

2. Устарханов О.М., Алибеков М.С., Устарханов Т.О.// Напряженно-деформированное состояние трехслойной балки с сотовым наполнителем пирамидальной формы при статическом нагружении// Вестник Дагестанского государственного технического университета. Махачкала №28(1) 2013, 94 стр.

УДК 691.32

Муртазаев С-А.Ю., Сайдумов М.С., Хаджиев М.Р., Хадисов В.Х.

ЯЧЕИСТЫЙ КЕРАМОПЕНОБЕТОН НА ОСНОВЕ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ ИЗ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ

Murtazaev S-A.Y., Saydumov M.S., Hadgiev M.R., Hadisov V.H.

FOAM CONCRETE ON THE BASIS FILLERS FROM RECYCLED MATERIALS

Работа посвящена актуальной проблеме утилизации отсевов дробления кирпичного боя и производственного брака кирпича с использованием его в качестве мелкого заполнителя в ячеистых керамопенобетонных изделиях.

В статье приведены результаты анализа экологической обстановки региона и результаты исследования отходов дробления кирпичного боя для повышения эффективности использования данного продукта в технологии ячеисто-бетонных изделий. Проведены сравнительные исследования традиционных ячеистых газо- и пенобетонов и предлагаемых керамопенобетонов на основе вторичного заполнителя.

Ключевые слова: *отходы разборки зданий и сооружений, бетонный лом, утилизация отходов, вторичный заполнитель, ячеистый бетон, керамопенобетон, газобетон, пенобетон, сравнительные исследования, свойства керамопенобетона, экономический эффект.*

The paper is devoted to the actual problem recycling crushing screenings brick battle and workmanship bricks using it as a fine aggregate in cellular foam concrete products.

The paper presents the analysis of the environmental situation of the region and the results of a study of waste crushing brick fight to improve the utilization of the product technology in cellular-concrete products. A comparative study of traditional cellular gas concretes and foam concretes and concretes based on recycled sand.

Key words: *waste dismantling of buildings and structures, concrete scrap, recycling of waste, secondary placeholder, cellular concrete, aerated concrete, foam concrete, comparative studies, properties of foam concrete, economic effect*

Строительство является одной из наиболее развитых отраслей, которая постоянно меняет тенденции и приоритеты. В настоящее время предпочтение отдается простым строительным материалам, которые являются и энергоэффективными, и экологичными [1]. К таким материалам относятся ячеистые бетоны – пено- и газобетоны (рис. 1).

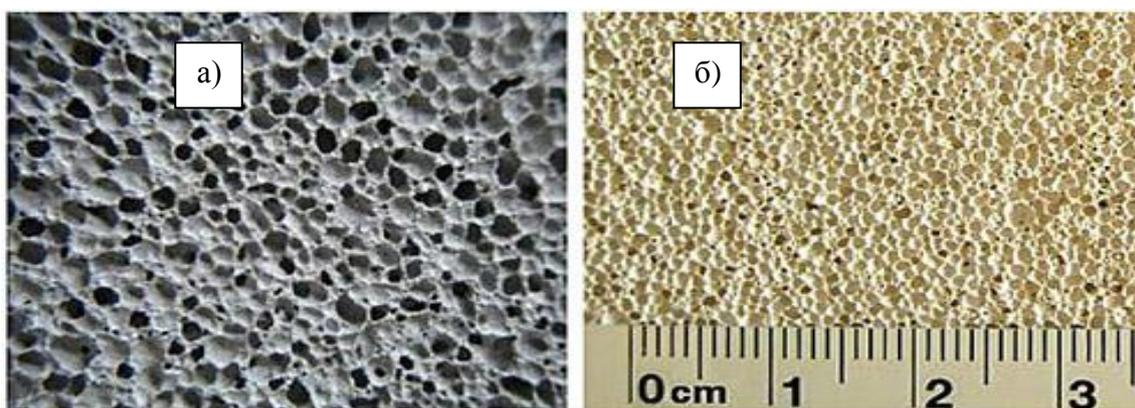


Рисунок 1 - Структура ячеистого бетона: а – пенобетон; б – газобетон

Ячеистый бетон является одним из наиболее популярных строительных материалов, который известен как хороший утеплитель, и в то же время, удобный конструктивный элемент для строительства невысоких зданий. Является экологически чистым, не содержащим вредных, химических веществ, материалом.

