

## НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК С ПОСТОЯННЫМ И ПЕРЕМЕННЫМ ПО ДЛИНЕ ПОПЕРЕЧНЫМ СЕЧЕНИЕМ

Пушкарь Н. В. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)

**В статье приведены результаты экспериментально-теоретических исследований несущей способности железобетонных балок с постоянным и переменным по длине поперечным сечением.**

В связи с широким использованием в строительстве бетонных и железобетонных конструкций актуальным остаётся вопрос экономии материальных ресурсов при одновременном обеспечении надёжности конструкций. Представляет интерес вопрос экономии материалов и за счёт уменьшения формы поперечного сечения элементов конструкций. Нами была поставлена задача изучить влияние формы поперечного сечения на несущую способность железобетонных изгибаемых элементов.

В лаборатории железобетонных и каменных конструкций были испытаны на изгиб две серии железобетонных балок. Первая (В) – с постоянным поперечным сечением  $b \times h = 10 \times 15$  см, вторая (Г) – с переменным по длине поперечным сечением: в середине пролёта –  $b \times h_{cp} = 10 \times 15$  см, в торцах –  $b \times h_{кр} = 10 \times 10$  см, длина балок – 120 см. В пределах каждой серии были приняты разные схемы поперечного армирования, но одинаковый процент продольного армирования – 0,75%.

Схемы армирования балок серии В представлены в [1], серии Г – на рис. 1. Схемы испытания и установки приборов приведены в [2], несущая способность опытных балок – в табл. 1.

В балках серии В первые нормальные трещины появились в зоне чистого изгиба при нагрузках  $(0,2 \dots 0,3)M_u$ . На начальных этапах загрузки они все развивались по траекториям технологических трещин до высоты  $(0,15 \dots 0,22)h_0$ , при дальнейшем нагружении до  $(0,4 \dots 0,7)M_u$  – вертикально, уже пересекая технологические блоки. При нагрузках

