

ТЕХНОЛОГИЯ БЕТОНА

В. М. ХУДАВЕРДЯН

ВТОРИЧНОЕ ТВЕРДЕНИЕ ЛЕТНЕГО БЕТОНА ПРИ ЕГО ОБВОДНЕНИИ

При проведении исследований по летнему бетону [1], т. е. бетону, вызреваемому в сухой и жаркой среде при интенсивном испарении из него влаги, нам, для объяснения некоторых результатов опытов, пришлось предположить, что при последующем обводнении (водополощении) этого бетона имеет место его вторичное твердение и упрочнение.

Под вторичным твердением здесь понимается возобновление процесса твердения бетона, прерванного вследствие испарения его внутренней влаги. В отличие от первичного твердения, когда сырая бетонная смесь превращается в твердое бетонное тело, вторичное твердение бетона может произойти многократно соответственно условиям обводнения.

Для проверки указанного предположения в 1954 г. были поставлены прямые опыты. Были приготовлены образцы из 4 видов бетона: тяжелого — на базальтовом щебне и кварцевом песке, литондпемзобетона (бетона на литондной пемзе), туфобетона на вулканическом туфе ереванского типа и пемзобетона на зинийской и пемзашенской пемзе. Все бетонные смеси были приготовлены на цементе Араратского завода активностью $R_d = 425 \text{ кг/см}^2$ при одинаковом расходе цемента — 250 кг/м^3 и одинаковой пластичной консистенции с осадкой конуса 7 см.

Бетонные образцы в виде призм $10 \times 10 \times 40 \text{ см}$ и кубиков $10 \times 10 \times 10 \text{ см}$ были приготовлены вибрированием на лабораторной виброплощадке.

После однодневного хранения в формах во влажных условиях образцы были расформованы, при этом часть их помещена в специальную летнюю камеру со стабильным режимом (температура $28-32^\circ \text{C}$, относительная влажность воздуха $30-35\%$), а другая часть — во влажную камеру и твердела в нормальных воздушно-влажных условиях.

Из числа образцов, хранящихся в летней камере, 3 призмы и 3 кубика из каждого вида бетона в возрасте 36—44 дня были помещены в воду на 9 дней, затем извлечены из воды, высушены и испытаны: призмы — на динамический модуль упругости, кубики — на сжатие. Высушивание образцов до испытания производилось с целью исключения влияния влажностного состояния бетона на его упругие и прочностные показатели.

Определение динамического модуля упругости представляло методическое удобство, ибо давало возможность проследить за поведением образца до и после его обводнения, не прибегая к его разрушению.

Для выявления эффекта обводнения летнего бетона были испытаны, параллельно с обводненными, также и контрольные образцы, не подвергшиеся обводнению.

Выбор и испытание контрольных образцов понятии из табл. 1 и 2, где сведены результаты всех испытаний.

Ввиду принципиальной важности полученных результатов было решено проверить их воспроизводимость, особенно в отдаленные сроки обводнения и получить ответ на вопрос—не затухает ли с течением времени способность летнего бетона к вторичному твердению при обводнении? С этой целью 3 призмы и 3 кубика из каждого вида бетона летнего (воздушно-сухого) хранения были обводнены в

Таблица 1

Эффект повышения динамического модуля упругости E летних бетонов при их обводнении

Вид бетона	№№ образцов		Условия и продолжит. хранения в днях			Дата испытания	$E \cdot 10^{-3}$ в кг/см ² (средн.)	Увеличение E от обводнения в %
	конт. родных	обводненных	воздушно-влажных	воздушно-сухих (в летн. камере)	воднос			

Обводнение в возрасте 36—44 дн.

