

Фибробетонные композиции для напольных покрытий при строительстве производственных и гражданских сооружений

В.А. Перфилов, Г.А. Чуканов, А.В. Калачев

*Волгоградский государственный технический университет
Институт Архитектуры и Строительства*

Аннотация: Приведены результаты разработки составов фибробетонных напольных покрытий и технологии их приготовления для применения в конструкциях при строительстве производственных и гражданских сооружений. Обоснована эффективность применения полимерных и базальтовых фибровых волокон, а также пластифицирующих добавок при изготовлении мелкозернистых фибробетонов. В результате проведенных экспериментов предложен состав мелкозернистого фибробетона с использованием в качестве наполнителей базальтовых волокон. На основании произведенного расчета сметной стоимости установлено, что использование в составе бетонной смеси фибровых волокон вместо укладки металлической сетки позволило уменьшить трудозатраты примерно в 2 раза, снизить количество вяжущего, а также улучшить эксплуатационные характеристики напольных покрытий за счет повышения трещиностойкости и коррозионной стойкости.

Ключевые слова: напольные покрытия, фибробетонная смесь, суперпластификатор, базальтовая фибра, прочность.

Фибробетонные композиции все более широко применяются при строительстве жилых, общественных, производственных сооружений, а также в дорожном, мостовом строительстве и в других специальных объектах [1-3].

На объектах производственного назначения в последнее время широко используются цементно-песчаные композиции для устройства напольных покрытий. Для снижения усадки и увеличения параметров трещиностойкости технология укладки подобных напольных покрытий предусматривает использование армирующей сетки, что требует значительных капитальных вложений. С целью снижения финансовых, материальных и трудовых затрат целесообразно широко применять фибробетонную смесь, упрочненную металлическими фибровыми наполнителями [4-6]. Введение указанных волокон-макроупрочнителей в соответствии с известными технологическими приемами способствует пространственному упрочнению структуры

напольного покрытия, уменьшению деформаций и повышению долговечности.

При укладке напольных покрытий в производственных зданиях с постоянным воздействием агрессивных сред вместо металлических фибровых волокон часто используют полимерные и базальтовые наполнители, обладающие малой плотностью, высокой прочностью, упругостью и стойкостью к действию химических реагентов [7,8].

Наиболее распространенными составами для изготовления покрытий для пола толщиной 100-150 мм с прочностью на сжатие в 12,5 являются цементно-песчаные смеси, укладываемые на арматурную сетку с ячейками квадратной формы, как правило, размером 50×50 мм. Это требует дополнительных затрат на изготовление и укладку каркасов. Помимо этого, расход вяжущего и водоцементное отношение значительно возрастают, что, в последующем сказывается на конечной прочности и трещиностойкости стяжки. Для устранения указанных недостатков предлагается отказаться от применения дорогих металлических армирующих сеток и каркасов путем использования в составах цементно-песчаных композиций относительно недорогих неметаллических армирующих волокон.

Объектом исследований был выбран промышленный комплекс глубокой переработки нефти, а именно - здание центральной операторной, размером 30,2×60,2 м². Площадь напольной стяжки из мелкозернистого фибробетона толщиной 100 мм составляет 1690 м².

В соответствии с ранее разработанной методикой [9], произведен подбор и расчет состава мелкозернистого бетона, включающего вяжущее, кварцевый песок, воду, а также макроупрочняющие структуру фибровые наполнители и суперпластификатор.

Вязущее было представлено портландцементом производства ЗАО «Осколцемент» марки ПЦ М500. Мелкий заполнитель с модулем крупности 1,91 поставлялся с «Орловского песчаного карьера».

В качестве фибровых наполнителей использовались полимерные и базальтовые волокна.

Используемая в исследованиях полипропиленовая фибра в виде волокна строительного микроармирующего (ВСМ), изготавливаемая по ТУ 2272-006-13429727-2007, отличается от остальных аналогов высоким модулем упругости и повышенной адгезией к поверхности цементного камня. Средний диаметр волокон составляет 20-22 мкм, а длина: 6-18 мм. Прочность на разрыв составляет 550 МПа, а модуль упругости имеет значения не менее 10000 МПа.

Применяемое в испытаниях базальтовое волокно производства ООО НПО «Вулкан», изготовленное согласно требованиям ТУ В В.2.7-26.8-32673353-001-2007, имеет диаметр 13-17 мкм и длину 6-12 мм с прочностью на растяжение до 2000 МПа. Базальтовая фибра не горит, выдерживает температуры до 750 °С, а также является прочным и долговечным материалом, стойким к агрессивным средам.

