

# ДЕФОРМАЦИИ ВЫСОКОПРОЧНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО ГИПСОВОГО ВЯЖУЩЕГО ПРИ ТВЕРДЕНИИ

*Д.Г. Сагдатуллин, Н.Н. Морозова, В.Г. Козин, О.М. Ильичева*

## DEFORMATIONS OF HIGH-STRENGTH COMPOSITION OF GYPSEOUS BINDING DURING MATURING

*D.G. Sagdatullin, N.N. Morozova, V.G. Khozin, O.M. Ilichyova*

Исследована кинетика собственных деформаций высокопрочного композиционного гипсового вяжущего в различных условиях твердения в зависимости от вида применяемой активной минеральной добавки (АМД).

*Ключевые слова:* высокопрочное композиционное гипсовое вяжущее, собственные деформации.

Kinetics of the proper deformations of the high-strength compositional gypseous binding in different maturing conditions depending on the type of the active mineral admixture (AMA) used was analyzed.

*Keywords:* high-strength compositional gypseous binding, proper deformations.

При твердении гипсоцементных композиций обязательно образуется трехсульфатная форма гидросульфатоалюмината кальция (эттрингит), которая приводит к расширению твердеющего вяжущего и, при достижении определенной величины может привести к его растрескиванию или даже разрушению. Поэтому для этих вяжущих весьма важно определить величину деформаций при твердении в разных условиях и сроки их стабилизации [1].

Ранее [2] нами было разработано высокопрочное композиционное гипсовое вяжущее (КГВ) с прочностью на сжатие 50-70 МПа. В данном исследовании представлена кинетика его линейных деформаций при твердении образцов в разных условиях: воздушно-сухих ( $\phi = 60-65\%$  и  $t = 25-27\text{ }^\circ\text{C}$ ), над водой ( $\phi = 95-98\%$  и  $t = 25-21\text{ }^\circ\text{C}$ ) и в воде ( $t = 25-27\text{ }^\circ\text{C}$ ). Измерения проводили на образцах размером 2x2x25 см, изготовленных из теста с распылом 180-220 мм по Суттарду. После набора распалубочной прочности на торцы образцов при-

клеивали эпоксидным клеем стальные шарики-реперы и помещали в камеру нормального хранения на 24 часа. И только затем начинали отсчет деформаций по индикатору часового типа ИЧ-10, с точностью 0,01 мм. Составы и физико-механические свойства КГВ представлены в табл. 1. Основными компонентами КГВ явились: гипс строительный (Г-6), цемент ПЦ500Д0 (ОАО «Вольскцемент») и АМД: микрокремнезем МК-85 (МК); термически активированная цеолитсодержащая порода (ЦСП-Т), порошок «Биокремнезем» (БК) и алюминатный шлак-отход гальванического производства (ГШ). Содержание гипса варьировалось в интервале 50-62 % от общей массы вяжущего, количество цемента и АМД рассчитывали из условия пуццолановой активности последней [3]. Водоредуцирующая добавка состояла из ЛСТ и Mellflux 265IF, количество которой принято по наибольшему водоредуцирующему эффекту [4]. Результаты в виде кинетических кривых исследований представлены на рис. 1-4.

Таблица 1

Основные свойства составов КГВ

Номер состава	Количество АМД, %				АМД/Ц	В/Т	Предел прочности на сжатие при твердении в воде, МПа через сут				Коэффициент размягчения
	МК	БК	ЦСП-Т	ГШ			7*	28	90	180	
1	–	–	6	3	0,22	0,23	55,7	61,6	69,8	64,1	0,89
2	–	–	11	–	0,32	0,24	51,6	48,7	59,1	60,3	0,86
3	–	–	13	–	0,52	0,25	45,4	47,5	52,0	54,6	0,78
4	–	–	20	–	0,80	0,29	42,5	42,0	47,6	51,6	0,75
5	11	–	–	–	0,32	0,22	54,8	65,3	67,2	68,5	0,94
6	–	11	–	–	0,32	0,24	46,9	57,3	60,2	63,7	0,90

