

М.И. Кузьменков, проф., д-р техн. наук;

Н.М. Шалухо, доц., канд. техн. наук;

Е.В. Лукаш, доц., канд. техн. наук;

Д.М. Кузьменков, ст. науч. сотр., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

ПУТИ ПЕРЕРАБОТКИ СИНТЕТИЧЕСКОГО ГИПСА НА ГИПСОВЫЕ ВЯЖУЩИЕ

В отличие от природного сырья ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) переработка синтетического дигидрата сульфата кальция в технической литературе освещена крайне недостаточно. В основном она посвящена переработке сульфогипса, являющегося побочным продуктом на теплоэлектростанциях, работающих на каменном угле. В нем, как известно, содержится практически всегда некоторое количество серы. При сжигании каменноугольной пыли на ТЭЦ сера сгорает, образуя сернистый ангидрид – SO_2 . В дальнейшем непосредственно на ТЭЦ происходит окисление сернистого газа в серный ангидрид и в конечном итоге путем нейтрализации известковым молоком последним образуется сульфогипс – двуводный сульфат кальция. Поскольку в Европе теплоэлектростанции работали преимущественно на каменном угле, это ведет неизбежно к образованию больших количеств синтетического гипса – сульфогипса, который в настоящее время перерабатывается как на строительный гипс – $\beta\text{-CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, высокопрочный $\alpha\text{-CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, ангидрид CaSO_4 и супергипс, успешно используемый в ортопедической стоматологии.

Перспективным направлением оказалось вовлечение техногенных продуктов в качестве сырья для получения синтетического гипса. На ОАО «СветлогорскХимволокно» при производстве жаростойкого волокна «Арселон» образуется около 10000 т в год серной кислоты в пересчете на 100%-ый моногидрат, которую до недавнего времени нейтрализовывали кальцинированной содой и затем образующийся раствор сливался в реку Березина [1, 2]. Ранее нами была выполнена работа по получению синтетического гипса с использованием в качестве карбонатного сырья природного мела [3].

Для придания большей с логистической точки зрения привлекательности доставки сырья в настоящем исследовании в качестве карбонатного сырья был использован в качестве нейтрализующего агента техногенный продукт, образующийся на Белорусском металлургическом заводе при дроблении известняка и неиспользуемый до настоящего времени.

По заказу ОАО «СветлогорскХимволокно» были выполнены системные исследования по получению синтетического дигидрата сульфата кальция, используя для этих целей упомянутые техногенные продукты – отработанную серную кислоту концентрацией 52–53 % и мелкую фракцию известняка.

Технологический процесс включает следующие стадии:

- прием и складирование известнякового щебня;
- помол щебня и приготовление известняковой суспензии;
- прием в цех отработанной серной кислоты;
- подача реагентов в реакторное отделение;
- фильтрация суспензии с получением осадка $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ с влажностью 12–14 %.

Проведено системное исследование влияния технологических параметров на выход целевого продукта и размер образующихся агломератов. Установлено, что наиболее действенным параметром является концентрация H_2SO_4 и известняковой суспензии, температура в реакторе, гранулометрический состав синтетического дигидрата сульфата кальция, влияние эффективности флокулянтов, вводимых на стадии синтеза для укрупнения частиц осадка. Преимущественный размер частиц составил 300–500 мкм.

На основании выполненных исследований были разработаны исходные данные на проектирование, которое осуществила компания SULTRADE Praha spol. s. r.o. (Чехия). Указанная компания выполнила рабочий проект цеха с годовой мощностью 10000 т, поставила технологическое оборудование на ОАО «СветлогорскХимволокно», осуществила его монтаж и пуско-наладочные работы. Реализация этого проекта позволила решить важную экологическую задачу – утилизацию отработанной серной кислоты.

Значительное содержание свободной влаги (12–14 %) осложняет, а в ряде случаев делает невозможным применение синтетического гипса. Это касается в первую очередь цементных заводов, где он мог бы использоваться вместо импортного природного гипса на стадии помола цемента.

