

**ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОВРЕЖДЕННОСТИ
НА РАБОТУ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗГИБАЕМЫХ
ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ МАЛОЦИКЛОВОМ НАГРУЖЕНИИ**

Бреднёв А.М., Мурашко А.В., Бондаренко А.С. *(Одесская государственная академия строительства и архитектуры)*

В статье показана работа изгибаемых железобетонных элементов в зависимости от технологической поврежденности по результатам испытания балок на малоцикловою поперечный изгиб

Малоцикловые нагрузки часто встречаются на практике в период строительства и эксплуатации, как отдельных конструкций, так и целых сооружений. Малоцикловыми загрузками можно считать ветровые и снеговые максимальной интенсивности, сейсмические, волновые, аварийные и другие подобные нагрузки, причем они носят всегда случайный характер и заранее нельзя знать сколько раз за время эксплуатации конструкция будет подвергаться таким воздействиям. В структуре бетона такие нагрузки вызывают изменение прочностных и деформативных свойств.

В наших исследованиях прочностные и деформативные характеристики бетона при малоцикловых воздействиях рассматривались в зависимости от технологической поврежденности [3]. Технологические трещины – это составная часть структуры материалов, что во многом определяет как физико-механические свойства материала, так и конструкции из него. В свою очередь, поврежденность готового материала зависит от зарождения и развития технологических дефектов на различных уровнях структурных неоднородностей. Свойства композиционных строительных конструкций определяются видом, количеством и ориентированием дефектов, образовавшихся в теле бетона в период его производства. Оценить влияние начальных дефектов на работу железобетонных конструкций возможно с положений технологической поврежденности.

Количественно оценить технологическую поврежденность можно по коэффициентам поврежденности. В статье приводится анализ влияния коэффициента технологической поврежденности измеренного на железобетонных балках(120x10x15см) по площади 15x15см (в экспе-

рименте также измерялись коэффициенты по линиям длиной 15 и 29,5 см, соответственно, в поперечном и наклонном, от точки приложения нагрузки к опоре, направлениях в силу сходного влияния их значения не приводятся).

В рамках исследования было испытано 3 серии железобетонных балок. Все балки были изготовлены из бетона одного состава, но в несколько разных замесов, армирование по сериям соответственно 2Ø8, 2Ø10, 2Ø12. Различную степень их технологической поврежденности можно объяснить армированием и влиянием случайных технологических факторов, таких как незначительное отличие в массе исходных компонентов между замесами и время вибрирования образцов. Все балки к моменту испытания имели одинаковый возраст. Загружение производилось за 12 циклов нагрузкой 0.85 от ожидаемой разрушающей, после чего образцы доводились до разрушения. Выдержка производилась в течении 10 мин. затем осуществлялась полная разгрузка. Количество циклов и уровень загрузки принят по [1].

По экспериментальным данным (Q_{exp} , ϕ_{b4} , $K_{пл}$) было получено множество точек, по которым выполнен парный регрессионный анализ второго порядка в соответствии с [4,5], в результате которого получены квадратичные математические модели парной зависимости вида:

$$y = a + bx + cx^2 \quad (1)$$

Коэффициенты квадратичного уравнения a , b , c находили, решая систему трех нормальных уравнений с тремя неизвестными при помощи ЭВМ в табличной форме:

$$\begin{aligned} \sum y &= an + b\sum x + c\sum x^2 \\ \sum xy &= a\sum x + b\sum x^2 + c\sum x^3 \\ \sum x^2y &= a\sum x^2 + b\sum x^3 + c\sum x^4 \end{aligned} \quad (2)$$

Затем записывали и наносили на множество точек кривые зависимостей.

