

УДК 691.55:620.193

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РЕДИСПЕРСИОННЫХ ПОРОШКОВ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ СВОЙСТВ ГИПСОВЫХ СМЕСЕЙ

ДРОЗД А. А.¹, к.т.н., с.н.с.

¹ Кафедра безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепрпетровск, Украина, тел. +38 (0562) 7445252, e-mail: Li2kondik@ukr.net

Аннотация. Целью работы является разработка сухих строительных смесей на основе гипса и увеличение времени их пригодности за счет введения комплексных добавок на основе негашеной извести и поливинилацетатной дисперсии [ПВАД]. **Методика.** В работе использованы стандартные исследовательский приемы для определения физико-механических свойств гипсовых вяжущих и качества комплексных добавок согласно ДСТУ Б В.2.7-82-99, ДСТУ Б В.2.7-23-95, ДСТУ Б В.2.7-65-97. Исследование фазового состава материалов, микро- и макроструктуры проводились методами рентгенофазового анализа, электронной и световой микроскопии. **Результаты.** Исследовано влияние основных составляющих добавки (поливинилацетатной дисперсии и извести) на свойства полуводного гипса. Предложен и установлен химизм взаимодействия компонентов комплексной добавки, согласно которого в результате щелочного гидролиза поливинилацетата образуется поливиниловый спирт, особенностью строения, молекулы которого является наличие гидрофильных ОН-групп и гидрофобной составляющей - углеводородного радикала. Гидрофильная часть молекулы, являясь ионогенной, адсорбируясь на поверхности частиц вяжущего, образует мономолекулярную пленку, ориентированную гидрофобной частью от частиц гипса. Возможно также образование ацетата кальция $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, который повышает концентрацию ионов кальция в растворе. Совместное действие продуктов гидролиза значительно снижают растворимость полугидрата, скорость образования центров кристаллизации, благодаря чему обеспечивается замедляющий эффект этих добавок. **Научная новизна** полученных результатов заключается в следующем, теоретически обосновано и экспериментально подтвержденная возможность получения сухой добавки-замедлителя схватывания гипса, на основе негашеной извести и поливинилацетатной дисперсии за счет образования поливинилового спирта и солей ацетата кальция в результате щелочного гидролиза поливинилацетатной дисперсии (ПВАД) при гашении извести в гидратную известь - пушонку. **Практическая значимость.** Результаты работы реализованы в производстве сухих гипсовых смесей.

Ключевые слова: сухая гипсовая смесь; добавка; прочность; время пригодности; сроки схватывания; растворимость

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ РЕДИСПЕРСІЙНИХ ПОРОШКІВ ДЛЯ РЕГУЛЮВАННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГІПСОВИХ СУМІШЕЙ

ДРОЗД А. А.¹, к.т.н., с.н.с.

¹ Кафедра безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевского, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 7445252, e-mail: Li2kondik@ukr.net

Анотація. Метою роботи є розробка сухих будівельних сумішей на основі гіпсу і збільшення часу їх придатності за рахунок введення комплексних добавок на основі негашеного вапна та полівінілацетатної дисперсії [ПВАД]. **Методика.** У роботі використані стандартні методи дослідження для визначення фізико – механічних властивостей гіпсових в'язучих і якості комплексних добавок згідно з ДСТУ Б В.2.7-82-99, ДСТУ Б В.2.7-23-95, ДСТУ Б В.2.7-65-97. Дослідження фазового складу матеріалів, мікро- та макроструктури проводились методами рентгенофазового аналізу, електронної і світлової мікроскопії. **Результати.** Досліджено вплив основних складових добавки (полівінілацетатної дисперсії та вапна) на властивості напівводного гіпсу. Запропоновано та встановлено хімізм взаємодії компонентів комплексної добавки, згідно якого в результаті лужного гідролізу полівінілацетату утворюється полівініловий спирт, особливістю будови, молекули якого є наявність гідрофільних ОН- груп і гідрофобної складової - вуглеводородного радикала. Гідрофільна частина молекули, будучи іоногеною, адсорбуючись на поверхні часток в'язучого, утворює мономолекулярну плівку, орієнтовану гідрофобною частиною від часток гіпсу. Можливо також утворення ацетату кальцію $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, що підвищує концентрацію іонів кальцію в розчині. Спільна дія продуктів гідролізу значно знижують розчинність напівгідрату, швидкість утворення центрів кристалізації, завдяки чому забезпечується ефект сповільнення. **Наукова новизна** одержаних результатів полягає в наступному, теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджена можливість отримання сухої добавки-сповільнювача тужавлення гіпсу на основі негашеного вапна та полівінілацетатної дисперсії за рахунок утворення полівінілового спирту та солей ацетату кальцію в результаті лужного гідролізу полівінілацетатної дисперсії (ПВАД) при гасінні вапна в гідратне вапно – пушонку. **Практична значимість.** Результати роботи реалізовано у виробництві сухих гіпсових сумішей.

