

А. И. Белова, магистрант
Л. И. Сычева, канд. техн. наук, проф.
 (РХТУ им. Д.И. Менделеева, г. Москва)

ВЛИЯНИЕ ВОДОГИПСОВОГО ОТНОШЕНИЯ НА СВОЙСТВА ФОРМОВОЧНЫХ ГИПСОВЫХ СМЕСЕЙ

В настоящее время гипсовые вяжущие находят широкое применение не только в строительстве, но и ряде других отраслей промышленности. Одной из областей их использования является керамическая промышленность. Гипсовые формовочные смеси используют для отливки моделей, капов и форм в фарфорофаянсовой промышленности [1]. Основными требованиями, предъявляемыми к гипсовым формам, являются достаточно высокая прочность и пористость. Эти свойства в первую очередь обеспечивают длительный срок службы гипсовых форм, их высокую оборачиваемость и качество получаемых керамических изделий [2]. Одним из способов управления структурой и свойствами гипсовых форм может быть изменение водогипсового отношения и использование пластифицирующих добавок. Целью данного исследования является оценка возможности управления свойствами формовочных гипсовых смесей путем изменения водогипсового отношения и использования пластифицирующих добавок.

Материалы и методы исследования. В работе был использован высокопрочный гипс (α -ПГ) ЗАО «Самарский гипсовый комбинат». Фазовый состав вяжущего представлен полугидратом сульфата кальция. Свойства вяжущего представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики используемых материалов

Свойства	α -ПГ
Нормальная плотность, %	38
Предел прочности образцов при сжатии, МПа	
– в возрасте 2-х часов	10
– высушенных до постоянной массы	30
Сроки схватывания, мин	
– начало	9–30
– конец	15–50

Для повышения пластичности гипсового теста и прочности гипсового камня были выбраны пластифицирующие добавки: Melment F15G (Melment) и Sika ViscoCrete-G2 (Sika). Melment F15G – это сульфонируемый порошковый продукт поликонденсации на основе

меламина, полученный методом распылительной сушки. Sika ViscoCrete-G2 – это суперпластификатор на основе поликарбоксилатных эфиров. Добавки применялись в количествах 0,2 и 0,5 мас. %.

Результаты и их обсуждение. На первом этапе работы было изучено влияние различного водогипсового (В/Г) отношения на свойства гипсового камня. В/Г отношение изменялось в интервале от 0,35 до 0,65 с шагом 0,05. Выбор такого интервала обусловлен, с одной стороны, удобоукладываемостью гипсового теста и ожиданием увеличения пористости затвердевших образцов. С другой стороны, увеличение значений В/Г приведет к снижению прочностных характеристик образцов. При увеличении В/Г увеличиваются сроки схватывания. Такое продолжительное время схватывания для гипсового теста объясняется тем, что концентрация гипсового вяжущего в единице объема становится меньше при увеличении В/Г, и, как следствие, уменьшается пересыщение в системе, и замедляется скорость кристаллообразования (табл. 2).

Таблица 2 – Сроки схватывания гипсового вяжущего при различном В/Г отношении

№ п/п	В/Г	Сроки схватывания, мин-сек	
		начало	конец
1	0,35	12–30	19–30
2	0,38*	12–00	20–30
3	0,40	20–00	27–30
4	0,45	22–00	36–00
5	0,50	25–30	48–30
6	0,55	29–00	49–00
7	0,60	32–00	54–30
8	0,65	34–30	60–00

*Значение В/Г соответствует нормальной густоте гипсового теста

При увеличении В/Г отношения прочностные характеристики гипсового камня ухудшаются. Снижение В/Г отношения до 0,35 ведет к увеличению прочности на сжатие через 2 часа с 10,6 МПа (при НГ=38%) до 13,4 МПа. При увеличении В/Г отношения до 0,65 прочность на сжатие образцов, высушенных до постоянной массы, составила уже 12,2 МПа (рис.1). Образцы, в составе которых увеличенное В/Г имеют большие значения пористости и водопоглощения. Пористость образцов определялась методом керосинонасыщения. Для гипсового камня, полученном при НГ пористость и водопоглощение составили 18,8 и 14,7% соответственно. При увеличении В/Г до 0,60 пористость и водопоглощение составили уже 37,2 и 28,9 %.

