

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ВЫСОКОПРОЧНЫЕ РЕМОНТНЫЕ РАСТВОРЫ

Деревянко В.Н.¹, *д.т.н., проф.*, Мартыненко Т.В.¹, *асп.*,
Максименко А.А.¹, *с.н.с.*, Кондратьева Н.В.², *к.т.н.*

¹ ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», г. Днепропетровск

² ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»

Актуальность. Одним из перспективных направлений в современном строительстве является микроармирование бетонов и композиционных материалов.

Дисперсное армирование волокнистой арматурой обеспечивает трехмерное упрочнение композитов и позволяет принципиально изменять свойства цементного камня и других видов искусственных композитов, обеспечивая им высокую трещиностойкость, повышая сопротивление ударным и динамическим нагрузкам, а также создавая необходимый запас прочности.

Особенно актуальными являются вопросы армирования изделий на основе минеральных вяжущих в связи с их структурными изменениями при твердении, температурно-влажностных воздействиях окружающей среды, низкой прочностью на растяжение и ударной вязкости.

Цель работы. Разработка быстротвердеющей, дисперсно-армированной ремонтной смеси.

Анализ публикаций показывает, что введение дискретных волокон в хрупкую матрицу позволяет изменить модуль упругости, прочностные характеристики, повысить ее трещиностойкость [1-3]. К положительным сторонам хаотичного армирования относятся сравнительно простая технология и получение однородных композитов.

Проблема. Анализ литературы также показывает наличие ряда вопросов, требующих проведения теоретических и экспериментальных исследований [4-6].

Среди теоретических вопросов следует отметить упрочняющую роль дискретных волокон, которая рассматривается как арматура работающая на растяжение [7].

До сих пор нет однозначного мнения по определению параметров волокон, влияние модуля упругости на свойства матрицы и др[8-9].

Цель работы. Разработка быстротвердеющей дисперсно-армированной смеси.

Задачи:

- определение состава быстротвердеющей матрицы;
- определение процентного содержания и длины дискретных волокон.

Изложение основного материала. При разработке ремонтной смеси было предложено использовать смесь глиноземистого цемента и гипса для получения быстротвердеющего вяжущего. В качестве заполнителя речной песок и как модификатор минеральные волокна.

Применялся глиноземистый цемент Gorkal 40 Польского производителя GORKAL cement. Нормальная густота - 0,23, плотность истинная 3200 кг/м³, насыпная плотность 1,2 кг/м³, удельная поверхность = 2850 г/см².

Для приготовления быстротвердеющего ремонтного раствора использовалась смесь глиноземистого цемента Gorkal 40 и гипсового вяжущего марки Г-5-Н-Ис ОАО «Ивано-Франковскцемент» соответствующее ДСТУ Б В.2.7 – 82:2010.

В качестве мелкого заполнителя был использован кварцевый песок из русла р.Днепр. Истинная плотность песка – 2640 кг/м³, насыпная плотность – 1510 кг/м³, пустотность – 42,5%.

Как армирующий компонент в дисперсно-армированном растворе применялся рубленый базальтовый ровинг производства ООО «Технобазальт ИНВЕСТ», г. Славута, Украина. Технические характеристики волокон представлены в таблице 1., химический состав волокна представлен в таблице 2.

Таблица 1

Технические характеристики базальтового ровинга производства ООО «Технобазальт ИНВЕСТ»

№ п/п	Показатель	Ед.изм.	Значение
1	2	3	4
1	Диаметр единичного волокна	мкм	20
2	Длина волокна	мм	2...12
4	Влажность	%, не более	1,2
5	Диапазон рабочих температур	°с	-260...+982
6	Разрывное усилие	Гс/текс	30 - 50
7	Плотность	г/см ³	2,8

Таблица 2

Химический состав базальтового ровинга производства
ООО «Технобазальт ИНВЕСТ»

	Содержание оксидов, в % по массе						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	R ₂ O
1	2	3	4	5	6	7	8
Базальтовое волокно	50,4	10,3	20,7	10,7	2,3	2	3,4

Для проведения исследований был составлен симплекс - решетчатый план эксперимента. В качестве факторов влияния выбраны длина и процентное содержание базальтового волокна, а также содержание вяжущего в смеси. На основании матрицы планирования был проведен ряд экспериментов.

Как видно из рис. 1 и 2, применение базальтового волокна длиной 12 мм для повышения физико-механических характеристик смесей наиболее эффективно на ранних сроках твердения. При этом количество базальтового волокна в % от массы вяжущего должно составлять 0,1%. Прирост прочности при сжатии в возрасте 3 суток при длине волокна 12 мм и концентрации волокна 0,1% составил 17,69%, а при изгибе 4,16% от прочности контрольных образцов из чистого раствора.

