

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

А. М. АСПРЯН

О ВАКУУМИРОВАНИИ ВЫСОКОМАРОЧНЫХ ЛЕГКИХ  
 БЕТОНОВ\*

В работах [1—4] были исследованы свойства тяжелого бетона, подвергнутого вакуумной обработке. В работе [5] доказана возможность вакуумирования легких бетонов на естественных заполнителях и изучены их свойства. Однако, в указанных работах изучены свойства бетонов марок до 200. Между тем, в настоящее время при изготовлении тонкостенных и пустотелых конструкций из легкого железобетона, в том числе и предварительно напряженного, часто используются бетоны более высоких марок. Учитывая, что эти изделия с успехом могут изготавливаться методом вакуумирования, возникает необходимость изучения свойств высокомарочного легкого бетона, подвергнутого вакуумной обработке.

Образцы в виде призм размерами  $10 \times 10 \times 30$  см были изготовлены на лабораторной установке, которая состояла из вибростола, вакуумнасоса РМК-2 с ресивером и водосборным баком, шести вакуумщитов размерами  $96 \times 296$  мм, металлических форм, рольганга, подъемного механизма и др. Идентичные условия уплотнения бетона были достигнуты изготовлением в одной и той же форме трех образцов-призм из легкого бетона и трех из тяжелого бетона.

В качестве заполнителя в легких бетонах была использована дробленая литонидная пемза со следующими насыпными объемными весами: фракция 0—1,2— $1,05 \text{ т/м}^3$ ; фракция 1,2—5— $0,88 \text{ т/м}^3$ ; фракция 5—10— $0,75 \text{ т/м}^3$ ; фракция 10—20— $0,78 \text{ т/м}^3$ . В тяжелых бетонах, кварцевый песок и базальтовый щебень, соответственно со следующими объемными весами: фракция 0—1,2— $1,58 \text{ т/м}^3$ ; фракция 1,2—5— $1,71 \text{ т/м}^3$ ; фракция 5—10— $1,30 \text{ т/м}^3$ ; фракция 10—20— $1,41 \text{ т/м}^3$ . Был использован портландцемент Араратского цементного завода с прочностью на сжатие в 28 дневном возрасте  $540 \text{ кг/см}^2$  и на растяжение— $30,5 \text{ кг/см}^2$ .

Бетонные смеси изготавливались с расходом цемента  $550 \text{ кг/м}^3$  при трех расходах воды для получения смесей пластичностью 5 см и 1 см по конусу и жесткостью 15 сек. по техническому вискозиметру. Режим уплотнения был принят следующий: для виброуплотненных об-

\* Научный руководитель, проф. М. З. Спирова.

разцов 60 сек вибрации; для вакуумированных образцов—60 сек вибрации, 9 минут вакуумирования с кратковременной вибрацией (5 сек) в начале и в конце вакуумирования. Образцы хранились в нормальных условиях и были испытаны после трех и 28-дневного твердения, а пропаренные—после пропарки. Результаты испытания приведены в табл. 1, из рассмотрения которого можно сделать вывод, что во всех случаях вакуумирование увеличивает прочность высокомарочных бетонов. Прирост прочности образцов трехдневного твердения на легком бетоне в среднем составляет при сжатии 55% и при растяжении 43%, а на тяжелом бетоне на сжатие 62% и на растяжение 57%.

Таблица 1

Конструктивный бетон	Вид обработки бетона	Нормальные условия хранения						Пропаренные образцы		
		3 дня твердения			28 дн твердения			объемный вес кг/см <sup>3</sup>	прочность на растяжение кг/см <sup>2</sup>	прочность на сжатие кг/см <sup>2</sup>
		объемный вес кг/см <sup>3</sup>	прочность на растяжение кг/см <sup>2</sup>	прочность на сжатие кг/см <sup>2</sup>	объемный вес кг/см <sup>3</sup>	прочность на растяжение кг/см <sup>2</sup>	прочность на сжатие кг/см <sup>2</sup>			
<b>Л е г к и й б е т о н</b>										
5 см	вибрирование	1830	10,3	127	1800	18,7	296	1770	14,3	277
	вакуумирование	1840	16,7	206	1820	22,2	331	1810	23,7	309
1 см	вибрирование	1790	9,5	130	1780	17,1	260	1730	12,0	218
	вакуумирование	1820	13,0	230	1835	23,0	365	1780	20,3	348
15 сек	вибрирование	1840	10,3	148	1790	19,0	323	1760	14,4	231
	вакуумирование	1820	13,5	186	1790	19,9	318	1790	18,5	297
<b>Т я ж е л ы й б е т о н</b>										
5 см	вибрирование	2400	10,0	155	2440	22,5	326	2390	17,8	263
	вакуумирование	2450	25,0	289	2400	35,3	497	2450	27,0	457
1 см	вибрирование	2450	15,7	183	2420	27,4	423	2390	18,4	279
	вакуумирование	2460	19,3	314	2490	31,2	463	2450	25,6	376
15 сек	вибрирование	2410	18,2	202	2390	25,5	430	2400	20,6	281
	вакуумирование	2460	19,1	264	2430	32,7	485	2460	28,1	416

