

УДК: 677.51

doi 10.18101/978-5-9793-0803-6-31-35

ФИБРОБЕТОН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОЛОКОН И НАНОКРЕМНЕЗЕМА

© *Розина Виктория Евгеньевна*, старший преподаватель
кафедры «Строительное производство»
Иркутского национального исследовательского технического университета
Россия, г. Иркутск
E-mail: vict.rozina@yandex.ru

© *Урханова Лариса Алексеевна*, доктор технических наук, профессор,
заведующая кафедрой «Производство строительных материалов и изделий»
Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления
Россия, г. Улан-Удэ
E-mail: urkhanova@mail.ru

© *Лхасаранов Солбон Александрович*, кандидат технических наук,
старший преподаватель кафедры «Производство строительных материалов
и изделий» Восточно-Сибирского государственного университета
технологий и управления
Россия, г. Улан-Удэ
E-mail: solbon230187@mail.ru

Для повышения деформационных и усадочных характеристик бетона, прочности при изгибе применяют дисперсное армирование бетона. В качестве минеральных волокон чаще всего используют базальтовый ровинг и тонкое штапельное волокно, обладающие стабильными и однородными характеристиками. В статье рассмотрены вопросы дисперсного армирования цемента и бетона тонким базальтовым волокном, полученным центробежно-дутьевым способом. Минеральные волокна, имеющие химическое сродство с минералами цемента, способны вступать с ним во взаимодействие, нарушая свою структуру и снижая тем самым армирующий эффект. Для повышения коррозионной стойкости базальтового волокна в составе фибробетона был использован нанодисперсный кремнезем, полученный на ускорителе электронов. Получен фибробетон с улучшенными физико-механическими и эксплуатационными характеристиками с применением базальтового волокна, произведенного центробежно-дутьевым способом, и нанодисперсного кремнезема.

Ключевые слова: дисперсное армирование, фибробетон, портландцемент, базальтовое волокно, нанокремнезем, коррозионная стойкость, прочность при изгибе.

FIBER-REINFORCED CONCRETE WITH MINERAL FIBERS AND NANOSILICA

Viktoria E. Rozina, Senior Lecturer, Irkutsk State Technical University,
Department of Construction Industry
Irkutsk, Russia

Larisa A. Urkhanova, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of "Production of Construction Materials and Products" Department, East Siberia State University of Technology and Management Ulan-Ude, Russia

Solbon A. Lkhasaranov, Candidate of Engineering Sciences, Senior Lecturer at "Production of Construction Materials and Products" Department, East Siberia State University of Technology and Management Ulan-Ude, Russia

The dispersed reinforcement is used to improve the deformation and shrinkage characteristics and flexural strength of concrete. The basalt roving and fine staple fibers having stable and uniform characteristics are often used as mineral fibers. The questions of disperse reinforcement of cement and concrete with a thin basalt fiber produced by means of centrifugal blow method have been considered in this article. Mineral fibers having a chemical affinity with cement minerals can join into interaction with it, breaking its structure and thus reducing the reinforcing effect. Nanodispersed silica, obtained from an electron accelerator has been used to improve the corrosion resistance of the basalt fiber in fiber-reinforced concrete compositions. As a result fiber-reinforced concrete using basalt fiber produced by centrifugal blow and nanodispersed silica with improved physical-mechanical and operational characteristics has been received.

Keywords: dispersed reinforcement, fiber-reinforced concrete, Portland cement, basalt fiber, nanosilica, corrosion resistance, flexural strength.

В статье рассмотрены вопросы дисперсного армирования цемента и бетона тонким базальтовым волокном, полученным центробежно-дутьевым способом. Для повышения коррозионной стойкости базальтового волокна в составе фибробетона был использован нанодисперсный кремнезем, полученный на ускорителе электронов. Фибробетон с улучшенными физико-механическими и эксплуатационными характеристиками с применением базальтового волокна, произведенного центробежно-дутьевым способом, и нанодисперсного кремнезема.

Современное развитие строительного материаловедения связано с разработкой и внедрением модифицированных дисперсно-армированных бетонов с улучшенными характеристиками. Опыт применения фибробетонов в зарубежной и отечественной практике показывает, что рациональными областями использования таких бетонов является широкая номенклатура монолитных и сборных бетонных конструкций [1–3]. Обладая значительными преимуществами, фибробетоны пока не нашли широкого применения в строительстве. Вместе с тем задача их внедрения при обеспечении оптимальных показателей материалоемкости и себестоимости является актуальной. Ее успешная реализация позволит в полном объеме раскрыть потенциал дисперсно-армированных бетонов.

В качестве армирующего компонента фибробетонов используются различные металлические и неметаллические волокна. Наиболее эффективным

для дисперсного армирования бетона является использование базальтового ровинга и тонкого штапельного волокна [1; 2].