\* При твердении над водой и высушенные до постоянной массы

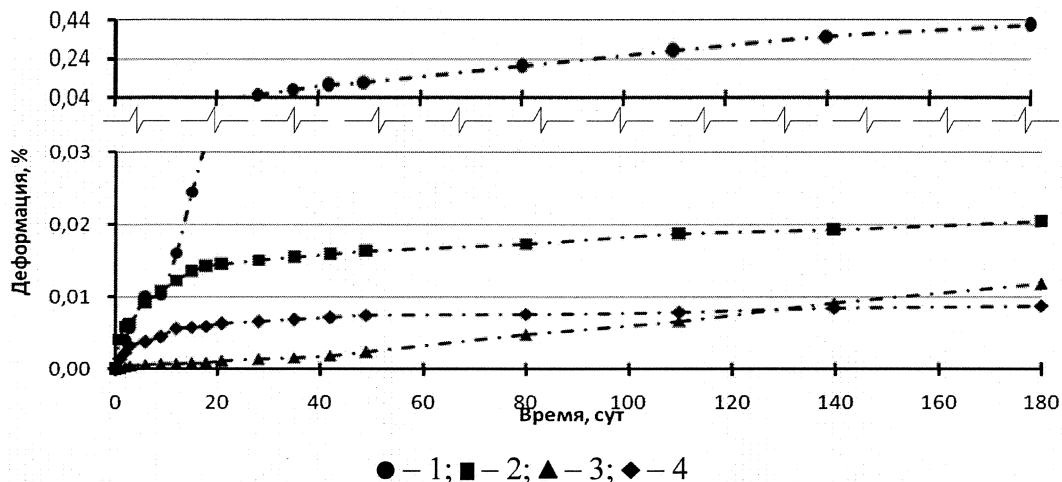


Рис. 1. Влияние количества ЦСП-Т на кинетику изменения собственных деформаций расширения КГ-камня при твердении над водой

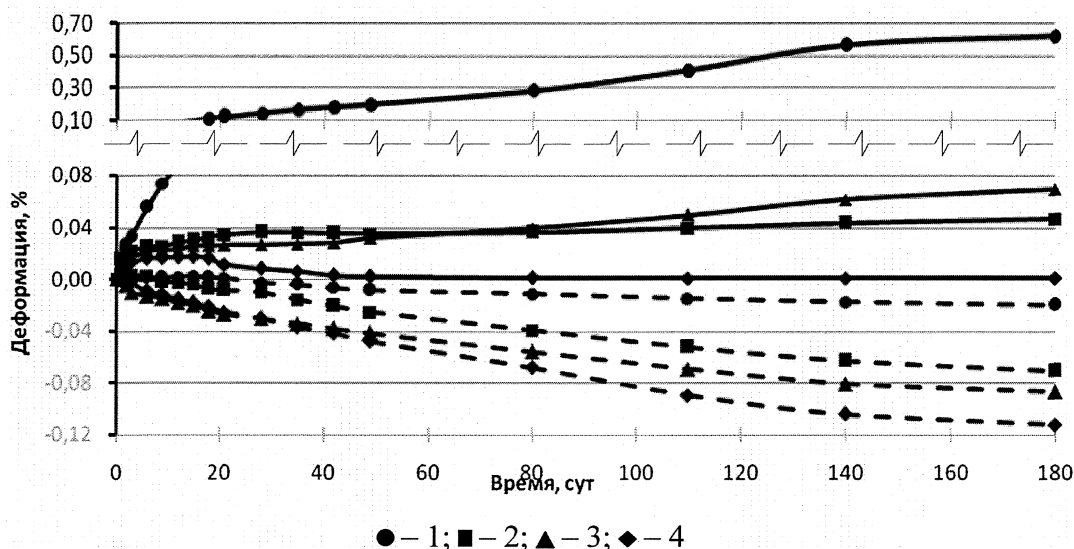


Рис. 2. Влияние количества ЦСП-Т на кинетику изменения собственных деформаций КГ-камня при твердении: в воздушно-сухих условиях (штриховая линия) и в воде (сплошная линия)

Анализ кривых рис. 1 и рис. 2 показывает, что собственные деформации композиционного гипсового камня (КГ-камня) зависят от количества ЦСП-Т и чем ее больше, тем меньше собственные деформации. При этом предел прочности и коэффициент размягчения также снижается (см. табл. 1). Добавка ГШ к ЦСП-Т приводит как к большим деформациям расширения КГ-камня, так и к росту прочности и коэффициент размягчения. Состав с низким АМД/Ц (кривая 1) наиболее подвержен процессу сульфатоалюминатного разрушения. Наличие этtringита и увеличение его содержания на 90 суток твердения в составе 1 подтверждается результатами рентгенофазового анализа (РФА\*\*) (табл. 2). В составах 2 и 3 фаза этtringита обнаруживается, но содержание не увеличивается с течением времени, что согласуется с данными рис. 1 и 2. Дальнейшее увеличение ЦСП-Т (состав 4) приводит к исчезновению этtringита на 90 суток

твердения, а также к уменьшению деформаций расширения и усадки (кривые 4).

Как видно из рис. 3 и 4, использование МК в качестве АМД приводит к усадке образцов, тогда как ЦСП-Т и БК - к расширению. Подобный характер кривых деформаций наблюдается при твердении КПЗ в воде и над водой. И только в воздушно-сухих условиях все составы КГ-камня имеют усадку, которая через 180 суток достигает: с МК на 0,09 %, с БК - 0,08 % и с ЦСП-Т - 0,07 %.

