

Ю.А. ЩЕПОЧКИНА¹¹ Ивановский государственный политехнический университет, г. Иваново, Россия

ИСКУССТВЕННЫЙ МРАМОР С ВКЛЮЧЕНИЕМ МОЛОТЫХ СТЕКЛООТХОДОВ

Аннотация. На протяжении последних 150 лет находит применение искусственный мрамор, который может иметь разнообразные расцветку и фактуру, а также обладает способностью легко принимать необходимую форму при изготовлении деталей любой сложности. Существует множество способов получения искусственного мрамора и рецептур смесей, большинство из которых в качестве вяжущего вещества включает цемент, а в качестве заполнителя – кварцевый песок.

В данной работе показано, что молотые стеклоотходы могут стать заменой кварцевого песка или его части при приготовлении смесей для получения искусственного мрамора, что приводит к повышению прочности материала при сжатии и снижению его водопоглощения.

В качестве окрашивающих добавок при получении искусственного мрамора апробированы черный железистый оксидный пигмент, охра светлая, редоксайд. Предложено неравномерно распределять эти добавки в смесях с включением молотых стеклоотходов, что позволяет достичь приближенного сходства внешнего вида получаемого материала с натуральным мрамором.

Ключевые слова: искусственный мрамор, стеклоотходы, окрашивающие добавки

J.A. SHCHEPOCHKINA¹¹ Ivanovo State Polytechnical University, Ivanovo, Russia

MODIFICATION OF FINE-GRAINED CONCRETE ADDITIVES CRUSHED PLASTIC

Abstract. Over the past 150 years, artificial marble has been used, which can have a variety of colors and textures, and also has the ability to easily take the required shape in the manufacture of parts of any complexity. There are many ways to obtain artificial marble and formulations of mixtures, most of which include cement as a binder and quartz sand as an aggregate.

This paper shows that ground glass waste can be a substitute for quartz sand or a part of it in the preparation of mixtures for producing artificial marble, which leads to an increase in the strength of the material in compression and a decrease in its water absorption.

Black iron oxide pigment, light ochre, redoxide have been approved as coloring additives in the production of artificial marble. It is proposed to unevenly distribute these additives in mixtures with the inclusion of ground glass waste, which makes it possible to achieve an approximate similarity in the appearance of the resulting material with natural marble.

Keywords: artificial marble, glass waste, coloring additives

Введение

На протяжении последних 150 лет в строительстве находит применение искусственный мрамор – недорогой и экологически безопасный заменитель природного материала.

Искусственный мрамор может иметь разнообразные расцветку и фактуру, а также обладает способностью легко принимать необходимую форму при изготовлении деталей любой сложности. Окраску искусственного мрамора можно создать различными методами – использованием цветных заполнителей, вяжущих, введением окрашивающих добавок. Существует множество способов получения искусственного мрамора и рецептур смесей [1-6], большинство из которых в качестве вяжущего вещества включает портландцемент, а в качестве заполнителя – кварцевый песок. При этом возможно получение искусственного мрамора различных

цветовых оттенков, например, серовато-зеленого, серого [4, 5]. Наряду с применением равномерно окрашенных смесей для получения искусственного мрамора, можно добиться нужного эффекта – имитации внешнего вида природного материала – за счет неравномерного распределения в смеси окрашивающих добавок.

Интересен способ [3] получения искусственного мрамора в формах со стеклянным дном, предусматривающий неравномерное смешивание нескольких различно окрашенных смесей на основе портландцемента и кварцевого песка с применением вибрации, а также использование смесей с разной подвижностью. Способ [6] изготовления многоцветной мрамороподобной плитки также включает приготовление нескольких смесей портландцемента и воды с разной подвижностью, при этом, по крайней мере, одна смесь должна содержать окрашивающую добавку. В качестве окрашивающих добавок рекомендуются оксид марганца, сухой ультрамарин, натуральная амбра, сурик железистый и др.

Приведенные выше способы получения искусственного мрамора являются достаточно трудоемкими и предполагают использование в качестве заполнителя кварцевого песка. Вместе с тем, возможно использование и иного заполнителя, если его введение в состав смеси будет способствовать повышению эксплуатационных свойств получаемого материала, прежде всего, прочности.

