

ТЕОРИЯ ПОЛЗУЧЕСТИ

К. С. Карапетян

Влияние анизотропии на ползучесть бетона в зависимости от продолжительности вибрации бетонной смеси

(Представлено академиком АН Армянской ССР Н. Х. Арутюняном 28/XII 1964)

В работе приводятся результаты исследования влияния анизотропии на ползучесть бетона при сжатии и растяжении в зависимости от продолжительности вибрации бетонной смеси.

Опыты были поставлены на призматических образцах и восьмерках, изготовленных в вертикальных и горизонтальных формах (1-4). Бетон был приготовлен на песке и щебне из дробленного вулканического шлака Аванского месторождения (г. Ереван). В качестве вяжущего материала был применен пуццолановый портландцемент Араратского завода, активностью $R_n = 484 \text{ кг/см}^2$.

Составы бетонов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Составы бетонов

Продолжи- тельность вибрации в секундах	Состав бетона по весу	Расход материалов на 1 м³ бетона в кг				$\frac{B}{Ц}$	γ_b в т/м³
		цемент	песок	щебень	вода		
30	1 : 2,40 : 2,44	287	689	709	300	1,045	1,985
60	1 : 2,43 : 2,49	290	703	722	303	1,044	2,018

Всего было приготовлено 24 призмы и 24 восьмерки, включающие равное количество образцов для испытания перпендикулярно и параллельно слоям. Из общего количества образцов 50% вибрировалось 30 секунд, а 50% — 60 секунд. Призмы и восьмерки имели сечение $10 \times 10 \text{ см}$. Высота призм составляла 40 и 60 см, а восьмерок 60 см.

Для исследования влияния анизотропии на ползучесть бетона при сжатии и растяжении в зависимости от продолжительности вибрации под длительную нагрузку были установлены 12 призм и 12 восьмерок высотой 60 см. Из каждой разновидности образцов устанавливалось по 3 образца. Возраст бетона к моменту длительного нагружения составлял 28 дней. Напряжение в призмах составляло 30 кг/см^2 , а в восьмерках — 3 кг/см^2 .

После освобождения от форм в процессе длительных опытов образцы хранились в помещении при температуре $T = 21 \pm 5^\circ \text{C}$ и относительной влажности $P = 70 \pm 11\%$

Результаты испытания кубиков размерами $10 \times 10 \times 10 \text{ см}$ и призм высотой 40 см в 28-дневном возрасте приведены в табл. 2.

Таблица 2

Влияние анизотропии на прочность бетона при сжатии в зависимости от продолжительности вибрации

Продолжительность вибрации в секундах	Прочностные характеристики бетона, когда направление сжимающей силы по отношению к слоям бетона						$\frac{R'_{\text{пр}}}{R_{\text{пр}}}$
	перпендикулярно			параллельно			
	R в кг/см^2	$R_{\text{пр.}}$ в кг/см^2	$\frac{R_{\text{пр.}}}{R}$	R' в кг/см^2	$R'_{\text{пр.}}$ в кг/см^2	$\frac{R'_{\text{пр.}}}{R'}$	
30	142	72	0,51	120	95	0,79	1,32
60	131	75	0,57	124	93	0,75	1,24

