

ЛИТЕРАТУРА

1. H. Levy, A. G. Forsdyke, Proc. Royal Soc., A 111, 1927, pp. 594—604.
2. H. Levy, A. H. Forsdyke, Proc. Royal Soc., A 120, 1928, pp. 670—990.
3. Н. Е. Жуковский. Избранные сочинения, т. 2, 1948, стр. 199.
4. Brillouin, Recherches reventes sur diverses questions d'Hydrodynamique, 1891.
5. А. С. Губсон, Гидравлика и ее приложения, 1934, стр. 93

Р. Г. АЗАРЯН, А. А. БАБЛЯН

К ВОПРОСУ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ И ПРОЧНОСТИ
НАКЛОННЫХ СЕЧЕНИИ БАЛОК ИЗ ЛЕГКОГО
ЖЕЛЕЗОБЕТОНА ПРИ ОТСУТСТВИИ ПОПЕРЕЧНОЙ
АРМАТУРЫ

Исследования прочности наклонных сечений изгибаемых железобетонных элементов из легких бетонов на естественных пористых заполнителях, насколько авторам известно, никем не производились. Между тем вопрос этот имеет важное значение при определении прочности и трещиностойкости изгибаемых элементов. В связи с этим в лаборатории сопротивления железобетона АН СМ по затронутому вопросу авторами в 1967 году были начаты систематические исследования. В статье приведены результаты первой серии опытов над 16-ю железобетонными балками из бетонов марок 250 и 350 на литондной пемзе.

Все балки имели размеры $200 \times 24 \times 15$ см и были армированы только продольной рабочей арматурой из стали класса А-III, диаметром 14 и 18 мм. Балки были испытаны на изгиб на 50-тонной универсальной машине ГРМ-1 по схеме, показанной на рис. 1. Одновременно по известной методике были испытаны контрольные бетонные кубы и призмы, а также образцы арматурных стержней для определения упруго-пластических и прочностных характеристик бетона и арматуры.

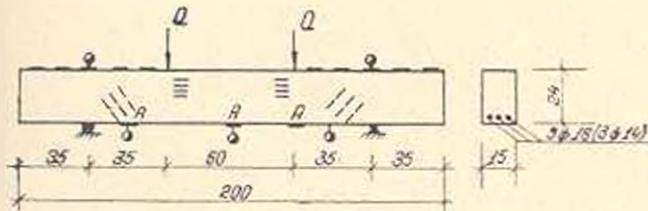


Рис. 1. Схема испытания балки: — датчики на бетоне;
А — датчики на арматуре; B — индикаторы.

Испытания проводились с целью изучения влияния продольного армирования на процесс образования и развития наклонных трещин и характера разрушения по этим трещинам балок из легкого бетона. Появление и развитие наклонных трещин в ходе испытаний фиксировалось визуально и микроскопом с ценой деления 0,05 мм. Деформации бетона и арматуры замерялись тензодатчиками сопротивления, приклеенными к

поверхности бетона (база 50 мм) и к обнаженной арматуре (база 20 мм). Прогобы балок в 3-х точках замерялись мессурами с погрешностью 0,01 мм.

Характеристики опытных балок и основные результаты прямых измерений приведены в табл. 1.

Первые наклонные трещины появились примерно на уровне нейтральной оси — посредине пролета среза — при $Q_{1п} = (0,4 - 0,6) Q_{раз}$. При дальнейшем увеличении нагрузки в большинстве случаев рядом с первой трещиной появлялись новые. Одна из этих трещин, чаще первая, развивалась интенсивно по направлению от силы к опоре и в дальнейшем по этой же трещине происходило разрушение элемента. Здесь же необходимо отметить, что в большинстве балок, в бетоне, над опорами, при $Q > 0,7 Q_{раз}$, появились вертикальные трещины, которые с увеличением нагрузки интенсивно развивались. Появление и развитие вертикальных трещин отмечено также в [1]. Это, по-видимому, является следствием внецентренного обжатия бетона консольных участков балок за счет растягивающих усилий в арматуре.

Результаты испытаний показывают, что нагрузка, при которой появляется первая наклонная трещина, зависит от марки бетона и не зависит от процента армирования и однако, на дальнейшее развитие трещины последний фактор влияет в значительно большей мере. Чем больше процент армирования, тем меньше ширина раскрытия трещин на уровне оси арматуры. По результатам проведенных испытаний первые наклонные трещины в балках появились при усилиях

$$Q_{1п} = k_1 R_p b h_0, \quad (1)$$

где величина k_1 в опытах колебалась в пределах 0,86 - 0,9.

Разрушение балок по наклонным сечениям в основном происходило вследствие среза бетона сжатой зоны по направлению наклонной трещины. Разрушение носило хрупкий характер. В некоторых балках (Б-1—5, Б-1—11 и др) наблюдалось существенное развитие надопорных вертикальных трещин, однако, при этом заметного снижения прочности по наклонным сечениям не наблюдалось.