Из известных способов переработки синтетического гипса заслуживает внимание получение из него строительного гипса, используя для этих целей в качестве основного технологического оборудования роторный кальцинатор, представляющий собой барабан размером $2,8 \times 10$ м, в который по трубам, расположенным внутри барабана подается теплоноситель, получаемый от сжигания топлива. Влажный продукт подается в роторный кальцинатор по межтрубному пространству. Такой аппарат обеспечивает получение строительного гипса марки Г5–Г7, который с успехом используется для производства сухих строи-

тельных смесей на его основе. С нашей точки зрения, это наиболее подходящий тип оборудования для переработки синтетического гипса на строительный гипс.

Одним из направлений переработки синтетического гипса является получение из него высокопрочных гипсовых вяжущих, в которых нуждаются такие предприятия как ОАО «Керамин», ОАО «Белхудож-керамика» и др [4, 5].

Основными стадиями технологического процесса являются:

- брикетирование синтетического гипса;
- гидротермальная обработка брикетов в автоклаве;
- помол брикетов с получением порошкообразного высокопрочного гипса модификации $\alpha\text{-CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$.

Свойства гипсового вяжущего, полученного по указанной технологии приведены в таблице.

Таблица – Свойства высокопрочного гипсового вяжущего

Наименование показателя	Значение показателя	
	фактическое	соответствие требованиям ГОСТ 125
1. Прочность, МПа: – на сжатие, не менее – на изгиб, не менее	16,0 6,0	соответствует соответствует
2. Тонкость помола по остатку на сите № 02, мас. %, не более	0,1	соответствует
3. Сроки схватывания, мин: – начало – конец	43 не нормируется	соответствует медленнотвердеющим
4. Водопоглощение, мас. %	32	соответствует
5. Объемное расширение, мас. %, не более	0,1–0,2	соответствует
6. Содержание металлопримесей в 1 кг гипса, мас. %, не более	< 8	соответствует

Перспективным направлением переработки синтетического гипса на строительный может стать способ гетерогенного катализа, сущность которого состоит в использовании водоотнимающей способности карбамида. Действие вводимого карбамида в порошкообразный дигидрат сульфата кальция заключается в его водоотнимающей способности, обеспечивающей отщепление части кристаллизационной воды с образованием аддукта «карбамид – вода». Аддукт на второй стадии теряет воду и впоследствии расходуется на реакцию гидратации ранее образовавшихся ангидрита и полугидрата сульфата кальция.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьменков, М. И. Технология производства синтетического дигидрата сульфата кальция и переработка его на строительный гипс / М.И. Кузьменков, Д.М. Кузьменков, В.И. Вовк // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2020. – № 10. – С. 101–108.
2. Кузьменков, М.И. Технология производства синтетического дигидрата сульфата кальция и переработка его на гипсовые вяжущие / М.И. Кузьменков, Д.М. Кузьменков, В.И. Вовк // Инновационные силикатные и тугоплавкие неметаллические материалы и изделия: свойства, строение, способы получения: материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Минск: БГТУ, 2020. – С. 54–58.
3. Богданович, И.А. Синтез дигидрата сульфата кальция – полупродукта для высокопрочного гипсового вяжущего / И.А. Богданович, М.И. Кузьменков, И.А. Белов // Silikatu technologija: tarptautines konferencijos pranesimu medziaga, Kauno, 1999 m. balandzio 21–23 d. – Kauno: Kauno technologijos universitetas, 1999. – С. 9–12.
4. Кузьменков, М.И. Разработка режима получения высокопрочного гипсового вяжущего из синтетического дигидрата сульфата кальция / М.И. Кузьменков, Е.В. Лукаш, Н.М. Шалухо, Д.С. Щемарев // Республиканская научно-практическая конф. с международ. участием «Инновационные технологии переработки минерального и техногенного сырья химической, металлургической, нефтехимической отраслей и производства строительных материалов»: сб. науч. работ. – Ташкент, 12–14 мая 2022 г. / Институт общей и неорг. химии АН РУЗ. – Ташкент: ИОНХ АН РУЗ, 2022 [Электронный ресурс]. – С. 649–651.
5. Кузьменков, М.И. Переработка синтетического гипса на α -CaSO₄ · 0,5H₂O автоклавным способом / М.И. Кузьменков, Д.М. Кузьменков, Н.Г. Стародубенко // Труды БГТУ. – 2016. – 2016. – №3. – С. 21–24.