Тяжелый бетон	10—12		35	—	—	15.X.1954	290	—
	16—18		1	31	—	15.X.1954	124	—
	13—15		1	55	—	5.XI.1954	122	—
Литоидпемзобетон		16—18	1	35	9	5.XI.1954	178	46
	28—30		35	—	—	26.X.1954	130	—
	31—32		1	31	—	26.X.1954	70	—
	31—33		1	58	—	19.XI.1954	75	—
Туфобетон		34—36	1	35	9	19.XI.1954	102	36
	41—48		41	—	—	3.XI.1954	139	—
	52—54		1	40	—	3.XI.1954	71	—
	49—51		1	62	—	26.XI.1954	74	—
Пемзобетон		52—54	1	41	9	25.XI.1954	99	34
	64—66		10	—	—	13.XI.1954	80	—
	70—72		1	39	—	13.XI.1954	44	—
	67—69		1	66	—	10.XII.1954	43	—
.		70—72	1	43	9	10.XII.1954	49	14

Обводнение в возрасте 744—768 дней

Тяжелый бетон	13—15		1	767	—	17.X.1956	96	—
		13—15	1	767	14	5.I.1957	141	47
Литоидпемзобетон	31—33		1	756	—	17.X.1956	75	—
		31—33	1	756	14	5.I.1957	103	37
Туфобетон	49—51		1	754	—	17.X.1956	70	—
		49—51	1	754	14	5.I.1957	95	36
Пемзобетон	67—69		1	743	—	17.X.1956	44	—
	.	67—69	1	743	14	5.I.1957	44	0

Таблица 2
Эффект повышения прочности на сжатие $R_{сж}$ летних бетонов при их обводнении

Вид бетона	Название образцов	Условия и продолжит. хранения в днях			Дата испытаний	$R_{сж}$ в кг/см ² (средн.)	Увеличение $R_{сж}$ от обводнения в %
		воздушно-влажн.	воздушно-сухое (я летн. камере)	вопрос			
Обводнение в возрасте 36—44 дн.							
Тяжелый бетон	Контрольн.	1	60	—	10.XI.1954	134	—
	Обводненн.	1	35	9	10.XI.1954	136	39
Литондпемзобетон	Контрольн.	1	59	—	20.XI.1954	97	—
	Обводненн.	1	35	9	20.XI.1954	125	29
Туфобетон	Контрольн.	1	65	—	18.XI.1954	120	—
	Обводненн.	1	41	9	18.XI.1954	165	37
Пемзобетон	Контрольн.	1	74	—	18.XI.1954	65	—
	Обводненн.	1	43	9	18.XI.1954	78	20
Обводнение в возрасте 718—742 дн.							
Тяжелый бетон	Контрольн.	1	791	—	10.XI.1954	90	—
	Обводненн.	1	741	14	10.XI.1954	159	77
Литондпемзобетон	Контрольн.	1	780	—	10.XI.1954	93	—
	Обводненн.	1	730	14	10.XI.1954	148	59
Туфобетон	Контрольн.	1	778	—	10.XI.1954	102	—
	Обводненн.	1	728	14	10.XI.1954	142	39
Пемзобетон	Контрольн.	1	767	—	10.XI.1954	74	—
	Обводненн.	1	717	14	10.XI.1954	72	—

2-летнем возрасте путем помещения их в воду на 14 дней, затем извлечены из воды, высушены и испытаны. Здесь также испытывались контрольные образцы, каковыми для призм являлись сами же, подлежащие обводнению, призмы, динамический модуль упругости которых определялся до и после их обводнения. Контрольными кубиками являлась группа близнецов летнего хранения.

Результаты 2-годичных испытаний также сведены в табл. 1 и 2.

Рассматривая все данные табл. 1 и 2, приходим к следующим выводам:

1. При обводнении летнего бетона имеет место его вторичное твердение и упрочнение

Это положение может быть объяснено следующим образом. Известно, что в затвердевшем цементе не все количество вяжущего оказывается химически связанным с водой и ядровые части цементных зерен остаются незатронутыми ею. Во влажных условиях твердения влага постепенно проникает вглубь цементных зерен и запасы нереактивированного цемента медленно убывают. Но все же, в течение длительного времени в затвердевшем цементе имеются известные запасы нереактивированного цемента, способного вступить во взаимодействие с водой.

„Даже через несколько месяцев твердения цемента внутренняя часть его зерен наиболее крупных, еще не успевает вступить в реакцию с водой. При повторном помоле затвердевшего цемента и смешивании с водой он может снова твердеть, но прочность получается уже невысокой“ [2].

