

## НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПО НАКЛОННЫМ СЕЧЕНИЯМ С УЧЕТОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОВРЕЖДЕННОСТИ

Постернак С.А. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)

Приводятся результаты экспериментальных исследований влияния на несущую способность по наклонным сечениям технологической поврежденности, а также количества и качества (дисперсности) минерального наполнителя.

В композиционных материалах и конструкциях можно выделить несколько характерных видов поврежденности, отличающейся механизмами образования, в частности поврежденность, возникающая в период технологической переработки исходных составляющих в материал и его в конструкцию (технологическая). На всех уровнях структурных неоднородностей в материале появляются трещины. Так как материал (в частности, бетон) проявляет свои свойства только в образце или конструкции, то его дефекты становятся дефектами образца или конструкции. Таким образом, в конструкциях всегда присутствуют технологические дефекты, при этом часть из них ориентирована в наиболее опасных направлениях. Наличие технологических трещин в конструкциях в значительной степени определяет работу материала в ней, деформации, трещинообразование и характер разрушения, несущую способность. Применение наполнителей, оптимальных по виду, количеству и дисперсности, позволяет управлять технологической поврежденностью бетонных и железобетонных конструкций, что позволяет повышать их физико-технические характеристики. В этой области проведено недостаточно исследований, и в основном они проводились на образцах малых размеров. На их основе не представляется возможным определение влияния технологической поврежденности на работу натуральных конструкций, например, балок, являющихся наиболее распространенным видом железобетонных конструкций. Учитывая, что актуальным остаётся вопрос экономии материальных ресурсов при одновременном обеспечении надёжности конструкций, возникла необходимость исследования влияния технологической поврежденности, моделируемой при помощи изменения количества и качества (дисперсности) минерального наполнителя, на прочность и трещиностойкость изгибаемых элементов по наклонным сечениям [1...10].

Обращает на себя внимание тот факт, что на начальном этапе развитие траекторий наклонных и нормальных трещин совпадает с траекторией технологических. Следовательно, поврежденность бетона технологическими дефектами предопределяет направление развития наклонных трещин, и как следствие - работу балки, поэтому несущая способность изгибаемых элементов зависит от того, как прошла наклонная трещина.

Основная цель статьи заключается в исследовании влияния на относительную несущую способность бетона технологической поврежденности, определенной по поверхности железобетонных балок и выраженной через коэффициенты технологической поврежденности, определенные по площади и характерным линиям, а также количества и качества (дисперсности) минерального наполнителя.

Для получения искомым результатов был выполнен эксперимент, методика проведения которого, состав бетонной смеси, характеристики используемых материалов и опытных образцов приведены в работах [7,9]. Методика исследования технологической поврежденности бетонных образцов и железобетонных изгибаемых элементов, методика оценки технологической поврежденности при помощи коэффициентов технологической поврежденности по площади ( $Kn_s$ ) и характерным линиям ( $Kn_L$ ), а также их обоснование и физический смысл представлены в работах [7,8]. Результаты определения технологической поврежденности по поверхности образцов-балок, схема армирования и схема нагружения представлены в работе [10]. Здесь же исследовано влияние технологической поврежденности, количества и дисперсности наполнителя на относительную поперечную силу трещинообразования.

Величина относительной несущей способности бетона ( $Q'_b$ ) в зависимости от количества и качества наполнителя изменяется в пределах от 1,028 до 1,602 (на 55,8%) и представлена в таблице 1.

Влияние количества наполнителя ( $N$ ) на относительную несущую способность бетона отражено на рисунке 1А. Изменение  $N$  от 8 до 10% от массы вяжущего при постоянной  $S_y=100$  м<sup>2</sup>/кг приводит к повышению  $Q'_b$  от 1,028 до 1,582 (на 53,9%). Дальнейшее увеличение  $N$  до 12% вызывает снижение  $Q'_b$  до 1,179 (на 34,2%). При  $S_y=200$  м<sup>2</sup>/кг и измене-

Таблица 1.