Байкальский регион богат различными минеральными сырьевыми ресурсами, в том числе месторождениями базальтов: Селендумское, Судунтуйское и др. Малотоннажное производство минерального волокна с использованием местных сырьевых ресурсов может обеспечивать собственные нужды региона в теплоизоляционных материалах и изделиях. В Иркутской области и Забайкальском крае на основе нового плавильного агрегата — электромагнитного технологического реактора — запущены мини-заводы по производству волокнистых теплоизоляционных материалов с применением базальтов местных месторождений [4]. Применение электромагнитного технологического реактора для плавления базальта позволяет сократить затраты на оборудование и облегчает его эксплуатацию. Формование минерального волокна осуществляется центробежно-дутьевым способом, являющимся наиболее распространенным для производства минеральных волокон благодаря высокой производительности и относительной экономичности по сравнению с другими. Полученные минеральные волокна имеют следующие характеристики: средний диаметр волокон — 10 мкм, прочность на разрыв — 1350 МПа, температуростойкость — 600 °С.

Таблица 1
Состав и технологические показатели бетонов

Расход материалов на 1 м ³ бетона, кг				В/ Ц	Показатели технологичности бетонной смеси	
Портландцемент	песок	базальтовое волокно	Тарко-сил-05		Марка по удобоукладываемости (ОК, см)	Расслаиваемость по водотделению, %
550	1375	-	-	0,4	П2 (7)	0,6
550	1375	22	-	0,4	П2 (8)	0,45
550	1375	22	2,75	0,4	П2 (9)	0,3

При использовании базальтовых волокон, имеющих химическое сродство с минералами портландцемента (ПЦ), необходимо учесть возможное взаимодействие, которое приведет к разрушению базальтового волокна и снижению армирующего эффекта. Для решения этой задачи применяют различные приемы: термическая обработка волокна с целью повышения коррозионной стойкости, нанесение на волокна защитного слоя, введение кремнеземсодержащих добавок, связывающих образующуюся при гидратации известь [1; 2]. Использование кремнеземсодержащих добавок, обладающих более высокой активностью к цементным минералам по сравнению с базальтовым волокном, позволяет снизить негативное действие среды твердеющего цемента и предотвратить тем самым коррозию волокна.

При оптимизации составов мелкозернистого базальтофибробетона (БФБ) варьировались следующие показатели: содержание базальтового волокна, НК

Таркосил®-05, способ введения базальтового волокна и Таркосил®-05 в состав бетонной смеси. При варьировании этих параметров были определены технологические свойства бетонных смесей и физико-механические характеристики бетонов (табл. 1, 2). Так, высокая удельная поверхность частиц НК Таркосил®-05 по сравнению с частицами цемента способствует более высокой седиментационной устойчивости и улучшению показателя расслаиваемости бетонных смесей.

Состав базальтофибробетона с применением НК Таркосил®-05 показал наилучшие показатели: улучшение прочности на сжатие на 35 %, прочности при изгибе — 65 % относительно контрольного бездобавочного состава.

Таблица 2

Физико-механические и эксплуатационные свойства базальтофибробетонов

Свойства	Единицы измерения	Показатели		
		Цементный бетон	БФБ без нано-кремнезема	БФБ с нанокремнеземом
Средняя плотность	кг/м ³	2400	2460	2480
Прочность при сжатии	МПа	44	50	62
Прочность при изгибе	МПа	9	13	15
Водопоглощение	масс. %	4,0	3,5	2,5
Морозостойкость	циклы	150	200	250
Усадка	мм/м	2,7	1,6	1,1

Бетоны с применением НК характеризуются высокими эксплуатационными показателями. НК, взаимодействуя с известью, способствует коррозионной стойкости базальтового волокна, благоприятно сказывающейся на улучшении физико-механических характеристик. Использование базальтового волокна, полученного центробежно-дутьевым способом и характеризующегося неоднородностью по основным показателям, с нанодисперсным кремнеземом позволяет получать высокопрочный мелкозернистый базальтофибробетон с улучшенными свойствами. В Байкальском регионе применение базальтофибробетона позволит повысить качество и снизить ресурсопотребление при строительстве дорожных и мостовых конструкций.

Литература

1. Боровских И. В., Хозин В. Г. Изменение длин базальтовых волокон при его распределении в композиционном вяжущем высокопрочных базальтофибробетонов // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2009. № 2 (12). С. 233–237.
2. Бучкин А. В., Степанова В. Ф. Мелкозернистый бетон высокой коррозионной стойкости, армированный тонким базальтовым волокном // Промышленное и гражданское строительство. 2013. № 1. С. 47–49.

3. К вопросу о щелочестойкости базальтовой фибры в цементной системе / В. Б. Бабаев, В. В. Строкова, В. В. Нелюбова, Н. Л. Савгир // Вестник Белгородского государственного технического университета им. В. Г. Шухова. 2013. № 2. С. 63–66.

4. Мини-завод по производству теплоизоляционных материалов из базальта на основе электромагнитного плавильного агрегата с низкими удельными энергозатратами / С. Л. Буянтуев [и др.] // Вестник Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления. 2012. № 1(36). С. 139–144.