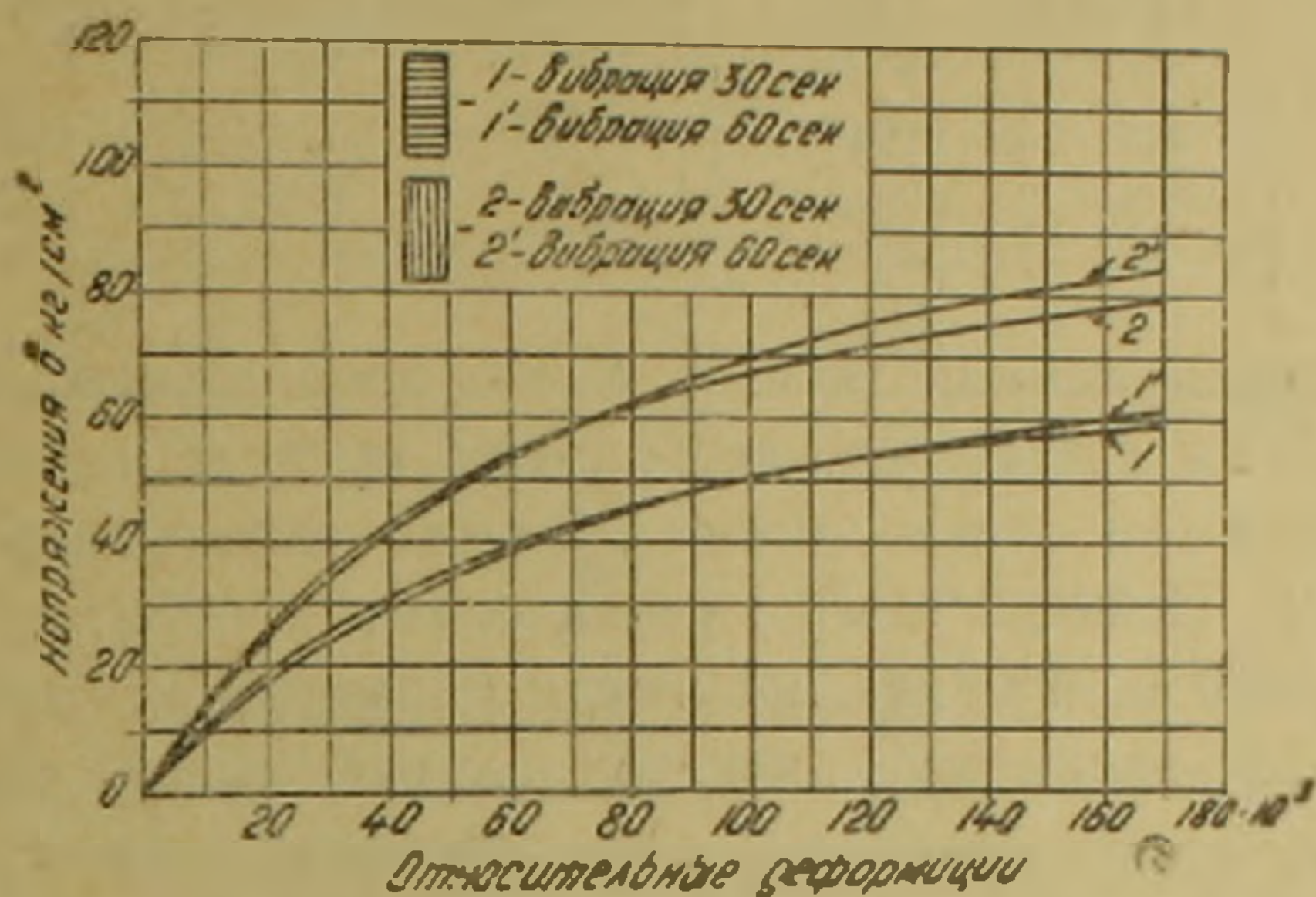
Как видно из табл. 2, увеличение продолжительности вибрации от 30 до 60 секунд практически не оказало влияния как на кубиковую, так и на призмennую прочность бетона. Однако на основании полученных данных все же с увеличением продолжительности вибрации отношение $\frac{R'_{\text{пр.}}}{R_{\text{пр.}}}$ уменьшается. Таким образом, с увеличением продолжительности вибрации бетона влияние анизотропии на призмennую прочность уменьшается.

На фиг. 1 представлены кривые деформаций призм, испытанных перпендикулярно и параллельно слоям укладки бетона. Как видим, анизотропия оказывает большое влияние на деформации бетона, при этом деформации призм, испытанных перпендикулярно слоям, заметно больше деформаций призм, испытанных параллельно слоям. Разница деформаций образцов, которые вибрировались 30 и 60 секунд, как при вертикальных, так и горизонтальных положениях форм незначительна. Тем не менее вытекает вывод, что с увеличением продолжительности вибрации деформации бетона уменьшаются.

