

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

А. В. САТАЛКИН и М. В. КУБЛАНОВА

**ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ
НА ЦЕМЕНТЫ РАЗНОГО МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА**

(Представлено академиком П. А. Ребиндером 3 II 1951)

Нами ранее было рассмотрено влияние добавок поверхностно-активных веществ на свойства цементного раствора и бетона, а также подчеркнута различие их природы, несмотря на то, что некоторые из добавок оказывают в некоторой степени одинаковое влияние на свойства раствора и бетона (1). В основе влияния добавок лежат адсорбционные явления на границах раздела фаз в цементном тесте, растворе и бетоне, изменяющие условия физико-химического взаимодействия цемента с водой. Все наши работы и теоретические представления основываются на исследованиях в области физико-химии поверхностных явлений, проведенных П. А. Ребиндером и его сотрудниками (2, 3, 8).

Различие влияния поверхностно-активных добавок на свойства раствора, изготовленного на цементах разного минералогического состава, впервые было рассмотрено С. В. Шестоперовым (4) и отмечалось также и другими авторами (5). На рис. 1 представлены данные о различии пластифицирующего эффекта при добавке сульфитного щелока по результатам наших опытов 1947 г. с цементными растворами, затворенными на цементах разного минералогического состава.

Для выяснения явления концентрации добавки проводились опыты с изменением количества сульфитного щелока в пределах от 0,05 до 1% от веса цемента

Пластифицирующее действие добавки сульфитного щелока в наших опытах оценивалось увеличением глубины погружения конуса в цементный раствор состава 1 : 3 по весу при В : Ц = 0,5.

В табл. 1 приведена характеристика цементов, использованных в наших опытах.

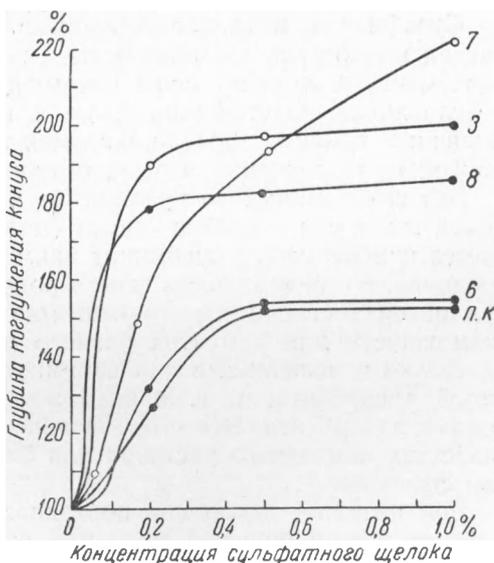


Рис. 1. Пластификация цементного раствора при добавке сульфитного щелока. 7, 8, 3, 6 и ПК — марки цементов разного минералогического состава (см. табл. 1)

№№ цементов	Минералогический состав цементов в %				Норм. густота теста в %	Предел прочности раствора 1 : 3 в кг/см ²	
	C ₂ S	C ₃ S	C ₃ A	C ₄ AF		сжатие	растяжение
8	75	0	3	18	22,75	506	20,5
7	46	26	14	10	24,25	568	31,3
3	41	33	6	16	23,25	509	29,9
6	16	60	8	12	22,75	344	23,8

Как видно из рис. 1, сульфитный щелок оказывает наименьшее пластифицирующее действие на белитовый цемент, а также на смешанный (песчаный) портланд-цемент ПК. Наиболее характерные результаты показал алюминатный цемент № 7. Разжижение раствора на этом цементе возрастает непрерывно с увеличением добавки сульфитного щелока.

Такое различие пластифицирования цементных растворов при добавке сульфитного щелока связывается С. В. Шестоперовым и нами с различием пептизирующего действия этой добавки на цементы разного минералогического состава. Наиболее пептизируются флоккулы алюмината и алита и почти не пептизируются флоккулы белита.

Сульфитный щелок, адсорбируясь на границах раздела цементных частиц или отдельных минералов с водой и воздухом, улучшает их смачиваемость и снижает силы взаимного притяжения между частицами, обуславливая пластифицирующее и пептизирующее действие добавки. Очевидно, влияние добавки скажется тем более сильно, чем меньше силы взаимного притяжения частиц, обусловленные их природой и строением.

