

УДК 691.55

**А. Б. БЫЧКОВ, А. А. ШИШКИН**  
Криворожский технический университет

## **ФОРМИРОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ МОДИФИЦИРОВАННОГО ГИПСОЦЕМЕНТНОГО ВЯЖУЩЕГО**

Рассмотрены вопросы формирования прочности модифицированного гипсоцементного вяжущего. Показано, что при введении в состав гипсоцементного вяжущего комплексной минерально-органической добавки на основе железосодержащего вещества и полиспирта происходит торможение контактно-конденсационных процессов за счет экранирования частиц вяжущего с одновременным их ускорением за счет активизации деструктивных процессов частиц вяжущего и перевода оксида кальция в малорастворимые соединения.

**вяжущее, комплексные добавки, железосодержащее вещество, полиспирт**

Гипсовые вяжущие вещества обладают таким положительным свойством, как быстрый набор прочности, что является необходимым при проведении работ по восстановлению строительных конструкций.

Однако эти вяжущие вещества имеют такой существенный недостаток, как низкая водостойкость, что ограничивает область их применения.

Одним из способов повышения водостойкости гипсовых вяжущих веществ является введение в их состав цемента и гидравлической добавки [1]. В итоге получают так называемые гипсоцементные вяжущие, которые обладают достаточной водостойкостью. Однако при этом скорость набора прочности этими вяжущими замедляется и их прочность остается недостаточно высокой, что также ограничивает область их применения. Это явление вызывает необходимость модифицировать структуру данного вида вяжущих с сохранением высокой скорости его твердения при высоких показателях прочности и водостойкости.

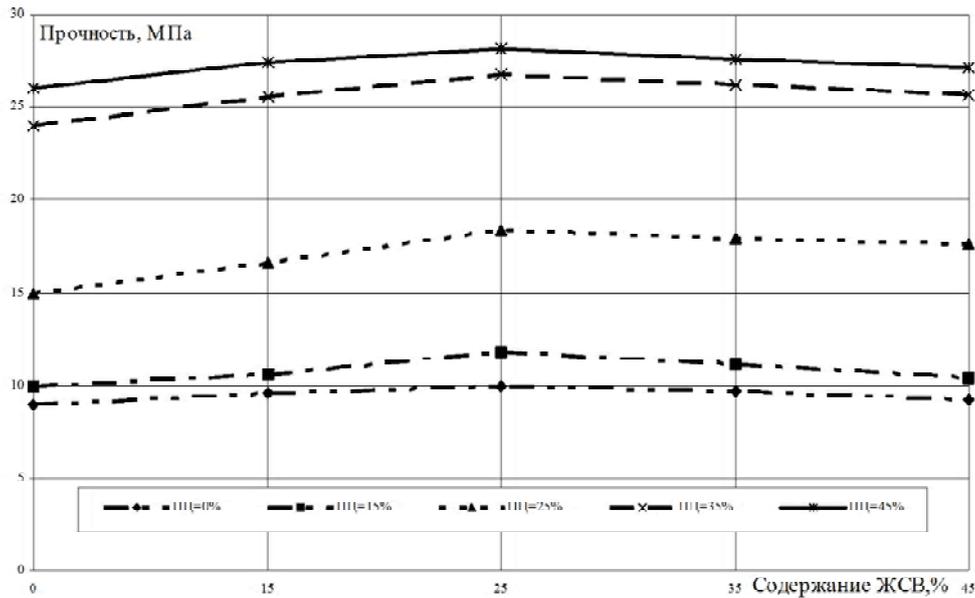
Одним из известных методов модификации вяжущих веществ является метод введения в их состав комплексной добавки: "железосодержащее вещество – органический компонент", описанный в работе [2]. В то же время, в работе [3] показано, что полиспирты могут связывать оксиды кальция, а в работе [4] использован эффект введения полиспиртов в состав пенобетонов, что позволило повысить их прочность на 50-150%. Указанное позволяет предположить, что модификация гипсоцементных вяжущих указанной комплексной добавкой позволит модифицировать их структуру, обеспечив им высокую прочность и водостойкость, сопоставимые с цементными вяжущими при значительной скорости набора прочности, сопоставимой со скоростью набора прочности гипсовыми вяжущими.

В условиях экспериментов введение в состав гипсоцементного вяжущего железосодержащего вещества (ЖСВ) приводит к увеличению его прочности (рис. 1). Наибольшая прочность наблюдается у вяжущего, содержащего ЖСВ в количестве 20...25% от массы портландцементного клинкера, независимо от количества портландцементного клинкера в вяжущем.

Математическая обработка результатов исследований позволила определить зависимость прочности гипсоцементного вяжущего от содержания ЖСВ ( $X_1$ ):

$$R_{\text{зд}} = R_{\text{ц}} (1 + 0,009 X_1 - 0,0002 X_1^2),$$

где  $R_{\text{ц}}$  – активность гипсоцементного вяжущего без ЖСВ.