Для проверки значимости уравнений регрессии в целом с использованием F – критерия Фишера

$$F = \frac{S_y^2}{S_{ост}^2} > F_t(5, 4, 5\%) = 6.26 \quad (3)$$

На рис. 1 приведена зависимость относительной несущей способности бетона от технологической поврежденности. При росте $K_{пл}$ от 0.761 до 0,920 см/см² относительная несущая способность бетона уменьшается от 1,084 до 1,226, на 13.1%. Максимальное отклонение экспериментальных значений от графика 2,19%, адекватность квадратичного уравнения проверяем по критерию Фишера $F=6,6$;

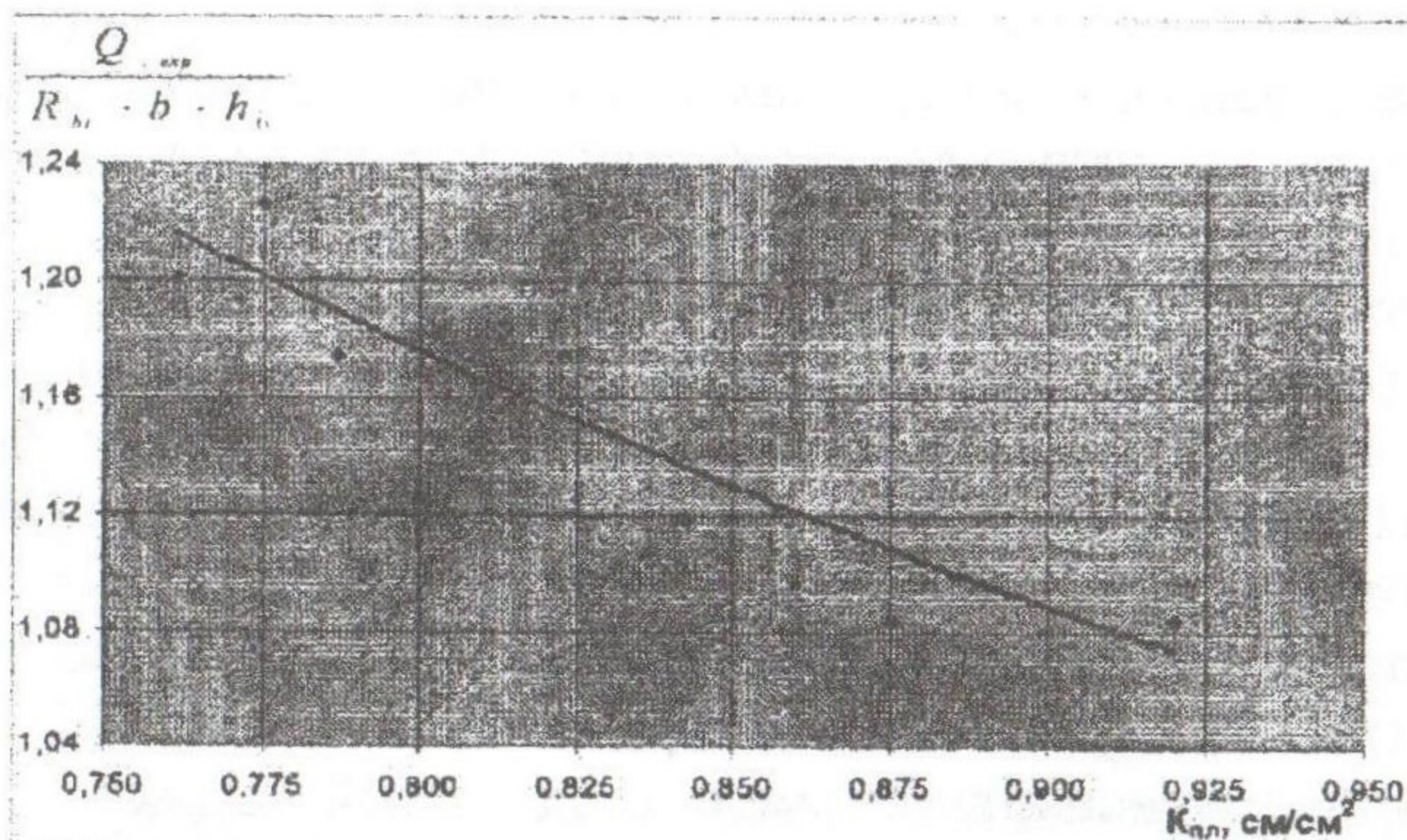


Рис. 1. Влияние технологической повреждённости на величину относительной несущей способности бетона

