

УДК 693.552

Т. П. КИЦЕНКО, Д. С. ОМЕЛЬЯНОВИЧ

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРУПНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ ИЗ БЕТОННОГО ЛОМА В ТЯЖЕЛЫХ БЕТОНАХ

Аннотация. Приведены результаты исследований по использованию в строительстве лома тяжелых бетонов. Определены основные показатели качества щебня, полученного путем дробления лома бетонов. Установлено, что показатели полученного щебня из бетонного лома удовлетворяют требованиям нормативных документов и позволяют использовать техногенный бетон повторно. Исследованы свойства тяжелых бетонов с различным содержанием бетонного лома в качестве крупного заполнителя. Заполнитель из бетонного лома можно использовать в бетонах до класса В22,5 (согласно марке по дробимости М600), до 60 % заменяя природные минеральные материалы вторичным сырьем. Показано, что введение бетонного лома позволяет получать бетоны, свойства которых соизмеримы с традиционным бетонам с использованием гранитного щебня. Применение лома тяжелого бетона позволит перейти на практически безотходную технологию производства железобетонных конструкций.

Ключевые слова: бетон, лом тяжелого бетона, щебень, вторичный заполнитель, дробление, прочность.

ВВЕДЕНИЕ

Бережное и рациональное использование природных ресурсов в настоящее время приобретает особое значение. Решение этой актуальной народнохозяйственной проблемы предполагает разработку эффективных безотходных технологий за счет комплексного использования сырья, что одновременно приводит и к ликвидации огромного экологического ущерба, оказываемого «кладбищами» отходов. Само понятие «отходы производства и потребления» для многих материальных продуктов становится условным. Они превращаются в ценное, порой даже дефицитное сырье.

В то же время многие отходы промышленности и городского хозяйства, представляющие большой практический интерес, остаются недостаточно востребованными по разным причинам. В этом плане обоснование возможных направлений применения отходов и достигаемого при этом эффекта имеет важное значение.

Для уменьшения влияния отходов строительной индустрии на окружающую среду определены области, в которых целесообразно использовать материал повторно. Одним из направлений является применение лома бетона в качестве заполнителя цементобетонных смесей [1, 2].

Литературный обзор экспериментальных данных по применению вторичного щебня из дробленого бетона в цементобетонных композициях свидетельствует о неоднозначности, а чаще всего об ухудшении свойств таких бетонов. Это напрямую связано с низкими характеристиками, прежде всего прочностью вторичного щебня. Причина низкой прочности вторичного щебня, получаемого по традиционной технологии, – содержание в его составе значительного объема цементного камня, который имеет прочность в два-три раза ниже, чем крупный заполнитель. В то же время известно, что многостадийное дробление позволяет повысить характеристики заполнителя, однако приводит к образованию большого объема мелких фракций, состоящих преимущественно из частиц цементного камня [3]. Использование бетонного лома после многостадийного дробления позволяет значительно повысить свойства бетонов [1, 2, 4].

Целью исследований является определение свойств широко распространенных тяжелых бетонов класса В15 с различным количеством введенного бетонного лома взамен гранитного щебня.

Для проведения экспериментальной части исследования были отобраны бетонные изделия, находившиеся под влиянием окружающей среды от 5 до 10 лет.

После визуального осмотра и исключения изделий, содержащих шлаковые составляющие, отобранные образцы были разрушены на гидравлическом прессе до фракции 70...140 мм.

По результатам литературного обзора для получения щебня бетонного лома принято трехстадийное дробление. Это позволяет минимизировать содержание цементного камня на поверхности зерен щебня. Дробление проводилось в стационарной щековой дробилке. Полученный материал был просеян на стандартном наборе сит для отделения необходимой щебеночной фракции и отсева дробления – мелкозернистой фракции.

По зерновому составу крупный заполнитель из лома бетонов вполне соответствует требованиям, предъявляемым к крупному заполнителю, и характеризуется следующими свойствами:

- марка по дробимости – М600;
- содержание пылевидных частиц – 2,2 %;
- содержание зерен пластинчатой и игловатой формы – 16 % по массе;
- влажность – 0,3 %.

Таким образом установлено, что показатели качества полученного щебня из бетонного лома удовлетворяют требованиям нормативных документов [5]. Это позволяет использовать материал вторично [6].

