



И.Р. Капуш, А.С. Семенов
Владимирский государственный университет
имени А.Г. и Н.Г. Столетовых

УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ДОЛОМИТА ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ СИНТЕЗА БЕТОНА

В статье рассмотрены варианты внедрения отходов горнодобывающей промышленности Владимирской области в производство строительной продукции. Получены экспериментальные данные эксплуатационных характеристик материалов и обосновано их применение в различных видах бетона.

Бетон, магниезиальное вяжущее, отходы промышленности, синтез.

Современная строительная отрасль подчиняется ряду технологических, экономических и экологических тенденций. Это касается как самого процесса строительства в целом, так и строительных конструкций и материалов. Классические виды бетона, выполненные из простого вяжущего (портландцемента) и классического заполнителя, все менее актуальны в эпоху «зеленого строительства». На данный момент активно рассматривается использование отходов промышленности для синтеза бетонов, что позволило бы расширить перечень существующих бетонов и утилизировать побочные продукты производств. Для решения данной проблемы в исследовании предлагается использовать местные отходы производств для синтеза бетона, что позволило бы утилизировать вторсырье в регионе.

Одной из главных отраслей производства в нашей стране, богатой полезными ископаемыми и подземными ресурсами, является горнодобывающая промышленность [1]. На рисунке представлен график изменения объема финансирования горнодобывающей промышленности и график изменения числа объектов горной добычи. Исходя из рисунка можно сделать вы-

вод о том, что данная отрасль очень перспективна и довольно быстро развивается.

Но любой технологический процесс неидеален и имеет свои минусы. Не является исключением и данная отрасль, которая по данным РОССТАТА [2] выделяет многомиллионное количество побочного продукта. В таблице 1 представлен ежегодный объем вторсырья горнодобывающей промышленности.

Таблица 1

**Ежегодный объем отходов
горнодобывающей промышленности**

Год	Объем отходов, млн т
2012	3334,6
2013	3818,7
2014	4629,3
2015	4701,2
2016	4807,3
2017	4653,0
2018	4723,8
2019	4968,1
2020	5386,2



Рис. Количество финансирования и число объектов горнодобывающей промышленности

Анализируя таблицу можно сделать вывод о том, что проблема утилизации отходов стоит довольно остро в каждом регионе, где ведется добыча полезных ископаемых.

Во Владимирской области насчитывается множество различных месторождений полезных ископаемых, и практически на каждом ведется добыча, как следствие – образование отходов. Особый интерес вызывают залежи доломита и брусита, которые имеются во Владимирской области (Муромский район, Меленковский район), где возникает острая необходимость утилизации скопившихся в отвалах отходов в виде муки, что делает актуальными задачи по переработке данного материала.

Для реализации поставленной задачи были изучены свойства и структура доломита, который в эксперименте выступает в роли вяжущего. В таблице 2 представлен минералогический состав отходов доломита.

Доломит представляет собой магниальное связующее на основе оксида магния, затворяемого раствором солей магния, как правило хлорида магния и/или сульфата магния [3]. Срок схватывания: начало – не ранее 20 мин, конец – не позднее 6 ч с момента затворения теста нормальной густоты. Отличается повышенной прочностью сцепления, особенно с древесными материалами. В качестве древесных материалов была использована костра технической конопли с Вязниковского района, также являющаяся побочным продуктом текстильной промышленности.

Подбор базового состава бетона производился исходя из среднего уровня прочности, теплопроводности

и плотности бетона. Были созданы несколько составов для синтеза легкого бетона, выступающего в роли теплоизоляционных плит, и несколько составов для конструкционно-теплоизоляционного бетона, способного воспринимать нагрузку. Принципиальное различие состава бетона заключался в количестве древесного заполнителя – чем больше его доля в составе, тем меньше коэффициент теплопроводности и тем более энергоемкий материал [4]. Для синтеза конструкционно-теплоизоляционного бетона применялось минимальное количество заполнителя, так как необходимо создать бетон с высокой прочностью, которая зависит напрямую от вяжущего. На основании вышесказанного были синтезированы составы бетона, представленные в таблице 3.

