

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2019, №3, Том 11 / 2019, No 3, Vol 11 <https://esj.today/issue-3-2019.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/38SAVN319.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Холодняк М.Г., Нажуев М.П., Зарецкий А.В., Фоминых Ю.С., Доценко Н.А. Зависимость прочности на растяжение при изгибе центрифугированного бетона от фибрового армирования дисперсными волокнами различных видов // Вестник Евразийской науки, 2019 №3, <https://esj.today/PDF/38SAVN319.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Kholodnyak M.G., Nazhuev M.P., Zaretskiy A.V., Fominykh Yu.S., Dotsenko N.A. (2019). Dependence of tensile strength in bending of centrifuged concrete on fiber reinforcement by dispersed fibers of various types. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 3(11). Available at: <https://esj.today/PDF/38SAVN319.pdf> (in Russian)

УДК 691

ГРНТИ 67.09.33

Холодняк Михаил Геннадиевич

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, Россия
Инженер кафедры «Технология вяжущих веществ, бетонов и строительной керамики»
E-mail: xolodniak@yandex.ru

Нажуев Мухума Пахрудинович

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, Россия
Магистрант
E-mail: nazhuev17@mail.ru

Зарецкий Александр Вячеславович

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, Россия
Магистрант
E-mail: alex.zaretsky@yandex.ru

Фоминых Юлия Сергеевна

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, Россия
Магистрант
E-mail: pochta6707@gmail.com

Доценко Наталья Александровна

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, Россия
Студент
E-mail: natalya_1998_dotsenko@mail.ru

Зависимость прочности на растяжение при изгибе центрифугированного бетона от фибрового армирования дисперсными волокнами различных видов

Аннотация. Повышение прочностных характеристик центрифугированного бетона возможно за счет рецептурно-технологических приемов – применения армирования фибровыми волокнами и рационального выбора варианта такого армирования. Большинство искусственных каменных материалов, обладая высокой прочностью на сжатие, легко разрушаются, подвергаясь растяжению при изгибе. Поэтому для повышения сопротивляемости таких материалов трещинообразованию в них зачастую вводят волокнистые или слоистые добавки. Поскольку бетон относят к композиционным материалам с хрупким видом

разрушения, то скорость распространения и размер трещин в бетоне будут зависеть от его структурных характеристик, которые определяются как свойствами и строением исходных материалов, так и технологическими приемами, обеспечивающими качественное взаимодействие последних. В настоящее время в строительной практике большое распространение получил сталефибробетон. Конструкции из этого материала отличает высокая технологичность и низкая материалоемкость, зато прочность, трещиностойкость и долговечность материала существенно улучшаются. Вместе с тем, в ряде других конструкций хорошо себя зарекомендовали бетоны с неметаллическими волокнами. Широкое распространение в дисперсном армировании низкомарочных бетонов, отличающихся пониженной трещиностойкостью, получили синтетические волокна. Получение высококачественных фибробетонов возможно за счет правильного выбора вида композиционных материалов, установления необходимого количественного соотношения между компонентами бетонной смеси и оптимальных параметров их укладки и уплотнения. Исследован показатель прочности на растяжение при изгибе бетона. На первом этапе исследованы 3 вида фибр: стальная, базальтовая полипропиленовая. На втором этапе исследованы варианты комбинирования вышеуказанных видов фибр. Исследования проведены на примере трех экспериментальных составов: $V_{fb}3,2$, $V_{fb}3,6$, $V_{fb}4,0$.

Вклад авторов.

Холодняк Михаил Геннадиевич – автор одобрил окончательную версию статьи перед ее подачей на публикацию.

Нажув Мухума Пахрудинович – автор осуществил написание статьи.

Зарецкий Александр Вячеславович – автор осуществил написание статьи.

Фоминих Юлия Сергеевна – автор собрал, проанализировал и интерпретировал материал для статьи.

Доценко Наталья Александровна – автор оказывал участие при оформлении статьи.