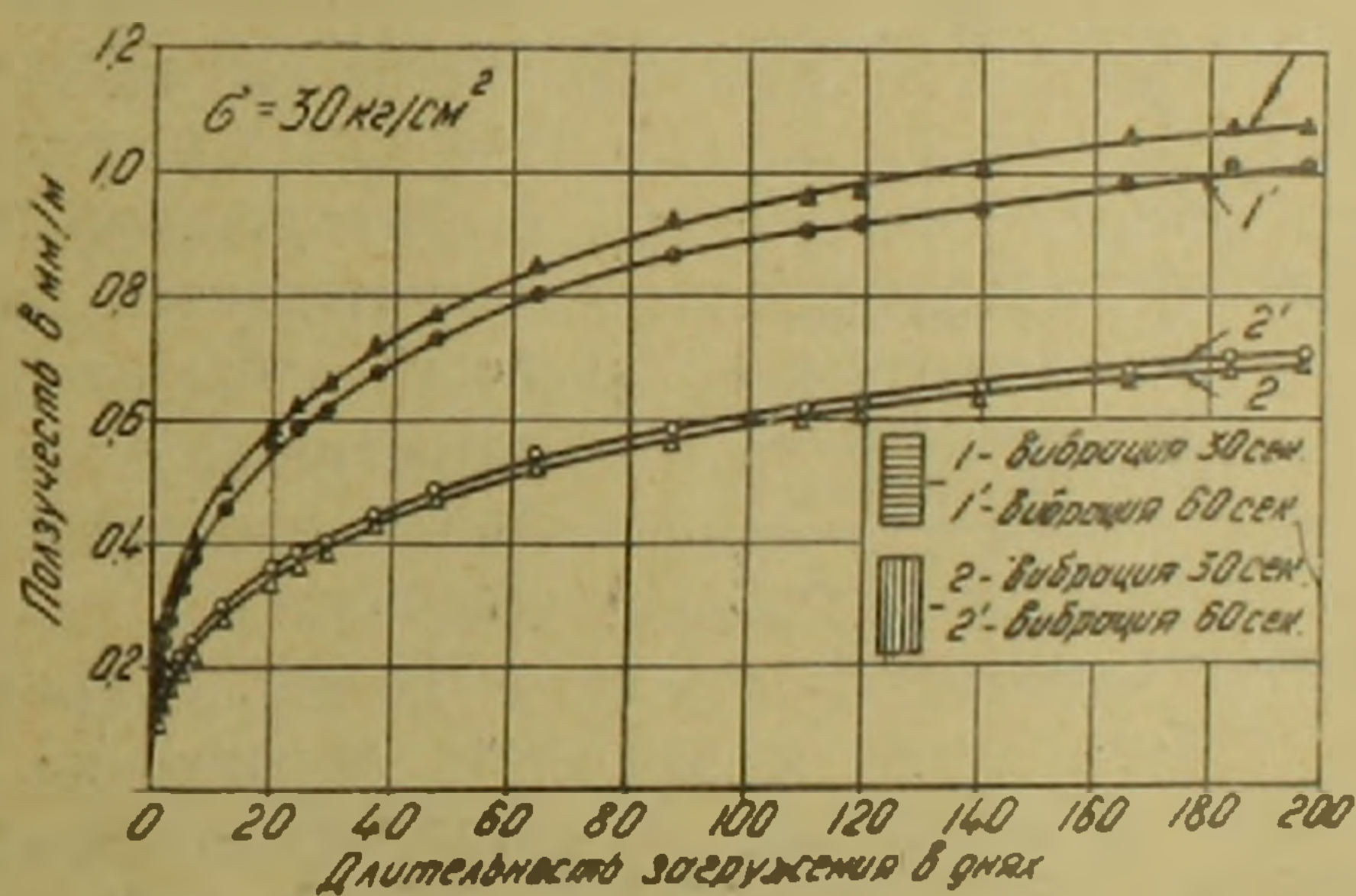
На основании полученных результатов можно также заключить, что с увеличением продолжительности вибрации влияние анизотропии на деформативность бетона при сжатии уменьшается.

Как уже указывалось, призмennая прочность и деформативность бетона определялись испытанием призм высотой 40 см , а ползучесть испытанием призм высотой 60 см . Нет сомнения, что если бы и призмennая прочность, а также деформации определялись бы на призмах высотой 60 см , то влияние анизотропии на призмennую прочность и деформативность бетона получилось бы еще больше. Одновременно более заметнее стало бы и уменьшение влияния анизотропии на призмennую прочность и деформативность бетона с увеличением продолжительности вибрации.

