

ВЛИЯНИЕ НАЧАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОВРЕЖДЕННОСТИ НА ДЛИНУ ТРЕЩИНЫ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ СИЛ ЗАЦЕПЛЕНИЯ

Шеховцов И.В., Сузанская Т.А., Бондаренко А.В.

Экспериментально определено влияние начальной технологической поврежденности на рельеф нормальной трещины. Площадь поверхности трещины зависит от крупности заполнителя и влияет на величину сил зацепления в трещине. Повышение надежности и долговечности конструкций зданий и сооружений является одной из актуальных проблем в области строительства. Создание материала с заранее заданными (в определенных пределах) свойствами, а также прогнозирование его механических характеристик позволит качественно оценить возникающее напряженно-деформированное состояние элементов в процессе эксплуатации, в зависимости от различных воздействий, и реализовывать потенциальные возможности материала.

Несмотря на целый ряд многочисленных исследований сил зацепления, проведенных Артемьевым А.Е., Ашрабовым А.А., Самариновым А.В., (Ленинградский инженерно-строительный институт), Залесовым А.С., Титовым И.А., Ильиным О.Ф. (НИИЖБ) единой концепции в определении величины этих сил и необходимости введения их в расчет по наклонному сечению не найдено и этот вопрос остается открытым. Поэтому в существующих нормах силы зацепления не учитываются, или находятся весьма приближенно.

Бетон является искусственным строительным материалом с явно выраженными гетерогенными свойствами. Физико-механические характеристики такого материала зависят от свойств его составляющих и от структурных параметров. К одним из важных структурных параметров можно отнести технологические трещины, возникающие в период технологической переработки бетона в изделие, и присутствуют как в самом материале, так и в изделиях из него.

Исследованиями Вырового В.Н., Дорофеева В.С. (ОГАСА) [2] установлено влияние на физико-механические свойства бетона технологической поврежденности.

Технологическая поврежденность бетона зависит от множества факторов, одним из которых является крупность заполнителя. Нами экспериментально было установлено, что бетон имеющий в своем составе более крупный щебень имеет меньшую начальную технологическую поврежденность, а бетон на более мелком заполнителе имеет большую технологическую поврежденность. Испытывались две серии образцов – кубов с размером ребра 10см. Состав бетона для обеих серий принят одинаковым. В качестве заполнителя для бетона одной серии использовался щебень с размером фракции 5-10мм, для второй – размер фракции составлял 10-20мм. Образцы изготавливались, формовались и пропаривались в одинаковых условиях. Кубиковая прочность бетона обеих серий на момент испытания составила 22МПа. Образцы-кубы раскалывались на две равные части в соответствии с ГОСТ 10180-90. Затем измерялась и фиксировалась площадь поверхности образованного рельефа.

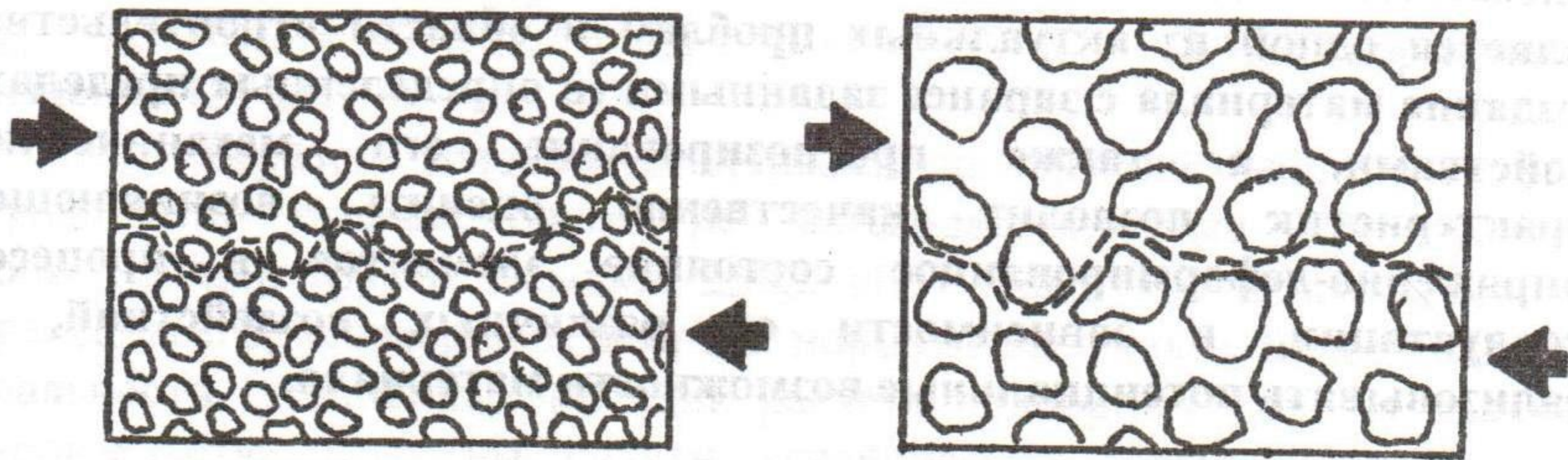


Рис. 1 Влияние начальной технологической поврежденности на длину трещины l_{crc}

В результате эксперимента установлено, что площадь вновь образованной поверхности кубов имеющих более мелкий заполнитель больше площади кубов имеющих более крупный заполнитель в среднем на 20%. Мы объясняем это следующим образом. В объеме куба на мелком

