УДК 691.328

Д.Г. Сагдатуллин – аспирант
Тел.: 89196366269, e-mail: dinar-207@mail.ru
Н.Н. Морозова – кандидат технических наук, доцент
В.Г. Хозин – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии строительных материалов, изделий и конструкций
Казанский государственный архитектурно-строительный университет (КазГАСУ)

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОДНЫХ СУСПЕНЗИЙ КОМПОЗИЦИОННОГО ГИПСОВОГО ВЯЖУЩЕГО И ЕГО КОМПОНЕНТОВ

АННОТАЦИЯ

В статье показаны водоредуцирующие активности гипер-, супер-и пластификаторов в водноминеральных суспензиях композиционного гипсового вяжущего (КГВ) и его компонентов. Установлено положительное влияние термоактивации цеолитсодержащей породы на реологические характеристики ее водной суспензии и прочностные свойства КГВ. Показана концентрационно-водоредуцирующая чувствительность к гипер-супер-и пластификаторам кремнеземсодержащих и алюмосиликатных систем. Подобрано оптимальное содержание химической добавки для получения высокоподвижного (расплыв по Суттарду более 165 мм) и высокопрочного КГВ (прочность на сжатие до 50 МПа).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: композиционное гипсовое вяжущее, химические добавки, реологические характеристики.

D.G. Sagdatullin – post-graduate student
Tel.: 89196366269, e-mail: dinar-207@mail.ru
N.N. Morozova – candidate of technical sciences, associate professor
V.G. Khozin – doctor of technical sciences, professor, head of Technologies of the Building Materials, Product and Designs department
Kazan State University of Architecture and Engineering (KSUAE)

A RESEARCH OF RHEOLOGICAL BEHAVIOR OF COMPOSITE GYPSOUS BINDING AGENT AND IT'S COMPONENTS

ABSTRACT

The article shows water-reducing activity of hyper-, super-and plasticizers in hydro-mineral dispersion of composite gypsous binding agent (CGBA) and it's components. The posi-tive influence of thermo-activation of celitcontaining rock on it's rheological behavior and stenght properties of CGBA was specified. Concentration water-reducing sensitiveness to hyper-, super-and plastisizers of silicon-containing and aluminosilicate systems was shown. The optimal content of chemical modifying agent for getting highly mobile (melting by Suttard is more than 165 mm) and high-strength CGBA (strength for compressin is up to 50 MPa) was selected.

KEYWORDS: composite gypsous binding agent, chemical modifying, rheological behavior.

Композиционное гипсовое вяжущее (КГВ) – многокомпонентная сухая смесь строительного гипса и цемента с активными минеральными и химическими добавками, высокие технологические и эксплуатационно-технические характеристики которого определяются не только оптимальным соотношением компонентов, но и видом функциональных модификаторов и необходимой подготовкой всех компонентов [1, 2, 3].

Для получения высокопрочного КГВ решалась задача немеханического дезагрегирования минеральных частиц и установления предельно-концентрированных литьевых дисперсных систем с высокой концентрацией твердой фазы.

Основными компонентами КГВ явились: гипс строительный марки Г-6 Аракчинского гипсового завода РТ; портландцемент марки ПЦ500Д0 производства ОАО «Вольскцемент» и функционально значимые активные минеральные добавки, роль которых состоит в обеспечении долговечности композиционно-гипсового камня. В качестве активных минеральных добавок (АМД) в рассматриваемой работе использованы порошки следующих групп:

Таблица 1

Водоредуцирующая активность химических модификаторов в различных минерально-водных системах

