

УДК 691: 620.1

В. Ф. Степанова, доктор технических наук, профессор,
заведующая лабораторией № 13 НИИЖБ им. А. А. Гвоздева ОАО «НИЦ «Строительство»
В. Н. Возмищев, старший преподаватель
Н. В. Бегунова, старший преподаватель
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

ВЛИЯНИЕ НАНОМОДИФИЦИРОВАННОГО СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРА COMPROPLAST НА ПОДВИЖНОСТЬ БЕТОННОЙ СМЕСИ

В статье рассматривается пластифицирующая наномодифицированная добавка в бетон на основе лигносульфоната. Описываются испытания бетонных смесей с добавкой и без нее. Приведены результаты испытаний бетонных смесей с применением добавки Comproplast с целью выявления ее пластифицирующих и водоредуцирующих свойств.

Ключевые слова: пластифицирующая добавка, бетон, смесь, подвижность.

В настоящее время производится большое количество добавок для бетонной смеси, имеющих определенное назначение и обладающих разнообразием свойств и характеристик. Добавки в бетон могут быть различного действия: пластифицирующие, противоморозные, гидроизоляционные, воздухоовлекающие, армирующие, замедлители схватывания, ускорители твердения, пигменты и др. Основная функция добавок – улучшение технических характеристик бетона. Противоморозные добавки в бетон повышают его прочность, надежность, позволяют вести монолитные работы при минусовых температурах, замедляют процесс твердения, т. е. искусственно создают условия нормальной температуры внешней среды, благоприятной для набора прочности бетона. Армирующие добавки придают бетону прочность и берут часть нагрузки на себя. Гидроизоляционные добавки повышают уровень гидроизоляционных свойств бетона и используются при строительстве водных резервуаров, плотин, дамб, фундаментов. Ускорители твердения бетона используют при строительстве объектов, где необходимо ускорить процесс послойного бетонирования.

Основная функция пластифицирующих добавок – повышение подвижности бетонной смеси. В зависимости от пластифицирующего эффекта добавки подразделяют на следующие виды:

- суперпластификаторы (I группа пластифицирующих добавок), повышают подвижность бетонных смесей от П1 до П5 (от 2...4 см до 21...25 см) без снижения прочности бетона во все сроки испытания;
- сильнопластифицирующие (II группа пластифицирующих добавок), повышают подвижность смесей от П1 до П4 (от 2...4 см до 16...20 см) без снижения прочности бетона;
- среднепластифицирующие (III группа пластифицирующих добавок), повышают подвижность смесей от П1 до П3 (от 2...4 см до 10...15 см) без снижения прочности бетона;
- слабопластифицирующие (IV группа пластифицирующих добавок), увеличивают подвижность бетонной смеси от П1 до П2 (от 2...4 см до 5...9 см) без снижения прочности бетона [1].

За счет инновационного применения нанокomпозитов компания «КомАР» разработала и внедрила в производство качественно новый продукт на основе лигносульфоната – суперпластификатор Comproplast. Лигносульфонат давно известен как пластифицирующая добавка в бетон. Исследованиями добавки Comproplast в соответствии с ГОСТ 24211 [2] установлено, что добавка является пластифицирующей – водоредуцирующей и рекомендуется для изготовления бетонных и железобетонных изделий и конструкций для промышленного и гражданского строительства в соответствии с СП 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85» и ГОСТ 31384 [3].

Применение суперпластификатора Comproplast дает следующие преимущества:

- существенное сокращение количества применяемого цемента (до 20 %);
- увеличение прочности бетона за счет активизирующих и диспергирующих свойств;
- повышение марки бетона по морозостойкости и водонепроницаемости;
- увеличение подвижности бетонной смеси без снижения прочности бетона;
- повышение плотности бетона;
- сохранение жизнеспособности бетонной смеси более длительный срок;
- увеличение распалубочной прочности бетона.

В лаборатории коррозии и долговечности бетонных и железобетонных конструкций НИИЖБ им. А. А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство» по заказу ООО «КомАР» были проведены исследования влияния добавки «КомАР» на физико-технические характеристики бетонной смеси и разработаны технические условия на данную добавку.

Работа выполнялась в соответствии с требованиями ГОСТ 24211 [4] и ГОСТ 30459 [5]. В качестве сырьевых материалов для изготовления бетонных образцов использовали материалы, удовлетворяющие ГОСТ 26633 [6]:

- портландцемент ПЦ500-Д0 по ГОСТ 10178 [7];
- песок Мансуровского карьера с $M_{кр} = 2,5$;
- щебень гранитный фракции 5–20 мм.

Добавку вводили в бетонную смесь с водой затворения.

Физико-химические показатели добавки «КомАР» приведены в табл. 1.

Подбор состава бетона проводили в соответствии с ГОСТ 27006 [8] с учетом дополнительных условий по ГОСТ 30459 [9].

