

утилизация крупнотоннажного отхода производства и повышение качества очистки всех видов сточных вод без их локальной обработки. исследование выполнено в рамках гранта Российского научного фонда № 18-79-10136.

### **Библиографический список**

1. Николаева Л.А. Адсорбционная очистка промышленных сточных вод модифицированным карбонатным шламом : дисс. ... д-ра техн. наук.: 03.02.08. –Казань, 2016.–267 с.
2. Николаева Л.А., Интенсификация биологической очистки сточных вод предприятий нефтехимического комплекса / Николаева Л.А., Исакова Р.Я. // Водоснабжение и санитарная техника. - 2016. - №11. - С. 50-55.

**УДК 693.547**

**Казлитина О.В., канд.техн.наук, доц.  
Сопин Д.М., маг.,  
Казлитин С.А., канд.техн.наук  
Мартынова К.Ю., маг.  
(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)**

### **КОМПОЗИЦИОННОЕ ВЯЖУЩЕЕ НА ПРОМЫШЛЕННОМ СЫРЬЕ ДЛЯ ДИСПЕРСНО-АРМИРОВАННЫХ БЕТОНОВ**

*В настоящее время всю большую популярность набирают бетоны, армированные дисперсными волокнами. Такие бетоны могут иметь больший срок эксплуатации и надежности. Для качественных фибробетонов целесообразно применение качественных вяжущих. В статье рассмотрены составы бетонов на разработанном композиционном вяжущем с использованием промышленных отходов.*

*Ключевые слова: композиционное вяжущее, дисперсное армирование, монолитное строительство, фибробетоны, промышленные отходы.*

Строительная индустрия, в настоящее время, не мыслима без использования бетона. Растущие объемы и темпы строительства требуют все больших и больших объемов его производства. Одновременно растет и уровень требований, предъявляемых к изделиям из бетона. Бетон должен выдерживать серьезные механические нагрузки, противостоять усадке и образованию трещин, иметь устойчивость к атмосферному влиянию и перепадам температур, обладать необходимой химической стойкостью.

Поэтому современный бетон является сложным композиционным материалом, модифицируемым различными добавками влияющими на его реологические, физико-механические и химические свойства.

Современной технологией, позволяющей качественно изменять свойства бетонных материалов, является дисперсное армирование волокнами – введение в бетонную смесь различных волокон спеливидной формы (фибр металлических – проволочных, полученных из расплава или рубленых из листа; базальтовых; стеклянных; биологических; тканевых; композитных и пластиковых). Сущность фибрового армирования заключается в том, что армирующие волокна по своей природе способны воспринимать большие напряжения, чем бетонная матрица, упрочняя материал и служат затравками при кристаллизации бетона, измельчая и видоизменяя его структуру. При насыщении бетонов волокнами происходит существенное улучшение конечных свойств, зависящее от параметров фибрового армирования: объемного содержания фибры и их механических и термохимических свойств, соотношения между параметрами фибровой арматуры и параметрами структуры бетонной матрицы, уровня дисперсности армирования. Свойства фибробетона также зависят от технологии его изготовления: способа получения, формы и материала фибровой арматуры, способа приготовления фибробетонной смеси и формования изделий.

Наиболее эффективно использование СФБ в конструкциях подвергающимся повышенным нагрузкам и к которым предъявляются требования повышенной трещиностойкости и сопротивляемости ударным и знакопеременным нагрузкам, а также там, где использование стержневого армирования конструкционно затруднительно или полностью невозможно [1,4]. СФБ выгодно использовать в сухом и влажном торкретбетоне (методом набрызга), для укрепления сводов, склонов горных автодорог, восстановления и усиления старых бетонных колонн, прогонов и других несущих конструкций, отделки тоннелей. Эффективно применение СФБ для монолитных конструкций и сооружений – дорожных и аэродромных покрытий, пролетных конструкций мостов, полов и конструкций пролетных перекрытий зданий, ирригационных каналов, взрыво- и взломоустойчивых и оборонных сооружений, а также для конструкций верхних строений железнодорожного пути [2,3].

Когда мы говорим о современных промышленных полах, то в первую очередь мы обращаем внимание на придание плите пола таких свойств как увеличенная прочность на растяжение и изгиб, стойкость к воздействиям ударных и вибрационных нагрузок, стойкость к истирающим нагрузкам, трещиностойкость. При этом важную роль в производстве работ играет скорость изготовления полов и снижение трудозатрат и как следствие стоимость готовых промышленных полов. Применение объемного или как его еще называют «дисперсного»

армирования стальной анкерной фиброй позволяет уменьшить толщину бетонной плиты пола, что опять же позволяет снизить стоимость за счет экономии бетона. Совместимость работы бетона и стальной фибры обеспечивается за счет сцепления по их поверхности и наличия анкеров на концах фибр.

