

## СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

А. А. ВАРТАПЕТЯН

О НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ГИБКИХ СЖАТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ  
ИЗ ЛЕГКОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА НА ЕСТЕСТВЕННЫХ  
ЗАПОЛНИТЕЛЯХ\*

1 В [1] были освещены результаты исследований автора по несущей способности 44 коротких ( $l_0/h = 5$ ) центрально и внецентренно сжатых колонн из легкого железобетона на литондной немзе. В данной статье приводятся экспериментальные данные по испытанию 20 гибких элементов из легкого железобетона при центральном и внецентренном сжатии, проведенных в АИСМ. Гибкость колонн варьировалась в пределах  $\lambda = 35-104$  ( $\lambda = \frac{l_0}{h} = 10-30$ ) ( $l_0$  — расчетная длина колонн,  $h$  — высота сечения в плоскости изгиба). Характеристики опытных образцов приведены в табл. 1.

В табл. 2 приведены величины коэффициентов продольного изгиба  $\varphi_{0n}$  по формуле

$$\varphi_{0n} = \frac{N_{0n}}{N_1}$$

где  $N_{0n}$  — разрушающая нагрузка для гибких центрально сжатых образцов.

$N_1$  — разрушающая нагрузка коротких центрально сжатых колонн.

Там же приведены величины коэффициентов  $\varphi$ , полученные путем интерполяции экспериментальных данных для центрально и внецентренно сжатых стержней, исходя из предположения, что начальный эксцентриситет равен  $l_0/600$ . Эти значения  $\varphi$  рекомендуются в качестве расчетных для центрально сжатых колонн из легкого железобетона. В табл. 2 приведены также, с целью сопоставления значения коэффициентов  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  для легкого и тяжелого бетона по действующим строительным нормам [2].

2. В действующих нормативных положениях несущая способность внецентренно сжатых железобетонных колонн производится с введением в величину начального эксцентриситета приложения нагрузки коэффициента, учитывающего увеличение эксцентриситета за счет прогиба гибкого элемента

\* Научный руководитель — проф. В. В. Пинаванк.

Таблица 1

## Характеристики экспериментальных образцов

Вид нагрузки	Шифр колонн	$h \times H$ см	$l_0$ м	$l_0/h$	$a - a'$ в см	Бетон		Арматура				$N_{оп}$ т
						$R_b$ кгс/см <sup>2</sup>	$R_{пр}$ кгс/см <sup>2</sup>	класс и марка	$\sigma_s$ кгс/см <sup>2</sup>	$F_a - F'_a$ см <sup>2</sup>	$\xi_s$ кгс/см <sup>2</sup>	
Центральное сжатие	K-VIII-1	24,2X15,3	1,40	9,1	2,2	461	330	A-II, ст. 5	0,59	2,18	3540	145,0
	K-VIII-2	21,1X15,0	1,40	9,3	2,0	404	330	A-II, ст. 5	0,51	2,14	3680	126,0
	K-VIII-3	24,3X15,2	2,20	15,1	2,1	373	280	A-II, ст. 5	0,58	2,14	3600	130,0
	K-VIII-4	24,4X15,0	2,29	15,3	2,0	373	280	A-II, ст. 5	0,57	2,08	3610	120,0
	K-VIII-5	21,2X15,2	3,21	21,1	2,1	353	259	A-II, ст. 5	0,59	2,16	3760	84,0
	K-VIII-6	21,3X15,0	3,20	21,4	2,0	353	259	A-II, ст. 5	0,59	2,16	3430	83,0
	K-VIII-7	21,4X15,4	3,20	20,9	2,2	385	306	A-II, ст. 5	0,59	2,20	3630	104,0
	K-VIII-8	24,2X14,9	3,19	21,4	2,0	385	500	A-II, ст. 5	0,59	2,11	3650	108,0
	K-VIII-9	24,2X15,8	4,71	29,8	2,1	388	276	A-II, ст. 5	0,56	2,16	3610	48,0
	K-VIII-10	21,2X15,7	4,70	29,9	2,4	388	276	A-II, ст. 5	0,56	2,12	3780	52,8
Внецентральное сжатие	K-X-1	24,2X15,8	2,31	15,4	2,0	358	258	A-II, ст. 5	0,67	2,10	3640	18,5
	K-X-2	24,0X14,7	2,31	15,7	1,8	358	258	A-II, ст. 5	0,70	2,16	3600	19,0
	K-X-3	24,2X15,3	2,29	15,0	1,2	505	373	A-II, ст. 5	0,67	2,12	3620	21,0
	K-X-4	24,2X14,9	2,29	15,4	1,0	505	373	A-II, ст. 5	0,69	2,14	3620	21,6
	K-X-5	24,0X14,9	3,19	21,6	1,9	500	362	A-II, ст. 5	0,69	2,14	3650	17,6
	K-X-6	24,2X15,3	3,19	20,8	2,2	500	362	A-II, ст. 5	0,68	2,16	3680	17,1
	K-X-7	23,9X15,2	4,72	31,0	2,1	344	267	A-II, ст. 5	0,68	2,14	3680	11,1
	K-X-8	24,5X15,6	4,72	30,2	2,3	344	267	A-II, ст. 5	0,69	2,24	3530	11,4
	K-X-9	24,8X15,2	4,71	31,0	2,1	417	304	A-II, ст. 5	0,66	2,16	3690	12,0
	K-X-10	24,2X14,9	4,71	31,6	2,0	417	304	A-II, ст. 5	0,72	2,24	3720	11,8

