

УДК 691.32:620.191.33

**В. А. ПЕРФИЛОВ, М. О. ЗУБОВА**

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

## **БАЗАЛЬТОВОЕ ФИБРОВОЕ ВОЛОКНО КАК ОСНОВНОЙ КОМПОНЕНТ ДИСПЕРСНО-ВОЛОКНИСТОГО АРМИРОВАНИЯ БЕТОНОВ**

В процессе проектирования новых составов бетона разработана фибробетонная смесь с использованием базальтового фибрового волокна. Экспериментально доказано, что дисперсно-волокнистое армирование бетонов базальтовым волокном с комплексным введением пластифицирующей и модифицирующей добавок, а также сажевых отходов приводит к увеличению прочностных показателей данных бетонов.

**бетонная смесь, базальтовое волокно, прочность, пластифицирующая и модифицирующая добавки, технический углерод**

### **АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ**

В виду постоянно увеличивающегося количества требований, предъявляемых к качеству бетонных и железобетонных конструкций, не прекращается поиск решений важной технической задачи по подбору оптимального состава бетонной смеси. В настоящее время разработано огромное множество высокопрочных бетонов. Но в рамках современного строительства предъявляются повышенные требования не только к качественным характеристикам бетонов, таким как долговечность, прочность и трещиностойкость, а также ставится задача сокращения сроков строительства путем применения соответствующих технологий, облегчающих трудозатраты в процессе непосредственного использования. Также актуальным остается вопрос о снижении себестоимости бетонов, ведь, как известно, бетонные работы являются одними из самых дорогостоящих.

Решить качественные, а также технико-экономические задачи предлагается путем широкого применения дисперсно-армированных бетонов, в частности бетонов, армирующим компонентом которого является базальтовое фибровое волокно, которое по прочности превосходит сталь. Обладая малой плотностью, этот компонент способствует трехмерному повышению прочности.

Армирование высокодисперсными волокнистыми наполнителями позволяет компенсировать главные недостатки обычного бетона – низкую прочность при растяжении и хрупкость разрушения (трещиностойкость). Применение высокодисперсных наполнителей в цементных бетонах оказывает положительное влияние на процессы структурообразования, физико-механические и эксплуатационные свойства бетона. Это достигается за счет улучшенной адгезии волокон к цементной матрице сравнительно высокой прочности и модуля упругости волокон, их стойкости по отношению к щелочной среде [1].

В процессе проведения теоретических и экспериментальных исследований установлено, что бетон, упрочненный базальтовым волокном, имеет высокие значения физико-механических характеристик.

### **ЦЕЛИ**

Задачей научных исследований является разработка оптимального состава фибробетонной смеси с улучшенными физико-механическими свойствами, такими как прочность на сжатие и растяжение.

## ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

В ходе исследований изучалось влияние на физико-механические и прочностные характеристики фибробетонов комплексного введения в состав смеси базальтовых волокон-фибр, пластифицирующей и модифицирующей добавки, а также сажевых отходов. В связи с этим был осуществлен подбор бетонной смеси с оптимальным содержанием ее компонентов.

В качестве постоянных параметров принято соотношение цемента и песка равное 1:2. В качестве связующего использовался портландцемент М500 Д0 производства ЗАО «Осколцемент». В качестве мелкого заполнителя использовался кварцевый песок Орловского карьера, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 8736-93. Для увеличения прочности на макроуровне в качестве дисперсно-армирующего компонента использовались базальтовые волокна, которые представляют собой отрезки базальтового ровинга диаметром 13–17 мкм и длиной 6–12 мм с прочностью на растяжение до 2 000 МПа.

С целью упрочнения структуры на микроуровне в смесь вводили суперпластификатор «Полипласт СП-3», который способствует улучшению смачивания, удобоукладываемости и равномерности диспергирования цемента. Также в бетонную смесь вводился тонкоизмельченный порошок технического углерода-сажи с размерами частиц не более 5 мкм. При его введении в бетонную смесь увеличивается подвижность, что позволяет снизить количество воды затворения на 10–15 %, уменьшить водоцементное соотношение смеси [2]. Для затворения бетонной смеси использовали воду, отвечающую требованиям ГОСТ 23732-79. В качестве модифицирующего компонента использовали нанодобавку «Таунит».

Способ приготовления бетонной смеси следующий: комплексную добавку, включающую в себя суперпластификатор «Полипласт СП-3», модифицирующую добавку «Таунит», а также технический углерод-сажу предварительно растворяют водой в ультразвуком диспергаторе с частотой 20 кГц в течение 1 минуты для получения однородного раствора, после чего вводят в сухую цементно-песчаную смесь, перемешивают с фибровыми волокнами, а затем затворяют оставшейся водой.