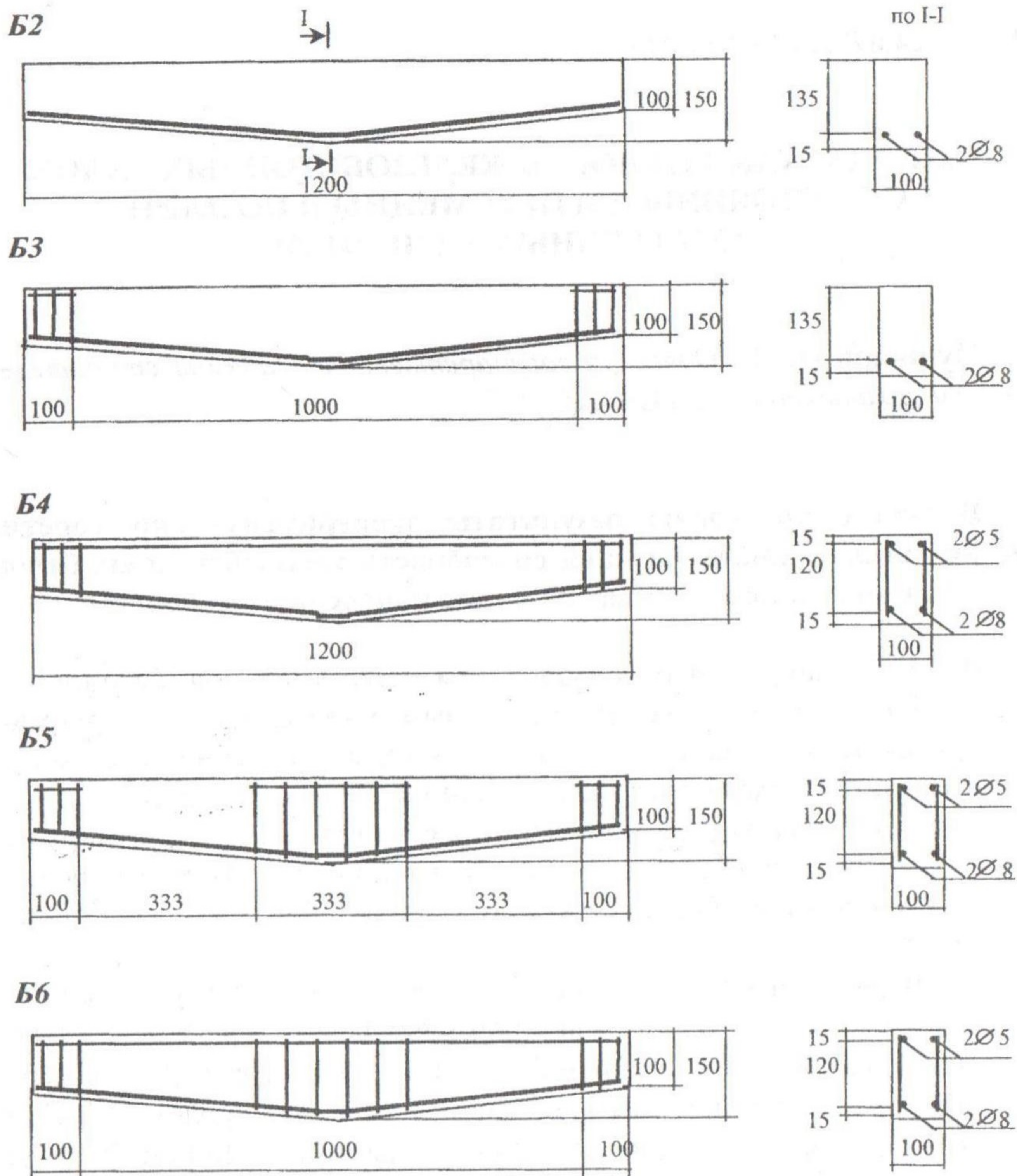


Рис. 1. Схемы армирования балок серии Г.

(0,4...0,6) $Q_u$  возникли нормальные трещины в “пролёте среза”, которые развивались по направлению к грузам, по одной из таких трещин в дальнейшем происходило разрушение. При нагрузках (0,91...0,97) $M_u$  наблюдалась наибольшая высота нормальных трещин вблизи сечений передачи нагрузки – (0,67...0,93) $h_0$ . Все балки серии В разрушились по наклонному сечению от раздробления бетона над вершиной критиче-

ской наклонной трещины, кроме балки В-Б5, которая разрушилась по нормальному сечению.

### Несущая способность экспериментальных балок

Таблица 1

Марка балки	$c_{экс}/h_0$	$Q_{b, экс}, т$	$\frac{Q_{b, экс}}{R_{bt} \cdot b \cdot h_0}$	$\phi_{b4, экс} = \frac{Q_{b, экс} \cdot c_{экс}}{R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2}$
1	2	3	4	5
В-Б2	0,593	2	0,801	0,474
В-Б3	0,889	2	0,801	0,712
В-Б4	0,741	1,54	0,617	0,457
В-Б6	0,815	1,63	0,653	0,532
Г-Б2	3,027	1,49	0,645	1,953
Г-Б3	3,027	1,32	0,649	1,964
Г-Б4	1,481	1,6	0,693	1,259
Г-Б5	2,364	1,66	0,816	1,928
Г-Б6	2,091	1,88	0,814	1,702

В балках серии Г первые нормальные трещины появились в зоне чистого изгиба, под грузами и, частично, в “пролёте среза” при нагрузках  $(0,13...0,45)M_u$ . До высоты  $(0,15...0,22)h_0$  они также развивались вертикально по траекториям технологических трещин, при больших нагрузках – стали пересекать технологические блоки. При дальнейшем увеличении нагрузки, вплоть до разрушения балок продолжали возникать нормальные трещины в зоне чистого изгиба, под грузами и в “пролёте среза”. Трещины в зоне чистого изгиба и вблизи сечений передачи нагрузки развивались вертикально, нормальные трещины, возникшие в “пролёте среза”, – под наклоном к грузам. Наибольшее развитие в процессе загрузения получили трещины вблизи точек приложения силы, максимальная высота составила  $(0,64...0,84)h_0$ . Все балки серии Г разрушились по наклонному сечению от “среза” бетона над вершиной критической наклонной трещины.

Таким образом, балки с различной формой поперечного сечения разрушаются по разным схемам. Величина предельной поперечной силы для балок с постоянным сечением составила 1,54...2 т, для балок с переменным сечением – 1,32...1,88 т (на 6...17% меньше). Относи-

тельная проекция критической наклонной трещины, соответственно, 0,593...0,889 и 1,48...3,027 (у балок с переменным сечением — в 2,5...3,4 раза больше).

Произведен анализ величины относительной несущей способности опытных балок.

В балках серии В величина относительной несущей способности изменяется от 0,617 до 0,801 (на 30%). При постепенном насыщении балок поперечной арматурой наблюдается снижение несущей способности от 0,83 до 0,63 (на 24%), максимальное отклонение составило 9,3%.

