

УДК 666.91

DOI: 10.15587/2313-8416.2015.56362

ИССЛЕДОВАНИЯ ГИПСОВОГО ВЯЖУЩЕГО ИЗ ФОСФОГИПСА И СУХАЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ СМЕСЬ НА ЕГО ОСНОВЕ

© И. Э. Казимагомедов, О. И. Дехтярюк

Исследовано влияния примесей в фосфогипсе на процесс гидратации гипсового вяжущего, полученного методом интенсивной дегидратации. Определен фазовый состав фосфогипса до и после обжига с помощью РФА, ИК-спектроскопии и кристаллооптического анализа. Сухая строительная смесь для штукатурки внутренних стен зданий и сооружений на основе $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ полученного из фосфогипса. Приведены ее преимущества и физико-технические характеристики

Ключевые слова: фосфогипс, гипсовое вяжущее, примеси, фтор, фосфор, гидратация, сухая строительная смесь, штукатурка стен

Gypsum binder was received by the method of intensive dehydration and the influence of admixture in phosphogypsum on the hydration process of gypsum binder was researched. Phase composition of phosphogypsum before and after calcination, using XFA, IR-spectroscopy and crystal optic analysis was defined. Dry mortar for plaster of interior walls of buildings on the basis of $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ obtained from phosphogypsum is investigated. Its advantages and physical and chemical characteristics are shown

Keywords: phosphogypsum, gypsum binder, impurities, fluorine, phosphorus, hydration, dry mortar, plaster of walls

1. Введение

Основным сырьем для гипсовых штукатурных смесей является гипсовое вяжущее вещество (полуводный гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$), которое получают различным путем обжига природного гипсового камня (двуводный гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) или гипсосодержащих отходов промышленности. w

В настоящее время на Украине, как и в других странах, остро стоит вопрос переработки техногенных отходов, в частности фосфогипса. Это отход химической промышленности, образующийся при производстве минеральных удобрений (фосфорной кислоты) в результате переработки апатитовых и фосфорных пород и хранящийся в отвалах на открытом воздухе. В своем составе он содержит до 98 % двуводного гипса, в соответствии с ДСТУ данное сырье относится к первому сорту для получения гипсового вяжущего. В своем составе фосфогипс содержит до 98 % двуводного гипса ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), поэтому он может служить сырьем для производства гипсовых материалов и изделий.

2. Литературный обзор

Таковыми учеными Болотских Н. С., Бабушкин В. И., Винниченко В. И., Казимагомедов И. Э., Кондрашенко Е. В., Мамедов А. А. в ХНУСА была разработана установка для обжига фосфогипса во взвешенном состоянии [1]. В результате обжига получается гипсовое вяжущее, которое можно использовать для производства сухих строительных смесей. Научный интерес представляет исследования фазового состава полученного вяжущего. А так же исследование физико-механических характеристик сухой строительной смеси, на основе гипсового вяжущего из фосфогипса с применением керамзитовой пыли и полипропиленовой фибры.

3. Цель и задачи

Определить какое влияние оказывают примеси фтора и фосфора в фосфогипсе на процесс дегидра-

тации (термообработки при $t=300$ °С) и свойства полученного гипсового вяжущего. А так же на основе полученного гипсового вяжущего марки Г-4 – Г-5 из фосфогипса методом интенсивной дегидратации, разработать состав сухой строительной смеси для штукатурки стен внутри помещений.

4. Исследования

Примеси фтора и фосфора имеют такие особенности [2]:

– фтор не растворим в воде и является самым сильным окислителем $2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HF} + \text{O}_2$;

– фосфор быстро окисляется на воздухе, а при нагревании воспламеняется и сгорает, выделяя при этом большое количество теплоты, а так же не растворим в воде $\text{P}_2\text{O}_5 + 5\text{C} = 2\text{P} + 5\text{CO}$.

Эти качества отрицательно влияют на процесс дегидратации фосфогипса, поэтому обычные методы его переработки включают в себя промывку водой и нейтрализацию от примесей [3, 4]. Учитывая то, что паспорт качества исследуемого фосфогипса показывает, что содержание в нем этих примесей менее 2 %, а так же то, что он отвальный (т. е. он долгое время находится на воздухе и естественным путем происходила его промывка дождевой водой) дает нам основание считать возможным получение гипсового вяжущего без предварительной подготовки.

С помощью методов ИК-спектроскопии и кристаллооптического анализа исследован фазовый состав:

1) исходного сырья фосфогипса



2) фосфогипса после обжига при $t=300$ °С;

3) образца после гидратации. Микрофотографии испытуемых образцов представлены на рис. 1–3.

