

Раздел 2. Строительство

УДК: 691.328.4:666.972.124

МЕЛКОЗЕРНИСТЫЕ БАЗАЛЬТОФИБРОБЕТОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПОЛУСУХОГО ПРЕССОВАНИЯ ИЗ МЕХАНОАКТИВИРОВАННЫХ СЫРЬЕВЫХ СМЕСЕЙ НА КАРБОНАТНЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЯХ

Когай Э.А., Макарова Е.С., Федоркин С.И.

Крымский Федеральный Университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
Email: kogay_emil@mail.ru

Анотация: Настоящая статья посвящена изучению прессованного мелкозернистого базальтофибробетона из механоактивированных сырьевых смесей на основе известняковых отходов камнедобычи. Исследована микроструктура прессованных образцов. Проведена опытно-промышленная проверка технологии механоактивации и прессования мелкоштучных изделий. Показано, что кирпич и тротуарная плитка, изготовленные по этой технологии, соответствуют максимальным требованиям ГОСТ и имеют марку по прочности при сжатии не менее М400 (В30), морозостойкость не менее F200, истираемость G1.

Предмет исследования: мелкозернистые базальтофибробетонны полусухого прессования из механоактивированных сырьевых смесей на карбонатных заполнителях.

Материалы и методы: для проведения исследований использовались известняки месторождений Крыма, портландцемент, базальтовые волокна. Приготовление базальтофибробетонных смесей осуществлялась на лопадном смесителе-активаторе, оснащенный роторной дробилкой. Частота вращения ротора – 1500 об/мин. Из полученной базальтофибросмеси прессовали на прессе цилиндры высотой и диаметром 5 см при удельном давлении прессования 5, 10, 15, 20,25 МПа. Полученные цилиндры в возрасте 28 сут испытывали на сжатие по ГОСТ 10180-2012. Микроструктуру образцов базальтофибробетона изучали с помощью электронной сканирующей микроскопии на электронном микроскопе РЭМ-106, SELMI.

Результаты: полученные результаты экспериментальных исследований свидетельствуют о росте прочности образцов базальтофибробетона при увеличении давления прессования для всех видов известняковых заполнителей. По сравнению с образцами на неактивированной сырьевой смеси средняя плотность образцов на механоактивированной сырьевой смеси возрастает на 2-5%. Предел прочности при сжатии, соответственно, увеличивается в 1,22 – 1,46 раза, причем с ростом давления прессования до 15-25 МПа прирост прочности возрастает с 12 – 26% до 31 – 46%.

Выводы: Показано, что максимальная прочность материала при сжатии соответствует удельному давлению прессования 15 – 25 МПа, независимо от вида известнякового сырья, и составляет 40 – 50 МПа. Исследована микроструктура прессованных образцов и установлено, что по сравнению с базальтофибробетоном, полученным из механоактивированных сырьевых смесей вибрированием, характеризуется более плотной структурой материала и пониженным содержанием трещин, пор и других структурных дефектов.

Ключевые слова: базальтофибробетон, известняковые отходы, полусухое прессование, прочность, микроструктура, мелкоштучные изделия, механоактивация, карбонатный заполнитель, кирпич, тротуарная плитка, смеситель-активатор.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

В настоящее время большое внимание уделяется исследованиям и разработке технологий изготовления изделий из фибробетона. Фибробетон обладает высокой ударной прочностью, прочностью на растяжение и срез, повышенной морозостойкостью, что дает возможность выделить его в самостоятельную группу конструкционных материалов с присущими только им особенностями структуры и свойств. [1]

В настоящее время в Крыму эксплуатируется более 100 карьеров по добыче известнякового камня и стеновых блоков для строительства жилых и общественных зданий, а также других объектов различного назначения [2]. По некоторым данным, ежегодно образуется 1 млн.м³ известняковых отходов. Вопросы использования отходов известняка в качестве заполнителя для дисперсно-армированного бетона, на наш взгляд, изучены недостаточно и вызывают необходимость дополнительных исследований.

