

ТЕОРИЯ ПОЛЗУЧЕСТИ

К. С. Карапетян

Влияние анизотропии на деформации
ползучести бетона

За последние годы анизотропия материала все больше стала обра- щать внимание исследователей. Дело в том, что подавляющее большин- ство реальных материалов анизотропны. Бетон, как материал, также яв- ляется анизотропным, однако этот вопрос, насколько известно автору, пока что никем не изучался.

Автором в течение последних трех лет проводились исследования влияния анизотропии на прочностные и деформативные свойства бетона. Часть этих исследований, касающаяся влияния анизотропии на кубико- вую и призмную прочности бетона, опубликована [2]. В данной работе, в основном, приводятся результаты исследования влияния анизотропии на ползучесть бетона, а также влияния этого фактора на деформатив- ность бетона при кратковременном нагружении, и его усадку.

Как известно, в Советском Союзе марку бетона (R) принято опреде- лять на стандартных кубиках размерами $20 \times 20 \times 20$ см, а призмную прочность ($R_{пр}$) и деформативность — на призматических образцах такого же сечения, но высотой не менее 60 см.

К. И. Безухов пишет: «При установке на пресс опытных бетонных балок и кубов их следует располагать так, чтобы направление штыко- вания и направление силы соответствовали бы реальным условиям ук- ладки бетона и его работы в конструкции» [1]. Необходимо отметить, что до сих пор этому вопросу не уделяли должного внимания.

По стандарту, за марку бетона принимается наименьшая прочность кубиков, которая соответствует случаю приложения сжимающей силы, параллельно слоям укладки бетонной смеси в форму. Что же касается призмной прочности и упругих характеристик бетона, то для их опре- деления пока что единая методика соответствующими стандартами не предусмотрена. По этой причине каждому исследователю приходится по-своему решать этот вопрос.

Возможны два метода изготовления и испытания призм, которые от- личаются с точки зрения положения форм при укладке и уплотнении бе- тона, а также направления сжимающей силы к слоям бетона при испы- тании образцов. Одни исследователи изготавливают призмы, укладывая и уплотняя бетон при вертикальном положении форм, а другие — при горизонтальном положении форм. Что касается испытания, то в обоих случаях призмы испытываются в вертикальном положении, т. е. в пер- вом случае сжимающая сила направлена перпендикулярно слоям бето-

на, а во втором случае — параллельно. Но, ввиду отсутствия соответствующих исследований, до сих пор ставился знак равенства между призмными прочностями и другими характеристиками бетона при обоих этих видах испытания.

Между тем, проведенные нами специальные исследования показывают, что если в части кубиковых прочностей влиянием направления укладки бетона и действующей силы при испытании можно пренебречь, то этого нельзя делать в отношении призмных прочностей и характеристик деформативности бетона. Оказывается, что анизотропия бетона имеет существенное влияние как на призмную прочность, так и на деформативность бетона как при кратковременном, так и длительном нагружении.

Исследования влияния анизотропии бетона на его прочность и деформативность были поставлены над двумя составами туфобетона. Составы бетонов приведены в табл. 1.

Составы бетона									Таблица 1
№№ составов	Порода заполнителя		Осадка по конусу в см	В/Ц	Расход материалов на м³ бетона в кг				Объемный вес бетона в возрасте 28 дней в т/м³
	песок	щебень			цемент	песок	щебень	вода	
1	туф	туф	4—5	1,43	261	469	716	374	1,82
2	туф	туф	2	1,29	265	542	730	343	1,88

В качестве вяжущего для состава № 1 был применен пуццолановый портланд-цемент, а для состава № 2 — шлако-портланд-цемент. Опыты были поставлены над призматическими образцами сечениями 10×10 см и $12,5 \times 12,5$ см разной высоты и кубиками, размерами ребер 10 и 20 см.

Из бетона состава № 1 были изготовлены три серии образцов, а из бетона состава № 2 — одна серия. Каждая серия образцов изготавливалась из одного замеса бетона. При этом каждая серия включала в себя образцы двух, а иногда и трех разновидностей. Эти разновидности следующие:

1. Форму призмы заполняют бетоном и вибрируют при вертикальном положении. Сжимающая сила направлена перпендикулярно слоям бетона.
2. Форму призмы заполняют бетоном и вибрируют при наклонном положении (под углом 45°). Сжимающая сила направлена под углом 45° к слоям бетона.
3. Форму призмы заполняют бетоном и вибрируют в горизонтальном положении. Сжимающая сила направлена параллельно слоям бетона.

Вместе с призматическим образцом были соответственно изготовлены и испытаны кубики.

Все образцы с момента освобождения от форм, которое производилось на третий день, хранились в помещении при температуре $t = 21 \pm \pm 6^\circ$ и влажности $p = 70 \pm 10\%$.

Результаты испытания кубиков и призм в различных возрастах приведены в табл. 2. Данные этой таблицы показывают, что показатели прочности образцов из бетона состава № 1, приготовленных из трех различных замесов, весьма близки, что очень важно для правильного обобщения результатов опытов.

Первое, что необходимо отметить по данным табл. 2, это то, что прочности кубиков при испытании их как перпендикулярно, так и параллельно слоям бетона весьма близки. Поэтому их можно считать практически одинаковыми, тем более, что нет определенной закономерности, чтобы во всех случаях прочность при одном виде испытания была бы больше или меньше другой.

