

хлористого кальция на формирование структуры цементного камня и бетона // Докл. АН БССР. — 1975. — Т. XIX, № 7. — С. 626. 4. Ш а л и м о М.А., С и м о н о в и ч Р.Г., Г о р б а ц е в и ч Г.С. Исследование добавки СДБ при получении высококачественных бетонов // Тр. 8 Всесоюз. конф. по бетону и железобетону. — Мн., 1977. — С. 14.

УДК 691.327:620.197

Н.Л. ПОЛЕЙКО, В.Л. МАРЦИНКЕВИЧ

КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ БЕТОНА, МОДИФИЦИРОВАННОГО СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРОМ М-1, В ВОДЕ И РАСТВОРЕ КСІ

Критерии долговечности искусственных каменных материалов, работающих в агрессивных средах, основаны на нахождении пределов их прочности при сжатии и изгибе, а также деформаций расширения, устанавливаемых расчетно-экспериментальным путем, с учетом содержания воздуха или газа в уплотненной бетонной смеси. Необходимость определения физико-механических свойств бетона обусловлена особенностью процессов коррозии III вида, когда в результате взаимодействия агрессивной среды с бетоном в его порах и капиллярах накапливаются продукты, образующиеся из раствора.

Влияние суперпластификатора М-1 на долговечность бетона исследовалось при попеременном замораживании и оттаивании образцов в воде и 10 %-м растворе КСІ. В процессе их циклического замораживания и оттаивания в условиях всестороннего растяжения бетона усталостное снижение прочности бетона происходит в результате постепенного накопления "повреждений" в его структуре, т.е. так же, как и при многократном механическом нагружении [1].

Испытанию на морозостойкость образцы бетона были подвергнуты после их твердения в нормально-влажностных условиях в течение 28 сут, а также в 7-суточном возрасте после тепловой обработки по режиму 5+4+7;+2 ч и изотермической выдержки при температуре 80 °С. Составы бетонов приведены в табл. 1. Их физико-механические и деформационные характеристики определяли по методике, приведенной в [1].

Изменение прочности бетона в процессе действия отрицательных температур, воды и раствора КСІ исследовано на кубических (длина ребра 10 см) и призматических (10 x 10 x 40 см) образцах (табл. 2).

Для образцов, выдерживавшихся в воде и растворе КСІ, наблюдается повышение предела прочности $R_{пр}$ и нижней границы трещинообразования R_T^0 бетона (табл. 3).

В бетонных образцах при испытании вначале происходит упрочнение структуры, а затем начинают превалировать деструктивные явления. Бетон без добавки выдержал 200 циклов попеременного замораживания и оттаивания в растворе КСІ и 300 — в воде. Разрушающее действие воды значительно меньше, чем раствора КСІ. При замораживании раствора соли в порах и капиллярах цементного камня, помимо кристаллов льда, выпадают и кристаллы КСІ. В процессе насыщения бетона ее раствором при замораживании образцов проявляется расклинивающее действие жидкости в капиллярах бетона.

Табл. 1. Составы бетонов, подвергавшихся испытанию на морозостойкость

Номер состава	Содержание М-1, %	Расход материалов на 1 м ³ бетона, кг				В/Ц	ОК, см
		цемент	песок	щебень	вода		
1	—	324	1145	785	148	0,456	2
2	2	324	1145	790	128	0,395	2
3	—	360	1145	730	164	0,456	3
4	4	360	1145	740	140	0,389	2

Табл. 2. Изменение прочности образцов бетона с добавкой М-1 при испытании на морозостойкость

Номер состава	Предел прочности бетона, МПа										
	исходный		после попеременного замораживания и оттаивания при числе циклов								
	$R_{с.к}$	R_p	200			300			400		
			$R_{экв}$	$R_{сж}$	R_p	$R_{экв}$	$R_{сж}$	R_p	$R_{экв}$	$R_{сж}$	R_p
1	35	3,26	36,3	$\frac{39}{37}$	$\frac{3,5}{3,4}$	37	$\frac{40,5}{32}$	$\frac{3,2}{2,6}$	38,4	30	2,5
2	40,3	3,86	42,6	$\frac{43}{42,9}$	$\frac{3,9}{3,85}$	43,6	$\frac{44,1}{45}$	$\frac{4,1}{4}$	45,1	$\frac{46,2}{45,8}$	$\frac{4,3}{4,1}$
1*	28	2,75	32	33,5	2,9	34	31	2,7	—	—	—
2*	35	3,4	39,5	40,3	3,85	41,5	42	3,95	44,6	44	4,1

Примечания: 1. В числителе — для бетона, оттаивавшего в воде, в знаменателе — в растворе KCl.

2. 1*, 2* — пропаренный бетон.

При введении суперпластификатора М-1 долговечность бетона нормально-го твердения, подвергнутого тепловой обработке, увеличилась в 1,5 раза. Тепловая обработка практически не влияет на морозостойкость бетона с добавкой, что связано с улучшением структурно-механических свойств пропаренного бетона. За счет пластифицирующего действия М-1 можно снизить В/Ц в цементном геле при сохранении той же подвижности бетонной смеси, в результате чего возрастает плотность бетона и, как следствие, уменьшается интенсивность деструктивных процессов, повышаются его прочность и долговечность.