При разработке современных технологий производства строительных материалов многими специалистами используется способы механохимической активации сырьевых материалов с использованием высокоскоростных агрегатов, например, ударного действия. Механоактивация сырья приводит к качественным и количественным изменениям в характере химической связи и химическом составе твердых тел. Это открывает возможности для разработки новых методов переработки минерального сырья. Значительное увеличение реакционной способности твердых тел при механоактивации может служить методом направленного регулирования их физико-химических свойств [3].

Повышению физико-механических свойств фибробетонов, особенно для мелкоштучных изделий, является использование в технологии их изготовления способа полусухого прессования.

Создание эффективной технологии изготовления кирпича и тротуарной плитки из базальтофибробетонов на основе известняковых отходов камнедобычи с использованием

механоактивации сырья является перспективным направлением в производстве этого вида мелкоштучных изделий и позволит существенно улучшить их качественные характеристики.

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Повышение использования потенциальных прочностных и вяжущих свойств составляющих бетона является важной задачей современного строительного материаловедения. Вопросу повышения прочности и долговечности бетона посвящены работы большого количества как отечественных, так и зарубежных ученых. В числе наиболее перспективных направлений повышения прочностных показателей бетона являются уплотнение его прессованием.

Влияние прессования на прочность бетона изложено в работах Ананенко А. А., Ахвердова И. Н. [4], Бабкова В. В. [5], Бутенко С. А., Лоховицкого Г. З. [6], Мурашкина Г. В., Недосеко И. В., Рахимова Р. З., Салалкина А. В. [7], Сеськина И. Е., AlsadeyS.,DrutaC. [8-12].

Изучению прочности и долговечности мелкоштучных изделий из прессованного фибробетона посвящены работы И.Е. Сеськина и А.С. Баранова [8-10]. Ими показано, что дисперсное армирование гиперпрессованного бетона способствует увеличению его долговечности. Опытные данные показали, что при высокой интенсивности гиперпрессования (24 МПа) образцы из гиперпрессованного фибробетона не только не имели потерь прочности при сжатии при попеременном замораживании-оттаивании, но и прослеживалось некоторое увеличение их прочности. В результате проведенных исследований применение дисперсного армирования в гиперпрессованных бетонах позволяет повысить их долговечность. Ими, также, показано, что при увеличении интенсивности гиперпрессования, в момент снятия прессующего давления, происходит нарушение структуры гиперпрессованного бетона за счет деформации упругого последействия, достигающего 9 % и экспериментально установлено снижение величины деформации упругого последействия за счет увеличения начальной прочности

гиперпрессованного бетона более чем в 3 раза при армировании его высокомодульными волокнами.

Анализ основных публикаций свидетельствует о необходимости дальнейших исследований прессованных фибробетонов, совершенствование технологии изготовления изделий из них, на основе вторичного сырья, например, известняковых отходов камнедобычи, с использованием метода механохимической активации сырьевых смесей.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Целью настоящей работы являлось исследование мелкозернистых базальтофибробетонов для изготовления мелкоштучных изделий, полученных полусухим прессованием из механоактивированных сырьевых смесей на основе известняковых отходов камнедобычи.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- изучено влияние полусухого прессования на структуру и физико-механические свойства базальтофибробетона из механоактивированных сырьевых смесей на основе известняковых отходов камнедобычи;
- обоснованы оптимальные технологические параметры изготовления прессованных кирпича и тротуарной плитки, в лабораторных и опытно – промышленных условиях.

Сырьевые материалы и методы исследований

В настоящем исследовании использованы известняки следующих месторождений Крыма:

- нуммулитовый известняк Скалистого месторождения;
- известняк-ракушечник Бешараньского месторождения;
- мраморовидный известняк месторождения Мраморное;

–портландцемент Новороссийского цементного завода ЦЕМ I 42,5Н (ПЦ 500ДО) и базальтовое волокно РБР-18-Т10/12 длиной 12 мм.

Физико-механические свойства известняков приведены в табл. 1. Основные характеристики базальтового волокна приведены в табл. 2.