Целью данной работы являлось получение искусственного мрамора, приближенного по внешнему виду к натуральному материалу.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи: исследование возможности замены используемого в качестве заполнителя кварцевого песка или его части молотыми стеклоотходами; разработка методики получения искусственного мрамора с неравномерным внесением окрашивающих добавок

Методы исследования

Известно, что прочность цементно-песчаного раствора на кварцевом песке ниже прочности цементного камня. В частности, на обычных цементах получается цементный камень, превышающий в 2 раза марку (активность) цемента по прочности, определяемую в соответствии со стандартом путем испытания образцов из цементно-песчаного раствора 1:3 [7, 8]. Если провести с цементом опыт [8], аналогичный его стандартному испытанию, но вместо нормального (вольского) песка использовать природный кварцевый с менее окатанными (более шероховатыми) зернами, то прочность образцов повысится (на 15-25 %), но все равно будет ниже прочности цементного камня. Если вместо природного песка использовать дробленый песок из скальных пород, то можно добиться некоторого повышения прочности конечного продукта, хотя и в дробленом песке зерна имеют гладкие грани, представляя собой отдельные кристаллы минералов. При этом некоторые кристаллические минералы при дроблении разрушаются с разрывом межатомных связей. Обнаружено [8], что свежедробленные кварцевые заполнители в силу ионизации поверхности зерен приобретают на короткое время физико-химическую активность, что проявляется в повышении прочности бетона за счет лучшего сцепления. Однако прочность сцепления цементного камня с поверхностью зерен песка меньше прочности цементного камня, поэтому последняя в цементно-песчаном растворе недоиспользуется. Вещество, из которого состоят зерна заполнителя, может иметь структуру аморфную или кристаллическую. Аморфная структура материала определяет его изотропность. Кристаллы в принципе анизотропны, что проявляется в неравномерности температурных деформаций и в других нежелательных эффектах [8, 9]. Кварцосодержащим аморфным материалом, частично лишенным этих недостатков, является стекло.

Современные принципы утилизации стеклоотходов основаны на использовании тех свойств стекла, которые близки к свойствам заменяемого продукта [10]. Наиболее перспективным направлением использования отходов является рассмотрение их как самостоятельного вида сырья, что позволяет создавать новые материалы с комплексом заданных свойств [11, 12]. Таким образом, молотые отходы стекла могут стать заменой кварцевого песка или его ча-

сти при приготовлении смесей для получения традиционных мелкозернистых бетонов [13,14], а также искусственного мрамора. Кроме того, применение стеклоотходов позволяет получать материал, по внешнему виду наиболее приближенный к природному мрамору, а их утилизация является достаточно актуальной проблемой, если учитывать, что в мире ежегодно накапливается порядка 1,5-2,4 млрд. т. не утилизированных отходов стекла [15, 16].

В рамках данного исследования было приготовлено четыре серии составов смесей для получения искусственного мрамора с включением различных долей стеклоотходов и изучены свойства полученного материала. В качестве вяжущего во всех составах использовали белый портландцемент ЦЕМ II/A-И 32,5Н, а в качестве заполнителей – просеянный через сито 2,5 песок для строительных работ (ГОСТ 8736-93), молотый и просеянный через сито 2,5 бой наиболее распространенного стекла – листового оконного (ГОСТ 111-2014).

Составы смесей для получения искусственного мрамора приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Составы смесей для получения искусственного мрамора

Компоненты	Содержание мас. ч.			
	1	2	3	4
Белый портландцемент ЦЕМ II/A-И 32,5Н	1	1	1	1
Кварцевый песок, просеянный через сито 2,5	3	2	1	-
Молотый бой листового оконного стекла, просеянный через сито 2,5	-	1	2	3
Водоцементное отношение	0,5			

Результаты исследования и их анализ

В рамках исследования было установлено влияние доли молотого боя стекла на основные эксплуатационные характеристики полученного материала, рис. 1-3.

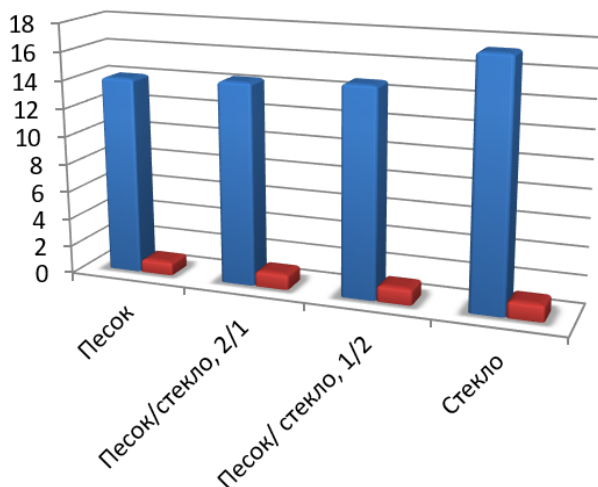


Рисунок 1 - Предел прочности (МПа) образцов искусственного мрамора в возрасте 28 сут