Ключевые слова: центрифугированный бетон; прочность на растяжение при изгибе; характер разрушения; дисперсное армирование; стальная фибра; базальтовая фибра; полипропиленовая фибра

Большинство искусственных каменных материалов, обладая высокой прочностью на сжатие, легко разрушаются, подвергаясь растяжению при изгибе. Поэтому для повышения сопротивляемости таких материалов трещинообразованию в них зачастую вводят волокнистые или слоистые добавки. Наиболее типичными в этом отношении являются асбестоцементные изделия, хорошо воспринимающие такие виды загрузки, как растяжение и изгиб. Здесь положительный эффект армирования цементного камня связан прежде всего с хорошей адсорбционной способностью асбестового волокна, обеспечивающей качественное сцепление с матрицей, что предопределяет образование на границе контакта «волокно-цементная матрица» участков повышенной прочности [1].

Поскольку бетон относят к композиционным материалам с хрупким видом разрушения, то скорость распространения и размер трещин в бетоне будут зависеть от его структурных характеристик, которые определяются как свойствами и строением исходных материалов, так и технологическими приемами, обеспечивающими качественное взаимодействие последних. По мнению П.Г. Комохова, в бетоне, наряду с прочной основой, должны быть «слабые упруго-вязкие» включения, способные гасить энергию распространяющейся трещины [2; 3].

Поскольку развивающаяся трещина поглощает энергию загруженного объема материала, то, естественно, что запас пластичности в этом объеме (барьер в виде дисперсной арматуры) должен отодвигать момент разрушения материала [1; 4]. Создание барьера на пути трещин возможно при дисперсном армировании бетонного камня отрезками металлических или других достаточно прочных волокон. Эффективность использования различных видов волокон и матрицы характеризуется отношением E_g / E_m . [1; 4; 5; 6]. Экспериментально установлено, что при $E_g / E_m > 1$ возможно получение так называемых фибробетонов с повышенной прочностью на растяжение, изгиб и высокой трещиностойкостью, а при $E_g / E_m < 1$ следует ожидать повышение ударной прочности и сопротивляемости материала истиранию.

В настоящее время в строительной практике большое распространение получил сталефибробетон. Конструкции из этого материала отличает высокая технологичность и низкая материалоемкость, зато прочность, трещиностойкость и долговечность материала существенно улучшаются [7–10].

Вместе с тем, в ряде других конструкций хорошо себя зарекомендовали бетоны с неметаллическими волокнами (при $E_g / E_m > 1$). Особенно большой опыт накоплен в области стеклофибробетона, используемого для изготовления плит и панелей, элементов покрытий, сборных конструкций жилых и общественных зданий, а также как компонент тепло- и звукоизоляционных материалов [1; 5; 6; 11]. Однако подобные стеклофибробетонные конструкции интенсивно снижают свою начальную прочность во времени за счет щелочной среды бетона, вызывающей коррозию стеклянных волокон. Применение щелочестойких волокон полностью не устраняет этот недостаток, а лишь замедляет процесс их разрушения.

Широкое распространение в дисперсном армировании низкомарочных бетонов, отличающихся пониженной трещиностойкостью, получили синтетические волокна. Особенно эффективно сказались введение синтетических волокон в состав пенобетонных и газобетонных композиций [4]. Дисперсная арматура из отрезков синтетических волокон весьма существенно влияет на микро- и макроструктуру мелкозернистых бетонов, что позволяет получать достаточно высокопрочные композиции при комбинированном армировании матрицы стальными и синтетическими волокнами.

Технология приготовления фибробетонов в настоящее время достаточно хорошо разработана благодаря исследованиям, проведенным в ЛИСИ, ЦНИИСе, ЛенЗНИИЭП, ЛВВИСКУ и других организациях [4; 6; 12; 13]. Установлено, что получение высококачественных фибробетонов возможно за счет правильного выбора вида композиционных материалов, установления необходимого количественного соотношения между компонентами бетонной смеси и оптимальных параметров их укладки и уплотнения.

Прочность фибробетонов находится в прямой зависимости от степени насыщения их дисперсной арматурой [1; 4; 11]. Однако концентрация дисперсной арматуры, близкая к предельному насыщению, существенно ухудшает удобоукладываемость бетонных смесей. Более того, при достижении некоторой величины объемного содержания волокна в фибробетонных смесях наблюдается образование «ежей», то есть комков из спутавшихся фибр, и заметно нарушается однородность смеси [1]. Поэтому важно знать величину предельного насыщения смеси фибрами, при котором сохраняется ее однородность, поскольку в этом случае

возможно получение материала с наибольшей прочностью. Эта величина зависит от вязкопластических свойств матрицы, геометрических характеристик дисперсной арматуры и вида технологического оборудования.

