

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

В. А. КАРАПЕТЯН

К ВОПРОСУ ГРАНИЦЫ АРМИРОВАНИЯ ИЗГИБАЕМЫХ
ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ ЛЕГКОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА
НА ЛИТОНДНОЙ ПЕМЗЕ*

В [1—3] приводятся результаты исследования вопросов предельного армирования изгибаемых, а также внецентренно сжатых элементов из тяжелого бетона.

В статье приводятся результаты экспериментального исследования влияния легкого бетона марок 200—350 на величину параметра $\frac{\sigma_{\text{т}}}{R}$ ($\sigma_{\text{т}}$ — предел текучести арматуры, R — характеристика прочности бетона, μ — коэффициент армирования сечения), характеризующего границу предельного армирования сечения.

Исследованию подвергались балки, изготовленные из бетона на литондной пемзе Джраберского месторождения. В качестве рабочей арматуры применялась горячекатаная сталь периодического профиля марки 35 ГС. Одновременно для сопоставления результатов были испытаны балки из тяжелого бетона на базальтовом щебне. Всего было испытано 20 балок, из коих 18 из легкого и остальные из тяжелого бетона. Кубиковая прочность легкого бетона в образцах изменялась в пределах от 150 до 350 кг/см², а коэффициент армирования в пределах 0,0117—0,0488. Одна группа балок была спроектирована так, чтобы исчерпание их несущей способности происходило в результате текучести арматуры. Другая же группа балок характеризовалась тем, что исчерпание их несущей способности должно было наступить вследствие разрушения бетона сжатой зоны. Схема армирования балки показана на рис. 1. Арматура образцов представляла вязанный каркас. Поперечная арматура располагалась только в опорных участках для предохранения их от преждевременного разрушения. Образцы изготавливались в металлических формах. Одновременно бетонировали по две балки-близнеца. Уплотнение осуществлялось глубинным вибратором. Все образцы до 28-дневного возраста хранились во влажных опилках, а затем в испытательной станции. Для изготовления опытных образцов применялся цемент Араратского завода, активность которого к моменту приготовления бетона составляла в растворе жесткой консистенции 500 кг/см² в пластичной 400 кг/см². Составы бетонов приведены в табл. 1.

* Научный руководитель проф. В. В. Пинаджян.

Арматурная сталь испытывалась согласно ГОСТ. Определялись предел текучести, предел прочности, относительное удлинение и модуль упругости стали. Характеристики испытанных балок приведены в табл. 2. Балки испытывались под кратковременной нагрузкой по схеме, показанной на рис. 1. Измерение деформаций арматуры и бетона производилось в зоне чистого изгиба при помощи тензодатчиков сопротивления с базой 20 мм и 50 мм соответственно для арматуры и бетона.

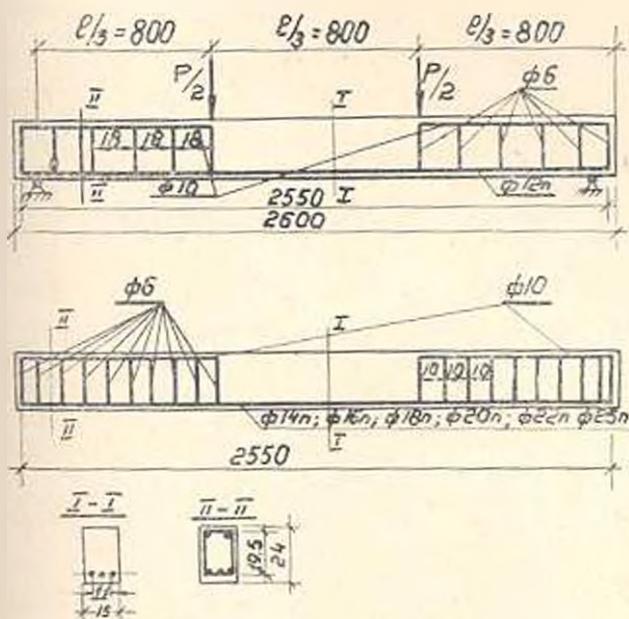


Рис. 1.