Ключові слова: суха гіпсова суміш; добавка; міцність; час придатності; строки схоплювання; розчинність.

PROSPECTS FOR THE USE OF REDISPERSION POWDERS FOR THE REGULATION OF PROPERTIES OF GYPSUM MIXES

DROZD A.¹, *Tech. Sc. Can., senior researcher*

¹ Department of Workplace Safety and Health, State higher educational establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil engineering and Architecture", 24-a, Chernishevskogo str., Dnepropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 7445252, e-mail: Li2kondik@ukr.net

Abstract. The aim of the work is the development of dry building mixes based on gypsum and time increase of time of their conformance through adding of complex additives on the basis of burnt lime and polyvinyl acetate dispersions [PVAD]. **Technique.** The study used standard research techniques to determine physical and mechanical properties of gypsum binders and quality of complex additives according to ДСТУ Б В.2.7-82-99, ДСТУ Б В.2.7-23-95, ДСТУ Б В.2.7-65-97. Study of phase composition of materials, micro - and macrostructure was carried out by x-ray diffraction, electron and light microscopy. **Results.** The influence of the main components of the additive (polyvinyl acetate dispersion and lime) on the properties of hemihydrate gypsum is investigated. The chemistry of the interaction of components of the complex additive, according to which the result of alkaline hydrolysis of polyvinyl acetate is formed: polyvinyl alcohol, a feature of its molecules structure is the presence of hydrophilic OH- groups and the hydrophobic component – a hydrocarbon radical. The hydrophilic part of the molecule being ion adsorbed on the surface of the particles of the binder, forms a monomolecular layer that is oriented with the hydrophobic part of the gypsum particles. It is also possible the formation of calcium acetate $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, which increases the concentration of calcium ions in solution. The combined effect of hydrolysis products significantly reduce the solubility of hemihydrate, the rate of formation of crystallization centers, due to the slowing effect of these supplements. **Scientific novelty** of the results is theoretically substantiated and experimentally confirmed the possibility of obtaining a dry additive-retarder of gypsum setting based on lime and polyvinyl acetate dispersions due to the formation of polyvinyl alcohol and salts of calcium acetate in the result of alkaline hydrolysis of polyvinyl acetate dispersion (PVAD) with the slaked lime in hydrated lime. **Practical significance.** The results of the work implemented in the production of dry gypsum mixes.

Keywords: dry gypsum mix; additive; durability; term of conformance; setting times; solubility

Постановка проблемы

В последние годы интерес к материалам на основе гипса существенно возрос. Использование сухих гипсовых смесей показывает их высокую эффективность и преимущества по сравнению с традиционными методами ведения отделочных работ. Они обеспечивают стабильно высокий уровень качества отделки, снижения затрат на транспортировку, лёгкую переработку материалов [3].

При изготовлении сухих гипсовых смесей необходимыми составными частями являются добавки, регулирующие сроки схватывания, жизнеспособность смеси и прочность покрытий. Гипсовые вяжущие являются быстросхватывающимися и решение задачи увеличения живучести заключается в правильном выборе специальных добавок-замедлителей схватывания.