В качестве затворителя был выбран раствор солей магния, увеличивающий способность сцепления доломита [5] и костры технической конопли за счет своей кристаллической решетки. После затворения и перемешивания до однородной сырьевой массы образцы помещались в специальные формы для набора прочности и последующего изучения эксплуатационных характеристик. Полученные результаты изучения эксплуатационных характеристик синтезированных композитов приведены в таблице 4.

Для сравнения эксплуатационных свойств полученных композитов с известными аналогами в таблице 5 представлены значения эксплуатационных характеристик различных видов легкого бетона в соответствии с ГОСТ 25820-2014 «Бетоны легкие. Технические условия» [6].

Таблица 2

Минералогический состав отходов доломита

Минерал	Массовое содержание минерала, %
Доломит	95,22
Кварц	0,62
Кальцит	4,16

Таблица 3

Составы синтезируемого бетона

Компонент, масс %	Назначение					
	Теплоизоляционный			Конструкционно-теплоизоляционный		
	ТБ1	ТБ2	ТБ3	К1	К2	К3
Затворитель	15	20	25	15	20	25
Костра технической конопли	65	60	55	20	20	20
Отходы доломита	20	20	20	65	60	55

Таблица 4

Эксплуатационные характеристики композитов

Марка состава	Наименование свойств		
	Плотность ρ , г/см ³	Прочность на сжатие R, МПа	Теплопроводность λ , Вт/м ⁰ С
T1	392	1,2	0,08
T2	401,5	1,3	0,076
T3	404	1,3	0,079
K1	720	5,8	0,1
K2	714	5,3	0,096
K3	715	5	0,094

Свойства легких бетонов

Вид бетона	Значение характеристик			
	Плотность ρ , г/см ³	Прочность на сжатие R , МПа	Теплопроводность λ , Вт/м ⁰ С	Морозостойкость F , цикл
Теплоизоляционный	≤ 500	$\geq 0,3$	0,05–0,14	Не нормируется
Констр.-теплоиз.	≥ 500	≥ 1	0,14–0,3	≥ 25

Из таблиц 4 и 5 видно, что все виды синтезированного бетона из отходов производств удовлетворяют нормам и требованиям, предъявляемым к материалам этого класса.

Таким образом, изучена возможность утилизации отходов горнодобывающей промышленности, представляющих собой доломитовую муку, для создания бетонов различного спектра применения. Это позволяет не только снизить себестоимость продукта, но и улучшить экологическую обстановку путем утилизации отходов во Владимирской области. Представленные составы могут быть использованы как для создания теплоизоляционных плит и панелей с низким коэффициентом теплопроводности, так и в виде отдельных элементов или пазогребневых блоков с высокой прочностью для каркасного частного домостроения.

Литература

1. Баженов, Ю. М. Применение промышленных отходов в производстве строительных материалов / Ю. М. Баженов, Л. И. Дворкин // Стройиздат. – 2009. – С. 56–59.

2. Федеральная служба государственной статистики. Окружающая среда. Отходы производства и потребления. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194> (дата обращения: 06.04.2022). – Текст : электронный.

3. Барабанщиков, Ю. Г. Строительные материалы и изделия : учебник / Ю. Г. Барабанщиков. – Москва : Academia, 2019. – 368 с.

4. Алехин, Ю. А. Экономическая эффективность использования вторичных ресурсов в производстве строительных материалов / Ю. А. Алехин, А. Н. Люсов. – Москва : Стройиздат, 1988. – 342 с.

5. Страшнов, В. В. Загородное строительство. Самые современные строительные и отделочные материалы / В. В. Страшнов, О. М. Страшнова. – Москва : АСТ, 2015. – 124 с.

6. ГОСТ 25820-2014. Бетоны легкие. Технические условия : межгосударственный стандарт : введен 2010-07-01. – Текст : электронный // Техэксперт : информационно-справочная система / Консорциум «Кодекс» (дата обращения: 06.04.2022). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

I.R. Kapush, A.S. Semenov

Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletovs

**VLADIMIR REGION DOLOMITE WASTE DISPOSAL
FOR CONCRETE SYNTHESIS**

The article considers options for introducing waste from the mining industry of Vladimir region into the production of construction products. Experimental data on the operational characteristics of materials have been obtained and their use in various types of concrete has been substantiated.

Concrete, magnesia binder, industrial waste, synthesis.