

УДК 691

Шеремет Б.В. Науч. рук. Яглов В.Н.

Методы утилизации фосфогипса

ФГДЭ, 1 курс

Утилизация промышленных отходов является одним из радикальных решений проблемы ликвидации загрязнения окружающей среды и сохранения равновесия между экологической средой и развивающейся промышленностью. Реализация этой проблемы может быть найдена в результате организации замкнутых циклов безотходного производства. В связи с этим большое значение приобретает использование промышленных отходов в качестве вторичного сырья.

Одним из наиболее перспективных направлений утилизации промышленных отходов является использование их в строительстве и производстве строительных материалов, что позволяет на 40% удовлетворить потребности в сырье. Применение отходов позволяет на 10-30% снизить затраты на изготовления строительных материалов по сравнению с производством их из природного сырья. Экономия капитальных вложений при этом составляет 35-40% [1].

Среди строительных материалов достойное место занимают гипсовые вяжущие и изделия на их основе, которые характеризуются высокой огнестойкостью, звукоизолирующей способностью, гигиеничностью, широким диапазоном прочностных характеристик и малой теплопроводностью. При этом удельные капитальные затраты в производство гипсовых вяжущих в 2 раза, а энергозатраты в 4 раза ниже, чем на получение клинкерных цементов. Однако за последние десятилетия производство гипсовых строительных материалов и

изделий продолжает сокращаться. Эта негативная тенденция продолжает действовать и сегодня. Следует отметить, что кроме общих причин объективного и субъективного характера, связанных с заниженными ценами на энергоносители и гипертрофированным развитием сборного железобетона, в практике отечественного и, частично, зарубежного производства гипса и изделий на его основе существуют две основные нерешенные проблемы.

Первая проблема связана с состоянием сырьевой базы гипсовой промышленности. Беларусь не располагает месторождениями природного гипса. Поэтому, развитие сырьевой базы гипсовой промышленности и использование гипсосодержащих отходов и попутных продуктов различных отраслей промышленности является важной задачей. Вторая проблема связана, прежде всего, с устаревшей технологией производства гипсовых строительных изделий, которые применяются по настоящее время на большинстве строительных предприятий. Например, производя сравнение по такому важному показателю, как удельный расход вяжущего в объеме сырьевой смеси для производства строительных изделий, следует отметить, что при используемой на подавляющем большинстве гипсовых заводов литьевой технологии он составляет 70% и более. Для современных технологических линий по производству вибропрессованных бетонных изделий на цементном вяжущем этот показатель равен 15-20%. Поэтому, своевременной и актуальной задачей является совершенствование существующих и разработка новых, более эффективных технологических схем, обеспечивающих, прежде всего, значительное сокращение расхода самого дорогостоящего компонента гипсового вяжущего и повышающих в целом технико-

экономическую эффективность производства гипсовых материалов и изделий [2, 3].

Фосфогипс содержит от 80 до 90% гипса и может быть отнесен к гипсовому сырью. Высокая дисперсность фосфогипса позволяет исключить из технологического процесса дробление и грубый помол. Вместе с тем высокая влажность фосфогипса (до 40%) усложняет его транспортирование, и приводит к значительным расходам топлива на сушку. Наличие в фосфогипсе водорастворимых фосфор – и фторсодержащих примесей усложняет переработку отходов по сравнению с переработкой гипсового камня, вызывает необходимость промывки, нейтрализации и др., и обуславливает соответственно более высокие тепловые затраты. При обычной технологии гипсовые вяжущие, полученные на основе фосфогипса низкокачественны, что объясняется высокой водопотребностью фосфогипса, обусловленной большой пористостью образуемого полугидрата. Если водопотребность обычного строительного гипса составляет 56-70%, то для получения теста нормальной густоты из фосфогипсового вяжущего без дополнительной обработки требуется 120-130% воды. Отрицательное влияние на строительные свойства фосфогипса содержащихся в нем примесей можно снизить, используя формование изделий методом виброукладки. В этом случае качества фосфогипсового изделия повышается, хотя и остается ниже, чем строительного гипса из природного сырья. Исследования показали, что основной причиной ухудшения вяжущих свойств промытого фосфогипса является образования значительного количества ангидрита, т.е. безводного сульфата кальция. С ростом содержания ангидрита выше 30% прочность вяжущих приближается к нулю. Примеси в фосфогипсе свободных фосфорной и серной кислот и растворимых солей

замедляет твердения гипсовых вяжущих. Осложняет технологию также выделения фторсодержащих газов при тепловой обработке.

Основные методы подготовки фосфогипса в производстве гипсовых вяжущих можно разделить на 4 группы:

- 1 – промывка фосфогипса водой;
- 2 – промывка в сочетании с нейтрализацией и осаждением примесей в водной суспензии;
- 3 – метод термического разложения примесей;
- 4 – введение нейтрализующих, минерализующих и регулирующих кристаллизацию добавок до обжига и после него. Методы 1-й и 2-й группы связаны с образованием значительного количества загрязненной воды (2-5,4 м³ на 1 тонну фосфогипса), большими затратами на их удаление и очистку. Большинство методов термического распада примесей (3-я группа) основано на обжиге фосфогипса до образования растворимого ангидрита с дальнейшей гидратацией и повторным обжигом до полугидрата. Широкого применения эти методы пока не имеют, также как и методы 4-й группы. Для реализации последних необходимы дефицитные добавки. На основе фосфогипса возможно получение как высокопрочного, так и строительного гипса, отличающихся пониженной водопотребностью и соответственно прочностью достигаемой уже через 1,5 ч после затворения [1–4].

