

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

К. С. Карапетян

Экспериментальное исследование усадки туфобетона

Физическая природа усадки бетона раскрыта недостаточно в связи с недостаточной изученностью многочисленных факторов, обуславливающих это явление. Опыты позволили установить, что усадка и разбухание бетона зависят в основном от деформационных свойств цементного камня: заполнитель в бетоне представляет жесткий скелет, уменьшающий усадку цементного раствора. В армированном бетоне усадка и разбухание проявляются в значительно меньшей мере, нежели в растворе и в неармированном бетоне. При всех равных условиях абсолютная величина разбухания бетона, твердеющего в воде, меньше абсолютной величины усадки бетона, твердеющего на воздухе. Интенсивность деформации от усадки (разбухания) с течением времени постепенно затухает.

В Армении имеются богатейшие месторождения туфа и пемзы, широко применяемых в Закавказье в качестве заполнителя в легкобетонных и легкожелезобетонных конструкциях.

Однако деформационные свойства легкого бетона и железобетона изучены в недостаточной мере.

Экспериментальные исследования усадки и ползучести керамзитобетона и пемзобетона производились А. П. Коровкиным [1], М. З. Симоновым [2], А. И. Вагановым [3], З. А. Ацагорцяном [4] и др. Насколько нам известно, деформационные свойства туфобетона почти не изучены. В этом направлении Г. Д. Цискрели были произведены рекогносцировочные опыты [5].

В Институте Стройматериалов и Сооружений Академии Наук Армянской ССР с 1948 года было начато систематическое экспериментальное исследование объемных изменений туфобетона и пемзобетона. Ниже приводятся краткое описание и результаты опытов 1948 г. по изучению усадочных деформаций туфобетона. Характеристика изготовленных в 1948 г. образцов для изучения усадочных деформаций приводится в таблице 1.

Опыты производились над 17 образцами из туфобетона и четырьмя эталонными образцами из обычного (тяжелого) бетона. Образцы квадратного сечения 15×15 см, высотой 60 см.

Одновременно для каждой серии образцов изготавливались контрольные бетонные кубики: $20 \times 20 \times 20$ см. Проектирование состава

Таблица 1.

Серия образцов	Вид бетона	Состав бетона (по весу)	Расход цемента на m^3 бетона в кг	Объемн. вес свежеуложенного бетона в t/m^3	Объемн. вес бетона в возрасте 28 дн. в t/m^3	Кол-во, призм $15 \times 15 \times 60$ см	Кубиковая прочность на сжатие R 28 в kg/cm^2	Способ приготовления бетона
I—48	Обычный	1:3,3:4,6	257	2,58	2,29	4	115	Вручную
II—48	Туфобетон	1:1,85:2,75	264	1,88	1,61	4	129	Бетономеш.
III—48	Туфобетон	1:1,6:2,3	303	1,85	1,64	8	163	Вручную
IV—48	Туфобетон	1:1,6:2,3	305	1,87	1,76	5	188	Бетономеш.

туфобетона производилось по методу В. М. Худавердяна [9].

Инертные для туфобетонных образцов были изготовлены из туфа Ариджского карьера (Ереван). Испытание контрольных кубиков показало, что прочность примененного туфа на сжатие колебалась в пределах 40—80 kg/cm^2 ; водопоглощаемость туфа составляла 24%. Объемный вес туфового щебня составлял 0,78 t/m^3 , при объеме пустот 44%.

В таблице 2 приводится гранулометрический состав туфового щебня.

Таблица 2.

Размеры отверстий сит в свету в мм	40	20	10	5
Проходит сквозь сито в % по весу	100	59	18	0

Песок был изготовлен из того же туфа, что и щебень. Объемный вес туфового песка 1,05 t/m^3 .

В таблице 3 приводится гранулометрический состав туфового песка.

Таблица 3.

Размеры отверстий сит в свету в мм	5	2,5	1,2	0,6	0,3	0,15
Проходит сквозь сито в % по весу	100	86	75	62	54	42

В качестве крупного заполнителя для обычного бетона был при-

менен базальтовый щебень из карьера Ереванского асфальто-бетонного завода № 1, в качестве мелкого заполнителя — кварцевый песок Арташатского карьера объемным весом $1,55 \text{ т/м}^3$.

В экспериментальной работе для легкого и обычного бетонов был применен портландцемент марки 300 Араратского цементного завода им. С. Орджоникидзе. Распалубка образцов из деревянных форм производилась спустя два дня после бетонирования призм.

