

EDN: [KWVNHJX](#)

УДК 621.878.2

Е. С. ПРИХОДЬКО, Н. М. ЗАЙЧЕНКОФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»,
Российская Федерация, Донецкая Народная Республика, г. о. Макеевка, г. Макеевка

ВОДОПОГЛОЩЕНИЕ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ ИЗ ЛОМА ТЯЖЕЛОГО ЦЕМЕНТНОГО БЕТОНА

Аннотация. Рассматривается целесообразность использования лома тяжелого цементного бетона в качестве крупного заполнителя в составе бетона. Приведены результаты исследования водопоглощения заполнителя из лома тяжелого цементного бетона. Для исследования применялись образцы, полученные из лома бетона двух марок М100 и М400. Полученные значения сравнивали с заполнителем из гранитного щебня. Исследования показали, что водопоглощение заполнителя из лома бетона выше, чем из гранитного щебня, что необходимо учитывать при расчете водоцементного отношения бетонной смеси. Полученные данные позволяют использовать лом бетона в качестве заполнителей для различных видов бетонов. Это значительно снижает затраты на закупку сырьевых материалов, что в свою очередь позволяет снизить стоимость производимой продукции. Исследование водопоглощения заполнителя из лома бетона открывает новые возможности для промышленности и строительства, способствует развитию и сохранению природных ресурсов, экономическому росту и улучшению экологической ситуации.

Ключевые слова: заполнитель из лома бетона, бетонная смесь, отходы строительного производства, водопоглощение.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Одним из важных резервов экономии материальных и энергетических ресурсов в области строительной индустрии является использование продукции предприятий сборного железобетона: конструкций зданий и сооружений – подлежащих сносу. Рациональное использование строительных отходов способствует устойчивому развитию строительной отрасли, позволяет снизить потребность в новом сырье и сократить общее количество отходов. Разработка составов бетона с заполнителем из лома тяжелого цементного бетона имеет связь с научными исследованиями в области строительных материалов и технологий строительства. Во-первых, использование лома тяжелого цементного бетона в качестве заполнителя бетона требует проведения исследований его химического и физического состава, физико-механических свойств. Во-вторых, при разработке состава мелкозернистого бетона необходимо провести оптимизацию соотношения основных компонентов: цемента, заполнителей, воды – для достижения оптимальных технических характеристик и экономической эффективности.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

В работе Д. С. Денисевича и др. [1] рассмотрен вопрос использования бетонного лома в качестве заполнителя при изготовлении бетонных и железобетонных изделий. Так как вопрос технических свойств бетонного лома недостаточно изучен, проводился ряд испытаний для возможности его использования в качестве заполнителя при изготовлении небольших бетонных изделий без ухудшения конструктивных и технических характеристик. По результатам испытаний образцов железобетонных перемычек были определены их прочностные характеристики. Сравнение результатов исследований серии опытных образцов показало, что деформация образцов на вторичном щебне практически не отличается от деформации образцов на природном щебне, при этом несущая способность двух серий опытных образцов отличалась в среднем не более чем на 3,4 %. Представленный состав бетонной смеси на основе щебня из переработанного бетонного лома фракций 5...10 и 10...20 мм способен обеспечить получение тяжелого бетона с требуемыми прочностными и деформационными свойствами.

© Е. С. Приходько, Н. М. Зайченко, 2024



В работе [2] авторами проведена оценка использования измельченного бетонного лома в качестве заполнителя для бетона. Обсуждается эффективность различных методов улучшения характеристик мелкодисперсного заполнителя. Сделан вывод о том, что заполнитель, полученный из измельченного бетонного лома, перспективен для использования при производстве самоуплотняющегося бетона.

В статье С. И. Чурсина и А. В. Позднякова [3] освещается разработка состава комбинированного мелкозернистого заполнителя и проведение исследований, направленных на определение эффективности включения фракции 5 мм в заполнитель для мелкозернистого бетона. На основе результатов исследований были рассчитаны оптимальные составы для мелкозернистых бетонов с использованием комбинированных заполнителей. Эти составы оптимизировались для достижения требуемых физико-механических свойств бетона.

Авторами [4–7] показано, что использование вторичного заполнителя из отходов строительства и сноса решает ряд экологических проблем. Использование вторичного заполнителя из отходов строительства не только снижает негативное воздействие на окружающую среду за счет уменьшения количества отходов, отправляемых на свалки, но и сохраняет природные ресурсы за счет снижения потребности в извлечении нового сырья. Механические свойства бетона с переработанным заполнителем, такие как прочность на сжатие, растяжение и изгиб, как правило, уступают свойствам обычного бетона (изготовленного из натуральных заполнителей). Однако важно отметить, что во многих случаях эти свойства могут по-прежнему соответствовать эксплуатационным требованиям для широкого спектра строительных применений.

Авторами [9] проведены исследования по модификации состава мелкозернистого бетона с целью увеличения его прочности. Для этого используются микродисперсные добавки, включающие активные минеральные добавки (например, микрокремнезем) и инертные минеральные добавки (например, диопсид). Исследование направлено на определение влияния количества и дисперсности этих добавок на механические свойства бетона.