На рис. 2 приведена зависимость коэффициента ϕ_{b4} от технологической повреждённости. При росте K_{nl} от 1,084 до 1,226, коэффициент ϕ_{b4} увеличивается от 1.73 до 2.01 на 16,3%. Максимальное отклонение экспериментальных значений от графика 2,35%, адекватность квадратичного уравнения проверяем по критерию Фишера $F=9,58$;

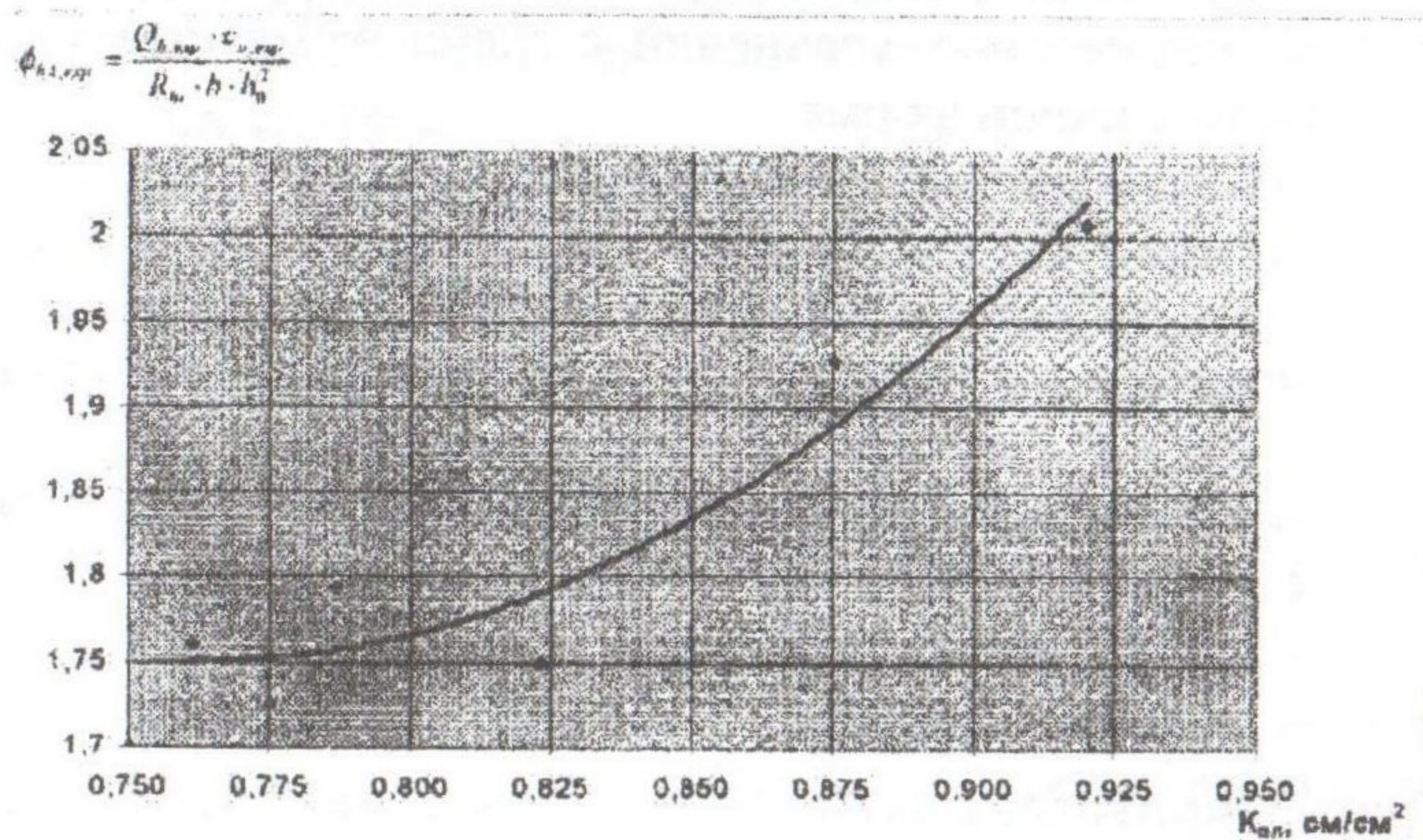


Рис. 2. Влияние технологической повреждённости на величину коэффициента ϕ_{b4}

Сопоставление экспериментальных и теоретических величин разрушающих усилий опытных балок показало, что между ними имеют место расхождения, достигающие до 50% (табл. 1). В связи с этим влияние на величину относительной несущей способности бетона техноло-

гической поврежденности. Величины относительной несущей способности балок приведены в табл. 1.

