



УДК 691

В.С. Изотов – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии, организации и механизации строительства

Тел.: (843) 510-47-27, e-mail: izotovvs@mi.ru

Р.А. Ибрагимов – аспирант

Тел.: 89274018367, e-mail: rusmag007@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет (КазГАСУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК ГИПЕРПЛАСТИФИКАТОРОВ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА

АННОТАЦИЯ

В данной работе проведены исследования влияния суперпластификатора С-3 и гиперпластификаторов «Мобет марки 2», Sika® ViskoCrete®-20 HE и Sika® ViskoCrete®-5 Neu на свойства цементного теста, цементно-песчаного раствора и тяжелого бетона.

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

V.S. Izotov – doctor of technical sciences, professor, head of the Pulpit of the Technology, Organization and Mechanization in Construction department

Тел.: (843) 510-47-27, e-mail: izotovvs@mi.ru

R.A. Ibragimov – post-graduate student

Тел.: 89274018367, e-mail: rusmag007@yandex.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering (KSUAE)

RESEARCH OF INFLUENCE OF ADDITIVES OF HYPERSOFTENERS ON PHYSICOMECHANICAL PROPERTIES OF HEAVY CONCRETE

ABSTRACT

In this work researches of supersoftener C-3 and hypersofteners «Mobet marks 2», Sika® ViskoCrete®-20 HE and Sika® ViskoCrete®-5 Neu are made according to properties the cement test, a cement-sandy solution and heavy concrete.

KEYWORDS: hypersoftener, concrete mix, additives, heavy concrete.

Основные пути повышения качества бетона и долговечности железобетонных конструкций заключаются в использовании высокотехнологичного оборудования, современных технологий производства, применении качественных материалов и добавок индивидуального и полифункционального действия. 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].

Нами проведены испытания добавки «Мобет марки 2» (далее добавка Мобет-2) и произведена оценка ее эффективности в сравнении с добавками отечественного суперпластификатора С-3 и швейцарских гиперпластификаторов Sika® ViskoCrete®-20 HE и Sika® ViskoCrete®-5 Neu (далее Sika 20HE и Sika 5Neu). Изучалось влияние добавок на нормальную плотность цементного теста, водопотребность растворной и бетонной смесей и прочностные показатели раствора и тяжелого бетона.

Добавка Мобет-2 произведена на ООО «Бийскхимстройматериалы» по ТУ 2600-003-54575429-2008. Согласно ГОСТ 24211-2003 [3] Мобет-2 относится к пластифицирующе-водоредуцирующему виду – суперпластификаторам. Данная добавка представляет собой жидкость темно-коричневого цвета. Плотность – 1.058 кг/дм³.

Добавка С-3 производства Владимирского завода ЖБК представляет собой порошок светло-коричневого цвета со специфически выраженным запахом, насыпной вес колеблется от 650 до 750 кг/м³ в



Таблица 1

№ п/п	Содержание добавок, %				Нормальная густота цементного теста
	Мобет-2	С-3	Sika 20HE	Sika 5Neu	
	2	3	4	5	6
1	-	-	-	-	$\frac{0.255}{100}$ %
2	0.6	-	-	-	$\frac{0.2175}{85}$ %
3	0.8	-	-	-	$\frac{0.21}{82}$ %
4	1	-	-	-	$\frac{0.2}{78}$ %
5	1.2	-	-	-	$\frac{0.1925}{75}$ %
6	1.4	-	-	-	$\frac{0.1875}{73}$ %
7	-	0.8	-	-	$\frac{0.205}{80}$ %
8	-	-	0.6	-	$\frac{0.205}{80}$ %
9	-	-	0.8	-	$\frac{0.1975}{77}$ %
10	-	-	1	-	$\frac{0.19}{74.5}$ %
11	-	-	-	0.8	$\frac{0.1975}{77.4}$ %
12	-	-	-	1	$\frac{0.1925}{75}$ %
13	-	-	-	1.2	$\frac{0.19}{74.5}$ %

Примечание*: под чертой приведено значение нормальной густоты в процентах от контрольного.