Прочность при изгибе в возрасте 28 суток возросла на 11,4%. Увеличение прочности на ранних сроках твердения, связано со структурированием смеси фибровыми включениями, повышением внутреннего трения и ограниченным перемещением составляющих матрицы в присутствии волокон. Повышение прочностных характеристик в поздние сроки является результатом гидратационных процессов при твердении цементного камня.

Использование базальтового волокна в составе быстротвердеющей смеси ГЦ+Г5 целесообразно в кол-ве 0,1% для повышения прочности при изгибе. В возрасте 1, 3, 7, 14, 28 суток прирост составил 18,85%, 16,7%, 22,8%, 26,6%, 15% соответственно.

Введение в смесь дисперсной арматуры и обусловленное этим увеличение прочности смеси, на ранних сроках твердения, связано со структурированием смеси фибровыми включениями, повышением внутреннего трения и ограниченным перемещением составляющих матрицы в присутствии волокон.

Однако дальнейшее увеличение прочностных характеристик, очевидно, является результатом более глубоких гидратационных процессов при твердении цементного камня в присутствии волокон.



Рис. 1. Влияние волокна на прочность образцов при сжатии



Рис. 2. Влияние волокна на прочность при изгибе

Выводы. На основании полученных результатов, можно предположить, что наличие в цементно-песчаном растворе базальтовых волокон позволяет значительно влиять на прочностные и деформативные характеристики композиционного материала.

Базальтовое волокно обеспечивает трехмерное упрочнение раствора по сравнению с традиционной арматурой, которая обеспечивает лишь двухмерное упрочнение. При этом повышается долговечность материала, понижается усадочная деформация, значительно возрастает трещиностойкость, ударная вязкость [10-11].

Все это раскрывает перед дисперсно-армированными материалами новые области применения, а также позволяет значительно повысить прочностные свойства, а также износостойкость и трещиностойкость.

Summary

Providing a mixture of dispersed reinforcement and the resulting increase in strength of the mixture, in the early stages of hardening, due to the structuring of a mixture of fiber inclusions, increased internal friction and limited movement of the components of the matrix in the presence of fibers.

Литература

1. Бучкин А. В. Цементные композиции повышенной коррозионной стойкости, армированные базальтовыми волокнами / А.В. Бучкин // Популярное бетоноведение. – 2008. - №4-24. - С. 38-40.
2. Большаков В. И. Строительное материаловедение / В.И. Большаков, Л.И. Дворкин - Днепропетровск: РВА «Дніпро-VAL», 2004. – 677 с.
3. Рамачандран В. С. Наука о бетоне / В.С. Рамачандран // Москва: Стройиздат, 1986г.
4. Лобанов И.А., Малышев В.Ф. Определение минимальной длины армирующего волокна / Современные композиционные материалы. – Л.: ЛДНТП, 1982.–с.42-46
5. Пухаренко Ю. В. Принципы формирования структуры и прогнозирование прочности фибробетонов / Ю.В. Пухаренко // Строительные материалы. – 2004. - №10. – С. 47-50.
6. Ветров Ю. И. Базальтовые вариации / Ю.И. Ветров, А.Г. Новицкий // Капитальное строительство. - 2002. - №3. – С. 40-42.
7. Базальтовое волокно как продукт для армирования бетонов и композиционных материалов / А.Г. Новицкий, М.В. Ефремов : [Тезисы докладов Международной конференции по химической технологии ХТ'07]. – Москва. т.1 – 2007. – С. 218-220.
8. Дисперсно-армированные композиционные материалы / В.Н. Деревянко, Л.В. Саламаха, Н.П. Евсеенко и др. : [Тези доповідей IV Міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Хімія і сучасні технології»] – Дніпропетровськ, 2009 - С. 255.
9. Дисперсно-армированные бетоны для устройства полов / В.Н. Деревянко, Л.В. Саламаха : [Будівельні конструкції: Міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць (будівництво), Випуск 72]. – Київ: ДП НДІБК. – 2009. - С. 488-493.
10. Композиционные материалы, армированные дискретными волокнами / В.Н. Деревянко, Л.В. Саламаха, Л.А. Потийко и др. : [Сборник научных трудов «Строительство, материаловедение, машиностроение», Выпуск 48, ч. 2]. – Днепропетровск: ПГАСА, 2009 – С. 131-137.
11. Бучкин А. В. Цементные композиции повышенной коррозионной стойкости, армированные базальтовыми волокнами / А.В. Бучкин // Популярное бетоноведение. – 2008. - №4-24. - С. 38-40.