На фиг. 2 приведены кривые ползучести бетона при сжатии по испытаниям образцов перпендикулярно и параллельно слоям. Как видим, кривые ползучести призм, испытанных параллельно слоям при вибрации 30 и 60 секунд, практически совпадают (кривые 2 и 2'). Что касается кривых ползучести призм, испытанных перпендикулярно слоям, то в этом случае кривая ползучести призм, которые вибрировались 60 секунд (кривая 1'), расположилась хотя и незначительно, но все же ниже кривой ползучести тех призм, которые вибрировались 30 секунд (кривая 1).



Фиг. 1.



Фиг. 2.

На основании этих опытов можно прийти к выводу, что с увеличением продолжительности вибрации бетонной смеси ползучесть уменьшается. Причем это уменьшение в случае испытания призм перпендикулярно слоям более заметно, чем в случае испытания призм параллельно слоям.

Отношение деформаций ползучести образцов, испытанных перпендикулярно слоям, к деформациям ползучести образцов, испытанных параллельно слоям, при вибрации 30 секунд составляет 1,59, а при вибрации 60 секунд — 1,43. Таким образом, с увеличением продолжительности вибрации бетона влияние анизотропии на ползучесть бетона при сжатии также уменьшается.

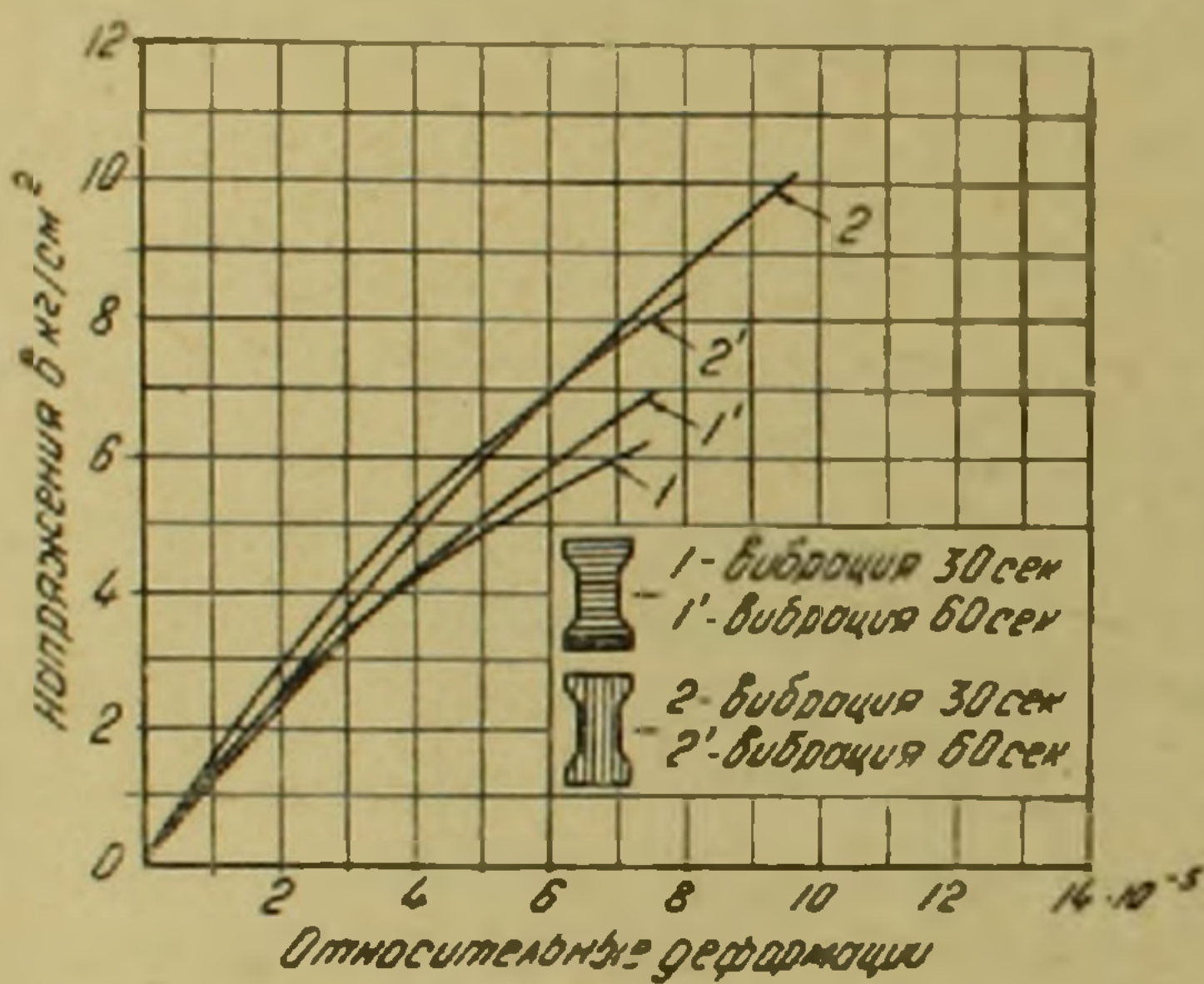
В табл. 3 приведены прочностные показатели бетона при растяжении в возрасте 28 дней.

