

УДК 691.215.1:691.5:661.25

Магистрант М.А. Комаров

Науч. сотр. Н.Г. Короб

Науч. рук. профессор, д.т.н. М.И. Кузьменков

(кафедра химической технологии вяжущих материалов, БГТУ)

ПОЛУЧЕНИЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО ДИГИДРАТА СУЛЬФАТА КАЛЬЦИЯ И ПЕРЕРАБОТКА ЕГО НА ГИПСОВЫЕ ВЯЖЕЩИЕ

Гипсовые вяжущие и изделия на их основе являются малоэнергоемкими перспективными строительными материалами. При высоких потребительских свойствах (гигиеничность, огнестойкость, биостойкость, обеспечение благоприятного климата в помещении) они имеют не высокую стоимость по сравнению с другими строительными материалами.

В России в настоящее время доля гипсовых вяжущих составляет не более 5% в общем балансе минеральных вяжущих, а в Беларуси этот показатель ещё ниже – менее одного процента. В Германии доля гипсовых вяжущих в общем балансе минеральных вяжущих составляет 25-27 %, в США – около 20%[1].

Номенклатура производимых гипсовых вяжущих в СНГ и в Беларуси весьма узкая – строительный гипс около 95 %, высокопрочный гипс около 5 %. Доля ангидритового вяжущего незначительна, а многофазные (полиминеральные) вообще не производятся, хотя их количество во многих странах неуклонно растёт, достигнув в настоящее время около 30 %.

Ввиду отсутствия в нашей республике необходимого объема выпуска гипсовых вяжущих потребность в строительных материалах на их основе покрывается за счет импорта, что напрямую связано с состоянием сырьевой базы в Республике Беларусь, а именно с отсутствием запасов природного гипса.

Все виды гипсовых вяжущих (строительного, высокопрочного и ангидритового) получают в основном из следующих гипсосодержащих материалов – природного гипса, техногенных продуктов (сульфогипса, фосфогипса, борогипса, титаногипса, цитрогипса и др.) или синтетического гипса.

Исходя из этого, вся потребность в природном гипсовом камне в Беларуси удовлетворяется исключительно за счет импорта из Украины, Молдовы, России.

В технологическом цикле производства жаростойкого волокна Арселон на ОАО «СветлогорскХимволокно» ежегодно образуется

около 7 000 тонн (в пересчете на 100%) разбавленной 52-55% серной кислоты. До настоящего времени целью ее утилизации производилась нейтрализация плавсодой, а затем сбрасывалась в реку Березина.

Наличие в Республике Беларусь высококачественного карбонатного сырья является предпосылкой выбора его в качестве сырья для получения синтетического дигидрата сульфата кальция, который может быть получен из меловой суспензии и отработанной 52-53% серной кислоты. Такое направление в гипсовой промышленности является сравнительно новым.

Технологический процесс получения синтетического гипса из отработанной серной кислоты и карбонатного сырья будет состоять из следующих основных этапов: приготовление суспензии мела; разложение мела серной кислотой; выделение дигидрата сульфата кальция путем фильтрации или центрифугирования; возврат маточно-го раствора в цикл на стадию приготовления суспензии мела.

Для переработки синтетического гипса были выбраны 3 варианта:

- переработка синтетического дигидрата сульфата кальция на строительный гипс (β -CaSO₄·0,5H₂O);
- автоклавная переработка синтетического гипса на высокопрочное гипсовое вяжущее;
- термическое получение ангидритового вяжущего.

Технологический процесс переработки синтетического дигидрата сульфата кальция на строительный гипс состоит из следующих стадий: варка синтетического гипса в гипсоварочных котлах; выдержка строительного гипса для усреднения состава; упаковка и отгрузка потребителю.

Полученные данные свойств строительного гипса по данной технологии представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические свойства строительного гипса

Свойство	Строительный гипс полученный на основе синтетического гипса	Строительный гипс по ГОСТ 125-79
Цвет	серый	серый
Удельная поверхность	0,43 м ² /г	0,3-0,5 м ² /г
Водопотребность	51 %	50-70 %
Предел прочности на сжатие	5-7 МПа	4-5 МПа
Сроки схватывания:		
Начало	Не ранее 2 мин	Не ранее 2 мин
Конец	Не более 10 мин	Не более 15 мин

Таким образом результаты лабораторных исследований по переработке синтетического гипса на β -полугидрат сульфата кальция показали принципиальную возможность организации производства этого строительного материала с целью частичного импорта замещения и расширения линейки отделочных материалов.

Получение высокопрочного гипсового вяжущего из синтетического гипса осуществлялось автоклавным методом и включает следующие типовые технологические стадии: брикетирование синтетического гипса; гидротермальную обработку дигидрата сульфата кальция с получением α -полугидрата; дробление брикетов полугидрата сульфата кальция; сушку раздробленного полугидрата сульфата кальция; измельчение материала; складирование.

Высокопрочное гипсовое вяжущее, полученное по вышеописанному способу, характеризуется следующими сроками схватывания: начало 4-6 минут, окончание 10-11 минут. Это свидетельствует о том, что полученное вяжущее является быстротвердеющим и удовлетворяет требованиям нормативно-технической документации на высокопрочные гипсовые вяжущие. В случае необходимости регулирования сроков схватывания в более широком диапазоне времени могут быть применены добавки.

