

ПОЛУЧЕНИЕ АНГИДРИТА СУЛЬФАТА КАЛЬЦИЯ ИЗ НЕДОПАЛА ИЗВЕСТИ

М.А. Комаров

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Беларусь

OBTAINING CALCIUM SULPHATE ANHYDRITE FROM OF LIME MUD

M.A. Kamarou

Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus

Аннотация. Был проведен синтез путем взаимодействия недопала извести и серной кислоты в водной среде при температуре 40–45 °С в результате которого был получен ангидрит сульфата кальция, с содержанием основного компонента (CaSO₄) не ниже 95 мас. %.

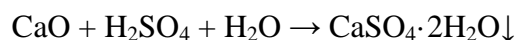
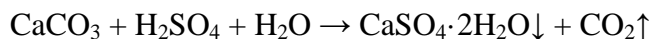
Ключевые слова: недопал извести, серная кислота, низкотемпературный синтез, ангидрит сульфата кальция.

Annotation. A synthesis was carried out by reacting insufficient lime and sulfuric acid in an aqueous medium at a temperature of 40–45 °С, as a result of which calcium sulfate anhydrite was obtained, with a content of the main component (CaSO₄) of at least 95 wt. %.

Keywords: there was not enough lime, sulfuric acid, low temperature synthesis, calcium sulfate anhydrite.

Отходы, образующиеся в процессах водоподготовки, представляют собой вторичный материальный ресурс. Данные отходы достаточно чистые и представляют перспективное вторичное сырье для производства. Известь-недопал представляет собой комки с размерами до нескольких сантиметров, по химическому составу представляет: Са(ОН)₂ – 22,2 мас. %, СаСО₃ – 61,1 мас. %, СаО – 13 мас. % и влажностью 3,7 мас. % остальное – примесные вещества (MgO, SiO₂ и др. вещества, вносимые с карбонатным сырьем в известь). Данный химический состав открывает возможность получения синтетических сульфатов кальция путем взаимодействия недопала извести с серной кислотой в водной среде.

Процесс, проходящий в реакторе, осуществлялся из суспензии недопала извести в соотношении Т : Ж = 1 : 6 предварительно разогретой до 40–45 °С. После достижения данной температуры при постоянном перемешивании в реактор подается разбавленная серная кислота с концентрацией 53–55 мас. %. Данные параметры позволяют управлять структурой образующихся сульфатов кальция в системе СаСО₃ – Н₂SO₄ – Н₂O [1–4]. Процесс в реакторе протекает по следующим химическим реакциям:



За счет водной среды и температуры в реакторе в качестве продукта должен образовываться дигидрат сульфата кальция. Однако в ходе проведенных исследований с помощью РФА и ДТА анализов было установлено что полученный продукт является ангидритом сульфата кальция. Результаты ДТА и РФА анализов представлены на рисунке 1.

Образование ангидрита сульфата кальция при температуре 45 °С в реакторе можно объяснить с точки зрения термодинамики [5]. Такой вариант протекания процесса возможен при местном разогреве у самих частиц СаСО₃, Са(ОН)₂, СаО за счет взаимодействия их с серной кислотой. Данное предположение объясняется и подтверждается с помощью 1-го следствия из закона Гесса.

Теоретическое изменение температуры во время синтеза при учете всех факторов процесса составляет:

$$\Delta T = -\frac{\Delta H}{\sum C_p} = \frac{20349}{608,42} = 33,45 \text{ K} = 33,45 \text{ }^\circ\text{C}$$

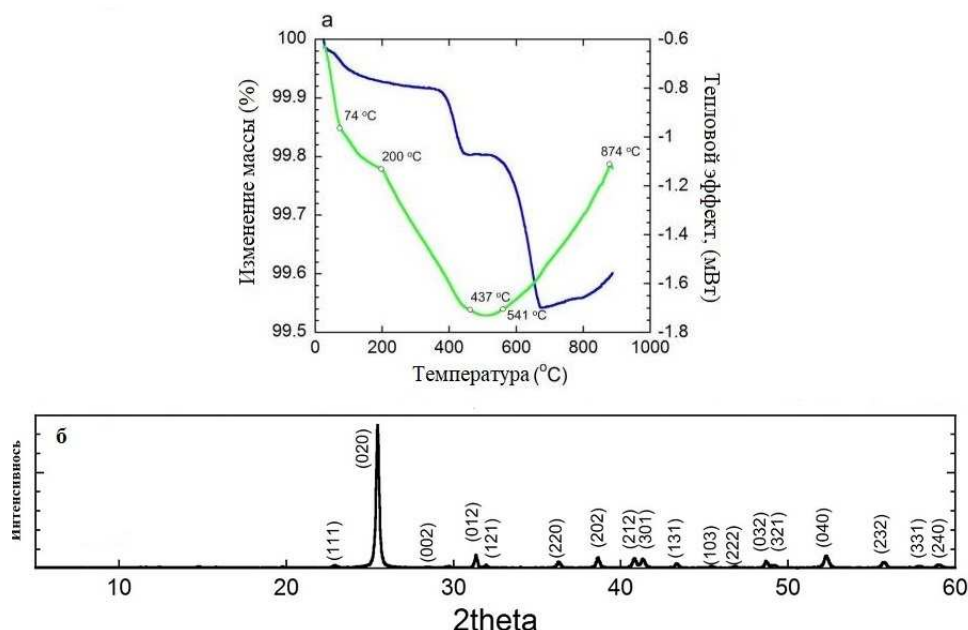


Рисунок 1 – ДТА и РФА полученного материала

Таким образом, теоретический нагрев в реакторе составит 33,45 °С. Теоретическая температура синтеза внутри реактора должна составлять 78,45 °С. Однако экспериментально при измерении температуры максимальный нагрев суспензии составил 58–60 °С из-за потерь тепла, но и полученной температуры достаточно для образования ангидрита.

Полученный синтетический ангидрит по своим характеристикам не уступает ангидриту, произведенному по традиционному термическому способу, который получен в процессе обжига гипсового камня при температуре 800–1000 °С [6].

Список цитируемых источников

1. Kamarou M., Korob N., Romanovski V. Structurally controlled synthesis of synthetic gypsum derived from industrial wastes: sustainable approach // *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*. – 2021. – Vol. 96. No. 11. – P. 3134–3141.
2. Approaches for filtrate utilization from synthetic gypsum production / V. Romanovski [et al.] // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2023. – Vol. 30. No. 12. – P. 33243–33252.
3. Комаров, М. А. Синтез дигидрата сульфата кальция из техногенного сырья / М. А. Комаров, Н. Г. Короб, В. И. Романовский // *Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки*. – 2020. – No. 16. – P. 76–82.
4. Preparation of calcium sulfate from recycled red gypsum to neutralize acidic wastewater and application of high silica residue / C. Wang [et al.] // *Journal of Material Cycles and Waste Management*. – 2024. – С. 1–8.
5. Low energy technology for producing anhydrite in the CaCO₃–H₂SO₄–H₂O system derived from industrial wastes / M. Kamarou [et al.] // *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*. – 2021. – Vol. 96. No. 7. – P. 2065–2071.
6. Low energy synthesis of anhydrite cement from waste lime mud / M. Kamarou [et al.] // *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*. – 2023. – Vol. 98. No. 3. – P. 789–796.