Таблица 3

Влияние анизотропии на прочность бетона при растяжении в зависимости от продолжительности вибрации бетона

Продолжительность вибрации в секундах	Прочностные характеристики бетона, когда направление растягивающей силы по отношению к слоям бетона						$\frac{R'_p}{R_p}$
	перпендикулярно			параллельно			
	R в кг/см ²	R_p в кг/см ²	$\frac{R_p}{R}$	R' в кг/см ²	R'_p в кг/см ²	$\frac{R'_p}{R'}$	
30	142	6,9	0,048	120	11,3	0,09	1,69
60	131	7,7	0,059	124	9,3	0,075	1,21

На основании данных табл. 3 более продолжительная вибрация бетона приводит к некоторому повышению предела прочности бетона на растяжение в том случае, когда образцы испытываются перпендикулярно слоям. Наблюдаемое с увеличением продолжительности вибрации некоторое понижение прочности образцов, испытанных параллельно слоям, по-видимому, является случайным. К такому выводу



Фиг. 3.

приводят опыты изучения влияния анизотропии на деформативность и ползучесть бетона при растяжении, которые будут рассмотрены ниже.

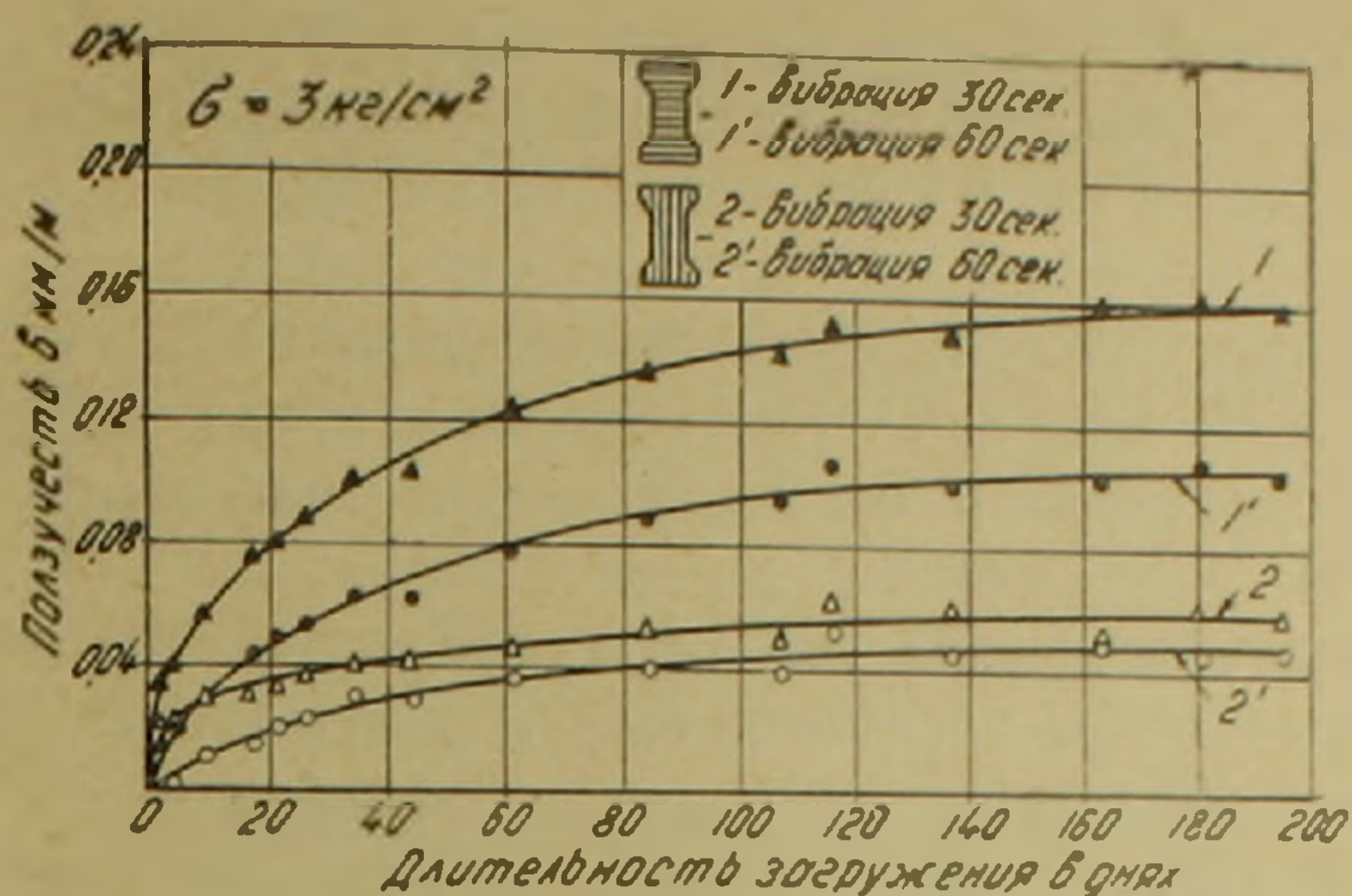
На основании данных табл. 3 с увеличением продолжительности вибрации влияние анизотропии на предел прочности бетона при растяжении также уменьшается.

