Рассмотрение возможностей модифицирования фибробетона на разных структурных уровнях

Даниил Олегович Попов,
студент магистрант
Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет
E-mail: popovd94@gmail.com

Научный руководитель: **Юрий Владимирович Пухаренко,**
д-р техн. наук, профессор

Фибробетон представляет собой композиционный материал, включающий дополнительно распределенную в его объеме дисперсную арматуру. Известно, что главной особенностью композитов, в том числе фибробетонов, является гетерогенность, что определяет всю сложность структуры подобных материалов. По мнению учёных, фибробетон — это материал типа «структура в структуре» с очень сложной разноуровневой организацией, в котором, как минимум, можно выделить два масштабных уровня:

1) микроскопический (уровень цементного камня), который устанавливает фазовый состав новообразований, вид и характер пористости и др;

2) макроскопический (уровень бетона), который устанавливает вид и свойства заполнителя, цементного камня, фибры и соотношение между ними, а так же однородность распределения данных компонентов в объеме фибробетона.

При формировании структуры в бетоне неизбежно образуются разноразмерные трещины. Причём сам по себе процесс трещинообразования не является дефектом, если величина раскрытия этих тещин лежит в определённых пределах, при которых не наблюдается снижение прочности или нарушения эксплуатационной способности конструкции. При традиционном армировании решается задача торможения только одного структурного уровня материала, в то время как иерархия трещинообразования и совокупности трещин свидетельствует о целесообразности и необходимости многоуровневого дисперсного армирования.

Влияние дисперсной арматуры во многом определяется степенью взаимодействия волокон с бетонной матрицей, которая характеризуется значением величины касательных напряжений на границе раздела фаз между фиброй и матрицей при действии растягивающих сил. Так, в статье [1] рассматриваются особенности формирования структуры базальтофибробетона, модифицированного наномодификатором на основе алюмосиликатов.

Электронно-микроскопические исследования контактных зон между цементно-песчаной матрицей и базальтовой фиброй в образцах бездобавочного и модифицированного наномодификатором на основе алюмосиликатов базальтофибробетона показали различие в их структурах. Базальтофибробетон в присутствии наномодификатора на основе алюмосиликатов отличается более монолитным срастанием цементнопесчаной матрицы с базальтовой фиброй. Анализ микроструктуры цементно-песчаной матрицы в зоне расположения базальтовой фибры показал, что в ней находятся плотные скопления пластинчатых «листообразных» скрученных продуктов гидратации цемента (низкоосновных гидросиликатов и гидроалюминатов кальция), способствующих повышению адгезии базальтового волокна к цементно-песчаной матрице.

Механизм влияния наномодификатора на основе алюмосиликатов на структурообразование

фибробетона связан с ускорением гидратации клинкерных минералов цемента и образования портландита Ca(OH) 2. За счет взаимодействия интенсивно выделяющегося портландита с наночастицами аморфизированного кремнезема добавки, в поровом пространстве цементного камня твердеющего бетона образуется дополнительное количество эттрингита и преимущественно низкоосновных гидросиликатов кальция, способствующих уплотнению структуры и отвечающих за повышение прочности бетона [2].

Вышеуказанные исследования относятся к рассмотрению микроуровня, однако необходимым является рассмотрение вопросов формирования структуры и на макроуровне. Так, в статье [3] авторами проводится рассмотрение геометрических параметров фибры для высокопрочных бетонов. Учёные убеждены, что в идеальном случае фибра должна быть тонкой, короткой, с анкерными концами, которые должны исключать зацепление фибр друг другом, ухудшающее однородное распределение ее в бетоне без образования комков. Наилучшая геометрия фибры для бетона должна быть в форме гантели. Такая фибра при заанкеровании ее сферических концов и при надежном её сцеплении цилиндрической части с высокопрочной матрицей бетона может определять в будущем прогресс строительства из дисперсно-армированного железобетона. Возможности такой фибры существенно расширяются, если она будет защищена противокоррозионным слоем. При этом следует ожидать следующих преимуществ:

1) существенное увеличение несущей способности изгибаемых конструкций за счет создания обратного выгиба при формовании фибробетона;

2) получение особопрочных реакционно-порошковых бетонов, армированных высокопрочной фиброй с пределом текучести 2500–3500 МПа при низких процентах армирования;

3) улучшение условий труда и исключение травматизма при бетонировании промышленных полов, дорожных покрытий и всех видов конструкций, когда исключается множество проблем, имеющих место при работе с фиброй диаметром 0,1–0,4 мм с иглообразными концами;

4) использование электрофизических способов для необходимой ориентации тонких волокон (для достижения изотропности) по длине изделий или в локальных местах его (направленные магнитные поля), а также разжижение реакционно-порошковых бетонных смесей созданием магнитострикционных воздействий.

Таким образом, избежать преждевременного выхода из эксплуатации бетонных конструкций можно, создав условия, при которых рост микротрещин, образующихся при формировании структуры бетона, а также включении в работу арматуры, будет тормозиться. Достигнуть данного эффекта можно путём армирования бетонных конструкций не только на макро- , но и на микро-уровне.

Литература

1. *Ткач А.А., Науменко О.В.* Влияние базальтовой фибры и наномодификатора на основе алюмосиликатов на процессы структурообразования базальтофибробетона // Строительные материалы. 2004. № 10. С. 47–50.
2. *Лукутцова, Н.П., Пыкин, А.А.* Теоретические и технологические аспекты получения микро- и нанодисперсных добавок на основе шунгитосодержащих пород для бетона / Н.П. Лукутцова, А.А. Пыкин.- Брянск: Изд-во БГИТА, 2013.- 231 с.
3. Калашников В.И., Скачков Ю.П., Ананьев С.В., Троянов И.Ю., Геометрические параметров фибры для высокопрочных бетонов // Региональная архитектура и строительство. 2011. № 1. С. 27-33.