

РАСЧЕТ ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК, УСИЛЕННЫХ НАРАЩИВАНИЕМ.

Яременко Е.А., Ковров А.В., Филин О.В. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)

Предложена методика расчета деформаций и прочности балок усиленных наращиванием. Методика основана на полных диаграммах « σ - ϵ » для бетона и арматуры.

В 1937-1938 гг. И.М. Литвиновым [1], [2] в ЦНИПСМ проводились испытания балок двух серий, усиленных наращиваниями снизу либо сверху, как это представлено на рис. 1 по методике им же предложенной.

Для анализа взяты опытные данные И.М. Литвинова по балкам, изготовленным из бетона и арматуры с низкой прочностью, поскольку: во-первых они отличаются объемом и качеством результатов испытаний, во-вторых изучается усиление конструкций старых зданий.

Было испытано 48 балок пролетом 150 см сечением 15x12 см, доводимых наращиванием до сечения 25x12 см. Первая серия состояла из 22 балок.

Все балки, усиленные в растянутой зоне (рис.1, в), дали при разрушении примерно одинаковые результаты, а именно: превысили несущую способность контрольных монолитных балок (рис. 1, б) сечением 25x12 см на 7%. По отношению к первоначальной несущей способности этих балок без наращивания их несущая способность возросла в 4,3 раза.

Наращивание балок в сжатой зоне (рис. 1, г) с неизменной растянутой арматурой усиливаемого элемента при доведении их до разрушения также показало эффективность такого способа усиления и возможность полного использования существующей арматуры при новой высоте сечения.

Была проведена серия опытов, когда производилось наращивание первоначально разрушенных балок. Эти опыты показали полную возможность производить восстановление разрушенного элемента путем наращивания, так как несущая способность опытных балок была не ниже таких же наращенных, но неразрушенных балок.