Фибробетонные и сталефибробетонные полы имеют большую морозоустойчивость по сравнению с бетоном в котором применяется армирование с помощью сварных сеток или арматурных каркасов. Результаты исследований подтверждают возможность применения полученного сталефибробетона на композиционных вяжущих с добавкой суперпластификатора [5-7] позволяет существенно увеличить прочностные характеристики бетона, также установлено, что бетоны характеризуются низкими показателями водопоглощения и истираемости, а также высокой морозостойкостью (таблица 1).

Таблица 1 - Водопоглощение, истираемость и морозостойкость в зависимости от состава вяжущего

Вид вяжущего	Водопоглощение бетона по массе, %	Истираемость, G, г/см <sup>2</sup>	Морозостойкость
ЦЕМ I 42,5 Н	4,5	0,43	F300
ЦЕМ I 42,5 Н (упаковка)	4,1	0,41	
ЦЕМ I 42,5 Н (упаковка+MURAPLAST FK-68)	3,6	0,39	
ЦЕМ I 42,5 Н (упаковка+MURAPLASTFK-68+ст. фибра)	3,6	0,33	
ТМЦ-100	3,4	0,38	F500
ТМЦ-100 (упаковка)	3,0	0,35	
ТМЦ-100 (упаковка+MURAPLAST FK-68)	2,8	0,34	
ТМЦ-100 (упаковка+MURAPLASTFK-68+ст. фибра)	2,8	0,3	
ВНВ-100	2,5	0,29	F700
ВНВ-100 (упаковка)	2,2	0,27	
ВНВ-100 (упаковка+MURAPLAST FK-68)	2,1	0,23	
ВНВ-100 (упаковка+MURAPLASTFK-68+ст. фибра)	2,1	0,23	

Полученные бетоны характеризуются низкими показателями водопоглощения и истираемости, высокой морозостойкостью, это объясняется тем, что использован обогащенный песком отсев гранита, что позволило получить оптимальный состав мелкого заполнителя в отличие от традиционно применяемого и улучшить свойства материала за счет уплотненной и улучшенной структуры бетона.

Таким образом, введение в смесь фибры в оптимальной дозировке, подбор высокоплотной упаковки заполнителя, применение композиционных вяжущих и добавки гиперпластификатора MuplastFK 68 позволяет получить мелкозернистый сталефибробетон на местных сырьевых ресурсах с пределом прочности при сжатии – 118,8 МПа, при изгибе – 14,1 МПа с повышенной ударной выносливостью и деформативными показателями.

### **Библиографический список**

1. Lesovik R.V. Fine-grain concrete from mining waste for monolithic construction / Lesovik R.V., Ageeva M.S., Lesovik G.A., Sopin D.M., Kazlitina O.V., Mitrokhin A.A. // IOP Conference Series: Material Science in Mechanical Engineering - 2018. - p. 032028.
2. Лесовик В.С. Гранулированные шлаки в производстве композиционных вяжущих / Лесовик В. С., Агеева М.С., Иванов А.В. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2011. - № 3. - С. 29 – 32.
3. Лесовик Р.В. Перспективы использования техногенного сырья для получения закладочных смесей / Лесовик Р.В., Агеева М.С., Сопин Д.М., Казлитина О.В., Селоков М.А. //Фундаментальные основы строительного материаловедения Сб. докл. Междунар. онлайн-конгресса. - 2017. - С. 115-120.
4. Лесовик Р.В. К вопросу об оптимизации структуры высокопрочного фибробетона за счет использования нанодисперсного модификатора / Лесовик Р.В., Агеева М.С., Казлитина О.В., Сопин Д.М., Митрохин А.А. // Вестник ВСГУТУ. - 2017. - № 4 (67). - С. 64-70.
5. Лесовик Р. В. Активация наполнителей композиционных вяжущих // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2009. – № 1. – С. 87 – 89.
6. Лесовик Р. В. Выбор кремнеземсодержащего компонента композиционных вяжущих веществ / Лесовик Р. В., Жерновский И.В. // Строительные материалы. - 2008. – № 8. – С. 78 – 79.
7. Лесовик Р. В. К вопросу об оптимизации структуры высокопрочного фибробетона за счет использования нанодисперсного модификатора / Лесовик Р.В., Агеева М.С., Казлитина О.В., Сопин Д.М., Митрохин А.А. // Вестник ВСГУТУ. - 2017. - № 4 (67). - С. 64-70.