Таблица 1

№ п/п	Наименование показателя	Значение показателя
1	Внешний вид	Порошок серого цвета
2	Массовая доля сухих веществ, %	92,3
3	Показатель активности водородных ионов (рН) 10%-го водного раствора	6,7

Для контроля прочности изготавливали бетонные образцы размером 100×100×100 мм. После изготовления бетонные образцы выдерживали в течение 28 суток в камере нормально-влажностного режима

твердения при температуре (20±5) °С и относительной влажности воздуха 95 %.

Испытания бетонных смесей с добавкой «КомАР» проводили по ГОСТ 10181 [10].

Добавку вводили в состав бетонной смеси с водой затворения в пределах, рекомендуемых заказчиком 0,5...0,8 % от массы цемента. Составы бетона и полученные результаты приведены в табл. 2.

Результаты испытаний бетонных смесей показали, что введение добавки «КомАР» в дозировке 0,5...0,8 % от массы цемента обеспечило повышение подвижности бетонных смесей от П1 (осадка конуса 2,0 см) для смеси контрольного состава до П5 (осадка конуса 20...21,5 см) для смесей с добавкой.

Испытания водоредуцированных смесей показали, что при применении добавки обеспечивается снижение расхода воды затворения на 17,6...22,4 %.

Определение влияния добавки «КомАР» на прочностные показатели бетона в разные сроки твердения проводили по ГОСТ 10180 [11]. Результаты испытаний приведены в табл. 3.

Таблица 2

№ п/п	Дозировка добавки, % от массы цемента	Расход материалов, кг/м ³				Водо-цементное отношение	Осадка конуса, см	Плотность бетонной смеси кг/м ³	Уменьшение расхода воды, %
		цемент	песок	щебень	вода				
1	Без добавки	320	735	1083	170	0,53	2,0	2313	–
2	0,5	314	722	1068	166	0,53	18	2271	–
3	0,5	325	747	1105	140	0,43	2,0	2317	17,6
4	0,6	313	720	1064	168	0,53	20	2265	–
5	0,6	330	759	1122	138	0,42	1,8	2349	19,0
6	0,7	317	729	1078	171	0,53	20,5	2295	–
7	0,7	332	764	1129	132	0,4	1,5	2357	22,4
8	0,8	323	743	1098	172	0,53	21,5	2336	–
9	0,8	329	757	1119	135	0,4	2,5	2347	20,6

Таблица 3

№ п/п	Добавка (дозировка % от массы цемента)	В/Ц	О.К., см	Прочность при сжатии в возрасте					
				4 сут.		7 сут.		28 сут.	
				R _{сж} , МПа	Прирост (+) прочности, %	R _{сж} , МПа	Прирост (+) прочности, %	R _{сж} , МПа	Прирост (+) прочности, %
1	Контрольный (без добавки)	0,53	2,0	24,75 23,9 26,1 ср=24,9	–	28,7 28,4 30,8 ср=29,3	–	42,0 43,6 45,1 ср=43,6	–
2	«КомАР» 0,5	0,53	18	15,4 15,1 15,3 ср=15,3	–	29,1 29,8 30,0 ср=29,6	1,02	39,7 41,3 40,1 ср=40,4	–
3	«КомАР» 0,5	0,43	2,0	25,5 22,0 22,8 ср=23,4	–	44,2 39,3 40,5 ср=41,3	41,0	55,3 57,9 62,5 ср=58,6	34,4
4	«КомАР» 0,6	0,53	20	16,0 15,3 14,3 ср=15,2	–	30,0 25,9 27,3 ср=27,7	–	41,5 41,1 39,0 ср=40,5	–
5	«КомАР» 0,6	0,42	1,8	25,1 23,3 23,7 ср=24,0	–	37,0 43,2 44,9 ср=41,7	42,3	61,9 63,5 62,9 ср=62,8	44,0

Окончание табл. 3

№ п/п	Добавка (дозировка % от массы цемента)	В/Ц	О.К., см	Прочность при сжатии в возрасте					
				4 сут.		7 сут.		28 сут.	
				$R_{сж}$, МПа	Прирост (+) прочности, %	$R_{сж}$, МПа	Прирост (+) прочности, %	$R_{сж}$, МПа	Прирост (+) прочности, %
6	«КомАР» 0,7	0,53	20,5	15,8	–	27,7	–	40,8	–
				14,5		27,0		40,7	
				<u>15,1</u>		<u>28,5</u>		<u>37,8</u>	
				ср=15,1		ср=27,7		ср=39,8	
7	«КомАР» 0,7	0,40	1,5	22,8	–	35,2	36,5	53,3	15,4
				23,2		40,5		53,3	
				<u>24,9</u>		<u>44,2</u>		<u>44,5</u>	
				ср=23,6		ср=40,0		ср=50,4	
8	«КомАР» 0,8	0,53	21,5	–	–	27,2	–	43,4	–
						26,8		35,5	
						<u>25,9</u>		<u>38,4</u>	
						ср=26,6		ср=39,1	
9	«КомАР» 0,8	0,40	2,5	13,8	–	31,8	16,4	58,3	10,8
				12,6		33,7		46,2	
				<u>14,3</u>		<u>36,7</u>		<u>40,4</u>	
				ср=13,6		ср=34,1		ср=48,3	

