

Экспериментальные исследования

УДК 691.3
DOI: 10.22363/1815-5235-2018-14-5-396-403

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

Физико-механические свойства базальто-волоконистого высокопрочного бетона

М. Харун*, Д.Д. Коротеев, П. Дхар, С. Ждеро, Ш.М. Елроба

Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Российская Федерация, 117198

*Автор, ответственный за переписку

(поступила в редакцию: 03 августа 2018 г.; принята к публикации: 17 октября 2018 г.)

Актуальность. Базальтовые волокна все чаще изучаются для применения в промышленном и гражданском строительстве благодаря хорошим механическим свойствам, термической и химической стойкости, а также экологичности.

Цель. Массовое производство высокопрочного бетона в России во многом связано с применением органических модификаторов серии МБ, содержащих в разных пропорциях микрокремнезем, золу-уноса, регулятор твердения и суперпластификатор С-3. Целью экспериментального исследования является изучение влияния базальтовых волокон в высокопрочном бетоне.

Методы. Исследования физико-механических свойств базальто-волоконистого высокопрочного бетона проведены на образцах с размерами 100×100×100 и 100×100×400 мм с применением модификатора МБ10-30С. В рамках исследования определены: прочность на сжатие, прочность на растяжение при изгибе, прочность на осевое растяжение и момент трещинообразования в различные периоды твердения бетона (после 7, 14, 28 и 60 суток твердения).

Выводы. Исследования показали, что добавление базальтовой фибры в высокопрочный бетон снижает прочность на сжатие на 18–20 %, однако позволяет повысить его поведение при растяжении на 42–48 %.

Ключевые слова: базальтовая фибра, высокопрочный бетон, прочность на сжатие, прочность на растяжение при изгибе, прочность на осевое растяжение, момент трещинообразования

Введение

Базальтовые волокна представляют интерес для применения в строительстве благодаря их механическим характеристикам, основные из которых: диаметр волокон от 10 до 20 мкм, температура применения от –200 до +600 °С, плотность 2800 кг/м³, модуль упругости от 9100 до 1100 кг/мм² [1]. В настоящее время базальтовое волокно применяется для изготовления базальтовых сеток и арматуры, которые используются при оштукатуривании поверхностей строительных конструкций, армировании стяжек пола и кровли, соединении многослойных стен и перегородок из различных материалов, каменной кладке [2], а также в качестве фибры (рубленых волокон различной длины и диаметра) для объемного армирования бетонных конструкций в дорожном, промышленном и гражданском строительстве [3].

Перспективным, но пока недостаточно изученным, является вопрос применения базальто-

вой фибры при изготовлении высокопрочных бетонов. Учеными в России проводятся исследования влияния базальтовой фибры на свойства различных типов бетона.

Авторы работы [4] проанализировали целесообразность добавления базальтовой фибры в газобетон автоклавного твердения и пришли к выводу, что базальтовая фибра растворяется в процессе автоклавной обработки и не оказывает положительного влияния на трещиностойкость и долговечность газобетона.

В работе [5] исследованы физико-механические свойства бетона, предназначенного для аэродромных покрытий, с добавлением базальтовой фибры длиной 6 мм (2 % от массы вяжущего). Прочность на сжатие образцов в 28-суточном возрасте составила: без добавления фибры – 51,2 МПа, с фиброй – 52,6 МПа; прочность на растяжение при изгибе составила: без фибры – 4,69 МПа, с фиброй – 5,2 МПа.

В работе [6] исследовано влияние базальтовой фибры длиной 12 мм и диаметром 10 мкм на прочность мелкозернистых фибробетонов. Испытания проведены на образцах-балочках 4×4×16 см. Наилучшие показатели прочности были получены при концентрации базальтовой фибры в бетоне в количестве 1,4 кг/м³, при этом прочность на сжатие составила 42,86 МПа, на растяжение при изгибе – 2,7 МПа.

За рубежом также проводятся исследования свойств фибробетонов. Д. Брэнстон [7] обнаружил, что добавление базальтовой фибры в бетон является эффективным средством для предотвращения трещинообразования в результате снижения свободной усадки бетона, а также замедления роста трещин, если они все же возникают. Некоторые специалисты отмечают, что добавление базальтовой фибры в высокопрочный бетон повышает прочность на растяжение и критический коэффициент интенсивности напряжений [8; 9]. Исследования С. Хайта [10] свидетельствуют, что добавление базальтовой фибры в железобетонные конструкции повышает их модуль упругости. Экспериментальные исследования С. Джианга [11] показали, что добавление базальтовой фибры в бетон улучшили его прочность на растяжение, прочность на изгиб и ударную вязкость.