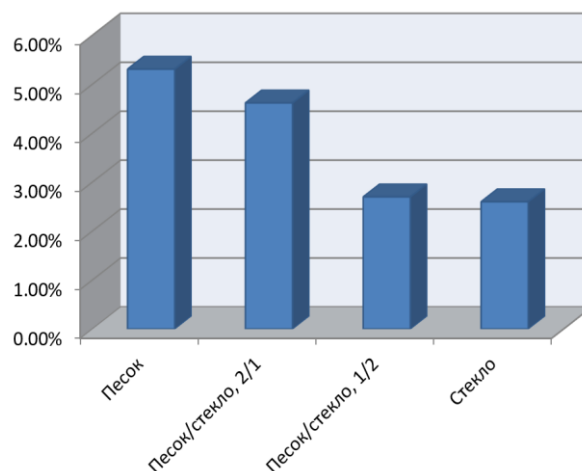


Рисунок 2 - Водопоглощение (%) образцов искусственного мрамора в возрасте 28 сут

Из рис.1 и 2 видно, что молотые стеклоотходы оказывают положительное влияние на эксплуатационные характеристики искусственного мрамора. При этом наиболее целесообразен к применению состав 3 (таблица).

При получении смесей на основе состава 3 в качестве окрашивающих добавок были апробированы черный железистоокисный пигмент, охра светлая, редоксайд, соответственно 5, 4 и 4 % от массы портландцемента. Добавки были введены так, чтобы достичь приближенного сходства внешнего вида получаемого материала с натуральным мрамором. Для приготовления

искусственного мрамора смешивали сухие компоненты: молотый и просеянный через сито 2,5 бой листового оконного стекла, кварцевый песок и белый портландцемент. Затем в емкость со смесью сухих компонентов вливали 80 % воды и осуществляли перемешивание до образования однородной массы. Затем добавляли остаток воды и окрашивающие добавки, которые вводили порциями в разные участки емкости. Таким образом, достигалось неравномерное их распределение в смеси, что придавало большее сходство искусственному материалу с натуральным мрамором. Чтобы добиться неравномерности распределения нескольких окрашивающих добавок готовили также два и более различно окрашенных составов смеси, которые впоследствии соединяли и неравномерно перемешивали. Используемая для укладки смесей форма (предпочтительно, пластмассовая) должна иметь гладкую внутреннюю поверхность. После смазки внутренней поверхности формы минеральным маслом в нее наливали приготовленную смесь. При помощи шпателя края формы очищали от излишних наплывов, которые способны оказывать влияние на внешний вид поверхности материала, затем разравнивали поверхность и закрывали ее полиэтиленовой пленкой.

Внешний вид поверхности образцов полученного искусственного мрамора представлен на рис. 3.

