

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОВРЕЖДЁННОСТИ НА РАБОТУ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК ПО НАКЛОННЫМ СЕЧЕНИЯМ

Бараник С.В. (Одесса)

Приводятся результаты экспериментальных исследований работы железобетонных балок с различными процентами продольного и поперечного армирования в зоне совместного действия изгибающего момента и поперечной силы с учётом технологической (начальной) повреждённости структуры.

В лаборатории кафедры железобетонных и каменных конструкций были проведены испытания несущей способности 4-х серий железобетонных балок. Целью исследований является изучение условий зарождения и развития технологических трещин при различных процентах продольного и поперечного армирования, а также влияния первоначальной повреждённости на сопротивление наклонных сечений действию поперечных сил.

Бетон балок – В35-В40, арматура класса А-III. Диаметр арматуры: балки серии А – 10 мм, серии Б – 12 мм, серий В и Г – 8 мм. Схемы армирования и методика определения повреждённости балок первоначальными дефектами приведены в [1]. Методика исследования напряжённо-деформированного состояния в ходе испытаний представлена в [2].

Для установления влияния армирования на формирование первоначальной повреждённости рассмотрим процесс структурообразования бетона в железобетонных балках с поперечным армированием зоны чистого изгиба. Согласно [3], формирование поверхностей раздела и образование структурных ячеек в бетоне может происходить одним из трёх путей. 1-й – заполнители (щебень) и растворная часть вступают в химические реакции с образованием переходного слоя с другими свойствами. В этом случае объёмные деформации усадки перераспределяются в растворной части. 2-й – заполнители и растворная часть взаиморастворяются и продукты растворения образуют зону модифицированного материала. Распределение деформаций усадки происходит как в матричном материале, так и по границам заполнителей. 3-й – растворная часть не вступает в химические реакции с заполнителями и они не взаиморастворяются. Деформации усадки направлены от заполнителей.

В силу полиминеральности цементов и щебня в бетонах возможно присутствие всех трёх типов поверхностей раздела. Посмотрим, что будет происходить в материале при наличии в нём арматуры. Если рассматривать арматуру как включение в бетон, то характер образования поверхностей раздела будет соответствовать 3-му характерному случаю формирования адгезионно-когезионных сил связи между растворной частью и включениями – растворная часть не вступает в химические реакции с арматурой и они не взаиморастворяются. Деформации усадки направлены от арматуры. Таким образом, при формировании структуры бетона, к микротрещинам, возникающим в результате взаимодействий на уровне “матричный материал” – “заполнитель”, добавляются поверхности раздела, образовавшиеся в результате оттока деформаций усадки от арматуры. Эпюры усадочных деформаций в балках с армированием зоны чистого изгиба показаны на рис. 1.

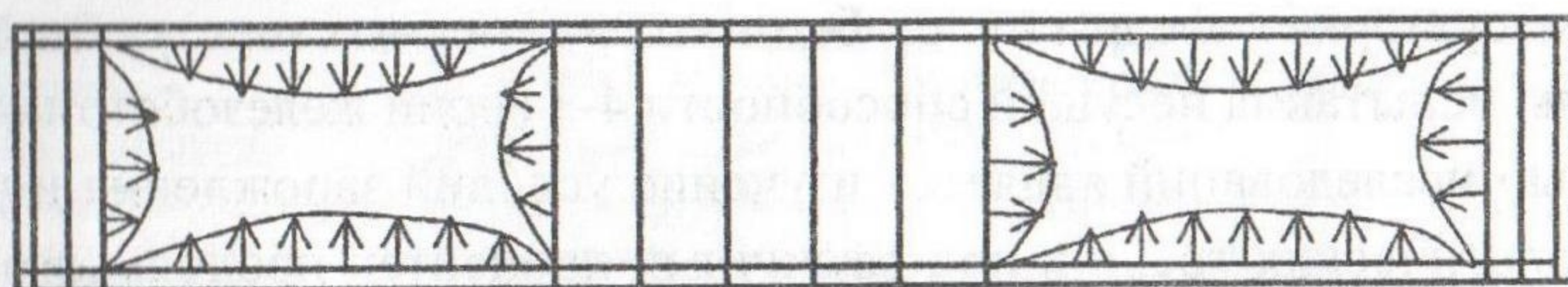


Рис.1

Измерения коэффициентов технологической повреждённости по длине в наклонных и нормальных сечениях, а также по площади на участках с арматурой и без неё, показали увеличение K_p на 25...30% в зоне чистого изгиба при армировании её поперечными стержнями. Повышение процента поперечного армирования приводит к повышению повреждённости железобетонных балок первоначальными дефектами, часть которых ориентирована по наиболее опасным направлениям. А, как показали результаты визуального наблюдения за процессом образования и раскрытия силовых трещин, все они развиваются из технологических (в том числе и магистральные). Следовательно, степень повреждённости бетона технологическими трещинами определяет, как будет работать железобетонный элемент при приложении к нему внешней нагрузки, причём, основным фактором, влияющим на развитие наклонных трещин, является главенствующее направление технологических трещин.