Для исследований принят тяжелый бетон класса В15 (М200), состав которого был рассчитан методом абсолютных объемов, предложенным проф. Б. Г. Скрамгаевым [7]. Состав бетона приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Расход компонентов на 1 м³ для изготовления тяжелого бетона класса В15

№	Наименование материала	Ед. изм.	Расход на 1 м ³
1	Цемент М500	кг	288
2	Щебень	кг	1 262
3	Песок	кг	626
4	Вода	л	171
5	Добавка С-3	кг	2,88

В ходе расчетов принято решение для определения влияния количества введенного лома взамен гранитного щебня на свойства тяжелого бетона использовать составы, где вторичный заполнитель заменяет одну (2-ой состав по табл. 2) и две трети (3-ий состав по табл. 2) части щебня. Параметры составов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Расчетные характеристики составов

№ состава	Содержание лома от массы щебня, %	Средняя плотность, кг/м ³		Плотность бетонной смеси, кг/м ³	Коэффициент выхода бетонной смеси, β
		Щебня	Лома (фр. 5–20)		
1 (контрольный)	0	1 262	–	2 350	0,66
2	30	883,4	305	2 335	0,67
3	60	504,8	609,84	2 300	0,68

Приготовление бетонных смесей проводилось вручную в лабораторных условиях. Показатели качества готовых бетонных смесей приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели качества бетонных смесей

№	Показатели качества бетонной смеси	Номер состава, табл. 2		
		1	2	3
1	Осадка конуса, мм	19	20	22
2	Диаметр расплыва, мм	102	104	110

Формование образцов выполнено в стандартных металлических разборных формах с размером ребра 7,07×7,07×7,07. Уплотнение образцов выполнено на стандартной лабораторной виброплощадке. Образцы твердели как в нормальных условиях 7 и 28 суток, так и подвергались пропариванию при температуре 85±2 °С и относительной влажности 95 %. Физико-механические испытания бетонов выполнены по стандартным методикам. Результаты испытаний приведены в табл. 4.

Таблица 4 – Физико-механические свойства бетонов

Номер составов (табл. 2)	Условия твердения	Средняя плотность, кг/м ³	Прочность при сжатии, МПа
1	7 суток при нормальных условиях	2 380	25,3
	28 суток при нормальных условиях	2 345	34,6
	Пропаривание	2 334	35,4
2	7 суток при нормальных условиях	2 360	24,8
	28 суток при нормальных условиях	2 336	34,0
	Пропаривание	2 331	32,1
3	7 суток при нормальных условиях	2 338	20,2
	28 суток при нормальных условиях	2 313	29,9
	Пропаривание	2 304	28,4

Анализ результатов свидетельствует, что введение бетонного лома трехстадийного дробления взамен гранитного щебня в состав тяжелого бетона незначительно снижает его прочность. Увеличение содержания бетонного лома приводит к потере прочности при сжатии до 15 %. Характер набора прочности в зависимости от условий твердения аналогичен для всех составов. В целом прочностные показатели бетонов показывают, что введение бетонного лома позволяет получать бетоны свойства которых соизмеримы с традиционными бетонами с использованием гранитного щебня.

ВЫВОДЫ

Установлено, что показатели качества, полученные в результате трехстадийного дробления щебня из бетонного лома, удовлетворяют требованиям нормативных документов и позволяют использовать этот материал вторично. Исследованы свойства тяжелых бетонов с различным содержанием бетонного лома в качестве крупного заполнителя. Показано, что введение бетонного лома позволяет получать бетоны, свойства которых не уступают традиционным бетонам с использованием гранитного щебня.