Таким образом, наиболее «жесткими» условиями твердения для ГКВ являются водные, а наименее - воздушно-сухие. Эффективной АМД, с позиции стойкости КГ-камня к процессу сульфатоалюминатного разрушения по данным РФА и собственных деформаций являются МК и ЦСП-Т. Полученные составы высокопрочного КГВ обладают низким линейным расширением (не более 0,08 %), малой усадкой (не более 0,12 %).

Кинетика изменения фазового состава

Номер состава	АМД/Ц	Фазовый состав КГ-камня при твердении над водой, через	
		28 суток	90 суток
1	0,22	Гипс, этtringит, кварц, портландит, майенит, бассанит	Изменения только у этtringита, интенсивность пика ( $d=9,73; 5,61 \text{ \AA}$ ) увеличилась
2	0,32	Гипс, этtringит, кварц, бассанит, майенит	Без изменений
3	0,52	Гипс, этtringит, кварц, бассанит	Без изменений
4	0,8	Гипс, кальцит, ангидрит, следы бассанита, этtringита и кварца	Следы этtringита не обнаруживаются, остальное без изменений

\*\* Рентгенографический анализ проводили порошковым методом на дифрактометре D8 ADVANCE (фирма Bruker) с использованием монохроматизированного  $\text{CuK}\alpha$ -излучения

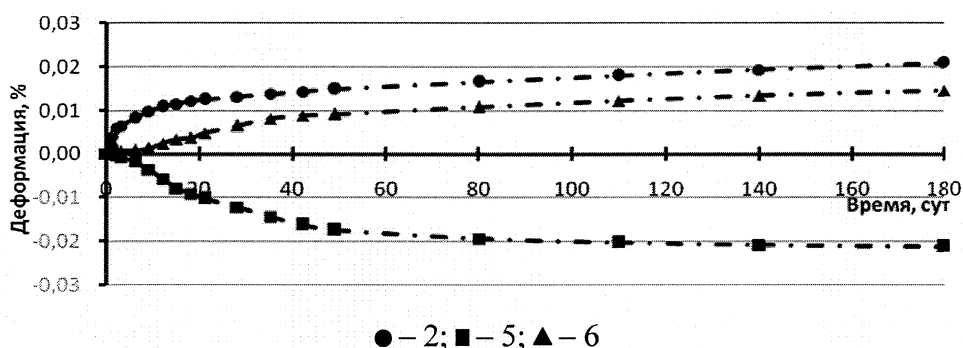


Рис. 3. Влияние вида АМД на кинетику изменения собственных деформаций КГ-камня при твердении над водой

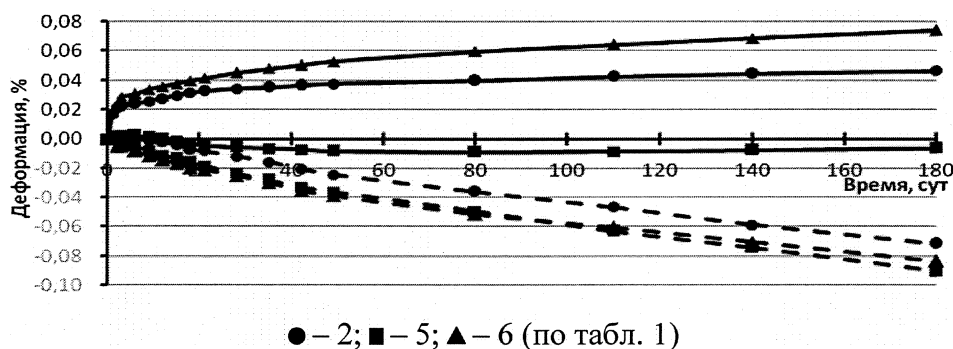


Рис. 4. Влияние вида АМД на кинетику изменения собственных деформаций КГ-камня при твердении: в воздушно-сухих условиях (штриховая линия) и в воде (сплошная линия)

### Литература

1. Волженский, А.В. Деформации цементных и гипсоцементнопуццолановых растворов в различных условиях твердения / А.В. Волженский, А.В. Ферронская // Бетон и железобетон. - 1961. - № 12. - С. 549-553.

2. Высокопрочное гипсоцементноцеолитовое вяжущее / Д.Г. Сагдатуллин, В.Г. Хозин, Н.Н. Морозова, В.В. Власов // Строительные материалы. - 2010. - М2. - С. 53-55.

3. Сагдатуллин, Д.Г. Роль активных минераль-

ных добавок в формировании свойств гипсоцементно-пуццолановых вяжущих / Д.Г. Сагдатуллин, В.Г. Хозин, Н.Н. Морозова // Тезисы докладов республиканской научной конференции. - Казань: КГАСУ, 2009. - С. 130.

4. Сагдатуллин, Д.Г. Реологические характеристики водных суспензий композиционного гипсового вяжущего и его компонентов / Д.Г. Сагдатуллин, Н.Н. Морозова, В.Г. Хозин // Известия КазГАСУ. - 2009. - № 2(12). - С. 263-268.

Поступила в редакцию 1 марта 2010 г.