При нагружении фибросодержащего композиционного материала дисперсная арматура сдерживает деформации матрицы и величина напряжений (σ_B), может быть определена следующим условием:

$$\sigma_B = 2 \cdot \tau_{\text{сц}} \cdot \frac{l}{d}, \quad (1)$$

где $\tau_{\text{сц}}$ – прочность сцепления между матрицей и дисперсной арматурой;

l – длина заделки фибр в бетон;

d – диаметр фибр.

Из приведенной зависимости видно, что чем больше прочность сцепления между компонентами фибробетона, тем большие напряжения могут восприниматься дисперсной арматурой.

Важным резервом улучшения физико-механических свойств и долговечности фибробетона является повышение прочности сцепления между его структурными составляющими, что обеспечивается такими факторами как ориентирующее влияние поверхности заполнителя на структуру цементного камня, геометрические размеры и характер сцепления, степень шероховатости и загрязненность поверхности дисперсной арматуры, полнота смачивания поверхности заполнителей цементным тестом.

Таким образом, для качественного дисперсного армирования бетона предпочтительно использование волокон, имеющих модуль упругости не менее 2000 МПа. При этом они должны быть стойкими к щелочной среде бетона ($\text{pH} > 12$), отличаться высокой технологичностью (легко распушиваться, не ломаться в процессе перемешивания и тому подобное), обеспечивая тем самым стабильность физико-механических характеристик фибробетона.

Эффективность дисперсного армирования устанавливалась и при изготовлении центрифугированных конструкций. Так, при изготовлении опытной партии опор контактной сети были использованы стальные фибры диаметром до 0,5 мм и длиной 20–30 мм. Ожидаемое повышение прочности на растяжение было достигнуто, но стальные фибры под действием атмосферных осадков активно корродировали, что портило эстетический вид опор и снижало прочность поверхностного слоя бетона.

В ЦНИИСе под руководством Ю.М. Нагевича [12; 13] проводились исследования по возможности использования в центрифугированных изделиях стекловолокна. Испытания подтвердили высокие технические свойства этих изделий, однако, с учетом недостаточной щелочестойкости стеклянных фибр, такой технологический прием дальнейшего практического распространения не получил.

Хорошие результаты были получены при изготовлении центрифугированных бетонов с добавкой отхода асбестоцементного производства. Введение его в состав смеси в количестве до 0,1 % от массы цемента приводило к росту прочности бетона как на сжатие, так и на растяжение при изгибе. Исследовательские работы в этом направлении были выполнены в РИСИ под руководством Лысенко Е.И. [14].

Основываясь на том, что наиболее рационально применение дисперсного армирования в мелкозернистых бетонах и цементном камне, можно предположить, что использование минеральных волокнистых компонентов при производстве центрифугированных изделий

представляет определенный практический интерес [7; 15–17]. Это утверждение определяется самой сущностью центробежного способа уплотнения, основанного на отжати воды и тонкодисперсных составляющих к внутренней поверхности изделия. Легкие дисперсные волокна, перемещаясь вместе с цементным гелем к внутренней поверхности изделия и распределяясь относительно равномерно по объему (вследствие равенства прессирующего усилия по периметру изделия) шламового и пришламового слоев, будут создавать пространственный арматурный каркас, который должен существенно повысить прочность на растяжение бетона и трещиностойкость внутренних слоев изделия, а, следовательно, и всей конструкции в целом.

Неизбежность повышения прочности и трещиностойкости очевидна и не зависит от доминирующего расположения волокон дисперсной арматуры – по радиусу к центру изделия или по образующей, так как и в первом, и во втором случаях образуется объемный каркас из тонких волокон, что и приводит к получению положительного результата.

Однако такой подход к направленному структурообразованию внутренних слоев центрифугированного бетона будет иметь свою специфику в выборе эффективных видов волокнистых материалов, определении их оптимального количества и распределении в процессе уплотнения [7; 18; 19].

Таким образом, можно сделать вывод, что повышение прочностных характеристик центрифугированного бетона возможно за счет рецептурно-технологических приемов – применения армирования фибровыми волокнами и рационального выбора варианта такого армирования [20–23].

Авторами исследовались показатель прочности бетона на растяжение при изгибе и коэффициент конструктивного качества.

На первом этапе были исследованы 3 вида фибр:

- стальная;
- базальтовая;
- полипропиленовая.