Однако в части призмённых прочностей имеет место определенная закономерность, которая подтверждается всеми испытаниями.

Из табл. 2 видно, что призмённая прочность при испытании призм параллельно слоям бетона всегда больше, чем при испытании перпендикулярно слоям бетона. При этом разница в призмённых прочностях настолько значительна, что уже не может вызвать сомнения в существовании такой закономерности.

Поскольку кубиковые прочности при упомянутых двух способах испытания практически одинаковы, относительные призмённые прочности

$\left(\frac{R_{пр}}{R}\right)$ также значительно отличаются.

Более подробно результаты исследования влияния анизотропии на призмённую прочность бетона приведены в нашей статье [2].

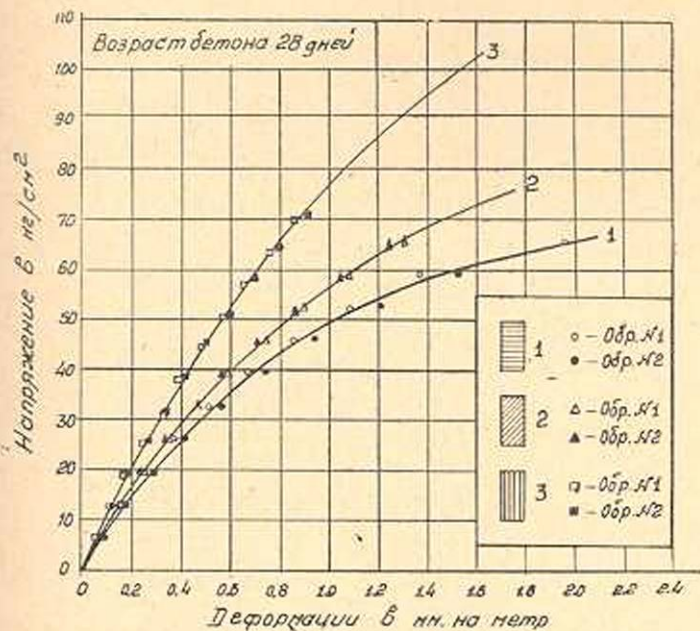
Для исследования влияния анизотропии на деформативность бетона при кратковременном нагружении были испытаны призмы размерами $12,5 \times 12,5 \times 60$ см и $10 \times 10 \times 40$ см.

Испытания призматических образцов производились по следующей методике: нагружение образцов производилось ступенями по $0,1 R_{пр}$ до нагрузки соответствующей $0,8-0,9$ от призмённой прочности. Под каждой ступенью погрузки образец выдерживался в течение одной минуты. После выдержки под нагрузкой $0,8-0,9 R_{пр}$ приборы, измеряющие деформации, снимались, и образец доводился до разрушения.

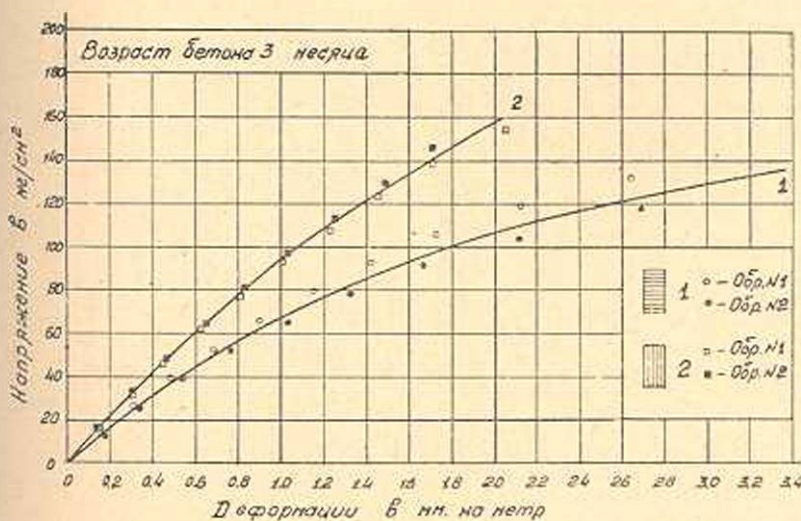
Кривые деформаций для различных возрастов бетона состава № 1 приведены на фиг. 1, 2, 3 и 4.

Из фиг. 1, 2, 3 и 4 видно, что во всех случаях кривые деформаций призм, испытанных параллельно слоям бетона, располагались выше, чем кривые деформаций призм, испытанных перпендикулярно слоям бетона. Что же касается кривой деформаций призм, испытанных под углом 45° к слоям бетона, то она занимает промежуточное положение.

Таким образом, деформации туфобетона при испытании призм перпендикулярно слоям бетона значительно больше, чем при испытании призм параллельно слоям бетона. Так например, при $\sigma = 50$ кг/см² отношение деформаций туфобетона при испытании призм перпендикулярно слоям бетона к деформациям призм, испытанных параллельно слоям



Фиг. 1.