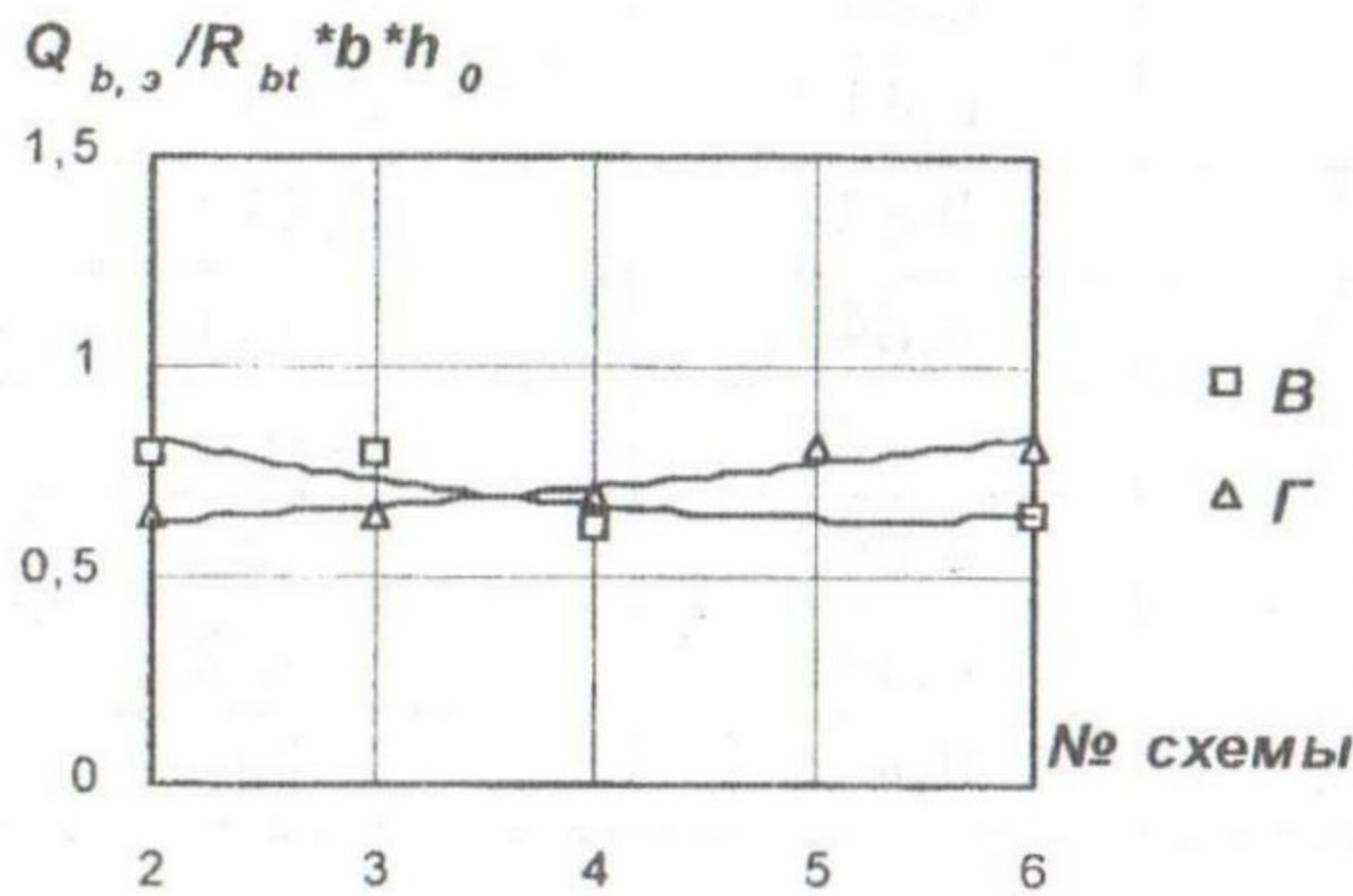


Рис. 2. Влияние степени насыщения балок поперечной арматурой на величину относительной несущей способности бетона.



Рис. 3. Влияние формы поперечного сечения балок на величину относительной несущей способности бетона.

Для балок серии Г значения относительной несущей способности — 0,645...0,816 (изменение в пределах 26%), как видно из рис. 2, пределы средней несущей способности балок те же, что и для серии В, только происходит её рост от 0,63 до 0,83 (на 24%), наибольшее отклонение от графика составляет 6,4%.

При переходе от балок с постоянным поперечным сечением к балкам с переменным поперечным сечением средняя величина относительной несущей способности не изменяется и составляет 0,725 при наибольшем отклонении от графика 14,4% (рис. 3).

#### Выводы:

1. Форма поперечного сечения влияет на схему разрушения балок.

2. С увеличением в балках количества поперечной арматуры в балках с постоянным по длине сечением наблюдается снижение несущей способности на 24%, в балках с переменным сечением – её увеличение на 24%.

3. При переходе от балок с постоянным поперечным сечением к балкам с переменным сечением (уменьшение объёма бетона на 17%) величина относительной несущей способности не изменяется.

### Литература

1. Дорофеев В.С., Левченко Н.В., Пушкарь Н.В. Несущая способность технологически повреждённых железобетонных балок. Вісник ОДАБА. Одесса, ВМК “Місто майстрів”, 2000 р., – 184 с.

2. Пушкарь Н.В. Деформации железобетонных балок при различном насыщении поперечной арматурой. Вісник ОДАБА. Одесса, ВМК “Місто майстрів”, 2001 р., – 188 с.