Механические свойства данной смеси определяли путем изготовления образцов – балочек размером 40×40×160 мм и твердения их в естественных условиях. По истечении 28 суток данные образцы испытывались на прочность в сравнении с эталонными образцами, приготовленными по той же технологии. Количественный оптимальный состав (1) и эталонный состав (2) представлены в таблице 1. Влияние на рост прочностных показателей комплексного введения в сырьевую смесь высокодисперсного наполнителя, пластифицирующей и модифицирующей добавки, а также технического углерода-сажи приведено в таблице 2.

Таблица 1 – Количественные составы

Компоненты смеси	Количество кг/м <sup>3</sup>	
	1	2
Портландцемент	1 200	1 200
Кварцевый песок	600	600
Базальтовые волокна-фибры диаметром 13–17 мкм и длиной 6–12 мм	1,4	–
Суперпластификатор «Полипласт СП-3»	6	–
Нанодобавка «Таунит»	0,6	–
Технический углерод	9	–
Вода л/м <sup>3</sup>	250	265

Таблица 2 – Показания прочности

Составы бетонной смеси	Предел прочности при сжатии, МПа	Предел прочности при изгибе, МПа
Эталонный	42,14	3,9
Оптимальный	69,81	7,0

## ВЫВОДЫ

Анализ экспериментальных данных показал, что добавление в сырьевую смесь высокодисперсного волокнутого наполнителя, суперпластификатора «Полипласт СП-3» и модификатора «Таунит», а также технического углерода при указанных соотношениях входящих в состав компонентов в возрасте 28 суток, способствует, согласно составов (1–2), увеличению прочности на сжатие на 40 %. Также результаты показали и увеличение прочности на изгиб на 77,7 %.

Безусловно, в России значительно увеличился интерес к исследованиям в данном направлении, что подтверждается строительной практикой. Но, к сожалению, показатель прироста мал. А ведь

данный материал имеет не только превосходные прочностные показатели, но и обладает высокой коррозионной стойкостью. Также дисперсно-волоконное армирование позволяет снизить трудозатраты до 40 %, за счет исключения работ по устройству арматуры и, что немаловажно, экономическую эффективность применения данного материала.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перфилов, В. А. Фибробетоны с высокодисперсными волоконными наполнителями [Текст] / В. А. Перфилов, А. В. Аткина, О. А. Кусмарцева // Международная научно-практическая конференция «Малоэтажное строительство» в рамках Национального проекта «Доступное и комфортное жилье гражданам России: технологии и материалы, проблемы и перспективы развития в Волгоградской области» / Волгогр. гос. архит. строит. ун-т. – Волгоград : ВолГАСУ, 2009. – С. 89–91.
2. Пат. 2386599 Российская Федерация, МПК С04В 28/02. Фибробетонная смесь [Текст] / Перфилов В. А., Алаторцева У. В., Тюрин А. А.; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет». – № 2008133782/03 ; заявл. 15.08.2008; опубл. 20.04.2010, Бюл. № 11.

Получено 11.04.2013

В. О. ПЕРФІЛОВ, М. О. ЗУБОВА  
БАЗАЛЬГОВЕ ФІБРОВЕ ВОЛОКНО ЯК ОСНОВНИЙ КОМПОНЕНТ  
ДИСПЕРСНО-ВОЛОКНИСТОГО АРМУВАННЯ БЕТОНІВ  
Волгоградський державний архітектурно-будівельний університет

В процесі проектування нових складів бетону розроблена фібробетонна суміш з використанням базальтового фібрового волокна. Експериментально доведено, що дисперсно-волоконисте армування бетонів базальтовим волокном з комплексним введенням пластифікуючої і модифікуючої добавок, а також сажових відходів, призводить до збільшення міцнісних показників даних бетонів.  
**бетонна суміш, базальтне волокно, міцність, пластифікуюча і модифікуюча добавки, технічний вуглець**

VLADIMIR PERFILOV, MARY ZUBOVA  
BASALT FIBRE AS MAIN COMPONENT OF DISPERSE AND FIBROUS  
REINFORCING OF CONCRETE  
Volograd State University of Architecture and Civil Engineering

In the course of design of new compositions of concrete, the fibreconcrete mix with use of basalt fiber is developed. It is experimentally proved that disperse and fibrous reinforcing of concrete by basalt fiber, with complex introduction of plasticizing and modifying additives, and also black waste, leads to increase in strength indicators of these concrete.  
**concrete mix, basalt fiber, strength, plasticizing and modifying additives, black waste**