Таблица 2

№ П	Содержание добавок, %				Ср.плотность раствора, кг/м ³	В/Ц	Прочность цементно-песчаного раствора (МПа) в возрасте, сут:			
	Мо-бет-2	С-3	Sika 20HE	Sika 5Neu			7		28	
							при изгибе	при сжатии	при изгибе	при сжатии
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	-	-	-	-	$\frac{2330}{100}$ %	$\frac{0.42}{100}$ %	$\frac{4.05}{100}$ %	$\frac{23.56}{100}$ %	$\frac{4.96}{100}$ %	$\frac{29.54}{100}$ %
2	-	-	0.8	-	$\frac{2340}{100.4}$ %	$\frac{0.332}{79.9}$ %	$\frac{4.65}{115}$ %	$\frac{29.04}{123}$ %	$\frac{5.16}{104}$ %	$\frac{39.42}{133}$ %
3	-	-	1	-	$\frac{2370}{101.7}$ %	$\frac{0.318}{75.7}$ %	$\frac{5.74}{142}$ %	$\frac{36.3}{154}$ %	$\frac{6.21}{125}$ %	$\frac{47.2}{160}$ %
4	1	-	-	-	$\frac{2370}{101.7}$ %	$\frac{0.334}{81}$ %	$\frac{5.82}{144}$ %	$\frac{39.42}{167.3}$ %	$\frac{5.84}{118}$ %	$\frac{43.2}{146}$ %
5	1.2	-	-	-	$\frac{2370}{101.7}$ %	$\frac{0.32}{74.3}$ %	$\frac{6.54}{161}$ %	$\frac{51.8}{220}$ %	$\frac{7.05}{142}$ %	$\frac{54.2}{183.5}$ %
6	1.4	-	-	-	$\frac{2370}{101.7}$ %	$\frac{0.312}{76.2}$ %	$\frac{6.11}{151}$ %	$\frac{46.6}{198}$ %	$\frac{6.39}{129}$ %	$\frac{49.7}{168}$ %
7	-	0.8	-	-	$\frac{2370}{101.7}$ %	$\frac{0.35}{83}$ %	$\frac{5.62}{139}$ %	$\frac{34.7}{147}$ %	$\frac{5.6}{113}$ %	$\frac{38.3}{130}$ %
8	-	-	-	1	$\frac{2370}{101.7}$ %	$\frac{0.316}{75.2}$ %	$\frac{5.81}{143}$ %	$\frac{37.2}{158}$ %	$\frac{6.32}{127}$ %	$\frac{48.1}{163}$ %
9	-	-	-	1.2	$\frac{2370}{101.7}$ %	$\frac{0.313}{74.5}$ %	$\frac{4.84}{119}$ %	$\frac{29.46}{125}$ %	$\frac{5.25}{106}$ %	$\frac{39.9}{135}$ %

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



зависимости от полидисперсности. Производится по ТУ 5870-002-58042865-05.

Химический состав – полинафталинметилсульфонат или метилбенсис (нафталинсульфонат) натрия.

Добавка Sika 20HE представляет собой желтоватую жидкость, плотность 1.085 кг/л, значение pH 4.7 ± 1.0 . Отвечает требованиям к водоредуцирующим добавкам и гиперпластификаторам EN 934-2, а также требованиям ТУ 2493-002-13613997-2007. Основа – водный раствор модифицированного поликарбоксилата.

Добавка Sika 5Neu представляет собой мутноватую бесцветную жидкость, плотность 1.084 кг/л, значение pH 4.5 ± 1.0 . Отвечает требованиям к водоредуцирующим добавкам и гиперпластификаторам EN 934-2, а также требованиям ТУ 2493-002-13613997-2007. Основа – водный раствор модифицированного поликарбоксилата.

Изучено влияние данных добавок на водопотребность цементного теста нормальной густоты по методике ГОСТ 310.3-76 [4]. Использовался портландцемент М400 ПЦД20 Вольского завода. Результаты исследований влияния добавок на нормальную густоту цементного теста приведены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что все исследуемые добавки снижают нормальную густоту цементного теста на 15-27 %. При этом наибольшее снижение нормальной густоты цементного теста (наименьшая водопотребность цементного теста) достигается при содержании добавки Мобет-2 в количестве 1.4 % от массы цемента. Добавка С-3 снижает водопотребность цементного теста на 20 %, а добавки Sika – на 20-25,5 %.

Для определения влияния указанных выше добавок на водопотребность растворной смеси и физико-механические свойства растворов выполнены испытания цементно-песчаного раствора по ГОСТ 310.4-81 [5].

В эксперименте применялись: портландцемент М400 ПЦД20 Вольского завода, песок обогащенный с модулем крупности $M_{кр}=2$. Приготавливались растворные смеси равной консистенции состава 1:3 при расплыве конуса 110 мм. Водоцементное отношение контрольного состава без добавок составило 0.42.

Добавки вводились в растворную смесь с водой затворения. Результаты испытаний приведены в табл. 2.

Из данных, приведенных в табл. 2, видно, что при введении исследуемых добавок снижается водоцементное отношение растворной смеси на 20-25.7 %. При этом наибольшее снижение водоцементного отношения достигается при введении добавки Мобет-2 в количестве 1.4 % от массы цемента (на 25.7 %), в то время как при введении добавки С-3 водопотребность снижается только на 17 %.

Снижение водопотребности растворной смеси приводит и к повышению прочности раствора в возрасте 7 суток. При этом прочность при изгибе раствора нормального твердения в возрасте 7 суток с

добавками значительно выше, чем без них. При этом прочность при изгибе с добавкой Мобет-2 увеличивается на 44-51 %, с добавкой С-3 – на 39 %, а с добавками Sika 20HE и Sika 5Neu – на 15-42 % и 19-43 % соответственно.

Прочность при сжатии с добавкой Мобет-2 увеличивается на 67-98 %, с добавкой С-3 – на 47 %, а с добавками Sika 20HE и Sika 5Neu – на 23-54 % и 25-58 % соответственно.

