

## ВЛИЯНИЕ СОСТАВА НА ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОВРЕЖДЁННОСТИ БЕТОНА

Пушкарь Н.В., Аль-Амери Хассейн Джухад Салман, Кесарчук О.С.

*(Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)*

**Описуються особливості формування структури бетону, механізми розвитку технологічних тріщин при його тужавінні. Наводяться деякі характеристики фібробетону та добавки системи «Пенетрон-Адмікс».**

Строительные конструкции можно рассматривать как специально организованные системы, взаимодействие отдельных составляющих и структурных элементов которых обеспечивает выполнение функционального назначения конструкций [8].

Материал конструкций, в рассматриваемом случае – тяжёлый бетон, является подсистемой, состоящей из характерных структурных неоднородностей. Формирование структуры бетона – кинетический процесс, сопровождаемый поэтапным переходом из одного в другое состояние, вызываемое многократным изменением пространственно-временных структур, поэтому бетон представляют как сложную систему, организованную по принципу “структура в структуре”. В структуре предполагается наличие достаточно большого количества составляющих объекта, взаимодействующих между собой. Свойства отдельных элементарных составляющих и материала в целом зависят от состояния, механических характеристик, адгезионно-когезионных сил связи между отдельными компонентами, общего объёма и протяжённости внутренних поверхностей раздела [3].

Под поверхностью раздела понимают область изменения свойств материала при переходе от одного компонента к другому или от одной структуры к другой, на которых происходит перераспределение напряжений и деформаций между отдельными компонентами или структурами материала при действии на них технологических и эксплуатационных воздействий и нагрузок. Поверхности раздела представляют собой ослабленные связи в бетоне, которые, при приложении к конструкции внешней нагрузки, разрываются в первую очередь.

Образующиеся в процессе формирования структуры поверхности раздела являются внешними по отношению к структурным блокам и внутренними - по отношению к материалу, к внутренним относятся: границы раздела между отдельными компонентами, фазами, структурными образованиями, берега трещин, дефектов и т.п. Они сохраняют за собой потенциальную возможность трансформироваться в зародышевые трещины и входить в структуру затвердевшего материала, определяя его повреждённость технологическими дефектами (рис.1).

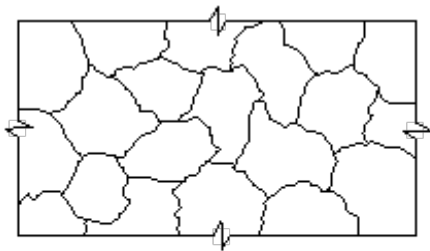


Рис.1. Характерный рисунок технологических трещин.

Согласно [1,2,4,9 и др], к технологическим (наследственным) относят дефекты, которые возникают в период получения материала и конструкции и которые присутствуют в них до приложения эксплуатационных нагрузок.

На макроуровне границы раздела матрицы и заполнителей образуют внутри структуры материала своеобразные “усадочные ячейки”. Их объём и форма зависят от соотношения когезионной и адгезионной прочностей матрицы, фракций заполнителя, его объёмного содержания в смеси. Образовавшиеся “усадочные ячейки” расчленяют макроструктуру материала на отдельные объёмные блоки, взаимодействующие через свои поверхности раздела [3,10].

Объёмные усадочные деформации внутри структурных блоков, возникающие вследствие твердения бетона, вызывают деформации и напряжения растяжения на поверхностях раздела. Это может вызвать нарушение сплошности матрицы и привести к появлению зародышевой трещины [3].

Движение такой трещины на уровне структурных неоднородностей представляет собой своеобразные скачки от одной межчастичной связи к другой [3], при этом движущаяся трещина огибает не выгодные для себя структурные блоки, она стремится развиваться по энергетически выгодным траекториям, поэтому микротраектории трещин, образовавшихся в период структурообразования материала, извилистые с индивидуальной морфологией каждого берега. В связи с образованием структурных блоков разных масштабных уровней, зарождение и рост трещин в материале происходят не одновременно по всему объёму. Рост каждой трещины изменяет микродеформативное состояние отдельных объёмов системы, что может способствовать ускорению или замедлению роста соседних трещин, поэтому в материале присутствуют, как правило, трещины разные по длине, форме, ширине раскрытия.

Из выше сказанного следует, что начальные трещины, возникающие при технологической переработке материала, являются неотъемлемой частью структуры бетона, нарушающей её сплошность, они автоматически переходят в конструкцию и определяют общую повреждённость конструкции технологическими дефектами до приложения к ней эксплуатационных нагрузок, а как показано в [7] технологическая повреждённость влияет на свойства затвердевшего бетона.