Способностью нереагированного цемента вступить в реакцию с водой при условии вскрытия ядер его зерен объясняется явление, при котором раздавленный под прессом, но не рассыпавшийся образец бетона, уже неспособный воспринять нагрузку, при хранении в воде приобретает способность вновь сопротивляться нагрузке [3]. Механизм этого явления заключается в том, что вода проникая по трещинам бетона к нереагированным частицам цемента вступает с ними в реакцию.

Формирование и дальнейшее твердение летнего бетона происходит в условиях острой нехватки влаги. В известный срок, меньший для тяжелого бетона и несколько больший для легких бетонов на пористых заполнителях, способных аккумулировать при затворении влагу, испаряется из бетона вода затворения и он высыхает. Тогда прекращается химическое взаимодействие цемента с водой в силу отсутствия последней, рост прочности бетона приостанавливается и он не достигает своих марочных показателей. Вследствие этого в летнем бетоне, по сравнению с бетоном нормального влажного твердения, должны иметься значительно большие запасы нереагированного цемента. При таком положении последующее реагирование этого цемента с водой не требует вскрытия внутренних поверхностей бетона, т. е. его предварительного разрушения, и в летнем бетоне этот процесс происходит неструктурно, через капиллярные ходы при обводнении бетона. Вода добирается до цементных запасов в неразрушенном бетоне, начинается его вторичное твердение и он упрочняется. Возможно, что этому в известной мере способствует развитая сеть микротрещин в летнем бетоне.

Факт упрочнения туфобетона 4-летнего воздушного хранения в результате его последующего длительного водопоглощения отмечен в работе К. С. Карапетяна [4]. К этой работе мы вернемся ниже.

В конце 1956 г., при проведении второго цикла наших опытов по вторичному твердению летних бетонов над образцами 2-летнего воздушно-сухого хранения, нам стало известно из заметки [5], что упрочнение бетона сухого хранения при его водопоглощении выявлено также новейшими английскими исследованиями. К этой заметке, с некоторыми утверждениями которой мы не согласны, вернемся ниже.

2. Вторичное твердение тяжелого летнего бетона при обводнении происходит в большей мере, нежели легких бетонов

Ранее нами было показано [6], что при вызревании в летних условиях тяжелый бетон не достигает своих марочных показателей в большей мере, нежели легкие бетоны, которые сухость среды переносят с меньшим ущербом. Это было объяснено тем, что при затво-

рени легких бетонов пористые заполнители поглощают значительную часть водной добавки, которая затем расходуется на поддержание изнутри влажностного состояния бетона. Этого преимущества тяжелый бетон лишен в силу плотной структуры своих заполнителей. Поэтому открытое твердение его летом в воздушно-сухой среде происходит в условиях более острого недостатка влаги, нежели легких бетонов, в результате чего неотреагированного цемента в нем остается больше, и, стало быть, вторичное твердение его при последующем обводнении должно быть более существенным.

Летний пемзобетон проявляет наименьшую способность к вторичному твердению при обводнении, что должно быть объяснено его структурными особенностями. Вопрос этот нами изучается.

3. Способность хранящегося в воздушно-сухих условиях летнего бетона к вторичному твердению при обводнении со временем не ослабевает

В наших опытах тяжелый бетон, литоидпемзобетон и туфобетон свою потенциальную способность к вторичному твердению при обводнении сохранили в течение двух лет в полной мере.

Исключение составляет пемзобетон.

Таким образом, если оставить в стороне пемзобетон, то в летнем бетоне при сухих условиях его хранения имеет место надежная консервация неотреагированного цемента.

4. Легкие бетоны на пористых заполнителях, формировавшиеся и твердевшие в воздушно-сухих условиях, при дальнейшем хранении их в этих же условиях не снижают уже приобретенных упругих и прочностных показателей

Этот вывод хоть и не имеет прямого отношения к вопросу о вторичном твердении бетона, но сам по себе является важным для распознавания поведения легких бетонов.

Эти бетоны, твердея с самого же начала в воздушно-сухих условиях, постепенно обезвоживаются. Испарение захваченных ими при затворении значительных количеств влаги происходит медленно, в течение нескольких недель. За это время условия твердения бетонов хоть и далеки от нормально-влажных, но все же они успевают приобрести значительную долю своих марочных показателей, оформляются структурно, а при дальнейшем хранении в воздушно-сухих условиях хоть и не повышают своих прочностных и упругих показателей, но и не сдают их.