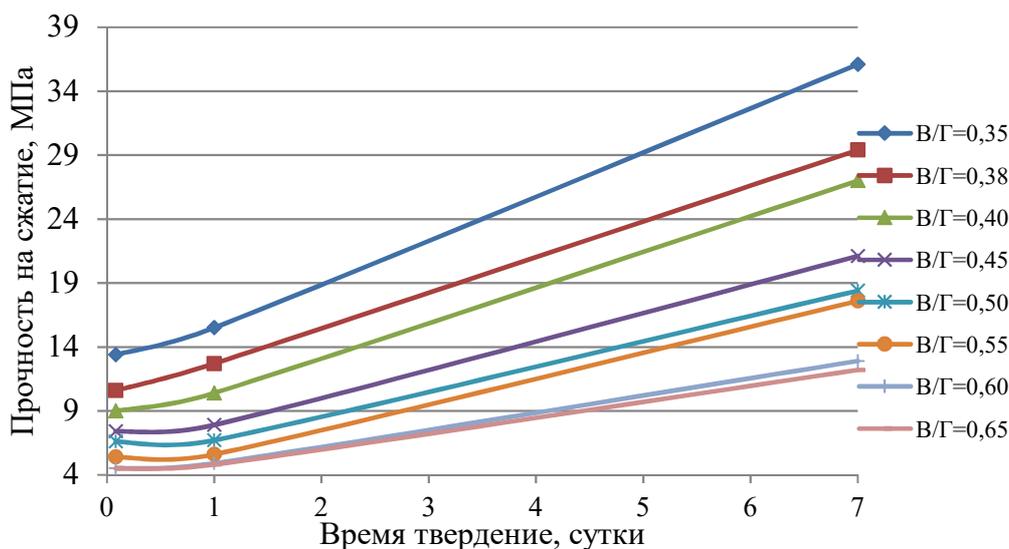


Рисунок 1 – Прочность на сжатие гипсового вяжущего

Выбран интервал В/Г отношения: 0,55–0,65, так как по экспериментальным данным было определено, что необходимый параметр – водопоглощение – достигается при В/Г=0,60 и составляет 28,9% [2,3].

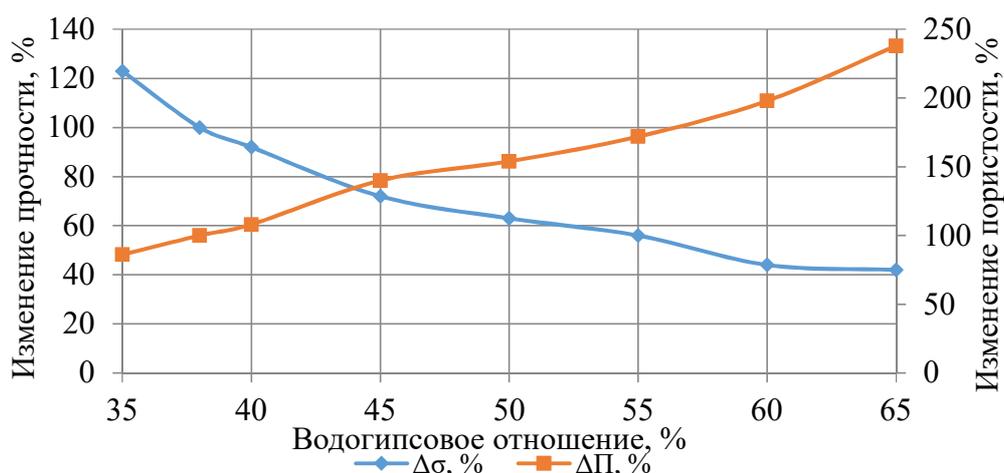


Рисунок 2 – Зависимость изменения прочности и пористости гипсового камня от водогипсового отношения

Прочность образцов снижается при увеличении В/Г. Так, для образцов заформованных при НГ прочность высушенных образцов составила 29,4 МПа, а пористость – 18,8 %, в то время как для образцов с В/Г = 0,60 прочность упала до 12,9 МПа, но пористость при этом увеличилась в два раза и составила 37,2 %. Зависимость изменения пористости гипсового камня от водогипсового отношения носит линейный характер. На втором этапе работы были проведены исследования свойств гипсового вяжущего с пластифицирующими добавками

Melment F15 и Sika Visco Crete G-2, которые вводились в количествах 0,2 и 0,5 мас. %. Sika сделана на основе поликарбоксилатных эфиров и имеет более разветвленную структуру и обладает большим редуцирующим эффектом по сравнению с Melment (табл.3).

Таблица 3 – Нормальная густота гипсового вяжущего при введении добавок Melment и Sika

Пар-р \ Доб.	Melment				Sika			
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,2	0,3	0,4	0,5
С _{доб} , %	0,2	0,3	0,4	0,5	0,2	0,3	0,4	0,5
НГ, %	33	31	29	26	30	29	28	24

Так, при введении Melment в количестве 0,5 мас.% НГ снизилась с 38% до 26%, но при введении Sika в таком же количестве – до 24% за счет строения её молекулы [4]. На третьем этапе работы были проведены исследования свойств гипсового вяжущего с пластифицирующими добавками.