З.О. Пехливанли [12] исследовал армированный базальтоволокнистый легкий автоклавный газобетон и обнаружил, что добавление базальтовой фибры в автоклавный газобетон повышает его прочность на сжатие и изгиб.

Массовое производство высокопрочных бетонов в России во многом связано с применением органоминеральных модификаторов серии МБ, содержащих микрокремнезем, золу-уноса, регулятор твердения и суперпластификатор С-3 в разных пропорциях. Многие исследователи изучали физико-механические свойства высокопрочных бетонов с использованием модификаторов серии МБ [13; 14], однако влияние на эти свойства базальтовой фибры до сих пор мало исследовано.

В связи с этим целью данного исследования является определение физико-механических характеристик, таких как: прочность на сжатие, прочность на растяжение при изгибе, прочность на осевое растяжение и момент трещинообразования базальто-волокнистого высокопрочного бетона с добавлением модификатора серии МБ.

Материалы и методика исследования

Для изготовления высокопрочного бетона при проведении экспериментальных исследований был выбран модификатор марки МБ10-30С. Модификаторы серии МБ являются композиционными

материалами на органоминеральной основе, минеральная часть которых состоит из микрокремнезема и кислой золы-уноса, а органическая часть представлена суперпластификатором С-3 и регулятором твердения.

Экспериментальные исследования проведены на следующем составе высокопрочного бетона: портландцемент марки М500 = 500 кг/м³, модификатор МБ10-30С = 125 кг/м³, песок с модулем крупности 2,7 = 585 кг/м³, щебень фракции 5–20 мм = 1005 кг/м³, вода = 187,5 л/м³, для базальто-волокнистого высокопрочного бетона – рубленая базальтовая фибра длиной 12 мм = 24 кг/м³ (в количестве 1 % от веса бетона).

Экспериментальные исследования проведены в соответствии с ГОСТ 10180-2012.¹

В рамках исследования были изготовлены 16 серий образцов высокопрочного бетона вышеуказанного состава, из них 8 серий (по 4 серии с базальтовой фиброй и без нее) с размерами 100×100×100 мм и 8 серий с размерами 100×100×400 мм.

В соответствии с планом эксперимента каждая серия состояла из 3-х образцов, по 12 образцов каждого типа, всего было изготовлено 48 образцов. Все образцы твердели до их распалубливания в течение первых 48 часов, укрытые пленкой для предотвращения испарения из них влаги, после распалубливания – под слоем систематически увлажняемых опилок в помещении при температуре 19–22 °С и влажности выше 50 %.

Лабораторные испытания образцов проведены после 7, 14, 28 и 60 суток твердения в гидравлическом прессе с нагрузкой до 1500 кН на сжатие и до 150 кН на изгиб².

Прочность на сжатие определялась по формуле (1)¹:

$$R_c = \alpha \cdot \frac{F_c}{A}, \quad (1)$$

где α – масштабный коэффициент для приведения прочности бетона к прочности в образцах базовых размера и формы ($\alpha = 0,95$ для образцов-кубов с размерами 100×100×100 мм); F_c – разрушающая нагрузка, Н; A – площадь рабочего сечения образца, мм².

Прочность на растяжение при изгибе определялась по формуле (2)

$$R_{ct} = \delta \cdot \frac{F_t \cdot l}{a \cdot b^2}, \quad (2)$$

¹ ГОСТ 10180-2012. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. М., 2013.

² СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. М., 2015.

где δ – масштабный коэффициент для приведения прочности бетона к прочности в образцах базовых размера и формы ($\delta = 0,95$ для призм с размерами $100 \times 100 \times 400$ мм); F_t – разрушающая нагрузка, Н; l – расстояние между опорами при испытании образцов на растяжение при изгибе, мм; a, b – ширина и высота поперечного сечения призмы.

Прочность на осевое растяжение определялась по формуле (3)

$$R_{ctf} = \frac{R_{ct}}{1,75} \quad (3)$$

Момент трещинообразования определен по формуле (4)³

$$M_{crc} = R_{ct} \cdot \frac{bh^2}{3,5}, \quad (4)$$

где b, h – ширина и высота поперечного сечения образца соответственно.

Результаты и их обсуждение

В рамках исследования были определены наиболее важные физико-механические характеристики, а именно: прочность на сжатие, прочность на растяжение при изгибе, прочность на осевое растяжение и момент трещинообразования высокопрочного бетона с модификатором МБ10-30С с добавлением базальтовой фибры (1 % от веса образцов) и без нее.

