

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2019, №3, Том 11 / 2019, No 3, Vol 11 <https://esj.today/issue-3-2019.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/48SAVN319.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Чернильник А.А., Яновская А.В., Евсюков К.К., Ванян С.С. Исследование эффективности применения промышленных отходов в качестве заполнителей для бетона вибрированных железобетонных изделий и конструкций // Вестник Евразийской науки, 2019 №3, <https://esj.today/PDF/48SAVN319.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Chernil'nik A.A., Yanovskaya A.V., Evsyukov K.K., Vanyan S.S. (2019). Study of the effectiveness of industrial waste as aggregates for concrete vibrated concrete products and structures. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 3(11). Available at: <https://esj.today/PDF/48SAVN319.pdf> (in Russian)

УДК 691

ГРНТИ 67.09.33

Чернильник Андрей Александрович

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, Россия
Магистрант
E-mail: chernila_a@mail.ru

Яновская Алина Вадимовна

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, Россия
Студент
E-mail: kgweny@gmail.com

Евсюков Кирилл Константинович

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, Россия
Магистрант
E-mail: evkiko96@mail.ru

Ванян Самвел Самвелович

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, Россия
Магистрант
E-mail: slamvan13@yandex.ru

**Исследование эффективности применения
промышленных отходов в качестве заполнителей
для бетона вибрированных железобетонных
изделий и конструкций**

Аннотация. В настоящее время в Российской Федерации очень активно идет развитие строительства. Современные объекты строительства относятся к гражданской, промышленной, а также к транспортной инфраструктуре. Из-за сложившейся ситуации с добровольной или принудительной передачей собственности под новое строительство возникли вопросы по поводу сноса объектов строительства, которые являются либо устаревшими, либо аварийными. Территории, на которых расположены ветхие здания и сооружения, должны отстраиваться заново. Каждый год образуется все больше и больше строительных отходов после сноса зданий. Один из видов строительных отходов – бетонные отходы, которые являются вторичными. Отходы бетона перерабатываются с помощью дробильной установки в инертные заполнители, например, в щебень, и могут использоваться заново. В Российской Федерации на сегодняшний

день существует множество построек, как промышленных, так и жилых, дата постройки которых варьируется с 1950-го года до 1960-х годов. Такие здания уже не могут эксплуатироваться в полной мере, поэтому рациональнее всего утилизировать их, а некоторые материалы использовать для переработки и повторного использования. В проведенных исследованиях главным варьируемым фактором был фактор крупного заполнителя, влияние которого определяется непосредственно эффективностью технологического процесса и качеством производимой продукции. Авторами в работе приняты и исследованы три вида щебня в соответствии с актуальностью вопроса поиска комплексного решения экологических и экономических проблем в регионе при производстве строительных материалов, изделий и конструкций. Исследуемой характеристикой являлась прочность вибрированного бетона при сжатии на примере трех экспериментальных составов номинальных классов В20, В30, В40.

Вклад авторов.

Чернильник Андрей Александрович – автор одобрил окончательную версию статьи перед ее подачей на публикацию.

Яновская Алина Вадимовна – автор осуществил написание статьи.

Евсюков Кирилл Константинович – автор собрал, проанализировал и интерпретировал материал для статьи.

Ванян Самвел Самвелович – автор оказывал участие при оформлении статьи.

Ключевые слова: промышленные отходы; вибрированный бетон; железобетонные изделия; крупный заполнитель; терриконовый щебень; шлаковый щебень; бетонный лом

Из-за сложившейся ситуации с добровольной или принудительной передачей собственности под новое строительство возникли вопросы по поводу сноса объектов строительства, которые являются либо устаревшими, либо аварийными. Территории, на которых расположены ветхие здания и сооружения, должны отстраиваться заново [1].

Каждый год образуется все больше и больше строительных отходов после сноса зданий. Один из видов строительных отходов – бетонные отходы, которые являются вторичными. Отходы бетона перерабатываются с помощью дробильной установки в инертные заполнители, например, в щебень, и могут использоваться заново.

