

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАТУХАЮЩЕЙ ПОЛЗУЧЕСТИ БЕТОНА ПРИ ИЗГИБЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЛИЯНИЯ ПОЛЯРНОСТИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНОГО ВЕЩЕСТВА

Т.ДЖОДЖУА

Поступило 14.10.2014

Показано, что данные, полученные в результате испытания балок при изгибе, подтвердили, что деформация ползучести пемзобетона с заполнителем, насыщенным 0,5% $CaCl_2$, больше и развивается значительно интенсивнее, чем деформация ползучести пемзобетона, изготовленного на заполнителе, насыщенном водой. Отсюда следует вывод о том, что чем выше полярность ПАВ, тем больше его расклинивающее действие, приводящее к увеличению деформации ползучести.

При исследовании ползучести бетона в данном случае было решено ограничиться чистым изгибом, так как при этом на деформацию ползучести, выражающуюся в прогибах, не влияет, или, по крайней мере, незначительно влияет усадка бетона. Хорошо известно, что справедливость гипотезы плоских сечений (гипотезы Бернулли) имеет место и при ползучести бетонных изгибаемых элементов, испытывающих чистый изгиб. При этом, если постоянная нагрузка не будет превышать половины разрушающей и размеры балок малы, то нейтральная ось будет проходить примерно посередине. Очевидно, что тогда усадка растянутой и сжатой зон балок будет почти одинаковой и не будет вызывать прогиб. Следовательно, прогиб будет происходить (при постоянной нагрузке) главным образом от ползучести бетона.

Известно, что все прочностные и деформативные особенности легкого бетона, порожденные сильным адсорбционным влиянием воды, заключаются в ее интенсивном расклинивающем действии в микротрещинах напряженного легкого заполнителя [1,2].

Как известно, гидрофильные материалы: бетон, камень, гипс, дерево, стекло, слюда и т.д. не подвергаются ползучести, а во влажном состоянии (тем более - в воде) они ползучи.

Для установления степени влияния расклинивающего действия поверхностно-активного вещества в микротрещинах бетона на его ползучесть в зависимости от полярности поверхностно-активного вещества (ПАВ), нами были проведены специальные эксперименты на опытных бетонных образцах именно на изгиб. Образцы изготавливались из бетона с пористым заполнителем, насыщенным в одном случае водой, а в другом - полупроцентным раствором хлористого кальция, имеющим большую, чем вода, полярность.

По нашим представлениям, в последнем случае должно было иметь место большее расклинивающее действие, что неминуемо привело бы к повышению ползучести.

Были изготовлены балки 5x8x60 см из пемзобетона. Бетон готовился на анионных пемзовых: щебне крупностью 10-20 мм и песке, просеянном через сито 5 мм.

В качестве вяжущего применялся шлакопортландцемент марки "400" Руставского цементного завода.

Состав пемзобетона, кг, на 1 м³: цемент - 400, щебень - 500, песок - 400, вода - 180 л; В/Ц = 0,45; подвижность по конусу 3 см; продолжительность вибрации - 30 с.

Опытные образцы-балки 5x8x60 см в количестве 12 штук были изготовлены следующим образом: 6 образцов-балок из пемзобетона - на заполнителе, насыщенном водой, а 6 остальных пемзобетонных балок - на заполнителях, насыщенных полупроцентным раствором хлористого кальция (CaCl₂).

Все опытные балки изготовлялись в металлических формах на лабораторном вибростоле при продолжительности вибрации 30 с. Они распалубливались через 48 ч после изготовления и до двухмесячного возраста хранились в режимной камере с нормальными условиями хранения (относительная влажность 70%, температура 20⁰С).

В двухмесячном возрасте указанные балки испытывались на ползучесть при изгибе на специальной установке (рис. 1), состоящей из жесткого основания 1, изготовленного из швеллера, на которое в пространственные канавки были уложены стальные цилиндры 2, служащие опорами для образца 3. На образец устанавливалось загрузочное устройство, состоящее из двух стержней 4, связанных между собой боковыми щеками 5. На концы пальца 6 надевались серьги 7, соединенные между собой снизу траверсой 8, служащей для подвешивания грузов. Загрузочное устройство образовывало пространственную шарнирную систему, обеспечивающую строго одинаковую равномерно распределенную по ширине образца нагрузку, приложенную к нему в обоих местах.

Для замера деформации на основании 1 были смонтированы специальные устройства, состоящие из стаканчика 9 (закрепленного гайкой 10), в отверстие которого проходил измерительный штифт 11, прижимаемый к образцу пружиной 12.