Таблица 1. Физико-механические свойства Крымских известняков
Table 1. Physical and mechanical properties of Crimean limestones

Вид известняка	Истинная плотность, г/см ³	Средняя плотность, г/см ³	Пористость, %	Водопоглощение, %	Предел прочности при сжатии, МПа	Коэффициенты	
						размягчения	Морозостойкости
Нуммулитовый известняк	2,7 – 2,73	1,5 – 2,1	23,0 – 44,3	6,9 – 19,3	4,1 – 34,6	0,46 – 0,97	0,55 – 0,99
Известняк-ракушечник	2,7 – 2,72	0,85 – 1,9	30,2 – 66,9	7,4 – 33,3	0,4 – 2,6	0,56 – 0,96	0,51 – 0,98
Мраморовидный известняк	2,7 – 2,75	2,6 – 2,7	1,4 – 4,0	0,05 – 1,3	35,7 – 182,3	0,75 – 1,0	0,74 – 0,99

Таблица 2. Основные характеристики базальтового волокна
Table 2. Main characteristics of basalt fiber

Диаметр, мм	Длина, мм	Плотность, кг/м ³	Прочность, МПа	Модуль упругости, ГПа	Относительное удлинение, %
0,5	5-12	2670	3000 – 3500	70 – 90	3,0 – 3,2

Приготовление базальтофибробетонных смесей осуществлялась на лопастном смесителе-активаторе Р1-00-00, объемом 20 л, оснащенный роторной дробилкой (рис. 1). Частота вращения ротора – 1500 об/мин. Сырьевая смесь в роторной дробилке, подвергалась многократному ударному

воздействию с максимальной скоростью нагружения до 40 м/с и при этом активировалась. Время гомогенизации смеси составляло 60 с. Ввод базальтовых волокон в смеситель-активатор осуществлялся одновременно со всеми компонентами сырьевой смеси.

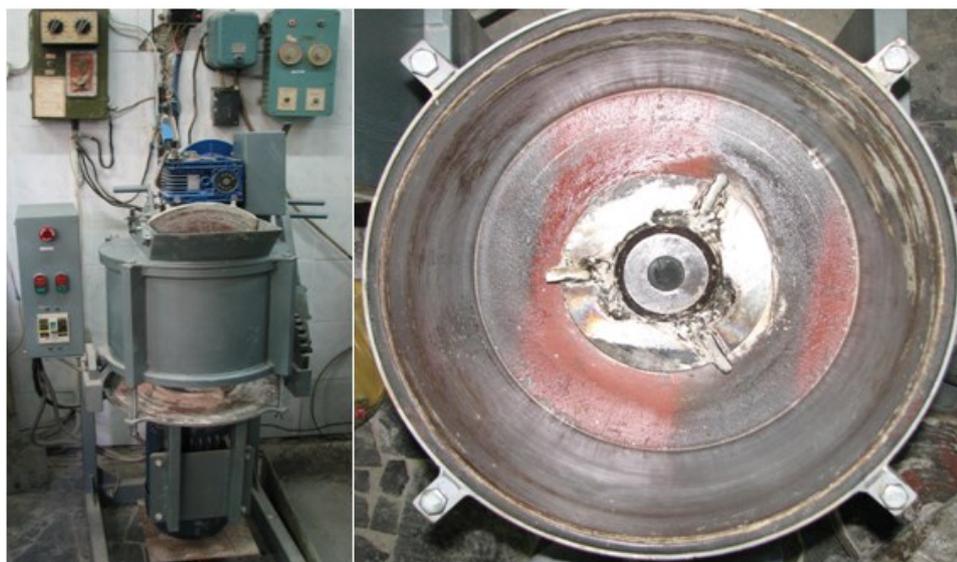


Рис. 1. Скоростной смеситель-активатор с роторной дробилкой Р1-00-00. а) общий вид смесителя; б) роторная дробилка.

Fig. 1. High-speed mixer-activator with rotary crusher P1-00-00. a) general view of the mixer; b) rotary crusher.

Для отработки технологии в смесителе-активаторе использованы следующие способы приготовления базальтофибробетонной смеси на карбонатных заполнителях:

- 1) ввод базальтового волокна в готовую бетонную смесь;
- 2) ввод базальтового волокна в сухую смесь;
- 3) ввод базальтового волокна одновременно со всеми компонентами бетонной смеси.