Следует отметить, что образцы, подвергнутые термообработке пропариванием, показывают больший прирост прочности, чем образцы 28-дневного твердения при хранении их в нормальных условиях. Это имеет важное значение для изделий заводского изготовления. Прирост прочности вакуумированных образцов, подвергнутых пропарке, составляет в среднем на легких бетонах при сжатии 33% и при растяжении 54%, тогда как при нормальном хранении при сжатии и растяжении—29%, а на тяжелых бетонах при сжатии—52% и при растяжении—42%, при нормальном хранении 28-дневного твердения соответственно 25% и 37%.

Поскольку фактическая прочность бетона конструкции, изготовленной вакуумированием, и прочность бетонных образцов-призм, изготовленных в лаборатории, может быть несколько отличной, было решено установить фактическое превышение прочности бетона кон-

струкции над прочностью кубиков, изготовленных из того же бетона, хранимых в тех же условиях, но не обработанных вакуумом.

На экспериментально-производственном стенде АПСМ были изготовлены предварительно напряженные крупнопустотные конструкции из легкого бетона, размерами  $43 \times 43 \times 800$  см с круглой пустотой, диаметром 34 см и размерами  $38 \times 38 \times 800$  см с пустотой, диаметром 28 см. Конструкции эти были изготовлены поточно-стендовым способом с немедленной распалубкой, благодаря применению вакуумирования. При формовании конструкций были изготовлены кубы  $10 \times 10 \times 10$  см и призмы  $10 \times 10 \times 30$  см, не подвергнутые вакуумной обработке. Бетон был изготовлен на портландцементе марки 600 Араратского цементного завода и немзе Джраберского месторождения, разделенной на две фракции: песок 0—5 мм с насыпным объемным весом— $0,98 \text{ т/м}^3$  и щебень— $0,28 \text{ т/м}^3$ . Бетонная смесь пластичностью 2—3 см по конусу, с предварительным составом: цемент 550 кг, щебня 430 кг, песка 540 кг и воды 330 л была изготовлена в мешалке свободного падения емкостью 250 л. Режим формования: виброуплотнение 60 сек, вакуумирование—6—8 мин при разрежении 500—600 мм

Таблица 2

Размеры образцов см	Вес г	Площадь см <sup>2</sup>	Объем см <sup>3</sup>	Объемный вес кг/м <sup>3</sup>		Плотность кг	Прочность на сжатие кг/см <sup>2</sup>	
				образцов	средний		образцов	средний

Цилиндры, вышедшие из конструкции изготовленного вакуумным способом

d=4,15	H	4,09	96,4	13,5	55,2	1750	6100	453
1,15		1,04	94,1	13,5	51,6	1730	6900	437
1,15		1,02	95,7	13,5	54,2	1770	7700	532
1,15		1,12	93,7	13,7	56,4	1670	5900	430
1,15		1,07	96,1	13,5	55,0	1750	6200	460
1,15		1,09	95,1	13,5	55,2	1730	5900	437
1,15		1,12	101,9	13,5	55,6	1820	6100	453
1,14		1,05	98,2	13,3	53,9	1820	5500	414
1,15		1,02	96,9	13,5	54,2	1790	5800	430