В зависимости от направления магистральной трещины, балка перед разрушением работает по одной из ниже перечисленных схем.

1. При небольшой проекции наклонной трещины максимальная ширина раскрытия трещины – на участке пересечения её с продольной арматурой. Трещина развивается из нормальной. Работа балки характеризуется образованием пластического шарнира в бетоне над наклонной трещиной,

происходит поворот Б2 относительно Б1 (рис.2), которому препятствует продольная арматура. Возможно появление параллельных трещин, развивающихся от нижней грани. Перед разрушением напряжения в продольной арматуре достигают предела текучести и резкое увеличение деформаций растяжения в арматуре приводит к возрастанию напряжений сжатия в бетоне пластического шарнира. Происходит раздробление бетона и разрушение балки.

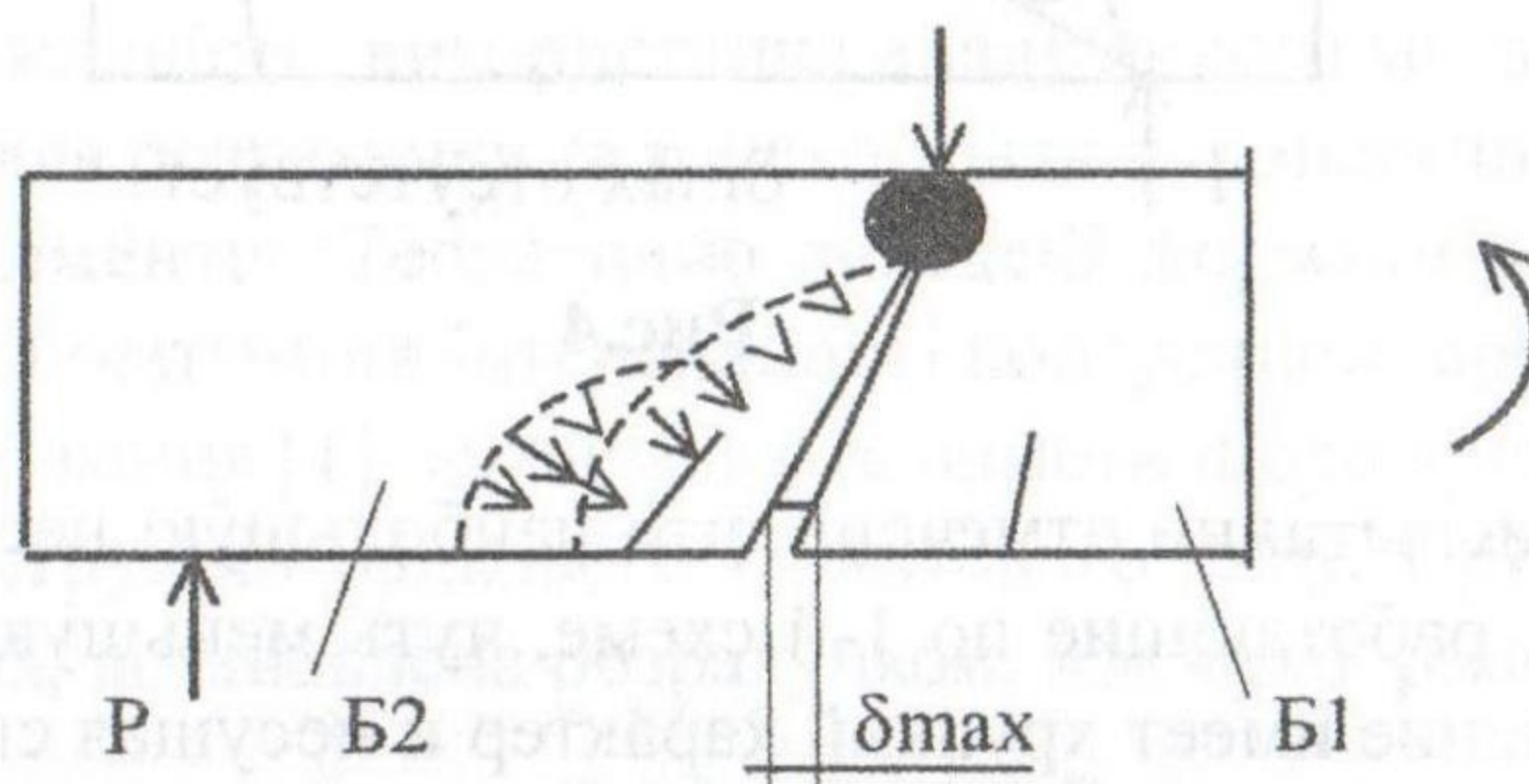


Рис.2