Величины экспериментальной и теоретической несущей способности железобетонных балок по наклонным сечениям

№ опыта	$Q_{b, \text{exp}}, \text{H}$	$Q'_b = \frac{Q_{b, \text{exp}}}{R_{bt} b h_0}$	$Q_b^{\text{CHuII}}, \text{H}$	$\varepsilon, \%$	$\frac{Q_{b, \text{exp}}}{Q_b^{\text{CHuII}}}$
1	18000	1,028	10252	43,0	1,756
2	21750	1,178	10815	50,3	2,011
3	29250	1,480	11659	60,1	2,509
4	30250	1,582	11200	63,0	2,701
5	29700	1,539	11389	61,7	2,608
6	32250	1,602	11880	63,2	2,715
7	22000	1,179	11093	49,6	1,983
8	27250	1,424	11295	58,6	2,413
9	23500	1,221	11267	52,1	2,086

нии  $H$  от 8 до 10% величина относительной несущей способности бетона увеличивается от 1,178 до 1,539 на (30,6%). Дальнейшее увеличение  $H$  до 12% вызывает снижение  $Q'_b$  до 1,424 (на 8,1%). При фиксированной дисперсности  $S_y = 300 \text{ м}^2/\text{кг}$  изменение  $H$  от 8 до 10% от массы вяжущего приводит к увеличению  $Q'_b$  от 1,480 до 1,602 (на 8,2%). Дальнейшее увеличение  $H$  до 12% вызывает снижение относительной несущей способности бетона до 1,221 (на 31,2%).

Влияние качества (дисперсности) наполнителя на относительную несущую способность бетона отражено на рисунке 2Б (см. так же таблицу 1). Изменение  $S_y$  наполнителя от 100 до 200  $\text{м}^2/\text{кг}$  при его расходе  $H=8\%$  ведет к повышению  $Q'_b$  от 1,028 до 1,178 (на 14,6%), а увеличение  $S_y$  до 300  $\text{м}^2/\text{кг}$  приводит к дальнейшему увеличению  $Q'_b$  до 1,480 (25,6%). При постоянном  $H=10\%$  и при изменении  $S_y$  от 100 до 200  $\text{м}^2/\text{кг}$  происходит уменьшение  $Q'_b$  от 1,582 до 1,539 (на 2,8%), а при увеличении дисперсности до 300  $\text{м}^2/\text{кг}$  величина относительной несущей способности бетона возрастает до 1,602 (на 4,1%). Изменение  $S_y$  от 100 до 200  $\text{м}^2/\text{кг}$  при  $H=12\%$  приводит к увеличению  $Q'_b$  от 1,179 до 1,424 (на 20,8%) и уменьшению  $Q'_b$  до 1,221 (на 16,6%) при изменении дисперсности от 200 до 300  $\text{м}^2/\text{кг}$ .

Максимальные значения величины относительной несущей способности бетона получены при изменении дисперсности от 100 до 300  $\text{м}^2/\text{кг}$  и фиксированном значении количества наполнителя 10%.

