

УДК 666.972.1.002.8

**С. И. ЧУРСИН, Е. А. ЛОБЗАНОВ**

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

**БЕТОНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗАПОЛНИТЕЛЯ ИЗ ЛОМА БЕТОНА**

**Аннотация.** Дан краткий анализ результатов исследований свойств бетонов на основе заполнителя из бетонного лома. Определены основные факторы влияния вторичного щебня на свойства бетонной смеси и прочность бетона. Исследованы бетоны с использованием крупного заполнителя из бетонного лома. Показана эффективность переработки и использования лома бетона с целью получения вторичного заполнителя, который не уступает по своим свойствам природному щебню из гранита.

**Ключевые слова:** бетонный лом, вторичный заполнитель, составы бетонов, пластификатор, удобоукладываемость бетонной смеси, прочность бетона.

**ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

В настоящее время есть все основания говорить о проблеме переработки и рационального использования вторичных сырьевых ресурсов, так называемого бетонного лома, количество которого исчисляется десятками млн тонн.

Переработка и повторное использование бетонного лома позволит решить сразу несколько проблем, таких как экономия природных ресурсов, уменьшение площадей для хранения отходов, снижение нагрузки на окружающую среду.

В связи с этим эффективное использование бетонного лома в качестве мелкого и крупного заполнителей для бетона дает широкие возможности в создании новых технологий для переработки отходов с последующим их потреблением.

Анализ экспериментальных данных свидетельствует о неоднозначности технологических и эксплуатационных свойств бетонов, полученных с использованием вторичного щебня из дробленого бетона. Однако актуальность и эффективность использования щебня из лома бетона в качестве заполнителей не вызывает сомнения.

**АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ**

Как известно, тяжелый бетон и железобетон в виде некондиционных изделий и конструкций, безусловно, является эффективным сырьевым ресурсом и подлежит переработке с целью получения крупного и мелкого заполнителей для тех же бетонов и железобетонных конструкций. К этой категории могут быть отнесены и отслужившие свой срок эксплуатации изделия и конструкции, объем которых измеряется десятками миллионов кубометров и количество которых постоянно возрастает [1].

В работе [2] авторами экспериментально доказано, что бетонный лом является эффективным заполнителем для производства бетонов классов до В30 включительно, с расходом цемента 270...320 кг на 1м<sup>3</sup> бетона и расходом суперпластификатора С-3 – 0,6 % от массы цемента. При этом полученные бетоны с использованием заполнителей из продуктов дробления вторичного бетона характеризовались прочностью при сжатии 25 МПа и морозостойкостью F15.

Автором [3] проведено исследование структуры и свойств бетонов с компенсированной усадкой на вторичных разномодульных заполнителях. Предложен коэффициент качества вторичных заполнителей КЗ. Определено количество цементно-песчаного компонента на заполнителе из бетонного лома: на гранитном щебне – до 30 %; известняковом – до 45 %; керамзите – до 75 %. Для повышения

прочности заполнителей из бетонного лома предложен метод механической обработки, заключающийся в помоле в шаровой мельнице. Автором [3] доказано, что введение расширяющей добавки в бетонную смесь на вторичных заполнителях позволяет получать бетон, равный по прочности в сравнении с обычным тяжелым бетоном.

Следует отметить, что в работах [2, 3, 6] не рассматривалась возможность изготовления бетонов с заполнителями из продуктов дробления вторичного бетона, без разделения щебня из бетонного лома на фракции.

Из зарубежных исследований заслуживают внимания результаты А. Д. Бака и В. М. Малхотри [4], определивших снижение прочности на сжатие бетонов на щебне из дробленного бетона по сравнению с бетонами на природном заполнителе. Одновременно А. Д. Баком доказана возможность достижения вторичными бетонами прочности более высокой, чем исходная прочность дробленного бетона. Для этого рекомендуется использование водопонижающих добавок и увеличение содержания цемента.