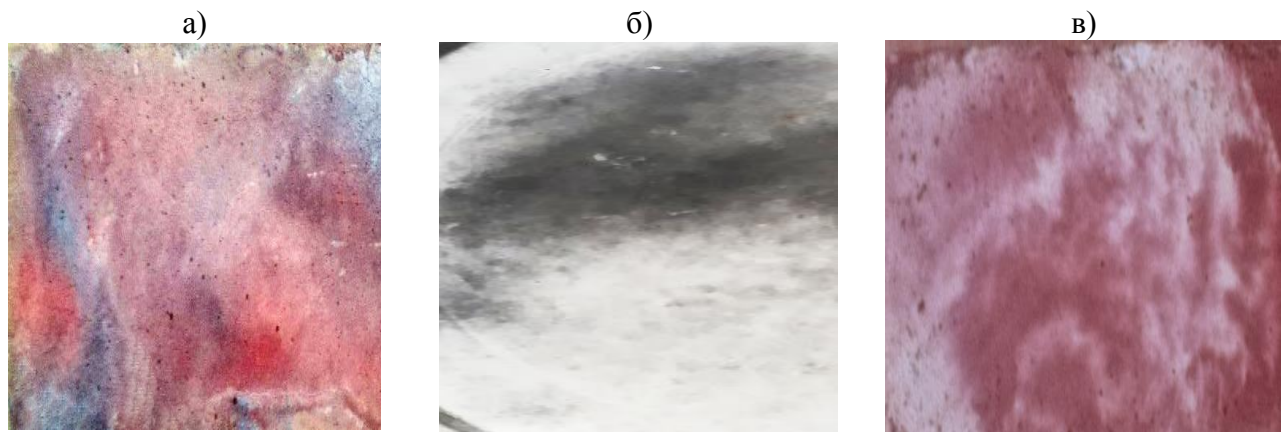


Рисунок 3 - Фрагменты поверхности образцов искусственного мрамора (состав смеси 3) с использованием в качестве окрашивающих добавок: а) черного железooksидного пигмента, охры светлой, редоксайд; б) черного железooksидного пигмента; в) охры светлой и редоксйда

На основании полученных данных можно полагать, что в случае использования в составе смеси для получения искусственного мрамора в качестве заполнителя молотых отходов стекла (той же дисперсности, что и кварцевый песок) адгезионное взаимодействие частиц стекла с цементным тестом возрастает за счет повышения качества растворной прослойки между ними и цементным тестом. Это связано, на наш взгляд, с тем, что частицы стекла имеют значительно меньшее количество дефектов структуры по сравнению с частицами кварцевого песка. Аморфная структура отходов стекла определяет изотропность частиц заполнителя, что является положительным фактором, поскольку обычно не удается управлять пространственной ориентацией частиц заполнителя и они располагаются случайно.

Выводы

1. В составах для получения искусственного мрамора замена кварцевого песка или его части молотыми стеклоотходами приводит к повышению прочности материала при сжатии и снижению его водопоглощения.

2. Использование в составах для получения искусственного мрамора в качестве окрашивающих добавок черного железooksидного пигмента, охры светлой и редоксйда, соответственно 5, 4 и 4 % от массы портландцемента, при их неравномерном введении позволяет достичь приближенного сходства внешнего вида получаемого материала с мрамором.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Щепочкина Ю.А. Рецептурный справочник по имитации материалов. – Минск: Национальная библиотека Беларуси, 2014. – 103 с.
2. Черных В.Ф. Стеновые и отделочные материалы. М.: Росагропромиздат, 1991. – 188 с.
3. Способ изготовления декоративных строительных изделий / Г.П. Олефиренко, Б.Ш. Цибульская; а.с. № 627102 СССР. № 2347212/29-33; заявл. 12.04.1976; опубл. 05.10.1978, бюл. № 37. – 2 с.
4. Александровский А.В., Попов К.Н. Материалы для декоративных, штукатурных, плиточных и мозаичных работ. – М.: Высш. шк., 1986. – 240 с.
5. Щепочкина Ю.А. Декоративные бетоны. – Иваново: ИВГПУ, 2019. – 120 с.
6. Способ изготовления многоцветной мрамороподобной плитки // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2012. – № 12. – С. 51.
7. Гусев Б.В., Ин Иен-лян С., Кузнецова Т.В. Цементы и бетоны – тенденции развития. – М.: Научный мир, 2012. – 136 с.
8. Ицкович С.М., Чумаков Л.Д., Баженов Ю.М. Технология заполнителей бетона. – М.: Высш. шк., 1991. – 272 с.
9. Федосов С.В., Селезнева Г.Ю., Щепочкина Ю.А. Технология неорганических вяжущих веществ. – Иваново: ИВГПУ, 2018. – 232 с.
10. Kruszywa alternatywne. Cz. 2 / W. Kozioł, A. Ciepliński, Ł. Machniak, A. Borcz // Nowoczesne budownictwo inżynieryjne. – 2015. – N 5. S. 35-38.
11. Снежков Д.Ю., Леонович С.Н. Мониторинг возводимых и эксплуатируемых железобетонных конструкций неразрушающими методами. – Минск: БНТУ, 2016. – 331 с.
12. Прочность, трещиностойкость и долговечность конструкционного бетона при температурных и коррозионных воздействиях / Леонович С.Н., Литвиновский Д.А., Чернякевич О.Ю., Степанова А.В. Под ред. С.Н. Леоновича. – Минск: БНТУ, 2016. – 393 с.
13. Харченко И.Я., Баженов Д.А. Эффективный самоуплотняющийся мелкозернистый бетон с компенсированной усадкой // Строительные материалы. – 2018. – № 5. С. 48-52.
14. Лермит Р. Проблемы технологии бетона / Пер. с фр. Под ред. А.Е. Десова. – М.: Изд-во ЛКИ, 2007. – 296 с.
15. Дворкин О.Л. Строительные материалы из отходов промышленности. Ростов-на-Дону: Феникс, 2007. – 368 с.
16. Вторичные материальные ресурсы для строительной индустрии. / С. В. Федосов, Ю. А. Щепочкина, В. Е. Румянцева, В. С. Коновалова – Иваново: ИВГПУ, 2017. – 188 с.