№ пп	Наименование порошка	Наименование пластифи-катора	В/Т	Водоредуцирующий индекс [4], ($В_д$)	Δ $В_д$, %	Плотность суспензии, кг/м^3
1.	Микрокремнезем (МК)	-	1,60	-	-	1218
2.		*С-3*	*0,73*	*2,18*	*54,2*	*1374*
3.		Melflux2651F	2,07	0,77	-29,2	1190
4.	Биокремнезем (БК)	-	1,03	-	-	1335
5.		*С-3*	*0,86*	*1,21*	*17,1*	*1327*
6.		Melflux2651F	1,11	0,93	-6,7	1317
7.		*ЛСТ*	*0,76*	*1,36*	*26,4*	*1375*
8.		ПБ-2000	0,78	1,33	24,8	762
9.	Цеолитсодержащая порода (ЦСП)	-	*1,33*	-	-	*1334*
10.		*С-3*	*1,40*	*0,95*	*-5,0*	*1325*
11.		Melflux2651F	1,53	0,87	-15,0	1304
12.		*ЛСТ*	*1,23*	*1,08*	*7,5*	*1358*
13.		ПБ-2000	0,90	1,48	32,5	1112
14.	Термоактивированная цеолитсодержащая порода	-	*0,93*	-	-	*1449*
15.		*ЛСТ*	*0,77*	*1,22*	*17,8*	*1432*
16.		ПБ-2000	0,76	1,23	18,5	1090
17.	Гальваношлам (ГШО-1)	-	*1,23*	-	-	*1347*
18.		*С-3*	*1,23*	*1,00*	*0*	*1347*
19.		Melflux2651F	1,24	0,99	-0,8	1340
20.	Гальваношлам (ГШО-2)	-	*1,23*	-	-	*1315*
21.		*С-3*	*1,23*	*1,00*	*0*	*1315*
22.		Melflux2651F	1,10	1,12	10,8	1393
23.	Карбонатная порода (КП)	*0,51*	-	-	-	*1666*
24.		*С-3*	*0,45*	*1,13*	*11,7*	*1728*
25.		Melflux2651F	0,46	1,11	10,2	1712
26.	Золошлам гидроудаления (ЗШО)	-	*0,37*	-	-	*1780*
27.		*С-3*	*0,29*	*1,30*	*23,2*	*1821*
28.		Melflux2651F	0,25	1,52	34,1	1913
29.	Портландцемент (ПЦ)	-	*0,38*	-	-	*1959*
30.		*С-3*	*0,28*	*1,37*	*26,9*	*2065*
31.		Melflux2651F	0,14	2,8	64,2	2329
32.	Гипсовое вяжущее (Г)	-	*0,57*	-	-	*1637*
33.		*С-3*	*0,33*	*1,15*	*40,9*	*1661*
34.		Melflux2651F	0,33	1,69	40,9	1869
35.	Известь гашеная (И)	-	*0,48*	-	-	1329
36.		*С-3*	*0,35*	*1,31*	*23,6*	1381
37.		Melflux2651F	0,20	2,38	57,9	1438