заполнителе находится большее количество зерен щебня, каждое из которых имеет свою поверхность раздела. Граница раздела формируется одновременно с процессом схватывания и твердения вяжущего. Формирование границ раздела ведет к накоплению деформаций и напряжений сдвига, что вызывает зарождение начальных трещин. Следовательно, бетон на более мелком щебне пронизан более густой сетью трещин, образованных поверхностью раздела, а бетон на более крупном заполнителе пронизан менее густой сетью трещин. Под воздействием нагрузки происходит постепенное развитие и объединение трещин в магистральную трещину, по которой происходит разрушение образца. В результате профиль вновь образованной поверхности бетона на мелком заполнителе имеет большее количество «зубьев» чем бетон на крупном заполнителе.

Этим и объясняется разница в площадях вновь образованных поверхностях полученных в результате эксперимента.

Управляя начальной поврежденностью бетона и его деформативными свойствами путем назначения оптимального состава бетона, можно влиять на длину трещины разрушения, на величину деформаций сдвига берегов трещины и, тем самым, на величину сил зацепления в наклонной трещине, а, следовательно, и на прочность конструкции.

Спрогнозировать с достаточной степенью вероятности дальнейший рост трещины представляется возможным, проанализировав влияние различных факторов, в том числе и начальной поврежденности, на напряженно-деформированное состояние.

На данный момент выполнен анализ работ различных авторов в области исследования сил зацепления в наклонной и нормальной трещине и влияния технологической поврежденности на физико-механические свойства бетона. Проанализированы различные модели работы балок по наклонным сечениям, в том числе и дисково-связевая модель, которая наиболее подходит для возможности учета в ней технологической поврежденности.

Механика разрушения, устанавливая и исследуя закономерности страгивания и развития трещин, не меняет представления о материале в целом как о непрерывной среде. Принимая во внимание тот факт, что трещины существуют изначально, с момента формирования материала, развиваются по определенным траекториям наименьшего сопротивления, объединяясь в дальнейшем, нами предлагается использовать в качестве расчетной блочно-связевую модель д.т.н., профессора Климова Ю.А. (КИСИ)[1]. Система блоков (дисков) в ней разделяется трещинами и объединяется связями (сжатая зона бетона, продольная и поперечная арматура, силы зацепления), что позволяет вести учет сил зацепления и принимать во внимание характер поверхности трещины.

Имеющиеся в материале начальные дефекты оказывают влияние на траекторию развития трещины, что сказывается на деформативных свойствах материала, изменение которых и учитывается в деформациях связей предложенной модели при взаимном повороте блоков (дисков).

Условие предельного равновесия в наклонном сечении принятой модели равно:

$$Q_u = Q_b + Q_s + Q_{sw} + F_{crc} \sin \theta, \quad (1)$$

где F_{crc} - силы зацепления при сдвиге вдоль наклонной трещины.

Согласно [1], силы зацепления, действующие вдоль критической наклонной трещины, находятся по зависимости

$$F_{crc} = \int_0^{l_{crc}} \Delta_{crc} b G_{crc} dl \quad (2)$$

где l_{crc} - длина трещины, на которой действуют силы зацепления;

G_{crc} - коэффициент постели сдвига;

Δ_{crc} - смещение блоков блочно-связевой модели относительно друг друга в рассматриваемой точке вдоль критической наклонной трещины.

При определении величины этого усилия длина l_{crc} назначается в зависимости от ширины раскрытия трещины. Однако, несмотря на то, что принятая зависимость с достаточной степенью точности определяет величину сил зацепления, она не учитывает фактор структуры материала.

Для подтверждения теоретических предпосылок и с учетом результатов полученных другими авторами, в настоящее время проводятся экспериментальные исследования по определению сил зацепления в трещине при различной начальной технологической поврежденности материала, а также влияние последнего на величину деформаций сдвига.

Дальнейшее исследование и развитие рассмотренной проблемы открывает перспективу замены ряда конструктивных требований расчетными оценками, что способствует дополнительному выявлению резервов прочности и деформативности бетонных и железобетонных конструкций.

Литература.

1. Залесов А.С., Климов Ю.А. Прочность железобетонных элементов при действии поперечных сил.- К.: Будівельник, 1989.- 105 с.
2. Дорофеев В.С., Выровой В.Н. Технологическая поврежденность строительных материалов и конструкций.- Одесса: ИМК Город мастеров, 1998.- 168 с.