2. При проекции наклонной трещины в пределах $h_0 < c < 2h_0$ максимальное раскрытие наклонных трещин – на уровне геометрической оси балки. В этом случае происходит как бы выдавливание блока Б1 из балки, чему препятствует продольная арматура, работающая на восприятие поперечных сил и, кроме этого, силы сцепления между Б1 и Б2. Наблюдается выход наклонной трещины на верхнюю грань левее точки приложения силы. Совместное действие растягивающих напряжений и нагельных усилий в продольной арматуре приводит к отрыву бетона защитного слоя и разанкеровке арматуры с одновременным срезом бетона сжатой зоны над наклонной трещиной (рис.3).

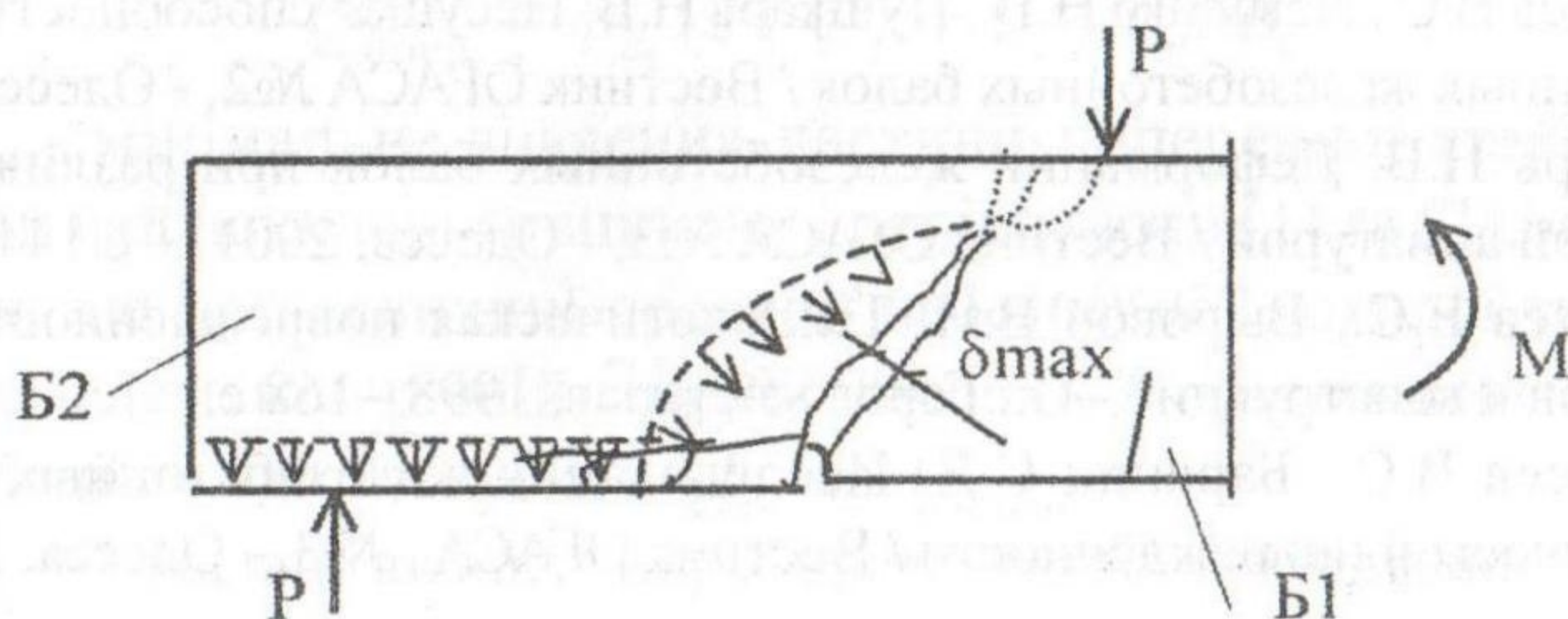


Рис.3

3. При проекции наклонной трещины примерно равной величине пролёта среза ($c=a$) наклонные трещины образуются из нормальных и ширина их раскрытия невелика. Момент образования магистральной трещины, про-

ходящей по линии наиболее опасного наклонного сечения, совпадает с разрушением балки. Трещина проходит от опоры до груза (рис.4).