Прочность при изгибе и сжатии раствора нормального твердения в возрасте 28 суток, так же, как и в возрасте 7 суток, значительно выше с добавками, чем без них. При этом прочность при изгибе с добавкой Мобет-2 увеличивается на 18-29 %, с добавкой С-3 – на 13 %, а с добавками Sika 20HE и Sika 5Neu – на 4-25 % и 6-27 % соответственно.

Прочность при сжатии раствора с добавкой Мобет-2 увеличивается на 46-68 %, с добавкой С-3 – на 30 %, а с добавками Sika 20HE и Sika 5Neu – на 33-60 % и 35-63 % соответственно.

Наилучшие показатели как по водоредуцирующему эффекту, так и по повышению прочности раствора нормального твердения достигаются при содержании добавки Мобет-2 в количестве 1.2 % от массы цемента.

Влияние добавок Мобет-2, С-3, Sika 20HE и Sika 5Neu на физико-механические свойства тяжелого бетона нормального твердения в возрасте 1, 3, 7 и 28 суток приведено в табл. 3. Для эксперимента определен тяжелый бетон, применяемый для изготовления железобетонных свай С100.30-6 по ГОСТ 19804-91 [6].

Добавки вводили в бетонную смесь равной подвижности (класса П2) по ГОСТ 7473-94 [7] с расходом цемента М400 ПЦД20 Вольского завода – 450 кг/м³.

Содержание добавок в бетонных смесях постоянной подвижности (8-9см) составило: «Мобет-2» – 1.2 %, С-3 – 0.8 %, Sika 20HE и Sika 5Neu – 1 % от массы цемента в пересчете на сухое вещество.

Водоцементное отношение состава без добавки составило 0.46, с добавкой Мобет-2 – 0.33, с добавкой С-3 – 0.39, а с добавками Sika 20HE и Sika 5Neu – 0.34.

В качестве крупного заполнителя использован щебень из гравия Камского месторождения фракции 5-20 мм.

В качестве мелкого заполнителя и использован обогащенный песок Камского месторождения с модулем крупности $M_{кр}=2.7$.

В лабораторных условиях на данных материалах изготовлены контрольные образцы – кубы с размерами 10x10x10 см. Для испытания принят производственный состав бетонной смеси с осадкой конуса 8-9 см ($\Pi=450$ кг/м³, $\Pi=595$ кг/м³, $\Pi=1140$ кг/м³). Вода добавлялась в бетонную смесь до достижения равной подвижности.



Таблица 3

№ П	Содержание добавок, %				Ср. плотность бет. смеси, кг/м ³	Результаты испытания образцов бетона в возрасте, сут							
	Мобет-2	С-3	Sika 20HE	Sika 5Neu		1		3		7		28	
						Прочность при сжатии, МПа	Отн. прочность от R ₂₈ , %	Прочность при сжатии, МПа	Отн. прочность от R ₂₈ , %	Прочность при сжатии, МПа	Отн. прочность от R ₂₈ , %	Прочность при сжатии, МПа	Отн. прочность от R ₂₈ , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	-	-	-	-	2370	<u>7.52*</u> 100 %	20	<u>18.05*</u> 100 %	49	<u>29.38*</u> 100 %	80	<u>36.8*</u> 100 %	
2	1.2	-	-	-	2475	<u>12.41</u> 165 %	22.6	<u>28.16</u> 156 %	51	<u>44.36</u> 151 %	81	<u>54.8</u> 149 %	
3	-	0.8	-	-	2460	<u>9.78</u> 130 %	21	<u>23.15</u> 128 %	50	<u>37.4</u> 127 %	80.6	<u>46.4</u> 126 %	
4	-	-	1	-	2475	<u>10.9</u> 145 %	21.7	<u>25.7</u> 142 %	51	<u>41.1</u> 140 %	82	<u>50.2</u> 136 %	
5	-	-	-	1	2475	<u>11.1</u> 148 %	21.8	<u>26.0</u> 144 %	51	<u>41.7</u> 142 %	82	<u>50.9</u> 138 %	

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

Результаты испытаний, приведенные в табл. 3, позволяют сделать следующие выводы:

1. Все изучаемые добавки повышают прочность бетона во все сроки твердения. Однако наибольший прирост прочности в первые трое суток обеспечивается при введении добавки Мобет-2 (на 56 %). В указанные сроки при введении добавки С-3 прочность бетона повышается на 28 %, а с добавками Sika 20HE и Sika 5Neu – на 42 % и 44 % соответственно.

2. 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 добавки Мобет-2 в количестве 1.2 % от массы цемента (на 49 %). При введении добавки С-3 прочность повышается на 26 %, а с добавками Sika 20HE и Sika 5Neu – на 36 % и 38 % соответственно.

Литература

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 24211-91 (2003). Добавки для бетонов. Общие технические требования.
4. ГОСТ 310.3-76 (2003). Цементы. Методы определения нормальной плотности и сроков схватывания и равномерности изменения объема.
5. ГОСТ 310.4-81 (2003). Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии.
6. ГОСТ 19804-91 (2003). Сваи железобетонные. Технические условия.
7. ГОСТ 7473-94. Смеси бетонные. Технические условия.