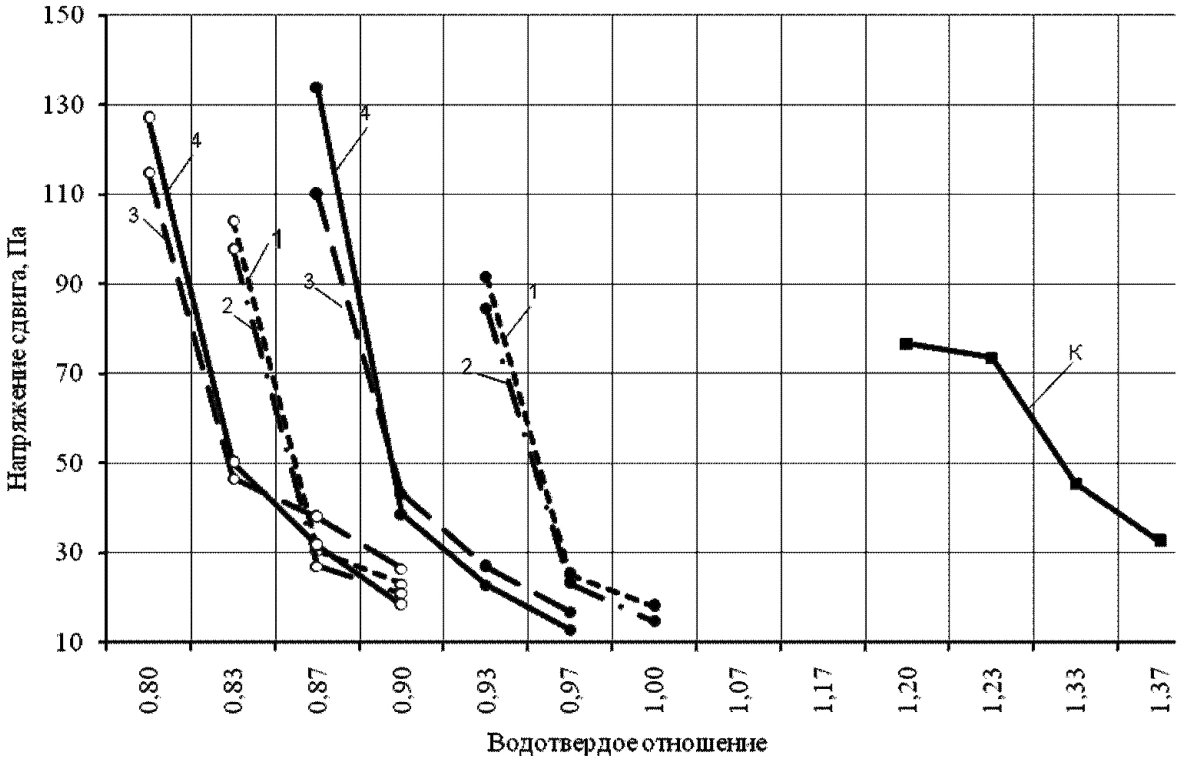

Рис. 1. Зависимость напряжения сдвига от В/Т отношения модифицированной водной суспензии ЦСП с добавкой ПБ-2000, где количество добавки: 1 – 0,15 %; 2 – 0,5 %; 3 – 1 %; 4 – 3 %.
Способ введения добавки: ● – традиционный; **0** – предадсорбционный; “К” – контрольный

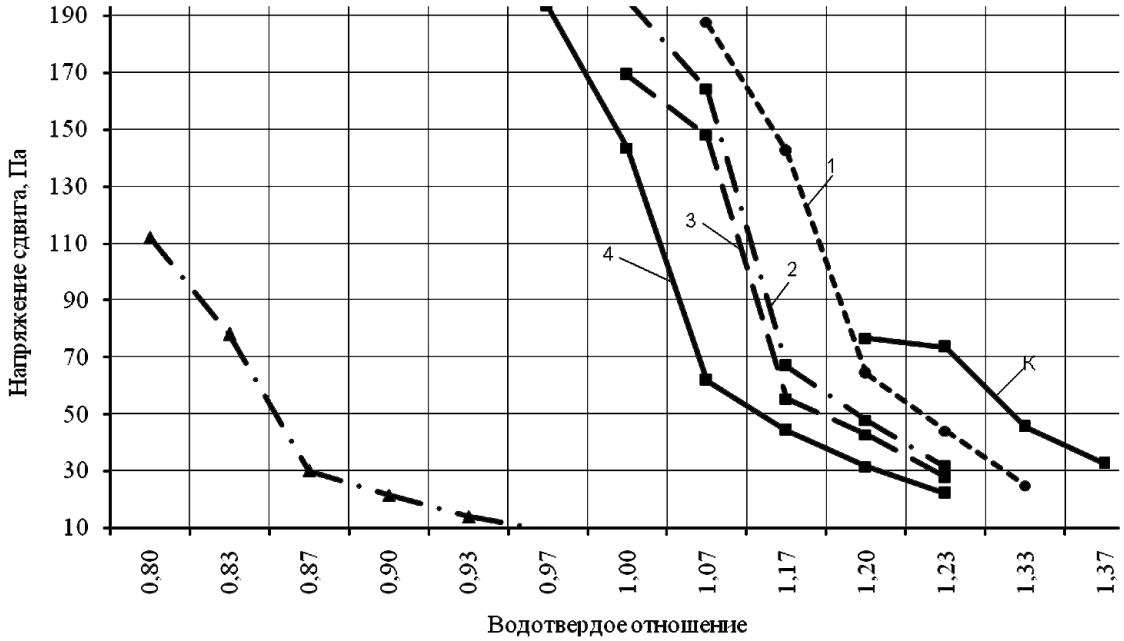

Рис. 2. Зависимость напряжения сдвига от В/Т отношения модифицированной водной суспензии ЦСП с добавкой ЛСТ 1 – 0,15 %; 2 – 0,5 %; 3 – 1 %; 4 – 3 %.
● – традиционный; р – традиционный способ введения ПБ-2000 (0,5 %) с пеногасителем (6 %) и без ЛСТ;
“К” – контрольный