На втором этапе были исследованы варианты комбинирования вышеуказанных видов фибр.

Исследования проведены на примере трех экспериментальных составов:

- В_{тб3,2};
- В_{тб3,6};
- В_{тб4,0}.

Результаты исследований приведены в таблицах 1–6 и на рисунках 1–6.

Таблица 1

Влияние фибрового армирования дисперсными волокнами различных видов на прочность на растяжение при изгибе центрифугированного бетона на экспериментальном составе В_{тб3,2}

№ п/п	Вид фибры	Маркировка образца бетона	Средняя плотность бетона, кг/м ³	Прочность бетона на растяжение при изгибе, МПа	ККК
1	Стальная	С	2401	4,0	1,67
2	Базальтовая	Б	2385	3,8	1,59
3	Полипропиленовая	П	2279	3,75	1,65

Составлено авторами

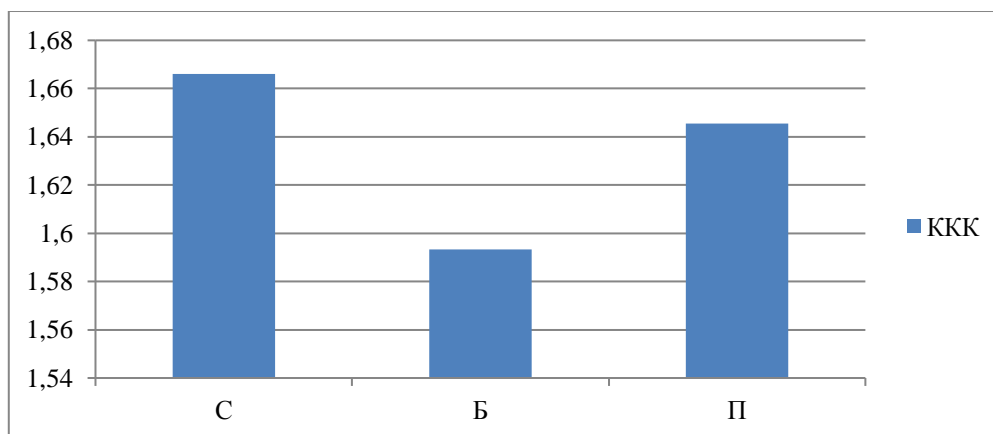


Рисунок 1. Влияние фибрового армирования дисперсными волокнами различных видов на коэффициент конструктивного качества centrifугированного бетона на экспериментальном составе В_т3,2 (составлено авторами)

Таблица 2

Исследование и сравнительный анализ эффективности вариантов комбинирования различных видов дисперсных волокон для centrifугированного бетона на экспериментальном составе В_т3,2

№ п/п	Вид фибры	Маркировка образца бетона	Средняя плотность бетона, кг/м ³	Прочность бетона при растяжении изгиба, МПа	KKK
1	Стальная + Базальтовая	СБ	2380	3,9	1,64
2	Стальная + Полипропиленовая	СП	2240	3,67	1,63
3	Базальтовая + Полипропиленовая	БП	2150	3,55	1,65

Составлено авторами

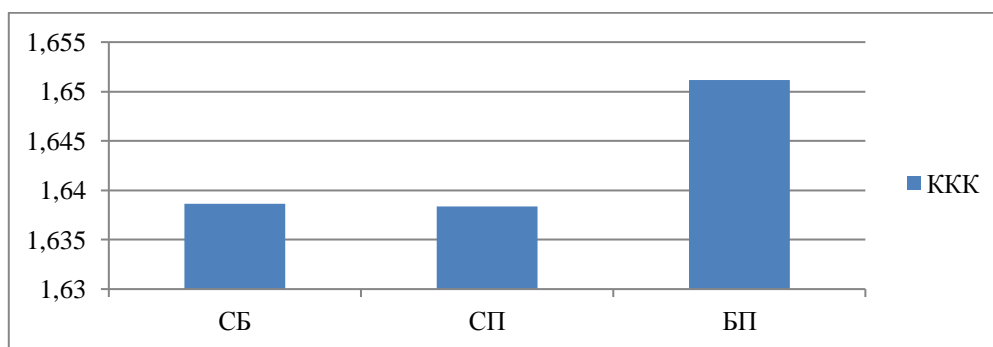


Рисунок 2. Исследование и сравнительный анализ эффективности вариантов комбинирования различных видов дисперсных волокон для centrifугированного бетона на экспериментальном составе В_т3,2 (составлено авторами)