По данным исследований, выполненных в США, установлено, что прочность бетона на вторичном заполнителе на 20 % меньше, чем бетона на природных заполнителях. При этом указывается на возможность повышения прочности бетонов на щебне из дробленного бетона путем увеличения содержания цемента. Отмечается, что производство бетона с использованием вторичного заполнителя, даже при увеличении расхода цемента на 10 %, обходится примерно вдвое дешевле, чем бетона на природных заполнителях [5].

### ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Основной целью данной работы является разработка ресурсоэффективных цементных бетонов на заполнителях из бетонного лома сносимых зданий и сооружений.

Для решения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить влияние крупного заполнителя из бетонного лома на удобоукладываемость бетонной смеси;
- разработать оптимальные составы тяжёлого бетона с использованием из вторичного заполнителя;
- исследовать влияние технологических факторов на физико-механические свойства бетона из вторичного бетона.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для подтверждения возможности эффективного использования вторичного сырьевого ресурса – бетонного лома использовались следующие материалы и компоненты: вяжущее вещество – портландцемент М500, природный мелкий заполнитель – кварцевый песок с  $M_{кр} = 1,5$ , водопроводная вода и крупный заполнитель, полученный из лома бетонов, и гранитный щебень – для сравнения.

Прототипом бетонного лома был использован тяжелый бетон классов В15-В25 в виде образцов-кубов со стороной 10 см, которые изготавливались для корректировки рабочих составов, хранились в естественных условиях на протяжении 10–15 лет.

Оценка качества показателей свойств бетона проводилась на образцах-кубах с ребром 10 и 15 см и балках 7×7×28 см.

В таблице 1 приведены все расчётные составы бетонных смесей для изготовления образцов. Приведённые составы характеризуются одной маркой бетона М300 и имели одинаковую подвижность (П1). С целью изменения подвижности бетонной смеси использовался суперпластификатор (Полипласт СП-1) в количестве 0,6% от массы цемента, в составах № 3, 8, 9, 10, 11.

На стадии расчета составов бетонных смесей учитывались следующие технологические стадии: сухое перемешивание щебня в смесителе на протяжении двух

минут (составы № 8, 9, 10, 11), двух- и трехстадийное дробление бетонного лома (составы № 4, 5, 6, 7, 9, 11 одностадийное дробление; 8 – трехстадийное дробление; 10 – двухстадийное дробление).

В результате испытаний бетонов с использованием вторичного заполнителя при одностадийном дроблении прочность при сжатии уменьшилась до 25 %, что связано с повышенной шероховатостью поверхности такого заполнителя и повышенной водопотребностью щебня из дробленного бетона. При дальнейшем воздействии на материал двухстадийного дробления существенно меньше снижается прочность при сжатии – до 10 %, а третья стадия и предварительно сухое перемешивание крупного заполнителя из лома бетона существенно повышает прочность бетона до 33,6 МПа (рис. 1).

Таблица 1 – Расчётный состав бетонных смесей

№состава	Расход компонентов на 1 м <sup>3</sup> бетонной смеси								Стадия дробления вторичного щебня
	Цемент	Песок	Щебень гранитный		Щебень из бетона		Вода	Полипласт, % от массы цемента	
			5–10 мм	5–20 мм	5–10 мм	5–20 мм			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	419	515	1 352	–	–	–	214	–	–
2	405	536	–	1 325	–	–	210	–	–
3	395	525	1 378	–	–	–	197	0,6	–
4	395	525	–	–	1 258	–	197	–	1
5	408	546	–	–	1 305	–	210	–	1
6	420	515	–	–	–	1 251	225	–	1
7	410	536	–	–	–	1 223	220	–	1
8	418	525	–	–	1 278	–	218	0,6	3
9	400	546	–	–	–	1 302	210	0,6	1
10	420	515	–	–	1 251	–	225	0,6	2
11	410	536	–	–	–	1 223	220	0,6	1

Следует отметить, что величина водопоглощения бетона зависит от стадии дробления бетонного лома (рис. 2). Так, трехстадийное дробление незначительно уменьшает водопроницаемость бетона, что соответственно приводит к повышению прочности при сжатии (рис. 1).