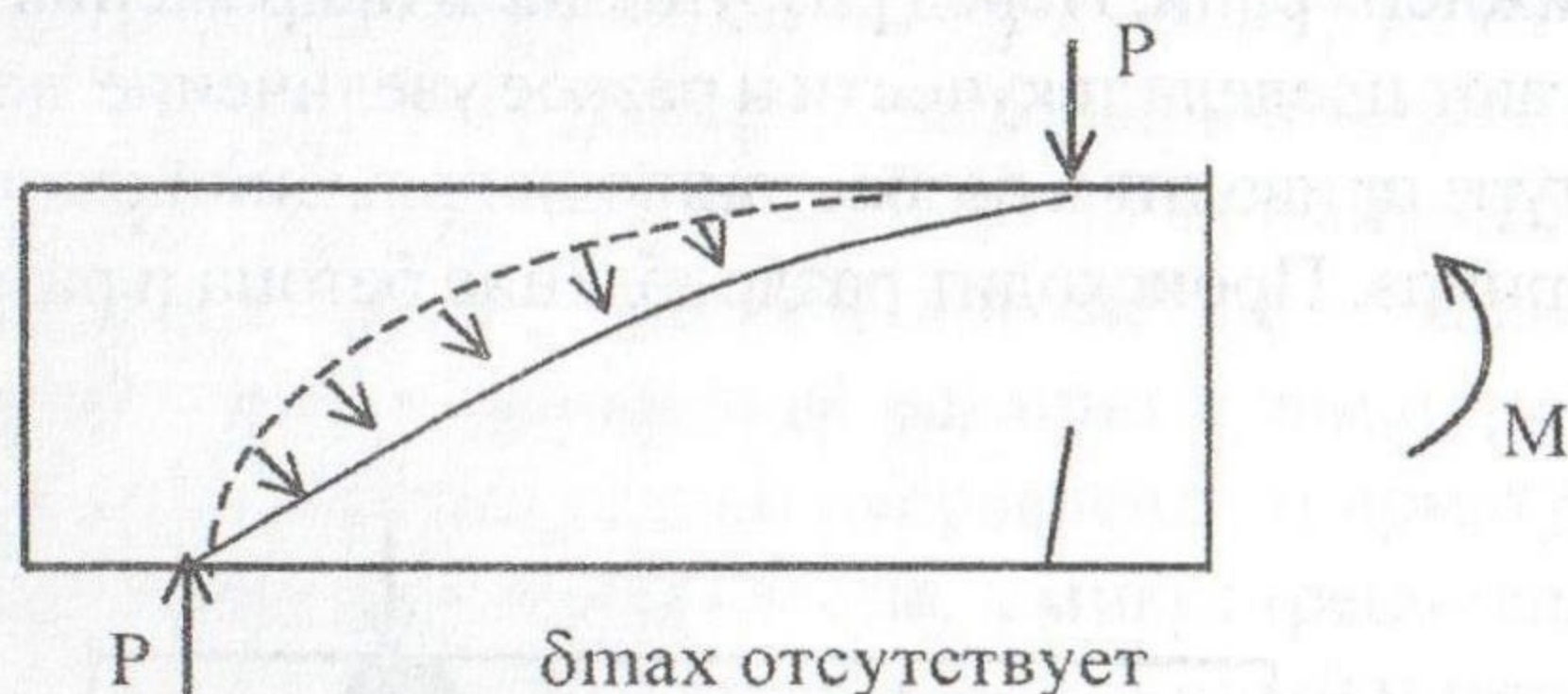


Рис.4

В ходе испытаний отмечено, что наибольшую несущую способность имеют балки, работающие по 1-й схеме, чуть меньшую – по 2-й. При 3-й схеме разрушение имеет хрупкий характер и несущая способность балок – минимальная. Кроме этого, было зафиксировано изменение схем работы с 1-й на 2-ю, со 2-й на 3-ю и с 1-й на 3-ю.

Вывод:

Таким образом, мы установили, что повреждённость железобетонных элементов технологическими трещинами определяет направление силовых трещин и, соответственно, схему, по которой будет работать балка перед разрушением.

Литература:

1. Дорофеев В.С., Левченко Н.В., Пушкарь Н.В. Несущая способность технологически повреждённых железобетонных балок / Вестник ОГАСА №2, - Одесса, 2000. – с.16-19
2. Пушкарь Н.В. Деформации железобетонных балок при различном насыщении поперечной арматурой / Вестник ОГАСА №3, - Одесса, 2001. – с.144-146
3. Дорофеев В.С., Выровой В.Н. Технологическая повреждённость строительных материалов и конструкций.–О.: Город мастеров, 1998.–168 с.
4. Дорофеев В.С., Бараник С.В. Исследования железобетонных балок с учётом технологической повреждённости / Вестник ОГАСА №3, - Одесса, 2001. – с.174-177