Состав минеральной части фибробетонной смеси было следующей: цемент:известняковый заполнитель – 1:3 (по массе). Максимальная крупность зерен карбонатного заполнителя – 5 мм. Количество вводимого базальтового волокна составляло 0,6% от массы сухой смеси. Влажность сырьевой смеси – 10% (мас.) Из полученной базальтофибросмеси прессовали на прессе П-10 цилиндры высотой и диаметром 5 см при удельном давлении прессования 5, 10, 15, 20,25 МПа. Полученные цилиндры в возрасте 28 сут испытывали на сжатие по ГОСТ 10180-2012.

Микроструктуру образцов базальтофибробетона изучали с помощью электронной сканирующей микроскопии на электронном микроскопе РЭМ-106, SELMI.

Результаты экспериментальных исследований и их анализ

Нашими предыдущими исследованиями технологии изготовления базальтофибробетона на карбонатных заполнителях с использованием механоактивации сырья [13] показана эффективность технологии приготовления базальтофибробетонных смесей на скоростном смесителе-активаторе, оснащенный роторной дробилкой, при вводе в активатор базальтового волокна одновременно со всеми компонентами бетонной смеси. Этот способ позволяет повысить прочность базальтофибробетона на 10-20 % по сравнению с другими способами. При этом «сохраняемость» базальтовых волокон при приготовлении смеси в смесителе-активаторе составила от 62 % (нуммулитовый известняк) до 60 % (известняк-ракушечник) и до 48 % (мраморовидный известняк). Оптимальное содержание базальтовых волокон в сырьевой смеси составляло 0,6% (мас.).

Физико-механические свойства базальтофибробетона в зависимости от вида известняков и давления прессования,

изготовленных по описанной выше методике с использованием смесителя-активатора с роторной дробилкой приведены в табл. 3. Для сравнения в табл. 3 приведены данные средней плотности и

предела прочности при сжатии образцов из тех же сырьевых смесей, полученных без активации при отключенном роторе в смесителе-активаторе (колонки 3 и 5)

Таблица 3. Влияние давления прессования на плотность и прочность механоактивированного и неактивированного базальтофибробетона в зависимости от вида известняков

Table 3. The effect of pressing pressure on the density and strength of mechanically activated and non-activated basalt fiber concrete, depending on the type of limestone

Вид известня-кового заполнителя	Давление прессования, МПа	Средняя плотность образцов из сырьевой смеси, кг/м ³		Предел прочности при сжатии образцов из сырьевой смеси, МПа	
		неактивированной	активированной	неактивированной	активированной
1	2	3	4	5	6
Мраморовидный известняк	5	2290	2350	28,2	36,2
	10	2410	2490	31,8	40,1
	15	2500	2600	36,0	47,3
	20	2580	2630	37,2	49,5
	25	2600	2670	37,5	49,9
Нуммулитовый известняк	5	2010	2080	25,2	33,0
	10	2060	2130	27,4	35,6
	15	2120	2230	30,1	40,9
	20	2210	2270	33,0	47,4
	25	2250	2310	33,8	49,5
Известняк-ракушечник	5	2020	2040	26,3	34,2
	10	2050	2070	29,2	35,7
	15	2100	2120	32,1	42,1
	20	2130	2180	34,6	46,5
	25	2150	2200	35,0	49,2

Полученные результаты экспериментальных исследований свидетельствуют о росте прочности образцов базальтофибробетона при увеличении давления прессования для всех видов известняковых заполнителей. По сравнению с образцами на неактивированной сырьевой смеси средняя плотность образцов на механоактивированной сырьевой смеси возрастает на 2-5%. Предел прочности при сжатии, соответственно, увеличивается в 1,22 – 1,46 раза, причем с ростом давления прессования до 15-25 МПа прирост прочности возрастает с 12 – 26% до 31 – 46%. Это объясняется получением более плотной структуры образцов, удалением части несвязанной воды и улучшением сцепления базальтовых волокон и известнякового заполнителя с цементом за счет заполнения цементным молоком открытых пор и трещин в зернах заполнителя.