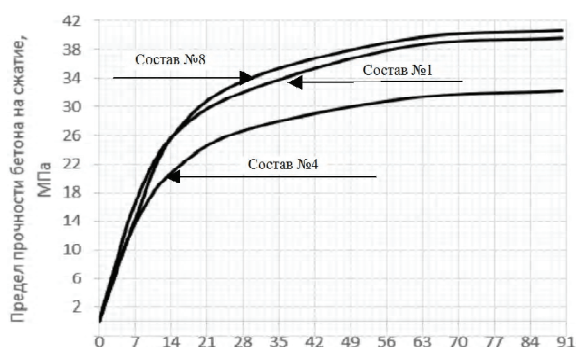


Рисунок 1 – Изменение прочности бетона во времени в условиях нормального твердения.

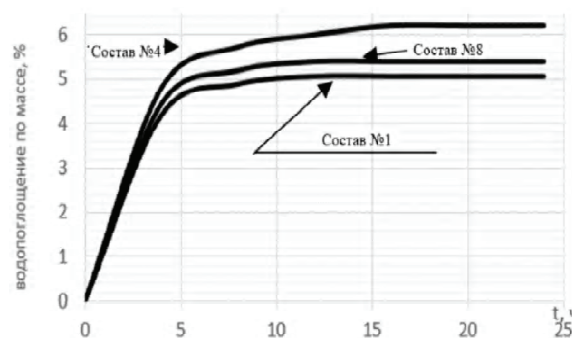


Рисунок 2 – Водопоглощение бетона.

С введением в состав бетонной смеси суперпластификатора (Полипласт СП-1) и щебня из дробленного бетона трехстадийного дробления с предварительным сухим перемешиванием щебня прочность бетона возрастает на 14...25 %.

Образцы бетона, изготовленные из перечисленных смесей, подвергались испытаниям после 3, 7, 14, 28, 60, 90 суток твердения в нормальных условиях на водопоглощение, прочность при сжатии и изгибе. Результаты испытаний приведены в таблицах 2, 3. Испытания проводились согласно действующим нормативным документам:

- ГОСТ 10180-90 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам»;
- ГОСТ 12730.3-78 (2002) «Бетоны. Метод определения водопоглощения».

Контрольные образцы бетона на гранитном заполнителе имели прочность при сжатии 32,0 МПа, а при изгибе – 7,95 МПа.

**Таблица 2** – Кинематика набора прочности бетона в естественных условиях

	Сутки, τ	3	7	14	28	60	90
Прочность при сжатии, МПа	Состав № 1	7,4	16,5	25,6	32	38,4	38,6
	Состав № 4	6,4	13,7	20,8	26,7	31,2	32,3
	Состав № 8	6,2	14,2	25,6	33,6	39,5	40,7

**Таблица 3** – Свойства бетонов с использованием щебня из бетонного лома

№ состава	Водопоглощение, $W_m$ %	Прочность при изгибе, МПа	Прочность при сжатии, МПа
1	5,08	7,85	32,0
4	6,20	8,12	26,7
8	5,40	7,50	33,6
10	5,52	7,80	30,1

## ВЫВОДЫ

Результаты исследования физико-механических свойств бетона показали, что прочность бетона напрямую зависит от стадии дробления бетонного лома, а также от предварительного сухого перемешивания крупного заполнителя в смесителе, который способствует отделению слабо закрепленных частиц с поверхности крупного заполнителя.

Полученный вторичный заполнитель можно использовать в заводском производстве железобетонных изделий прочностью до 30 МПа.