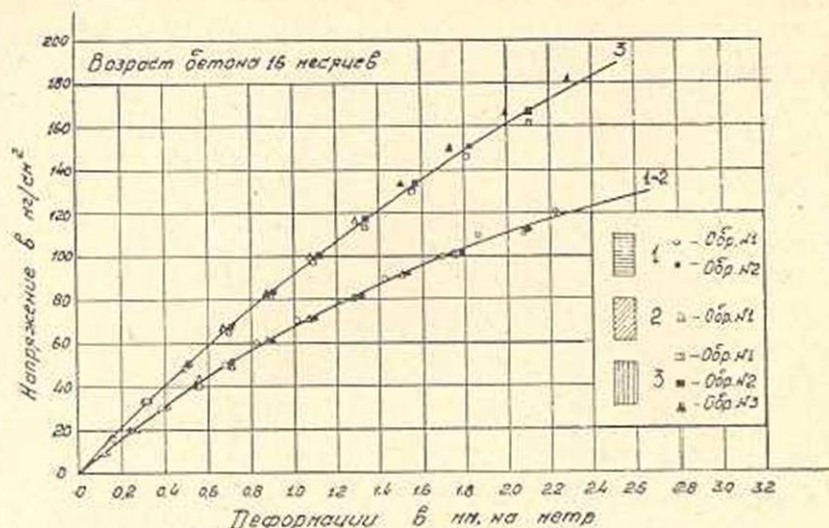


Фиг. 2.

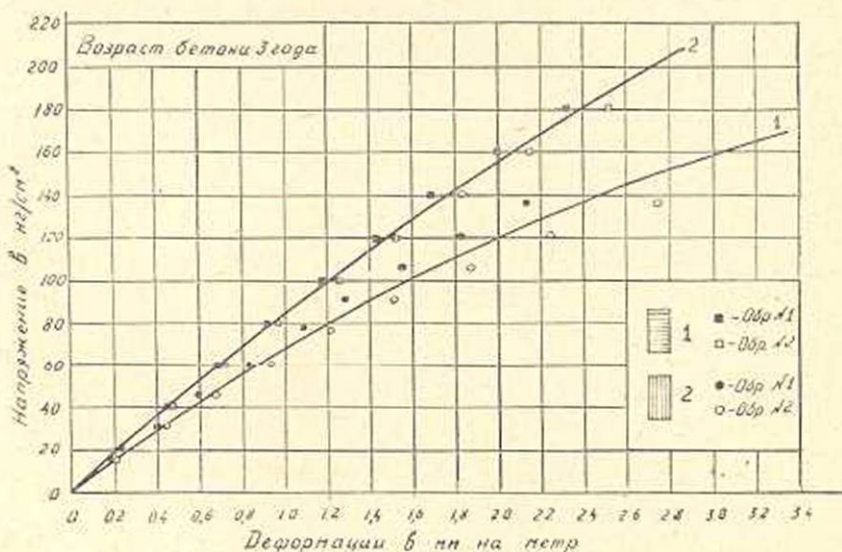
бетона, для возраста бетона 28 дней составляет 1,8, для возрастов 3 и 16 месяцев — 1,4 и, наконец, для возраста бетона 3 года — 1,25.

Аналогичная закономерность деформаций наблюдалась также при испытании образцов из туфобетона состава № 2. Результаты этих опытов приведены на фиг. 5.

В табл. 3 приведены значения модулей деформаций для указанных выше случаев испытания туфобетона (составов № 1 и № 2). По данным этой таблицы модуль деформации туфобетона при испытании призм параллельно слоям бетона, как и следовало ожидать, значительно больше,



Фиг. 3.

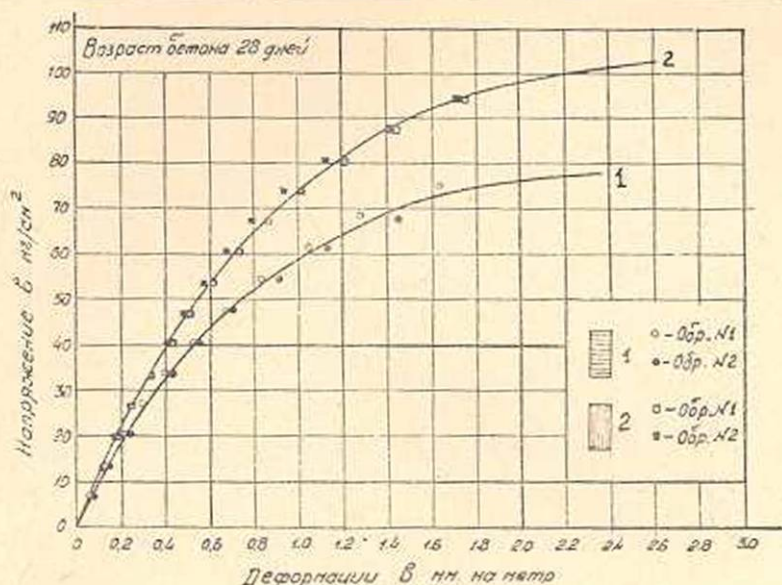


Фиг. 4.

чем модуль деформации бетона при испытании призм перпендикулярно слоям бетона.

Таким образом анизотропия бетона оказывает существенное влияние также на деформативность бетона при кратковременном нагружении.

