

## ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЦЕМЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОБАВОК-ПЛАСТИФИКАТОРОВ

Физико-механические свойства и структура капиллярно-пористых материалов со временем изменяются и, в конечном счете, неизбежно ухудшаются, в частности под влиянием циклического действия окружающей среды [1]. На сегодняшний день получение механически прочных и долговечных материалов является одним из наиболее перспективных направлений научных исследований, в частности при строительстве в климатических условиях характерных для северных районов России. Одним из критериев долговечности и механической прочности является морозостойкость, то есть способность цементного камня и бетона противостоять попеременному замораживанию и оттаиванию в насыщенном водой состоянии. Для придания строительным материалам специальных свойств, в частности повышенной морозостойкости, на практике активно используют функциональные добавки [2].

Для получения высокопрочных и морозостойких конструкций очень важно минимизировать количество воды на стадии затворения цементной смеси при условии нормального протекания процесса гидратации. Это становится возможным при использовании пластифицирующих (снижающих водопотребность) добавок [3]. Ввиду этого, в работе использовались следующие добавки производства BASF: Rheobuild 1000 (СП-1) – на основе нафталинсульфоната; Glenium 116 (СП-2) и Glenium ACE 430 (СП-3) – на основе поликарбоксилатного эфира; Pozzolith MR 55 (СП-4) – добавка на основе лигносульфоната.

На первом этапе исследования были определены нормальные плотности модифицированных составов (таблица 1).

Установлено, что при введении в состав добавки СП-1, нормальная плотность снижается в зависимости от содержания добавки (от 0,1 до 2,0%) с 32 до 25%, соответственно. Затем, по мере увеличения концентрации добавки до 3,0%, падение водопотребности составляет всего 0,5%. Добавка СП-2, в количестве от 0,1 до 1,4%, снижает нормальную плотность в меньшей степени, при увеличении концентрации этой добавки до 3,0% водопотребность снижается до 27%. При введении СП-3 до 0,7% нормальная плотность изменяется незначительно, при увеличении концентрации добавки до 3,0% снижение происходит ин-

тенсивнее. СП-4 вызывает уменьшение нормальной густоты до 28,0% при содержании добавки до 0,7%, затем значение водопотребности не изменяется.

Таблица 1. Нормальная густота составов

Добавка/ Содержание, %	0,0	0,1	0,3	0,7	1,0	1,6	2,0	2,5	3,0
СП-1	32,0	32,0	31,0	30,0	30,0	28,0	25,0	24,5	24,5
СП-2		32,0	31,5	30,0	30,0	29,5	29,0	28,0	27,0
СП-3		31,5	31,0	28,0	27,0	26,5	26,0	25,0	25,0
СП-4		31,5	30,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0

На основании полученных экспериментальных данных о нормальной густоте были получены данные о сроках схватывания цементного теста (таблица 2).

Таблица 2. Сроки схватывания цементного теста

Содержание добавки, %	Сроки схватывания начало/конец (час-мин) для добавки			
	СП-1	СП-2	СП-3	СП-4
0	0-50/2-55			
0,1	0-55/2-40	1-00/2-10	1-55/2-55	1-25/2-35
0,3	0-55/2-55	1-10/2-10	1-50/2-40	1-25/2-35
0,7	0-50/2-45	1-35/2-20	1-45/2-30	0-20/0-55
1,0	0-45/2-50	1-45/2-25	1-55/2-45	0-20/0-30
1,6	0-55/2-50	1-50/2-35	1-55/2-40	0-25/0-35
2,0	1-05/2-55	1-50/2-30	1-55/2-50	0-20/0-35
2,5	1-30/3-10	1-45/2-30	1-45/2-45	0-20/0-35
3,0	1-40/3-15	1-50/2-30	1-55/2-40	0-20/0-30

Добавка СП-1 в количестве до 1,6% незначительно влияет на сроки схватывания, при увеличении концентрации до 3,0% замедляется как начало, так и конец схватывания. При добавлении СП-2 при концентрациях до 1,6% равномерно замедляется начало схватывания, при дальнейшем увеличении начало схватывания не изменяется. В свою очередь, конец схватывания вначале ускоряется до 2 ч 10 мин, затем постепенно замедляется. Добавка СП-3 сильно замедляет начало схватывания и немного ускоряет его конец. Введение СП-4 до 0,3% замедляет начало схватывания, но ускоряет его конец, при дальнейшем увеличении концентрации значительно ускоряется как начало, так и конец схватывания.