Во время экспериментальных исследований были испытаны следующие типы образцов:

1. 8 серий образцов-кубов (по 4 серии с базальтовой фиброй и без нее) с размерами $100 \times 100 \times 100$ мм для определения прочности на сжатие (табл. 1).

2. 8 серий образцов-призм (по 4 серии с базальтовой фиброй и без нее) с размерами $100 \times 100 \times 400$ мм для определения прочности на изгиб (табл. 2).

Таблица 1³

Результаты лабораторных испытаний образцов из высокопрочного бетона с размерами $100 \times 100 \times 100$ мм [Table 1. Results of the laboratory tests of high-strength concrete specimens of $100 \times 100 \times 100$ mm]

Время твердения, сутки [Curing Period, Days]	Среднее значение R_c образцов без добавления базальтовой фибры, МПа [Average R_c of specimens without basalt fiber, MPa]	Среднее значение R_c образцов с добавлением 1 % базальтовой фибры, МПа [Average R_c of specimens with 1 % basalt fibers, MPa]
7	69,68	56,73
14	86,45	69,86
28	100,23	80,52
60	102,72	82,21

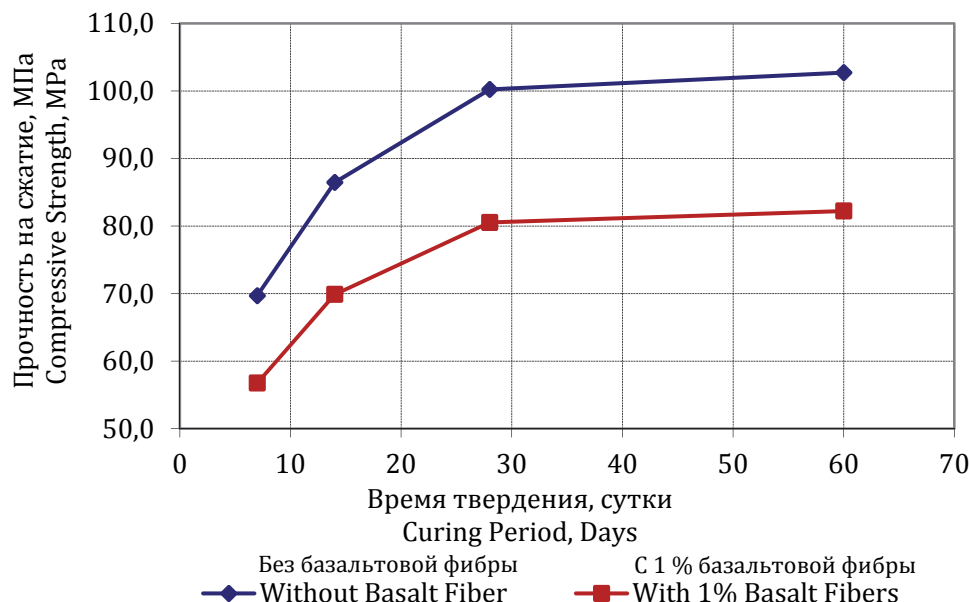


Рис. 1. Прочность на сжатие образцов из высокопрочного бетона с размерами $100 \times 100 \times 100$ мм в зависимости от времени твердения [Figure 1. Compressive strength of high-strength concrete specimens of $100 \times 100 \times 100$ mm depending on the curing period]

³ СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. М., 2015.

На рис. 1 показана диаграмма изменения прочности на сжатие образцов из высокопрочного бетона в зависимости от времени твердения.

Анализ диаграммы на рис. 1 показывает, что прочность образцов из высокопрочного бетона растет плавно и равномерно, независимо от того, добавлена базальтовая фибра или нет.

Исследования образцов из высокопрочного бетона (табл. 1 и рис. 1), проведенные с использованием модификатора МБ10-30С, свидетельствуют, что добавление в них базальтовой фибры снижает прочность на сжатие на 18–20 %. Результаты испытаний также показали, что прочность на сжа-

тие образцов в возрасте 7 суток достигает 70 % от прочности в 28-суточном возрасте, независимо от того, добавлена базальтовая фибра или нет. Это дает возможность нагружать конструкции, такие как колонны и стены из высокопрочного бетона, на ранних стадиях твердения.