Высокую эффективность ячеистых бетонов подтверждается также массовым его выпуском во всем мире. В конце XX века во всем мире годовой объем производства ячеисто-бетонных изделий находился в пределах 40-45 млн. м³ [2]. Основной объем производства приходится на заводы, работающие по технологиям фирм «Хебель», «Итонг», «Верхан», «Мазахенке» Германии, «Сипорекс» Швеции и Финляндии, «Дюрокс-Калсилос» Нидерланды, «Селкон» Дании и Великобритании и др. В 45 странах мира (без учета стран СНГ) работают более 200 заводов ячеистого бетона. Наиболее распространенные предприятия вышеперечисленных фирм имеют годовую производительность около 200 тыс. м³.

Таким образом, повышение эффективности производства ячеистого бетона в нашей стране, разработка технологии его производства с использованием техногенного и природного некондиционного местного сырья, снижение себестоимости производства ячеисто-бетонных изделий является актуальным направлением современного строительного материаловедения и строительной индустрии.

Такой подход к решению данной проблемы с комплексным использованием техногенного и некондиционного сырья для получения эффективных строительных материалов, особенно стеновых, диктуются также и общепринятыми во всем мире экологическими требованиями [3,4].

Темпы роста объема отходов строительства и сноса зданий и сооружений в нашей стране составляют 25 % в год при ежегодном их образовании более 17 млн. тонн [5]. Соотношение между кирпичным боем и бетонным ломом в образующихся отходах строительства и сноса зданий составляет примерно 40:60 %.

Из всего многотоннажного объема твердых отходов, имеющих в отходах в России, ежегодно вторично используется лишь 25-30 % от общего объема их ежегодного образования.

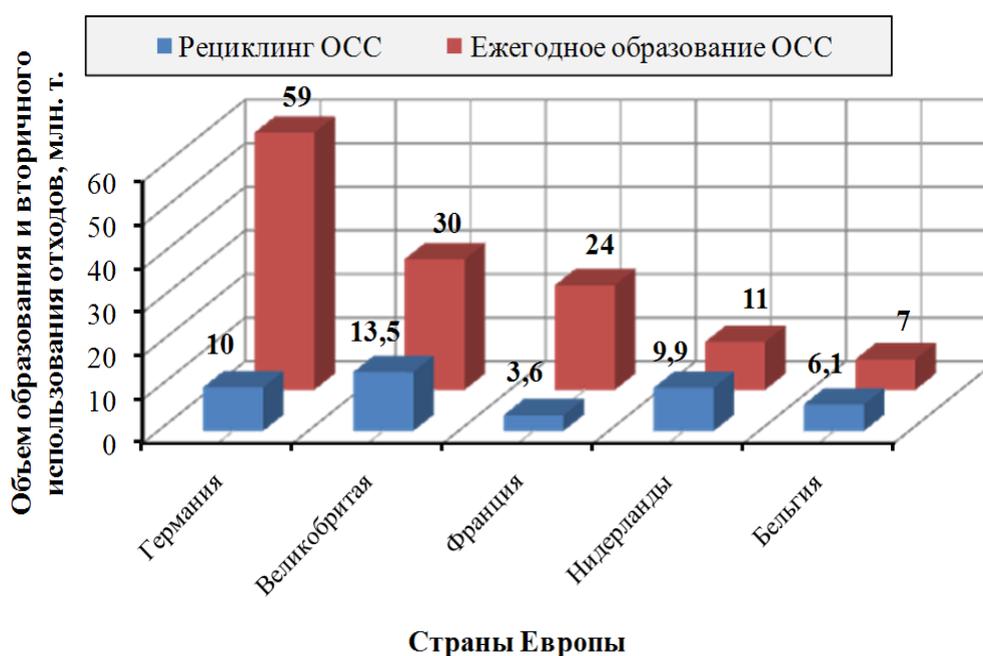


Рисунок 2 - Объемы образований и рециклинга отходов строительства и сноса (ОСС) в европейских странах