Эти силы взаимного притяжения частиц косвенно выражаются в различии твердости вещества частиц (минералов). Как известно, белит отличается наибольшей, а алюминат наименьшей твердостью. Поэтому можно предполагать возможность своего рода «избирательной» адсорбции молекул поверхностно-активного вещества на частицах цемента. Однако эта возможность для цементов разного минералогического состава связана не только с величинами сил взаимного притяжения частиц, но и с природой адсорбента, т. е. с возможностью химической связи добавки с ионами адсорбента. Эта сторона явления особенно проявляется на таких свойствах цементного раствора или бетона, как прочность и деформативная способность.

Чем активнее адсорбция поверхностно-активной добавки на частицах цемента, тем в большей мере это скажется на торможении процессов схватывания и твердения в первые сроки и на нарастании прочности в

Таблица 2

Предел прочности на изгиб в кг/см² цементного раствора 1:3

№№ цементов	В возрасте 7 дней			В возрасте 21 дня			Примечание
	без до- бавки R	с 0,05% сульфит. щелока R _g	$\frac{R_g - R}{R}$ %	без до- бавки R	с 0,05% сульфит. щелока R _g	$\frac{R_g - R}{R}$ %	
7	35	27	-22,9	45	44	-2,2	+ увеличение
3	29	27	-6,8	35	41	+17,1	
6	23	23	0	29	30	+3,4	- снижение проч- ности раствора с добавкой

более поздние сроки вследствие измельчения структуры цементного камня (1, 2, 6) при общей повышенной поверхности цементных частиц за счет пептизации их скоплений при приготовлении цементного раствора с добавкой.

Некоторые данные из наших опытов 1947 г., приведенные в табл. 2 вполне подтверждают эти положения и соответствуют данным по пластифицированию растворов (см. рис. 1).

Таблица 3

№№ цементов	Наименование и количество добавки от веса цемента	Предел прочности раств. 1:3 на растяж. кг/см ² R	Уд. предельная растяжимость $\epsilon_0 = \epsilon_n/R$		Модуль деформации E при напряжении $\sigma = 0,5 R$	
			абс.	%	кг/см ²	%
8	Без добавок	11	13 · 10 ⁻⁶	100	63800	100
	0,1% сульфитн. шелока . . .	10	18	138	50000	73
	до 0,01% абиегата натрия . .	9	26	200	34600	50
7	Без добавок	10	15	100	62500	100
	0,01% абиегата натрия . . .	9,4	25	167	39200	62,5
3	Без добавок	10	17	100	71400	100
	0,01% абиегата натрия . . .	9	22	129	45000	63
6	Без добавок	8	17	100	50000	100
	0,1% сульф. шелока	8,3	15	88	58700	117
	0,01% абиегата натрия . . .	7,7	19	111	47500	95

Нами было показано, что поверхностно-активные вещества повышают деформации бетона и раствора под действием внешней нагрузки и снижают модули деформаций. Однако эти изменения различны для цементов разного минералогического состава, как это ясно видно из данных наших опытов для возраста 28 дней (см. табл. 3 и рис. 2 и 3).

Как видно из рис. 2, под влиянием поверхностно-активных веществ в значительной степени возрастает предельная растяжимость раствора (ϵ_n) на алитовых цементах, а на белитовых не возрастает или даже несколько снижается.

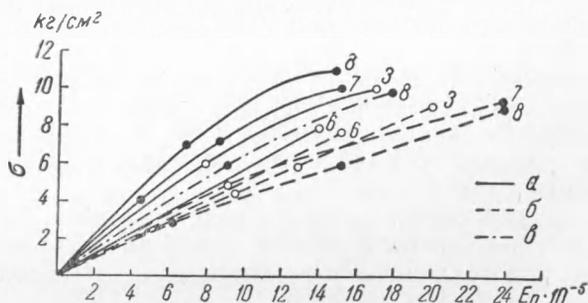


Рис. 2. Деформации раствора при растяжении в возрасте 28 дней. а — раствор без добавок, б — раствор с добавкой 0,01% абиегата натрия, в — раствор с добавкой 0,1% сульфитного шелока. 7, 3, 8, 6, — номера цементов

Особенно сильно возрастает в присутствии добавок предельная растяжимость алюминатного цемента (№ 7), который без добавок показывает пониженную деформативную способность, что отмечалось нами ранее (7).