На основании табл. 3 получается, что модуль упругости бетона в большой мере зависит от направления сжимающей силы к слоям бетона. С этой точки зрения возникает необходимость уточнения нормативных значений модулей упругости. Очевидно в нормах по проектированию бетонных и железобетонных конструкций для каждой марки бетона необходимо предусмотреть не одно значение модуля упругости, а два значе-

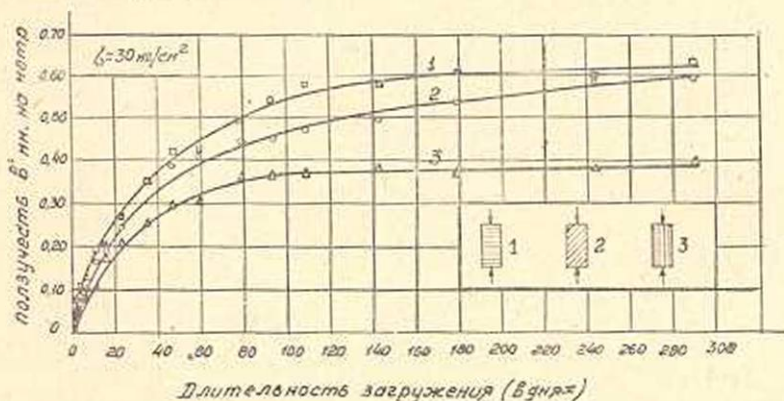


Фиг. 5.

ния, соответственно испытанию призм перпендикулярно и параллельно слоям бетона.

Для исследования влияния анизотропии на ползучесть туфобетона первая серия опытов была поставлена над бетоном состава № 1.

Под длительную нагрузку были поставлены призматические образцы размерами $12,5 \times 12,5 \times 60$ см перпендикулярно, параллельно и под углом 45° к слоям бетона. Из каждой разновидности загружались по 2 образца. Возраст бетона к моменту загрузки составлял 28 дней. Образцы были загружены при напряжении 30 кг/см^2 .



Фиг. 6.

Измерение деформаций загруженных образцов сопровождалось одновременным определением объемных деформаций на незагруженных образцах-близнецах.

На фиг. 6 приведены опытные кривые ползучести туфобетона. И, как мы видим, кривые по отношению друг к другу расположились по той же

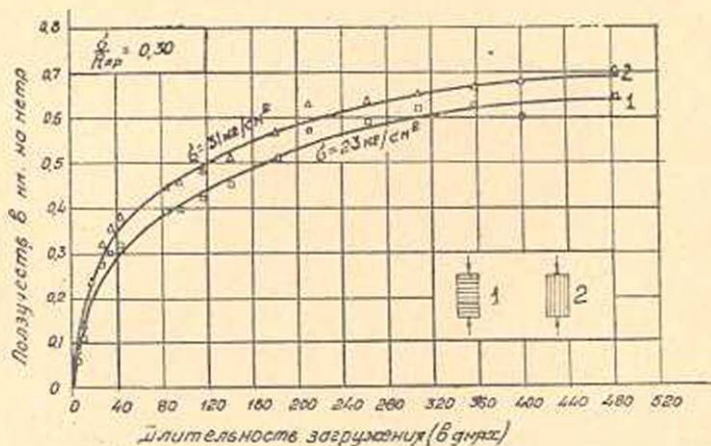
закономерности, как и кривые деформации бетона при кратковременном нагружении (фиг. 1, 2, 3, 4 и 5).

На основании фиг. 6 ползучесть бетона в призмах, нагруженных перпендикулярно слоям бетона, на 63% больше, чем ползучесть бетона в призмах, нагруженных параллельно слоям бетона. Кривая же ползучести призм, нагруженных под углом 45° к слоям бетона занимает промежуточное положение.

Вторая серия опытов по исследованию влияния анизотропии на ползучесть бетона была поставлена над туфобетоном состава № 2. Опыты были поставлены по аналогичной методике лишь с той разницей, что в этом случае образцы были нагружены только параллельно и перпендикулярно слоям бетона.

Кроме этого, в этих опытах образцы загружались не численно одинаковым напряжением, а одинаковым относительным напряжением

$\left(\frac{\sigma}{R_{np}}\right) = 0,30$. Полученные по данным этих опытов кривые ползучести нанесены на фиг. 7. Согласно фиг. 7, при одинаковом относительном напряжении, деформации ползучести образцов, нагруженных как параллельно, так и перпендикулярно слоям бетона, практически одинаковы.



Фиг. 7.

Как известно, до напряжений 0,5 от предела прочности бетона между деформациями ползучести и напряжениями существует линейная зависимость [3, 7]. Учитывая это не трудно прийти к выводу, что и данные опыты над бетоном состава № 2 подтверждают, что, при одинаковом напряжении, деформации ползучести образцов, нагруженных перпендикулярно слоям бетона, значительно больше деформаций ползучести образцов, нагруженных параллельно слоям бетона.

Таким образом, анизотропия бетона оказывает существенное влияние как на призмную прочность бетона, так и на его деформационные свойства как при кратковременном, так и длительном нагружении.

Известно, что при укладке бетонной смеси и его уплотнении в нем происходит внутреннее расслаивание [6]. В результате этого часть из-

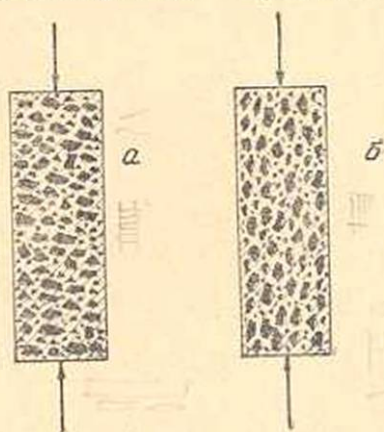
лишней воды отжимается наверх, а часть скопляется непосредственно под частицами заполнителя, образуя множество водяных прослоек. В дальнейшем, в процессе твердения бетона вода из указанных мест постепенно испаряется, в результате чего под частицами заполнителя остаются воздушные поры. Эти места именно и являются слабым местом бетона и естественно должны оказать отрицательное влияние как на прочность, так и на деформативность бетона.

