

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ СТРОИТЕЛЬСТВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ МАГНЕЗИАЛЬНЫХ БЕТОНОВ

Н. С. Ступень

Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина,
г. Брест, Беларусь

В статье приведены результаты исследований по утилизации бетонного лома в качестве наполнителя в модифицированный микрокремнезем магнезиальный цемент на основе каустического доломита. Установлено, что мелкозернистый модифицированный магнезиальный бетон с содержанием 10 % микрокремнезема и 48,5 % бетонного лома может быть рекомендован для изготовления изделий, эксплуатируемых в помещениях с влажностью, более 60 %.

Ключевые слова: строительные отходы, магнезиальные цементы, микрокремнезем, мелкозернистые магнезиальные бетоны, вторичные ресурсы.

Введение

В настоящее время с каждым годом увеличивается количество отходов промышленных производств. Промышленные отходы активно воздействуют на атмосферу, гидросферу, почву. Под влиянием промышленных отходов, сосредоточенных в отвалах, шлакокопителях, хвостохранилищах, в конечном счете, происходит загрязнение вод Мирового океана, которое приводит к резкому снижению его биологической продуктивности и отрицательно влияет на климат планеты. В почве накапливаются избыточные количества губительно действующих на живые организмы соединений, в том числе канцерогенные вещества. В загрязненной «больной» почве идут процессы деградации, нарушается жизнедеятельность почвенных организмов.

Рациональное решение проблемы промышленных отходов зависит от их химического состава, агрегатного состояния, количества, технологических особенностей и т.д. Наиболее эффективным решением проблемы промышленных отходов является внедрение безотходной технологии. Создание безотходных производств осуществляется за счет принципиального изменения технологических процессов, разработке систем с замкнутым циклом, обеспечивающих многократное использование сырья. При комплексном использовании сырьевых материалов промышленные отходы одних производств являются исходными сырьевыми материалами других.

Из отраслей-потребителей промышленных отходов наиболее емкой является промышленность строительных материалов. Установлено, что использование промышленных отходов позволяет покрыть до 40 % потребности строительства в сырьевых ресурсах. Применение промышленных отходов позволяет на 10–30 % снизить затраты на изготовление строительных материалов по сравнению с производством их из природного сырья, экономия капитальных вложений достигает 35–50 % [1]. Но строительная индустрия, с одной стороны, утилизирует многие промышленные отходы, а с другой стороны, является источником отходов.

Строительные отходы можно разделить на несколько категорий. К первой категории относятся отходы, которые появляются сразу же после начала строительства или ремонтных работ, второй – отходы, возникающие в процессе строительства, а к третьей – отходы, образовавшиеся в оформлении, то есть в последней стадии капитального ремонта или строительства [1].

Обращение с отходами строительной индустрии имеет законодательную базу, которая регулирует мероприятия по сбору и утилизации строительного мусора, основными из которых являются:

- организация сбора строительного мусора: устанавливаются специальные контейнеры и мусорные площадки, где строители могут утилизировать отходы;
- транспортировка мусора: строительные отходы перевозятся на специализированные полигоны и утилизационные заводы с использованием специальных транспортных средств;
- сортировка и переработка: в Республике Беларусь развиваются современные сортировочные линии и заводы по переработке строительных отходов. Здесь материалы сортируются на перерабатываемые и не перерабатываемые. Перерабатываемые материалы, такие как бетон, металл, дерево и пластик, подвергаются переработке и повторному использованию.

В Беларуси уделяется большое внимание вторичному использованию строительных материалов. Переработанные материалы используются в новых строительных проектах, что способствует снижению потребления природных ресурсов и сокращению экологической нагрузки.

Целью исследований является получение мелкозернистых модифицированных магниальных бетонов с использованием бетонного лома

Материалы и методы

Для проведения исследований использовались каустический доломит, в котором CaO (30,3 %), MgO (20,0 %), SiO₂ (1,1 %), Fe₂O₃ (0,4 %), Al₂O₃ (0,5 %) и другие примеси

В качестве модифицирующей добавки применяли микрокремнезем – высокодисперсную пыль, отход ферросплавного производства. Преобладающее содержание в его составе аморфного диоксида кремния свидетельствует о высокой пуцоллановой активности микрокремнезема: SiO₂ – 90,1 %, Fe₂O₃ – 2,0 %, Al₂O₃ – 1,7 %, CaO – 2,3 %, MgO – 0,8 %, K₂O+Na₂O – 1,9 %, SO₃ – 0,6 %.

В качестве наполнителя использовали отход строительной индустрии бетонный лом.

Затворяющим компонентом служил природный бишофит (MgCl₂ · 6 H₂O) плотностью 1,28 г/см³.

Образцы изготавливали методом прессования под давлением 40 МПа в специальных пресс-формах.