В 1970–1980-х годах состоялся международный симпозиум «Разрушение и вторичное использование материалов». После его проведения были получены очень важные результаты исследований. Проводились они в СССР, США, Япония, ФРГ и других странах на тему переработки бетонных и железобетонных отходов. А в 1984 г. появились «Рекомендации по применению продуктов переработки некондиционных бетонных и железобетонных изделий», изданные НИИЖБ Госстроя СССР. Хотя и было проведено огромное количество изысканий, но это не изменило того, что вторичные бетонные отходы могут применяться не повсеместно.

По результатам исследований было выяснено, что бетонные отходы лучше всего использовать для фундаментов, но только для зданий с малым количеством этажей, для дорог на автостоянках, а также в виде заполнителя – щебня для бетонов низкого класса [2].

Однако в разных странах исследования по использованию бетонных отходов в качестве заполнителя расходятся. Из-за сложившейся ситуации актуальность таких исследований возросла.

В Российской Федерации на сегодняшний день существует множество построек, как промышленных, так и жилых, дата постройки которых варьируется с 1950-го года до 1960-х годов. Такие здания уже не могут эксплуатироваться в полной мере, поэтому рациональнее

всего утилизировать их, а некоторые материалы использовать для переработки и повторного использования [1; 2].

На основе исследований научных школ: Ю.М. Баженова, В.В. Байкова, Д.К.-С. Батаева, Р. Бертачи, А.В. Волженского, Б.В. Гусева, В.А. Загурского, С.Ф. Кореньковой, И.О. Егорочкиной, Б.А. Крылова, М. Кухара, В.С. Лесовика, О.А. Липей, Б.В. Михайлова, Т.М. Петровой, И.Н. Рыбьева, Л.Б. Сватовской, Б.Г. Скрамтаева, А.Е. Шейкина и многих других российских и зарубежных ученых разработаны методологические подходы к использованию вторичных отходов, а также продуктов дробления бетона в строительных технологиях [1–7].

С каждым годом на территории многих стран собирается все больше отходов. Техногенные образования, отсеvy дробления бетона, а также огромное количество отходов золы, шлака и камнедробления наносят огромный вред окружающей среде, флоре и фауне. Каждому виду отходов можно найти широкое применение, но после проведенных исследований было выяснено, что они имеют неоднородный состав. Поэтому большую часть отходов, непригодную для переработки, необходимо утилизировать [2; 8].

Для утилизации и переработки таких отходов были разработаны научно обоснованные эффективные методы и технологии активации, принципы создания наноорганоминеральных модификаторов на основе механохимической активации, созданы технологии их производства, включающей разработку установок для активации компонентов в сухом виде и в жидкой среде и разработаны теории композиционных материалов [2; 9].

По всему миру ежедневно образуется бетонный лом в связи с утилизацией и разбором зданий и сооружений, а также из-за природных и техногенных катастроф. По статистическим данным примерно 6 миллионов тонн бетонного лома образуется ежегодно в России. С каждым годом прирост увеличивается и в дальнейшем он может достигнуть увеличения примерно на 16 миллионов тонн в год.

В России на данный момент уже скопилось такое количество отходов, что при возможной утилизации будет получено около 40 миллионов тонн бетонного лома, а также 1,5 миллиона тонн разных металлов. Сейчас повсеместно внедряются комплексы по разрушению и переработке бетонного лома, которые должным образом обеспечивают скрупулезный разбор зданий и сооружений. Разборка включает в себя отделение бетона и железобетона от других материалов, что делает возможным использование полученного материала в качестве щебня для бетона для последующего строительства [2; 10–12].

Однако возникают проблемы при использовании полученных материалов, так как для их использования необходим нормативный документ, где будет прописано все необходимое, а также технологический регламент.

