

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСТВОРА ДЛЯ КЛАДКИ МОДИФИЦИРОВАННОГО МИКРОФИБРОЙ

Дмитриенко В.А., Пашкова О.В., Рудь Д.О.

*Институт сферы обслуживания и предпринимательства
(филиал) Донского государственного технического
университета*

В статье описано положительное влияние добавок полипропиленовой микрофибры на деформационные свойства портландцементных растворов. Представлены результаты экспериментальных исследований механических свойств составов. Отмечен рост прочности при сжатии модифицированных микрофиброй образцов по сравнению с контрольными. Также показано значительное увеличение деформационной способности состава с добавками микрофибры, что позволит значительно повысить трещиностойкость каменной кладки.

Почти до конца прошлого века город Шахты Ростовской области являлся индустриальным центром Восточного Донбасса. В объединение «Ростовуголь», расположенное в городе, входило 17 шахт, 8 из которых обрабатывали пласты непосредственно под территорией застройки. Ещё 6 предприятий были закрыты к концу 70 х годов прошлого века. То есть под большинством районов отработаны 2 пласта угля.

В рамках реструктуризации угольной отрасли России в конце 90 х прошлого века были закрыты практически все предприятия Восточного Донбасса. Это привело к прекращению откачки воды из горных выработок, и соответственно к затоплению выработанных пространств. Из-за подъёма уровня подземных вод появилась угроза подтопления ряда районов города, что потребовало создания в городе трёх участков по откачке и очистке подземных вод из старых выработок.

Однако негативные последствия закрытия шахт спровоцировали не только подтопление. Затопление горных выработок и соответственно увлажнение разрушенных горных массивов сопровождается значительными изменениями физико-механических свойств горных пород, поскольку в стратиграфическом строении региона присутствует большое количество глинистых пород. Это сопровождается деформациями поверхностных слоёв грунта и соответственно неравномерными осадками оснований фундаментов зданий.

Поэтому в последние годы всё чаще на зданиях, которые охранялись целиками угля, появляются трещины (рис. 1).



Рис. 1 – Трещины в здании драматического театра

На эксплуатируемых объектах происходит развитие образовавшихся ранее трещин (рис. 2). Причём мероприятия, по усилению конструкций на подрабатываемых территориях, не в полной мере предотвращают трещинообразование из-за значительных деформаций грунтов.



Рис. 2 – Развитие трещин в учебном корпусе автодорожного института

Сложившаяся в регионе традиция строительства зданий с несущими ограждающимися конструкциями из керамического и силикатного кирпича будет способствовать появлению дефектов и на вновь возводимых объектах (рис. 3), поскольку дополнительные нагрузки деформированных грунтов будут сопровождаться неравномерными осадками.



Рис. 3 – Формирование трещин в новых зданиях

Это обстоятельство требует применения специальных мероприятий для предотвращения трещинообразования, что сопровождается значительным удорожанием строительства.

На наш взгляд, перспективным направлением снижения трещинообразования, является повышение деформативных характеристик каменной кладки. Поскольку изменение свойств кирпича технологически весьма проблематично, то перспективным направлением для снижения вероятности образования трещин в каменной кладке, является применение кладочного раствора с высокой деформационной способностью.

Эффективным способом повышения эксплуатационных характеристик бетонов и строительных растворов считается введение в их рецептуру микрофибры [1-3]. Для оценки влияния микрофибры на характеристики песчано-цементного раствора на кафедре «Строительство и техносферная безопасность» ИСОиП филиала

ДГТУ в г. Шахты, выполнен комплекс испытаний, включающий определение оптимальной дозировки микрофибры, исследование влияния добавки на подвижность состава и кинетику набора прочности, построение графиков деформаций.

На основании опыта применения [4-6] и по результатам предварительных испытаний установлено, что наибольшие величины деформаций допускают растворы, модифицированные полипропиленовой микрофиброй.

При проведении испытаний использовался состав на основе портландцемента ЦЕМ I 42,5 Себряковского завода и песок Персияновского карьера с $M_k = 1,86$. Количество воды затворения определялось для контрольного бездобавочного состава с соотношением цемента и заполнителя 1:3, путем контроля его консистенции по расплыву стандартного конуса на встряхивающем столике в соответствии с методикой ГОСТ 310.4-81. При расплыве конуса 108 мм водоцементное отношение составило 0,42. Объём раствора всех составов определялся из расчёта приготовления 15 образцов-балочек.

В качестве модификатора использована полипропиленовая фибра длиной 12 мм, диаметром 20 мкм. Прочность при изгибе и сжатии определялась по ГОСТ 310.4-81 по истечении 3, 7, 14 и 28 суток после затворения.

При приготовлении модифицированных растворов количество воды затворения определялось из условия равной подвижности с контрольным составом.

В результате испытаний установлено, что при введении от 1 до 3,5% фибры от массы цемента водоцементное отношение изменяется от 0,44 до 0,48. Также отмечено, что при увеличении содержания микрофибры свыше 2% от массы цемента, эффективность влияния на прочностные показатели снижается (рис. 4).

Поэтому дальнейшие исследования свойств модифицированного раствора выполнялись с дозировкой микрофибры 2% от массы цемента. В процессе испытаний также установлено, что в отличие от гравитационного, принудительное перемешивание обеспечивает равномерное распределение волокон по составу и максимальное увеличение прочности на изгиб.

Анализируя результаты испытаний модифицированных составов, представленные на рисунке 5, можно отметить, что при введении в состав песчано-цементного раствора полипропиленовой микрофибры, прочность на изгиб в 28 суточном возрасте превышает контрольный на 6,5 %, а на сжатие на 10%. Также

отмечено, что большая часть фибр не разрывается при формировании трещины при изгибе. Это позволяет удерживать вторую половинку до принудительного отрыва.

