

СТАЛЕФИБРОБЕТОН ДЛЯ СБОРНО-МОНОЛИТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Klyuyev@yandex.ru

В статье рассмотрены вопросы применения стальной фибры для дисперсного армирования мелкозернистых бетонов. Проведены экспериментальные исследования сталефибробетонных образцов на цементе и на композиционном вяжущем.

Ключевые слова: мелкозернистый бетон, техногенный песок, сталефибробетон.

В настоящее время одной из самых перспективных строительных технологий при проектировании и возведении любых типов зданий и сооружений является технология сборно-монолитного каркасного домостроения.

Основой этой технологии является применение сборно-монолитного каркаса, монтируемого из изделий заводского изготовления: колонна, ригель, плита, несъемная опалубка с замоноличиванием узлов и отсутствием сварочных работ на стройплощадке.

Сборно-монолитное строительство позволяет сэкономить энергию в технологическом процессе производства продукции и строительстве, достичь снижения трудовых и материальных затрат, обеспечить высокое качество и потребительские свойства продукции.

Основной составляющей конструкции является несущий каркас, состоящий из трех основных железобетонных элементов: вертикальных опорных колонн, предварительно напряженных ригелей и плит перекрытия. Узел соединения “колонна-ригель-плита” является монолитным, а весь каркас собирается без применения сварки (рис. 1).



Рисунок 1. Конструкция сборно-монолитного здания

На сегодняшний день сфера использования железобетонных конструкций в России значительно расширяется. Многие здания и сооружения меняют свое функциональное назначение.

Применение композиционных материалов способно разрешить данные проблемы.

Использование дисперсно-армированных цементных композиций позволяет выпускать облегченные строительные конструкции с повышенной прочностью на изгиб и ударной вязкостью. Выбор волокна обуславливается тем, какими свойствами должна обладать композиция для удовлетворения заданным требованиям [3, 4].

Дисперсно-армированные бетоны являются одним из перспективных конструктивных материалов. Они представляют собой одну из разновидностей обширного класса композиционных материалов, которые в настоящее время все более широко применяются в различных отраслях промышленности. Дисперсное армирование осуществляется волокнами (фибрами), равномерно рассредоточенными в объеме бетонной матрицы. Для этого используются различные виды металлических и неметаллических волокон минерального или органического происхождения. В данной работе рассмотрено применение стальной фибры для мелкозернистого бетона [2].

Конструкции из сталефибробетона широко используются во многих областях строительства и с успехом применяются в таких странах как ЮАР, Германия, Япония, США и др. Однако, в нашей стране этому материалу уделяется мало внимания.

В последние годы на практике очень часто имеют место случаи, когда в районе строительства отсутствуют качественные крупные заполнители. Транспортировка щебня из других регионов, часто на значительные расстояния, становится экономически не оправданной. В этом случае встает вопрос о целесообразности применения местных материалов, в том числе песков и отходов горно-обогатительной промышленности, в качестве заполнителей бетонов.

В настоящее время нерудная, горнорудная и другие отрасли ежегодно складывают в отвалах сотни миллионов кубометров рыхлых отходов различного состава и строения, которые имеют размер зерен до 10 мм. Одной из причин

неполного использования этих отходов в качестве мелких заполнителей бетонов является отсутствие их классификации, недостаточная изученность их характеристик и свойств бетонных смесей и бетонов на их основе.

Свойства техногенных песков, бетонных смесей и бетонов на их основе зависят от многих факторов, обусловленных свойствами исходных пород, способами их измельчения, методами обогащения полученного продукта и т.д. Наиболее существенное влияние оказывают прочность, структура и состав исходных пород.