Отрицательное действие явления внутреннего расслаивания бетона на его прочность при разрыве весьма убедительно доказано опытами Н. Л. Мощанского [6]. В этих опытах, при испытании бетонного цилиндра на разрыв, последний происходил по нижнему контакту заполнителя с цементным камнем и подавляющее большинство зерен гравия оставалось на верхней половине цилиндра.

Анизотропия бетона обусловлена внутренним расслаиванием бетона. К такому выводу приводят результаты наших опытов. Рассмотрим структуру бетона в призмах при двух случаях их загрузки.

На фиг. 8а показана структура бетона в призмах, которые были испытаны перпендикулярно слоям бетона, а на фиг. 8б — параллельно. В обоих случаях указаны образовавшиеся в результате внутреннего расслаивания бетона под частицами заполнителя водяные прослойки, которые после испарения воды превращаются в воздушные поры.

На фиг. 8 необходимо обратить внимание на положение воздушных пор по отношению к направлению сжимающей силы. Дело в том, что образовавшиеся в результате внутреннего расслаивания бетона, под частицами заполнителя, водяные прослойки, и в дальнейшем на их месте воздушные поры, в случае призм, испытываемых перпендикулярно слоям бетона, больше ослабляют их сечение, чем в случае призм, испытываемых параллельно слоям бетона. По этой причине, при одинаковой нагрузке во всех случаях, фактическое напряжение (усилие на единицу площади сечения призмы с вычетом площади воздушных пор) в сечениях призм с воздушными порами будет больше в призмах, испытываемых перпендикулярно слоям бетона. Это обстоятельство и приводит к тому, что в этом случае призмная прочность бетона значительно меньше, а деформации, наоборот, больше. Это подтверждается и тем, что, когда в наших опытах призмы, соответствующие упомянутым выше двум случаям испытания, при кратковременном нагружении, были нагружены длительной нагрузкой при одинаковом относительном напряжении (фиг. 7), деформации ползучести практически оказались одинаковыми. Правда, на фиг. 7 кривая ползучести призм, нагруженных параллельно слоям бетона, распо-



Фиг. 8.

ложились несколько выше кривой ползучести призм, нагруженных перпендикулярно слоям бетона. При этом разница в деформациях настолько незначительна, что она не дает основания для вывода, что кривые ползучести в данном случае должны были именно располагаться по отношению друг к другу так, как получились в этих опытах. Однако, вообще говоря, не исключена возможность существования такой закономерности. При этом мы исходим из физической природы ползучести бетона.

Проведенные нами ранее исследования показали, что ползучесть бетона при сжатии до напряжений 0,55 — 0,6 от предела прочности бетона является следствием как вязкости гелевой структурной составляющей цементного камня, так и капиллярных явлений [3, 4]. В данном случае, при одинаковом относительном напряжении, ползучесть за счет вязкости геля в призмах, нагруженных перпендикулярно и параллельно слоям бетона, будет одинаковой. А что касается ползучести за счет капиллярных явлений, которая зависит от интенсивности испарения воды из бетона, то она будет больше в случае призм, нагруженных параллельно слоям бетона. Объясняется это тем, что в этом случае водяные прослойки под частицами заполнителя, которые образуются благодаря внутреннему расслаиванию бетона, можно сказать, почти параллельны наружной поверхности призм, что ускоряет процесс испарения, а следовательно и ползучесть бетона. Такое объяснение вытекает и из исследований влияния анизотропии на усадку бетона, результаты которых будут приведены ниже.

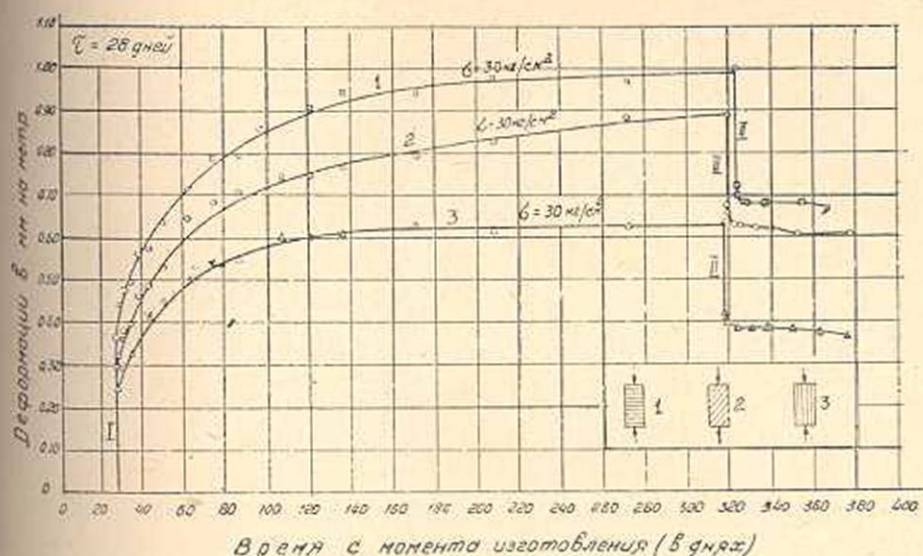
Объяснение анизотропии бетона внутренним расслаиванием бетона подтверждается также нашими опытами, при которых велись наблюдения за восстановлением как упругой деформации, так и деформаций ползучести после разгрузки бетона.

