

УДК 691.311

А. С. Манушина, А. М. Ахметжанов, Е. Н. Потапова\*

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия

125047, Москва, Миусская площадь, дом 9

\* e-mail: [cement@rctu.ru](mailto:cement@rctu.ru)

## ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ГИПСОЦЕМЕНТНО-ПУЦЦОЛАНОВОГО ВЯЖУЩЕГО

### Аннотация

Получены гипсоцементно-пуццолановые вяжущие с различными пуццолановыми добавками – трепелом, кремнегелем, метакаолином. Изучено влияние пластифицирующих, водоудерживающих добавок и редиспергируемых полимерных порошков на свойства гипсоцементно-пуццоланового вяжущего. Показано, что при использовании метакаолина в сочетании с комплексом модифицирующих полимерных добавок, прочность гипсовых вяжущих увеличивается на 20-23%, пористость снижается в 1,5 раза, а коэффициент водостойкости возрастает на 10-15%.

**Ключевые слова:** гипсоцементно-пуццолановое вяжущее, трепел, метакаолин, прочность, водостойкость.

В последнее время материалы и изделия на основе гипсовых вяжущих активно внедряются на рынок строительных материалов, вытесняя при этом традиционные составы на основе цемента. Гипсовые вяжущие вещества и материалы на их основе обладают рядом ценных качеств. Производство гипсовых вяжущих нетоксично, характеризуется низким расходом топлива и энергии (примерно в 4-5 раз меньше, по сравнению с производством цемента). Гипсовые материалы обладают хорошими тепло- и звукоизоляционными свойствами, огне- и пожаробезопасностью, сравнительно низкой плотностью, декоративностью.

Наряду с положительными свойствами гипсовым изделиям присуща низкая водостойкость. Прежде всего, она проявляется в значительном падении прочности при увлажнении, что сокращает области и масштабы применения гипсовых вяжущих в строительстве. Существует несколько способов повышения водостойкости гипсового вяжущего [1-4], одним из наиболее эффективных является создание гипсоцементно-пуццоланового вяжущего (ГЦПВ). ГЦПВ – это композиция, состоящая из гипсового

вяжущего, портландцемента и активной минеральной добавки. В качестве добавки могут быть различные минералы, содержащие в своем составе активный микрокремнезем: трепел, опока, диатомит, кислые шлаки и золы, и т.п.

Одним из основных направлений совершенствования растворных и бетонных смесей является их модификация функциональными добавками. Сухие строительные смеси обязательно содержат пластифицирующую, водоудерживающую добавки и редиспергирующий полимерный порошок.

В работе использовали гипсовое вяжущее Г-5 «Кнауф Гипс» (Красногорск); портландцемент ЦЕМ I ЗАО «Осколцемент»; активные минеральные добавки (АМД): кремнегель, метакаолин, трепел; пластифицирующие добавки: Melflux 5581, Melment F15, Peramin SMF 20; редиспергируемые полимерные порошки (РПП): Vinnapas 8034H, Vinnapas LL551Z, Vinnapas LL5999/1 и эфиры целлюлозы: Mecellose 7117, Hercules 7729, Hercules 7591. Для создания ГЦПВ по методике [5] было определено необходимое количество АМД (табл. 1).

Таблица 1. Составы гипсоцементно-пуццоланового вяжущего

Активная минеральная добавка	Компоненты ГЦПВ, %		
	Гипсовое вяжущее	портландцемент	АМД
Кремнегель	53	33	14
Трепел	53	33	14
Метакаолин	57	36	7

Полученные результаты показывают, что активность метакаолина в два раза превышает активность кремнегеля и трепела. Изучение влияния полимерных добавок на свойства гипсоцементно-пуццоланового вяжущего показало, что среди пластифицирующих добавок наибольшей прочностью и водостойкостью характеризуются составы с гиперпластификатором Melflux 5581. Наилучшие результаты получены при использовании редиспергирующего полимерного порошка Vinnapas 8034H и эфира целлюлозы Hercules 7591. В табл. 2 и

на рисунке представлены результаты для ГЦПВ на основе метакаолина.