Деформация измерялась (рис. 1,б) индикатор-компаратором 13, снабженным специальным наконечником 14, обеспечивающим его правильное положение при производстве измерений. Места замера деформаций были расположены под местами приложения нагрузки и в середине между ними, т.е. посередине пролета.

Измерения во всех точках производились последовательно одним и тем же индикатор-компаратором (рис. 1,б, размер "А").

Так как при указанной схеме приложения нагрузок в средней части балки имеет место чистый изгиб и изогнутая ее ось примерно является дугой окружности, то измерение в трех точках участка чистого изгиба балки было принято достоверным для определения кривизны (на этом участке) а, следовательно, при необходимости - и продольных деформаций.

Для определения разрушающей нагрузки, прилагаемой к балке, по вышеописанной схеме в виде двух сосредоточенных сил, кратковременно приложенных по концам средней трети образца, были испытаны по 3 опытных балки из каждой группы.

Определенная таким образом разрушающая нагрузка опытных бетонных балок двухмесячного возраста составила 6 МПа для группы образцов, изготовленных из бетона на пемзовом заполнителе, насыщенном водой, и 5 МПа для другой группы, изготовленной из бетона с пемзовым заполнителем, насыщенным полупроцентным раствором CaCl₂.

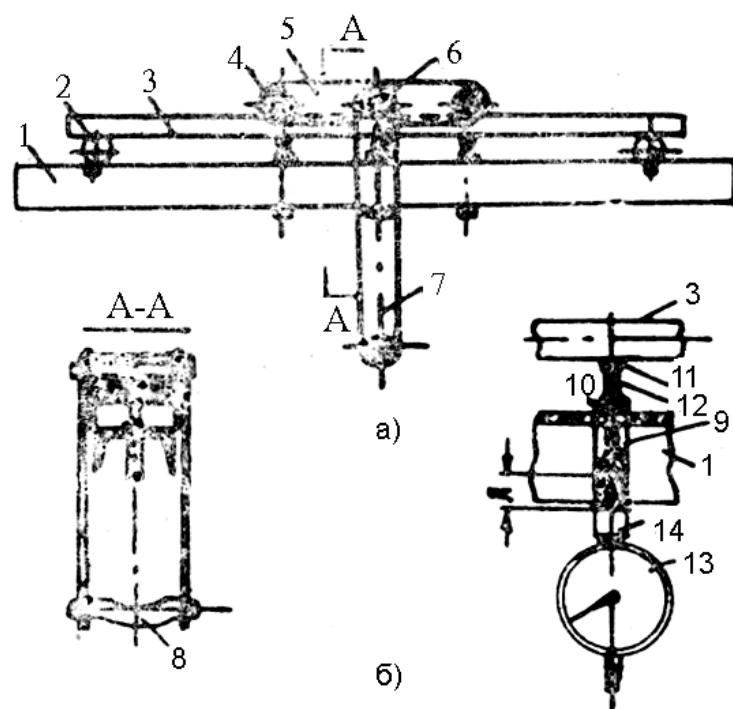


Рис. 1. Схема установки для испытания бетона на ползучесть при зигибе

Ввиду сравнительно небольшой разницы в полученных значениях разрушающих нагрузок для обеих групп опытных образцов двухмесячного возраста и учитывая то обстоятельство, что CaCl_2 является ускорителем твердения цемента и с течением времени разница в прочностях будет сказываться больше, а также для правильного сравнения деформаций ползучести балок обеих групп, все испытуемые на длительную нагрузку образцы подвергались действию одной и той же постоянной силы, равной половине разрушающей для пемзобетона с заполнителем, насыщенным водой, т.е. $P = 0,5P_{\text{раз.}} = 3 \text{ МПа}$.

Прогибы всех балок измерялись одним индикатор-компаратором часового типа с ценой деления в 1 мкм.

Ползучесть указанных балок испытывали в течение 55 дней.

Данные, полученные в результате испытания балок, приведены в табл. 1, 2 и на рис. 2, где показаны результирующие кривые деформации ползучести пемзобетонных балок в одном случае с заполнителем, насыщенным водой, а в другом - насыщенным полупроцентным раствором хлористого кальция.

Анализ данных таблиц и графиков ясно показывает, что деформация ползучести пемзобетона с заполнителем, насыщенным 0,5% CaCl_2 , больше и развивается значительно интенсивнее, чем деформация ползучести пемзобетона, изготовленного на заполнителе, насыщенном водой. Отсюда следует вывод о том, что чем выше полярность ПАВ, тем больше его расклинивающее действие, приводящее к увеличению деформации ползучести.