Лабораторные испытания также показали, что у высокопрочного бетона, изготовленного с применением модификатора МБ10-30С, средняя прочность после 60 суток твердения увеличилась чуть более чем на 2 % по сравнению с прочностью в 28-суточном возрасте, независимо от того, добавлена базальтовая фибра или нет.

Таблица 2

Результаты лабораторных испытаний образцов из высокопрочного бетона с размерами 100×100×400 мм
 [Table 2. Results of the laboratory tests of high-strength concrete specimens of 100×100×400 mm]

Время твердения, сутки [Curing Period, Days]	Образцы без добавления базальтовой фибры [Specimens without basalt fiber]			Образцы с добавлением 1 % базальтовой фибры [Specimens with 1 % basalt fibers]		
	Среднее значение R_{ct} , МПа [Average R_{ct} , MPa]	Среднее значение R_{cf} , МПа [Average R_{cf} , MPa]	Среднее значение M_{crs} , Н·м [Average M_{crs} , N·m]	Среднее значение R_{ct} , МПа [Average R_{ct} , MPa]	Среднее значение R_{cf} , МПа [Average R_{cf} , MPa]	Среднее значение M_{crs} , Н·м [Average M_{crs} , N·m]
7	6,73	3,84	1099,46	9,83	5,60	1605,21
14	7,19	4,12	1216,80	10,35	5,93	1752,19
28	7,57	4,32	1236,69	11,13	6,35	1817,93
60	8,16	4,66	1332,80	11,99	6,85	1959,21

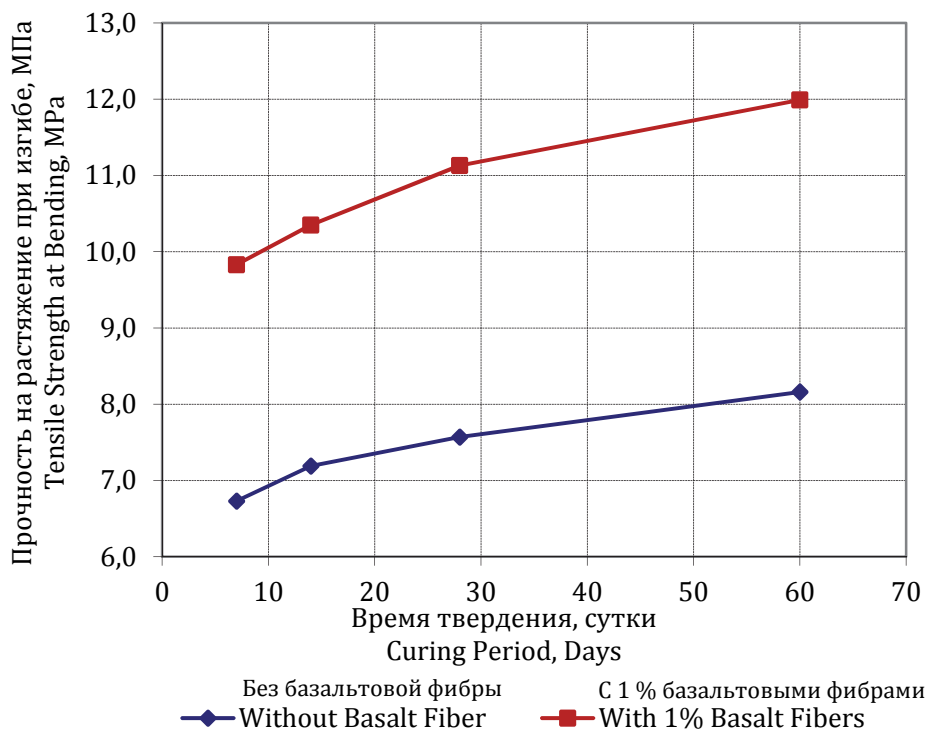


Рис. 2. Прочность на растяжение при изгибе образцов из высокопрочного бетона с размерами 100×100×400 мм в зависимости от времени твердения
 [Figure 2. Tensile strength at bending of high-strength concrete specimens of 100×100×400 mm depending on the curing period]

Диаграммы на рис. 2, 3 и 4 показывают кинетику поведения при растяжении образцов из вы-

сокопрочного бетона в зависимости от времени твердения.

Результаты испытаний образцов (табл. 2, рис. 2 и 3) показывают, что высокопрочный бетон, изготовленный с применением модификатора МБ10-30С, приобретает к 28 суткам твердения прочность при растяжении примерно 7,5 % от прочности на сжатие, независимо от того, добавлена базальтовая фибра или нет.