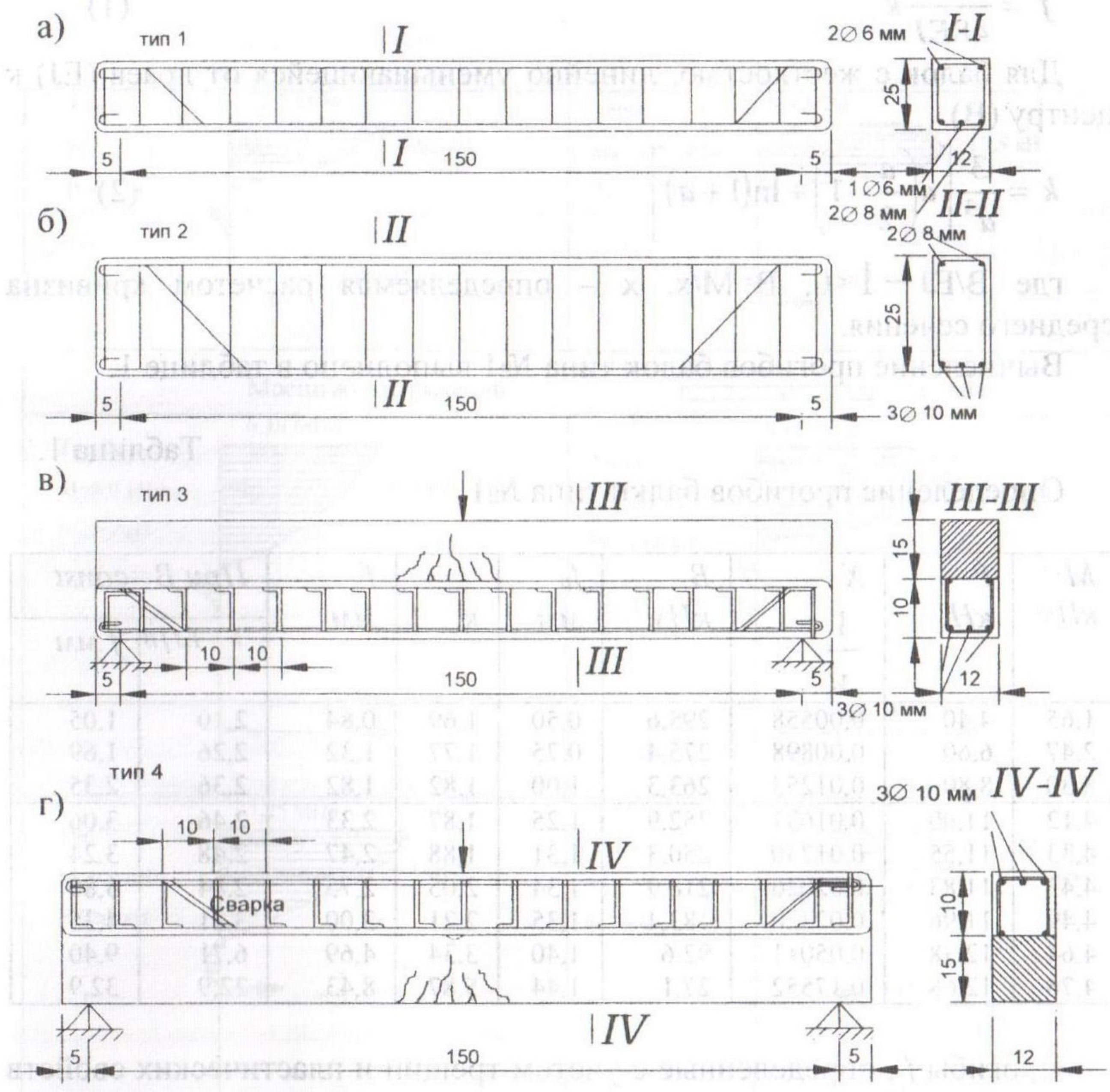


Рис. 1. Экспериментальные балки при усилении наращиванием

Расчет сечений описанных выше балок выполнен по методике и программе, разработанным в НИИЖБе* [3], [4]. Авторами они приспособлены и применены для расчета наращенных сечений балок при изгибе, каменных и армокаменных сечений при внецентренном сжатии.

Прогибы для балки, загруженной посередине пролета силой P определяли по формуле, полученной из интеграла Мора:

$$f = \frac{Pl^3}{48EJ} k \quad (1)$$

Для балок с жесткостью, линейно уменьшающейся от краев (EJ) к центру (B)

$$k = \frac{3}{a^3} \left[a \left(\frac{a}{2} - 1 \right) + \ln(1 + a) \right] \quad (2)$$

где $B/EJ - 1 < 0$, $B=M/x$. x – определяемая расчетом кривизна среднего сечения.

Вычисление прогибов балок типа №1 выполнено в таблице 1.

Таблица 1.

Определение прогибов балки типа №1.

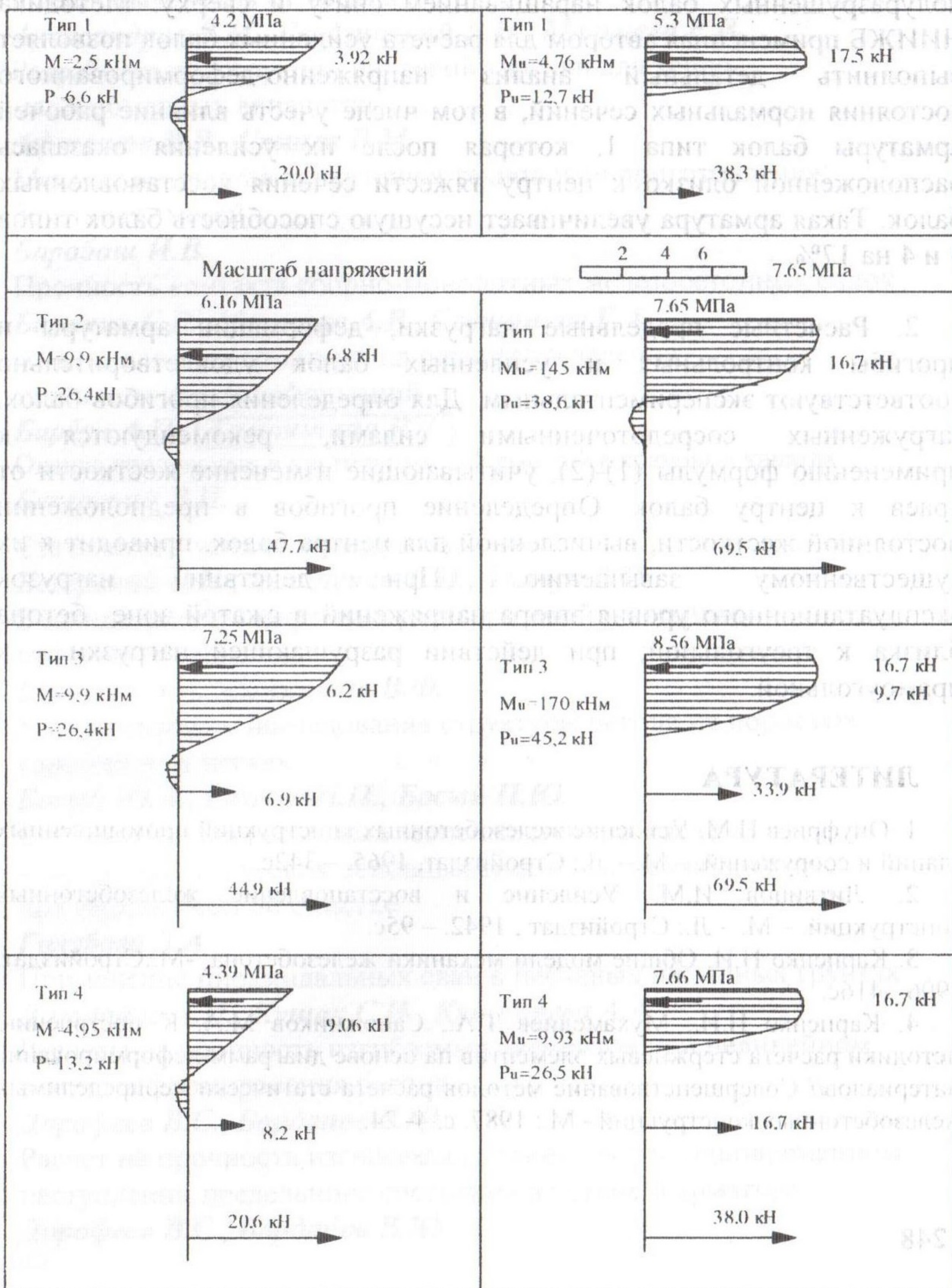
M кНм	P кН	X 1 м	B кНм ²	f ₀ мм	k	f мм	При B=const	
							k = EJ/B	f мм
1,65	4,40	0,00558	295,6	0,50	1,69	0,84	2,10	1,05
2,47	6,60	0,00898	275,4	0,75	1,77	1,32	2,26	1,69
3,30	8,80	0,01253	263,3	1,00	1,82	1,82	2,36	2,35
4,12	11,00	0,01631	252,9	1,25	1,87	2,33	2,46	3,06
4,33	11,55	0,01730	250,3	1,31	1,88	2,47	2,48	3,24
4,43	11,83	0,02026	218,9	1,34	2,05	2,75	2,84	3,80
4,49	11,96	0,02320	183,4	1,35	2,21	3,00	3,21	4,35
4,64	12,38	0,05011	92,6	1,40	3,34	4,69	6,71	9,40
4,76	12,68	0,17552	27,1	1,44	5,87	8,43	22,9	32,9