Образцы серии 1-54 после нахождения под длительной нагрузкой (290 дней) были разгружены. При этом наблюдалось общезвестное явление частичного мгновенного восстановления упругой деформации и далее затухающее частичное восстановление деформаций ползучести. Результаты этих опытов приведены на фиг. 9. Одновременно соответствующие данные сведены в табл. 4.

На основании данных табл. 4, как и следовало ожидать, как упругая деформация, так и деформация ползучести после разгрузки, при образцах, нагруженных параллельно слоям бетона, относительно больше восстанавливаются, чем при образцах, нагруженных перпендикулярно слоям бетона.

Как известно, при напряжениях, не превышающих половину предела прочности бетона, заполнитель последнего деформируется лишь упруго [7]. Поэтому при разгрузке бетона упруго деформированный заполнитель стремится восстановить свою первоначальную форму, однако этому препятствует затвердевший во времени цементный камень. По этой причине имеет место не полное, а частичное восстановление деформаций.

При рассмотрении фиг. 8 нетрудно прийти к выводу, что деформации



I — мгновенные деформации при нагружении II — мгновенные деформации при разгрузке

Фиг. 9.

восстановления после разгрузки бетона будут больше именно в призмах, нагруженных параллельно слоям бетона.

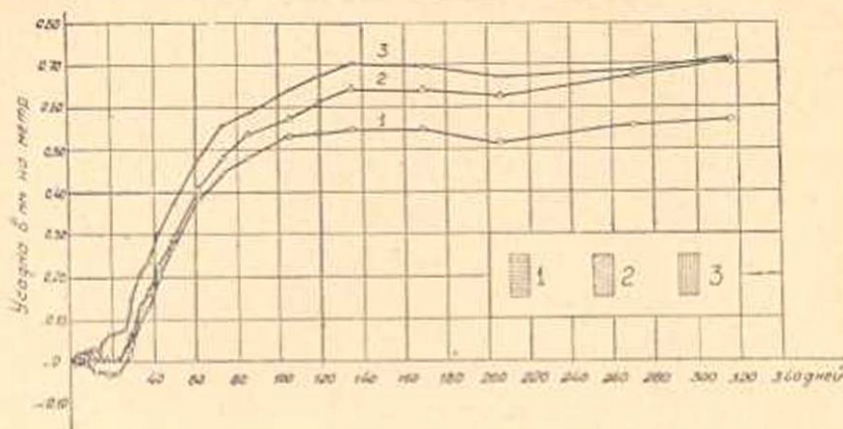
Как уже отмечалось, параллельно с изучением ползучести бетона велись исследования влияния анизотропии на усадку бетона.

Таблица 4

Направлен. сжимающей силы по отношению к слоям бетона при испытании	Упругая деформация при нагружении в мм на метр	Ползучесть в мм на метр при длительности нагружения 250 дней	Абсолютное значение восстановл. части упругой деформации в мм на метр	Абсолютное значение восстановл. части деформации ползучести в мм на метр	Восстановлен. деформации в % от деформаций в процессе нагружения	
					упругая	ползуч.
Перпендикулярно	0,365	0,635	0,28	0,045	77	7
Под углом 45°	0,295	0,595	0,215	0,065	73	10,9
Параллельно	0,245	0,38	0,205	0,045	83,5	11,8

Измерение усадочных деформаций было начато с суточного возраста бетона. На фиг. 10 приведены три кривые усадки бетона состава № 1. Кривая 1 соответствует тем призмам, которые изготавливались при вертикальном положении форм на выibroплощадке. В этом случае, как и в проведенных нами ранее исследованиях, при аналогичном случае заполнения форм бетоном и вибрации, в начальный период имеет место набухание бетона, а затем усадка [5]. Период набухания в данном случае составляет 26 дней, после чего начинается интенсивная усадка.

Совсем иначе протекают объемные изменения тех призм, которые



Фиг. 10.

изготавливались при горизонтальном и под углом 45° положениях форм на выбросплощадке. В этих случаях набухание бетона отсутствует и с первого же дня наблюдается усадка. Однако, в начальный период интенсивность усадки незначительна, но заметно возрастает на 22 и 26 день.

Характерным на фиг. 10 является также то, что кривая усадки призм, испытанных параллельно слоям бетона, расположилась выше, чем кривая усадки призм, испытанных перпендикулярно слоям бетона. А что касается кривой усадки призм, испытанных под углом 45° к слоям бетона, то она заняла промежуточное положение.

Такое расположение кривых, с нашей точки зрения, весьма закономерно и исходит из физической природы усадки бетона. При этом оно согласуется и с нашими опытными данными ползучести бетона, где аналогичное расположение кривых ползучести наблюдалось в том случае, когда образцы были загружены длительной нагрузкой не при численно одинаковом напряжении, а при одинаковом относительном напряжении (фиг. 7).