Анализ изменений деформационных свойств бетона при многократном попеременном замораживании и оттаивании позволяет более объективно оценить его эксплуатационные свойства, поскольку такие характеристики, как стати-

Табл. 3. Прочностные и деформационные характеристики бетона в напряженном состоянии

Номер состава	$R_{пр}$, МПа	$E_{ст} \cdot 10^3$, МПа	$\frac{R_{пр}}{R_{пр}^K}$	R_T^0 , МПа	$\frac{R_T^0}{R_{пр}}$	ν	ν_H , км/с	ν_H^K , км/с
3	$\frac{34,5}{30}$	$\frac{34}{30}$	$\frac{1,08}{0,937}$	$\frac{13}{9}$	$\frac{0,377}{0,3}$	$\frac{0,195}{0,24}$	$\frac{5,1}{4,71}$	4,83
4	$\frac{52}{50}$	$\frac{40,2}{39,5}$	$\frac{1,08}{1,04}$	$\frac{26,5}{25}$	$\frac{0,51}{0,5}$	$\frac{0,17}{0,165}$	$\frac{5,24}{5,2}$	5,2

Примечания: 1. Над чертой — для бетона, прошедшего 300 циклов замораживания и оттаивания в воде; под чертой — 200 циклов в растворе KCl.

2. Обозначения: ν_H — скорость распространения ультразвуковых волн в ненагруженном водонасыщенном бетоне; ν_H^K — то же в бетоне до начала испытаний; $R_{пр}^K$ — призмная прочность бетона до испытаний.

чекский модуль упругости E , коэффициент деформации ν , используются для расчета бетонных и железобетонных конструкций, подвергающихся воздействию агрессивных сред.

Исследования показали, что процесс разрушения бетона наиболее отчетливо прослеживается по росту остаточных деформаций (удлинений образцов) и изменению его динамического модуля сдвига. Установлено, что остаточной деформации расширения $\epsilon = 1$ мм/м соответствует снижение динамического модуля упругости бетона приблизительно на 25 % и предела прочности при сжатии на 8...10 %.

При многократно повторяемых замораживании и оттаивании бетона возникающие в нем усилия, воспринимаемые стенками капилляров, обуславливают раскрытие микротрещин. Это подтверждается снижением значений R_T^0 и скорости распространения ультразвуковых волн в бетоне после испытания на морозостойкость (см. табл. 3).

Таким образом, при многократном попеременном замораживании и оттаивании бетона ослабляются структурные связи в цементном камне. Поскольку разрушение образцов при осевом сжатии происходит за счет развития их поперечных деформаций [2], ослабление указанных связей в направлении действия сжимающей силы должно проявляться в меньшей степени. Поэтому сопротивляемость бетона с добавкой М-1 развитию линейных деформаций растяжения при сжатии должна уменьшаться при попеременном его замораживании и оттаивании в большей степени, чем деформации сжатия контрольных образцов. Поэтому коэффициент поперечной деформации ν бетона при давлении, определяемый при $\sigma = 0,3 R_{пр}$, больше, чем модифицированного бетона.

Образцы бетона с М-1 после 200 циклов замораживания и оттаивания в растворе KCl характеризуются более высоким коэффициентом ν , нежели образцы, оттаивавшие в воде, хотя изменения их прочности и деформационных свойств и не обнаруживаются.

Из полученных результатов следует, что суперпластификатор М-1 способствует существенному повышению долговечности модифицированного бетона. Адсорбция молекул суперпластификатора М-1 на наиболее активных поверхностях цементных частиц в зонах контакта цементного камня с заполнителем позволяет снизить расход воды затворения в бетонной смеси, повысить плотность и прочность бетона, однородность его структуры. Морозостойкость модифицированного бетона обеспечивается за счет снижения его водо- и соленасыщения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методика по определению прочностных и деформативных характеристик бетонов при одноосном кратковременном статическом сжатии / НИИЖБ Госстроя СССР. — М., 1975. — 79 с. 2. Берг О.Я., Щербак в Е.Н. и др. Высокопрочный бетон. — М., 1971. — 207 с.

УДК 691.327:666.972.53

В.Л. МАРЦИНКЕВИЧ, В.В. БАБИЦКИЙ,
Э.И. БАТЯНОВСКИЙ

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА МОДИФИЦИРОВАННОГО ЦЕМЕНТНОГО БЕТОНА

Долговечность железобетонных конструкций зависит от многих факторов: состава и плотности бетона, его проницаемости, условий эксплуатации конструкций и др.

С целью получения бетона с высокими эксплуатационными свойствами в состав бетонной смеси необходимо вводить химические добавки, позволяющие без снижения удобоукладываемости смеси уменьшать расход воды затворения и тем самым существенно повышать плотность цементного камня.

Исследования физико-механических характеристик модифицированного бетона проводились по методике, разработанной НИИЖБ [1].

Для изготовления бетонных образцов использовались портландцементы марок 400 и 500, щебень гранитный фракции 5...20 мм карьера "Микашевич", песок речной Заславского карьера.

Применялись разработанные в БПИ добавки-суперпластификаторы ПО-1 и М-1, доза которых составляла 0,25 и 0,4 % от массы цемента. Отформованные на стандартной виброплощадке бетонные кубы с длиной ребра 10 см и призмы 10x10x10 см твердели в нормально-влажностных условиях в течение 180 сут.

Деформации бетона измерялись в помощью индикаторов часового типа и тензометров Гугенбергера. На каждой стадии нагружения призм (продолжительностью 5 мин) определялись приращения продольных и поперечных полных и пластических деформаций, а также скорость прохождения ультразвука в бетоне. По результатам испытаний найдены модуль упругости бетона, верхняя и нижняя границы трещинообразования (табл. 1).

Представленные в табл. 1 данные свидетельствуют о том, что физико-механические характеристики бетона, модифицированного суперпластификатором,