Анализируя диаграммы на рис. 2, 3 и 4, а также табл. 2, можно прийти к выводу, что добавление 1 %

базальтовой фибры от массы высокопрочного бетона повышает его поведение при растяжении на 42–48 %.

Анализ рис. 1–4, а также табл. 1 и 2 показывает, что физико-механические характеристики высокопрочного бетона, изготовленного с применением модификатора МБ10-30С, независимо от того, добавлена базальтовая фибра или нет, плавно и равномерно повышаются в течение первых 7 суток твердения, как и в обычном бетоне.

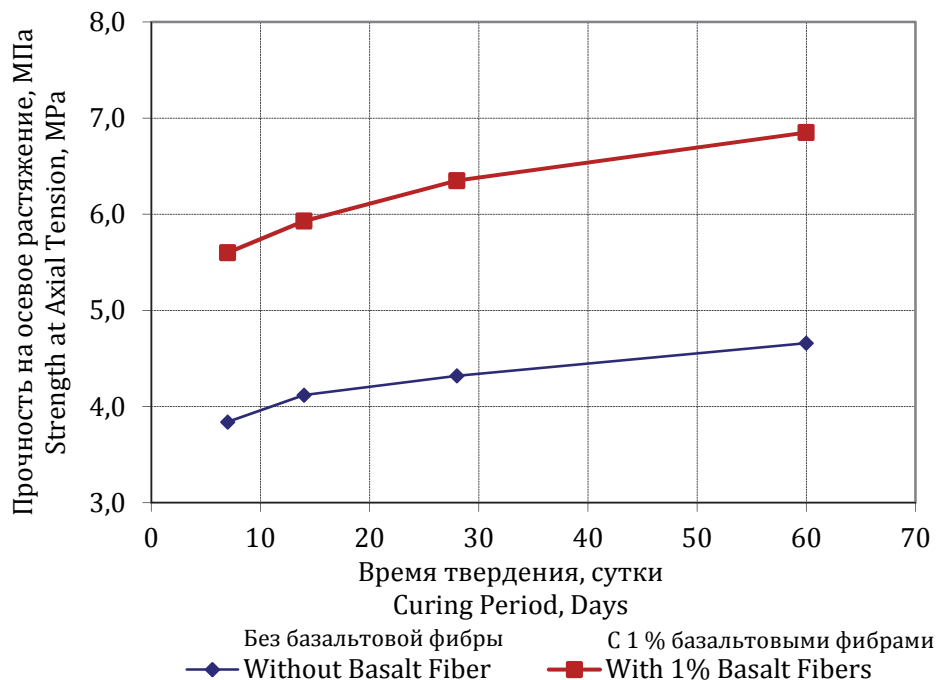


Рис. 3. Прочность на осевое растяжение образцов из высокопрочного бетона с размерами 100×100×400 мм в зависимости от времени твердения
 [Figure 3. Strength at axial tension of high-strength concrete specimens of 100×100×400 mm depending on the curing period]