В отличие от легких бетонов, тяжелый бетон менее приспособлен к летним условиям вызревания. Если твердение его все время происходит в воздушно-сухих условиях, то захваченный при затворении небольшой запас влаги, он, по сравнению с легкими бетонами, теряет скорее и до окончательного высыхания успевает набрать меньшую долю своих марочных показателей. При дальнейшем хранении

в летних условиях тяжелый бетон, как показывают данные табл. 1 и 2, заметно снижает свои упругие и прочностные показатели. Однако мы пока воздерживаемся от вывода о невоздухостойкости этого бетона и вопрос этот нами дополнительно изучается.

5. Необходимо критически пересмотреть и выправить методику различных испытаний во всех тех случаях, когда она связана с выдерживанием цементных или бетонных образцов в воде и это может вызвать их упрочнение в результате вторичного твердения

Для примера рассмотрим принятую методику испытания бетона на морозостойкость.

Согласно ГОСТ 4800—49 подлежащие замораживанию бетонные образцы за 4 дня до начала замораживания помещают в воду, контрольные же образцы продолжают хранить в прежних условиях до эквивалентного возраста, и за 4 дня до испытания на сжатие их также помещают в воду для насыщения. В итоге замораживаемые образцы обводняются дольше, чем контрольные, ибо после каждого цикла замораживания их помещают в воду на 4 часа для оттаивания. В силу этого процент водопоглощения у замораживаемых образцов выше, чем у контрольных, чем объясняется наблюдаемое в опытах увеличение первоначального веса замораживаемых образцов при условии отсутствия внешних признаков их разрушения [1]. Поэтому в случае испытания на морозостойкость летнего бетона, содержащего значительные запасы неореагировавшего цемента, замораживаемые образцы, благодаря более длительному обводнению, упрочняются в большей мере, нежели контрольные образцы, что может существенно исказить результаты испытания на морозостойкость.

Этим следует объяснить полученные в предыдущих исследованиях [1, 7] неизменно высокие показатели морозостойкости (по ГОСТ 4800—49) бетонов, вызревших в условиях сухого и жаркого климата, а нередко и значительно более высокую прочность прошедших 50 циклов попеременного замораживания и оттаивания образцов этих бетонов по сравнению с прочностью контрольных образцов.

Здесь нужно отметить еще следующее. Степень упрочнения образцов летнего бетона зависит не только от продолжительности их обводнения, но и от того—когда они обводняются. Подлежащие замораживанию образцы обводняются в течение 4 дней до начала замораживания, контрольные же образцы—перед испытанием на сжатие. В силу этого у замораживаемых образцов вторичное твердение начинается за 4 дня до начала их замораживания и продолжается все время прохождения или положенного числа циклов попеременного замораживания и оттаивания вплоть до испытания их на сжатие, между тем как у контрольных образцов вторичное твердение происходит лишь в последние 4 дня перед испытанием на сжатие. Уже это обстоятельство порождает неодинаковую степень упрочнения замораживаемых

и контрольных образцов, если даже оставить в стороне усиливающее эту разность дополнительное обводнение замораживаемых образцов при их оттаивании.

В свете сказанного в методику испытания бетонов на морозостойкость по ГОСТ 4800—49 должны быть внесены следующие исправления.

1. За 4 дня до начала замораживания должны быть помещены в воду не только образцы, подлежащие замораживанию, но и контрольные, после чего первые переводятся в холодильник, а контрольные— в камеру нормальной влажности на воздушное хранение.

2. После каждого цикла замораживания должны помещаться в воду, помимо замораживаемых образцов, также и контрольные, — на 4 часа, после чего первые переводятся в холодильник, а контрольные— на воздушное хранение в камере нормальной влажности.