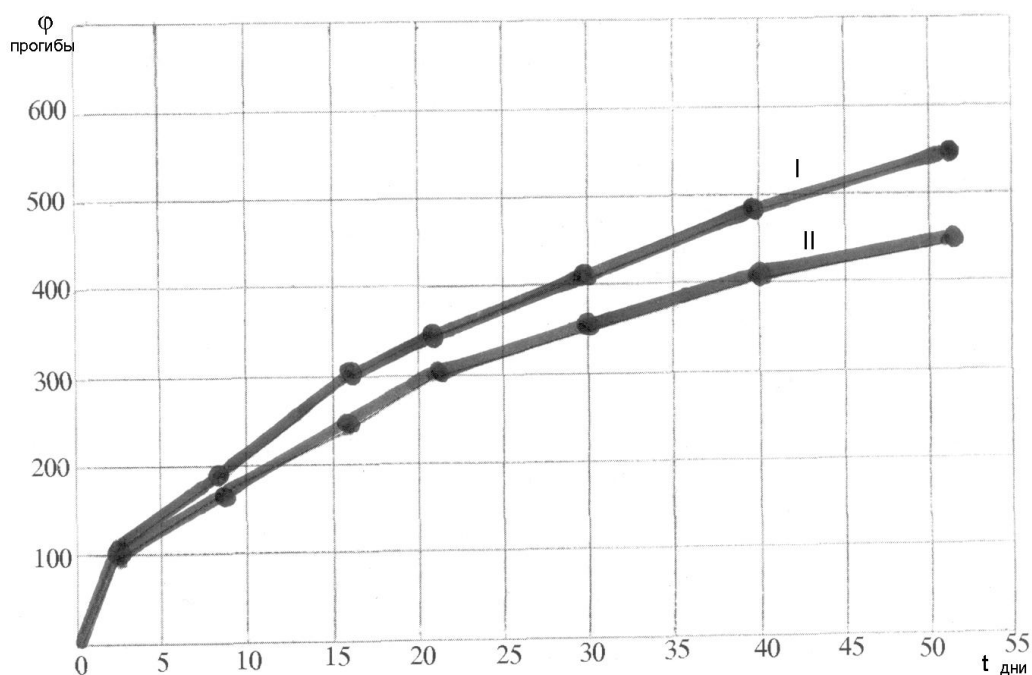


Рис. 2. Кривые ползучести пемзобетона
I - насыщенного 0,5% раствором CaCl₂; II - насыщенного водой

Данные ползучести пемзобетонных балок 5x8x60 см, насыщенных 0,5% CaCl₂

Таблица 1

Дни, t	I образец			II образец			III образец			Примечание
	прогиб, мкм			прогиб, мкм			прогиб, мкм			
	f ₁	f _{2 max}	f ₃	f ₁	f _{2 max}	f ₃	f ₁	f _{2 max}	f ₃	
0	0	(290)0	0	0	(270)0	0	0	(300)0	0	В скобках указаны деформации от кратковременной нагрузки
1	60	80	50	30	75	35	70	75	50	
2	70	100	70	60	110	50	85	100	70	
8	140	180	145	130	210	120	140	195	150	
16	220	300	230	210	305	180	170	260	230	
21	260	350	290	240	375	220	270	330	270	
30	320	400	330	250	420	240	330	400	300	
40	380	480	380	280	500	265	360	485	350	
52	425	540	400	300	550	275	385	560	370	

Данные ползучести пемзобетонных балок 5x8x60 см, насыщенных водой

Таблица 2

Дни, t	I образец			II образец			III образец			Примечание
	прогиб, мкм			прогиб, мкм			прогиб, мкм			
	f ₁	f _{2 max}	f ₃	f ₁	f _{2 max}	f ₃	f ₁	f _{2 max}	f ₃	
0	0	(240)0	0	0	(230)0	0	0	(220)0	0	В скобках указаны деформации от кратковременной нагрузки
1	50	60	30	60	70	60	50	55	40	
2	70	100	70	85	100	80	80	90	80	
8	130	170	140	150	190	140	130	160	120	
16	170	245	190	210	280	210	190	230	175	
21	200	300	230	250	340	280	220	270	200	
30	250	360	260	290	390	305	250	310	230	
40	280	405	300	320	420	335	280	365	260	
52	310	450	330	360	470	370	300	415	285	

ЛИТЕРАТУРА

1. Балавадзе В.К. Новое о прочности и деформативности бетона и железобетона. Тбилиси: Мецниереба. 1986.
2. Лордкипанидзе М.М. Замедленная обратимая деформация бетона и твердых тел в поверхностно-активных средах - новая форма эффекта Ребиндера. Тбилиси: Технический университет. 2009.