Анализ публикаций

В Украине, к сожалению, отечественная промышленность не уделяет достаточного внимания производству высокоэффективных добавок. И хотя оптимизации, разработке составов и производству сухих строительных смесей из отечественного сырья посвящено довольно значительное количество работ Ратинов В.Б., Будников П.П., Пашенко А.А., Бабушкин В.И., Ушеров-Маршак А.В., Мчедлов-Петросян О.П., Рунова Р.Ф., Кривенко П.В., и другие, все же вопрос разработки отечественных добавок есть довольно острым.

На Украине представлены различные виды функциональных добавок в виде ретардационных полимерных порошков в основном зарубежного производства, стоимость которых составляет значительную часть в себестоимости смеси [2]. Поэтому вопросы разработки и исследования ретардационных полимерных добавок, для направленного регулирования свойств растворов смесей на основе гипса, являются актуальным научно-техническим направлением в строительном материаловедении.

Цель статьи

Разработать составы добавок на основе поливинилацетатной дисперсии (ПВАД) и негашеной извести для замедления сроков твердения гипса.

Полученный ретардационный полимерный порошок (РПП) в результате перевода ПВАД в сухое состояние (поливиниловый спирт) за счет тепла выделяющегося в процессе гашения извести, потребовал проведения исследований действия его на процесс гидратации полуводного гипса. Влияние добавок на свойства гипсовых вяжущих определяли по основным свойствам, определяющих эффективность добавок: нормальной густоте, срокам схватывания, пределу прочности при изгибе и сжатии. Содержание добавки варьировали в пределах от 1% до 3%.

Водогипсовое отношение для всех составов принимали одинаковое и соответствующее нормальной густоте чистого гипса.

Составы и свойства исследуемых смесей приведены в табл. 1.

Результаты исследований показывают, что введение добавки 1 – 1,5% позволяет увеличить время начала схватывания до 30 – 35 мин, при содержании

ПВАД в смеси 35% и 41%, что является вполне приемлемым для обеспечения живучести гипсовой смеси.

Таблица 1

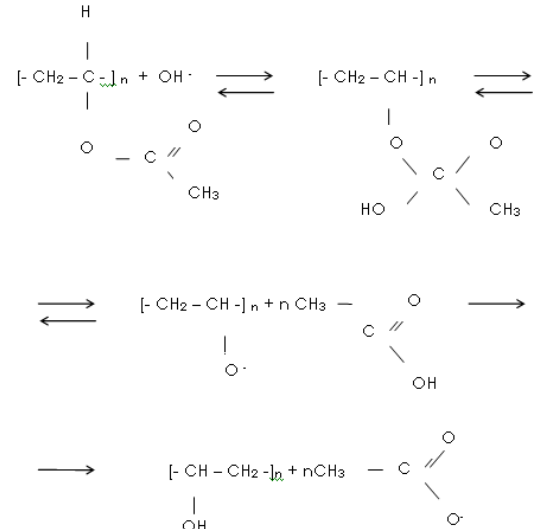
Составы и свойства исследуемых смесей в зависимости сроков схватывания, прочности при изгибе и сжатии от содержания добавки (РПП) / The compositions and properties of the mixes depending on setting times, flexural and compression strength on the content of additives (PSC)

Индекс	Составы смеси			В/Г	Свойства			
	Гипс, %	Добавка РПП, сверх 100%	Содержание ПВАД в добавке, %		Сроки схватывания, мин		Прочность, МПа	
					Начало	Конец	При изгибе	При сжатии
Контр.	100	-	29	0,6	9	13	2,99	5,1
РП 1.1	100	1,0	29	0,6	26	30	3,59	7,17
РП 1.2	100	1,5	29	0,6	28	33	3,3	6,08
РП 1.3	100	2,0	29	0,6	24	30	2,63	5,58
РП 1.4	100	2,5	29	0,6	24	27	2,6	5,38
РП 1.5	100	3,0	29	0,6	23	25	2,51	5,25
РП 2.1	100	1,0	35	0,6	30	32	3,25	6,35
РП 2.2	100	1,5	35	0,6	28,5	35	3,1	5,49
РП 2.3	100	2,0	35	0,6	24	33	2,7	5,45
РП 2.4	100	2,5	35	0,6	23	31	2,53	5,4
РП 2.5	100	3,0	35	0,6	22	29	2,42	5,25
РП 3.1	100	1,0	41	0,6	31	34	3,19	5,65
РП 3.2	100	1,5	41	0,6	35	40	3,0	5,5
РП 3.3	100	2,0	41	0,6	26	32	2,86	5,4
РП 3.4	100	2,5	41	0,6	25	30	2,6	5,3
РП 3.5	100	3,0	41	0,6	23	28	2,45	5,27