Кирпичный бой, лом бетона, железобетона и асфальтобетона используется в нашей стране крайне мало. По оценке А.Н. Протопопова [6], в России за год из лома бетона и железобетона и кирпичного боя выпускается лишь около 500 тыс. м³ щебня и дробленого песка. В европейских странах – десятки миллионов (рис. 2), в США – более 100 миллионов. Этот вид деятельности считается прибыльным.

Для изучения возможности вторичного применения отходов строительства и сноса кирпичных зданий и производственного брака керамических заводов в технологии строительных стеновых материалов и изделий в научно-техническом центре коллективного пользования «Современные строительные материалы и технологии» Грозненского государственного нефтяного технического университета проводятся экспериментальные исследования, решаются следующие задачи:

- определение влияния режима и вида дробления керамического кирпичного боя (ККБ) на характер формы зерен получаемого вторичного мелкого и крупного заполнителя;
- изучение основных свойств продукта дробления;
- изучение кинетики набора прочностных характеристик легкого бетона и его твердения.

Изучением способа дробления твердых строительных отходов (кирпичный бой, бетонный лом и др.) установлено, что дробилки, работающие по принципу сжатия породы (например, щековая дробилка), дают вторичный заполнитель с большим числом зерен пластинчатой и игловатой формы, а дробилки ударного действия (например, молотковая дробилка) — значительно меньшим. Данные результаты согласовываются с результатами авторов работы [7].

В результате дробления указанного техногенного сырья и его отсева получают вторичный заполнитель следующих фракций (рис. 3):

- песок из ККБ фракции 0-5 мм;
- щебень из ККБ фракций 5-10 мм; 5-20 мм; 10-20 мм и 20-40 мм.



Рисунок 3 - Дробление кирпичного боя для вторичного использования его в бетоне: а – щебень из ККБ; б – песок из ККБ

Вторичный крупный заполнитель применяют в технологии легких керамобетонов, являющихся альтернативой современным керамзито- и аглопоритобетонам [8,9].

Особенностью вторичного заполнителя из кирпичного боя, как показали исследования, является то, что, он имеет ту же структуру, что и исходный материал – кирпич, обладающей своей проектной прочностью и стойкостью, имеет пористую структуру, что повышает эффективность получения легких бетонов на их основе. При этом, входя в состав бетонных смесей в качестве заполнителя, он создает в бетоне жесткий скелет, воспринимает усадочные напряжения и уменьшает усадку.

Использование кирпичного боя в легких бетонах, вместо керамзита, позволяет снизить его себестоимость на 30-35 %.

Однако мелкий заполнитель из ККБ в настоящее время залеживается на территории дробильно-сортировочного цеха из-за запыленности его состава мелкими пылевидными частицами «каменной муки», которые достигают в их составах более 25-30 % по массе.

По результатам литературного обзора рассматриваемой научной проблемы и предварительных лабораторных испытаний авторами установлено, что одним из наиболее рациональных способов использования мелкого песка с повышенным содержанием пылевидной фракции менее 0,16 мм является использование его в технологии стенового ячеистого керамопенобетона.

В экспериментальных исследованиях для приготовления керамопенобетона в качестве вяжущего использовался бездобавочный портландцемент марки ЦЕМ I 42,5 Н с Чири-Юртовского цементного завода Чеченской Республики (табл. 1).