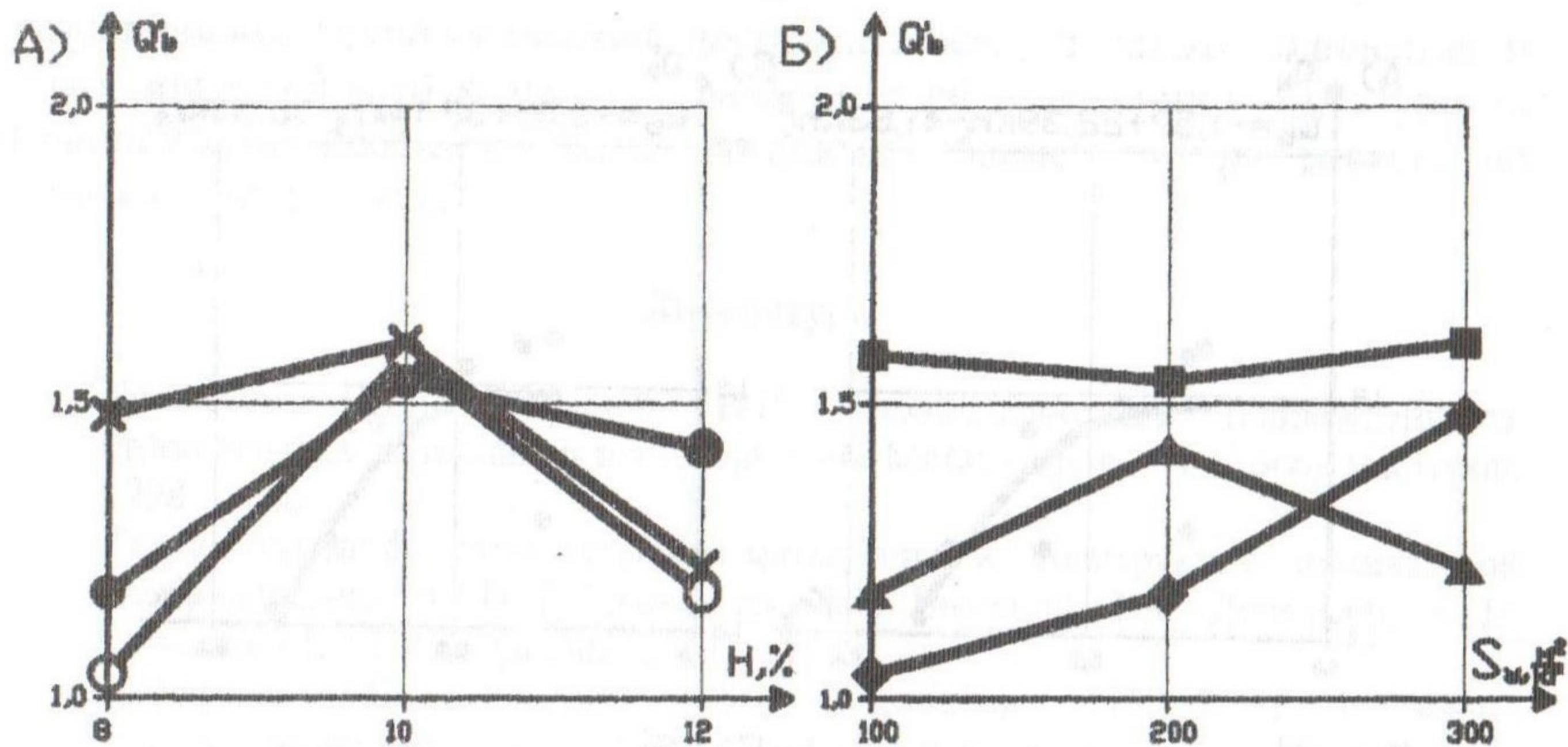


Рис.1. Влияние количества (А) и дисперсности (Б) наполнителя на относительную несущую способность бетона.

- |  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| ○ — дисперсность наполнителя $S_b=100$ $\frac{mm^2}{mm^3}$ | ◆ — количество наполнителя $H=8\%$  |
| ● — дисперсность наполнителя $S_b=200$ $\frac{mm^2}{mm^3}$ | ■ — количество наполнителя $H=10\%$ |
| ✕ — дисперсность наполнителя $S_b=300$ $\frac{mm^2}{mm^3}$ | ▲ — количество наполнителя $H=12\%$ |