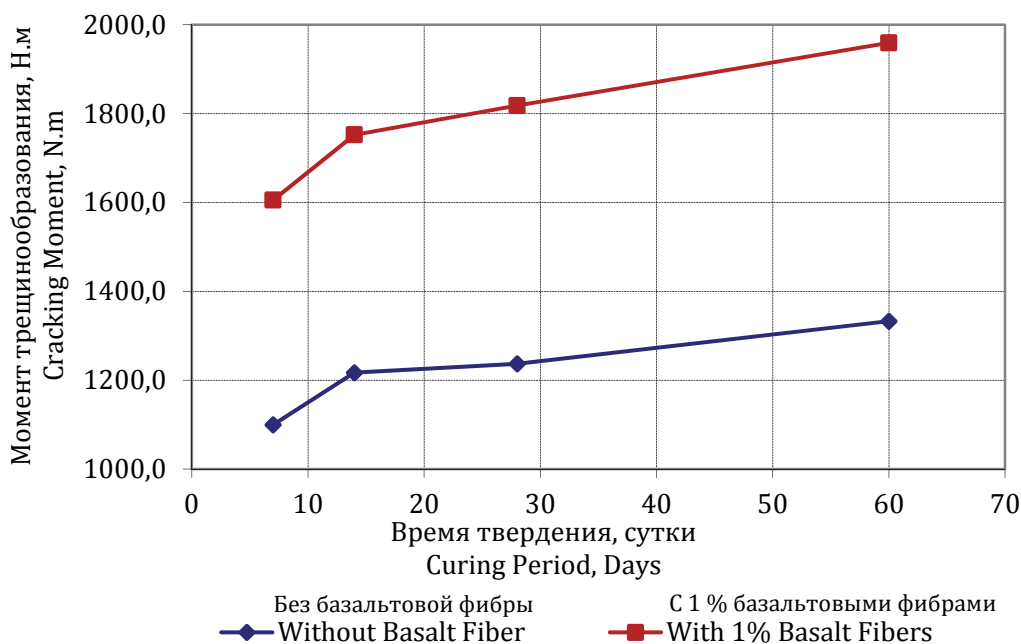


Рис. 4. Момент трещинообразования образцов из высокопрочного бетона с размерами 100×100×400 мм в зависимости от времени твердения
 [Figure 4. Cracking moment of high-strength concrete specimens of 100×100×400 mm depending on the curing period]

Заключение

1. Основываясь на экспериментальных исследованиях высокопрочного бетона с применением модификатора МБ10-30С с добавлением 1 % базальтовой фибры и без нее, определены физико-механические характеристики, такие как: прочность на сжатие, прочность на растяжение при изгибе, прочность на осевое растяжение, момент трещинообразования.

2. Добавление 1 % базальтовой фибры от массы высокопрочного бетона снижает прочность на сжатие на 18–20 %, но в то же время позволяет повысить его поведение при растяжении на 42–48 %.

© Харун Х., Коротеев Д.Д.,
Дхар П., Ждеро С., Елроба Ш.М., 2018



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Список литературы

1. Клюев С.В. Экспериментальные исследования фибробетонных конструкций // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2011. № 4. С. 71–75.

2. Грановский А.Ф., Галишикова В.В., Берестенко Е.И. Перспективы применения арматурных сеток на основе базальтового волокна в строительстве // Промышленное и гражданское строительство. 2015. № 3. С. 59–63.

3. Оснос С.П., Краюшкина Е.В., Химерик Т.Ю. Армирующие и композитные материалы на основе БНВ в дорожном строительстве // Композитный мир. 2017. № 5. С. 52–64.

4. Сарайкина К.А., Курзанов А.Д. Долговечность автоклавного газобетона, армированного базальтовой фиброй // Вестник ПНИПУ: Урбанистика. 2012. № 4. С. 103–108.

5. Кудряков А.В., Стещенко А.Б. Пенобетон дисперсно-армированный теплоизоляционный естественного твердения // Вестник ТГАСУ. 2014. № 2. С. 127–133.

6. Перфилов В.А., Зубова М.О. Влияние базальтовых волокон на прочность мелкозернистых фибробетонов // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Серия: Политематическая. 2015. № 1 (37). С. 1–4.

7. Branston J., Das S., Kenno S.Y., Taylor C. Influence of basalt fibres on free and restrained plastic shrinkage // Cement and Concrete Composites. 2016. Vol. 74. Pp. 182–190.

8. Ayub T., Shafiq N., Nuruddin M.F. Mechanical Properties of High-Performance Concrete Reinforced with Basalt Fibers // Procedia Engineering. 2014. Vol. 77. Pp. 131–139.

9. Kizilkanat A.B., Kabay N., Akyüncü V., Chowdhury S., Akça A.H. Mechanical properties and fracture behavior of basalt and glass fiber reinforced concrete: An experimental study // Construction and Building Materials. 2015. Vol. 100. Pp. 218–224.

10. High C., Seliem H.M., El-Safty A., Rizkalla S.H. Use of basalt fibers for concrete structures // Construction and Building Materials. 2015. Vol. 96. Pp. 37–46.

11. Jiang C., Fan K., Wu F., Chen D. Experimental study on the mechanical properties and microstructure of chopped basalt fibre reinforced concrete // Materials & Design. 2014. Vol. 58. Pp. 187–193.

12. Pehlivanlı Z.O., Uzun İ., Demir İ. Mechanical and microstructural features of autoclaved aerated concrete reinforced with autoclaved polypropylene, carbon, basalt and glass fiber // Construction and Building Materials. 2015. Vol. 96. Pp. 428–433.

13. Каприелов С.С., Шейнфельд А.В., Аль-Омаис Д., Зайцев А.С. Высокопрочные бетоны в конструкции фундаментов высотного комплекса «ОКО» в ММДЦ «Москва-Сити» // Промышленное и гражданское строительство. 2017. № 3. С. 53–57.