Цилиндры, вышедшие из необработанных вакуумом образцов

d=1,15	H	3,96	93,1	13,5	53,4	1750	3900	290
1,15		3,96	94,7	13,5	53,1	1780	4600	343
1,15		4,05	92,5	13,5	54,6	1690	5000	370
1,15		4,09	96,9	13,5	55,2	1740	5200	386
1,14		4,07	91,1	13,3	54,1	1740	5500	414
1,15		4,05	95,3	13,5	54,6	1740	6540	484
1,16		4,10	96,2	13,7	56,1	1710	4600	336
1,15		4,03	92,4	13,5	54,5	1700	5400	400
1,15		1,00	92,2	13,5	54,0	1710	5000	370

Кубы, необработанные вакуумом

9,9 × 9,9 × 10	1730	98	980	1760	38800	396
9,9 × 10 × 10	1740	99	990	1760	36800	372
10 × 9,9 × 10	1760	99	990	1780	36000	364
9,9 × 10 × 10	1755	99	990	1770	33200	336
9,7 × 10 × 10,1	1650	97	980	1720	37800	390
9,9 × 10 × 10	1695	99	990	1710	43500	440

рт. ст. и извлечении вибровкладыша на третьей минуте вакуумирования.

Определение прочности бетона конструкции, изготовленной вакуумным способом, был произведен следующим методом. Испытывались цилиндры диаметром и высотой порядка 40 мм выпиленные из конструкции. Одновременно испытывались такие же цилиндры, выпиленные из образцов (кубиков и призм), не подвергнутых вакуумной обработке, а также бетонные кубы.

Результаты испытаний приведены в табл. 2, из рассмотрения которой видно, что средняя прочность бетонных кубиков ( $383 \text{ кг/см}^2$ ) и прочность цилиндров, выпиленных из необработанных вакуумом бетонных образцов ( $380 \text{ кг/см}^2$ ) практически одного порядка, тогда как средняя прочность цилиндров, выпиленных из конструкции, составляет  $450 \text{ кг/см}^2$ . Таким образом, на основании результатов проведенных испытаний можно констатировать превышение прочности бетона конструкций, изготовленных вакуумным способом над прочностью кубиков размерами  $10 \times 10 \times 10 \text{ см}$  не подвергнутых вакуумной обработке, на 19%. Опыты показывают, что контроль прочности вакуумированного легкого бетона можно производить при помощи кубиков, на подвергнутых вакуумной обработке и установленных на месте переходных коэффициентов по методу выпиливания цилиндров из конструкций. Вакуумирование позволяет получить легкие бетоны высоких марок из пластичных бетонных смесей без существенного перерасхода цемента.

Армянский НИИ строительных материалов  
и сооружений

Поступило 1.XII.1965

Ա. Մ. ԱՍՐԻԱԿ

ՈՒՐՉՐ ԱՄՐՈՒԹՅԱՆ ԹԵԹԵԿ ԲԵՏՈՆՆԵՐԻ ՎԱԿՈՒՄՅՈՒՆ ՄԱՍԻՆ

Ա. մ փ ո փ ո ս մ

Հորջանում նկարագրում է բարձր ամրության բնական ծակոտկեն լցիչներով թեթև բետոնների ամրության հատկությունների ուսումնասիրությունը, ենթարկված վակուումային մշակման:

Ամրության հատկություններն ուսումնասիրված են լաբորատոր պայմաններում սրատրատված նմուշների և նախապես լարված բնական շափերի կոնստրուկցիայից հանված բետոնն նմուշների վրա, որոնք կազապարված էին վակուումային մեխոզով: Նկատվում է վակուումայված նմուշների ամրության աճը բարձր աճ, որոնք ենթարկվել էին զուլարշահարման:

Վակուումացումը մեծացնում է բարձր մարկային թեթև բետոն ստանալու նարափորությունը:

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Гершберг О. А.* Вакуумирование бетона в монолитных конструкциях. М., 1952.
2. Временная инструкция по вакуумированию бетона в монолитных конструкциях и при изготовлении строительных деталей. М., 1951.
3. *Семарова С. Г.* Вакуумирование бетона. М., 1955.
4. *Гордон С. С.* Вакуумирование бетона. М., 1949.
5. *Матузов Т. Г.* Вакуумирование бетона на литондной пемзе. Сб. Гидротехнический бетон на литондной пемзе. Изд. АН АрмССР, Ереван, 1958.
6. *Симонов М. Э. и Матузов Т. Г.* Метод определения прочности на сжатие и растяжение на бетонных призмах. Известия АН Армянской ССР (ТН), т. XI, № 3, 1958.