В присутствии гиперпластификатора Melflux 5581 наблюдается снижение нормальной густоты с 41,8 % до 33,5 % и незначительное замедление сроков схватывания (табл.2.). Введение РПП Vinnapas 8034 H приводит к росту водопотребности цементного теста до 42,3 % при сохранении сроков схватывания. Эфиры целлюлозы существенно повышают нормальную густоту цементного теста до 44,5 % и замедляют, как начало, так и конец схватывания. При

введении в состав ГЦПВ комплексной добавки (0,2% Melflux 5581 + 0,5% Vinnapas 8034 Н + 0,5% Hercules 7591) наблюдается снижение нормальной густоты с

41,8% до 39,5%, и изменение сроков схватывания: начало удлиняется с 4 мин до 7 мин; конец – с 8 мин до 10 мин.

Таблица 2. Нормальная густота (НГ) и сроки схватывания ГЦПВ на основе метакаолина с модифицирующими добавками

Добавка	Содержание, %	НГ, %	Сроки схватывания, мин	
-	-	41,8	4	8
Melflux 5581 (ГП)	0,2	33,5	5	9
Vinnapas 8034Н (РПП)	0,5	42,3	4	8
Hercules 7591 (ЭЦ)	0,5	44,5	6	10
ГП+РПП+ЭЦ (ГРЭ)	0,2+0,5+0,5	39,5	7	10

Такое изменение свойств гипсоцементно-пуццоланового теста в присутствии полимерных добавок должно привести к повышению прочности ГЦП-камня. Наибольшую прочность при изгибе (11 МПа, 28 сут) показывают образцы с комплексной модифицирующей добавкой, а наибольшую прочность при сжатии (48,2 МПа) – образцы с гиперпластификатором (рис.1). Составы с

комплексной добавкой имеют прочность 35,4 МПа, что сопоставимо с прочностью бездобавочного состава.

Далее были изучены пористость, коэффициент капиллярного водопоглощения, водостойкость, морозостойкость и коррозиестойкость гипсоцементно-пуццоланового камня в присутствии модифицирующих добавок (табл. 3).

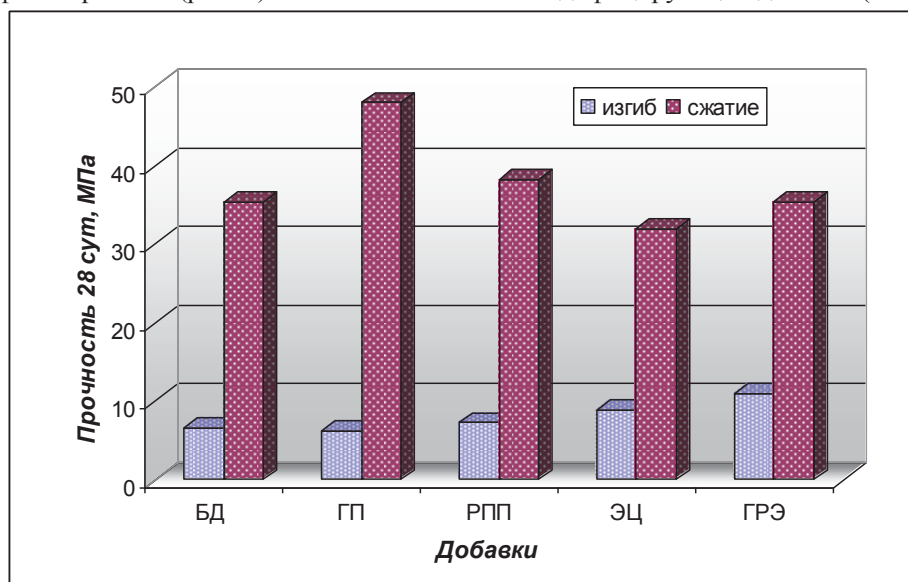


Рис. 1. Влияние модифицирующих добавок на прочность (28 сут)

Таблица 3. Свойства гипсоцементно-пуццоланового камня в присутствии модифицирующих добавок

Добавка к ГЦПВ	Свойства					
	K <sub>p</sub>		П, %	ККВП	Потеря прочности ГЦП камня, %	
	7 сут	28 сут			20 циклов	30 циклов
-	0,75	0,80	17,7	0,04	36,4	26,5
ГП	0,80	0,90	2,6	0,01	10,6	14,4
РПП	0,85	0,90	12,1	0,03	8,7	18,0
ЭЦ	0,70	0,75	18,8	0,05	28,2	29,4
ГП + РПП + ЭЦ	0,85	0,90	7,6	0,02	9,4	13,5