В данной работе установлены зависимости технологической поврежденности на относительную несущую способность бетона. Данные зависимости являются нелинейными парными квадратичными уравнениями. При влиянии технологической поврежденности выраженной: через  $Kn_L$ , определенный по наклонной линии длиной 36,5 см, получено уравнение вида:  $Q'_b = - 1,52 + 22,39Kn_L - 41,83Kn_L^2$  (рисунок 2А); через  $Kn_L$ , определенный по наклонной линии длиной 31,1 см, получено уравнение вида:  $Q'_b = - 3,05 + 32,14Kn_L - 56,93Kn_L^2$  (рисунок 2Б); через  $Kn_L$ , определенный по поперечной линии длиной 15 см, получено уравнение вида:  $Q'_b = 1,03 + 8,37Kn_L - 24,11Kn_L^2$  (рисунок 2В); через  $Kn_s$ , определенный по площади 225 см<sup>2</sup>, получено уравнение вида:  $Q'_b = 0,26 + 3,39Kn_s - 2,28Kn_s$  (рисунок 2Г). Полученные квадратичные зависимости показывают, что с увеличением технологической поврежденности величина относительной несущей способности бетона нелинейно уменьшается.

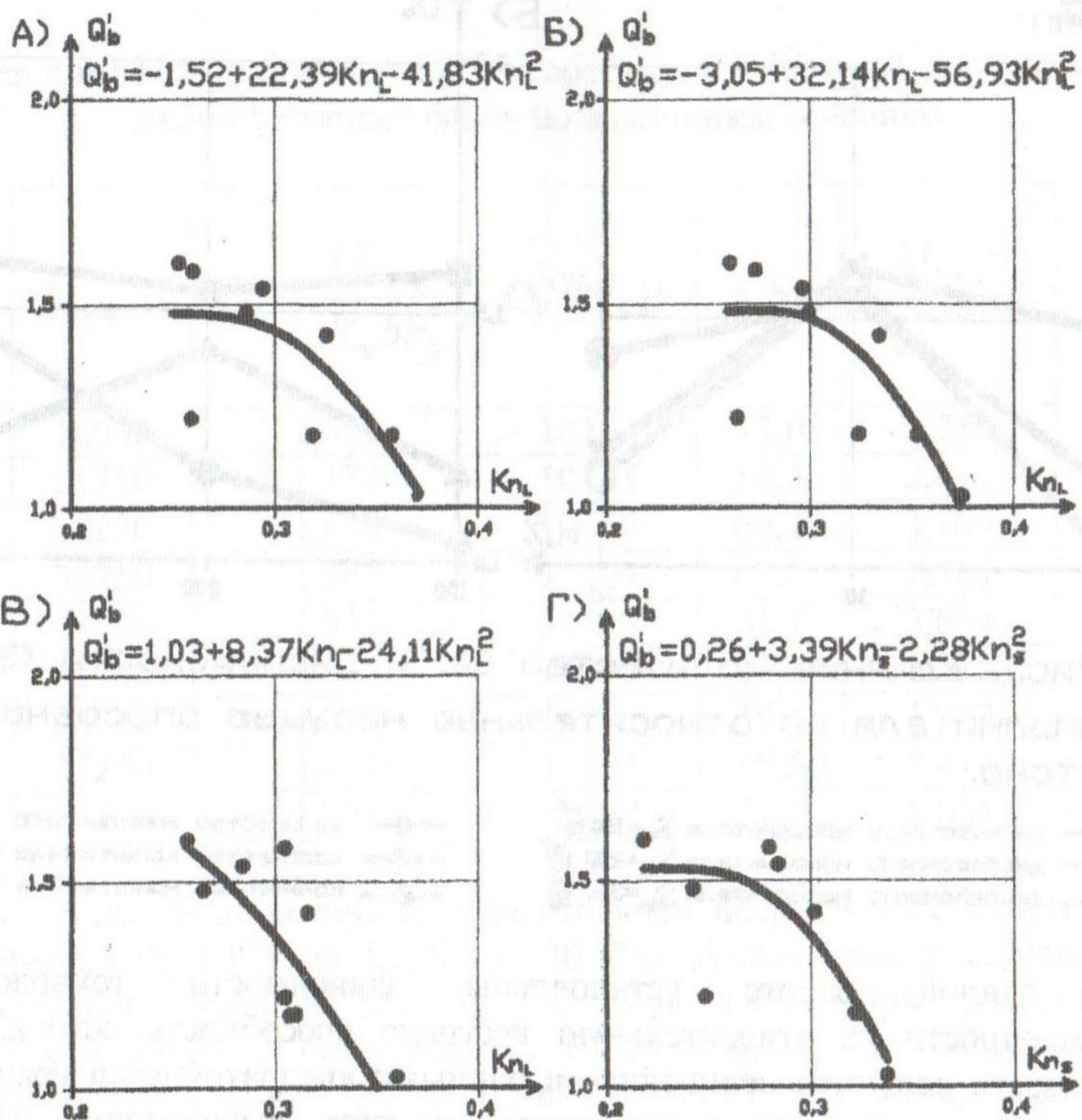


Рис.2. Зависимость относительной несущей способности бетона от технологической поврежденности, измеренной на поверхности образцов – балок по наклонным линиям длиной 36,5 см (А) и 31,1 см (Б), поперечной линии (В) и площади (Г).

Выполнив анализ полученных результатов, необходимо отметить, что направленное применение наполнителей дает возможность в достаточно широких пределах изменять технологическую поврежденность, и тем самым позволяет более полно использовать потенциальные свойства бетона. С увеличением технологической поврежденности величина относительной несущей способности бетона нелинейно уменьшается, что показывают полученные близкие зависимости, а оценивать поврежденность можно при помощи каждого из коэффициентов технологической поврежденности.

Проанализировав результаты влияния технологической поврежденности, а также количества и качества (дисперсности) кварцевых наполнителей на относительную несущую способность бетона, в дальнейшем перейдем к