Авторами [10] исследована проблема водопоглощения заполнителя из лома бетона. Показано, что при высоком расходе воды, в бетонной смеси приготовленной с применением заполнителя из лома бетона, расплыв заметно меньше, что свидетельствует о высокой водопотребности заполнителя из лома бетона. Водопоглощением заполнителя из лома бетона выше, чем у гранитного щебня. Заполнитель из лома бетона в бетонной смеси поглощает из цементного раствора часть воды.

Целью исследования является изучение водопоглощения заполнителей полученных из лома бетона различных марок по прочности при сжатии.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Для получения исходного материала были взяты образцы тяжелого бетона в виде кубов с размером ребра 10 см. Путем их испытания на прессе были установлены марки по прочности М100 и М400. Далее, их раздробили с помощью лабораторной щековой дробилки.

При дроблении и просеивании образцов тяжелого бетона, как прототипов бетонного лома, получали крупный заполнитель (фракция 5...20 мм), а также мелкозернистые фракции – отсев дробления, в соотношении 70 на 30 %. Крупный заполнитель, в процентном соотношении, составил: 40 % – фракция диаметром 5...10 мм; 60 % – диаметром 10...20 мм.

При проведении фракционирования лома тяжелого цементного бетона был выделен крупный заполнитель, который в дальнейшем был сравнен с гранитным заполнителем аналогичных фракций (таблица).

Таблица – Водопоглощение запонителей

Крупный заполнитель	Водопоглощение, %		
	фракция 5...10 мм	фракция 10...20 мм	фракция 5...20 мм
Гранитный щебень	1,27	0,58	0,8
Вторичный щебень из лома тяжелого бетона	М400	5,26	5,15
	М100	9,41	9,09

Это позволило оценить качество и характеристики обоих материалов. В результате было выявлено, что водопоглощение заполнителя из лома тяжелого цементного бетона М400 в четыре раза, а М100 в семь раз больше водопоглощения гранитного щебня.

При получении крупного заполнителя из лома тяжелого цементного бетона путем дробления, происходит разрушение кусков бетона с образованием новых физико-химических активных поверхностей цементного камня. Пористая структура оболочки новообразованных кусков цементного камня приводит к

повышенному водопоглощению материала, при этом возрастает водопотребность бетонной смеси, что влечёт за собой необходимость увеличения водоцементного отношения. Высокое водоцементное отношение отрицательно сказывается на прочностных и деформационных свойствах бетона. Пористая структура оболочки лома цементного бетона может быть как преимуществом, так и недостатком при использовании в бетонной смеси. С одной стороны, пористость оболочки способствует лучшему сцеплению между заполнителем и цементным камнем, что повышает прочность и долговечность бетона. С другой стороны, высокое водопоглощение материала может привести к увеличению водоцементного отношения, что, в свою очередь, может негативно отразиться на свойствах бетонной смеси и ее конечном качестве.

ВЫВОДЫ

Использование заполнителя из лома тяжелого цементного бетона позволяет снизить расход цемента и крупных заполнителей, так как часть состава уже замещена ломом.