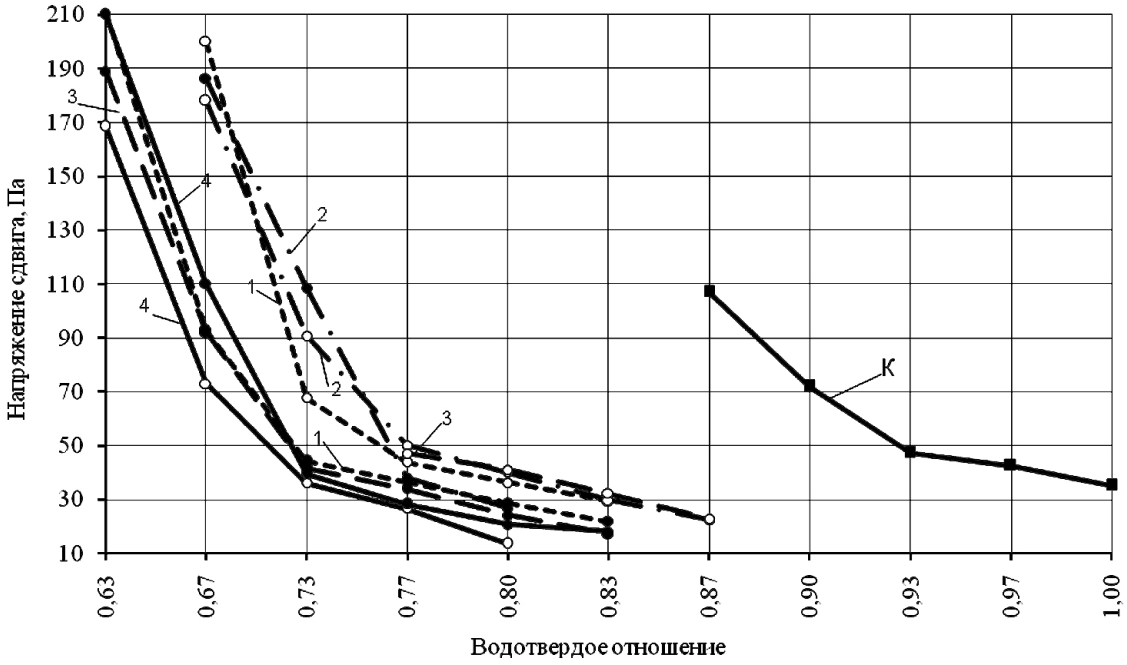

Рис. 3. Зависимость напряжения сдвига от В/Т отношения модифицированной водной суспензии термоактивированной ЦСП с добавкой ПБ-2000
1 – 0,15 %; 2 – 0,5 %; 3 – 1 %; 4 – 3 %.
● – традиционный; **0** – предадсорбционный; “К” – контрольный

