

УДК 693.54

ТВЕРДЕНИЕ БЕТОНА С ДОБАВКОЙ «УКД-1»  
ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ ВОЗДУХА

О. Ю. МАРКО, Е. Е. КОРБУТ, А. А. САВОСТЕЕНКО

Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

Из теории и практики исследований проблемы повышения морозостойкости бетона, ее оценки с позиций влияния на эксплуатационную надежность и долговечность строительных изделий и конструкций, известно [1], что замерзший на ранней стадии твердения (после укладки и уплотнения в опалубке или формах) бетон характеризуется ростом пористости структуры, ее проницаемости и непредсказуемым снижением прочности и других физико-механических и эксплуатационных свойств. При этом отрицательные эффекты нарастают с повышением водоцементного отношения бетона, глубины и скорости охлаждения при замерзании, зависят от времени твердения до замерзания и уровня прочности, которую набрал бетон к этому моменту, что особенно опасно в монолитных конструкциях, т. к. их ремонт (усиление, замена) сложен, а зачастую просто невозможен [2].

Основной причиной данного явления справедливо считают объемное расширение замерзшей «свободной» воды, увеличивающейся на  $\sim 9\%$  при переходе в лед, т. е. твердофазное состояние. Последующее ее оттаивание не обеспечивает возвращения структуры в исходное положение, сложившееся после уплотнения (или некоторого периода твердения) бетона, способствуя росту его пористости и ухудшению качественных характеристик.

С учетом необходимости достаточно продолжительного транспортирования бетонной смеси на объекты строительства и времени на прием–подачу–укладку ее в опалубку (составляет в производственных условиях до 3...4 ч) экспериментально оценили кинетику роста прочности бетона (класса  $C^{20}/_{25}$ , подвижность марки ПЗ) при охлаждении образцов (кубы с ребром 100 мм, три образца в серии, формы металлические) после формования в течение 1 ч при  $t = -15...-17$  °С. Последующее твердение бетона 1-й и 2-й серий (без добавки и с 1 % «УКД-1») – в нормально-влажностных условиях (при  $t \sim 15...17$  °С), и 3-й и 4-й серий – разогрев 1 ч при  $t_{среды} \sim 40$  °С и последующее твердение в одинаковых с образцами 1-й и 2-й серий условиях.

Состав бетонной смеси принимали постоянным с целью выявления влияния добавок на прочностные и деформативные свойства бетона при одинаковом расходе цемента. С целью получения равноподвижной смеси во втором составе снизили водоцементное отношение. Таким образом, на результирующую экспериментальную прочность влияет качественный состав добавки, ее количество и пониженное водосодержание бетонной смеси, которое достигается за счет пластифицирующего действия компонента С-3, входящего в состав комплексной добавки. Составы бетона приведены в табл. 1.

Табл. 1. Составы бетона для исследований

Состав	Класс бетона	Подвижность бетонной смеси (ОК), см	Марка цемента	Расход составляющих, кг, на 1 м <sup>3</sup> бетона				В/Ц
				Ц	П	Щ	В	
А. Состав без добавок								
1	C <sup>20</sup> / <sub>25</sub>	12...14	M500	350	675	1150	175	0,5
Б. Состав с комплексной добавкой 1 % «УКД-1»								
2	C <sup>20</sup> / <sub>25</sub>	12 ...14	M500	350	675	1150	164,5	0,47

При наблюдении за бетоном после «замораживания» на поверхности образцов без добавок появились крупинки льдообразования на поверхности, с образованием твердофазной (но проминающейся под местным усилием) «корки»; на образцах с «УКД-1» этого явления не было, несмотря на то, что температура бетона на глубине ~10...15 мм равнялась -2...-1 °С.

В возрасте 1, 3, 7 и 28 сут определяли прочностные характеристики бетонов по методике согласно ГОСТ 10180-90 (табл. 2).

Табл. 2. Кинетика роста прочности бетона после начального охлаждения

Состав по табл. 1	Наличие и вид добавки	Условия твердения образцов											
		естественные				охлаждение 1 ч при $t \sim -15...-17$ °С и твердение при $t \sim 15...17$ °С				охлаждение 1 ч при $t \sim -15...-17$ °С, нагрев 1 ч при $t = 40$ °С и твердение при $t \sim 15...17$ °С			
		Прочность бетона, %, от $f_{cm, 28}$ в возрасте, сут											
		1	3	7	28	1	3	7	28	1	3	7	28
1	–	4	30	65	90	2	19	50	83	5	32	67	92
2	«УКД-1»	8	46	80	99	4	28	59	94	12	50	88	109

Результаты эксперимента подтверждают эффективность введения в бетон добавки «УКД-1» с позиций повышения темпа его твердения (рост прочности за 24 ч – многократный, за 3 сут – в 1,5–2 раза и к 28 сут –15...30 %) и возможность использования добавки «УКД-1» без дополнительного введения в бетон противоморозных добавок.

Очевидно, что добавка «УКД-1» в дозировке 1 % от массы цемента обеспечивает возможность транспортирования бетонных смесей в зимний период работ и одновременно резкий рост прочности бетона при последующем прогреве (разогреве, обогреве).

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Власов, О. Е. Физические основы теории морозостойкости / О. Е. Власов // Тр. НИИ Стройиндустрии. – 1967. – Вып. 3. – С. 163–178.
2. Хаютин, Ю. Г. Монолитный бетон / Ю. Г. Хаютин. – Москва: Стройиздат, 1991. – 573 с.