Эффективное управление водоцементным отношением при использовании заполнителя из лома цементного бетона в бетонной смеси позволит сохранить оптимальные физико-механические свойства бетона. Учитывая повышенное водопоглощение лома бетона, при его использовании в качестве крупного заполнителя необходимо корректировать состав и свойства бетонной смеси, чтобы обеспечить требуемые прочностные и деформационные характеристики бетона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Физико-механические особенности материалов на основе бетонного лома / Д. С. Денисевич, А. В. Димакова, А. В. Шнайдер [и др.]. – Текст : электронный // Вестник Евразийской науки = The Eurasian Scientific Journal. – 2020. – Том 12, № 3. – С. 1–8. – URL: <https://esj.today/PDF/58SAVN320.pdf> (дата обращения: 06.12.2023).
2. Шестернин, А. И. Использование бетонного лома для получения заполнителя бетона / А. И. Шестернин, М. О. Коровкин, Н. А. Ерощкина. – Текст : электронный // Молодой учёный. – 2015. – № 12(92). – С. 355–356. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23646510> (дата обращения: 06.12.2023). – EDN: TXLWLN.
3. Чурсин, С. И. Тяжелые бетоны с использованием модифицированного мелкого заполнителя из лома бетона / С. И. Чурсин, А. В. Поздняков. – Текст : электронный // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2018. – Выпуск 2018-4(132) Научно-технические достижения студентов строительного-архитектурной отрасли. Том 2. Технологии строительных конструкций, изделий и материалов. – С. 209–215. – URL: [http://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2020/vestnik_2018-4\(132\)_tom_2.pdf](http://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2020/vestnik_2018-4(132)_tom_2.pdf) (дата публикации: 29.06.2018).
4. Effect of recycled aggregate on mechanical and durability properties of concrete / K. Pareek, S. Saha, N. Gupta [et al.]. – Текст : электронный // International Journal of Structural and Civil Engineering Research. – 2019. – Volume 8, No. 2. – P. 119–125. – URL: https://www.researchgate.net/profile/Krishan-Pareek/publication/334681065_Effect_of_Recycled_Aggregate_on_Mechanical_and_Durability_Properties_of_Concrete/links/5d39d66-792851cd046864e73/Effect-of-Recycled-Aggregate-on-Mechanical-and-Durability-Properties-of-Concrete.pdf (дата обращения: 06.12.2023).
5. Mechanical and durability properties of recycled aggregate concrete with ternary binder system and optimized mix proportion / O. E. Babalola, P. O. Awoyera, M. T. Tran [et al.]. – Текст : электронный // Journal of Materials Research and Technology. – 2020. – Volume 9, No. 3. – P. 6521–6532. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2238785420312035> (дата обращения: 06.12.2023).
6. Nili, M. The effect of fine and coarse recycled aggregates on fresh and mechanical properties of self-compacting concrete / M. Nili, H. Sasanipour, F. Aslani. – Текст : электронный // Materials. – 2019. – Volume 12, No. 7. – P. 1120. – URL: <https://www.mdpi.com/1996-1944/12/7/1120/pdf> (дата обращения: 06.10.2023).
7. Ahmed, S. F. U. Properties of concrete containing recycled fine aggregate and fly ash / S. F. U. Ahmed. – Текст : электронный // The Journal of Solid Waste Technology and Management. – 2014. – Volume 40, No. 1. – P. 70–78. – URL: https://espace.curtin.edu.au/bitstream/handle/20.500.11937/40134/197784_197784.pdf?sequence=2 (дата обращения: 06.08.2023).
8. Shishkina, A. Research into effect of complex nanomodifiers on the strength of fine-grained concrete / A. Shishkina, A. Shishkin. – Текст : непосредственный // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Technology organic and inorganic substances. – 2018. – No. 2/6 (92). – P. 29–33. – DOI: 10.15587/1729-4061.2018.127261. – ISSN 1729-3774.
9. Павлов, А. В. Влияние добавки молотого бетонного лома на кинетику изменения прочности цементно-песчаного раствора / А. В. Павлов, В. Ф. Коровяков. – Текст : электронный // Инженерный вестник Дона. – 2021. – № 3 (75). – С. 387–397. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-dobavki-molotogo-betonnogo-loma-na-kinetiku-izmeneniya-prochnosti-tsementno-peschanogo-rastvora/viewer> (дата обращения: 06.11.2023).

10. Сравнительный анализ водопоглощения конструктивного бетона на различных заполнителях / Д. С. Леонов, Д. И. Мирюсов, Е. Е. Корбут [и др.]. – Текст : электронный // 52-я студенческая научно-техническая конференция Белорусско-Российского университета, Могилев, 5–6 мая 2016 г. – Могилев : Белорусско-Российский университет, 2016. – С. 109. – URL: <http://e.biblio.bru.by/handle/1212121212/20724?show=full> (дата обращения: 06.11.2023).

Получена 16.05.2024

Принята 24.05.2024

EKATERINA PRIKHODKO, NIKOLAY ZAICHENKO
WATER ABSORPTION OF AGGREGATES FROM CONSTRUCTION AND
DEMOLITION WASTE

FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture», Russian Federation,
Donetsk People's Republic, Makeevka

Abstract. The expediency of using scrap of normal weight cement concrete as a coarse aggregate in the composition of concrete is considered. The results of the study of water absorption of aggregate from normal weight cement concrete are presented. Samples obtained from scrap concrete of two grades M100 and M400 were used for the study. The obtained values were compared with a granite aggregate. Studies have shown that the water absorption of aggregate from scrap concrete is higher than from granite one, which must be taken into account when calculating the water-cement ratio of the concrete mixture. Research obtained make it possible to use scrap concrete as aggregates for various types of concrete. This significantly reduces the cost of purchasing raw materials, which in turn reduces the cost of manufactured products. The study of water absorption of aggregate from scrap concrete opens up new opportunities for industry and construction, contributes to the development and conservation of natural resources, economic growth and improvement of the environmental situation.

Keywords: aggregate from construction and demolition waste, concrete mix, construction waste, water absorption.

Приходько Екатерина Сергеевна – магистрант кафедры технологии строительных конструкций, изделий и материалов ФГОБУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: бетоны с применением заполнителей из лома тяжелого цементного бетона.

Зайченко Николай Михайлович – доктор технических наук, профессор кафедры технологии строительных конструкций, изделий и материалов ФГОБУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: высокофункциональные бетоны.

Prikhodko Ekaterina – master's student, Technologies of Building Structures, Products and Materials Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture». Scientific interests: concretes with recycled aggregates from construction and demolition waste.

Zaichenko Nikolay – D. Sc. (Eng.), Professor; Technologies of Building Structures, Products and Materials Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture». Scientific interests: high performance concretes.