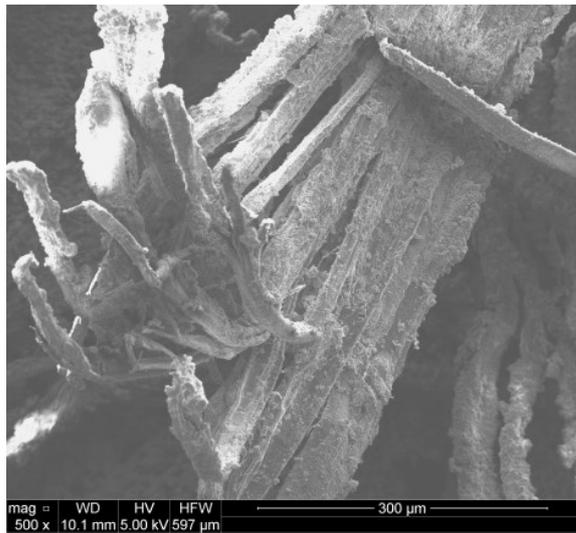
Следует отметить, что несмотря на существенную разницу в прочности материнской породы мраморовидного известняка и известняка – ракушечника, которая составляет 36,7 – 182,3 МПа и 0,4 – 2,6 МПа, соответственно (табл. 1), прочность образцов базальтофибробетона на этих заполнителях различается незначительно (табл. 3). Это связано с тем, что “сохраняемость” базальтовых волокон в мраморовидном известняке, как показали наши предыдущие исследования [11], составляет 48%, а в известняке – ракушечнике 60%. Снижение

количества сохраняемых волокон приводит к уменьшению прочности образцов на мраморовидном известняке.

Микроструктура образцов базальтофибробетона на основе известняковых заполнителей, полученных из механоактивированных сырьевых смесей и образцов, полученных по обычной вибрационной технологии, изготовленных методом полусухого прессования при удельном давлении 20 МПа, приведена на рис. 2.

На фотографиях сколов образцов при увеличении 500^{\times} видно, что пресованный базальтофибробетон характеризуется более плотной микроструктурой со значительно меньшим количеством микротрещин, пустот и других дефектов структуры, что объясняет его высокую прочность.

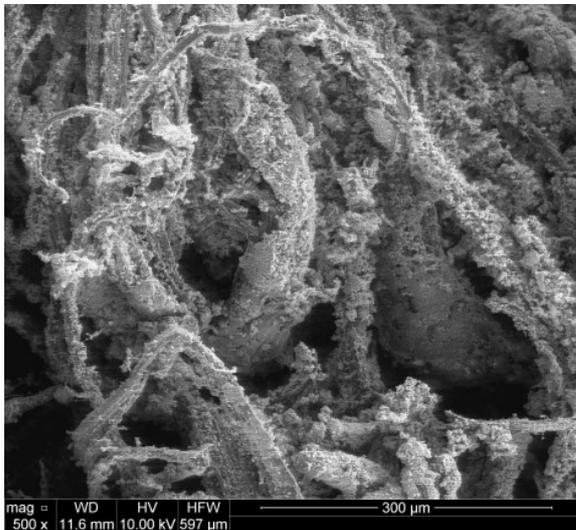
В заводских условиях была проведена опытно–промышленная проверка технологии прессования пустотелого кирпича и тротуарной плитки из механоактивированной в смесителе – активаторе P1-00-00 сырьевой смеси на основе мраморовидного известняка с влажностью 10% (мас.). Прессование изделий осуществляли на гидравлическом прессе двустороннего действия А 300 – С2 фирмы “Агрегат”. Удельное давление прессования этих изделий составляло 20 МПа.



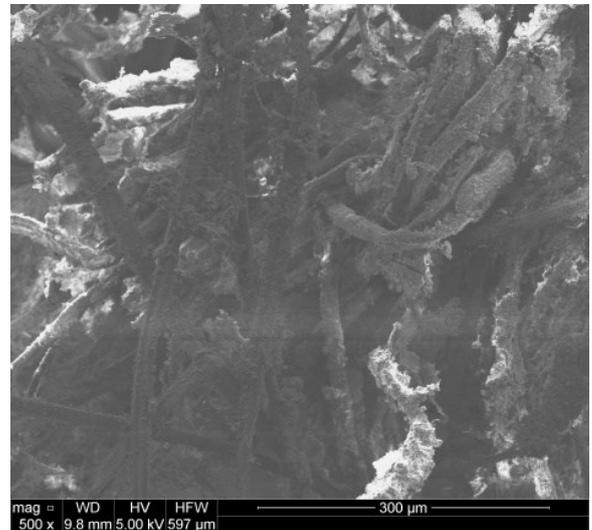
а)