REFERENCES

1. Shchepochkina Ju. A. Recepturnyi spravochnik po imitacii materialov. – Minsk: Nacionalnaya biblioteka Belarusi, 2014. – 103 p.
2. Chernykh V.F. Stenovye i odelochnye materialy. M.: Rosagropromizdat, 1991. – 188 p.
3. Sposob izgotovleniya dekorativnykh stroitelnykh izdeliy / G.P. Olefirenko, B.Sh. Cybul'skaya; A.s. 627102 USSR. No. 2347212/29-33; zayavl. 12.04.1976; opubl. 05.10.1978, bul. No 37. – 2 p.
4. Alexandrovski A.V., Popov K.N. Materialy dla dekorativnykh, shtukaturnykh, plitochnykh i mozaichnykh rabot. – M.: Vysshaja shkola, 1986. – 240 p.
5. Shchepochkina Ju. A. Dekorativnye betony. – Ivanovo: IVGPU, 2019. – 120 p.
6. Sposob izgotovleniya mnogozhvetnoj mramoropodobnoj plitki // Stroitelnye materialy, oborudovanie, technologii XXI veka. – 2012. – № 12. – p. 51.
7. Gusev B.V., In Ien-lyan S., Kuznetsova T.V. Cementy i betony – tendencyi razvitiya. – M.: Nauchnyi mir, 2012. – 136 p.
8. Izhkovich S.M., Chumakov L.D., Bazhenov Ju..M. Technologija zapolnitelej betona. – M.: Vysshaja shkola, 1991. – 272 p.
9. Fedosov S.V., Selezneva G.Ju., Shchepochkina Ju. A Technologija neorganicheskikh vjashushchikh veshchestv – Ivanovo: IVGPU, 2018. – 232 p.
10. Kruszywa alternatywne. Cz. 2 / W. Kozioł, A. Ciepliński, Ł. Machniak, A. Borcz // Nowoczesne budownictwo inżynieryjne. – 2015. – N 5. S. 35-38.
11. Snezhkov D.Yu., Leonovich S.N. Monitoring vozvodimyh i ekspluatiruemykh zhelezobetoonykh konstrukcij nerazrushayuschimi metodami. – Minsk: BNTU, 2016. – 331 p.
12. Prochnost, treschinostokost i dolgovechnost konstrukcionnogo betona pri temperaturnykh i korrozionnykh vozdeistviyakh / Leonovich S.N., Litvinovskij D.A. Chernyakevich O.Yu., Stepanova A.V. / Pod red. S.N. Leonovich. – Minsk: BNTU, 2016. – 393 p.
13. Kharchenko I.Ja., Bazhenov D.A. Effektyvnyi samouplotnyauschiysya melkozernisty beton s kompensirovannoy usadkoi // Stroitelnye materialy. – 2018. – No 5. P. 48-52.

14. Lermi R. Problemy tekhnologii betona / Per. s fr. / Pod red. A.E. Desova. – M.: Izd. LKI, 2007. – 296 p.
15. Dvorkin O.L. Stroitelnye materialy iz otkhodov promyshlennosti. – Rostov-na-Donu: Fenix, 2007. – 368 p.
16. Vtorichnye materialnye resursy dlya stroitelnoi industrii. / S.V. Fedosov, Ju. A. Schepotchkina, V.E. Rumyantseva, V. S. Konovalova – Ivanovo: IVGPU, 2017. – 188 p.

Информация об авторах

Щепочкина Юлия Алексеевна

Ивановский государственный политехнический университет, г. Иваново, Россия

Доктор технических наук, профессор. Кафедра «Строительное материаловедение и технологии»

E-mail: julia2004ivanovo@yandex.ru.

Information about authors

Shchepochkina Julia A.

Ivanovo State Polytechnical University, Ivanovo, Russia,

Doctor of technical science, professor of departament “Building materials and technologies”

E-mail: julia2004ivanovo@yandex.ru.