На фиг. 3 приведены кривые деформации бетона при растяжении, на основании ко-

торых с увеличением продолжительности вибрации деформации бетона, как и в случае сжатия, уменьшаются. Причем уменьшение деформаций растяжения более заметно в случае испытания образцов перпендикулярно слоям. Одновременно можно также отметить, что с увеличением продолжительности вибрации влияние анизотропии на деформации бетона при растяжении уменьшается.

На фиг. 4 представлены кривые ползучести бетона при растяжении по испытаниям образцов перпендикулярно и параллельно слоям, на основании которой влияние анизотропии на ползучесть бетона при растяжении весьма существенно. Отношение деформаций ползучести образцов, испытанных перпендикулярно слоям, к деформациям ползучести образцов, испытанных параллельно слоям, в случае вибрации

30 секунд составляет 2,7, а в случае 60 секунд — 2,21. Это означает, что с увеличением продолжительности вибрации бетонной смеси влияние анизотропии на ползучесть бетона при растяжении уменьшается.



Фиг. 4.

Увеличение продолжительности вибрации от 30 до 60 секунд привело к уменьшению деформаций ползучести бетона по испытаниям образцов перпендикулярно слоям на 35%, а по испытаниям образцов параллельно слоям — 19%. Таким образом, и в случае растяжения, как и при сжатии, влияние продолжительности вибрации на ползучесть бетона более существенно для образцов, испытываемых перпендикулярно слоям.

Сравнение опытов сжатия и растяжения позволяет также отметить, что влияние продолжительности вибрации на ползучесть бетона при растяжении более существенно, чем при сжатии.

Анизотропия бетона является следствием внутреннего расслаивания, которое имеет место при его укладке и уплотнении (*). Поэтому вполне понятно, что с увеличением продолжительности вибрации влияние анизотропии как на прочность, так и на деформативность бетона должно уменьшиться. Объясняется это тем, что с увеличением продолжительности вибрации все большее количество излишней воды отжимается на поверхность бетона и меньшее количество задерживается под частицами крупного заполнителя. Это приводит к уменьшению дефектов, которые образуются в бетоне в результате внутреннего расслаивания.

