

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНОЙ ФИБРЫ ДЛЯ ТОНКОСТЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Мишутин А.В., Гапоненко Е.А. *(Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса).*

Приведены основные направления исследования бетонов с полимерной фиброй для тонкостенных конструкций гидротехнических сооружений.

Цементный бетон в процессе его изготовления накапливает много дефектов (качество компонентов, перемешивание, условия твердения), которые значительно уменьшают его теоретическую прочность.

В зависимости от условий, в которых осуществляется твердение бетона, в нем происходит процесс усадки вследствие испарения влаги или процесс набухания при насыщении его влагой.

Усадка и набухание бетона характеризуется соответствующими объемными деформациями, которые создают в бетоне внутренние напряжения. Каждое высушивание или увлажнение модифицированного бетона вызывает в нем, соответственно, усадку или набухание.

Величина усадки и набухания модифицированных бетонов, а также характер их нарастания зависят от следующих основных факторов: от расхода цемента на 1 м^3 бетона и величины водоцементного отношения, от вида цемента и тонкости его помола, от температуры, влажности окружающей среды, а также от возраста бетона.

Усадка бетона вызывается физико-химическими и капиллярными явлениями, происходящими в гелевой составляющей цементного камня и обусловленными изменением влагосодержания в бетоне.

Модифицированные бетоны для тонкостенных конструкций гидротехнических сооружений характеризуются относительно большими расходами цемента на 1 м^3 бетона (500...800 кг), но при водоцементном отношении от 0,36 до 0,45, они имеют незначительные величины усадки и набухания.[1]

Усадка и усадочные напряжения в модифицированном бетоне опасны только в раннем его возрасте, если не будут созданы нормальные условия для процесса твердения и формирования структуры бетона. Если свежеложенный бетон подвергнется действию сухого воздуха, солнца или ветра, то из бетона начнет интенсивно испаряться влага, что вызовет объемное уменьшение бетона. Кроме того, возникнут внутренние усадочные напряжения, которым не сможет противостоять неокрепшая структура бетона. В этот период на поверхности бетона и появляются усадочные трещины.

Для получения необходимой прочности композита, необходимо выполнить ряд условий: выбрать материалы для приготовления бетонов, подобрать составы бетонов, вид цемента и модификаторов.

Цемент: для приготовления цементов и бетонов должен применяться сульфатостойкий портландцемент марки 400 и выше (активностью 40 МПа и более), удовлетворяющий требованиям ДСТУ Б В.2.7.-85-99. Сульфатостойкий портландцемент не должен содержать активных минеральных добавок и шлаки; содержание трехкальциевого алюмината (С3А) не более 5%.

Песок: в качестве мелкого заполнителя для приготовления песчаного и тяжелого бетонов должен применяться чистый (промытый) природный кварцевый песок с крупностью зерен от 0,15 до 2,5 мм.

Крупный заполнитель: в качестве крупного заполнителя для приготовления тяжелого бетона применяется гранитный щебень, крупностью от 3,0 до 10,0 мм.

Бетоны, которые эксплуатируются в сложных условиях, требуют определенные физико-механические характеристики:

- прочность при сжатии - 40-50 МПа;
- прочность при изгибе – 5-6 МПа;
- водонепроницаемость - 10-12 МПа;
- морозостойкость - 400 циклов.

Эти характеристики получили при исследовании бетонов повышенной водонепроницаемости и морозостойкости. [1]

Однако эксплуатация бетонов в сложных условиях (удары волны и льда, увлажнение и высушивание) требует повышенной ударной прочности и трещиностойкости, т.е. необходимо применять фибру в составе бетона.

Исследователи [2] провели эксперимент, бетон с металлической фиброй и получили следующие результаты:

- прочность при сжатии - 55,2 МПа;
- водонепроницаемость - 0,6 МПа;
- прочность при ударе - 15 Дж/см³.

Но вследствие того, что применение металлической фибры очень сложный процесс: мы не можем контролировать защитный слой дисперсно армированного бетона. Вследствие выхода или близкого расположения металлической фибры к наружной грани бетона, начинается фильтрация воды и коррозия материала.

Коррозионные воздействия приводят к различным повреждениям бетона: образованию трещин, отслаиванию отдельных участков, вспучиванию.

