

УДК 691.33

В.С. Изотов – доктор технических наук, профессор

E-mail: V_S_izotov@mail.ru

Р.А. Ибрагимов – аспирант

E-mail: rusmag007@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ВЛИЯНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ГИПЕРПЛАСТИФИКАТОРОВ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА

АННОТАЦИЯ

В работе проведен анализ влияния отечественных гиперпластификаторов на плотность, прочность и водонепроницаемость бетона, а также на водопотребность и сроки схватывания цементного теста. Выявлено, что бетон, модифицированный исследуемыми добавками, обладает высокими физико-механическими показателями. Найдены оптимальные дозировки рассматриваемых добавок, которые и использовались в настоящей работе.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: гиперпластификатор, бетонная смесь, добавки, тяжелый бетон.

V.S. Izotov – doctor of technical sciences, professor

R.A. Ibragimov – post-graduate student

Kazan State University of Architecture and Engineering

INFLUENCE OF DOMESTIC HYPERSOFTENERS ON PHYSICOMECHANICAL PROPERTIES OF HEAVY CONCRETE

ABSTRACT

In work the analysis of influence of domestic hyper softeners on density, durability and water resistance of concrete and also on water-need and terms of grip the cement test is lead. It is revealed, that the concrete modified by researched additives, possesses high physic mechanical parameters. Optimum dosages of considered additives which were used in the present work are found.

KEYWORDS: hyper softener, concrete mix, additives, heavy concrete.

Одним из перспективных направлений улучшения качества, в том числе повышения долговечности бетонных и железобетонных конструкций и снижения их стоимости, является использование в технологии бетона химических добавок. Использование добавок является весьма эффективным и экономичным способом улучшения технологических и физико-механических свойств бетона [1].

Из добавок к бетонам, нашедших наиболее широкое применение в производстве бетона и железобетона, на первом месте стоят пластифицирующие добавки.

В последнее время стали применяться у нас, и в особенности за рубежом, высокоэффективные пластифицирующие добавки на основе эфиров поликарбоксилата, которые получили название гиперпластификаторов. Они отличаются от известных суперпластификаторов, например С-3, более высоким водоредуцирующим эффектом, приводящим к существенному повышению плотности и прочности бетона [2].

К отечественным новым гиперпластификаторам, появившимся на рынке добавок для бетонов, относят: «Мобет марки 2», «Антигидрон марки 5», «Одолит-К», «Одолит-Т».

Мобет марки 2 – модификатор бетона и строительных растворов, предназначенный для получения высококачественных, высокопрочных, самоуплотняющихся, морозостойких бетонов и самовыравнивающихся строительных растворов. Представляет собой жидкость от бесцветного до темно-коричневого цвета. Соответствует требованиям ГОСТ 24211-2003, не содержит компонентов, способствующих коррозии арматуры. Рекомендуемый расход добавки 0.5-1.5 % от массы цемента.

«Антигидрон» марки 5 «Жидкий гиперконцентрат» – жидкая добавка для бетона и цементно-песчаных смесей уплотняющего и пластифицирующего-водоредуцирующего действия, дополнительно содержащая высококачественный импортный гиперпластификатор. Полностью растворима в воде. Отсутствие хлора позволяет использовать добавку для армированных бетонов. Рекомендуемый расход добавки 1-1.5 % от массы цемента.

Гиперпластификаторы «Одолит-К» и «Одолит-Т» представляют собой высокоэффективный концентрат пластификатора 1-ой группы с ускоряющим и самоуплотняющим действием на основе специальных карбоксилатов, без содержания солей. Рекомендуемая дозировка добавки «Одолит-К» 1 %, «Одолит-Т» – 1-2 % по жидкому веществу от массы цемента.

Для исследования влияния добавок на свойства цементного теста и физико-механические показатели тяжелого бетона использован портландцемент ПЦ400-Д20 Вольского завода, состав которого приведен в табл. 1.