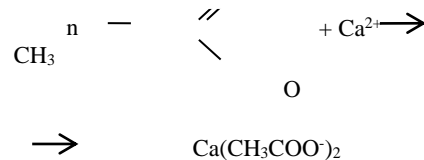
В тоже время для этих составов наблюдается и рост прочности, как при сжатии, так и при изгибе. Введение в состав гипсовой смеси добавки от 2% до 3% вызывает некоторое замедление процесса гидратации вяжущего и, как результат, замедления сроков схватывания, при незначительном повышении прочности при сжатии и снижении прочности при изгибе. Следовательно, первоначально можно сделать вывод, что содержание добавки должно быть в пределах 1 – 1,5%. Повышение сроков схватывания объясняется наличием в редисперсионном полимерном порошке поливинилового спирта, образовавшегося в результате щелочного гидролиза ПВАД при гашении извести. Механизм реакции, которой может быть представлен следующей схемой:

Особенностью строения молекулы поливинилового спирта является наличие гидрофильных групп – ОН, обладающих большим средством к ионным и полярным структурам. С другой стороны углеводородный радикал неполярен и является гидрофобной составляющей молекулы.

Можно предположить, что гидрофильная часть молекулы поливинилового спирта, являясь ионогенной, будет адсорбироваться на поверхности частиц гипсового вяжущего, образуя мономолекулярную пленку, ориентированную своей гидрофобной частью от частиц гипса. Результатом этого является замедление процесса гидратации гипсового вяжущего и увеличение сроков схватывания.



Кроме поливинилового спирта в результате реакции гидролиза образуется ацетат кальция по схеме:



Ацетат кальция способствует снижению растворимости гипсового вяжущего, так как обеспечивает повышенную концентрацию ионов кальция в растворе, что обеспечивает снижение скорости образования центров кристаллизации ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) и, как резуль-

тат, замедление сроков схватывания гипсовых вяжущих. Тепловыделение при гидратации строительного гипса с добавками РПП в количестве 1,5% по массе

гипса значительно отличается от тепловыделения полуводного гипса чистого (рис. 1).