При сопоставлении свойств природных и искусственных песков обращают на себя внимание основные, принципиальные различия этих материалов. Если первые являются в основном кварцевыми, с округлой формой зерен и гладкой поверхностью, то вторые имеют существенные различия по составу и свойствам исходных пород, форме зерен и шероховатости их поверхности. Искусственные пески имеют свежееобнаженную поверхность. В результате свойства последних различны. Взаимодействие поверхности техногенных песков с цементным тестом и цементным камнем значительно сложнее, чем у природных песков. Без учета этого взаимодействия невозможно изучить влияние гранулометрического состава, формы зерен, шероховатости поверхности и других характеристик песка на свойства смесей и бетонов [1, 2].

Для оценки возможности применения техногенных песков как сырья для производства фибробетона, были разработаны составы мелко-

зернистого бетона с использованием в качестве заполнителя отсева дробления кварцитопесчаника. Для получения более плотной упаковки заполнителя использовался песок Нижне-Ольшанского месторождения.

Экспериментальные исследования связаны с изучением поведения бетонных элементов, дисперсно-армированных стальной фиброй при сжатии и растяжении при изгибе.

В качестве фибры была принята стальная проволочная волновая фибра ТУ 14-1-55-36-2006. Она включается в бетонные образцы с целью увеличения прочности бетона на сжатие от 10% до 60% и на растяжение при изгибе от 10% до 200%.

Для приготовления высокопрочного мелкозернистого бетона применяют различные способы повышения активности цемента и качества бетонной смеси (домол и виброактивация цемента, виброперемешивание, применение суперпластификаторов).

Большие перспективы в получении высокопрочных бетонов связаны с применением композиционного вяжущего, которое получают совместным помолом высокомарочного цемента и суперпластификатора.

Для его получения применялся товарный цемент ЗАО «Белгородский цемент» Цем I 42,5 Н, отходы мокрой магнитной сепарации (отходы ММС) и суперпластификатора С-3.

Для оценки качества применяемых заполнителей были изучены их основные физико-механические свойства (табл. 1).

Таблица 1

Физико-механические характеристики заполнителя

Наименование показателя	Отсев дробления КВП	Нижне-Ольшанский песок
Модуль крупности	3,50	1,12
Насыпная плотность в неуплотненном состоянии, кг/м ³	1415	1467
Насыпная плотность в уплотненном состоянии, кг/м ³	1490	1648
Истинная плотность, кг/м ³	2710	2630
Пустотность, %	47,8	44,2
Водопотребность, %	5,5	11
Цементопотребность	0,530	0,63

На рис. 2. и 3. представлены результаты исследования по определению минералогического состава заполнителя.

Высушенный песок, отсев дробления кварцитопесчаника, композиционное вяжущее и стальная фибра были смешаны до получения однородного состава. Затем добавлялась вода до получения однородной массы. После формования и уплотнения образцы в течение 24 часов находились при температуре не ниже 15 °С. Затем были сняты формы и бетонные образцы

находились в камере твердения с температурой 20 °С и влажностью более 90%, что соответствует требованиям ГОСТ.

Испытание образцов для определения прочности на сжатие (кубики 100×100×100 мм) и на растяжение при изгибе (призмы 100×100×400 мм) проводились на универсальной испытательной машине по стандартной методике. Результаты экспериментов представлены в табл. 2.