Таблица 1

Процентное содержание главных окислов				Содержание основных минералов				Содержание добавок, %	
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF	Опока	SO ₃
22.55	4.75	4.7	65.04	57	21	4.6	14	8	2.2

Результаты исследований влияния добавок на нормальную густоту цементного теста и сроки схватывания по ГОСТ 310.3-76 [3] приведены в табл. 2.

Таблица 2

№ п/п	Содержание добавок, %				Нормальная густота цементного теста, %	Сроки схватывания, мин.	
	Мобет-2	Антигидрон-5	Одолит-К	Одолит-Т		начало	конец
1	2	3	4	5	7	8	9
1	-	-	-	-	$\frac{0.26^*}{100\%}$	155	295
2	0.6	-	-	-	$\frac{0.2175}{83.6\%}$	231	366
3	0.8	-	-	-	$\frac{0.21}{80.8\%}$	248	392
4	1	-	-	-	$\frac{0.2}{77\%}$	256	403
5	1.2	-	-	-	$\frac{0.1925}{74\%}$	269	415
6	1.4	-	-	-	$\frac{0.1875}{72\%}$	291	433
7	-	0.6	-	-	$\frac{0.235}{90\%}$	210	325
8	-	0.8	-	-	$\frac{0.2275}{87.5\%}$	228	342
9	-	1	-	-	$\frac{0.2225}{85.6\%}$	244	368
10	-	1.2	-	-	$\frac{0.22}{84.6\%}$	258	390
11	-	1.4	-	-	$\frac{0.2175}{83.6\%}$	276	405
12	-	-	0.6	-	$\frac{0.2175}{83.6\%}$	229	361
13	-	-	0.8	-	$\frac{0.21}{80.8\%}$	245	395
14	-	-	1	-	$\frac{0.2}{77\%}$	259	409
15	-	-	1.2	-	$\frac{0.1925}{74\%}$	266	417
16	-	-	1.4	-	$\frac{0.1875}{72\%}$	290	435
17	-	-	-	0.6	$\frac{0.235}{90\%}$	208	322
18	-	-	-	0.8	$\frac{0.2275}{87.5\%}$	225	340
19	-	-	-	1	$\frac{0.2225}{85.6\%}$	248	371
20	-	-	-	1.2	$\frac{0.22}{84.6\%}$	262	395
21	-	-	-	1.3	$\frac{0.2185}{84\%}$	281	413

*Примечание: над чертой – среднее значение показателя; под чертой – относительное значение показателя в % от контрольного.

Из данных табл. 2 видно, что наибольшим водоредуцирующим действием обладают добавки «Мобет-2» и «Одолит-К» при дозировке 1.4 % от массы цемента. Наименьшим водоредуцирующим свойством обладает добавка «Одолит-Т» при дозировке 1.3 % от массы цемента.

Все добавки замедляют процесс начала и конца схватывания цементного теста, при этом наибольшим влиянием на начало схватывания обладает добавка «Мобет-2» при дозировке 1.4 %, а на конец схватывания – добавка «Одолит-К» при дозировке 1.4 % от массы цемента.

Изучено влияние добавок на физико-механические свойства тяжелого бетона нормального твердения в возрасте 1, 3, 7 и 28 суток. Для эксперимента принят производственный состав бетонной смеси марки М350 с осадкой конуса 8-9см ($\rho=450$ кг/м³, $\rho_0=595$ кг/м³, $\rho_{ц}=1140$ кг/м³). Заполнителями служили обогащенный песок Камского месторождения с модулем крупности 2.7, щебень из гравия Камского месторождения фракции 5-20 мм. Вода добавлялась в бетонную смесь до достижения равной подвижности по ГОСТ 7473-94 [4].

Содержание добавок в бетонных смесях составило: «Мобет-2» – 1,2 %, «С-3» – 0.8 %, «Одолит-К» – 1 %, «Одолит-Т» – 1.3 %, «Антигидрон-5» – 1.2 % от массы цемента. Добавки вводились в растворную смесь с водой затворения.