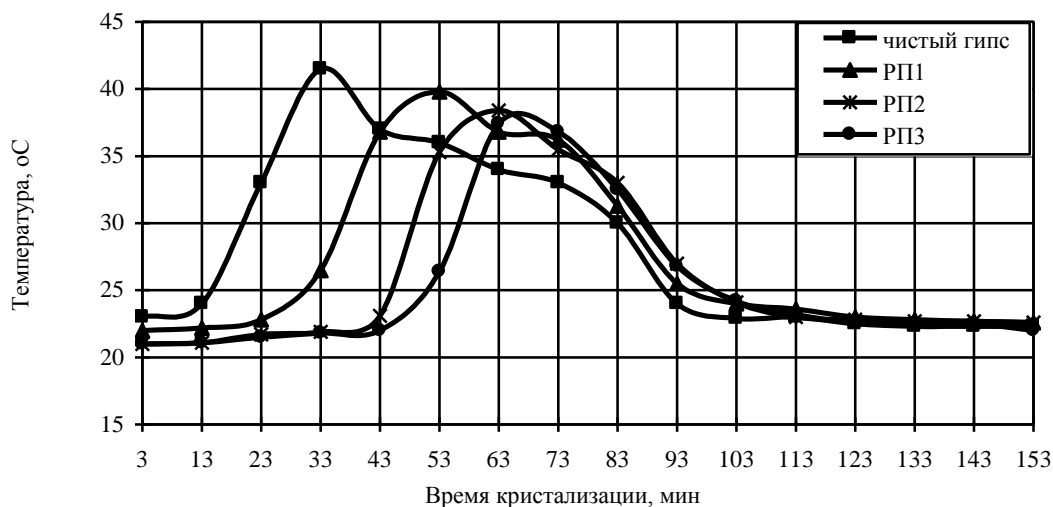


Рис. 1. Изменение температуры процесса гидратации полуводного гипса в присутствии добавок / Changes in hemihydrate gypsum hydration process temperature in the presence of additives

Температурный пик термодинамического процесса гидратации гипса строительного с добавками РПЗ на 3 – 5°C ниже, чем чистого и составляет 40 – 38°C.

Период подъема температуры примерно равен разнице во времени между началом и концом схватывания. Время снижения температуры начинается примерно через 1,0 – 1,5 часа, что связано с окончанием процессов гидратации вяжущего.

Замедление процесса гидратации гипсовых вяжущих подтверждается результатами исследования растворимости смесей гипса с добавкой релаксационного полимерного порошка. В состав релаксационного порошка входит гидроксид кальция Ca(OH)₂. При смешивании гипсового вяжущего с добавкой РПП соответственно изменяется концентрация ионов кальция Ca²⁺ в растворе.

Действительно [1] произведение растворимости, произведение концентраций (точнее активностей) ионов какого – либо малорастворимого электролита в насыщенном растворе его представляет собой величину, постоянную при данной температуре и равную произведению растворимости электролита, в нашем случае

$$CaSO_4 : [Ca^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}] = PP_{CaSO_4} = 25 \cdot 10^{-6}, \text{ а}$$

растворимость CaSO₄ определяется:

$$P_{CaSO_4} = \frac{\sqrt{PP}}{[Ca^{2+}]} = \frac{\sqrt{25 \cdot 10^{-6}}}{[Ca^{2+}]} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{[Ca^{2+}]},$$

где $[Ca^{2+}] = \frac{m_{CaO} \cdot \nu \cdot \rho}{M_{CaO}}$, концентрация ионов

кальция в растворе;

m – масса оксида CaO в растворе, г;
M – молекулярная масса CaO = 56 г/моль.

Расчеты растворимости CaSO₄ по выше приведенным формулам в зависимости от расхода (редисперсионных полимерных порошков и, соответственно, от массы CaO в растворе приведены в таблице 2.

Таблица 2

Растворимость гипсовых вяжущих от содержания РПП / Solubility of gypsum binders on the content of PSC

Содержание РПП в гипсовой смеси %	Соотношение CaO : ПВАД в РПП	Масса CaO в РПП, г	Концентрация ионов Ca в растворе	Растворимость, моль/л
1	1,3:1	1,7	0,0304	0,164
1,5	1,3:1	2,54	0,045	0,111
2	1,3:1	3,4	0,0607	0,0823
2,5	1,3:1	4,24	0,0757	0,066
3	1,3:1	5,1	0,091	0,0549

Данные таблицы подтверждают, что увеличение концентрации ионов Ca²⁺ в растворе за счет введения релаксационных полимерных добавок снижает растворимость сульфата кальция и, как результат, замедляет сроки схватывания.

Выводы

Таким образом, результаты исследований подтвердили возможность использования предложенных составов релаксационных добавок для регулирования свойств гипсовых вяжущих.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алексеев, В. Н. Количественный анализ [Текст] / В. Н. Алексеев. – Москва: Химия, 1972. – 504 с.
2. Балмасова, Г. Ф. Сравнительный анализ европейского и азиатского рынков химических добавок для сухих строительных смесей [Текст] / Г. Ф. Балмасова, П. И. Мешков // Строительные материалы. – 2006. - №3. – С. 9 – 11.
3. Парикова, Е. В. Модифицирование сухих гипсовых смесей введением комплексной добавки на основе метилцеллюлозы [Текст] / Е. В. Парикова // Строительные материалы. – 2006. - №3. – С. 18 – 19.