Разработкой технических условий на щебень, получаемый при дроблении бетонных и железобетонных отходов, первым занялся МГСУ после проведенных ими исследований. На основании исследований были разработаны технические условия – ТУ 5711001-40296246-99. Исследования показали, что такой щебень очень неоднороден по составу и свойствам, что приводит к повышению расхода цемента и невозможности прогнозировать свойства бетона. Лом тяжелого бетона также может служить вторичным сырьем при производстве заполнителей, так как при дроблении образуются отсеvy в количестве 20–30 %. Количество зависит от состава тяжелого бетона и его прочностных характеристик.

При помощи критериальных зависимостей возможно определить конкретные расходы материалов, которые обеспечивают технологические свойства бетонов и бетонных смесей на техногенных отходах. Для этого используются некоторые структурно-технологические характеристики [2].

В проведенных исследованиях главным варьируемым фактором был фактор крупного заполнителя, влияние которого определяется непосредственно эффективностью технологического процесса и качеством производимой продукции [13–17].

Авторами в работе приняты и исследованы три вида щебня в соответствии с актуальностью вопроса поиска комплексного решения экологических и экономических проблем в регионе при производстве строительных материалов, изделий и конструкций [3–7].

Исследуемой характеристикой являлась прочность вибрированного бетона при сжатии на примере трех экспериментальных составов номинальных классов В20, В30, В40.

Первым в работе применялся терриконовый щебень месторождения Красный Сулин, Ростовская область. Его основные характеристики даны в таблице 1.

Таблица 1

Основные характеристики терриконового щебня

№	Характеристика	Величина
1	Марка по дробимости	M1000
2	Насыпная плотность	1280 кг/м ³

Составлено авторами

В работе применялся шлаковый щебень из отходов производства, г. Таганрог, Ростовская область. Его основные характеристики даны в таблице 2.

Таблица 2

Основные характеристики шлакового щебня

№	Характеристика	Величина
1	Марка по дробимости	M1200
2	Насыпная плотность	1360 кг/м ³

Составлено авторами

В работе применялся также вторичный щебень из бетонного лома. Его основные характеристики даны в таблице 3.

Таблица 3

Основные характеристики вторичного щебня

№	Характеристика	Величина
1	Марка по дробимости	M1000
2	Насыпная плотность	1290 кг/м ³

Составлено авторами

Результаты проведенных исследований представлены в таблицах 4–6 и на рисунках 1–3.

Таблица 4

Исследование эффективности применения промышленных отходов в качестве заполнителей для вибрированного бетона на экспериментальном составе В20

№ п/п	Вид заполнителя	Маркировка образца бетона	Средняя плотность бетона, кг/м ³	Прочность бетона при сжатии, МПа	ККК
1	Шлаковый щебень	Ш	2200	26,5	1,204
2	Щебень из бетонного лома	Л	2212	24,2	1,094
3	Терриконовый щебень	Т	2100	20,7	0,985