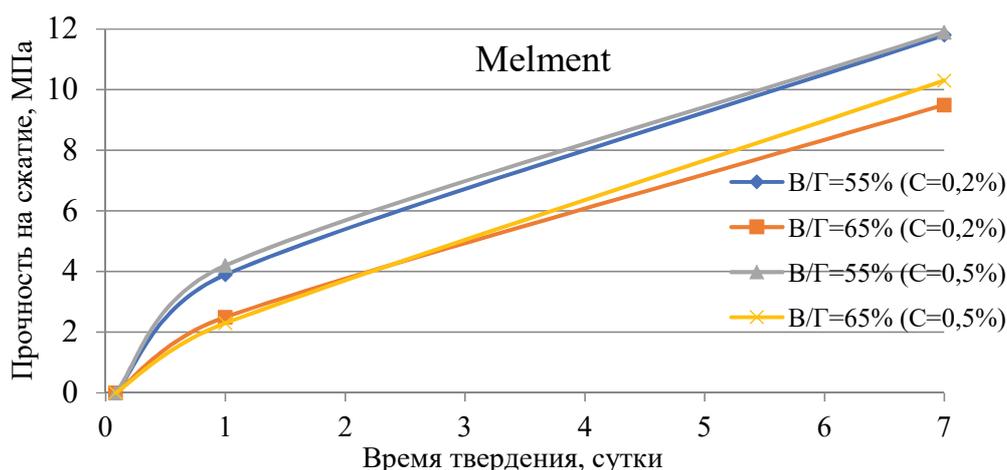


Рисунок 3 – Прочность на сжатие гипсового камня при введении добавки Melment

Увеличение содержания добавки Melment увеличивает прочностные характеристики даже при увеличении В/Г. Введение пластификатора значительно улучшает прочностные характеристики, но при этом снижает пористость гипсового камня, что приводит к низкому водопоглощению. Посредством введения пластификатора и повышения В/Г отношения можно повлиять сразу на два параметра, требуемых для формовочных смесей. Так, для α-ПГ значения водопоглощения изменились с 14,7% для бездобавочного состава до 9,6% и 8,5% при введении добавок Melment и Sika соответственно.

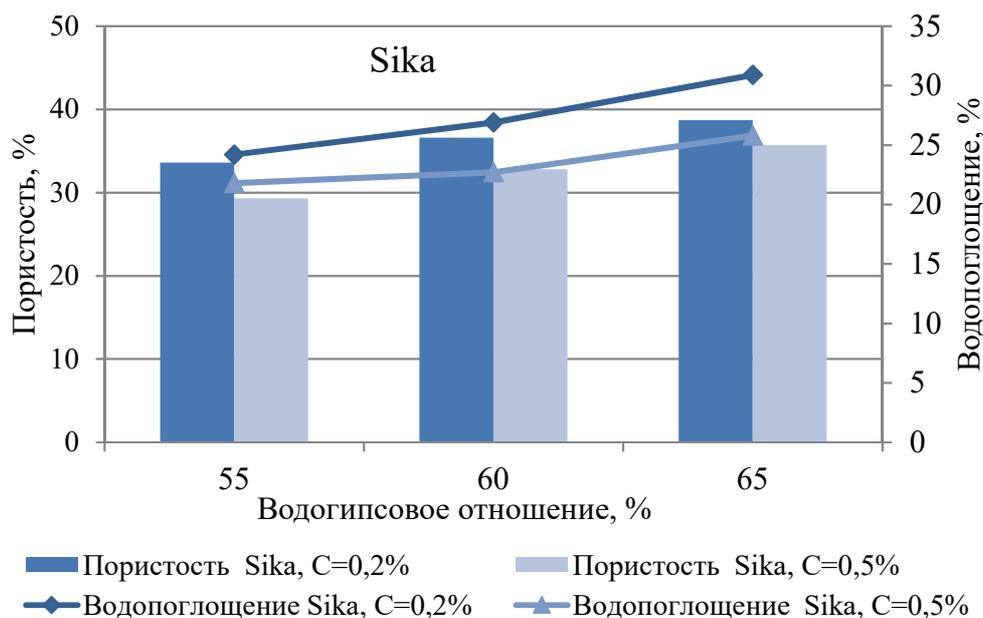


Рисунок 4 – Пористость и водопоглощение гипсового камня при различных концентрациях суперпластификатора

Достигнуть необходимого водопоглощения и требуемой прочности можно путем введения этих добавок в количестве 0,2 мас.% при В/Г отношении 0,60–0,65. При этом образцы с добавкой Melment в количестве 0,2 мас.% будут иметь прочность 9,5–10 МПа.

Установлено, что при увеличении В/Г от 35 до 60 % прочность высушенных гипсовых образцов снижается с 36,1 до 12,9 МПа. Определили оптимальный состав гипсового раствора для формовочных смесей: при В/Г 0,60 и введении пластифицирующих добавок в количестве 0,2 мас.%. гипсовые образцы обладают прочностью при сжатии 9-10 МПа и водопоглощением 29%.

Литература

1. Ферронская, А. В. Гипсовые материалы и изделия. Производство и применение. Справочник / А. В. Ферронская. – М.: АСВ, 2004. –488 с.
2. Химическая технология керамики: учебное пособие для вузов / Н. Т. Андрианов [и др.]; под ред. Проф. И. Я. Гузмана. – М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2012 – 496 с.
3. Effect of preparation variables of plaster molds for slip casting of sanitary ware / Rafael E. Ochoa [et all] // Cement & Concrete Composites. – 2010.
4. Влияние пластифицирующих добавок на прочностные характеристики формовочного гипса / В. В. Федорова [и др.] // Стекло и керамика. – 2020. – №5. – С.47–50.