Датчики на бетоне располагались по высоте сечения и в середине пролета балки, а также в двух смежных сечениях на расстоянии 15 см от среднего сечения. Кроме того, датчики были наклеены на верхней и нижней гранях балки. Часть балок загружалась до момента появления трещин, затем они разгружались и защитный слой бетона в зоне образования трещин удалялся; арматура тщательно очищалась и на нее наклеивались датчики. Другая часть балок испытывалась с заранее оголенной на отдельных участках арматурой. Длина этих участков принималась не более 30 см, необходимой для наклеив-

Таблица 1

Серия образцов	Проектная марка бетона	Расход материалов на 1 м ³ бетона в м ³				Фактическая кубиковая прочность бетона в возрасте 28 дней
		цемент	песок	щебень	вода	
I	150	160	550	630	250	157
II	350	580	550	550	250	390

Таблица 2

№ п/п	Серия балок	Шифр балок*	Размеры сечения, см			Характеристики арматуры				Процент армирования сечения, %	Прочность бетона в момент испытания балок, кг/см ²		
			b	h	h ₀	F _a см ²	R _s кг/см ²	R _r кг/см ²	σ _с %		призматическая прочность R _{пр}	кубиковая R _{куб}	
1	I	ЛБ-1-1	15,0	24,0	20,5	3,38	1602	7200	22	1,17	180	235	
2		ЛБ-1-1'	15,0	24,0	20,5	3,38	4600	7150	22	1,17	180	235	
3		ЛБ-1-2	15,0	24,0	20,5	4,62	4200	6400	23	1,56	180	235	
4		ЛБ-1-2'	15,1	24,0	20,5	4,62	4220	6420	23	1,56	180	235	
5		ЛБ-1-3	14,9	24,0	20,5	6,03	4,00	6600	23	1,96	180	202	
6		ЛБ-1-3'	15,0	24,0	20,5	6,03	4850	6610	22	1,96	180	202	
7		ЛБ-1-4	14,7	24,2	20,5	7,63	4030	6160	22	2,19	180	202	
8		ЛБ-1-4'	15,0	23,9	20,5	7,63	4600	7180	25	2,49	180	202	
9	I ^а	ЛБ-2	15,0	21,0	20,5	14,73	4190	6820	23	4,88	192	235	
10		ЛБ-2'	15,0	23,8	20,5	14,73	4280	6700	24	4,88	192	235	
11	II	ЛБ-II-1	14,8	24,0	20,5	9,11	4200	6550	22	3,07	305	392	
12		ЛБ-II-1'	15,1	24,0	20,5	9,41	4350	6750	22	3,07	305	392	
13		ЛБ-II-2	15,0	24,0	20,5	11,10	4030	6440	23	3,71	305	392	
14		ЛБ-II-2'	14,9	24,2	20,5	11,40	4050	6480	22	3,71	305	392	
15		ЛБ-II-3	15,0	24,0	20,5	13,56	4130	6420	24	4,45	295	368	
16		ЛБ-II-3'	14,9	24,0	20,5	13,56	4100	6450	23	4,45	295	368	
17		III	ЛБ-III-23	16,0	24,0	21,6	7,63	3340	—	—	2,49	294	377
18			ЛБ-III-24	15,9	24,0	21,6	7,63	3210	—	—	2,49	294	377
19	IV	ТБ-1	15,1	24,1	20,5	6,03	1900	6710	22	1,96	260	380	
20		ТБ-2	15,0	24,0	20,5	6,03	4875	6675	23	1,96	260	380	