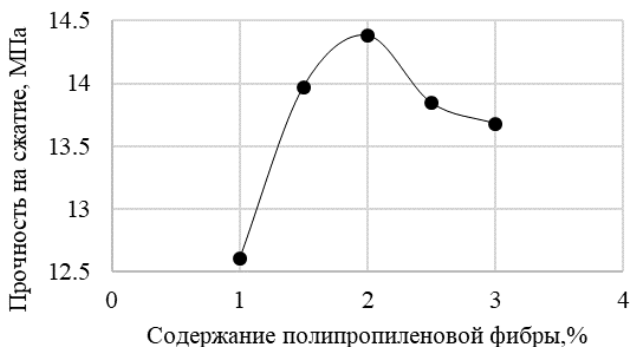


Рис. 4 – График зависимости прочности образцов на сжатие от содержания микрофибры

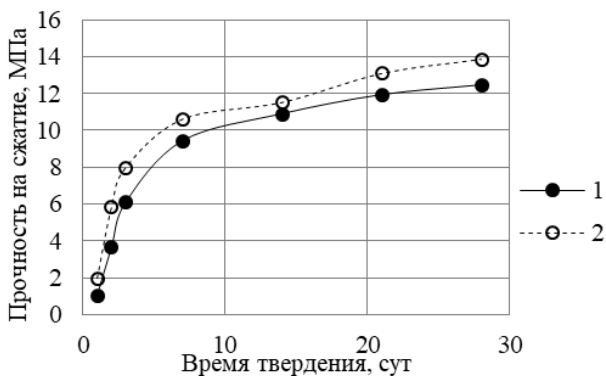


Рис. 5 – Графики набора прочности на сжатие:
1 – контрольных образцов;
2 – модифицированных образцов

Также можно отметить, что несмотря на увеличение водоцементного отношения, прочность модифицированного состава выше чем контрольного на всех этапах твердения.

При определении прочности на изгиб и сжатие для контроля величины деформаций образцов при разрушении на пресс

Е160 устанавливался индикатор часового типа ИЧ- 50, что позволяло с помощью видео съёмки фиксировать предельные деформации. Результаты испытаний составов с различным содержанием фибры на сжатие приведены графиках (рис. 6).

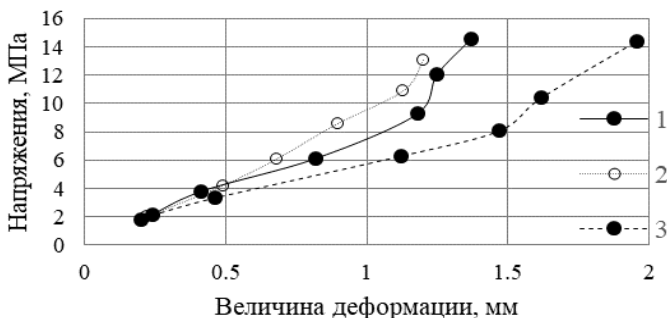


Рис. 6 – График зависимости деформации образцов от нормальных напряжений при содержании фибры:
1 – 1%; 2 – 1,5%; 3 – 2%

Заключение

По результатам исследований установлено:

- при испытании на сжатие половинок контрольных образцов-балочек предельные деформации (в момент разрушения) в среднем составляли 0,31 мм;
- предельные деформации образцов модифицированных растворов составляли 1,20 – 1,96 мм;
- при приложении нагрузки не превышающей 50% от предельной, деформации образцов достигают 0,8 мм, снижение прочности на сжатие в среднем составляет 11%, что находится в пределах варьирования предела прочности на сжатие образцов одного состава.

Таким образом, установлено, что предельные деформации образцов модифицированного состава в 5 раз больше чем контрольных, что может обеспечить более равномерное распределение напряжений в кладке снизив тем самым вероятность трещинообразования. Предварительные расчёты показывают, что каменная кладка высотой 1 м может допускать вертикальные деформации до 2,5 мм.

Поскольку механические характеристики бетона в основном определяются свойствами песчано-цементного раствора, то ис-

пользование бетонов модифицированных полипропиленовой микрофиброй для крепления подземных сооружений обеспечит высокую надёжность конструкций.

Исследования проведены в рамках выполнения государственного задания 7.9213.2017/БЧ «Разработка методов и средств строительства и поддержания подземных и заглубленных сооружений».

Библиографический список

1. Горчаков Г.И, Баженов Ю.М. *Строительные материалы*. М.: Стройиздат, 1986. 254 с.
2. Ключев С.В., Лесовик Р.В. *Дисперсно-армированный мелкозернистый бетон с использованием полипропиленового волокна // Бетон и железобетон*. 2011. №3. С. 7-9.
3. Kamal M.M., Safan M.A., Etman Z.A., Kasem B.M. *Mechanical properties of self-compacted fiber concrete mixes // HBRC Journal*. 2014. Vol. 10, Issue 1. pp. 25-34.
4. Pothisiri T., Soklin C. *Effects of Mixing Sequence of Polypropylene Fibers on Spalling Resistance of Normal Strength Concrete // Engineering Journal*. 2014. Vol. 18, No. 3. pp. 55-64.
5. Низина Т.А., Балыков А.С., Сарайкин А.С. *Экспериментальные исследования дисперсно-армированных мелкозернистых бетонов // Академический вестник УралНИИпроект РААСН*. 2015. № 4. С. 91-95.
6. Страданченко С.Г., Плешко М.С., Армейсков В.Н. *Разработка эффективных составов фибробетона для подземного строительства // Инженерный вестник Дона, 2013, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/1995.*