

УДК 544.3.01

Термический анализ и структурные изменения железосодержащего шлама при нагреве в различных атмосферах

Веснин Владимир Романович

vesninvr@bmstu.ru

SPIN-код: 7496-0481

Родионова Светлана Дмитриевна^(*)

rodionovasd@yandex.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Целью работы являлось изучение тепловых процессов и фазовых превращений в железосодержащем шламе при нагреве до 1000 °С для оценки его термостабильности. Исследование проведено методами синхронного термического анализа и Раман-спектроскопии. Главным результатом стало установление факта окисления магнетита в гематит при ~760 °С в окислительной среде. Сделан вывод о перспективности применения высокотемпературных методов для переработки данного шлама.

Ключевые слова: железосодержащий шлам, термический анализ, Раман-спектроскопия, фазовые превращения, гиротрон, утилизация отходов

Введение. Актуальность исследования обусловлена необходимостью разработки эффективных методов утилизации железосодержащих шламов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду [1]. Традиционные методы переработки часто малоэффективны, в связи с чем перспективным направлением является использование высокотемпературных технологий, таких как гиротронный плазмохимический реактор, позволяющий проводить глубокую трансформацию вещества [2, 3]. Таким образом, изучение фазовых превращений необходимо для выбора оптимальных условий переработки и повышения экологической безопасности.

Материалы и методы; результаты. Экспериментальные исследования проводились на синхронном термическом анализаторе Linseis STA PT1600 (нагрев в атмосферах аргона и воздуха до 1000 °С), Раман-спектрометре Optosky ATR8300 (лазер 1064 нм). Обработка данных выполнялась в программных пакетах OriginPro. Термогравиметрический анализ в аргоне выявил две стадии потери массы: 3,16 % в интервале 50–380 °С, связанное с удалением влаги, и 4,7 % в интервале 400–1000 °С, обусловленное разложением карбонатов и органических примесей.

При нагреве на воздухе на участке 250–500 °С зафиксирована потеря массы (~4,5 %) в связи с интенсивным выгоранием органических соединений, что подтверждается экзотермическим эффектом на кривой ДСК. Ключевой экзотермический эффект при 760 °С, сопровождающийся увеличением массы, соответствует реакции окисления магнетита в гематит.

Данные Раман-спектроскопии подтвердили этот фазовый переход: в образце, отожженном на воздухе, идентифицированы характерные пики гема-

тата (227, 291, 409, 613 см⁻¹), отсутствовавшие в исходном порошке. Локальный нагрев лазером также приводил к появлению спектра гематита, что доказывает исходное присутствие магнетита.

Заключение. Комплексным анализом установлено, что исследуемый железосодержащий шлам является многокомпонентной системой на основе магнетита с значительными примесями органики и влаги. Определены критические температурные диапазоны его преобразования: удаление летучих компонентов (до 500 °С) и окислительная стабилизация в гематит (~760 °С). Полученные данные коррелируют с принципом работы гиротронного плазмохимического реактора и подтверждают принципиальную возможность применения высокотемпературных методов для эффективной и безопасной переработки данного вида отходов с получением инертного продукта.

Список источников

- [1] Извекова Т.В., Гусев Г.И., Гордина Н.Е., Ситанов Р.Д., Гуцин А.А. Оценка влияния шламонакопителя железосодержащих отходов на компоненты окружающей среды. *Экология и промышленность России*, 2022, № 5, с. 32–36.
- [2] Sokolov A.S., Akhmadullina N.S., Borzosekov V., Voronova E.V., Gayanova T.É., Gusein-zade N.G., Zakletskii Z.A., Kozak A.K., Malakhov D.V., Skvortsova N., Stepakhin V., Obratsova E.A., Shishilov O.N. Plasma-Chemical Facility for Synthesis of Micro- and Nanoparticles Having Controlled Compositions and Structures on the Basis of a Microwave Discharge in the Gyrotron Radiation. *Radiophysics and Quantum Electronics*, 2023, vol. 65 (1). <https://doi.org/10.1007/s11141-023-10261-z>
- [3] Skvortsova N.N., Obratsova E.A., Stepakhin V.D., Konchekov E.M., Gayanova T.E., Vasilieva L.A., Lukianov D.A., Sybachin A.V., Skvortsov D., Gusein-Zade N.G., Shishilov O. Microdispersed Ti/B/N Materials Synthesized in Chain Reactions in Processes Initiated by Microwaves of a High-Power Gyrotron: Structure and Cytotoxicity. *Fusion Science and Technology*, 2023, vol. 80, no. 7. pp. 882–892.