**Рисунок 1** – Влияние содержания ЖСВ на прочность гипсоцементного вяжущего с В/Ц=0,65 (ЖСВ –  $Fe_2O_3$ , ПЦ – портландцемент, твердение 28 суток в нормальных условиях).

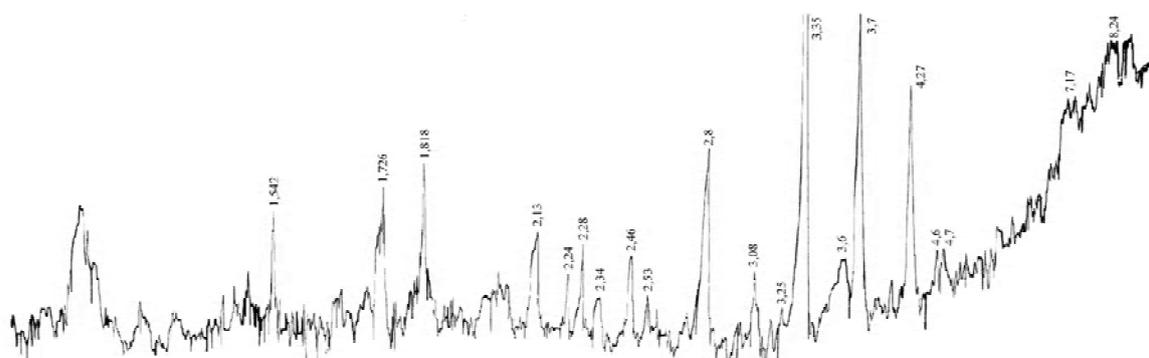
Таким образом, введение в состав гипсоцементного вяжущего ЖСВ приводит к повышению прочности данного вяжущего. Это, очевидно, происходит за счет образования гидросульфферрита кальция, который идентифицирован на рентгенограмме (рис. 2) по линиям  $d = 8,9; 4,7; 3,7$  нм.

В условиях эксперимента введение в состав гипсоцементного вяжущего полиспирта приводит к увеличению его прочности.

Результаты экспериментов показали, что изменение содержания в гипсоцементном вяжущем портландцемента практически не оказывает влияние на величину оптимального содержания в нем комплексной добавки. Однако увеличение содержания в вяжущем портландцемента приводит к изменению оптимального соотношения между компонентами добавки - увеличению оптимального содержания полиспирта. И, при полной замене гипса портландцементом, его оптимальное содержание достигает величины 0,1.

Таким образом, введение в состав гипсоцементного вяжущего активной добавки, состоящей из полиспирта и железосодержащего вещества, обеспечивает повышение прочности данного вяжущего.

Оптимальное содержание комплексной добавки составляет 20...25% от массы портландцемента, при соотношении ее компонентов –  $1:0,05 = \text{ЖСВ} : \text{полиспирт}$ . Это объясняется увеличением степени связывания свободного оксида кальция компонентами добавки, что способствует процессам



**Рисунок 2** – Рентгенограмма гипсоцементного вяжущего, содержащего 25 % портландцементного клинкера и 25%  $Fe_2O_3$  от его массы, твердевшего 28 суток в нормальных условиях.

гидратации как гипса, так и портландцемента, стимулируя образование низкоосновных силикатов и малорастворимых минералов.

В условиях экспериментов увеличение содержания в портландцементе алюмината кальция приводит к снижению прочности вяжущего независимо от содержания комплексной добавки.

В условиях экспериментов изменение величины водовяжущего отношения в вяжущем неоднозначно сказывается на его прочности. Увеличение водовяжущего отношения до некоторого предела приводит к заметному увеличению прочности, дальнейшее увеличение водовяжущего отношения снижает прочность вяжущего.

В условиях экспериментов введение в состав гипсоцементного вяжущего как железосодержащего вещества, так и полиспирта или их смеси в виде комплексной минерально-органической добавки, обеспечивает повышение водостойкости вяжущего.

Введение в состав ГЦВ указанной добавки несколько замедляет сроки начала схватывания и отодвигает границу окончания схватывания.

Анализ результатов данных исследований показывает, что введение в состав гипсоцементного вяжущего природной гидравлической добавки - трепела, приводит к замедлению сроков схватывания вяжущего. При этом увеличивается разница во времени между началом и концом схватывания вяжущего.

Введение в состав гипсоцементного вяжущего активной минерально-органической добавки сказывается на сроках схватывания вяжущего менее значительно. В общем, происходит некоторое замедление сроков схватывания, которые, однако, остаются достаточно короткими.

Влияние комплексной добавки на сроки схватывания гипсоцементного вяжущего объясняются влиянием ее компонентов. Так, минеральная составляющая добавки – железосодержащее вещество (ЖСВ) адсорбируется на поверхности трехкальциевого алюмината портландцемента, блокируя его контакты с водой. Кроме этого, обладая незначительной гидравлической активностью, ЖСВ разжижает систему, приводя к увеличению соотношения между водой и гипсоцементным вяжущим. Это приводит к замедлению сроков схватывания вяжущего. Однако в присутствии ЖСВ [2] активизируется роль ионов  $OH^-$ , которые влияют на поляризацию связи  $Ca-O$  в группировке  $S-O-Ca-O-S$ , это значительно облегчает ее разрыв и переход в раствор ионов  $Ca^{2+}$  и  $SO_4^{2-}$ , что способствует ускорению схватывания системы.