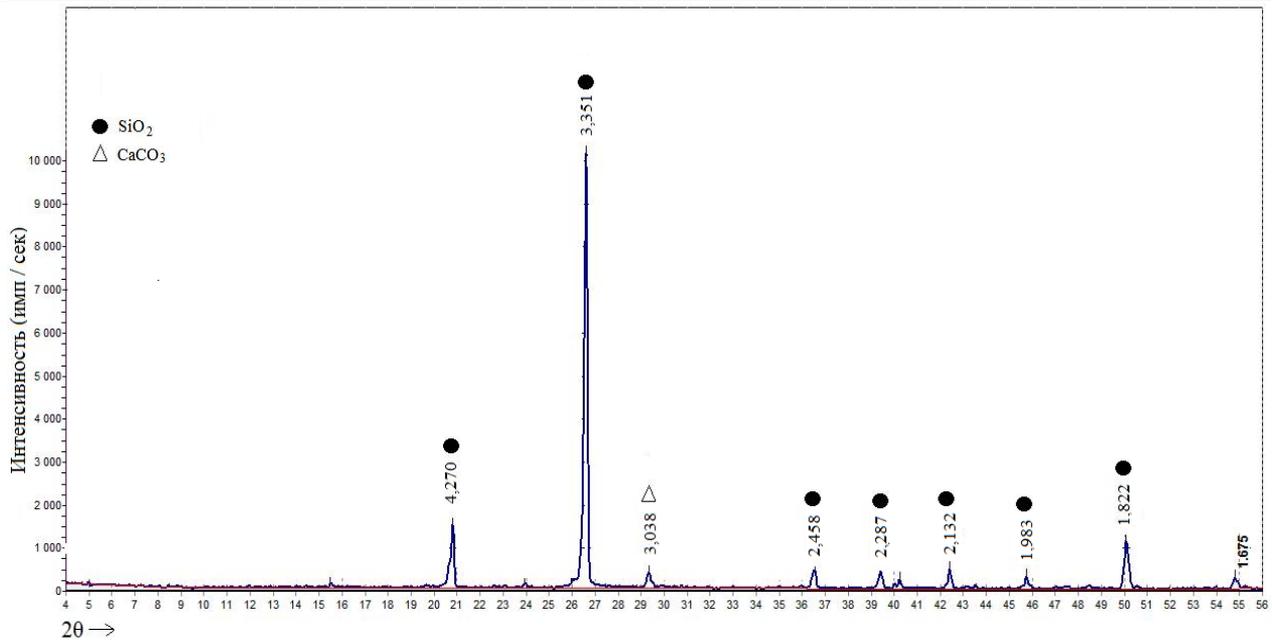


Рисунок 2. Дифрактограмма кварцевого песка Нижне-Ольшанского месторождения

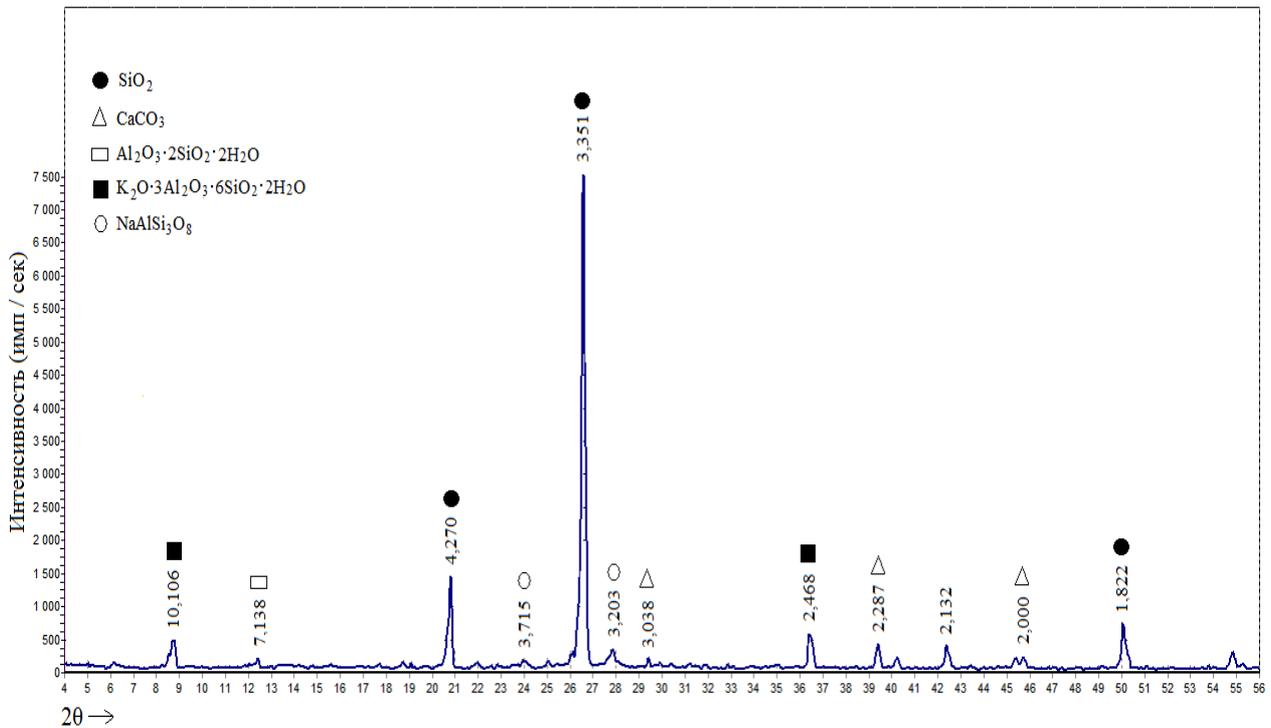


Рисунок 3. Дифрактограмма отсева дробления кварцитопесчаника

Таблица 2

Результаты экспериментов

№ состава	Состав						Рсж, МПа	Ризг, МПа
	Вязущее		Отсев дробл. КВП, кг	Песок, кг	Вода, л	Стальная фибра, кг		
	Цем I 42,5Н, кг	КВ						
1	500		1400	—	240	110	46,2	12,6
2	500		860	540	200	110	56,7	16,4
3		500	1400	—	240	110	53,4	15,2
4		500	860	540	200	110	63,6	18,2

Анализ экспериментальных исследований показал эффективность применения композиционного вяжущего. Сравнивая составы 1 и 3 из табл. 2, можно видеть, что прочностные характеристики сталефибробетонных образцов показали увеличение прочности на сжатие на 13%, а на растяжение при изгибе на 17%.

Из табл. 2 отчетливо видно увеличение прочностных характеристик сталефибробетонных образцов на композиционном вяжущем и заполнителе из отсева дробления кварцито-песчанника, обогащенным Нижне-Ольшанским песком. Сравнивая составы 2 и 4 наблюдаем, что прочностные характеристики сталефибробетонных образцов повысились – на сжатие на 11% и на растяжение при изгибе на 10%. Сравнивая составы 1 и 4, отмечаем увеличение прочности соответственно на 27% и 37%. Таким образом, для сборных элементов конструкций можно рекомендовать композиционное вяжущее в качестве вяжущего, а в качестве заполнителя отсев дробления кварцито-песчанника, обогащенный Нижне-Ольшанским песком.

Экономический эффект мелкозернистого бетона на основе техногенного песка по сравнению с тяжелым бетоном составляет 20%, что происходит за счет замены крупного заполните-

ля и снижения процента армирования сборных элементов конструкций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Клюев, А.В. Отходы горнодобывающих предприятий как сырье для производства мелкозернистого бетона армированного фибрами [Текст] / А.В. Клюев, С.В. Клюев, Р.В. Лесовик, Михайлова О.Н. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2010. – № 4. – С. 81 – 84.
2. Клюев, С.В. Ползучесть и деформативность дисперсно-армированных мелкозернистых бетонов [Текст] / С.В. Клюев // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2010. – № 4. – С. 85 – 87.
3. Клюев, С.В. Расчет высокоплотной упаковки зерен мелкозернистого бетона [Текст] / С.В. Клюев, А.Н. Хархардин // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2011. – № 1. – С. 34 – 37.
4. Лесовик, Р.В. Мелкозернистый сталефибробетон на основе техногенного песка для получения сборных элементов конструкций [Текст] / Р.В. Лесовик, А.В. Клюев, С.В. Клюев // Научные исследования, наносистемы и ресурсосберегающие технологии в промышленности строительных материалов: сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. – Ч.3. – С. 140 – 143.