анализу влияния технологической поврежденности, а также количества и качества (дисперсности) кварцевых наполнителей на величину структурного коэффициента изгибаемых железобетонных элементов при расчете по наклонным сечениям ( $\Phi_{b4}$ ).

#### Литература.

1. Дорофеев В.С., Выровой В.Н. Технологическая поврежденность строительных материалов и конструкций: Монография. – О.: Город мастеров, 1998. – 168с.
2. Композиционные строительные материалы и конструкции пониженной материалоемкости / В.И. Соломатов, В.Н. Выровой, В.С. Дорофеев, А. В. Сиренко. - К.: Будивельник, 1991. – 144 с.
3. Дорофеев В.С., Выровой В.Н., Соломатов В.И. Пути снижения материалоемкости строительных материалов и конструкций: Учебное пособие. – К.: УМК ВО, 1989. – 79 с.
4. Выровой В.Н., Дорофеев В.С. Методические рекомендации: Материалоемкость строительных конструкций. – Одесса: ОИСИ, 1990г. – 70с.
5. Технологическая наследственность композиционных строительных материалов и конструкций: Учеб.пособие / В.С. Дорофеев. – К.: УМК ВО, 1992. – 52с.
6. Выровой В.Н., Дорофеев В.С. Технологическая механика композиционных материалов. – Киев: Общество “Знание” Украины, 1991г. – 19с.
7. Постернак С.А., Олейник Н.В., Постернак И.М. Влияние количества и качества наполнителя на начальную технологическую поврежденность // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. пр. – Рівне: УДУВПТ, – 2003. – вип. 9. – С. 105 – 111.
8. Постернак С.А., Постернак А.А., Олейник Н.В., Постернак И.М. Оценка технологической поврежденности бетонных призм // Будівельні конструкції: Зб. наук. пр. – К.: НДБК. – 2003. – вип. 58. – С. 84 – 89.
9. Постернак С.А., Олейник Н.В., Постернак И.М. Влияние количества и качества наполнителя на прочность и деформативность бетонных призм // Вісник ОДАБА. Вип. 9, - Одесса, 2003. – с. 163 – 168.
10. Постернак С.А., Трепцинообразование железобетонных изгибаемых элементов с учетом технологической поврежденности // Вісник ОДАБА. Вип. 10, - Одесса, 2003. – с. 149 – 155.