Составлено авторами

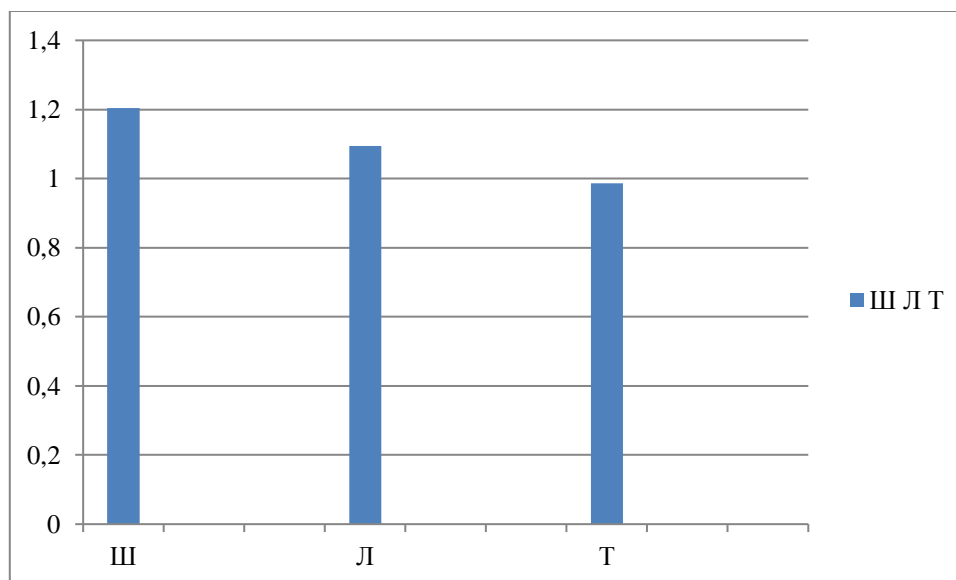


Рисунок 1. Исследование эффективности применения промышленных отходов в качестве заполнителей для вибрированного бетона на экспериментальном составе В20 (составлено авторами)

Таблица 5

Исследование эффективности применения промышленных отходов в качестве заполнителей для вибрированного бетона на экспериментальном составе В30

№ п/п	Вид заполнителя	Маркировка образца бетона	Средняя плотность бетона, кг/м ³	Прочность бетона при сжатии, МПа	ККК
1	Шлаковый щебень	Ш	2250	36,4	1,617
2	Щебень из бетонного лома	Л	2270	34,1	1,502
3	Терриконовый щебень	Т	2190	30,2	1,379

Составлено авторами

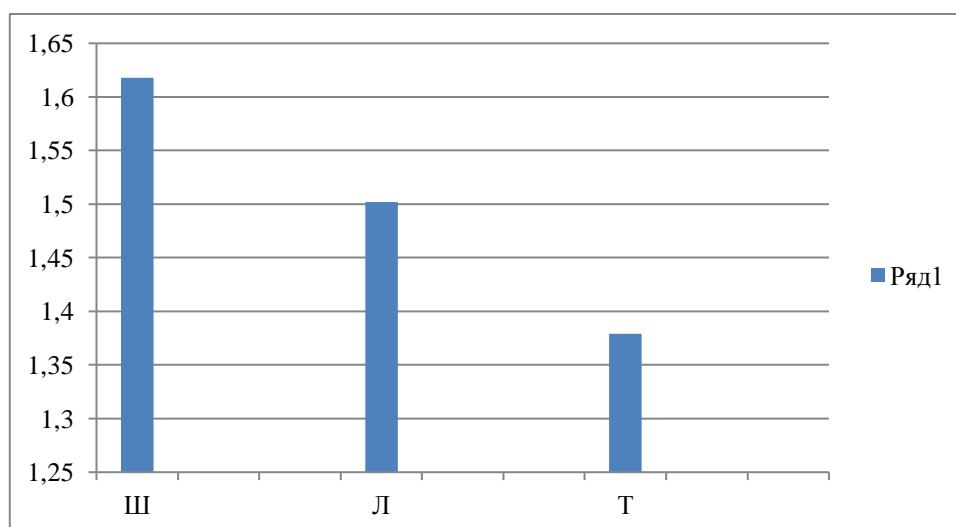


Рисунок 2. Исследование эффективности применения промышленных отходов в качестве заполнителей для вибрированного бетона на экспериментальном составе В30 (составлено авторами)

Таблица 6

Исследование эффективности применения промышленных отходов в качестве заполнителей для вибрированного бетона на экспериментальном составе В40

№ п/п	Вид заполнителя	Маркировка образца бетона	Средняя плотность бетона, кг/м ³	Прочность бетона при сжатии, МПа	ККК
1	Шлаковый щебень	Ш	2290	48,9	2,135
2	Щебень из бетонного лома	Л	2300	47,2	2,052
3	Терриконовый щебень	Т	2240	42,2	1,883