Образцы из туфобетона и обычного бетона хранились в одинаковых условиях в помещении, где температура колебалась от 10 до 30°C , а влажность воздуха в пределах $40\text{--}75\%$. Для измерения продольных деформаций на образцах были установлены металлические марки на расстоянии 490 мм друг от друга (рис. 1).

Деформации бетона измерялись с помощью переносного деформометра системы Максимова с температурным компенсатором. Изменение деформаций бетона производилось с точностью в $0,02 \text{ мм}$. Усадочные деформации измерялись в течение года. В таблице 4 приведены опытные величины относительных усадочных деформаций обычного бетона и туфобетона при длительном хранении бетонных образцов на воздухе.

В таблице 5 средние величины относительных усадочных деформаций бетона марки 110, полученные из опытов Института Стройматериалов и Сооружений АН Арм. ССР (АИС),

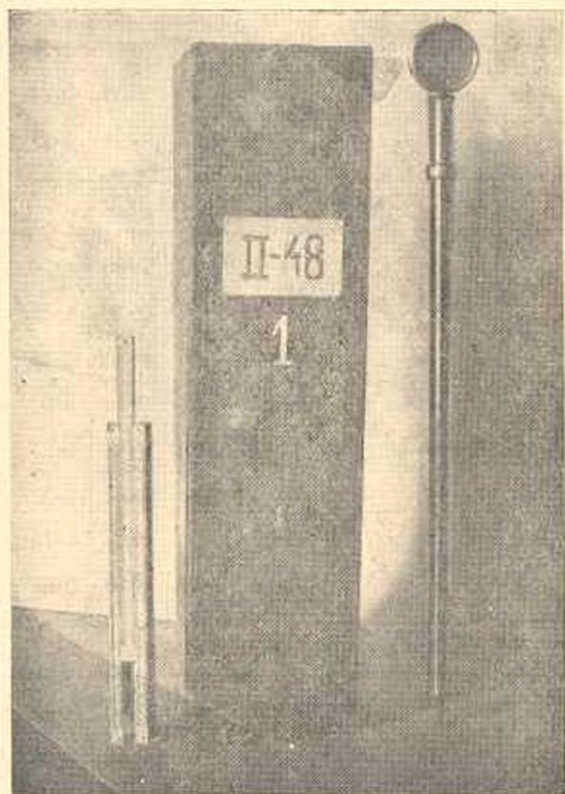


Рис. 1.

сопоставлены с аналогичными величинами, полученными другими исследователями [7] на основании многочисленных опытов.

Сопоставление цифровых данных таблицы 5 позволяет установить, что расхождение между опытными данными АИС и аналогичными данными, приведенными В. А. Бушковым [7], невелико.

На основании изложенного можно сделать вывод, что методика определения усадочных деформаций, принятая АИС как для обыч-

Таблица 4.

Вид бетона	Серия образцов	Номер образцов серии	Относительные усадочные деформации бетона в мм на метр в возрасте:								
			7 дн.	14 дн.	28 дн.	2 мес.	3 мес.	4 мес.	5 мес.	6 мес.	12 мес.
Обычный $R_{28}=115$	I-48	1	-0.14	0.02	0.26	0.53	0.62	0.66	0.70	0.70	0.70
		2	-0.02	0.11	0.38	0.54	0.60	0.65	0.65	0.69	0.69
		3	-0.16	0.03	0.17	0.40	0.50	0.54	0.58	0.58	0.58
		4	-0.19	0.00	0.21	0.45	0.56	0.60	0.64	0.64	0.64
		Средняя	-0.13	0.05	0.26	0.51	0.57	0.61	0.65	0.65	0.65
Туфо-бетон $R_{28}=129$	II-48	1	0.10	0.21	0.42	0.76	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82
		2	-0.03	0.07	0.31	0.70	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
		3	0.06	0.12	0.38	0.77	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82
		4	-0.05	0.07	0.24	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
		Средняя	0.02	0.12	0.36	0.74	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
Туфо-бетон $R_{28}=163$	III-48	1	-0.12	0.02	0.36	0.70	0.75	0.79	0.81	0.83	0.83
		2	-0.19	0.06	0.28	0.45	0.56	0.62	0.66	0.68	0.68
		3	-0.02	0.16	0.50	0.84	0.90	0.95	0.99	1.00	1.00
		4	0.10	0.25	0.58	0.92	0.97	1.01	1.04	1.04	1.04
		5	-0.10	0.03	0.36	0.77	0.83	0.88	0.90	0.90	0.90
		6	-0.03	0.13	0.34	0.57	0.62	0.69	0.69	0.69	0.69
		7	0.06	0.22	0.47	0.75	0.79	0.83	0.83	0.83	0.83
		8	0.12	0.19	0.40	0.68	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73
		Средняя	-0.02	0.12	0.41	0.71	0.77	0.81	0.83	0.84	0.84
Туфо-бетон $R_{28}=188$	IV-48	1	-0.02	0.19	0.50	0.79	0.84	0.89	0.92	0.95	0.95
		2	-0.06	0.10	0.43	0.85	0.89	0.93	0.96	0.96	0.96
		3	-0.03	0.09	0.39	0.75	0.83	0.91	0.93	0.93	0.93
		4	-0.05	0.17	0.44	0.75	0.82	0.89	0.91	0.91	0.91
		5	-0.02	0.15	0.44	0.79	0.85	0.91	0.94	0.96	0.96
		Средняя	-0.04	0.14	0.44	0.79	0.85	0.91	0.93	0.94	0.94