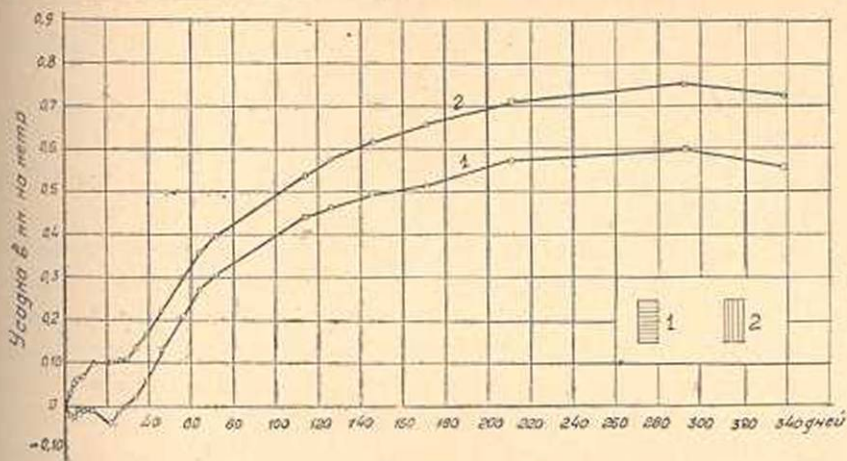
В части ползучести бетона мы уже дали соответствующее объяснение причин отмеченной закономерности. Что же касается усадки, то, согласно общеизвестной гипотезе, усадка бетона является следствием как физико-химических процессов, сопровождающих схватывание и твердение бетона, так и капиллярных явлений. Поэтому усадка, обусловленная капиллярными явлениями, как и ползучесть, будет больше в образцах, которые изготавливались при горизонтальном положении форм, так как испарение воды из водяных прослоек под зернами заполнителя в этом случае протекает гораздо интенсивнее.

Отмеченные закономерности усадки в опытах над бетоном состава № 1 полностью подтвердились и опытами над бетоном состава № 2 (фиг. 11).

Таким образом, анизотропия бетона оказывает некоторое влияние и на усадку бетона.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Бетон является анизотропным материалом. Анизотропия бетона



Фиг. 11.

вызвана внутренним расслаиванием, которое имеет место при укладке и уплотнении бетона.

2. Анизотропия бетона оказывает существенное влияние на призмную прочность бетона, благодаря чему призмная прочность при испытании призм параллельно слоям бетона значительно больше (до 50%), чем призмная прочность при испытании призм перпендикулярно слоям бетона.

3. Необходимо установить единую методику для определения призмной прочности бетона. Ввиду отсутствия таковой до сих пор каждый исследователь по-своему решал этот вопрос, не придавая значения направлению сжимающей силы к слоям бетона при испытании. Этим обстоятельством в основном, по-видимому, и следует объяснить то, что известные экспериментальные данные относительных призмных прочностей колеблются в довольно широких пределах.

4. Существующие эмпирические формулы для определения призмной прочности должны быть уточнены. Эти формулы построены на основании известных до сих пор экспериментальных данных, которые были выполнены по разной методике. При этом не исключена возможность, что одни исследователи испытывали призмы перпендикулярно слоям бетона, а другие — параллельно.

5. Применение сборных колонн с точки зрения сопротивляемости нагрузкам более целесообразно, чем монолитных, так как сборные колонны бетонируются в горизонтальном положении и загружаются параллельно слоям бетона.

6. В существующих нормах по проектированию бетонных и железобетонных конструкций для каждой марки бетона предусмотрено одно значение призмной прочности, которое, по всей вероятности, в первую очередь было предусмотрено для монолитных колонн, однако в последующем в связи с развитием сборного железобетона распространено и на сборные колонны. Таким образом, на основании наших опытов можем утверждать, что до сих пор сборные колонны проектировались и изготавливались с большим запасом.

Необходимо в нормах для каждой марки бетона предусмотреть не одно, а два значения призмных прочностей:

а) для расчета монолитных колонн, с учетом их работы перпендикулярно слоям бетона,

б) для расчета сборных колонн, с учетом их работы параллельно слоям бетона.

7. Анизотропия бетона оказывает существенное влияние на деформативные свойства бетона при кратковременном нагружении, благодаря чему модуль деформации бетона, при испытании призм параллельно слоям, значительно больше (до 44%), чем модуль деформации при испытании призм перпендикулярно слоям бетона. Это явление также должно найти соответствующее отражение в нормах.

8. Анизотропия бетона оказывает существенное влияние на деформации ползучести бетона. При одинаковых напряжениях ползучесть бетона в призмах, нагруженных перпендикулярно слоям, до 63% больше ползучести в призмах, нагруженных параллельно слоям бетона.

9. После разгрузки бетона, продолжительное время находившегося под нагрузкой, как упругая деформация, так и деформация ползучести при призмах, нагруженных параллельно слоям, относительно больше восстанавливаются, чем при призмах, нагруженных перпендикулярно слоям бетона.

10. Большая призмная прочность бетона при испытании призм параллельно слоям, чем при испытании призм перпендикулярно слоям бетона, дает основание полагать, что и прочность бетона на растяжение в первом случае будет значительно больше.

11. Влияние анизотропии на усадку бетона незначительно.

12. Теории прочности, деформативности и ползучести бетона должны быть построены с учетом его анизотропии.

В заключение следует отметить, что, поскольку анизотропия оказывает существенное влияние на прочность, упругость и ползучесть бетона, необходимо в этом направлении провести широкие исследования. Эти исследования дадут возможность более рационально проектировать бетонные и железобетонные конструкции, об одной конкретной возможности которой, в части колонн, нами указывалось выше.