Здесь можно идти на некоторое упрощение, довольствуясь следующим: за 4 дня до начала замораживания должны быть помещены в воду как образцы, подлежащие замораживанию, так и контрольные, после чего первые переводятся в холодильник и подвергаются попеременному замораживанию и оттаиванию по принятой методике, контрольные же образцы продолжают хранить в воде в течение дополнительного срока $= \frac{n \cdot 4}{24} = \frac{n}{6}$ дней, где n — намечаемое число циклов

попеременного замораживания и оттаивания; затем их переводят в камеру нормальной влажности и хранят до эквивалентного возраста, после чего испытывают вместе с образцами, прошедшими n циклов попеременного замораживания и оттаивания. При этом общая продолжительность обводнения, контрольных и замораживаемых образцов будет одинакова: $4 + \frac{n}{6}$ дней.

Таким образом изменение, предлагаемое внести в ГОСТ 4800—49, сводится к тому, что контрольные образцы необходимо поместить в воду не перед их испытанием и не на 4 дня, а за 4 дня до начала замораживания на $4 + \frac{n}{6}$ дней. В остальном ГОСТ 4800—49 остается без изменений.

При соблюдении этих условий будет устранена возможность искажения результатов испытания на морозостойкость от упрочнения бетона.

При испытании на морозостойкость бетонов указанное изменение ГОСТ 4800—49 будет способствовать также достижению одинаковых коэффициентов водопоглощения и размягчения контрольных и замораживаемых образцов.

В качестве второго примера рассмотрим методику интересных опытов К. С. Карапетяна [4]. Автор проводил исследование ползучести легкого бетона. Им была принята обобщенная гипотеза, согласно

которой ползучесть бетона является следствием как вязкости гелевой структурной составляющей цементного камня, так и капиллярных явлений. Для проверки второй части этой гипотезы автор проводил опыты над цилиндрическими образцами ($d = 14$ см, $h = 60$ см) туфобетона четырехлетнего воздушного хранения при относительной влажности воздуха 40–60%, принимая, что при этом ползучесть за счет вязкости геля исключается.

Для определения влияния капиллярных явлений на ползучесть бетона были поставлены на длительную нагрузку при напряжении 20 кг/см² 2 группы образцов-близнецов: одна группа после 150-дневного хранения в воде, другая группа в сухом состоянии, без предварительного водонасыщения.

Для получения исходных характеристик бетона, вначале нагружения образцов длительной нагрузкой особые цилиндрические образцы ($d = 14$ см, $h = 28$ см) были испытаны на сжатие и на модуль упругости при сжатии. При этом прочность и модуль упругости бетона (при напряжении $0,5 R_{бет}$) сухих образцов соответственно получились 97 кг/см² и 18000 кг/см²; то же для бетона водонасыщенных образцов оказалось значительно ($\sim 1,5$ раза) выше — 147 кг/см² и 74000 кг/см².

Автор в основном правильно объяснил повышение прочности и модуля упругости бетона при водонасыщении восстановлением процесса твердения, усомнившись, однако, в том, что только это могло бы привести к столь значительному упрочнению бетона, предположив, что «...очевидно, есть и другие причины, которые привели к такому явлению, установление которых требует дальнейших исследований».

На наш взгляд, полученные результаты автора, имея в виду длительность обводнения, полностью могут быть объяснены вторичным твердением бетона.

Полученные автором кривые ползучести бетона при сжатии показали, что деформации образцов, насыщенных водой, 2,5–3 раза больше деформаций сухих образцов. Тем самым была доказана принятая автором гипотеза в части капиллярных явлений. Однако эти результаты были количественно искажены ворвавшимся в опыты автора процессом вторичного твердения бетона. Не будь этого процесса, деформации ползучести водонасыщенных образцов превосходили бы деформации сухих образцов не 2,5–3 раза, а значительно больше и можно было бы получить более правильные количественные показатели.

Методически было бы правильнее, если бы автор проводил свои опыты над бетоном не воздушного, а нормального влажного хранения, ибо в этом случае водонасыщение одной группы образцов не вызвало бы такого их упрочнения, что впрочем, нельзя было тогда предвидеть.

В описанных опытах автора весьма ценным для нас является то, что туфобетон четырехлетнего воздушного хранения проявил большую способность к вторичному твердению.