Таблица 3

Влияние фибрового армирования дисперсными волокнами различных видов на прочность на растяжение при изгибе centrifугированного бетона на экспериментальном составе В_т3,6

№ п/п	Вид фибры	Маркировка образца бетона	Средняя плотность бетона, кг/м ³	Прочность бетона при растяжении изгиба, МПа	KKK
1	Стальная	С	2455	4,6	1,87
2	Базальтовая	Б	2332	4,55	1,95
3	Полипропиленовая	П	2200	4,3	1,95

Составлено авторами

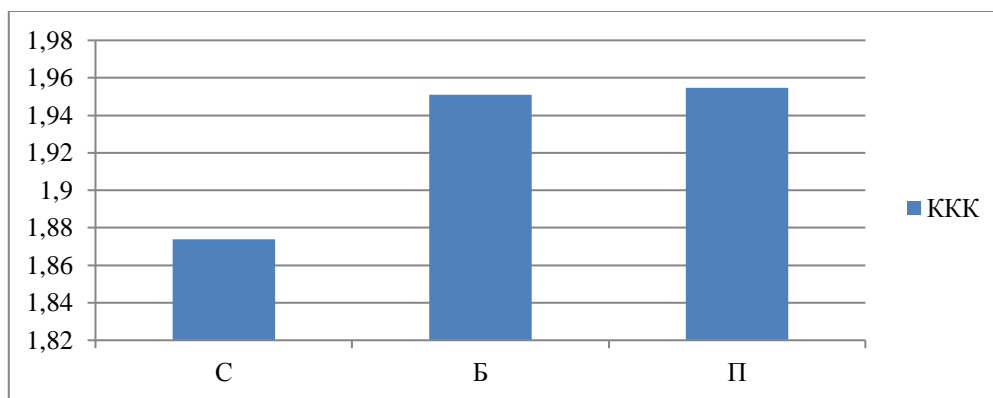


Рисунок 3. Влияние фибрового армирования дисперсными волокнами различных видов на коэффициент конструктивного качества центрифугированного бетона на экспериментальном составе В₇3,6 (составлено авторами)

Таблица 4

Исследование и сравнительный анализ эффективности вариантов комбинирования различных видов дисперсных волокон для центрифугированного бетона на экспериментальном составе В₇3,6

№ п/п	Вид фибры	Маркировка образца бетона	Средняя плотность бетона, кг/м ³	Прочность бетона при растяжении изгиба, МПа	KKK
1	Стальная + Базальтовая	СБ	2400	4,58	1,91
2	Стальная + Полипропиленовая	СП	2295	4,49	1,96
3	Базальтовая + Полипропиленовая	БП	2185	4,2	1,92

Составлено авторами

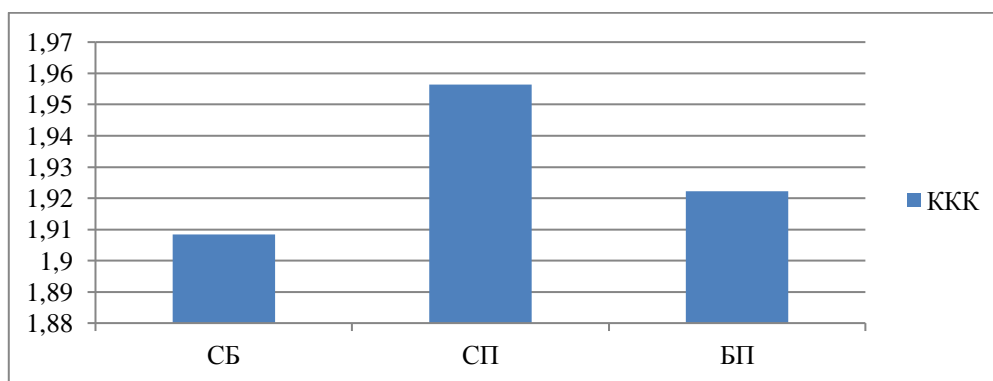


Рисунок 4. Исследование и сравнительный анализ эффективности вариантов комбинирования различных видов дисперсных волокон для центрифугированного бетона на экспериментальном составе В₇3,6 (составлено авторами)