Присутствие цементных кристаллических структур на поверхности заполнителя способствует повышению жесткости бетонных смесей, однако, играя роль центров кристаллизации, обеспечит эффективность твердения бетона в поздние сроки.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чурсин, С. И. Особенности крупного заполнителя из лома тяжелых бетонов [Текст] / С. И. Чурсин, Е. А. Лобзанов // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2016. – Вып. 2016-3(119) Здания и сооружения с применением новых материалов и технологий. – С. 71–75.
2. Муртазаев, А. Ю. Формирование структуры и свойств бетонов на заполнителе из бетонного лома [Текст] / А. Ю. Муртазаев, М. Ш. Саламанова, М. И. Гишлакаева // Бетон и железобетон. – 2008. – № 5. – С. 25–28.
3. Егорочкина, И. О. Структура и свойства бетонов с компенсированной усадкой на вторичных заполнителях [Текст] : дис. на соискание научной степени канд. техн. наук : 05.23.05 / Инна Олеговна Егорочкина. – Ростов-на-Дону. – 1998. – 261 с.
4. Nixon, P. J. Recycled concrete as an aggregate for concrete a review [Текст] / P. J. Nixon // Materials and structures. RILEM. – 1978. – P. 1–11.
5. Surya, M. Recycled Aggregate Concrete for Transportation Infrastructure [Текст] / M. Surya, Kanta Rao V. V. L., P. Lakshmy // Procedia – Social and Behavioral Sciences. – 2013. – Vol. 104. – P. 1158–11671.
6. Гусев, Б. В. Вторичное использование бетонов [Текст] / Б. В. Гусев, В. А. Загурский. – М. : Стройиздат, 1988. – 96 с.

Получено 19.05.2018

**С. І. ЧУРСІН, Є. А. ЛОБЗАНОВ**  
**БЕТОНІ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗАПОВНЮВАЧІВ З БРУХТУ ВАЖКИХ**  
**БЕТОНІВ**  
 ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

**Анотація.** Дано короткий аналіз результатів досліджень властивостей бетонів на основі заповнювача з бетонного брухту. Визначено основні фактори впливу вторинного щебеню на властивості бетонної суміші і міцність бетону. Досліджено бетони з використанням крупного заповнювача з бетонного брухту. Показана ефективність переробки та використання брухту бетону з метою отримання вторинного заповнювача, який не поступається за своїми властивостями природному щебеню з граніту.

**Ключові слова:** бетонний лом, вторинний заповнювач, склади бетонів, пластифікатор, легкоукладальність бетонної суміші, міцність бетону.

SERGEY CHURSIN, IEVGEN LOBZANOV  
CONCRETE USING FILLER FROM SCRAP CONCRETE  
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** A brief analysis of the results of studies of concrete properties on the basis of aggregate from concrete scrap is given. The main factors of influence of secondary crushed stone on the properties of concrete mix and strength of concrete are determined. Concretes were investigated using a large aggregate made of concrete scrap. The efficiency of processing and use of scrap of concrete is shown, in order to obtain a secondary aggregate, which is not inferior in its properties to natural granite.

**Key words:** concrete scrap, secondary aggregate, concrete compositions, plasticizer, concrete mix ability, concrete strength.

**Чурсин Сергей Иванович** – кандидат технических наук, доцент кафедры технологий строительных конструкций, изделий и материалов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: переработка промышленных отходов в строительные материалы.

**Лобзанов Евгений Андреевич** – магистрант кафедры технологий строительных конструкций, изделий и материалов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: стройматериалы на основе бетонного лома.

**Чурсін Сергій Іванович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри технологій будівельних конструкцій, виробів і матеріалів ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: переробка промислових відходів у будівельні матеріали.

**Лобзанов Євген Андрійович** – магістрант кафедри технологій будівельних конструкцій, виробів і матеріалів ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: будматеріали на основі бетонного лома.

**Chursin Sergey** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technologies of Building Structures, Products and Materials Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: processing of industrial wastes in building materials.

**Lobzanov Ievgen** – Master's degree student, Technologies of Building Structures, Products and Materials Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: building materials based on industrial waste.