На следующем этапе проводилось определение морозостойкости по второму ускоренному методу в условиях предварительного насыщения в 5-% водном растворе NaCl в соответствии с ГОСТ 10060-2012 [4,5]. Результаты испытаний представлены в виде столбчатой диаграммы (Рис. 1).

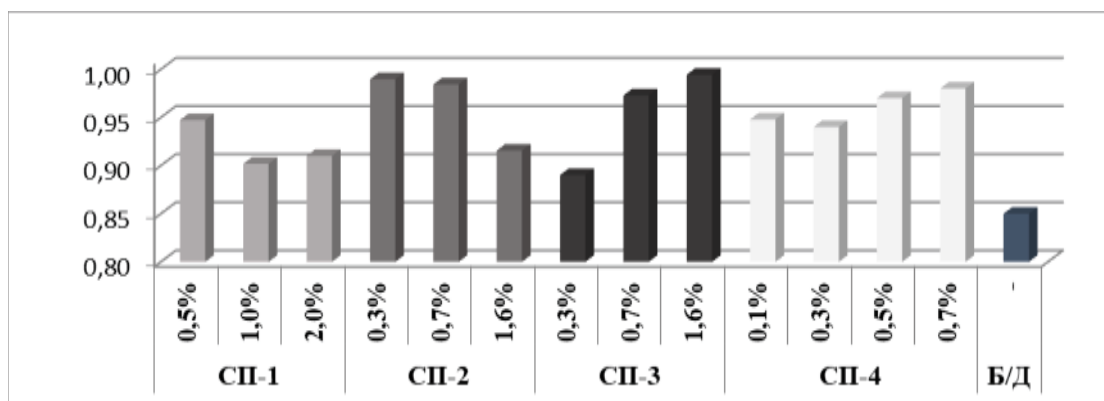


Рис. 1. Значение коэффициентов морозостойкости для исследуемых составов

Преимущество составов с добавками-пластификаторами над бездобавочным цементом очевидно, так как после 20 циклов попеременного замораживания-оттаивания, коррозионная стойкость цементного камня ( $K_s$ ) бездобавочного состава равен 0,84, а составов с пластификаторами – 0,88-0,97. По каждой добавке существует своя оптимальная область концентрации, превысив которую  $K_s$  начинает снижаться. Наиболее эффективными оказались добавки СП-2 (до 0,7%) и СП-3 (с дозировкой от 0,3 до 2%) и СП-4 (с дозировкой от 0,7 до 1,5%). Смесь с добавкой СП-1 показала наименьшую морозостойкость по сравнению с остальными добавками.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Штарк Й., Вихт Б. Долговечность бетона/Пер. с нем. – А. Тулагинова. Под ред. П. Кривенко. – Киев: Оранта, 2004. – 301 с.
2. Tkach, E.: Concrete, modified by complex hydrophobicas admixtures, Moscow State Constructing University, 1952; P. 232
3. Kong F.R., Pan L.S., Wang C.M., Zhang D.L., Xu N. Effect of polycarboxylate superplasticizers with different molecular on the hydration behavior of cement paste // Construction and Building Materials, 2016, 105, P. 545-553
4. ГОСТ 10060-2012 Бетоны. Методы определения морозостойкости (с Поправками) - М.: Изд-во стандартов. - 2014. - 23 с.
5. Братошевская В.В., Мирсоянов В.Н., Мирсоянов Р.В. Исследование напряженного состояния в цементном камне и бетоне при отрицательных температурах // Потенциал современной науки. – 2016. – № 5. – С. 5–7.