Таблица 5

Влияние фибрового армирования дисперсными волокнами различных видов на прочность на растяжение при изгибе центрифугированного бетона на экспериментальном составе В₇4,0

№ п/п	Вид фибры	Маркировка образца бетона	Средняя плотность бетона, кг/м ³	Прочность бетона при растяжении изгиба, МПа	KKK
1	Стальная	С	2440	5,5	2,25
2	Базальтовая	Б	2390	5,45	2,28
3	Полипропиленовая	П	2335	5,39	2,31

Составлено авторами

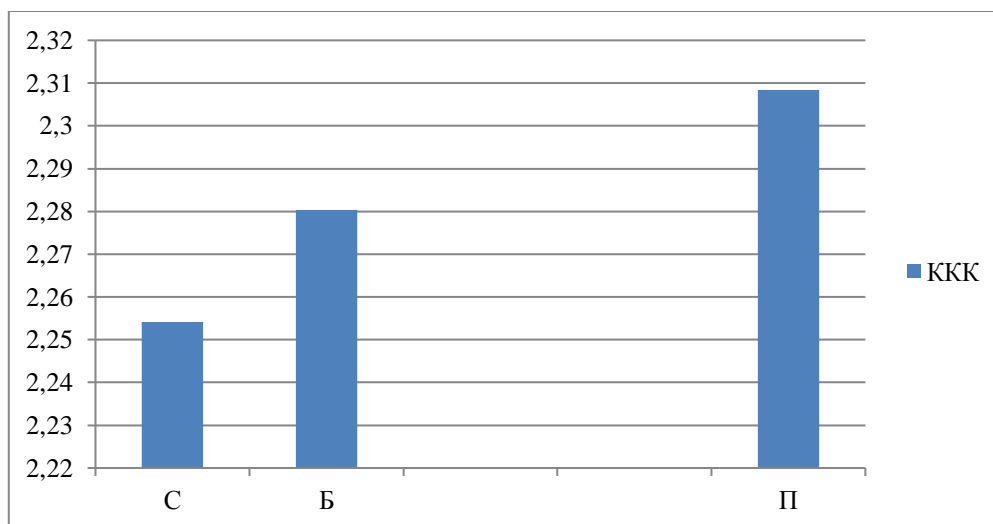


Рисунок 5. Влияние фибрового армирования дисперсными волокнами различных видов на коэффициент конструктивного качества центрифугированного бетона на экспериментальном составе В_и4,0 (составлено авторами)

Таблица 6

Исследование и сравнительный анализ эффективности вариантов комбинирования различных видов дисперсных волокон для центрифугированного бетона на экспериментальном составе В_и4,0

№ п/п	Вид фибры	Маркировка образца бетона	Средняя плотность бетона, кг/м ³	Прочность бетона при растяжении изгиба, МПа	KKK
1	Стальная + Базальтовая	СБ	2415	5,25	2,17
2	Стальная + Полипропиленовая	СП	2205	5	2,27
3	Базальтовая + Полипропиленовая	БП	2106	4,99	2,37

Составлено авторами

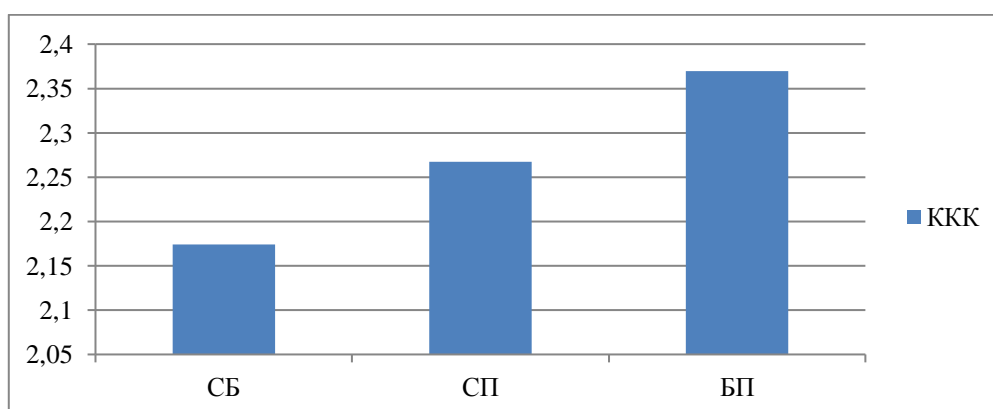


Рисунок 6. Исследование и сравнительный анализ эффективности вариантов комбинирования различных видов дисперсных волокон для центрифугированного бетона на экспериментальном составе В_и4,0 (составлено авторами)