14. Karpenko N.I., Mishina A.V., Travush V.I. Impact of Growth on Physical, Mechanical and Rheological Properties of High Strength Steel Fiber Reinforced Concrete // Procedia Engineering. 2015. Vol. 111. Pp. 390–397.

Об авторах

Харун Махмуд – кандидат технических наук, доцент департамента строительства Инженерной академии, Российский университет дружбы народов (Москва, Россия). *Область научных интересов:* модифицированные бетоны на композитных вяжущих. *Контактная информация:* e-mail – kharun_m@pfur.ru.

Коротеев Дмитрий Дмитриевич – кандидат технических наук, доцент департамента строительства Инженерной академии, Российский университет дружбы народов (Москва, Россия). *Область научных интересов:* технология бетонных работ. *Контактная информация:* e-mail – koroteev_dd@pfur.ru.

Дхар Прашанта – старший преподаватель департамента строительства Инженерной академии, Российский университет дружбы народов (Москва, Россия). *Область научных интересов:* модифицированные бетоны на композитных вяжущих. *Контактная информация:* e-mail – dkhar_p@pfur.ru.

Ждеро Славко – магистрант департамента строительства Инженерной академии, Российский университет дружбы народов (Москва, Россия). *Область научных интересов:* технология бетонных работ. *Контактная информация:* e-mail – slavko-zdero@yandex.ru.

Элроба Шериф Мохамед – магистрант департамента строительства Инженерной академии, Российский университет дружбы народов (Москва, Россия). *Область научных интересов:* технология бетонных работ. *Контактная информация:* e-mail – smelroba@gmail.com.

Для цитирования

Харун М., Коротеев Д.Д., Дхар П., Ждеро С., Елроба Ш.М. Физико-механические свойства базальто-волоконистого высокопрочного бетона // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2018. Т. 14. № 5 С. 396–403. DOI: 10.22363/1815-5235-2018-14-5-396-403.

Physical and mechanical properties of basalt-fibered high-strength concrete

Makhmud Kharun*, Dmitry D. Koroteev, Prashanta Dkhar, Slavko Zdero, Sherif M. Elroba

Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)
6 Miklukho-Maklaya St., Moscow, 117198, Russian Federation

*Corresponding author

(received: August 03, 2018; accepted: October 17, 2018)

Abstract. Relevance. Basalt fibers are increasingly studied in structural applications due to its environmental friendliness, good mechanical properties, thermal and chemical resistance.

The aim of work. Mass production of high-strength concrete in Russia is mostly associated with the use of organomineral modifiers of the MB series, which consist of composition microsilica, fly ash, hardening regulator and superplasticizer C-3 in various proportions. The purpose of the experimental research is to study the effect of basalt fibers in high-strength concrete.

Solution technique. The research of physical and mechanical properties of basalt-fibered high-strength concrete was made on samples with detentions of 100×100×100 and 100×100×400 mm with the use of modifier MB10-30C. The compressive strength, the tensile strength at bending, the strength at axial tension, and the cracking moment in various periods of curing (after 7, 14, 28 and 60 days of curing) were determined under the research.

Results. The research results show that the use of basalt fibers in high-strength concrete resulted in a decrease in the compressive strength about 18–20 %, however, enhance the tensile behavior about 42–48 %.

Keywords: basalt fiber, high-strength concrete, compressive strength, tensile strength at bending, strength at axial tension, cracking moment