Таблица 1 - Характеристика портландцемента с Чири-Юртовского цементного завода

Завод-изготовитель и марка	Удельная поверхность, м ² /кг	Нормальная плотность, %	Плотность, кг/м ³	Сроки схватывания, час. - мин.		Активность, МПа, 28 сут, при	
				начало	конец	сжатия	изгиба
Чири-Юртовский ПЦ 500 ДО	330	25	3100	2-15	3-40	52,6	6,2

Мелкий заполнитель применялся после фракционирования кирпичного песка по граничному зерну 2,5 мм на крупный и мелкий пески (табл. 2).

Таблица 2 - Гранулометрический состав фракционированного песка из ККБ

Наименование сырья для отсева	Остатки на ситах, % по массе					Проход через сито № 0,16, % по массе	Содержание пыл. и глин. частиц, % по массе	Модуль крупности Мк
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16			
	частный / полный	частный / полный	частный / полный	частный / полный	частный / полный			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Керамический кирпичный бой	0 / 0	9,4 / 9,4	12,4 / 21,8	29,7 / 51,5	27,5 / 79,0	21	-	1,6

В качестве порообразователя использовался синтетический пенообразователь «Пионер-Био» для получения пенобетона классическим способом с пеногенератором (табл. 3).

Таблица 3 - Качественные показатели пенообразователя «Пионер-Био»

№ п.п.	Наименование показателя	Показатель
1	Внешний вид при 20-25 °С	Однородная темно-коричневая жидкость
2	Содержание нелетучих соединений при 105 °С, %	30,2
3	Плотность при 20-25 °С, кг/м ³	1130-1180
4	Кратность пены рабочего раствора с объемной долей пенообразователя 3 %, не более	7,0
5	Водородный показатель рН	7,0-9,0
6	Устойчивость пены в технологической среде	Выдерживает испытания по ТУ 2481-010-11084661-2007

С целью получения сравнительных характеристик традиционных ячеистых бетонов и предлагаемых керамопенобетонов была изготовлена опытная партия керамопенобетонных блоков на технологической линии ООО «Элитстрой» г. Грозный (рис. 4) из бетонного смеси следующего состава:

Цемент, кг 270
 Песок из ККБ, кг 150
 Пенообразователь, л 50
 Синтетическое фиброволокно, г 200
 Вода, л 100

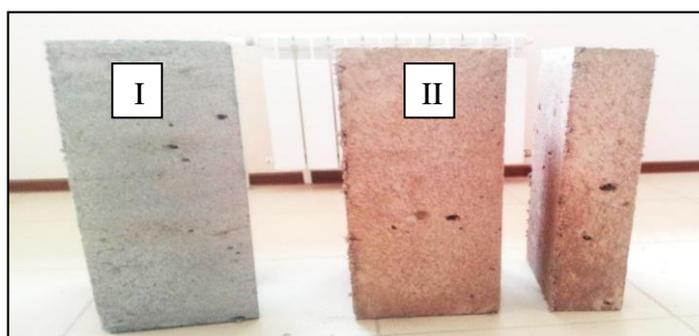


Рисунок 4 – Ячеисто-бетонные блоки: I – из традиционного пенобетона; II – из предлагаемого керамопенобетона

Лабораторные образцы необходимых размеров были получены выπιиванием из готовых ячеисто-бетонных блоков.