Анализ полученных результатов экспериментальных исследований позволил сделать следующие выводы:

- вид технологии оказывает существенное влияние на прочностные характеристики бетона опытных образцов центрифугированного бетона;

- фибровое армирование центрифугированного бетона оказывает положительное влияние на прочностные характеристики;
- наилучшие показатели из исследованных видов дисперсных волокон демонстрирует стальная фибра, однако она является и наиболее дорогостоящей;
- эффективным рецептурно-технологическим приемом является комбинирование различных видов фибр при дисперсном армировании центрифугированного бетона;
- по показателю прочности на растяжение при изгибе наилучшим вариантом является комбинирование стальной и базальтовой фибр, по коэффициенту конструктивного качества – сочетание базальтовой и полипропиленовой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рамачандран В., Фельдман Р., Бодуэн Дж. Наука о бетоне / Перевод с английского под ред. Ратинова В.Б. М.: Стройиздат, 1986. С. 117–121, 151–153.
2. Комохов П.Г., Солнцев В.А., Петров Т.М. К вопросу ветвления трещин в бетоне. – Сб. тр. ЛИИЖТ. Л., 1975, вып. 382. С. 12–20.
3. Комохов П.Г. Механико-технологические основы торможения процессов разрушения бетонов ускоренного твердения: дис. ... докт. техн. наук: 05.23.05. Л., 1978. С. 54–59.
4. Лобанов И.А. Особенности структуры и свойства дисперсно армированных бетонов // Сб. трудов ЛИСИ, 1986. С. 5–10.
5. Рабинович Ф.Н. Дисперсно армированные бетоны. М.: Стройиздат, 1989. 276 с.
6. Ставров Г.Н., Романов В.П., Захаров И.Д. Влияние фибрового армирования на прочность бетона при динамических нагружениях // Сб. научных трудов ЛИСИ. Л., 1989. С. 49–57.
7. Романенко Е.Ю. Высокопрочные бетоны с минеральными пористыми и волокнистыми добавками для изготовления длинномерных центрифугированных конструкций: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05. Ростов-на-Дону, 1989. 179 с.
8. Маилян Л.Р., Стельмах С.А., Холодняк М.Г., Щербань Е.М. Выбор видов волокон для дисперсного армирования изделий из центрифугированного бетона // Наукоедение, 2017, № 4 URL: naukovedenie.ru/PDF/71TVN417.pdf.
9. Холодняк М.Г., Стельмах С.А., Щербань Е.М., Нажуев М.П., Яновская А.В., Осадченко С.А. Механические свойства виброцентрифугированных бетонов с комбинированным заполнителем и волокнистой добавкой // Инженерный вестник Дона, 2018, № 3 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2018/5047.
10. Маилян Л.Р., Стельмах С.А., Халюшев А.К., Щербань Е.М., Холодняк М.Г., Нажуев М.П. Совершенствование расчетных рекомендаций по подбору состава бетона центрифугированных конструкций // Вестник Евразийской науки, 2018, №3 URL: esj.today/PDF/63SAVN318.pdf.
11. Пашенко А.А. и другие Армирование неорганических вяжущих веществ минеральными волокнами. М.: Стройиздат, 1988. 201 с.