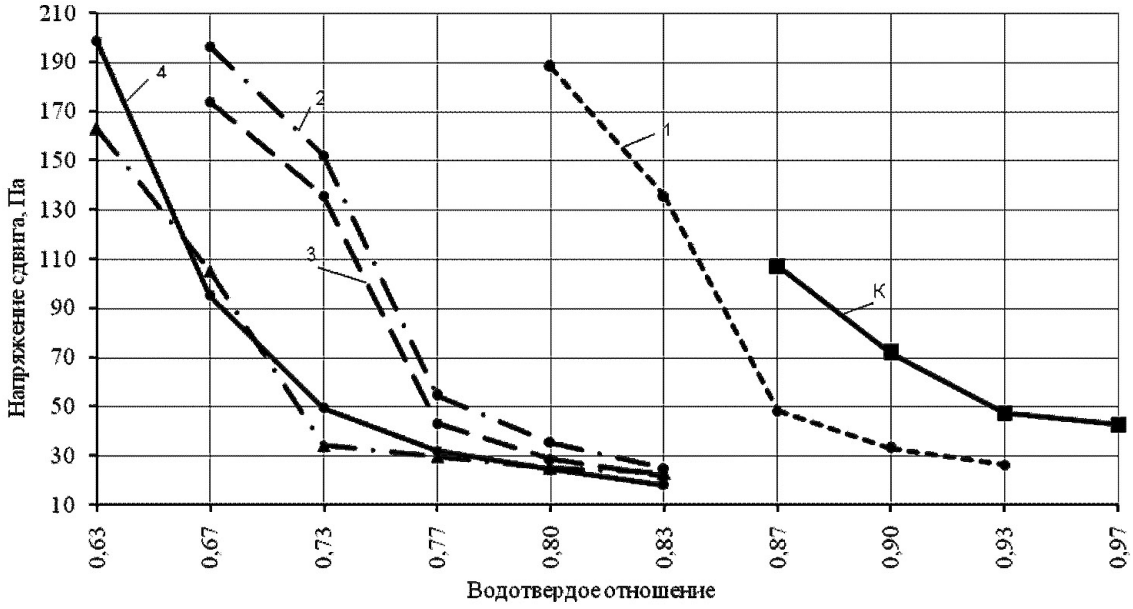

Рис. 4. Зависимость напряжения сдвига от В/Т отношения модифицированной водной суспензии термоактивированной ЦСП с ЛСТ
1 – 0,15 %; 2 – 0,5 %; 3 – 1 %; 4 – 3 %.
● – традиционный; р – традиционный способ введения ПБ-2000 (0,5 %) с пеногасителем (6 %) и без ЛСТ;
“К” – контрольный

– кремнеземсодержащие: «Биокремнезем» (БК) Ульяновского диатомитового комбината, микрокремнезем марки МК-85 (МК) Липецкого металлургического комбината, золошлам гидроудаления (ЗШО) от сжигания угля Казанской ТЭЦ-2;

– алюмонатриевые – отходы гальванических производств г. Казани (ГШО-1) и г. Наб. Челнов (ГШО-2);

– алюмосиликатные – цеолитсодержащая порода (ЦСП) Татарско-Шатрашанского месторождении РТ в виде сухого и термоактивированного порошков;

– карбонатсодержащие – отсевы дробления карбонатного щебня (КП) Потанихенского месторождения РТ в виде сухого порошка.

В качестве химических добавок применяли гиперпластификатор Melflux 2651F, суперпластификатор – С-3, дозировка которых составила 0,5 % от массы вяжущего; лигносульфонат технический ЛСТ и синтетический пенообразователь ПБ-2000 с дозировками от 0,15 до 0,5 % от массы порошка.

Результаты реологических исследований минерально-водных компонентов КГВ, которые получены на равноподвижных минерально-водных суспензиях, представлены в табл. 1.

Известная закономерность [5] высокой активности гиперпластификатора Melflux 2651F по сравнению с суперпластификатором С-3 в цементных суспензиях не проявляется в гипсовой суспензии. Как видно из табл. 1, для суспензии гипсового вяжущего значения водоредуцирующего эффекта при использовании Melflux2651F и С3 составляют соответственно 13,2 % и 40,9 %, что в 2 раза меньше по сравнению с цементной суспензией.

Также из приведенной выше таблицы видно, что наибольшее снижение водопотребности модифицированных воднодисперсных систем, оцениваемое по водоредуцирующему эффекту (“Вд) [3], достигается в кремнеземсодержащих АМД при введении суперпластификатора С-3, и этот эффект составляет 54 % для МК, для ЗШО-23,2 % и БК-17,1 %. Модификация кремнеземсодержащих АМД гиперпластификатором резко снижает подвижность водно-минеральных суспензий и повышает В/Т отношение. Аналогично ведет себя Melflux 2651F и в суспензиях из ЦСП и ГШО1. Умеренная пластификация от Melflux 2651F проявляется в карбонатной породе и ГШО2. Водная суспензия из ЦСП слабо пластифицируется добавкой ЛСТ, но сильно – ПБ 2000. Применение ПБ-2000 способствует снижению плотности суспензии на 18...20 % для ЦСП и на 23...25 % для термоактивированной ЦСП [6].

Таким образом, высокая реологическая активность суперпластификатора С-3 в водной суспензий проявляется в МК, а гиперпластификатора Melflux 2651F – в ЗШО. Сложная по вещественному составу ЦСП пластифицируется только пенообразователем или ЛСТ.