Для регулирования реологических свойств цементно-песчаной смеси применяли пластифицирующие добавки: «Полипласт СП-3», «С-3», «Супранафт», «Мурапласт ФК 88 (050)», «Sika ViscoCrete 5-800», «SikaPlast 2135» [10] и другие.

В ходе предварительных исследований для приготовления напольных цементно-песчаных композиций подобрана наиболее эффективная и недорогостоящая добавка в виде суперпластификатора «Полипласт СП-3», которая соответствует требованиям ТУ 5870-006-58042865-05. Указанная добавка выпускается в виде порошка коричневого цвета и водного темно-коричневого раствора. Расход добавки составил 0,5 % от массы цемента.

Приготовление состава осуществлялось в следующей последовательности: приготовление водного раствора пластифицирующей добавки производили в ультразвуковом диспергаторе с частотой 20 кГц, полученный химически активный раствор смешивали с заранее дозированными и перемешанными сухими компонентами: цементом и песком. В подготовленную смесь вводилась фибра.

После затвердевания и последующего испытания полученный состав фибробетонной композиции имеет класс по прочности В 12,5 (марка М 150). В табл. 1 представлены: разработанный состав напольной стяжки с использованием базальтовой фибры, а также известный состав цементно-песчаного раствора без использования фибры и укладываемый на арматурную сетку.

Таблица 1

Составы мелкозернистых бетонов

Расход компонентов смеси на 1 м ³					
№	Портландцемент ПЦ 500, кг	Песок кварцевый, кг	Фибра базальтовая, кг	Вода, л	Армирующая сетка, диаметр стержней 4 мм кг
1	600	1200	-	270	80
2	450	1350	1,0	255	-

Исследование микроструктуры полученных фибробетонных образцов производили с использованием цифрового стереомикроскопа «Альтами LCD» с увеличением до 200 единиц. На рисунке 1 показана микрофотография затвердевшего мелкозернистого бетона с использованием макроармирующих фибровых базальтовых волокон. Пространственное расположение указанных наполнителей способствовало увеличению трехмерной прочности покрытия и возрастанию трещиностойкости.

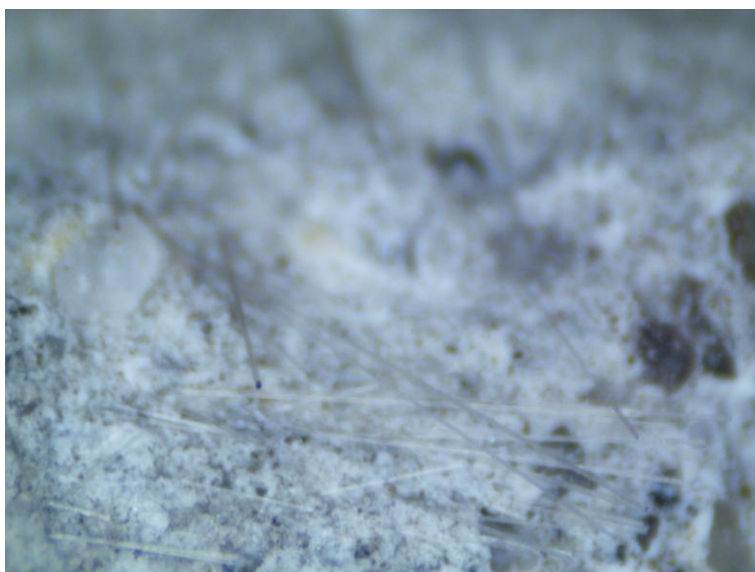


Рис. 1. Микрофотография структуры фибробетонного образца для напольного покрытия (увеличение×200)

Для сравнительного анализа был выполнен расчет всех видов затрат на изготовление двух вариантов напольных стяжек.

В результате определена стоимость применяемых материалов и строительных работ по укладке цементно-песчаного покрытия на армирующую сетку, при указанных толщине 100 мм и площади стяжки 1690 м², которая составила 746369 рублей.

Сметная стоимость строительных работ на основе разработанного состава фибробетона класса В 12,5 (М150) с учетом снижения расхода вяжущего не превышала 371255 рублей.