Полиспирт также является поверхностно-активным веществом [3] и также покрывает частицы гипсоцементного вяжущего, что, в свою очередь, также препятствует протеканию контактно-конденсационных процессов и приводит к замедлению схватывания.

Кроме этого, полиспирт вступает во взаимодействие с оксидом кальция, который выделяется при гидратации вяжущего.

Таким образом, при введении в состав гипсоцементного вяжущего комплексной минерально-органической добавки на основе железосодержащего вещества и полиспирта происходит торможение контактно-конденсационных процессов за счет экранирования частиц вяжущего с одновременным их ускорением за счет активизации деструктивных процессов частиц вяжущего и перевода оксида кальция в малорастворимые соединения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волженский А.В. Гипсоцементные и гипсошлаковые вяжущие и изделия. / А.В. Волженский, М.И. Роговой, В.И. Стамбулко – М.: Госстройиздат, 1960. – 168 с.
2. Шишкін О.О. Спеціальні бетони для підсилення будівельних конструкцій, що експлуатуються в умовах дії агресивних середовищ / О.О. Шишкін. – Кривий Ріг: Мінерал, 2001. – 113 с.
3. Артеменко А.И. Органическая химия / А.И. Артеменко. – М.: Высшая школа, 1987. – 430 с.
4. Шишкина А.А. Пенобетоны с повышенными физико-механическими свойствами / А.А. Шишкина // Вісник Донбаської державної академії будівництва і архітектури. Вип. 2008-1(69) "Сучасні будівельні матеріали. Композиційні матеріали для будівництва" – Макіївка: ДонНАБА, 2008. – С. 48-57.
5. Шишкин А.А. Специальные бетоны для усиления строительных конструкций, эксплуатирующихся в условиях действия агрессивных сред: дис...докт... техн... наук: 05.23.05 / Шишкин Александр Алексеевич. – Кривой Рог, 2003. – 336 с.

О. Б. БИЧКОВ, О. О. ШИШКІН  
ФОРМУВАННЯ МІЦНОСТІ МОДИФІКОВАНОГО ГІПСОЦЕМЕНТНОГО  
В'ЯЖУЧОГО

Криворізький технічний університет

Розглянуті питання формування міцності модифікованого гіпсоцементного в'язучого. Показано, що при введенні до складу гіпсоцементного в'язучого комплексної мінерально-органічної добавки на основі залізовмісної речовини і поліспирту відбувається гальмування контактено-конденсаційних процесів за рахунок екранування частинок в'язучого з одночасним їх прискоренням за рахунок активізації деструктивних процесів частинок в'язучого і перекладу оксиду кальцію в малорозчинні з'єднання.  
**в'язуче, комплексні добавки, залізовмісна речовина, поліспирт**

O. B. BICHKOV, O. O. SHISHKIN  
FORMING OF DURABILITY OF MODIFIED GYPSUMSOTCEMENT OF  
ASTRINGENT

Krivorozhsk Engineering University

The question durability forming of the modified gypsum cement astringent have been considered. It was shown that while introduction in to the gypsum cement astringent of complex mineral-organic additive on the basis of iron containing substance and poly alcohol the braking of contact- condensational processes takes place at the expense of particles screening of astringent and calcium oxide transferring in badly soluble combinations.

**astringement, complex additive substance, containing iron, poly alcohol**

**Бичков Олександр Борисович** — аспірант кафедри технології будівельних виробів, матеріалів та конструкцій Криворізького технічного університету. Наукові інтереси: будівельні матеріали та вироби.

**Шішкін Олександр Олексійович** — доктор технічних наук, завідувач кафедри технології будівельних виробів, матеріалів і конструкцій Криворізького технічного університету. Наукові інтереси: будівельні матеріали і вироби.

**Бычков Александр Борисович** — аспирант кафедры технологии строительных изделий, материалов и конструкций Криворожского технического университета. Научные интересы: Строительные материалы и изделия.

**Шишкин Александр Алексеевич** — доктор технических наук, заведующий кафедры технологии строительных изделий, материалов и конструкций Криворожского технического университета. Научные интересы: строительные материалы и изделия.

**Bichkov Olexander Borisovych** — a past graduate student of The "Technology of Building Wares, Materials and Structures" Chair of Krivorozhsk Engineering University. Scientific interests: building materials and wares.

**Shishkin Olexandr Oleksiyovych** — doctor of Engineering sciences, professor, and the head of the "Technology of Building Wares, Materials and Structures" Chair of Krivorozsk Engineering University. Scientific interests: building materials and wares.