* ЛБ — легкий бетон; ТБ — тяжелый бетон,

** балки были пронарены.

Таблица 3

Номера балок	Вид бетона	R_b кг/см ²	$R_{пр}$ кг/см ²	μ	$\gamma_s = \frac{\sigma_{sн}}{R_s}$	$\gamma_{пр} = \frac{\sigma_{пр}}{R_{пр}}$	$\gamma_{с-а} = \frac{\sigma_{с-а}}{\sigma_T}$	$\gamma_{пр}^0 = \frac{\sigma_{пр}^0}{\sigma_T}$	Величины изгибающего момента $m \cdot m$			Характер разрушения балок
									$M_{оп}$	$M_{рас}^1$	$M_{рас}^2$	
ЛБ-1-1	Легкий бетон на литозидной пемзе	235	180	0,0117	0,23	0,31	0,28	0,37	3,48	3,07	5,85	по арматуре
ЛБ-1-1'		235	180	0,0117	0,23	0,31	0,28	0,37	3,36	3,07	5,85	то же
ЛБ-1-2		235	180	0,0156	0,28	0,36	0,32	0,41	3,60	3,62	5,85	то же
ЛБ-1-2'		235	180	0,0156	0,28	0,36	0,35	0,45	4,09	3,62	5,85	то же
ЛБ-1-3		202	180	0,0196	0,47	0,53	0,44	0,50	5,20	4,60	5,04	по бетону
ЛБ-1-3'		202	180	0,0196	0,47	0,53	0,53	0,60	5,00	4,60	5,04	по арматуре
ЛБ-1-4		202	180	0,0249	0,50	0,56	0,44	0,50	5,40	5,09	5,04	по бетону
ЛБ-1-4'		202	180	0,0249	0,55	0,63	0,40	0,52	5,67	5,09	5,04	то же
ЛБ-2		235	192	0,0488	0,87	0,92	0,45	0,59	5,20	7,10	5,80	то же
ЛБ-2'		235	192	0,0488	0,88	0,94	0,45	0,59	4,80	7,10	5,80	то же
ЛБ-11-1		392	305	0,0307	0,33	0,42	0,39	0,50	7,72	6,83	9,81	по арматуре и бетону
ЛБ-11-1'		392	305	0,0307	0,34	0,44	0,38	0,49	7,67	6,83	9,81	по арматуре
ЛБ-11-2	392	305	0,0371	0,38	0,49	0,37	0,48	8,54	8,56	9,81	по бетону	
ЛБ-11-2'	392	305	0,0371	0,38	0,49	0,37	0,48	8,80	8,56	9,81	то же	
ЛБ-11-3	362	295	0,0445	0,50	0,62	0,40	0,50	8,97	8,43	9,20	то же	
ЛБ-11-3'	368	295	0,0445	0,50	0,62	0,42	0,52	9,46	8,43	9,20	то же	
ТБ-1	тяжелый	380	260	0,0196	0,25	0,37	0,31	0,46	5,51	5,25	9,34	по арматуре
ТБ-2	бетон	380	260	0,0196	0,25	0,37	0,32	0,47	5,80	5,25	9,34	

ки тензодатчиков. Для измерения средних деформаций арматуры между трещинами к арматурным каркасам приваривались штыри. Измерение средних деформаций производилось переносной мессурой с ценой деления 0,01 мм в середине пролета и у опор балки. Образцы испытывались на гидравлическом прессе типа ГРМ-2, настроенном в зависимости от ожидаемой прочности балок на 10 и 25 т. Балки центрировались по физической оси. Нагружение их производилось ступенями, равными 0,1 от ожидаемой разрушающей нагрузки с выдержкой 15 мин на каждом этапе нагружения. Результаты проведенных испытаний представлены в табл. 3. Там же приведены расчетные величины изгибающих моментов, вычисленных по формулам [4]:

$$M_{пр}^1 = R_n b h_0^2 \alpha (1 - 0,5 \alpha), \quad (1)$$

$$M_{пр}^2 = 0,4 b h_0^2 R_n, \quad (2)$$

где $\alpha = \frac{\sigma_s F_s}{b h_0 R_n}$

В наших вычислениях было принято $R_n = 1,1 R_{пр}$.