Полученное гипсовое вяжущее является вяжущим средней водостойкости с $K_p = 0,49$.

Экспериментальным путем, по диаметру расплыва теста, которое составило 177 мм, было установлено водогипсовое отношение для полученного гипсового вяжущего, которое составило 0,45, что соответствует требованиям ГОСТ 23789-79.

Проведенными исследованиями установлено, что свойства полученного высокопрочного гипсового вяжущего по разработанной технологии находятся на уровне зарубежных аналогов, используемых при производстве сухих строительных смесей и в составе самонивелиров. Марка получаемого по предлагаемой технологии гипсового вяжущего – Г10-Г22 [2].

Получение ангидритового вяжущего из синтетического гипса осуществлялось традиционным термическим способом и состоит из следующих стадий:

- гранулирование синтетического гипса (подача в порошкообразном виде);
- термическая обработка;
- помол ангидритового вяжущего;
- складирование и отгрузка потребителям.

На данный момент ведутся исследования свойств полученного ангидритового вяжущего.

Выполненный цикл исследовательских работ по получению синтетического гипса и переработки его на β -полугидрат сульфата кальция (строительный гипс) показал принципиальную возможность организации производства этих строительных материалов в промышленном масштабе с использованием гипсоварочного котла непрерывного действия. Однако в связи с тем, что α -модификация полугидрата сульфата кальция характеризуется более высокими прочностными показателями, а, следовательно, и более широкими возможностями применения (всегда можно разбавить менее качественным вяжущим, например, при производстве сухих строительных смесей), было принято решение выбрать целевым продуктом высокопрочное гипсовое вяжущее.

Это открывает более широкие перспективы с точки зрения его использования как в составе сухих строительных смесей, вместо закупаемых по импорту, так и при производстве гипсокартонных листов и другой строительной продукции.

По мнению ЗАО «Самарский гипсовый комбинат», лидера российского рынка высокопрочных сепарированных гипсовых вяжущих, именно высокопрочные гипсовые вяжущие являются лучшей основой для производства современных сухих строительных смесей. Поскольку в рецептуру такой смеси требуется введение большего количества пластификаторов, итоговая себестоимость смеси на «дешевом» строительном гипсе получится существенно выше.

Уникальность предложенного технологического решения состоит в том, что в настоящее время технологии получения синтетического гипса из отработанной серной кислоты и перекристаллизации его в высокопрочное гипсовое вяжущее ни в Беларуси, ни в странах СНГ нет, что является отличительной особенностью, так как все производства по получению гипсовых вяжущих в этих странах базируются на природном гипсовом сырье.

По данным ОАО «СветлогорскХимволокно» первая партия синтетического гипса поступит на внутренний рынок во втором квартале 2019 года. Таким образом отечественный дигидрат сульфата кальция позволит увеличить долю гипсовых вяжущих в общем балансе минеральных вяжущих производимых в Республике Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьменков, М.И. Переработка синтетического гипса на α - CaSO_4 автоклавным способом / М.И. Кузьменков, Д.М. Кузьменков,

Н.Г. Стародубенко // Труды БГТУ. – 2016. – № 3: Химия и технология неорганических веществ. – С.21-24.

2. Комаров, М.А. Переработка отработанной серной кислоты ОАО «СветлогорскХимволокно» на синтетический гипс и высокопрочное гипсовое вяжущее / М.А. Комаров, М.И. Кузьменков, Н.Г. Короб, Д.М. Кузьменков // Международная техническая конференция «Наука и технология строительных материалов: состояние и перспективы их развития» посвященная 60-летию научно-педагогической деятельности профессора Н.М. Бобковой: материалы конференции, Минск, 25-27 октября 2017 г. / Белорусский государственный технологический университет. – Минск 2017. С. 109–114.

УДК54.052+54.03

Студ. А. В. Романовская, магистрант Д. В. Кононович
Науч. рук. доц. В. В. Жилинский,
(кафедрахимии, технологии электрохимических производств и
материалов электронной техники, БГТУ)

СИНТЕЗ ОЛОВЯННО-МОЛИБДЕНОВЫХ ОКСИДНЫХ КОМПОЗИТОВ НА МАССИВАХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК ДЛЯ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

Сверхтонкие пленки и эпитаксиальные гомо- и гетерослоии оксидов олова и молибдена широко используются при создании эффективных фотопреобразователей, излучателей и сенсоров, а также для получения биполярных и полевых транзисторных структур на основе полупроводниковых соединений[1].

В последние несколько лет определилось новое направление организации наноструктурированных пленочных композитов, которое связано с использованием высокоупорядоченных матриц из углеродных нанотрубок. При совмещении методов нанопористого анодирования алюминия и последующего формирования в пористой матрице массивов углеродных нанотрубок открываются возможности для формирования уникальных пленок для перспективных светодиодов, микросенсоров, солнечных батарей и различных элементов микроэлектроники (тонопленочные резисторы, конденсаторы малой емкости, катушки индуктивности и др.)[2].

В данной работе проводились исследования процесса формирования оловянно-молибденовых оксидных пленок из водных растворов методом послойного осаждения на массивах углеродных нанотрубок (УНТ).