Прогибы f , определенные с учетом трещин и пластических свойств материалов в зависимости от уровня нагрузки, увеличиваются, по сравнению с «упругими» f_0 в 1,69 - 5,87 раз. Определение прогибов, в предположении постоянной минимальной жесткости, приводит к их существенному завышению.

Эпюры напряжений в бетоне (в МПа) и усилий в арматуре (в кН) для балок всех типов и двух уровней нагружения, приведены в таблице 1.

Отчетливо видно, что при нагрузках эксплуатационного уровня эпюра напряжений в сжатой зоне бетона близка к треугольной, а для разрушающих нагрузок – к прямоугольной. Методика позволяет учесть влияние арматуры, вынужденно расположенной примерно посередине высоты сечения.

Таблица 2.



ВЫВОДЫ

1. И.М. Литвиновым доказана эффективность усиления полуразрушенных балок наращиванием снизу и сверху. Методика НИИЖБ примененная автором для расчета усиленных балок позволяет выполнить детальный анализ напряженно-деформированного состояния нормальных сечений, в том числе учесть влияние рабочей арматуры балок типа 1, которая после их усиления оказалась расположенной близко к центру тяжести сечения восстановленных балок. Такая арматура увеличивает несущую способность балок типов 3 и 4 на 17%.

2. Расчетные предельные нагрузки, деформации арматуры и прогибы контрольных и усиленных балок удовлетворительно соответствуют экспериментальным. Для определения прогибов балок, нагруженных сосредоточенными силами, рекомендуются к применению формулы (1)-(2), учитывающие изменение жесткости от краев к центру балок. Определение прогибов в предположении постоянной жесткости, вычисленной для центра балок, приводит к их существенному завышению. При действии нагрузок эксплуатационного уровня эпюра напряжений в сжатой зоне бетона близка к треугольной; при действии разрушающей нагрузки – к прямоугольной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Онуфриев Н.М. Усиление железобетонных конструкций промышленных зданий и сооружений. – М. – Л.: Стройиздат, 1965. – 342с.
2. Литвинов И.М. Усиление и восстановление железобетонных конструкций. – М. – Л.: Стройиздат, 1942. – 95с.
3. Карпенко Н.И. Общие модели механики железобетона. -М.:Стройиздат, 1996. -416с.
4. Карпенко Н.И., Мухамедиев Т.А., Сапожников М.А. К построению методики расчета стержневых элементов на основе диаграмм деформирования материалов// Совершенствование методов расчета статически неопределимых железобетонных конструкций - М.: 1987. с. 4- 24.