References

1. Klyuev S.V. (2011). Eksperimental'nyye issledovaniya fibrobetonnykh konstruktiv [Experimental research of fiber-reinforced concrete structures]. *Stroitel'naya mekhanika inzhenernykh konstruktiv i sooruzheniy [Structural mechanics of Engineering Constructions and Buildings]*, (4), 71–75. (In Russ.)
2. Granovskiy A.F., Galishnikova V.V., Berestenko E.I. (2015). Perspektivy primeneniya armaturnykh setok na osnove bazal'tovogo volokna v stroitel'stve [Prospects for the use of reinforcing nets based on basalt fiber in construction]. *Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitel'stvo [Industrial and Civil Construction]*, (3), 59–63. (In Russ.)
3. Osnos S.P., Krayushkina E.V., Khimerik T.Yu. (2017). Armiruyushchiye i kompozitnyye materialy na osnove BNV v dorozhnom stroitel'stve [Reinforcing and composite materials based on BNV in road construction]. *Kompozitnyy mir [Composite World]*, (5), 52–64. (In Russ.)
4. Saraykina K.A., Kurzanov A.D. (2012). Dolgovechnost' avtoklavnoy gazobetona, armirovannogo bazal'tovoy fibroy [Durability of autoclaved aerated concrete reinforced with basalt fiber]. *Vestnik PNIPU: Urbanistika [PNRPU Bulletin. Urban development]*, (4), 103–108. (In Russ.)
5. Kudyakov A.V., Steshenko A.B. (2014). Teploizolyatsionnyy yestestvennoy tverdeniya [Foam concrete is a dispersed-reinforced thermal insulation of natural hardening]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta [Journal of Construction and Architecture]*, (2), 127–133. (In Russ.)
6. Perfilov V.A., Zubova M.O. (2015). Vliyaniye bazal'tovykh volokon na prochnost' melkozernistykh fibrobetonov [Effect of basalt fibers on the strength of fine-aggregate fibrous concrete]. *Internet-vestnik VolgGASU. Seriya: Politematicheskaya [Internet-bulletin of VolgGASU. Serie: Polythematic]*, 37(1), 1–4. (In Russ.)
7. Branston J., Das S., Kenno S.Y., Taylor C. (2016). Influence of basalt fibres on free and restrained plastic shrinkage. *Cement and Concrete Composites*, 74, 182–190.
8. Ayub T., Shafiq N., Nuruddin M.F. (2014). Mechanical Properties of High-performance Concrete Reinforced with Basalt Fibers. *Procedia Engineering*, 77, 131–139.
9. Kizilkanat A.B., Kabay N., Akyüncü V., Chowdhury S., Akça A.H. (2015). Mechanical properties and fracture behavior of basalt and glass fiber reinforced concrete: an experimental study. *Construction and Building Materials*, 100, 218–224.
10. High C., Seliem H.M., El-Safty A., Rizkalla S.H. (2015). Use of basalt fibers for concrete structures. *Construction and Building Materials*, 96, 37–46.
11. Jiang C., Fan K., Wu F., Chen D. (2014). Experimental study on the mechanical properties and microstructure of chopped basalt fibre reinforced concrete. *Materials & Design*, 58, 187–193.
12. Pehlivanlı Z.O., Uzun İ., Demir İ. (2015). Mechanical and microstructural features of autoclaved aerated

concrete reinforced with autoclaved polypropylene, carbon, basalt and glass fiber. *Construction and Building Materials*, 96, 428–433.

13. Kapielov S.S., Sheynfel'd A.V., Al'-Omais D., Zaytsev A.S. (2017). Vysokoprochnyye betony v konstruktsii fundamentov vysotnogo kompleksa "OKO" v MMDTS "Moskva-Siti" [High-strength concrete in the construction of the foundations of the high-altitude complex "OKO" in MIBC "Moscow City"]. *Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitel'stvo [Industrial and Civil Construction]*, (3), 53–57. (In Russ.)

14. Karpenko N.I., Mishina A.V., Travush V.I. (2015). Impact of Growth on Physical, Mechanical and Rheological Properties of High Strength Steel Fiber Reinforced Concrete. *Procedia Engineering*, 111, 390–397.

About the authors

Makhmud Kharun – PhD, Associate Professor of the Department of Civil Engineering, Academy of Engineering, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University) (Moscow, Russia). *Research interests*: modified concrete on composite binders. *Contact*: e-mail – kharun_m@pfur.ru.

Dmitry D. Koroteev – PhD, Associate Professor of the Department of Civil Engineering, Academy of Engineering, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN

University) (Moscow, Russia). *Research interests*: technology of concrete works. *Contact*: e-mail – koroteev_dd@pfur.ru.

Prashanta Dkhar – Assistant Professor of the Department of Civil Engineering, Academy of Engineering, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University) (Moscow, Russia). *Research interests*: modified concrete on composite binders. *Contact*: e-mail – dkhar_p@pfur.ru.

Slavko Zdero – Masters Student of the Department of Civil Engineering, Academy of Engineering, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University) (Moscow, Russia). *Research interests*: technology of concrete works. *Contact*: e-mail – slavko-zdero@yandex.ru.

Sherif M. Elroba – Masters Student of the Department of Civil Engineering, Academy of Engineering, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University) (Moscow, Russia). *Research interests*: technology of concrete works. *Contact*: e-mail – smelroba@gmail.com.

For citation

Kharun M., Koroteev D.D., Dkhar P., Zdero S., Elroba S.M. (2018). Physical and mechanical properties of basalt-fibered high-strength concrete. *Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings*, 14(5), 396–403. DOI: 10.22363/18155235-2018-14-5-396-403. (In Russ.)