Водоцементное отношение состава без добавки составило 0.46, с добавкой «Мобет-2», «Одолит-К» – 0.33, с добавкой «С-3» – 0.39, а с добавкой «Одолит-Т» и «Антигидрон-5» – 0.35.

Контрольные образцы – кубы с размерами 10x10x10 см – сразу после изготовления помещались в камеру нормального хранения и испытывались через 1, 3, 7, 28 суток. Результаты испытаний приведены в табл. 3.

Таблица 3

№ п/п	Содержание добавок, %					Средняя плотность бетонной смеси, кг/м ³	Прочность при сжатии (МПа) бетона в возрасте, сут.			
	Мобет-2	Антигидрон-5	Одолит-К	Одолит-Т	С-3		1	3	7	28
1	-	-	-	-	-	2370	<u>7.52*</u> 100 %	<u>18.05*</u> 100 %	<u>29.38*</u> 100 %	<u>36.8*</u> 100 %
2	1.2	-	-	-	-	2475	<u>12.41</u> 165 %	<u>28.16</u> 156 %	<u>44.36</u> 151 %	<u>54.8</u> 149 %
3	-	1.2	-	-	-	2460	<u>10.68</u> 142 %	<u>25.09</u> 139 %	<u>40.25</u> 137 %	<u>47.84</u> 130 %
4	-	-	1	-	-	2475	<u>12.56</u> 167 %	<u>27.8</u> 154 %	<u>44.07</u> 150 %	<u>54.8</u> 149 %
5	-	-	-	1.3	-	2475	<u>10.83</u> 144 %	<u>25.27</u> 140 %	<u>40.25</u> 137 %	<u>48.57</u> 132 %
6	-	-	-	-	0.8	2460	<u>9.78</u> 130 %	<u>23.15</u> 128 %	<u>37.4</u> 127 %	<u>46.4</u> 126 %

*Примечание: над чертой – среднее значение показателя; под чертой – относительное значение показателя в % от контрольного.

Результаты испытаний, приведенные в табл. 3, свидетельствуют о том, что все изучаемые добавки повышают прочность бетона во все сроки твердения. Наибольший прирост прочности через сутки нормального твердения обеспечивается при введении добавки «Одолит-К» (на 67 %), а через трое суток – при введении добавки «Мобет-2» (на 56 %). В указанные сроки при введении добавки С-3 прочность бетона повышается на 30-28 %, а с добавками «Антигидрон-5», «Одолит-Т» – на 42-39 % и 44-40 % соответственно.

В возрасте 28 суток нормального твердения прочность при сжатии с добавками повышается с 36.8 до 54.8 МПа, т.е. на 49 %. При этом наибольшее повышение прочности достигается при введении добавок «Мобет-2» и «Одолит-К» (на 49 %). При введении добавки С-3 прочность повышается на 26 %, а с добавками «Антигидрон-5», «Одолит-Т» – на 30 % и 32 % соответственно.

Для определения пластифицирующего эффекта добавок «Мобет-2» и «Одолит-К», обладающих наибольшим водоредуцирующим свойством, были проведены испытания бетона на сжатие в возрасте 1, 3, 7, 28 суток нормального твердения. Водоцементное отношение бетона без добавок и с добавками составило 0.37. Осадка конуса бетонной смеси без добавки составила 2 см, что соответствует подвижности П1, а с добавками – 27 см, что соответствует подвижности П5. Результаты испытаний приведены в табл. 4.

Таблица 4

№ п/п	Содержание добавок, %		Ср. плотность бет. смеси, кг/м ³	Прочность при сжатии (МПа) бетона в возрасте, сут.			
	Мобет-2	Одолит-К		1	3	7	28
1	-	-	2415	$\frac{7.89^*}{100\%}$	$\frac{22.4^*}{100\%}$	$\frac{32.7^*}{100\%}$	$\frac{40.3^*}{100\%}$
2	1.2	-	2435	$\frac{8.2}{104\%}$	$\frac{23.52}{105\%}$	$\frac{34.66}{106\%}$	$\frac{42.31}{105\%}$
3	-	1	2435	$\frac{8.28}{105\%}$	$\frac{23.97}{107\%}$	$\frac{34.66}{106\%}$	$\frac{42.72}{106\%}$

*Примечание: над чертой – среднее значение показателя; под чертой – относительное значение показателя в % от контрольного.