Для выявления наилучшего разжижения водной суспензии ЦСП была изменена процедура введения добавок и их дозировка. В качестве модификаторов были выбраны ПБ-2000 и ЛСТ, их дозировки составляли 0,15 %, 0,5 %, 1 % и 3 % от массы сухого вещества. Способы введения добавок: а) традиционный – введение добавки через воду затворения; б) предадсорбционный – водный раствор добавки вводили в порошок, перемешивали и полученную

Таблица 2

Физико-механические свойства КГВ

№ пп	Вид АМД	Вид и количество химической добавки, % от массы вяжущего		В/Т отношение	Расплыв по Суттарду, мм	Прочность на сжатие в возрасте 7 сут. (высушенные до постоянной массы), МПа	Средняя плотно-сть, кг/м^3	Коэффи-циент размяг-чения
		ЛСТ	Melflux 2651F					
1.	ЦСП	-	0,5	0,39	165	25,8	1490	0,63
2.	Термоактивиро-ванная ЦСП	-	0,5	0,29	160	38,7	1850	0,80
3.		0,4	0,5	0,24	250	52,2	1935	0,81
4.	БК	0,4	0,5	0,24	190	46,9	1850	0,89
5.	МК	0,4	0,5	0,24	190	53,6	1900	0,95
6.	МК	0,4	0,5	0,22	190	54,8	1970	0,98

суспензию в последующем сушили для удаления влаги; и в) традиционный, но совместно с пеногасителем. Результаты исследований представлены на рис. 1-4. В качестве контрольного состава использована водно-минеральная суспензия без химических добавок.

Анализ рис.1-4 показывает, что смещение значений равновесного предельного напряжения сдвига, при условии сохранения постоянного расплыва по вискозиметру Суттарда, в исследуемых суспензиях наблюдается в сторону малых значений В/Т отношения и оно тем ближе к нулю, чем больше модификатора (ЛСТ или ПБ-2000), как для обычной ЦСП, так и для термоактивированной ЦСП. В большей степени такое смещение наблюдается в присутствии ПБ-2000, введенного по второму методу. В этом случае В/Т уменьшается с 1,33 до 0,83, т.е. на 37,6 %, тогда как по традиционному способу – только на 32 %. Селективное действие термоактивированной ЦСП в присутствии ПБ-2000 также ведет к уменьшению водотвердого отношения с 0,93 до 0,73 независимо от способа введения добавки. Кривые напряжения сдвига от В/Т отношения для третьего способа совпадают с кривыми для второго способа, что говорит об отсутствии влияния образующейся пены на подвижность водной суспензии ЦСП.

Таким образом, наилучший эффект пластификации водной суспензии ЦСП возможен при предадсорбционном введении химической добавки с дополнительной его термообработкой. Физико-механические свойства полученных КГВ представлены в табл. 2.

Как видно из табл. 2, введение комплексного модификатора усиливает водоредуцирующий эффект и способствует получению высокопрочного КГВ на рядовых гипсовых и цементных вяжущих и увеличению его коэффициента размягчения. Термоактивация ЦСП позволяет снизить В/Т на 26 % и повысить прочность на 50 %.

Литература

1. Волженский А.В., Стамбулко В.И., Ферронская А.В. Гипсоцементно-пуццолановые вяжущие, бетоны и изделия. – М.: Издательство литературы по строительству, 1971. – 318 с.
2. Ферронская А.В. Долговечность конструкций из бетона и железобетона. – М.: Издательство АСВ, 2006. – 360 с.
3. Баженов Ю.М., Демьянова В.С., Калашников В.И. Модифицированные высококачественные бетоны. – М.: Издательство Ассоциации вузов, 2006. – 368 с.
4. Калашников В.И., Коровкин М.О., Кузнецов Ю.С. Методические указания к лабораторным работам по курсу “Вяжущие вещества”. – Пенза, 1995. – 17 с.
5. Калашников В.И. Основы пластифицирования минеральных систем для производства строительных материалов // Автореферат докт. дисс. на соиск. степени д.т.н. – Воронеж, 1996. – 90 с.
6. Сагдатуллин Д.Г., Хозин В.Г., Морозова Н.Н. Влияние полимерных добавок на реологические характеристики минеральных воднодисперсных систем // Материалы научных трудов Третьих Воскресенских чтений «Полимеры в строительстве». – Казань: КГАСУ, 2009. – С. 97-98.