Составлено авторами

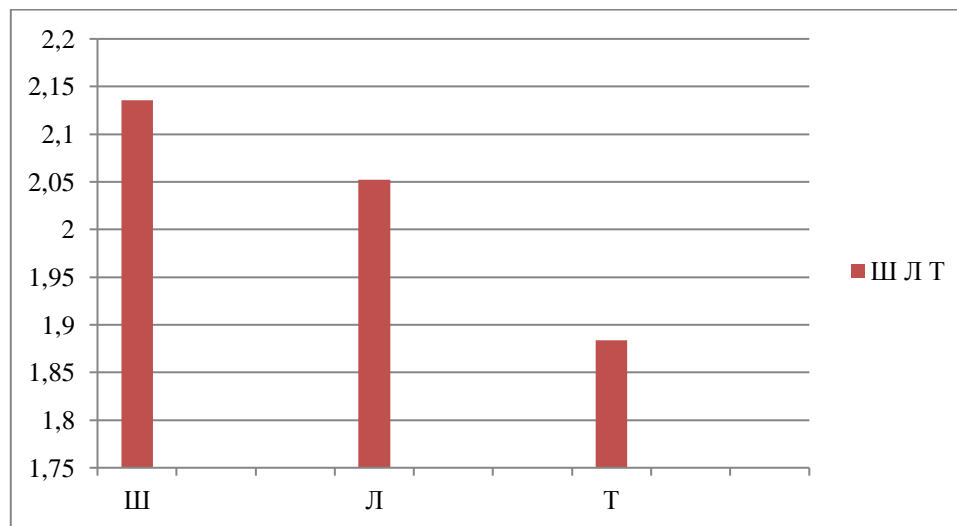


Рисунок 3. Исследование эффективности применения промышленных отходов в качестве заполнителей для вибрированного бетона на экспериментальном составе В40 (составлено авторами)

Анализ полученных результатов экспериментальных исследований позволил сделать следующие выводы.

Вид технологии оказывает существенное влияние на структурно-физические, физико-механические и конструктивные характеристики бетона опытных образцов вибрированных железобетонных колонн.

При применении промышленных отходов в качестве заполнителей наилучший результат показывает шлаковый щебень.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мирзалиев Р.Р. Бетоны с заполнителями из продуктов дробления вторичного бетона: дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.05. Ростов-на-Дону, 2013. 133 с.
2. Баженов Ю.М., Алимов Л.А., Воронин В.В. Структура и свойства бетонов с наномодификаторами на основе техногенных отходов. М.: МГСУ, 2013. 204 с.
3. Стельмах С.А., Щербань Е.М., Коробкин А.П., Налимова А.В., Серебряная И.А., Нажуев М.П. Разработка состава композиционного портландцемента на основе золошлаковой смеси Новочеркасской ГРЭС // Вестник СевКавГТИ. 2017. №3 (30). С. 148–153.