Для улучшения свойств бетона применяются различные способы, одним из которых является дисперсное армирование бетона фиброй – стальной, стеклянной, базальтовой, целлюлозной, синтетической, углеродной и др., такой бетон называется фибробетоном. Фибробетон, как и бетон, является композиционным материалом, то есть состоит из двух материалов и обладает свойствами, которых не имеют исходные материалы – цементно-бетонной матрицы с равномерным распределением по её объёму ориентированных или хаотично расположенных фибр различного происхождения. Фибробетон обладает значительными преимуществами по сравнению с обычным бетоном. Большая степень его сопротивления трещинообразованию способствует увеличению таких физико-механических показателей, как прочность при сжатии, растяжении и изгибе, водонепроницаемость, морозостойкость, устойчивость к проникновению химических веществ.

Другой способ улучшить свойства бетона – применение одной из смесей системы “Пенетрон”. Система “Пенетрон” – это интегральная капиллярная система гидроизоляционных материалов для бетона. Система состоит из пяти основных материалов, каждый из которых предназначен для решения определенных задач в области гидроизоляции и защиты сборных и монолитных бетонных конструкций от проникновения воды и воздействия агрессивных сред. Один из материалов – это “Пенетрон-Адмикс”, представляющий собой сухую смесь из специального цемента, кварцевого песка определенной гранулометрии и активных химических добавок [6]. Сухую смесь “Пенетрон-Адмикс” смешивают с водой и добавляют в бетонную смесь во время приготовления замеса. Активные химические компоненты материала “Пенетрон-Адмикс”, равномерно распределенные в толще бетона, растворяясь в воде, вступают в реакцию с ионными комплексами кальция и алюминия, различными оксидами и солями металлов, содержащимися в бетоне. Согласно [5] бетоны, полученные с применением добавок системы “Пенетрон-Адмикс” приобретают свойства водонепроницаемости и морозостойкости, у них повышается прочность, появляется способность к самозалечиванию.

### ***Выводы***

В силу влияния технологической поврежденности бетона на его свойства, необходимо искать пути снижения поврежденности структуры бетона начальными дефектами. В связи с этим использование фибры, а также добавки системы “Пенетрон-Адмикс” представляет научный и практический интерес.

### **SUMMARY**

**The peculiarities of formation of the concrete structure, mechanisms of technological development of cracks during its hardening. Gives some characteristics of fiber-reinforced concrete and additives system “Penetron-Admix”.**

1. Болотин В.В. Механика композитных материалов и конструкций из них // Строительная механика. Современное состояние и перспективы развития / Под ред. В.В.Болотина. – М.: Стройиздат, 1972. – С. 65-98.
2. Булатов А.И. Обжатице цементным камнем заполнителей в бетоне / А.И. Булатов, А.Л. Видовский // Бетон и железобетон. – 1985. – №3. – С. 24-26.
3. Дорофеев В.С., В.Н. Выровой. Технологическая поврежденность строительных материалов и конструкций – О.: Город мастеров, 1998. – 168 с.
4. Комохов П.Г., П.Г. Комохов, В.С. Грызлов. Структурная механика и теплофизика лёгкого бетона – Вологда: Изд-во Вологодского научного центра, 1992. – 321 с.
5. Научно-техническое заключение по теме: «Проведение испытаний по определению влияния добавки «Пенетрон-Адмикс» на бетон по показателям: водонепроницаемость, морозостойкость, прочность». Филиал ФГУП «НИЦ СТРОИТЕЛЬСТВО» – Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона НИИЖБ. Москва, 2008. – 13 с.
6. Подземная гидроизоляция монолитных и сборных бетонных и железобетонных конструкций и эксплуатируемых кровель с применением материалов системы

«Пенетрон». Материалы для проектирования и рабочие чертежи узлов. Шифр М 27.16/2008. Москва, 2008. – 68 с.

7. Пушкарь Н.В. Технологическая поврежденность и работа железобетонных изгибаемых элементов по наклонным сечениям: Дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. – Одесса, 2003. – 155 с.

8. Соломатов В.И., Выровой В.Н., Дорофеев В.С., Сиренко А.В. Композиционные строительные материалы и конструкции пониженной материалоемкости – Киев: Будівельник, 1991. – 144 с.

9. Томашевский В.Т. О задачах механики в технологии композиционных материалов // Механика композитных материалов. – 1982. – №3. – С. 486-503.

10. Холмянский М.М. Несущая способность бетона и место линейной механики разрушения в её прогнозе // Бетон и железобетон. – 1984. – №7. – С. 38-39.