Согласно действующим нормативным положениям [2] прочность наклонных сечений при отсутствии поперечной арматуры зависит только от проекции предельного усилия в бетоне

$$Q_{01} = Q_0 = \frac{k_2 R_b b h_0^2}{C}, \quad (2)$$

где C — проекция длины наклонного сечения на ось элемента; k_2 — эмпирический коэффициент, который при тяжелом бетоне независимо от марки бетона и других характеристик элемента принимается равным 0,15. Опытные величины k_2 для испытанных балок представлены в табл. 1. Результаты испытаний показывают, что для легкого бетона на литой немзе величина k_2 существенно ниже нормированной величины $k_2 = 0,15$. Результаты проведенных испытаний подтверждают [3] в ог-

Таблица 1

Группы блок	Шифр блок	R_k с.м	R_k кг/см ²	$R_{пр}$ кг/см ²	R_p кг/см ²	R_n кг/см ²	F_n с.м ²	α %	C с.м	$Q_{пр}$ т	$Q_{пр1}$ т	k_1	$\frac{Q_{пр}}{R_p b h_0}$	α_1	$\frac{Q_n C}{R_n b h_0}$	α_2	$\frac{Q_6 C}{R_n b h_0}$
I	Б-1-1	21,7	251	196	14,0	216	7,63	2,3	21,0	4,00	10,0	0,87	0,136	0,150			
	Б-1-2	22,0							25,0	4,25	8,5				0,89	0,132	0,145
	Б-1-3	21,6							29,0	4,00	7,0				0,88	0,134	0,147
	Б-1-4	21,8							21,0	1,00	10,0				0,86	0,135	0,149
II	Б-1-5	21,7	358	280	16,2	312	7,63	2,3	21,5	4,75	11,2	0,90	0,109	0,122			
	Б-1-6	21,9							21,0	5,00	12,1				0,92	0,111	0,123
	Б-1-7	21,9							26,0	5,00	12,0				0,89	0,133	0,148
	Б-1-8	21,6							24,0	4,75	12,0				0,87	0,128	0,143
III	Б-1-9	21,5	358	280	16,2	312	4,62	1,4	26,0	4,75	8,7	0,89	0,103	0,116			
	Б-1-10	22,0							25,0	4,75	8,5				0,88	0,093	0,104
	Б-1-11	22,2							25,0	4,75	10,1				0,89	0,109	0,122
	Б-1-12	21,9							28,0	4,25	8,0				0,86	0,097	0,108
IV	Б-1-13	22,3	275	212	14,5	238	4,62	1,4	29,0	4,50	6,0	0,89	0,094	0,105			
	Б-1-14	22,3							24,0	4,50	9,3				0,89	0,123	0,138
	Б-1-15	22,4							23,0	4,50	9,4				0,88	0,118	0,132
	Б-1-16	22,2							23,0	4,25	10,5				0,87	0,136	0,153

ношении того, что с повышением марки бетона величина коэффициента λ_x уменьшится; продольная арматура участвует в восприятии поперечных сил, действующих в пределах наклонного сечения.

Для надежной работы изгибаемых элементов по наклонным сечениям, кроме надлежащей анкеровки продольной арматуры необходимо устранить опасность развития вертикальных трещин в надопорных участках при его свободном опирании. С этой целью в опорной зоне балок (рис. 2) следует предусмотреть продольную арматуру, которая при наличии поперечной арматуры необходима и для монтажных целей.

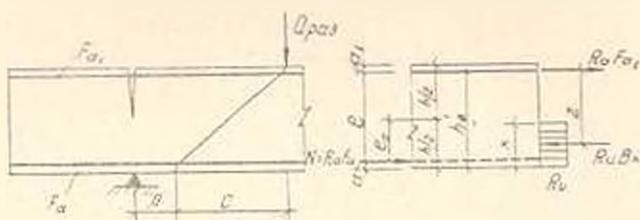


Рис. 2. Схема образования трещины вследствие внецентренного обжатия бетона.

Расчет сечения верхней продольной арматуры F_{a1} можно произвести в предположении внецентренного сжатия заопорной части балки.

Авторы выражают благодарность В. В. Пинадзяну за ценные советы, учтенные ими при проведении экспериментов.

АИСМ

Поступило 3.IX.1969.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Попович Н. А., Школьный И. А. Вопросы прочности и жесткости изгибаемых элементов при нарушении сцепления арматуры с бетоном. Тр. ХИИИ, вып. 21 Харьков, 1962.
2. Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования. СНиП II-V. 1—62.
3. Боршианский М. С. Расчет отогнутых стержней и хомутов в изгибаемых железобетонных элементах по стадии разрушения. М., 1946.

Л. С. ШАКАРЯН

О КОЭФФИЦИЕНТЕ ψ_x ДЛЯ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

При подсчете жесткости изгибаемых элементов неравномерность распределения деформаций крайней сжатой грани бетона учитывается, согласно [1], введением коэффициента ψ_x определяемого отношением средних деформаций бетона на участке между трещинами к деформациям бетона в сечении с трещиной. Экспериментальные исследования, проведенные с изгибаемыми и внецентренно сжатыми элементами на тяжелых бетонах предварительно напряженных и с обычным армированием [2], выявили что значения коэффициента ψ_x находятся в пределах от 0,8 до 1,0.