Из табл. 4 видно, что при одинаковом водоцементном отношении не наблюдается снижение прочности бетона во все сроки испытания и повышается подвижность бетонной смеси с П1 до П5, следовательно, добавки «Мобет-2» и «Одолит-К» в соответствии с [5] относятся к суперпластификаторам.

Водонепроницаемость бетонных образцов-цилиндров 15x15 см определяли по ГОСТ 12730.5-84 [6], морозостойкость определяли по ГОСТ 10060.3-95 [7]. Результаты испытаний приведены в табл. 5.

Таблица 5

№ п/п	Содержание добавок, %			Марка бетона по водонепроницаемости	Марка бетона по морозостойкости
	Мобет-2	Антигидрон-5	Одолит-К		
1	-	-	-	W6	F200
2	1.2	-	-	W12	F500
3	-	1.2	-	W16	F400
4	-	-	1	W16	F500

У образцов цилиндров, модифицированных добавками «Антигидрон-5» и «Одолит-К», после выдерживания под давлением 16 Атм в течение 16 часов мокрое пятно на торцевой поверхности не появилось. В связи с этим марку по водонепроницаемости указанных образцов определяли по экспресс-контролю воздухопроницаемости бетона в соответствии с [6] на приборе Агама-2РМ. Результаты испытаний приведены в табл. 6.

Таблица 6

№ п/п	Содержание добавок, %		Марка бетона по водонепроницаемости	Сопротивление бетона прониканию воздуха, с/см ³
	Антигидрон-5	Одолит-К		
1	1.2	-	20	140
2	-	1	16	57.1

Выводы:

1. Введение в бетонную смесь изучаемых добавок позволяет обеспечить существенное повышение плотности, прочности, водонепроницаемости и морозостойкости бетона.

2. Все изучаемые добавки обладают высокой водоредуцирующей способностью. Так, добавки «Мобет-2» и «Одолит-К» снижают водоцементное отношение до 29 %, добавки «Антигидрон-5» и «Одолит-Т» – до 24 %, в то время как суперпластификатор С-3 только до 16 %.

3. Бетон, модифицированный добавками «Мобет-2» и «Одолит-К», через 28 суток нормального твердения имеет прочность на сжатие в 1.5 раза выше (54.8 МПа), чем бетон без добавки (36.8 МПа).

4. Водонепроницаемость бетона с новыми добавками возрастает от 3 до 7 ступеней. При этом водонепроницаемость бетона с добавкой «Мобет-2» возрастает на 3 ступени, с добавкой «Одолит-К» – на 5 ступеней, с добавкой «Антигидрон-5» – на 7 ступеней.

5. Морозостойкость модифицированного бетона повышается в 2-2.5 раза (с F200 до F400, F500).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баженов Ю.М. Технология бетона. – М.: АСВ, 2000. – 500 с.
2. Изотов В.С., Соколова Ю.А. Химические добавки для модификации бетона. – М.: Изд-во «Палеотип», 2006. – 243 с.
3. ГОСТ 310.3-76 (2003). Цементы. Методы определения нормальной плотности, сроков схватывания и равномерности изменения объема.
4. ГОСТ 7473-94. Смеси бетонные. Технические условия.
5. ГОСТ 24211-2003. Добавки для бетонов. Общие технические требования.
6. ГОСТ 12730.5-84. Бетоны. Методы определения водонепроницаемости.
7. ГОСТ 10060.3-95. Бетоны. Дилатометрический метод ускоренного определения морозостойкости.