б)



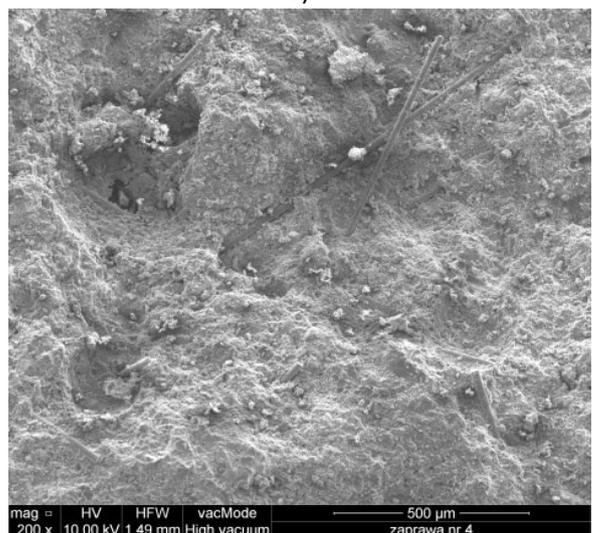
в)



г)



д)



ж)

Рис.2. Микроструктура базальтофибробетона на основе мраморовидного (а, б), нуммулитового (в, г), и известняка-ракушечника (д, ж), полученного по вибрационной технологии (а, в, д) и методом полусухого прессования (б, г, ж).
Fig.2. Microstructure of basalt fibroconcrete based on marble (a, б), nummulite (в, г), and shell limestone (д, ж) obtained by vibration technology (а, в, д) and by semi-dry pressing (б, г, ж).



Рис. 3. Опытные образцы тротуарной плитки и кирпича
Fig. 3. Prototypes of paving slabs and bricks

Испытания опытных образцов кирпича и тротуарной плитки (рис. 3) показали их полное соответствие максимальным требованиям ГОСТ 6133 – 2019 и ГОСТ 17608 – 2017. Основные физико-механические характеристики базальтофибробетона на известняковых заполнителях из механоактивированных сырьевых смесей в прессованных мелкоштучных изделиях следующие: предел прочности при сжатии – не менее 40 МПа (М400, класс бетона В30), морозостойкость – не менее F200, истираемость G1.

ВЫВОДЫ

1. Изучен прессованный мелкозернистый базальтофибробетон из механоактивированных сырьевых смесей на основе известняковых отходов камнедобычи. Показано, что максимальная прочность материала при сжатии соответствует удельному давлению прессования 15 – 25 МПа, независимо от вида известнякового сырья, и составляет 40 – 50 МПа.

2. Исследована микроструктура прессованных образцов и установлено, что по сравнению с базальтофибробетоном, полученным из механоактивированных сырьевых смесей вибрированием, характеризуется более плотной структурой материала и пониженным содержанием трещин, пор и других структурных дефектов.

3. Проведена опытно-промышленная проверка технологии механоактивации и полусухого прессования мелкоштучных изделий. Показано, что кирпич и тротуарная плитка опытных партий из базальтофибробетона соответствует максимальным требованиям ГОСТ: марка прочности при сжатии – не менее М400 (В30), морозостойкость – не менее F200, истираемость G1.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пустовгар А.П. Эффективность использования дисперсного армирования бетонов и строительных растворов пропиленовой и базальтовой фиброй/ А.П. Пустовгар, А.Ю. Абрамова, Н.Е. Еремина // Технологии бетонов. – 2019, №7-8. – с.34-42.
2. Любомирский Н.В. Минерально-сырьевая база строительной индустрии Крыма: Справочник/ авт. – сост. Н.В. Любомирский, С.И. Федоркин. – Симферополь: ИТ «Ариал», 2021. – 540 с.
3. Федоркин С.И. Механоактивация вторичного сырья в производстве строительных материалов/С.И. Федоркин. – Симферополь: Изд. «Таврида», 1997. – 180 с.
4. Ахвердов И. Н. Основы физики бетона / И. Н. Ахвердов. – М.: Стройиздат, 1981 – 464 с.
5. Бабков В. В. Особенности структурообразования высокопрочного цементного камня в условиях длительного твердения / В. В. Бабков, Р. Р. Сахибгареев, А. Е. Чуйкин, Р. А. Анваров, П. Г. Комохов // Строительные материалы. – 2003. –N10. – С.42-43.
6. Лоховицкий Г. З. Теория гидропрессованного бетона / Г. З. Лоховицкий // Бетонные и железобетонные конструкции: Сб. тр. /ТНИСГЭИ. – Тбилиси, 1948. – С.7-12
7. Саталкин А. В. Исследование свойств прессованного бетона / А. В. Саталкин. – М.: Союзстрой, 1938. – 38 с.
8. Баранов А.С. Прочность и долговечность мелкоштучных изделий из гиперпрессованного фибробетона: диссертация кандидата технических наук: 05.23.05/ Баранов Александр Сергеевич. – Самара, 2017. – 129 с.