В железобетонных конструкциях особое внимание уделяется защите стальной арматуры от воздействия агрессивной среды. Обычная щелочная среда бетона ($\text{pH} = 12,5 \dots 12,6$) не является агрессивной по отношению к арматуре, но щелочность бетона в результате воздействия дождевой воды, содержащихся газов в воздухе (в основном, окиси углерода), постепенно разрушается, естественно, в первую очередь, со стороны наружных поверхностей железобетонных конструкций. Цементный камень защищает сталь до тех пор, пока $\text{pH} \geq 10$.

Композиционные материалы классифицируют по материалу компонентов, типу фибры и ее ориентации, способу получения композиций.

Дисперсное армирование материалов позволяет увеличить их стойкость к температурным, влажностным и коррозионным воздействиям, улучшить трещиностойкость и ударную стойкость. Волокна увеличивают прочность композита, препятствуют возникновению и развитию трещин. Существуют: композит с дисперсными частицами; композит, армированный дискретными волокнами с хаотичным расположением в матрице; композиционный материал с однонаправленными непрерывными волокнами-струнами; композит, армированный непрерывными волокнами, ориентированными в различных направлениях; слоистый композит; фиброматы.

При изготовлении композиционных материалов используются различные сочетания композитов и дисперсного армирования. Основное влияние на свойства композитов оказывают волокна, обладающие высокой прочностью. В зависимости от их длины, ориентации в объеме материала, а также количественного содержания можно не только увеличить прочностные характеристики материалов, но и получить новые с улучшенными характеристиками [3].

Это заставляет нас применять металлическую фибру с полимерными покрытиями или полимерную фибру.

Применяется фибра F-19 из фиброволокна фирмы «Fibermix» согласно ОСТ- ASTM - С -1116.

Вода и химические добавки: для приготовления бетонов и цементов следует применять воду, пригодную для питья, удовлетворяющую требованиям ДСТУ- Б.В. 2.7 -46-96.

Для улучшения технологических и физико-механических характеристик бетонов и цементов, в их состав вводятся следующие химические добавки: суперпластификатор С-3 по ТУ 6-36-0204229 (ТУ 2481-001-51831493-00) и Пенетрон-А (ТУ 5775-001-39504194-96).

Для приготовления бетонов класса В 35 с морозостойкостью более 400 циклов, предназначенных для изготовления железобетонных конструкций гидротехнических сооружений мелиорации, водопропускных сооружений и автомобильных дорог применяются составы тяжелых бетонов, разработанные ОГАСА (см. табл.1). Результаты физико-механических испытаний указанного в табл.1 состава по прочности на сжатие, водонепроницаемости и морозостойкости приведены в табл. 2.

Таблица 1

Составы тяжелого бетона класса В 35

Наименование составляющих	Ед. изм.	Расход составляющих при подвижности, см	
		8-10	16-18
Цемент сульфатостойкий М400	кг	500	550
Песок Мкр=1,6-2,2	кг	630	590
Щебень фракции 3-10мм	кг	370	1080
Щебень фракции 16-18мм	кг	740	-
Полимерная фибра F-19	кг	0,9	0,9
Пенетрон -А	% от мЦ	2	2
Суперпластификатор С-3	% от мЦ	0,1	0,15
Вода	л	190	210

Основные характеристики тяжелого бетона

Наименование	Показатель
1. Предел прочности при осевом сжатии, МПа, не менее	40,0
2. Предел прочности при осевом сжатии призм, МПа, не менее	32,0
3. Предел прочности на растяжение при изгибе, МПа, не менее	5,0 400
4. Морозостойкость в морской воде, циклы, не менее	W-10
5. Водонепроницаемость в морской воде	

Выводы

1. Проведенные исследования ставят задачи более глубокого изучения структурных характеристик дисперсно-армированного композита, а также проанализировать технологическую поврежденность в сложных условиях эксплуатации.
2. Свойства дисперсно-армированных бетонов позволяют расширить возможности применения их в гидротехническом строительстве, при строительстве и реконструкции водопропускных сооружений, автодорог, покрытия аэродромов.

Литература

1. Мишутин А.В., Мишутин Н.В. Усадка и набухание гидротехнических бетонов тонкостенных конструкций. – К.: Повышение долговечности бетонов тонкостенных конструкций плавающих и портовых гидротехнических сооружений, 2003 - 43с.
2. Дорошенко О.Ю., Дорошенко Ю.М., Чишенко Н.П. Фібробетон-ефективний матеріал для транспортного будівництва. - Автошляховник України. 2006, № 6. – С. 29-31.
3. Большаков В.И., Дервянко В.Н. Дисперсно-армированные покрытия строительных конструкций и технологического оборудования. – Днепропетровск: Gaudeamus, 2001. – 228 с.