Заполнитель из бетонного лома можно использовать в бетонах до класса В22,5 (согласно марке по дробимости М600), до 60 % заменяя природные минеральные материалы вторичным сырьем. Применение лома тяжелого бетона позволяет перейти на практически безотходную технологию производства железобетонных конструкций, так как основную часть бетонного камня составляет крупный заполнитель.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дворкин, Л. И. Строительные материалы из отходов промышленности [Текст] : учебно-справочное пособие / Л. И. Дворкин, О. Л. Дворкин. – Ростов н/Д : Феникс, 2007. – 368 с.
2. Гусев, Б. В. Вторичное использование бетонов [Текст] / Б. В. Гусев, В. А. Загурский. – М. : Стройиздат, 1988. – 96 с.
3. Коровкин, М. О. Использование дробленого бетонного лома в качестве заполнителя для самоуплотняющегося бетона [Электронный ресурс] / М. О. Коровкин, А. И. Шестернин, Н. А. Ерошкина // Инженерный вестник Дона. – 2015. – № 3. – Режим доступа : http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_31_Korovkin.pdf_26679ca420.pdf.
4. Recycled Concrete Aggregates: A Review [Электронный ресурс] // International Journal of Concrete Structures and Materials, 2013. – Режим доступа : <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs40069-013-0032-5>.
5. ГОСТ 32495-2013. Щебень, песок и песчано-щебеночные смеси из дробленого бетона и железобетона. Технические условия [Текст] / Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-исследовательский и проектно-изыскательский институт по проблемам добычи, транспорта и переработки минерального сырья в промышленности строительных материалов» (ФГУП «ВНИИИИСтромсырье») ; введ. 2015-01-01. – М. : Стандартинформ, 2014. – 9 с.

6. Рекомендации по переработке и использованию отходов предприятий сборного железобетона [Текст]. – М. : НИИЖБ Госстроя СССР, 1987. – 18 с.
7. Баженов, Ю. М. Технология бетона [Текст] : учебное пособие для технологических специальностей строительных вузов ; 2-е изд., перераб. – М. : Высш. шк., 1987. – 415 с.

Получена 18.12.2019

Т. П. КИЦЕНКО, Д. С. ОМЕЛ'ЯНОВИЧ
ВИКОРИСТАННЯ КРУПНОГО ЗАПОВНЮВАЧА З БЕТОННОГО БРУХТУ У
ВАЖКИХ БЕТОНАХ
ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Наведено результати досліджень щодо використання у будівництві брухту важких бетонів. Визначено основні показники якості щебеню, отриманого шляхом дроблення брухту бетонів. Встановлено, що показники отриманого щебеню з бетонного брухту задовольняють вимогам нормативних документів і дозволяють використовувати техногенний бетон повторно. Досліджено властивості важких бетонів з різним вмістом бетонного брухту в якості крупного заповнювача. Заповнювач з бетонного брухту можна використовувати в бетонах до класу В22, 5 (згідно з маркою по дробимості М600), до 60 % замінюючи природні мінеральні матеріали вторинними. Показано, що введення бетонного брухту дозволяє отримувати бетони, властивості яких співмірні з традиційним бетонам з використанням гранітного щебеню. Застосування брухту важкого бетону дозволить перейти на практично безвідходну технологію виробництва залізобетонних конструкцій.

Ключові слова: бетон, брухт важкого бетону, щебень, вторинний заповнювач, дроблення, міцність.

TATYANA KITSENKO, DARIA OMELYANOVICH
USE OF LARGE AGGREGATE FROM CONCRETE SCRAP IN HEAVY
CONCRETE

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The results of studies on the use of heavy concrete scrap in construction are presented. The main indicators of quality of crushed stone received by crushing of scrap of concretes are defined. It is established that the indicators of the received crushed stone from concrete scrap satisfy the requirements of normative documents and allow to use technogenic concrete repeatedly. The properties of heavy concretes with different content of concrete scrap as a large aggregate are investigated. Concrete scrap aggregate can be used in concrete of class В22, 5 (in accordance with the М600 grade for crushing capacity), up to 60% replacing natural mineral materials with secondary ones. It is shown that the introduction of concrete scrap makes it possible to obtain concretes whose properties are comparable to traditional concretes using granite rubble. The use of heavy concrete scrap will allow you to switch to a virtually waste-free technology for the production of reinforced concrete structures.

Key words: concrete, heavy concrete scrap, crushed stone, secondary aggregate, crushing, strength.

Киценко Татьяна Петровна – кандидат технических наук, доцент кафедры технологий строительных конструкций, изделий и материалов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: огнеупорные вяжущие и бетоны.

Омелянович Дарья Сергеевна – студентка ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: использование лома бетона в строительстве.

Киценко Тетяна Петрівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри технологій будівельних конструкцій, виробів і матеріалів ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: вогнетривкі в'язучі та бетони.

Омел'янович Дар'я Сергіївна – студентка ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: використання брухту бетону в будівництві.

Kitsenko Tatyana – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technologies of Building Constructions, Products and Materials Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: refractory binders and concretes.

Omelyanovich Daria – student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: use of concrete scrap in construction.