением отходов промышленности, так как это позволяет решить проблемы экологии в регионе и одновременно снизить стоимость выпускаемой продукции. К таким отходам можно отнести доменный граншлак Алчевского металлургического комбината (на территории АМК находится 5 действующих мест удаления отходов: полигон промышленных отходов, 2 шлаковых отвала, шламонакопитель и шламоотвал). Стахановский ферросплавный завод также обладает значительным количеством отходов шлака.

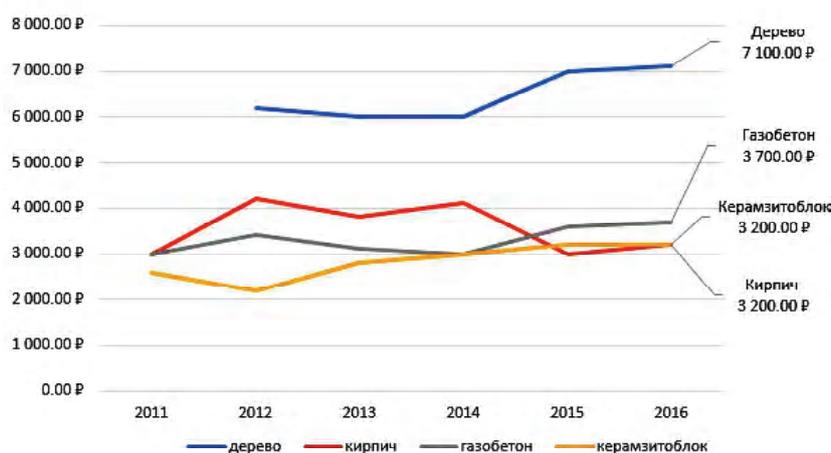
Наибольшее распространения в мире получили шлакощелочные цементы, которые получают смешиванием измельченных гранулированных металлургических шлаков с растворами соединений щелочных металлов (калия, натрия) или общим помолом шлаков с малогигроскопическими соединениями этих металлов.

Для производства шлакощелочных вяжущих применяют доменные и электротермофосфорные гранулированные шлаки, тонкость помола которых характеризуется удельной поверхностью не менее 300 м<sup>2</sup>/кг. Кроме этого, после предварительного испытания можно использовать гранулированные шлаки других производств, например, титанистые, никелевые, ферромарганцевые, ваграночные, мартеновские. Существенным резервом в расширении сырьевой базы шлакощелочных вяжущих могут быть шлаки, которые в настоящее время не используются в цементной промышленности или используются частично. К ним в первую очередь можно отнести сталеплавильные шлаки. В основном сталеплавильные шлаки вывозят в шлаковые отвалы, а затем используют в виде щебня и песка для производства тяжелых высокопрочных бетонов в строительстве дорог. В цементной промышленности эти шлаки практически не применяются, за исключением сталерафинированных (производство напрягающего цемента взамен дорогостоящего глиноземистого) (табл. 3).

**Таблица 3** – Сравнительный объем производства газобетона, м<sup>3</sup>, в странах СНГ и ЕС на 1 тыс. человек

Страны	Объем производства, м <sup>3</sup> на 1 тыс. чел
Россия	79
Украина	53
Беларусь	320
Казахстан	45
ЕС	180–220
Луганская область (проектная мощность)	17,6

Если сравнивать динамику изменения цен стеновых материалов на конец 2016 г. (рисунок), то стоимость газобетона существенно не изменилась в цене с учетом того, что его производство выросло в 10 раз за последние годы в странах СНГ, а общий объем роста строительства вырос 2,5 раза. Связано это с тем, что газобетон вытесняет другие стеновые материалы.



**Рисунок** – Динамика изменения цен стеновых материалов на конец 2016 г.

## ВЫВОДЫ

Выпуск и применение ячеистых бетонов, как показывает мировой опыт, будет несомненно увеличиваться, а существующая высокая рентабельность привлекает всё большее число производителей строительных материалов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баженов, Ю. М. Технология бетонов [Текст] / Юрий Михайлович Баженов. – Москва : АСВ, 2002. – 500 с.
2. Rathi, Sweta O. AAC Block – A New Eco-friendly Material for Construction [Текст] / Sweta O. Rathi, P. V. Khandve // International Journal of Advance Engineering and Research Development. – 2015. – Volume 2, Issue 4. – P. 410–414.
3. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель [Текст]. – На заміну СНиП II-3-79 ; чинні від 2007-04-01. – К. : Мінбуд України, 2006. – 70 с.
4. Назарова, А. В. Шлакощелочные пенобетоны с повышенными технико-экономическими показателями [Текст] / Антонина Васильевна Назарова // ЛНАУ. – 2009. – № 3. – С. 265–269.
5. Кривенко, П. В. Специальные шлакощелочные цементы [Текст] / Павел Васильевич Кривенко. – Киев : Будівельник, 1992. – 192 с.
6. Вишневский, А. А. Основные тенденции развития производства автоклавного газобетона в России [Текст] / А. А. Вишневский, Г. И. Гринфельд // Современный автоклавный газобетон : сборник докладов науч.-практ. конференции. Санкт-Петербург, 9–11 сентября 2015 г. / Под редакцией научно-технического совета Национальной ассоциации производителей автоклавного газобетона. – СПб. : [б. и.], 2015. – С. 8–13.

Получено 16.12.2016

### Є. М. ВИШТОРСЬКИЙ ПРО МОЖЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ВИРОБНИЧОЇ БАЗИ ДЛЯ ВИПУСКУ НІЗДРЮВАТИХ БЕТОНІВ В ЛУГАНСЬКІЙ ОБЛАСТІ ДОУ «Луганський національний аграрний університет»

**Анотація.** У статті наведено аналіз чинників, що впливають на розвиток виробництва ніздрюватих бетонів та умови для формування виробничої бази в Луганській області. Дано порівняльну характеристику виробництва газобетону в країнах СНД і ЄС. Наведено динаміку зміни цін стінових матеріалів на кінець 2016 р.

**Ключові слова:** ніздрюватий бетон, газобетон, пінобетон, шлак, луг, енергоефективність, термічний опір, виробнича база.

### EVGENIY VISHTORSKIY THE POSSIBILITY OF ESTABLISHING OF PRODUCTION BASE FOR CELLULAR CONCRETE PRODUCTION IN LUGANSK REGION SEI «Lugansk National Agrarian University»

**Abstract.** The article shows an analysis of the factors influencing on the development of the production of cellular concrete and the conditions for the formation of industrial base in Lugansk region. The comparative characteristic of the production of aerated concrete in AIS and EU countries has been presented. The dynamics of price changes of wall materials at the end of 2016 has been suggested.

**Key words:** cellular concrete, aerated concrete, foam concrete, slag, alkali, energy efficiency, thermal resistance, the production base.

**Вишторский Евгений Михайлович** – аспирант кафедры строительных конструкций ГОУ «Луганский национальный аграрный университет». Научные интересы: исследования местных промышленных отходов с целью использования их в производстве ячеистых бетонов, отвечающих современным требованиям.

**Вишторський Євген Михайлович** – аспірант кафедри будівельних конструкцій ДОУ «Луганський національний аграрний університет». Наукові інтереси: дослідження місцевих промислових відходів з метою використання їх у виробництві ніздрюватих бетонів, що відповідають сучасним вимогам.

**Vishtorskiy Evgeniy** – post-graduate student, Building Constructions Department, SEI «Lugansk National Agrarian University». Scientific interests: research local industrial waste in order to use them in the production of cellular concrete in compliance with modern requirements.