12. Альпарин О.Н., Нагевич Ю.М. О способах армирования опор контактной сети стеклопластиковой арматурой // Транспортное строительство, 1967, №9. С. 10–14.
13. Альпарин О.Н., Нагевич Ю.М. Стеклопластиковая арматура в конструкциях опор контактной сети // Бетон и железобетон, 1968, №4. С. 29–30.
14. Шурыгин В.П., Ткаченко Г.А., Лысенко Е.И., Петров В.П., Зайцева О.К., Бондаренко И.Н. А.с. № 1296541 (СССР). Бетонная смесь для изготовления центрифугированных изделий. 1986.
15. Щербань Е.М., Стельмах С.А., Чернильник А.А., Нажуев М.П., Экизян В.О., Симанов Х.Х. Оценка влияния дисперсного армирования на коэффициент конструктивного качества вибрированных и центрифугированных тяжелых бетонов на гранитном щебне // Инженерный вестник Дона, 2019, № 1 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5543.
16. Стельмах С.А., Щербань Е.М., Холодняк М.Г., Нажуев М.П., Тароян А.Г., Чебураков С.В. Сравнение влияния армирования фибровыми волокнами различных видов на свойства центрифугированных и вибрированных изделий из тяжелого бетона класса В20 // Инженерный вестник Дона, 2018, № 4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5212.
17. Стельмах С.А., Щербань Е.М., Холодняк М.Г., Нажуев М.П., Тароян А.Г., Яновская А.В. Сравнение влияния армирования фибровыми волокнами различных видов на свойства центрифугированных и вибрированных изделий из тяжелого бетона класса В35 // Инженерный вестник Дона, 2018, № 4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5213.
18. Берг О.Я., Писанко К.Н., Смольников А.А., Щербаков С.Н. О причинах образования продольных трещин и центрифугированных опорах контактной сети // Транспортное строительство. 1965. № 10. С. 42–45.
19. Бабков В.В., Попов А.В., Мохов В.Н. и др. Бетоны повышенной ударной стойкости на основе демпфирующих компонентов // Бетон и железобетон. 1985. № 2. С. 10–11.
20. Стельмах С.А., Щербань Е.М., Насевич А.С., Нажуев М.П., Тароян А.Г., Яновская А.В. Сравнение влияния армирования фибровыми волокнами различных видов на свойства центрифугированных и вибрированных изделий из тяжелого бетона класса В50 // Вестник Евразийской науки, 2018, №5 URL: esj.today/PDF/29SAVN518.pdf.
21. Петров В.П. Технология и свойства центрифугированного бетона с комбинированным заполнителем для стоек опор контактной сети: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05. Ростов-на-Дону, 1983. 175 с.
22. Ахвердов И.Н. Железобетонные напорные центрифугированные трубы. – М., 1967, Стройиздат. 165 с.
23. Раджан Сувал Свойства центрифугированного бетона и совершенствование проектирования центрифугированных железобетонных стоек опор ЛЭП: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05. Ростов-на-Дону, 1997. 267 с.

Kholodnyak Mikhail Gennadievich

Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia
E-mail: xolodniak@yandex.ru

Nazhnev Mukhuma Pakhrudinovich

Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia
E-mail: nazhnev17@mail.ru

Zaretskiy Aleksandr Vyacheslavovich

Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia
E-mail: alex.zaretsky@yandex.ru

Fominykh Yuliya Sergeevna

Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia
E-mail: pochta6707@gmail.com

Dotsenko Natal'ya Aleksandrovna

Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia
E-mail: natalya_1998_dotsenko@mail.ru

Dependence of tensile strength in bending of centrifuged concrete on fiber reinforcement by dispersed fibers of various types

Abstract. Increase of strength characteristics of centrifuged concrete is possible due to prescription-technological methods – the use of fiber reinforcement and rational choice of such reinforcement. Most artificial stone materials, having a high compressive strength, are easily destroyed by stretching during bending. Therefore, to increase the resistance of such materials to cracking, fibrous or layered additives are often introduced into them. Since concrete is referred to composite materials with a brittle type of destruction, the rate of propagation and the size of cracks in the concrete will depend on its structural characteristics, which are determined by both the properties and structure of the raw materials, and technological methods that provide high-quality interaction of the latter. Currently in the construction practice of large spread steel fiber reinforced concrete. The design of this material is characterized by high manufacturability and low material consumption, but the strength, crack resistance and durability of the material are significantly improved. However, several other designs have proven to be concrete with non-metallic fibers. Synthetic fibers are widely used in disperse reinforcement of low-grade concretes, which are characterized by low crack resistance. The production of high-quality fiber-concrete is possible due to the correct choice of the type of composite materials, the establishment of the necessary quantitative ratio between the components of the concrete mixture and the optimal parameters of their laying and compaction. The index of tensile strength in bending concrete is investigated. At the first stage, 3 types of fibers were studied: steel, basalt polypropylene. At the second stage, the variants of combining the above types of fibers were studied. The studies were conducted on the example of three experimental compounds: $B_{tb3,2}$, $B_{tb3,6}$, $B_{tb4,0}$.

Keywords: centrifuged concrete; flexural tensile strength; fracture nature; dispersed reinforcement; steel fiber; basalt fiber; polypropylene fiber