Фирма Кнауф предлагает три варианта производства вяжущих из фосфогипса в зависимости от области его дальнейшего использования. По I варианту загрязненный фосфогипс промывают и флоатируют для удаления водорастворимых и твердых примесей, затем дегидратируют с получением чистого продукта (полугидрата) [5].

По II варианту из фосфогипса готовят смесь в отношении ангидрита к полугидрату, равному 1/3:2/3. Стадия очистки от примесей может быть той же, что и по I варианту; степень очистки можно снизить за счет уменьшения дозировки химических реагентов на стадии флотации. В процессе грануляции к дегидратированному фосфогипсу добавляют воду и вещества, осаждающие растворимые соединения фосфора. Затем продукт выдерживают в специальных реакторах, где происходит образование фосфатов, которое заканчивается в процессе обжига и рассева.

III вариант разработан для получения полугидратного фосфогипса непосредственно в производстве экстракционной фосфорной кислоты. Так как полугидрат содержит намного меньше примесей по сравнению с дигидратом, то необходимость первых четырех стадий его очистки отпадает, а образующийся полугидрат можно использовать для получения гипсовых перегородочных плит или газогипсовых панелей [1–4].

Технология получения высокопрочного гипса из фосфогипса предусматривает доведение соотношения в фосфогипсовом шламе жидкой и твердой фаз до единицы, введение в полученную суспензию добавки ПАВ – регулятора кристаллизации полугидрата – и гидротермальную обработку усредненной суспензии в автоклаве, где происходят дегидратации фосфогипса и кристаллизация полугидрата сульфата кальция, α – модификации. На вакуум-фильтре твердая фаза суспензии отделяется и поступает последовательно на сушку, помол и склад готовой продукции. На подобной технологической линии получения высокопрочного гипса из фосфогипса может быть непрерывным и полностью автоматизированным [5].

Обоснована возможность создания эффективных штукатурных растворов на основе гипсовых вяжущих путем модификации их органоминеральным модификатором, получаемым совместной механо-химической активацией специально подобранной смеси портландцемента, кремнеземистых и химических добавок, при твердении которых образуются стабильные, водонерастворимые цементирующие гидратные новообразования, формирующие структуру, которая обеспечивает высокие показатели свойств в начальный и последующий периоды твердения вяжущего [6].

Методами физико-химических исследований выявлен характер новообразований, структура раствора, оказывающие влияние на прочность, плотность и долговечность затвердевшего раствора. Установлено, что при твердении модифицированного гипсового раствора образуются кристаллы двугидрата сульфата кальция, который создает основной каркас, а также ультрадисперсные гидросиликаты гидросиликаты типа CHS (B), гидроалюминаты, карбонат кальция, портландит, которые обеспечивают водостойкость и морозостойкость раствора. Характер пор в основном зависит от компонентного состава органоминерального модификатора и его расхода.

Установлено, что оптимальное содержание портландцемента должно находиться в пределах $15 \div 17\%$ массы вяжущего. Модификация исходного гипсового вяжущего позволило изменить его свойства до следующих характеристик: прочность при сжатии – от 14,5 до 21,2 МПа, коэффициент размягчения от 0,57 до 0,85 [6].

Библиографический список

1. Мадаминов, Д.У. Улучшение свойств фосфогипсовых строительных материалов с применением минеральных

- добавок. Автореф. канд. дисс. / Д.У. Мадаминов // Ташкент, 2007. – 25 с.
2. Ахмедов, М.А. Фосфогипс, исследование и применение / М.А. Ахмедов, Т.А. Атакузиев // Ташкент, ФАН, 1980. – С. 9-10.
3. Комар, Ю.А. Получение исследования облицовочного материала на основе вяжущего из фосфогипса и полимерных добавок. Автореф. канд. дисс. / Ю.А. Комар // М.: 1988. – 23 с
4. Иваницкий, В.В. Фосфогипс и его использование / В.В. Иваницкий // М.: Химия, 1990. – 224 с.
5. Врублевский, В.М. Водостойкий фосфогипсовый материал / В.М. Врублевский, Ю.А. Комар // Изв. вузов. Строительство и архитектура, № 8, 1975. – С. 45-47.
6. Каключин, А.В. Модифицированное гипсовое вяжущее для пресованных стеновых изделий. Автореф. канд. дисс. / А.В. Каключин // Ростов-на-Дону, 1995. 23 с.

УДК 621.3

Эркабаева Е.О. Науч. рук. Зеленухо Е.В.

Воздействие энергетического производства на атмосферный воздух

ЭФ, 3 курс

Одним из источников воздействия на окружающую среду в Республике Беларусь является энергетическое производство. Это воздействие характеризуется химическим загрязнением биосферы (выбросы и сбросы загрязняющих веществ в газообразном, жидком и твердом состоянии), тепловым загрязнением воздушного бассейна и водных объектов, физическим воздействием, а также