9. Сеськин И. Е. Прочность гиперпрессованного фибробетона / И. Е. Сеськин, А. С. Баранов // Строительные материалы. – 2012. – N10. – С.72-73.

10. Сеськин И. Е. Влияние суперпластификатора С-3 на формирование прочности гиперпрессованного бетона / И. Е. Сеськин, А. С. Баранов // Строительные материалы. – 2013. – N1. – С.32-33.

11. Alsadey S. Influence of superplasticizer on strength of concrete / S. Alsadey // International journal of research in engineering and Technology. –2012. Vol. 1, – N 3. – p.164-166.

12. Druta C. Tensile strength and bonding characteristics of self-compacting concrete: A Thesis Submitted to the graduate faculty of the Louisiana state university and agricultural and mechanical college in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of science in engineering science in department of engineering science / C. Druta. –B. s., Polytechnic university of Bucharest, August 2003. – P.125

13. Когай Э.А. Совершенствование технологии изготовления базальтофибробетона на известняковых заполнителях с использованием механоактивации сырья / Э.А. Когай, Е.С. Макарова, С.И. Федоркин // Строительство и техногенная безопасность. – 2022. – N26 (78). – с. 27 – 34.

REFERENCES

1. Pustovgar A.P. Effektivnost' ispol'zovaniia dispersnogo armirovaniia betonov i stroitel'nykh rastvorov propilenovoi i bazal'tovoi fibroi/ A.P. Pustovgar, A.IU. Abramova, N.E. Eremina // Tekhnologii betonov. 2019, Vol.7-8. p.34-42.

2. Liubomirskii N.V. Mineral'no-syr'evaia baza stroitel'noi industrii Kryma: Spravochnik/ avt. sost. N.V. Liubomirskii, S.I. Fedorkin. Simferopol': IT «Arial», 2021. 540 p.

3. Fedorkin S.I. Mekhanoaktivatsiia vtorichnogo syr'ia v proizvodstve stroitel'nykh materialov/S.I. Fedorkin. Simferopol': Izd. «Tavrida», 1997. 180 p.

4. Akhverdov I. N. Osnovy fiziki betona / I. N. Akhverdov. Moskva: Stroizdat, 1981 – 464 p.

5. Babkov V. V. Osobennosti strukturoobrazovaniia vysokoprochnogo tsementnogo kamnia v usloviakh dlitel'nogo tverdeniia / V. V. Babkov, R. R. Sakhigareev, A. E. Chuikin, R. A. Anvarov, P. G. Komokhov // Stroitel'nye materialy. 2003. –N10. pp.42-43.

6. Lkhovitskii G. Z. Teoriia gidroressovannogo betona / G. Z. Lkhovitskii // Betonnye i zhelezobetonnye konstruksii: Sb. tr. /TNISGEI. Tbilisi, 1948. C.7-12

7. Satalkin A. V. Issledovanie svoistv pressovannogo betona / A. V. Satalkin. Moskva: Soiuzstroj, 1938. 38 p.

8. Baranov A.S. Prochnost' i dolgovechnost' melkoshtuchnykh izdelii iz giperpressovanogo fibrobetona: dissertatsiia kandidata tekhnicheskikh nauk: 05.23.05/ Baranov Aleksandr Sergeevich. Samara, 2017. 129 c.