Проведенные исследования подтверждают, что фосфогипс можно использовать для производства сухих строительных смесей. Разработанная ССС со-

держит в своем составе следующие компоненты. Основное вещество – это полугидрат кальция на основе фосфогипса, образующегося в Украине на предприятии химического производства ОАО „Сумыхимпром”, а так же добавки, влияющие на свойства штукатурной сухой смеси. Для увеличения объема материала и придания ему легкости был добавлен отход керамзитовой пыли. Как армирующий компонент использовали полипропиленовое волокно. Чтобы избежать изменений в объеме штукатурки и улучшить ее удобоукладываемость была использована гашеная известь $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Введенная лимонная кислота, применяемая как замедлитель схватывания, которая позволяет продлить время работы с раствором. Так же были добавлены загуститель – эфир крахмала, который предотвращает расслоение материала. Для создания прочной, гладкой и ровной поверхности необходимо использовать добавки, повышающие адгезионные качества, в данном случае была применена добавка Бермоколл, которая в свою очередь контролирует потерю воды и обеспечивает надлежащее схватывание связующего, не позволяя возникновению трещин. Для экономичного исполь-

зования воды и повышения морозостойкости использовалась воздухововлекающая добавка.

Преимуществом данной гипсовой штукатурки является возможность нанесения ее на различные поверхности, такие как бетон, газобетон, пористый бетон, каменная кладка из кирпича, цементная штукатурка внутри помещений с сухой и нормальной влажностью без дополнительной обработки основания.

5. Результаты исследований

Судя по данным кристаллооптического анализа и инфракрасной спектроскопии исходное сырье $\text{CaSO}_4 \cdot (\text{HPO}_4) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ двуводный сульфат кальция после обжига при температуре 300 °С частично (прореагировало до 80 %) перешел в полуводный сульфат кальция. $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ после смешивания с водой в процессе гидратации произошел полный фазовый переход полугидрата в двуводный гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Все образцы содержат примесные фазы кальция и магнезита, содержание которых образце № 3 достигает ~5 %.

Основные физико-технические характеристики полученной смеси приведены в табл. 1.

Таблица 1

Физико-технические характеристики сухой строительной смеси на основе фосфогипса

№	Характеристики	Ед.изм.	Значение
1	Насыпная плотность	кг/м ³	650...750
2	Водотвердое отношение	–	0,6–0,8
3	Температура приготовления раствора	°С	от +5 до +30
4	Температура основания	°С	от +5 до +25
5	Время обработки раствора	мин	100–120
6	Толщина слоя раствора	мм	2–15
7	Расход при слое 10мм	кг/м ²	3–5 (в зависимости от неровностей поверхности)
8	Высыхание	сутки	2–4
9	Плотность затвердевшего раствора	кг/м ³	850...1000
10	Прочность при сжатии	МПа	5–7
11	Прочность на растяжение при изгибе	МПа	2,5–5
12	Прочность сцепления	МПа	0,5–1,2
13	Срок хранения	мес	около 6

Данную сухую строительную смесь необходимо хранить в сухих условиях в расфасованном виде в полиэтиленовых мешках.

6. Выводы

Теоретические предпосылки получения гипсового вяжущего из фосфогипса без промывки водой и нейтрализации примесей подтверждены исследованиями фазового состава материала в процессе его термообработки. Присутствие магнезита и кальцита в конечном продукте объясняет, почему произошел полный фазовый переход полуводного гипса $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ в двуводный гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Кальцит и магнезит после термообработки не прореагировали (т. к. им нужна была более высокая температура для реакции), поэтому они остались в кристаллической решетке полученного гипсового вяжущего, что дало преимущества в процессе гидратации, которые заключаются в повышении коэффициента водостойкости и прочности гипсового вяжущего.

Благодаря влиянию примесей в фосфогипсе на процесс получения гипсового вяжущего стало возможным получение гипсового вяжущего марки Г-4 – Г-5, которое относится к строительному гипсу. На основе полученного гипсового вяжущего была разработана сухая строительная смесь для штукатурки стен. По условиям применения согласно ДСТУ-П Б В.2.7-126:2006 «Смеси строительные сухие модифицированные. Общие технические условия». полученная смесь относится к классу для внутренних работ в сухих помещениях (относительной влажностью до 60 % включительно), по виду вяжущего гипсовым (Г), по назначению смесь относится к группам ШТ1, ШТ2, ШТ3, ШТ4.

Литература

1. Болотских, Н. С. Низкотемпературный обжиг гипса во взвешенном состоянии [Текст] / Н. С. Болотских, В. И. Бабушкин, В. И. Винниченко, И. Э. Казимагомедов, Е. В. Кондрашенко, А. А. Мамедов // Научный вестник строительства. – 2001. – Вып. 13. – С. 209–213.