REFERENCES

1. Alekseev V. N. *Kolichestvennyiy analiz* [Quantitative analysis]. – Moskva: Himiya, 1972. – 504 p. (in Russian).
2. Balmasova G. F. *Sravnitelnyiy analiz evropeyskogo i aziatskogo ryinkov himicheskikh dobavok dlya suhikh stroitelnykh smesey* [Comparative analysis of the European and Asian markets of chemical additives for dry building mixes]. *Stroitelnyye materialy* [Building materials]. – 2006. - no. 3. – pp. 9 – 11.
3. Parikova E. V. *Modifitsirovanie suhikh gipsovykh smesey vvedeniem kompleksnoy dobavki na osnove metiltselyulozy* [Modification of dry gypsum mixes with the introduction of a complex additive on the basis of methylcellulose]. *Stroitelnyye materialy* [Building materials]. – 2006. - no. 3. – pp. 18 – 19.

Статья поступила в редколлегию 15.09.2016

УДК 628.4.033:362.12

ПУТИ УТИЛИЗАЦИИ ОПАВШИХ ЛИСТЬЕВ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА

ДЬЯКОНОВ А. В.¹, *соискатель*,
 ДЬЯКОНОВ В. И.,^{2*} *к.т.н, доц.*,
 СКРИПНИК Е. С.,^{3*} *к.т.н.*

¹ Кафедра безопасности жизнедеятельности, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко, ул. Артема, 44, 61002, Харьков, Украина, тел. (066) 723-00-94, e-mail: avd_82@mail.ru

^{2*} Кафедра охраны труда и безопасности жизнедеятельности, Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А. Н. Бекетова, ул. Революции, 12, 61002, Харьков, Украина, тел. (066) 723-00-94, e-mail: dyakonov_1953@mail.ru

^{3*} Кафедра охраны труда и безопасности жизнедеятельности, Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А. Н. Бекетова, ул. Революции, 12, 61002, Харьков, Украина, тел. (096) 763-66-12, e-mail: elenaskripnik_86@mail.ru

Аннотация. *Цель.* В статье рассматриваются существующие подходы к обращению с опавшей листвой в пределах крупных городов, дается эколого-экономическая оценка возможных утилизационных мероприятий, предлагаются варианты использования опавших листьев в качестве вторичного сырья. *Методика.* Методы исследований, используемые при написании статьи, основанные на комплексном подходе к изучению экономико-экологических проблем, в частности энергетики, легкой и пищевой промышленности, экологии. *Результаты.* Большие объемы потенциального ресурса вызывают значительный интерес направлениям возможного применения. Энергетический, экологический, конструкционный и др. пути использования растительных отходов с урбанизированных территорий города, имеют за собой прямой экономическую прибыль. *Научная новизна.* Экологический и экономический эффекты от использования такого брикетного топлива для малой и средней энергетики позволяют определить конкурентоспособность этого вида топлива по сравнению с традиционным. *Практическая значимость.* Использование опавших листьев является перспективным направлением, а сама сырьевая база недостаточно задействованной. Среди приоритетных вариантов использования опавших листьев, как вторичного ресурса является компостирования с последующим получением биогаза и удобрений. Применение технологии изготовления брикетированного топлива сгорая листья с использованием КВЧ технологии имеют перспективное направление развития, и на данный момент недостаточно развита.

Ключевые слова: опавшие листья, скошенная трава, топливо, растительные отходы.

ШЛЯХИ УТИЛІЗАЦІЇ ОПАЛОГО ЛИСТЯ НА ТЕРИТОРІЯХ МІСТА

ДЬЯКОНОВ О. В.¹, *здобувач*,
 ДЬЯКОНОВ В. І.,^{2*} *к.т.н, доц.*,
 СКРИПНИК О. С.^{3*} *к.т.н.*