6. Следует облегчить требования технических условий по уходу за бетоном в летнее время

Способность летнего бетона упрочиться при обводнении должна быть учтена при производстве бетонных работ в сухое и жаркое время года. Дело в том, что при ведении бетонных работ в указанное время года, особенно в безводных и маловодных районах, удовлетворение технических требований [8, 9, 10] в отношении многодневного обеспечения влажных условий твердения бетона крайне затруднительно, а иногда и невозможно. Не может быть твердой уверенности в том, что применение в этих случаях пленочной защиты способно полностью обеспечить получение бетона с марочными показателями. Так, например, наши исследования [11], проведенные в природных условиях строительного производства в летнее время, показывают, что пленочная защита облицовки из бетона на литондной пемзе обеспечивает марочные показатели прочности и водонепроницаемости бетона на 86%. Здесь сказываются некоторое обезвоживание бетона грунтом основания, неизбежные трещины и дефекты в пленочном покрытии и т. д.

Учет последующего самоупрочнения бетона при его обводнении мог бы облегчить требования к уходу за бетоном в условиях сухого и жаркого климата. Особенно это касается таких случаев, как, например, бетонная облицовка каналов, бассейнов и т. д., защитить которую от высыхания, в силу развитой поверхности, затруднительно, но последующее обводнение которой происходит естественно и неизбежно спуском воды. При этом совершенно безразлично, когда будет обводнен бетон.

Явление вторичного твердения бетона может быть использовано и для других, подходящих случаев практики.

Однако, в настоящее время мы не можем полностью согласиться с утверждением [5] о том, что влажный режим твердения бетона без ущерба для последнего может быть прерван в любое время и возобновлен в любое другое, более благоприятное время года, поскольку такое утверждение нуждается в проверке для наших материалов и наших условий и принятие его означало бы отказ от наших действующих технических условий в отношении одного из самых существенных вопросов бетонных работ—ухода за бетоном.

Истина заключается в том, что требования технических условий в отношении ухода за бетоном, в особенности в условиях сухого и жаркого климата, должны быть пересмотрены в сторону облегчения с учетом вторичного твердения летнего бетона при его обводнении, когда по характеру конструкции такое обводнение может иметь место. Это являлось бы существенной помощью строительному производству. Однако такому пересмотру должно предшествовать проведение дополнительной научно-исследовательской работы в нужных направлениях и разрешение многих вопросов.

Мы надеемся получить ответ на ряд поставленных вопросов по

ходу и завершении проводимых в настоящее время нами комплексных исследований поведения различных бетонов, вызревающих в условиях сухого и жаркого климата юга, и, в частности, вопроса вторичного твердения их при обводнении.

Институт строительных материалов и сооружений
АН Армянской ССР

Поступило 23 II 1957

Վ. Մ. ԿՈՒՅԱՎԵՐԴՅԱՆ

ԱՄՍՈՒԱՅԻՆ ԲԵՏՈՆԻ ԵՐԿՐՈՐԴԱՅԻՆ ՊՆԻԷՅՈՒՄԸ ՆՐԱ ՁՐԱՎՈՐՄԱՆ ԴԵՊՔՈՒՄ

Ա. Մ. Վ. Ս. Վ. Ս. Վ.

1953—1954 թվականներին ամառային բևառնի հատկաթվաններն ուսումնասիրելիս, փորձնական որոշ արդյունքներ բացատրելու համար հեղինակը հարկադրված էր ենթադրելու, որ այդ բևառնի շրափորման զեպքում տեղի է ունենում նրա երկրորդային պնդացում:

Այդ ենթադրությունն ստուգելու համար 1954 թ. փորձեր կատարվեցին: Նմուշներ պատրաստվեցին հետևյալ առասպի բևառններից. բազալտի խճով և կվարցային սովազով ծանր բևառնից, լիթոնիցային պեմզայով բևառնից, երեմվանյան ախլի հրաբխային սուֆով բևառնից և Անիի ու Պեմզաշենի պեմզայով բևառնից: Բևառնները պատրաստված էին Հայկական ՍՍԽ Արարատի ցեմենտի գործարանի թողարկած $R_g = 425$ կգ/սմ² ակտիվացված ցեմենտով, ըստ որում ցեմենտի պարունակությունը 1 սմ³ բևառնում կազմում էր 250 կգ: Բևառններն ունեին պլաստիկ կոնտիտակցիա՝ կոնի 7 սմ նստվածքով: Պատրաստված նմուշները ներկայացնում էին պրիզմաներ՝ $10 \times 10 \times 40$ սմ և խորանարդներ՝ $10 \times 10 \times 10$ սմ չափերով:

Կադապարներով խոնավ պարամներում մեկ օր պահվելուց հետո նմուշները կադապարներից հանվեցին և նրանց մի մասը տեղափոխվեց կաշուն սեմիլ սենցոզ (օդի հարսերակալան խոնավությունը՝ 30—35%, ջերմաստիճանը՝ 28—32°C) հասուկ ամառային կամերա, իսկ մյուս մասը՝ նորմալ խոնավություն կամերա:

Ամառային կամերայում պահվող նմուշներից 3 պրիզմա և 3 խորանարդ (լարաքանջլար առասպի բևառնից) 36—44 օրական հասակում 9 օր պահվեցին ջրի մեջ, աֆառնեան չորացվեցին և որոշվեցին նրանց ստաձղականությունը պինամիկ մոլոլը և սեղմման ամրությունը: Փորձարկվելուց առաջ նմուշները չորացնելու նպատակն էր՝ մերայնել նմուշի խոնավական միջակի սպղեղությունը նրա ստաձղականություն մոլոլի և ամրության վրա: Բևառնի երկրորդային պնդացման էֆեկտը պարզելու նպատակով մի քանի հիշված նմուշներին դադարեցվեց փորձարկվելուց նաև կոնսերվ նմուշներ՝ շրափորման շենթարկվածներից:

Փորձարկման արդյունքները ցույց տվին, որ ամառային բևառնի շրափորման զեպքում իրոք տեղի է ունենում նրա երկրորդային պնդացում:

¹ Ստորև ամառային է անվանվում չոր և տար կլիմայական (օդաչոր) պայմաններում ամրացող բևառնը՝ նրա ներքին խոնավության ինտենսիվ գոլորշացման արդյունքում: Այդ պայմաններում հասունացած բևառնն ունենում է ցած ամրություն [3]:

Նկատի ունենալով ստացած արդյունքների սկզբունքային կարևորությունը, հեղինակը ցանկացած պարզիկ՝ պահպանում է արդյոք ամստային բևտոնը ջրափորման դեպքում երկրորդային պնդացման իր բնույթնակաթյունը ժամանակի ընթացքում: Այդ նպատակով յարաբանչյուր տեսակի բևտոնից 3 պրոլիմա և 3 խորանարդ ամստային կամերայում 2 տարի պահելուց հետո 1-3 օր պահվեցին ջրում, ապա չորացվեցին և փորձարկվեցին: Այս դեպքում նույնպես փորձարկվեցին կոնարսկ նմաչներ:

Ստորե բերված աղյուսակում դետեղված են կատարված բոլոր փորձերի ընդհանուր արդյունքները (Տե՛ս նաև 1 և 2 աղյուսակները ռուսերեն տեքստում, որտեղ փորձերի արդյունքներն ավելի մանրամասն են բերված):

Աժոային բևտոնի երկրորդային պնդացումը նրա ջրափորման դեպքում

Բևտոնի տեսակը	Ջրափորումը՝ 30—41 սրական հասակում, ջրափորման տևողությունը՝ 0 օր		Ջրափորումը՝ 744—768 օրական հասակում, ջրափորման տևողությունը՝ 1 1/2 օր	
	առաձգականության դիստոմիկ մոդուլի աճը՝ տոկոսներով	սեղմման դիստոմիկ մոդուլի աճը՝ տոկոսներով	առաձգականության դիստոմիկ մոդուլի աճը՝ տոկոսներով	սեղմման դիստոմիկ մոդուլի աճը՝ տոկոսներով
Մանր բևտոն	46	39	47	77
Լիթիոպլակագարևտոն	36	29	37	59
Տուֆարևտոն	31	27	36	39
Պեձգարևտոն	14	20	0	0

Գննարկելով կատարված փորձերի արդյունքները, հանգում ենք հետևյալ եզրակացություններին.