Отмеченное обстоятельство выявляется рельефно и при сравнении удельной растяжимости ϵ_0 при пределе прочности (R) или при напряжении $\sigma = 0,5 R$, т. е. если исключить численное различие предела прочности раствора на цементах разного минералогического состава. Удельная предельная растяжимость $\epsilon_0 = \epsilon_n/R$ под влиянием добавок возрастает в 1,4—2,0 раза для алитовых и алюминатного цементов и почти не возрастает или даже снижается для белитового цемента. Модуль деформации раствора на белитовом цементе почти не изменяется

под влиянием добавок сульфитного щелока и абиегата натрия, тогда как для раствора на алитовых цементах он снижается на 27—50%.

В дополнение к данным табл. 3 и рис. 3 можно указать, что наши опыты показывают возрастание растяжимости с возрастом раствора наряду с ростом прочности.

Возрастание деформаций под влиянием добавок поверхностно-активных веществ, как нами было показано, объясняется увеличением суммарных поверхностей скольжения в кристаллических составляющих цементного камня, вызванным измельчением структурных элементов камня благодаря добавкам, а также облегчением раскрытия микрощелей по П. А. Ребиндеру⁽⁸⁾. Обе эти причины в большей мере проявляются при наличии относительно большего содержания кристаллических продуктов гидратации цемента и в случае более активной адсорбции

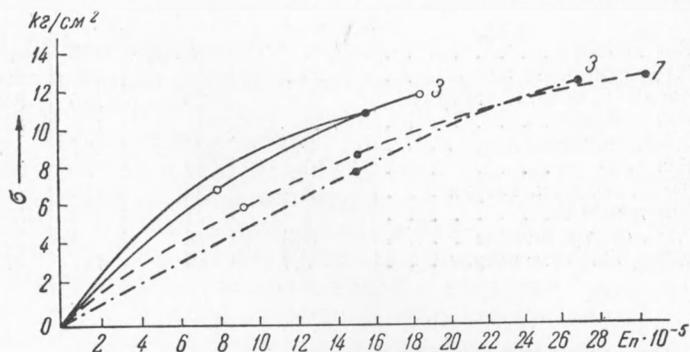


Рис. 3. Деформации раствора при растяжении в возрасте 150 дней. *а* — раствор без добавок, *б* — раствор с добавкой 0,01% абиегата натрия, *в* — раствор с добавкой 0,1% сульфитного щелока. 7, 3 — номера цементов

поверхностно-активных веществ на частицах цемента. Кроме этих причин, имеют значение продукты реакции добавок с цементом, а также пузырьки воздуха. Поэтому абиегат натрия в несколько большей степени, чем сульфитный щелок, повышает деформативную способность цементного раствора.

Таким образом, можно констатировать, что наиболее активное влияние поверхностно-активные вещества оказывают на алитовые и особенно высокоалюминатные цементы и относительно мало изменяют свойства белитовых цементов.

Пониженная деформативная способность алюминатных цементов по сравнению с белитовыми и алюмоферритными цементами резко повышается в присутствии добавок поверхностно-активных веществ. Они как бы исправляют этот своеобразный недостаток высокоалюминатных цементов.

Поступило
4 XI 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. В. Саталкин и М. В. Кубланова, ДАН, 72, № 3 (1950). ² П. А. Ребиндер при участии Н. Н. Петровой, А. М. Смирновой и Б. Н. Положинцевой, Изв. АН СССР, ОТН, 4, 593 (1937). ³ П. А. Ребиндер, Бюлл. строит. техники, № 17—18, 10 (1946). ⁴ С. В. Шестоперов, Т. Ю. Любимова и Ф. М. Иванов, ДАН, 70, № 6 (1950). ⁵ Ю. М. Бутт и Т. М. Беркович, ДАН, 66, № 3 (1949). ⁶ В. В. Стольников, ДАН, 71, № 2 (1950). ⁷ А. В. Саталкин, Цемент, № 1 (1950); Тр. IV Всесоюз. конфер. по бетонным и железобетонным конструкциям, 3 (1949). ⁸ П. А. Ребиндер, Общее собрание АН СССР 1—4 июля 1946 г., 1947; Юбил. сборник АН СССР, 1, 1947.