Таблица 1

Марка балки	Q_{exp}, H	$\frac{Q_{exp}}{R_{bt} \cdot b \cdot h_0}$	$\frac{Q^{СНиП}}{H}$	$\varepsilon, \%$	$\phi_{b4,exp} = \frac{Q_{b,exp} \cdot c_{o,exp}}{R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2}$	$\phi_{b4}^{СНиП}$	$\varepsilon, \%$
1	2	3	4	5	6	7	8
Б1-1	23000	1,17	12012	47,8	1,8	1,5	16,3
Б1-2	23500	1,20	12012	48,9	1,8	1,5	14,8
Б2-1	24000	1,08	13586	43,4	1,9	1,5	22,2
Б2-2	24000	1,08	13586	43,4	2,0	1,5	25,3
Б3-1	23000	1,17	12012	47,8	1,7	1,5	14,3
Б3-2	24000	1,23	12012	50,0	1,7	1,5	13,1

В известной формуле (84) СНиП 2.03.01-84* для определения усилия Q_b , воспринимаемого бетоном сжатой зоны над вершиной наклонной трещины в балках без хомутов в качестве прочностной характеристики используется прочность бетона на осевое растяжение R_{bt} . В дальнейших исследованиях, при обработке данных по опытным балкам использовалась величина R_{bt} , рекомендуемая СНиП в зависимости от прочности бетона на осевое сжатие.

Расчётные разрушающие усилия для опытных балок определялись по формуле (84) СНиП 2.03.01 – 84* с использованием рекомендуемого нормами коэффициента $\phi_{b4}=1,5$ для балок без поперечной арматуры. Сопоставление расчётных и опытных разрушающих усилий показало, что имеют место расхождения в сторону занижения расчётом несущей способности балок. В связи с этим был проведен анализ коэффициента ϕ_{b4} , который определялся по формуле:

$$\phi_{b4} = \frac{Q_{b,exp} \cdot c_{o,exp}}{R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2} \quad (4)$$

где $c_{o,exp}$ – экспериментальная длина проекции критической наклонной трещины, которая измерялась непосредственно на балке после разрушения. По рекомендации В.С.Дорофеева [3] за величину $c_{o,exp}$ прини-

малась проекция первоначально появившейся трещины, без учёта раздробленного участка бетона вдоль продольной арматуры от начала трещины до опоры, поскольку его учёт может привести к искусственному завышению проекции наклонной трещины, а, следовательно, и коэффициента ϕ_{b4} (табл. 1). В данной статье изучается влияние на величину коэффициента ϕ_{b4} технологической повреждённости бетона.

Выводы

1. Исследованиями выявлено, что технологическая повреждённость влияет на относительную несущую способность бетона и на величину коэффициента ϕ_{b4} .

2. С увеличением технологической повреждённости относительная несущая способность бетона уменьшается, а коэффициент ϕ_{b4} увеличивается.

3. Изменение технологической повреждённости позволяет изменять в довольно широких пределах прочностные характеристики бетона, что позволяет более полно использовать потенциальные свойства бетона.

Литература

1. Бабич Е.М., Погореляк А.П., Прочность бетона после действия малоцикловой сжимающей нагрузки. - Известия ВУЗов. Серия Строительство и архитектура -1976г., №4.с. 33-36

2. Берг О.Я. Физические основы теории прочности бетона и железобетона. -М., Госстройиздат, 1961. - 96с.

3. Дорофеев В.С., Выровой В.Н., Технологическая поврежденность строительных материалов и конструкций. - Одесса: ИМК «Город мастеров», 1998. - 165с.

4. Кассандрова О.Н., Лебедев В.В. Обработка результатов наблюдений. - М.: Наука, 1970. - 104с.

5. Львовский Л.Е. Статистическое построение эмпирических формул: Учеб. пособие. - М.: Высш. школа, 1982. - 224с.