Введение модифицирующих добавок (за исключением эфира целлюлозы) приводит к снижению пористости образцов (П) и коэффициента капиллярного водопоглощения (ККВП). Это обуславливает повышение водостойкости ГЦПВ (оценивали по коэффициенту размягчения K<sub>p</sub>) с 0,75 до 0,80-0,85 (7 сут) в присутствии гиперпластификатора, диспергирующего полимерного порошка и комплексной добавки. При этом существенно возрастает морозостойкость

образцов (исследование ГЦП камня на морозостойкость проводилось на 28 сут нормального твердения по ускоренной методике; материал считается морозостойким, если прочность образцов при испытании их на сжатие падает не более чем на 15%). По полученным результатам можно сделать вывод, что как после 20, так и после 30 циклов попеременного замораживания и оттаивания морозостойким являются составы с добавлением

гиперпластификатора Melflux 5581 и комплексной добавки. при погружении образцов в агрессивный раствор (3 %  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) и в камере солевого тумана (табл. 4).

Коррозионная стойкость гипсоцементно-пуццоланового камня оценивалась двумя методами –

**Таблица 4. Устойчивость гипсоцементно-пуццоланового камня к химической коррозии**

	Добавки				
	-	ГП	РПП	ЭЦ	ГП+ЭЦ+РПП
Коэффициент стойкости*	0,74	0,81	0,75	0,66	0,83
Время появления первых признаков коррозии**, ч	48	110	100	130	150

\* хранение образцов 28 сут в 3 % растворе  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

\*\* хранение образцов в камере солевого тумана (сжатым воздухом распыляется в камере 5 % раствор  $\text{NaCl}$ ).

Гипсоцементно-пуццолановый камень показывает разную химическую стойкость в зависимости от вида добавок и метода исследований. Наибольшая устойчивость к агрессивной среде характерна для ГЦПВ, модифицированного комплексом добавок.

Таким образом, проведенные исследования показали возможность получения водостойкого, морозо- и коррозионностойкого гипсоцементно-пуццоланового вяжущего при модифицировании вяжущего комплексом функциональных добавок (0,2 % Melflux 5581 + 0,5 % Vinnapas 8034H + 0,5 % Hercules 7591).

*Манушина Анна Сергеевна, студентка кафедры химической технологии композиционных и вяжущих материалов РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва*

*Ахметжанов Азат Мухаррамович, студент кафедры химической технологии композиционных и вяжущих материалов РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва*

*Потапова Екатерина Николаевна, д.т.н., профессор кафедры химической технологии композиционных и вяжущих материалов РХТУ им. Д. И. Менделеева, Россия, Москва*

#### Литература

3. Ферронская А. В. Развитие теории и практики в области гипсовых вяжущих веществ// Сб. «Развитие теории и технологий в области силикатных и гипсовых материалов». Ч.1. М., МГСУ, 2000. – С.47 – 56.
4. Коровяков В. Ф. Перспективы применения водостойких гипсовых вяжущих в современном строительстве //В сб. «Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий». Материалы семинара. – М., 2002. – С. 181– 185.
5. Потапова Е.Н., Исаева И.В. Повышение водостойкости гипсового вяжущего// Строительные материалы. – 2012. – № 7. – С. 20-24.
6. Хозин В. Г., Морозова Н.Н., Сагдатуллина Д.Г. Высокопрочное композиционное гипсовое вяжущее для конструктивных бетонов// 2. Weimar Gypsum Conference, (26-27. Marz 2014. Weimar), Weimar, 2014. – S. 225-322.
7. ТУ 21-31-62-89 «Гипсоцементнопуццолановое вяжущее вещество». Технические условия. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 19 с.

*Manushina Anna Sergeevna, Akhmetzhanov Azat Mucharryamovich, Potapova Ekaterina Nikolaevna\**

D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia.

\* e-mail: [cement@rctu.ru](mailto:cement@rctu.ru)

## INFLUENCE OF ADDITIVES ON PROPERTIES OF THE GYPSUM CEMENT – POZZOLANIC BINDER

### Abstract

Are received gipsotsementno-puzzolanovoy binder with various puzzolanovy additives – bergmeal, kremnegely, a metakaolin. Influence of the plasticizing, water-retaining additives and the redispegruyemykh of polymeric powders on properties of gipsotsementno-puzzolanovoy binder is studied. It is shown that when using a metakaolin in combination with a complex of the modifying polymeric additives, strength of the plaster binder increases by 20-23%, porosity decreases by 1,5 times, and the coefficient of water resistance increases for 10-15%.

**Keywords:** gypsum cement-pozzolanic binder, bergmeal, metakaolin, strength, water resistance.