Результаты исследований

Результаты предшествующих исследований показали, что в сочетании с прессованием, как способом уплотнения формовочных смесей, добавка микрокремнезема способна значительно повысить водостойкость затвердевшего магниального камня за счет появления в его структуре труднорастворимых соединений [3, 4]. Традиционно в качестве наполнителей для магниальных цементов на основе каустического магнезита и каустического доломита используют древесные опилки, пески кварцевые, мраморные, гранитные. В наших исследованиях в качестве заполнителя использовали бетонный лом, который был измельчен до размера зерен менее 5 мм.

Зерновой состав бетонного лома представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Зерновой состав бетонного лома

Размер отверстий сита, мм	5,00	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14
Остатки на ситах, %	0,00	15,7	32,7	12,3	13,7	25,6

Для экспериментальных исследований бетонный лом рассеивали на отдельные фракции, которые использовали в определенных соотношениях.

Составы мелкозернистых магниальных бетонов приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Составы мелкозернистых магнезиальных бетонов

№	Компоненты	Содержание компонентов в смесях, % масс.				
1.	Каустический доломит	48,5	50,0	55,0	57,5	60,0
3	Бишофит (в пересчете на сухое вещество)	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
4	Бетонный лом	48,5	47,0	42,0	39,5	37,0

Таблица 3 – Составы мелкозернистых модифицированных магнезиальных бетонов

№	Компоненты	Содержание компонентов в смесях, % масс.				
1	Каустический доломит	38,5	40,0	45,0	47,5	50,0
2	Микрокремнезем	10	10	10	10	10
3	Бишофит (в пересчете на сухое вещество)	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
4	Бетонный лом	48,5	47,0	42,0	39,5	37,0

Анализ экспериментальных данных показал, что наилучшими физико-механическими свойствами обладают мелкозернистые бетоны с содержанием бетонного лома 37 % и каустического доломита 50 %. Образцы из такого бетона обладают достаточной прочностью на сжатие (60 МПа), но водостойкость их недостаточна, чтобы применять изделия в помещениях с повышенной влажностью.

Введение микрокремнезема, обладающего пуццолановой активностью, обеспечивает повышение водостойкости и долговечности изделий из модифицированного магнезиального цемента [4]. При замене 42 % каустического доломита на бетонный лом в присутствии микрокремнезема (10 %) образцы показали высокие показатели прочности при сжатии (70 МПа) и высокую водостойкость (коэффициент размягчения 0,78). Такие мелкозернистые модифицированные магнезиальные бетоны можно использовать для производства изделий, эксплуатируемых в помещениях с влажностью более 60 %.

Выводы

1. Изучена возможность утилизации отхода строительной промышленности бетонного лома в качестве наполнителя в мелкозернистые магнезиальные бетоны на основе каустического доломита.

2. Разработаны составы мелкозернистого магнезиального бетона с использованием бетонного лома.

3. Разработанные составы композиционных магнезиальных мелкозернистых бетонов на основе каустического доломита рекомендуются для производства прессованных строительных изделий, эксплуатируемых в помещениях с влажностью более 60 %. Использование в составе формовочных смесей вторичного ресурса снижает себестоимость изделий из каустического доломита.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Алимкулов, С. О. Отходы – глобальная экологическая проблема. Современные методы утилизации отходов / С. О. Аликкулов и [др.] // Молодой ученый. – 2014, № 21.– С. 66–70.

2. ООО «БелРецикл» Раздельный сбор мусора у Вас на объекте, строительной площадке [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://xn--90aiamkdd0b5c.xn-->

90ais/catalog/vyvoz-pererabotka-i-utilizaciya-othodov-v-vitebske-i-vitebsk – Дата доступа: 08.06.2024

3. Kaklyugin A., Stupen N., Kastornykh L., Kovalenko V. Pressed Composites Based on Gypsum and Magnesia Binders Modified with Secondary Resources / A. Kaklyugin, N. Stupen, L. Kastornykh, V. Kovalenko // Materials Science Forum. 2020. Vol. 1011. pp. 52-58. DOI: 10.4038/www.scientific.net/MSF.1011.52.

4. Ступень, Н.С. Повышение воздухоустойчивости прессованных композитов на основе магнезиального вяжущего / Н. С Ступень, А. В. Каклюгин, Л. И Касторных, В. В. Коваленко // Вестник МГСУ. 2021. Т. 16. № 2. С. 176-185. DOI 10.22227/1997-0935.2021.2.176-185.

UTILIZATION OF CONSTRUCTION WASTE FOR THE PRODUCTION OF FINE-GRAINED MAGNESIA CONCRETE

N. S. Stupen

The article presents the results of research on utilization of concrete scrap as a filler in microsilica-modified magnesia cement based on caustic dolomite. It is established that fine-grained modified magnesia concrete with the content of 10 % of microsilica and 48,5 % of concrete scrap can be recommended for manufacturing of products operated in premises with humidity of more than 60 %.

Keywords: construction waste, magnesia cements, microsilica, fine-grained magnesia concrete