При бетонировании призм в вертикальных формах отжатие излишней воды на поверхность бетона более затруднительно, чем при бетонировании призм в горизонтальных формах. Поэтому отжатие излишней воды в случае бетонирования образцов в горизонтальных формах происходит гораздо быстрее, и по этой причине положительный эффект более продолжительной вибрации получается меньше, чем в случае бетонирования образцов в вертикальных формах. Этим объясняется то явление, что с увеличением продолжительности ви-

брации влияние анизотропии на прочность, деформативность и ползучесть бетона уменьшается.

Выводы. 1. С увеличением продолжительности вибрации бетона призмная прочность увеличивается, а деформации уменьшаются. Влияние продолжительности вибрации на прочность и деформативность бетона в случае испытания призм перпендикулярно слоям более существенно, чем в случае испытания призм параллельно слоям.

2. С увеличением продолжительности вибрации бетона ползучесть при сжатии уменьшается. Влияние продолжительности вибрации на ползучесть бетона в случае испытания призм перпендикулярно слоям более существенно, чем в случае испытания призм параллельно слоям.

3. С увеличением продолжительности вибрации бетона прочность бетона на растяжение увеличивается, а деформации уменьшаются. Влияние продолжительности вибрации на прочность и деформативность бетона при растяжении в случае испытания образцов перпендикулярно слоям более существенно, чем в случае испытания образцов параллельно слоям.

4. С увеличением продолжительности вибрации бетона ползучесть при растяжении уменьшается. Влияние продолжительности вибрации на ползучесть бетона в случае испытания образцов перпендикулярно слоям более существенно, чем в случае испытания образцов параллельно слоям.

5. Влияние продолжительности вибрации на ползучесть бетона в случае растяжения более существенно, чем в случае сжатия.

6. С увеличением продолжительности вибрации влияние анизотропии на призмную прочность и на прочность бетона при растяжении уменьшается.

7. С увеличением продолжительности вибрации влияние анизотропии на деформативность бетона при сжатии и растяжении уменьшается.

8. С увеличением продолжительности вибрации влияние анизотропии на ползучесть бетона при сжатии и растяжении уменьшается.

Институт математики и механики
Академии наук Армянской ССР

Կ. Ս. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ

**ԱՆԻՑԻՍԻՏԵՐՈՒԹՅԱՆ ԿԵՆՏՐՈՆԱԿԱՆ ԳԵՂԵՑՈՒՄԸ ԲԵՏՈՆԻ ՍՈՂԲԻ ՎՐԱ՝
ԿԱԽՎԱԾ ԲԵՏՈՆԻ ԸՆԴՈՒՄԻ ՎԻՐՐԱԳԻՄԱՆ ԽՆԴՈՒՄՆԵՐԻՑ**

Աշխատանքը նվիրված է բետոնի սողքի վրա անիզոտրոպիայի ազդեցության հետազոտությանը սեղմաձև և ձգման ժամանակ՝ կախված վիրրադիմայի տևողությունից:

Փորձերը ցույց են տվել, որ վիրրադիմայի տևողության մեծացման հետ մեծանում են բետոնի պրիզմայական ամրությունը և ամրությունը ձգման դեպքում, իսկ սողքի և կարճատև փորձարկման դեֆորմացիաները փոքրանում են:

Վերրացիայի տեղում թյան ազդեցությունը բնտոնի ամբողջան, դեֆորմատիկ հատ-
կությունների, ինչպես նաև սողքի դեֆորմացիաների վրա շերտերին ուղղահայաց փորձար-
կնպես սեղմման, այնպես էլ ձգման ժամանակ:

Վերրացիայի տեղում թյան ազդեցությունը բնտոնի սողքի վրա ձգման դեպքում
ավելի էական է, քան սեղմման դեպքում:

Վերրացիայի տեղում թյան մեծացման հետ անիզոտրոպիայի ազդեցությունը բնտոնի
այնպես էլ ձգման ժամանակ:

Л И Т Е Р А Т У Р А — Գ Ր Ա Կ Ը Ն Ո Ւ Թ Յ ՈՒ Ն

¹ К. С. Карапетян, ДАН АрмССР, XXIV, № 4 (1957). ² К. С. Карапетян, Известия АН АрмССР (серия физ.-мат. наук), 10, № 6 (1957). ³ К. С. Карапетян, ДАН АрмССР, XXXIV, № 1 (1964). ⁴ К. С. Карапетян, Известия АН АрмССР (серия физ.-мат. наук), т. 17, № 4 (1964).