ного бетона так и для туфобетона, достаточно надежна, т. е., другими словами, результаты опытных данных АИС по изучению усадочных деформаций туфобетона сопоставимы с аналогичными данными, по-

Таблица 5

И с т о ч н и к	Средние величины относительных усадочных деформаций обычного бетона в мм на метр в возрасте:						
	28 дн.	2 мес.	3 мес.	4 мес.	5 мес.	6 мес.	12 мес.
Опыты АИС для обычного бетона жесткой консистенции $R_{28}=115 \text{ кг/см}^2$ с расходом цемента 257 кг/м^3	0,26	0,51	0,57	0,61	0,65	0,65	0,65
Опыты других исследователей для обычного бетона жесткой консистенции с расходом цемента 250 кг/м^3	0,35	0,58	0,65	0,65	0,63	0,63	0,63

лученными другими исследователями для обычного бетона. Кривые усадки туфобетона (образцы серии II—48) приведены на рис. 2. Пунктирной линией показаны относительные усадочные деформации для отдельных образцов. Сплошной линией показаны осредненные величины этих деформаций для всех образцов этой серии.

По кривым усадки туфобетона могут быть отмечены:

а) период расширения бетона (3—10 суток).

б) Период усадки бетона с постепенным затуханием усадочных деформаций с течением времени (3—6 месяцев).

в) Период установившегося состояния с постоянной величиной усадки.

На рис. 3 приведены средние кривые усадки всех четырех исследованных серий образцов.

Анализ кривых усадки бетона показывает, что усадочные деформации туфобетона марки 110 на 20—25% больше, чем усадка обычного бетона той же марки при одинаковом расходе цемента. С увеличением расхода цемента

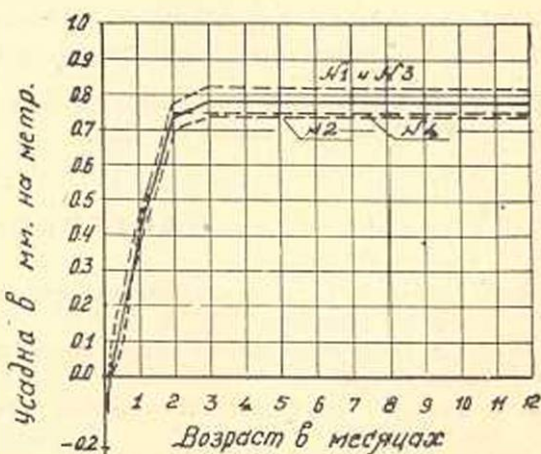
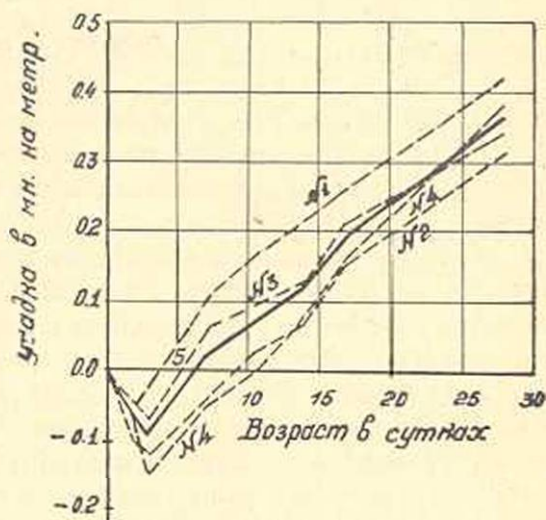
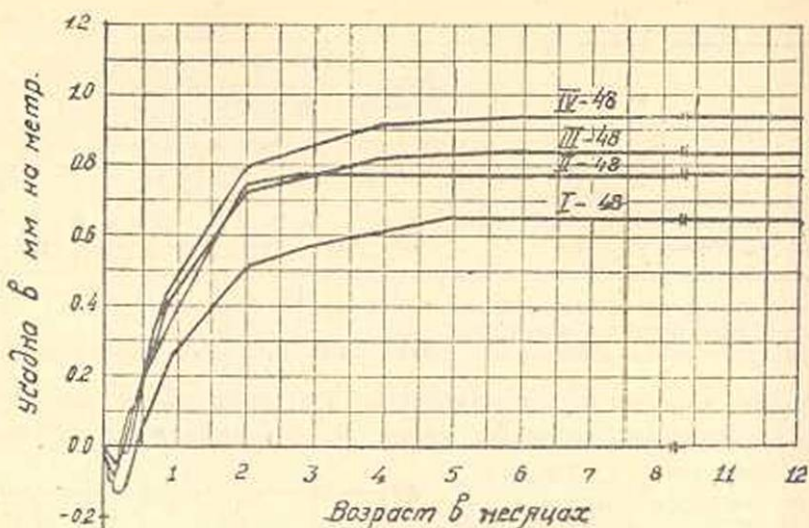