Исследования влияния анизотропии бетона на его прочность и деформативность были нами выполнены над легким бетоном, в частности туфбетоном. Надо полагать, что влияние анизотропии бетона, обусловленное внутренним расслаиванием бетона на прочность и деформативность тяжелого бетона будет еще больше. Этот вопрос, однако, требует специального исследования.

Автор считает своим долгом выразить глубокую благодарность Н. Х. Арутюняну и С. А. Амбарцумяну за советы в процессе проведения данных исследований.

Կ. Ս. Կարապետյան

ԱՆԻՉՈՏՐՈՊԻԱՅԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԲԵՏՈՆԻ ՍՈՂՔԻ
ԴԵՖՈՐՄԱՅԻԱՆԵՐԻ ՎՐԱ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հոգվածը նվիրված է անիզոտրոպիայի ազդեցությանը բետոնի ամրության և դեֆորմատիվ հատկությունների վրա, ինչպես կարճատև, այնպես էլ երկարատև բեռնվածության դեպքում:

Հոգվածում, հիմնականում, բերվում է հետազոտությունների այն մասը, որը վերաբերում է անիզոտրոպիայի ազդեցությանը բետոնի դեֆորմատիվ հատկությունների վրա, ինչ վերաբերում է այդ գործոնի ազդեցությանը բետոնի ամրության վրա, ապա այն բերված էր [2]—ում:

Հետազոտությունները ցույց տվեցին, որ բետոնի անիզոտրոպիան խոշոր ազդեցություն ունի ինչպես նրա սողքի դեֆորմացիաների, այնպես էլ նրա մյուս դեֆորմատիվ հատկությունների վրա: Այսպես, օրինակ, այն դեպքում, երբ պրիզմայական նմուշները փորձարկվում են բետոնի շերտերին ուղղահայաց ուղղությամբ, ապա շնորհիվ անիզոտրոպիայի ազդեցության, սողքի դեֆորմացիաները $63\%_{0}$ -ով մեծ են, քան այն դեպքում, երբ նրանք փորձարկվում են բետոնի շերտերին զուգահեռ ուղղությամբ: Ինչ վերաբերվում է բետոնի ամրությանը, ապա այդ դեպքում տեղի ունի հակառակ պատկերը [2]:

Հեղինակը բետոնի անիզոտրոպիան բացատրում է նրա կազմալուծմամբ, որը տեղի ունի բետոնային շաղախի տեղադրման և խտացման ժամանակ:

Բանն նրանումն է, որ բետոնի տեղադրման և խտացման ժամանակ ավելցուկ ջրի մի մասը սեղմվում է վերև, իսկ մի մասն էլ հավաքվում բետոնի խճի հատիկների տակ բարակ թաղանթի ձևով: Բետոնի ամրանալու պրոցեսում, այդ ջրային շերտերից ջուրը հեռոճանակ գոլորշիանում է, առաջացնելով օդային ծակոտիներ: Օդային ծակոտիները ներկայացնում են բետոնի թույլ տեղը և բնական է, որ բացասական ազդեցություն են ունենում բետոնի ամրության և դեֆորմատիվ հատկությունների վրա:

Օդային ծակոտիների բացասական ազդեցությունը ավելի մեծ է պրիզմայական նմուշները շերտերին ուղղահայաց փորձարկելիս, այդ պատճառով էլ բետոնի ամրությունը ստացվում է ավելի փոքր իսկ դեֆորմացիաները՝ մեծ:

Կատարված աշխատանքը թույլ է տալիս անելու մի շարք ինչպես տեսական, այնպես էլ գործնական եզրակացություններ, որոնցից հիմնականն այն է, որ բետոնի ամրության, սողքի և դեֆորմատիվ հատկությունների տեսությունները պետք է կառուցել, հաշվի առնելով նրա անիզոտրոպիան:

Անիզոտրոպիայի ազդեցությունը բետոնի ամրության և նրա դեֆորմատիվ հատկությունների վրա, փորձարկված է թեթև բետոնի վրա, տվյալ դեպքում՝ առֆարետոնի վրա: Պետք է հնթադրել, որ անիզոտրոպիայի ազդեցությունը, որը կախված է բետոնի ներքին կազմալուծումից, բետոնի ամրության և դեֆորմատիվ հատկությունների վրա, ավելի մեծ կլինի ծանր բետոնի դեպքում: Բայց այդ հարցը պահանջում է հատուկ ուսումնասիրություն:

ЛИТЕРАТУРА

1. Безухов К. С. Испытание строительных конструкций и сооружений. Госиздат. лит. по стр-ву и арх-ре, 1954.
2. Карапетян К. С. Об одном существенном факторе в прочностных и деформативных свойствах бетона. Доклады АН Армянской ССР, том XXIV, № 4, 1957.
3. Карапетян К. С. Ползучесть бетона при высоких напряжениях. Известия АН Армянской ССР (серия ФМЕТ наук), том VI, № 2, 1953.
4. Карапетян К. С. Влияние размеров образца на усадку и ползучесть бетона. Известия АН Армянской ССР (серия ФМЕТ наук), том IX, № 1, 1956.
5. Карапетян К. С. Экспериментальное исследование усадки туфобетона. Известия АН Армянской ССР (серия ФМЕТ наук), том III, № 1, 1950.
6. Мощанский Н. А. Плотность и стойкость бетонов. Госстройиздат, 1951.
7. Улицкий И. И. Ползучесть бетона. Гостехиздат Украинской ССР, 1948.