4. Халюшев А.К., Стельмах С.А., Щербань Е.М., Серебряная И.А., Егорочкина И.О., Нажуев М.П. Влияние доменного гранулированного шлака на коэффициент теплопроводности в неавтоклавном газобетоне // Вестник СевКавГТИ. 2017. № 3 (30). С. 153–157.
5. Щербань Е.М., Стельмах С.А., Акопян А.Ф., Акопян В.Ф., Коробкин А.П., Нажуев М.П. Влияние шлака доменного гранулированного молотого на интенсивность газовыделения при производстве неавтоклавного газобетона // Вестник СевКавГТИ. 2017. № 3 (30). С. 158–162.
6. Стельмах С.А., Щербань Е.М., Нажуев М.П., Яновская А.В. Производственные технологии неавтоклавного газобетона с применением промышленных отходов / Приоритетные направления развития науки и технологий: доклады XXIV международной науч.-практич. конф.; под общ. ред. В.М. Панарина. Тула: Инновационные технологии, 2018. С. 146–149.
7. Щербань Е.М., Стельмах С.А., Нажуев М.П., Чернильник А.А. Улучшение экологической обстановки в ростовской области путём применения промышленных отходов в строительной индустрии / Экология России: на пути к инновациям: межвузовский сб. науч. трудов; сост. Т.В. Дымова. Астрахань: Астраханский гос. ун-т, Издательский дом «Астраханский университет», 2019. Вып. 18. С. 57–60.
8. Ицкович С.М. Заполнители для бетона. Минск: Высшая Школа, 1983. 214 с.
9. Кушка В.Н., Гаркави М.С., Подифоров С.В., Спиридонов Е.С. Оценка истинной формы зерна высококачественного щебня // Строительные материалы. 2002. №4. 35 с.
10. Гладких К.В. Изделия из ячеистых бетонов на основе шлаков и зол. М.: Стройиздат. 1976. 256 с.
11. Прокопов, А.Ю., Голик В.И., Масленников С.А., Базавова О.В. Обеспечение экологической безопасности техногенных отходов // Научное обозрение. 2014. № 9 (3). С. 726–729.
12. Сазонов Э.В. Экология городской среды: Учебное пособие. Спб.: ГИОРД, 2010. 312 с.
13. Маршалкович А.С., Афонина М.И. Экология городской среды. Курс Лекций. М.: НИУ МГСУ, 2016. 319 с.
14. Усербаева М.Т., Сарсекеева Г.С., Серикбаев Н.С., Байтурина Ж.А. Золоотвалы ТЭЦ как дополнительный источник сырья для строительного производства // Проблемы строительного производства и управления недвижимостью: материалы III международной научно-практической конференции. Кемерово, 2014.
15. Долотова Р.Г. Газобетон неавтоклавного твердения на основе золы ТЭЦ // Химия и химическая технология на рубеже тысячелетий: материалы III всероссийской научной конференции. Томск, 2004. С. 18–19.
16. Глухова М.В. Топливо-энергетический комплекс российской федерации и экологическая безопасность. М.: Б.И., 2003. 172 с.

Chernil'nik Andrey Aleksandrovich

Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia
E-mail: chernila_a@mail.ru

Yanovskaya Alina Vadimovna

Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia
E-mail: kgweny@gmail.com

Evsyukov Kirill Konstantinovich

Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia
E-mail: evkiko96@mail.ru

Vanyan Samvel Samvelovich

Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia
E-mail: slamvan13@yandex.ru

Study of the effectiveness of industrial waste as aggregates for concrete vibrated concrete products and structures

Abstract. Currently, the Russian Federation is very active in the development of construction. Modern construction facilities include civil, industrial and transport infrastructure. Due to the current situation with the voluntary or forced transfer of property for new construction, there were questions about the demolition of construction projects that are either outdated or emergency. The site on which there are dilapidated and old buildings, needs to be rebuilt. Every year, more and more construction waste is generated after the demolition of buildings. One of the types of construction waste – concrete waste, which are secondary. Waste concrete processed through the crushing plant to inert fillers, for example, in gravel, and can be used again. In the Russian Federation today there are many buildings, both industrial and residential, the date of construction of which varies from 1950 to 1960. Such buildings can no longer be fully used, so it is more rational to dispose of them, and some materials used for recycling and reuse. In the conducted studies the main variable factor was the factor of large aggregate, the influence of which is determined directly by the efficiency of the technological process and the quality of the products. The authors have accepted and studied three types of rubble in accordance with the relevance of the issue of finding a comprehensive solution to environmental and economic problems in the region in the production of building materials, products and structures. The investigated characteristic was the strength of vibrated concrete under compression on the example of three experimental compositions of nominal classes B20, B30, B40.

Keywords: industrial waste; vibrated concrete; reinforced concrete; coarse aggregate; slag-heap covered in gravel; slag crushed stone; concrete scrap