Испытания показали, что прочность бетонов с добавкой из пластифицированных бетонных смесей в возрасте первых суток определить не представлялось возможным, т. к. бетон не набрал прочности, достаточной для извлечения образцов из формы. В возрасте 4 сут. недобор прочности бетонов с добавкой составлял 38 %, в возрасте 7 сут. при введении 0,5 % добавки прочность бетона равнялась прочности контрольного бетона; с увеличением количества введенной добавки недобор прочности составил 5 %, что соответствует требованиям ГОСТ 24211 [12].

Испытания водоредуцированных смесей и бетонов на их основе дали положительные результаты. При дозировке добавки 0,5...0,7 % от массы цемента при снижении расхода воды затворения прочность бетона в возрасте 7 сут. увеличилась на 36...42 %, при дозировке добавки 0,8 % – на 16,4 %; в возрасте 28 сут. – на 15...44 и 10,8 % соответственно.

Сохраняемость подвижности бетонной смеси с добавкой «КомАР» определяли по ГОСТ 10181 [13]. За показатель сохраняемости принимали время, в течение которого контрольная смесь и смесь с добавкой сохраняют одинаковую подвижность. Результаты испытаний приведены в табл. 4.

Таблица 4

№ п/п	Добавка (дозировка, % от массы цемента)	Расход материалов, кг/м ³				Водоцементное отношение	Плотность бетонной смеси, кг/м ³	Продолжительность выдержки, ч-мин	Осадка конуса, см		Сохраняемость, ч-мин
		Цемент	Песок	Щебень	Вода				Фактическая	По ГОСТ 30459	
1	Без добавки	315	722	1070	192	0,61	2299	0	21	15	0-50÷1-00
								0-30			
								1-00			
								1-30			
								2-00			
								2-30			
								3-00			
								3-00			
2	«КомАР» 0,6	318	730	1080	170	0,53	2298	0	22	16	>5-00
								0-30			
								1-00			
								1-30			
								2-00			
								2-30			
								3-00			
								3-30			
								4-00			
								4-30			
								5-00			
6-00											

Следует отметить, что повышение дозировки добавки до 0,8 % от массы цемента сопровождалось заметным водоотделением в процессе перемешивания.

Установлено, что применение добавки «КомАР» обеспечивает пластификацию бетонных смесей с марки П1 до П5, что соответствует требованиям

ГОСТ 24211 [14]. Вместе с тем отмечается, особенно при повышенных дозировках добавки, замедление нарастания прочности бетона в первые сроки твердения. Отмечается высокая водоредуцирующая способность добавки «КомАР», обеспечивающая возможность снижения расхода воды затворения на величину 22,5 % при повышении прочности бетона в возрасте 7 и 28 суток до 40 %.

Библиографические ссылки

1. URL: www.betonoved.ru.
2. ГОСТ 24211–2008 «Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические требования».
3. ГОСТ 31384–2008 «Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Общие технические требования».
4. ГОСТ 24211–2008 «Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические требования».
5. ГОСТ 30459–2008 «Добавки для бетонов и строительных растворов. Определение и оценка эффективности».
6. ГОСТ 26633–2012 «Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия».
7. ГОСТ 10178–85 «Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия».
8. ГОСТ 27006–86 «Бетоны. Правила подбора состава».
9. ГОСТ 30459–2008 «Добавки для бетонов и строительных растворов. Определение и оценка эффективности».
10. ГОСТ 10181–2000 «Смеси бетонные. Методы испытаний».
11. ГОСТ 10180–2012 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам».
12. ГОСТ 24211–2008 «Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические требования».
13. ГОСТ 10181–2000 «Смеси бетонные. Методы испытаний».
14. ГОСТ 24211–2008 «Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические требования».

* * *

V. F. Stepanova, DSc in Engineering, Professor, Gvozdev Research, Design and Technology Institute of Concrete and Reinforced Concrete
V. N. Vozmishchev, Senior lecturer, Kalashnikov ISTU
N. V. Begunova, Senior lecturer, Kalashnikov ISTU

Influence of nano-modified COMONOPLAST additive on protective properties of concrete with respect to steel reinforcement

The article discusses the additive to concrete on the basis of lignosulphonate. Electrochemical corrosion tests with and without the additive are described. Their results are given. The effect of additives on protective properties of concrete with respect to the steel reinforcement is revealed.

Keywords: plasticizer, concrete, concrete mix, electrochemical test.

Получено: 24.04.15