Анализ данных, приведенных в табл. 3, показывает, что одновременное разрушение балок по бетону и арматуре при легком бетоне М 200 произошло в случае, когда $\alpha_1 = \frac{\sigma_s}{R_n}$ равно 0,47 или при

$$\alpha_{пр} = \frac{\sigma_s}{R_{пр}}, \text{ равным } 0,53. \text{ В графиках 8 и 9 приведены значения } \alpha_1 \text{ и } \alpha_0,$$

полученные в результате прямых измерений напряжений в арматуре σ_s при разрушении балки, несколько отличающихся от величины σ_r — предела текучести арматуры. Нетрудно заметить, что между величинами α_1 , $\alpha_{пр}$ и соответствующими величинами α_0^1 и α_0^2 в случае одновременного исчерпания прочности арматуры и бетона расхождение невелико.

По результатам проведенных испытаний рекомендуется для изгибаемых элементов из легкого железобетона на литондой немалый параметр, характеризующий границу предельного армирования, принять равным $\alpha_1 \approx \alpha_{пр} = 0,5$ при марке легкого бетона 200 и 0,4 при марке бетона 350.

Գ. Ա. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ

Մ. Բ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ, ՊԵՏԳՈՒՆԻ ԶԻՄԻՆ, ՎՐԱ ՊԱՏՐԱՍՏԱՆՍԻԱՆ ԹԵԹԵՎ ԵՐԱԿՐԵՏՆՈՆԵ ՄՈՎՈՂ ԷԼԵՄԵՆՏՆԵՐԻ ՈՒՂՈՒՆԱԿՅԱՆ ԱՐԴԱՆԱԿՈՐԹՈՆ ԶԱՐԳԻ ՇՈՒՐՔԷ

Ա Վ Փ Ի Ն Փ Ի Ն Վ

Հողմածուր բերված են թերևս երկաթբետոնե ձողոց էլեմենտների կտրվածքի սահմանային ամրանագործը բնութագրող պարամետրի՝ $\frac{\sigma_s}{R}$ -ի

(որ՝ α -ամրանի հասունության սահմանն է, R-րիտոնի ամրության բնութագիրը, α կտրվածքի ամրանավորման զործակիցը) և թեթև րիտոնի մարկայի միջև գոյություն ունեցող կապի էքսպերիմենտայ հետազոտությունների արդյունքները: Ուսումնասիրության ևն ենթարկված Ջրարիբի հանքավայրի լիթոլոգային պեմդայի հիման վրա պատրաստված երկաթբետոնե հեծանների ամրանավորված ՅՃԴՄ մարկայի պողպատի պարբերական կտրվածքի ձողերով:

Հատ կտտարված փորձարկումների արդյունքների, առաջարկվում է լիթոլոգային պեմդայի հիման վրա պատրաստված երկաթբետոնե ծովոց էլեմենտների սահմանային ամրանավորման պարամետրի մեծությունն ընդունել, 200 մարկայի բետոնի համար՝ $\alpha_k \approx \alpha_{\text{пр}} = 0,5$, իսկ ՅՃԴ մարկայի համար՝ 0,4:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Гвоздев А. А. Предельное армирование изгибаемых элементов, граница между первым и вторым случаями внецентренного сжатия и расчет по второму случаю. Со. НИИЖБ «Расчет и конструирование железобетонных конструкций». Госстройиздат, 1964.
2. Дегтярев В. В. О границе применения формулы для расчета прочности изгибаемых элементов, приведенной в СН 200—62. Исследование прочности и долговечности транспортных сооружений. Труды ЦНИИС, вып. 60, М., 1966.
3. Булгаков В. С., Корольков В. Т. О предельном армировании элементов из высокопрочного бетона. Бетон и железобетон. № 5, 1967.
4. СНиП II—В. 1—62. Бетонные и железобетонные конструкции. М., 1962.