1. Ամստային բևտոնի ջրափորման դեպքում տեղի է ունենում նրա երկրորդային պնդացում և ամրացում:
2. Ամստային ծանր բևտոնի ջրափորման դեպքում նրա երկրորդային պնդացումը տեղի է ունենում ավելի մեծ չափով, քան թե թեթև բևտոնների:
3. Ամստային բևտոնի ջրափորման դեպքում նրա երկրորդային պնդացման տեսակաթյունը ժամանակի ընթացքում չի իջնում, եթե բևտոնը պահվում է չոր պայմաններում:
4. Մակրոսկոպիկ լիցիներով թեթև բևտոնները, որոնք ձևավորվել և ամրացել են օդաչոր պայմաններում, այդ նույն պայմաններում կրկար (2 տարի) պահվելու դեպքում՝ առաձգականության և ամրության իրենց ցուցանիշները չեն իջեցնում: Ի տարբերություն թեթև բևտոնների՝ ամստային ծանր բևտոնը օդաչոր պայմաններում 2 տարի պահվելուց հետո նկատելիորեն իջեցնում է առաձգականության և ամրության իր ցուցանիշները:
5. Անհրաժեշտ է քննադատաբար վերանայել և շտկել պոնազան փորձարկումների մեթոդիկան այն բոլոր դեպքերում, երբ այդ մեթոդիկան կապված է ցեմենտի կամ բևտոնի նմաչների ջրափորման հետ և դա կարող է առաջ բերել նրանց ամրացում:

Այսպիս, օրինակ, պետք է վերանայել բևտոնի ստացակալունությունը ըստ ГОСТ 1800—49-ի փորձարկման մեթոդիկան այն իմաստով, որ ստուգման

ենթակա նմուշների հետ մեկտեղ ամեն անգամ շուրք պիտի դնել նաև կոնարոյ նմուշները:

6. Պետք է թեթևացնել՝ ամռան ամիսներին բետոնի խնամելու տեխնիկական պայմանների պահանջները, եթե բետոնի կոնստրուկցիան, լատ իր մնույթի, հետագայում ենթակա է ջրափորման, ինչպես, օրինակ, ջրանցքների և ավազանների բետոնի երեսապատվածքը: Բայց այդ պահանջների թեթևացնելուն պետք է նախորդի լրացուցիչ գիտահետազոտական աշխատանք՝ ամառային բետոնի օսումնասիրության ողողությամբ:

Ամառային բետոնի հետ կապված հարցերի կոմպլեքս օսումնասիրությունը հեղինակի կողմից շարունակվում է:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Худавердян В. М. Морозостойкость бетона выдержанного в условиях сухого и жаркого климата. Отчеты АНС за 1953 год и 1954 гг.
2. Скрипачев Б. Г., Попов Н. А., Герливанов Н. А., Мууров Г. Г. Строительные материалы. Гос. изд. лит. по строит. матер. М., 1952, стр. 160.
3. Struct. Engt., 1954, 32, № 9, 235-243.
4. Карипетян К. С. Экспериментальное исследование ползучести легкого бетона на естественных пористых заполнителях (Кандидатская диссертация). Ереван, 1955.
5. Влияние высыхания бетона на процесс его твердения. Журн. «Бетон и железобетон», № 10, 1956.
6. Худавердян В. М. О некоторых свойствах «летнего» бетона. В «Трудах совещания по теории технологии бетонов». Изд. АН Армянской ССР. Ереван, 1956.
7. Матузов Т. Г. Влияние вакуумной обработки на качества бетона в условиях сухого и жаркого климата. Отчет АНС за 1953 год.
8. Строительные нормы и правила, ч. III, М., 1955.
9. Технические условия на производство и приемку строительных и монтажных работ. Раздел III. Бетонные и железобетонные работы, М., 1955.
10. Технические условия на производство бетонных работ по возведению гидротехнических сооружений в летнее время. ТУ-32-54. УКС МЭС СССР. Госэнергоиздат. М.—Л., 1955.
11. Худавердян В. М. Исследование эффективности этилолевой защиты бетона на литондной пемзе в летнее время. В сборнике «Гидротехнический бетон на литондной пемзе». (В печати).