

Научная статья  
УДК 666.972.16, 691.32

## УЛУЧШЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ БАЗАЛЬТОФИБРОБЕТОНА

**Равиль Фаязович Мусин<sup>1</sup>, Игорь Николаевич Кручинин<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> musinravil06@gmail.ru

<sup>2</sup> kruchinin@m.usfeu.ru

**Аннотация.** Основной целью представленной статьи является исследование вопроса улучшения физико-механических и эксплуатационных свойств базальтофибробетона. Автором применяются теоретические методы исследования, а также используются результаты зарубежных и отечественных научных исследований. Преимущественная часть работы посвящена именно вопросам улучшения качеств и свойств базальтофибробетона.

**Ключевые слова:** базальтофибробетон, физико-механические свойства, бетон, эксплуатационные свойства, материал

Scientific article

## IMPROVEMENT OF PHYSICAL, MECHANICAL AND OPERATIONAL PROPERTIES OF BASALT FIBER CONCRETE

**Ravil F. Musin<sup>1</sup>, Igor N. Kruchinin<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> musinravil06@gmail.ru

<sup>2</sup> kruchinin@m.usfeu.ru

**Abstract.** The main purpose of the presented article is to study the issue of improving the physical, mechanical and operational properties of basalt fiber concrete. The author applies theoretical research methods, and uses the results of foreign and domestic scientific research. The predominant part of the work is devoted specifically to improving the qualities and properties of basalt fiber concrete.

**Keywords:** Basalt fiber concrete, physical and mechanical properties, concrete, operational properties, material

Базальтовые волокна, или фибры, короткие и упрочненные являются составляющими всего объема композитного материала под названием базальтофибробетон. Данная разновидность бетона имеет множество преимуществ в эксплуатационном аспекте, а именно: устойчивость к растрескиваниям, прочность при ударах, высокая эластичность (прочность при растяжениях и изгибах). Применяется для создания монолитных и сборных плит, сооружения мостов, укрепления тоннелей, гидротехнических сооружений, при возведении цоколей зданий из железобетонных конструкций. И основной целью в аспекте развития применения базальтофибробетона становится улучшение и повышение эксплуатационных, механических и физических свойств материала. По словам С. Ф. Канаева, «данный материал интересует как специалистов, так и просто энтузиастов дисперсного армирования, так как все новое – это хорошо забытое старое...» [1].

При использовании волокна с определенными свойствами (стабильными) можно достичь повышения тех самых физических, механических и эксплуатационных свойств базальтофибробетона. К основным таким свойствам волокна относятся устойчивость к коррозии, частицы среднего размера, однородность. При дисперсионном армировании бетона особой эффективностью обладает использование нескрученной нити базальтовых волокон (или непрерывного базальтового ровинга). Как указывал С. А. Перепечко, «бетон, содержащий волокна, имеет более высокие морозостойкие характеристики, и можно считать, что по долговечности он не уступает бетону с воздухововлекающими добавками» [2].

Важен и способ дисперсного армирования фибробетона с применением волокна из базальта. Так, в процессе расплавления сырья внутри технологического электромагнитного реактора используется центробежно-дутьевой аспект. При этом очень важно, чтобы в процессе взаимодействия тонкого штапельного волокна, базальтовых нескрученных нитей и базальтового волокна последнее имело стабильность и однородность в своих характеристиках.

Кроме этого, для того чтобы базальтовые волокна в фибробетоне были устойчивы к коррозии, необходимо введение добавок органического и минерального состава. К таким можно отнести добавку МБ-10-01, в составе которой органическая составляющая обогащена суперпластификатором, а минеральная – золой-уносом и микрокремнеземом [3].

Именно данные материалы обладают наибольшей активностью при взаимодействии цемента, насыщенного водой, и самого волокна из базальта, что улучшает характеристики фибробетона. Улучшение физических, механических и эксплуатационных свойств базальтофибробетона сопровождается аспектом целостности волокна из базальта, что неразрывно связано с процессом связывания извести.

Для того чтобы технически грамотно подобрать состав базальтофибробетона, важно учесть некоторые параметры. А именно необходимо вычислить кратность нанодисперсного кремнезема относительно нитей из базальта в составе этого бетона, применяя оптимальный способ расположения составов во всем цементном материале [4].

Проведенные ранее исследования определили наиболее эффективные содержания материалов в составе цемента: базальтовые нити – 4 %, кремнезем (микроволоконистый и нанодисперсный) – 0,5 % от массы всей смеси [5]. Данные соотношения были выявлены при условиях перемешивания составов в энергонапряженном аппарате в течение 30 сут, при этом происходило смешивание одновременно с введением фибры из базальта в состав, что отражено на рис. 1, 2.