Результаты испытаний полученных образцов керамопенобетона с использованием мелкого песка из ККБ представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Сравнение характеристик керамопенобетона, газобетона и пенобетона

№ п.п.	Наименование показателя	Вид ячеистого бетона		
		керамопенобетон	газобетон	пенобетон
1.	Плотность, кг/м ³	721	713	725
2.	Марки по плотности	D700	D700	D700
3.	Действительная прочность, МПа	2,1	2,6	2,3
4.	Класс по прочности на сжатие	B1,5	B1,5	B1,5
5.	Усадка при высыхании, мм/м	Не более 3,0	3,0	2,0
6.	Пористость, %	59	65	56
7.	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	0,20	0,14	0,19
8.	Марка по морозостойкости(циклы)	F25 (30)	F25 (26)	F25 (29)
9.	Себестоимость 1-го блока размером 200x200x600 мм, руб	50	65	70
10.	Вид бетона	Конструкционно-теплоизоляционный		

Анализ полученных результатов показал, что использование мелкодисперсных песков из ККБ позволяет получать неавтоклавный керамопенобетон класса по прочности B1,5 с плотностью около 700 кг/м³.

Полученный керамопенобетон по показателям прочности, плотности и морозостойкости полностью отвечает требованиям ГОСТ 25485-89 «Бетоны ячеистые. Технические условия» и пригоден для изготовления на их основе конструкционно-теплоизоляционных элементов здания.

По показателям теплопроводности, которые не превышают более 0,2 Вт/(м·°С), полученные керамопенобетоны с использованием мелких песков из ККБ можно сравнить с любыми зарубежными или отечественными аналогами на природном высококачественном сырье.

Таким образом, разработан состав керамопенобетона естественного неавтоклавного твердения, являющегося разновидностью ячеистого бетона, который производится на основе цемента, керамического песка из от-

сева дробления кирпичного боя и воды с вовлечением в эту смесь пузырьков воздуха при помощи пенообразователя.

Экспериментально доказано, что использование керамического песка из кирпичного боя для изготовления строительных изделий имеет важное народнохозяйственное значение, как с точки зрения экономии ресурсов, так и с точки зрения утилизации отходов для обеспечения экологической безопасности региона.

Кроме того, эффективность производства керамопенобетонов на основе песка из ККБ обусловлена меньшей себестоимостью (до 29 %) по сравнению с традиционными ячеисто-бетонными изделиями.

Библиографический список:

1. Шахтамиров, И.Я. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Чеченской Республики в 2010 г. / И.Я. Шахтамиров. - Грозный. – 2011. – 181 с.
2. Сажнев, Н., Шелег, Н. Производство, свойства и применение ячеистого бетона автоклавного твердения // Строительные материалы, 2014. -№3. – С.2-6.
3. Чернышев, Е.М. Фундаментальные и природные прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли РФ в 2002 г. //В 2 :сб. научн. тр. РААСН // Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2008. –Т 2.- С.154-179.
4. Максаковский, В.П. Географическая картина мира // В 2 кн. – Кн. II: Общая характеристика мира. - М.: Дрофа, 2007.-480 с.
5. Дворкин, Л.И. Строительные материалы из отходов промышленности: учебно-справочное пособие /Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. –368 с.
6. Буткевич, Г.Р. Нужно увеличивать производственную мощность карьеров. //Технологии строительства. – 2007. - № 7 (55). - С.146-147.
7. Ицкович, С.М. и др. Технология заполнителей бетона /С.М. Ицкович, Л.Д. Чумаков, Ю.М. Баженов. — М.: Высш. шк., 1991. –С.100.
8. Береговой, В.А. Эффективные пенокерамобетоны общестроительного и специального назначения: дис. ... докт. техн. наук /В.А. Береговой. – Пенза: - 2012. – 341 с.
9. Хадисов, В.Х. Легкие бетоны с использованием керамического кирпичного боя и производственного брака / В.Х. Хадисов, М.С. Сайдумов // Проблемы инновационного биосферно-совместимого социально-экономического развития в строительном, жилищно-коммунальном и дорожном комплексах: материалы 3-й междунар. науч.-практ. конф. (9-10 апреля 2013 г. Брянск) в 2-х томах. Т.1/ Брян. гос. инженер.-технол. акад.; ред.кол.: А.В. Алексейцев, Н.П. Лукутцова, В.С. Янченко, М.А. Сенющенков - Брянск, 2013. - С.189-194.