9. Ses'kin I. E. Prochnost' giperpressovannogo fibrobetona / I. E. Ses'kin, A. S. Baranov // Stroitel'nye materialy. 2012. N10. C.72-73.

10. Ses'kin I. E. Vliianie superplastifikatora S-3 na formirovanie prochnosti giperpressovannogo betona / I. E. Ses'kin, A. S. Baranov // Stroitel'nye materialy. 2013. N1. –C.32-33.

11. Alsadey S. Influence of superplasticizer on strength of concrete / S. Alsadey // International journal of research in engineering and Technology. –2012. Vol. 1, – N 3. – p.164-166.

12. Druta C. Tensile strength and bonding characteristics of self-compacting concrete: A Thesis Submitted to the graduate faculty of the Louisiana state university and agricultural and mechanical college in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of science in engineering science in department of engineering science / C. Druta. –B. s., Polytechnic university of Bucharest, August 2003. – P.125

13. Kogai E.A. Sovershenstvovanie tekhnologii izgotovleniia bazal'tofibrobetona na izvestniakovykh zapolniteliakh s ispol'zovaniem mekhanoaktivatsii syr'ia / E.A. Kogai, E.S. Makarova, S.I. Fedorkin // Stroitel'stvo i tekhnogennaia bezopasnost'. 2022. N 26 (78). p. 27 – 34.

FINE-GRAINED SEMI-DRY PRESSED BASALT FIBER CONCRETE MATERIALS FROM MECHANICALLY ACTIVATED RAW MATERIALS MIXTURES ON CARBONATE FILLERS

Kogai E.A., Makarova E.S, Fedorkin S.I.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Academy of construction and architecture,
181, Kievskaya str., Simferopol, 295050, Russian Federation
Email: kogay_emil@mail.ru

Abstract: This article is devoted to the study of pressed fine-grained basalt fiber concrete from mechanically activated raw materials mixtures based on limestone waste from stone mining. The microstructure of the pressed samples was investigated. A pilot test of the technology of mechanical activation and pressing of small-piece products was carried out. It is shown that bricks and paving slabs made using this technology meet the maximum requirements of GOST and have a brand of compressive strength of at least M400 (B30), frost resistance of at least F200, abrasion resistance of G1.

Subject of research: fine-grained semi-dry pressed basalt fiber concrete from mechanically activated raw materials mixtures on carbonate fillers.

Materials and methods: limestone deposits of the Crimea, Portland cement, basalt fibers were used for research. The preparation of basalt-fiber concrete mixtures was carried out on a paddle mixer-activator equipped with a rotary crusher. The rotor speed is 1500 rpm. From the resulting basalt fiber mixture, cylinders with a height and diameter of 5 cm were pressed on a press at a specific pressing pressure of 5, 10, 15, 20.25 MPa. The resulting cylinders at the age of 28 days were tested for compression according to GOST 10180-2012. The microstructure of basalt fiber concrete samples was studied using electron scanning microscopy on an electron microscope SEM-106, SELMI.

Results: the obtained results of experimental studies indicate an increase in the strength of basalt fiber concrete samples with an increase in pressing pressure for all types of limestone aggregates. Compared with samples on an inactive raw material mixture, the average density of samples on a mechanically activated raw material mixture increases by 2-5%. The compressive strength, respectively, increases by 1.22 – 1.46 times, and with an increase in pressing pressure to 15-25 MPa, the strength gain increases from 12-26% to 31-46%.

Conclusions: It is shown that the maximum compressive strength of the material corresponds to a specific pressing pressure of 15-25 MPa, regardless of the type of limestone raw material, and is 40-50 MPa. The microstructure of the pressed samples was studied and it was found that, compared with basalt fiber concrete obtained from mechanically activated raw materials mixtures by vibration, it is characterized by a denser structure of the material and a reduced content of cracks, pores and other structural defects.

Key words: basalt fiber concrete, limestone waste, semi-dry pressing, strength, microstructure, small-piece products, mechanical activation, carbonate filler, brick, paving slabs, mixer activator.