Таким образом, за счет снижения расхода портландцемента и отсутствия затрат на изготовление металлических сеток, а также подготовительных работ по их укладке, себестоимость изготовления предложенного напольного покрытия для указанного промышленного здания центральной операторной уменьшилась почти вдвое.

Литература

1. Маилян, Л.Р., Налимова, А.В., Маилян, А.Л., Айвазян, Э.С. Челночная технология изготовления фибробетона с агрегированным распределением фибр и его конструктивные свойства // Инженерный вестник Дона, 2011, №4. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2011/714
2. Маилян, Л.Р., Маилян А.Л., Айвазян Э.С. Расчетная оценка прочностных и деформативных характеристик и диаграмм деформирования фибробетонов с агрегированным распределением волокон // Инженерный вестник Дона, 2013, №2. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1760
3. Маилян, Л.Р., Маилян, А.Л., Макарычев, К.В. Конструктивные пено- и фибропенобетоны на воде с пониженной температурой затворения // Инженерный вестник Дона, 2012, № 1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/736
4. Working with steel fiber reinforced concrete // Concrete Construction. – 1985. –Vol. 30. – pp. 5 -10.
5. Bentur A, Mindess S. Fiber reinforced cementitious composites. Elsevier Applied Science. London & New York, 1990. pp. 348—351.
6. Антропова Е.А., Дробышевский Б.А., Бялик Б.Ф., Мазур В.Н. Способ приготовления модифицированной сталефибробетонной смеси и модифицированная сталефибробетонная смесь // Патент на изобретение № 2214986, опубл. 27.10.2003 г.
7. Вахмистров А.И., Морозов В.И., Пухаренко Ю.В., Дмитриев А.Н., Магдеев У.Х. Эффективные фиброармированные материалы и изделия для строительства. // Промышленное и гражданское строительство, 2007 - № 10. –с.43-44.
8. Перфилов В.А. Мелкозернистые фибробетоны. Монография. Министерство образования и науки Российской Федерации. Волгоградский



государственный архитектурно-строительный университет. Волгоград: ВолгГАСУ, 2015. 126 с.

9. Перфилов В.А., Митяев С.П. Расчет фибробетона с нанодобавкой // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2009612195, от 29.4.2009 г.

10. Перфилов В.А., Зубова М.О. Влияние суперпластификаторов на свойства фибробетонов / Интернет-Вестник ВолгГАСУ. Серия: Политематическая - 2015. № 1 (37). С.11.

References

1. Mailyan, L.R., Nalimova, A.V., Mailyan, A.L., Ajvazyan, E.S. Inzhenernyj vestnik Dona, 2011, №4. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2011/714

2. Mailyan, L.R., Mailyan A.L., Ajvazyan E.S. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013, №2. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1760

3. Mailyan, L.R., Mailyan, A.L., Makary`chev, K.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2012, № 1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/736

4. Working with steel fiber reinforced concrete, Concrete Construction, 1985, Vol. 30. pp. 5 -10.

5. Bentur A., Mindess S. Elsevier Applied Science. London & New York, 1990. pp. 348—351.

6. Antropova E.A., Droby`shevskij B.A., Byalik B.F., Mazur V.N. Sposob prigotovleniya modificirovannoj stalefibrobetonnoj smesi i modificirovannaya stalefibrobetonnaya smes` [Method of preparation of modified steel-fiber concrete mixture and modified steel-fiber concrete mixture], Patent na izobretenie № 2214986, opubl. 27.10.2003 g.

7. Vaxmistrov A.I., Morozov V.I., Puxarenko Yu.V., Dmitriev A.N., Magdeev U.X. Promy`shlennoe i grazhdanskoe stroitel`stvo, 2007, № 10. pp. 43-44.



8. Perfilov V.A. Melkozernisty`e fibrobetony` [Fine-Grained fiber concrete]. Monografiya. Ministerstvo obrazovaniya i nauki Rossijskoj Federacii. Volgogradskij gosudarstvenny`j arxitekturno-stroitel`ny`j universitet. Volgograd: VolgGASU, 2015. 126 p.

9. Perfilov V.A., Mityaev S.P. Raschet fibrobetona s nanodobavkoj [Calculation of fiber concrete with nano-additive], Svidetel`stvo o gosudarstvennoj registracii programmy` dlya E`VM № 2009612195, ot 29.4.2009 g.

10. Perfilov V.A., Zubova M.O. Internet-Vestnik VolgGASU. Seriya: Politematichekaya, 2015. № 1 (37). p.11.