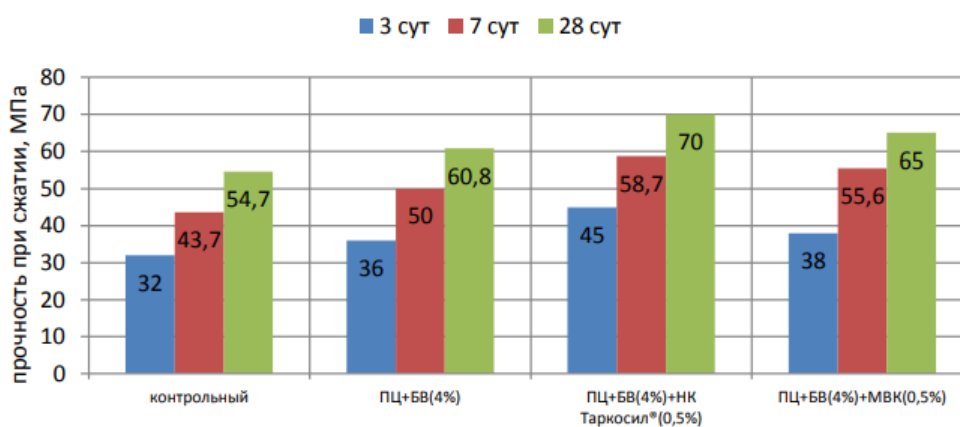


Рис. 1. Показатели прочности базальтофиброцементных композиций при сжатии

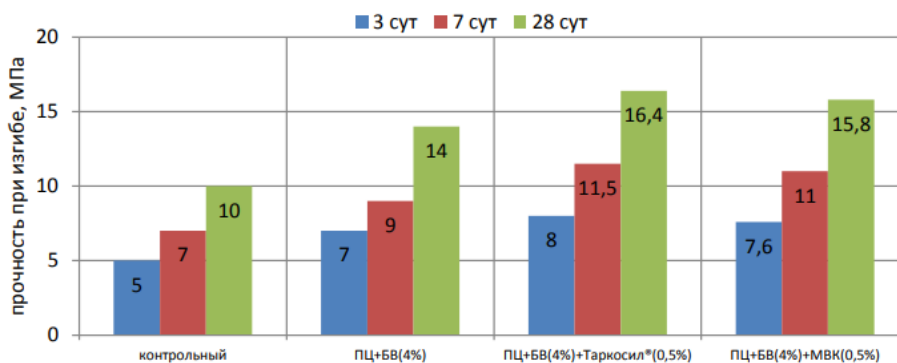


Рис. 2. Показатели прочности базальтофиброцементных композиций при изгибе

По результатам данных диаграмм можно сделать несколько заключений. Так, улучшение прочности композиций происходит благодаря введению в состав волокна из базальта: на сжатие – на 13 %, на изгиб – на 40 %. Кроме этого, наибольшие показатели увеличения прочности состава (на сжатие – на 35 % и на изгиб – на 65 %) наблюдаются при использовании нанодисперсного кремнезема в базальтофибробетоне.

Положительно сказывается на улучшении характеристик базальтофибробетона именно нанодисперсный кремнезем в составе, который повышает устойчивость бетона к коррозии благодаря связыванию извести. Такие бетоны обладают повышенными эксплуатационными свойствами [6].

Таким образом, в данной статье был исследован аспект улучшения и повышения эксплуатационных, механических и физических свойств базальтофибробетона. В результате проделанной работы можно сделать вывод: получение особопрочного базальтофибробетона с повышенными эксплуатационными свойствами требует применения неоднородного базальтового волокна, выведенного центробежно-дутьевым способом, нанодисперсного кремнезема в составе бетона.

#### *Список источников*

1. Коротких, Д. Н. Механика трещиностойкости высокотехнологичных бетонов : монография / Д. Н. Коротких, Е. М. Чернышов ; под общ. ред. акад. РААСН Е. М. Чернышова. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 208 с.
2. Воронцов, В. М. Строительные материалы нового поколения : учебник / В. М. Воронцов. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 128 с.
3. Прочность, трещиностойкость и долговечность конструкционного бетона при температурных и влажностных воздействиях : монография / С. Н. Леонович, Ю. В. Зайцев, В. В. Доркин, Д. А. Литвиновский. – Москва : ИНФРА-М, 2019. – 258 с.
4. Ряховская, А. Н. Роль государственных программ в развитии моногородов : монография / под ред. проф. А. Н. Ряховской. – Москва : Магистр : ИНФРА-М, 2022. – 272 с.
5. Swamy, R. N. Fibre Reinforced Cement and Concrete. – London : Fourth RILEM International Symposium. – 2019.
6. Широкий, Г. Т. Строительные материалы и изделия : учебное пособие / Г. Т. Широкий, М. Г. Бортницкая, А. И. Сидорова. – Минск : РИПО, 2022. – 403 с.