Таблица 2

$l_0/h$	< 8	10	12	14	16	18	20	22	24	28	30
$l_0/r$	28	35	42	48	55	62	69	76	83	97	104
$\frac{e_{оп}}{e_0}$	1	1	1	1	0,96	0,88	0,80	0,72	0,64	0,48	0,40
$\frac{e_1}{e_0}$	1	1	0,97	0,93	0,87	0,80	0,72	0,64	0,56	0,40	0,32
$\frac{e_2}{e_0}$	1	0,96	0,90	0,84	0,78	0,73	0,67	0,61	0,55	0,46	0,41
$\frac{e_3}{e_0}$	1	0,98	0,96	0,93	0,89	0,85	0,81	0,77	0,73	0,64	0,59

$$\beta = \frac{1}{1 - \frac{N}{cR_n F} \left(\frac{l_0}{h}\right)^2} \quad (1)$$

где  $N$  — продольная сила,

$R_n$  — характеристика прочности бетона,

$F$  — площадь сечения колонны,

$c$  — характеристика жесткости.

Следующ [3], выражение характеристики жесткости представим в виде

$$c = \beta c_{0,оп} \quad (2)$$

где

$$c_{0,оп} = 120 \left( \frac{1}{\frac{e_0}{h} + 0,16} + 200\mu + 1 \right) \quad (3)$$

$$\beta = \frac{k_0}{R + 350} \quad (4)$$

На основании проведенных экспериментов в соответствии с формулой (1) были получены опытные значения характеристики жесткости  $c_{оп}$ , представленные в табл. 3. Значения  $c_{0,оп}$  получены по формуле (3). На основании (2) были определены значения  $\beta_{оп}$ .

В результате получены следующие значения характеристики жесткости  $c$  для колонн из легкого железобетона, соответствующие опытным данным:

при  $l_0 < 20$

$$c = \frac{18 \ 000}{R_{np} + 160} \left( \frac{1}{\frac{e_0}{h} + 0,16} + 200\mu + 1 \right) \quad (5)$$

при  $l_0 \geq 20$

$$c = \frac{24 \ 000}{R_{np} + 160} \left( \frac{1}{\frac{e_0}{h} + 0,16} + 200\mu + 1 \right) \quad (6)$$

Для колонн из тяжелого бетона опытная величина  $c$ , полученная К. Э. Талем и Е. А. Чистяковым [3.] равна

Таблица 3

Шифр колонн	$\lambda_1$	$R_{пр}$ кгс/см <sup>2</sup>	$e_{оп}$	$e_{теор}$	$\xi_{оп}$
К-Х-1	15,4	258	173	463	0,373
К-Х-2	15,7	258	176	470	0,374
К-Х-3	15,0	373	126	463	0,272
К-Х-4	15,4	373	134	467	0,287
К-Х-5	21,6	362	173	466	0,371
К-Х-6	20,8	362	153	465	0,329
К-Х-7	31,0	267	229	465	0,493
К-Х-8	30,2	267	202	465	0,435
К-Х-9	31,0	304	206	460	0,448
К-Х-10	31,6	304	216	474	0,456

$$c = \frac{30\,000}{R_{пр} + 160} \left( \frac{1}{\frac{e_0}{h} + 0,16} + 200\mu + 1 \right). \quad (7)$$

Сопоставляя (5), (6) с выражением (7), видим, что для легкого бетона коэффициент  $c$  при  $\lambda_1 < 20$  получается меньше, чем для тяжелого в 1,7 раза, а при относительно большей величине  $\lambda_1$  — примерно на 12,5%.

В действующих нормативных положениях [2] величина  $c$  для колонн из тяжелого бетона принимается равной

$$c = \frac{66\,000}{R + 350} \left( \frac{1}{\frac{e_0}{h} + 0,16} + 200\mu + 1 \right), \quad (8)$$

где по сравнению с (7) учитывается возможное снижение прочности бетона до его расчетного значения и соответствующее изменение коэффициента  $c$ .

По аналогии для колонн из легкого железобетона получены следующие расчетные значения характеристики жесткости:

при  $\lambda_1 < 20$

$$c = \frac{40\,000}{R + 350} \left( \frac{1}{\frac{e_0}{h} + 0,16} + 200\mu + 1 \right), \quad (9)$$

при  $\lambda_1 \geq 20$

$$c = \frac{52\,000}{R + 350} \left( \frac{1}{\frac{e_0}{h} + 0,16} + 200\mu + 1 \right). \quad (10)$$

В табл. 4 для первого случая внецентренного сжатия с начальным эксцентриситетом  $e_0/h = 0,5$  при  $\lambda_1 = 15-30$  опытные величины разрушающих нагрузок ( $N_{оп}$ ) сопоставлены с расчетными ( $N_1$ ), вычисленными на основании формул (5) и (6).

Табличные данные показывают удовлетворительную сходимость расчетных и опытных величин.