2. Винчелл, А. Н. Оптические свойства искусственных минералов [Текст] / А. Н. Винчелл, Г. Винчелл. – М.: Мир, 1967. – 326 с.
3. Глинка, Н. Л. Общая химия [Текст] / Н. Л. Глинка. – Ленинград.: Химия, 1976. – 711 с.
4. Иваницкий, В. В. Фосфогипс и его использование [Текст] / В. В. Иваницкий, П. В. Классен, А. А. Новиков и др. – М.: Химия, 1990. – 224 с.
5. Мчедлов-Петросян, О. П. Химия неорганических строительных материалов [Текст] / О. П. Мчедлов-Петросян. – М.: Стройиздат, 1988. – 304 с.
6. Пашенко, А. А. Вяжущие материалы [Текст] / А. А. Пашенко, В. П. Сербин, Е. А. Старчевская. – К.: Вища школа, 1985. – 435 с.
7. Саницкий, М. А. Вплив модифікаторів на морфологію кристалів та властивості гіпсових в'язучих [Текст] / М. А. Саницький, Р. А. Солтисік, Х.-Б. Фішер // Вісник НУ «Львівська політехніка». – 2000. – № 414. – С. 61–64
8. Ферронская, А. В. Эффективные гипсовые материалы и изделия [Текст] / А. В. Ферронская, В. Ф. Коровяков // Строительные материалы. – 1998. – № 8. – С. 20–21
9. Ферронская, А. В. Гипс в современном строительстве [Текст] / А. В. Ферронская // Строительные материалы. – 1995. – № 2. – С. 16–19.
10. Van der Marel Atlas of infrared spectroscopy of clay minerals and their admixtures [Text] / Van der Marel, H. Beutelspacher. – Amsterdam: Elsevier scientific publishing company, 1976. – 396 p.

References

1. Bolotskih, N. S., Babushkin, V. I., Vinnichenko, V. I., Kazimagomedov, I. Je., Kondrashenko, E. V., Mamedov, A. A. (2001). Nizkotemperaturnyj obzhig gipsa vo vzveshennom sostojanii. Nauchnyj vestnik stroitel'stva, 13, 209–213.
2. Vinchell, A. N., Vinchell, G. (1967). Opticheskie svoystva iskusstvennyh materialov. Moscow: Mir, 326.
3. Glinka, N. L. (1976). Obshaya khimiya. Leningrad: Khimiya, 711.
4. Ivanizkii, V. V., Klassen, P. V., Novikov, A. A. (1990). Fosfogips i ego ispolzovanie. Moscow: Khimiya, 224.
5. Mchedlov-Petrosyan, O. P. (1988). Khimiya neorganicheskikh stroitel'nykh materialov. Moscow: Stroizdat, 304.
6. Pashenko, A. A., Serbin, V. P., Starchevskaya, E. A. (1985). Vyagyshe materialu. Kyiv: Visha shkola, 435.
7. Sanyckyj, M. A., Soltysik, R. A., Fisher, H.-B. (2000). Vplyv modyfikatoriv na morfologiju krystaliv ta vlastyvyosti gipsovyh v'jazhuchyh. Visnyk NU «L'viv'ska politehnika», 414, 61–64.
8. Ferronskaja, A. V., Korovjakov, V. F. (1998). Jeffektivnye gipsovye materialy i izdelija. Stroitel'nye materialy, 8, 20–21
9. Ferronskaja, A. V. (1995). Gips v sovremennom stroitel'stve. Stroitel'nye materialy, 2, 16–19.
10. Van der Marel, Beutelspacher H. (1976). Atlas of infrared spectroscopy of clay minerals and their admixtures. Amsterdam: Elsevier scientific publishing company, 396.

*Рекомендовано до публікації д-р техн. наук, професор Вандоловський О. Г.
Дата надходження рукопису 24.11.2015*

Казимагомедов Ибрагим Эмирчубанович, кандидат технических наук, доцент, кафедра строительных материалов и изделий, Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, ул. Сумская, 40, г. Харьков, Украина, 61002
E-mail: kazimagomedov.1957@mail.ru

Дехтярюк Ольга Игоревна, аспирант, инженер, кафедра строительных материалов и изделий, Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, ул. Сумская, 40, г. Харьков, Украина, 61002
E-mail: olga_r_08@list.ru

УДК 62-543.3.007.51

DOI: 10.15587/2313-8416.2015.56364

ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ ВИБОРУ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ ТА КОНТРОЛЮ У ОЛІЙНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

© **В. П. Самодуров**

Проаналізовано сучасні алгоритми вибору технічних засобів автоматизації, їх переваги та недоліки. Досліджені критерії та параметри, з яких вони складаються. Використовуючи науковий підхід, визначені головні етапи, за якими йде вибір засобу незалежно від його призначення та реалізації. Запропоновано оптимальний алгоритм вибору технічних засобів та перевірено його працездатність на прикладі реального об'єкта

Ключові слова: автоматизація, алгоритм, вартість, дослідження, засіб, оптимальність, параметр, регулювання, система, якість

The modern selection algorithms of technical means of automation, their advantages and disadvantages are analyzed. Their criteria and parameters are researched. The main stages are identified, followed by a choice of means, regardless of its purpose and implementation, are identified using a scientific approach. Optimal selection algorithm of technical means is offered and its performance on the example of the real object is tested
Keywords: automation, algorithm, cost, research, mean, optimality, parameter, regulation, system, quality