Рис. 2.



усадка туфобетона, как и обычного бетона, растет.

На основании опытов, произведенных в АИС, можно дать следующее объяснение относительно большей усадки туфобетона по сравнению с обычным бетоном.

Туфовые образцы при хранении в воде разбухают и при последующем высыхании дают усадку [5]. При приготовлении бетона на пористом заполнителе последний интенсивно впитывает в себя влагу, в результате чего разбухает. В первый период твердения бетона (как и в обычном бетоне), вследствие экзотермического процесса в теле бетона происходит его разбухание. При дальнейшем твердении бетона происходит усадка цементного камня и одновременно пористого заполнителя. Этим, повидимому, следует объяснить относительно большую усадку туфобетона по сравнению с обычным бетоном, поскольку в последнем разбухание и усадка заполнителя в отличие от пористого заполнителя, незначительна.

Институт Строительных Материалов и Сооружений
Академии наук Армянской ССР.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. П. Коровкин—Усадка и подзучность керамзитобетона. „Строительство жел. дорог и путевое хозяйство“, № 5—6, 1941.
2. М. З. Симонов—Исследование керамзитобетона. Технический отчет ТНИСГЭИ. Тбилиси, 1940.
3. А. И. Ваганов—Судостроительный керамзитобетон. Тр. УНИИРФ. Вып. III, Москва—Ленинград, 1949.
4. З. А. Ацагорцян—Пемзовый железобетон. Научно-технический отчет АИС. Ереван, 1932.
5. Г. Д. Цискрели—Физико-механические и деформативные свойства легких бетонов. Сб. тр. ТБИИЖТ, в. XIV, Тбилиси, 1947.

6. Я. В. Столяров—Введение в теорию железобетона. Москва—Ленинград. 1941.
7. В. А. Бушков—Железобетонные конструкции, ч. I, Москва, 1940.
8. И. И. Улицкий—Ползучесть бетона. Гостехиздат, Укр. Киев, Львов, 1948.
9. В. М. Худавердян—Метод проектирования составов туфобетона. Ереван, 1950.

Կ. Ս. Կարապետյան

ՏՈՒՖԱԲԵՏՈՆԻ ԿՄԿՄԱՆ ՓՈՐՁԱՌԱԿԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հայկական ՍՍՏ ԳԱ Շինանյութերի և Կառուցվածքների Ինստիտուտում, սկսած 1948 թվից, կատարվում են տուֆաբետոնի և պեմզաբետոնի ծավալային փոփոխությունների որոշման սխեմատիկ փորձառական հեռազտություններ։ Հողվածում բերված են տուֆաբետոնի կծկման դեֆորմացիաների ուսումնասիրությունը վերաբերող՝ 1948 թվի փորձերի համառոտ արդյունքները։ № 4 աղյուսակում զետեղված են ծանր բետոնի և տուֆաբետոնի կծկման հարաբերական դեֆորմացիաների մեծությունները՝ բետոնի նմուշներն օդում երկարատև պահելու դեպքում։

Փորձառական արդյունքների վերլուծությունը ցույց է ապրիտ, որ «110» մարկայի տուֆաբետոնի կծկման դեֆորմացիաները 20—25 օ/ժ-ով դերազանցում են նույն մարկայի ծանր բետոնի կծկման դեֆորմացիաներից՝ զեմենտի համասար ծախքի պայմաններում։ Յեմենտի ծախքի աճման դեպքում աճում է նաև տուֆաբետոնի կծկումը, ինչպես որ այդ տեղի ունի ծանր բետոնի դեպքում։