

Study of extraction sparingly soluble compounds of iron (III) in the oxalate solutions using electroflotation

Tangalychev R.

Исследование электрофлотационного процесса извлечения труднорастворимых соединений железа(III) в растворах оксалатов

Тангалычев Р. Д.

Тангалычев Роман Данилович / Tangalychev Roman – магистрант,
кафедра технологии электрохимических производств, факультет химических технологий,
Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань

Аннотация: исследованы основные закономерности электрофлотационного процесса извлечения ионов железа (III) из водных сред в форме гидроксидов и оксалатов, влияние pH среды, примесей ПАВ, флокулянтов, суспензий и дисперсий различной природы на эффективность очистки и подбор наиболее оптимальных условий электрофлотации. Объектами исследования являются модельные растворы, содержащие ионы железа (III), в частности оксалат железа, поверхностно-активные вещества и флокулянты различных типов: анионные, катионные, неионогенные. Определён оптимальный принцип действия.

Abstract: the basic process electroflotation's extraction of iron (III) ions from aqueous media in the form of hydroxides and oxalates, the influence of pH, surfactant impurities, flocculants, suspensions and dispersions of various nature on the efficiency of cleaning and selection of the most optimal conditions for flotation. Objects of the study are model solutions containing ions of iron (III) (iron oxalate), in particular, surfactants and flocculants different types: anionic, cationic, nonionic. Definitely the best principle of the recovery process.

Ключевые слова: электрофлотация, оксалат железа, ПАВы и флокулянты.

Keywords: electroflotation, iron oxalate, surfactants and flocculants.

Введение

С каждым годом увеличиваются объёмы потребления воды в различных производствах, а значит и количество вредных отходов, сбрасываемых в сточные воды, растёт. Наибольшую опасность в качестве загрязнителей представляют собой ионы тяжелых металлов.

Электрофлотация является одним из перспективных направлений очистки сточных вод от примесей тяжелых металлов, взвешенных веществ и некоторых органических соединений. Достоинствами этого метода являются высокая скорость очистки, возможность автоматизации процесса, создание локальных систем требуемого объема и отсутствие вторичных загрязнителей [1].

Выбор оптимальных технологических схем очистки воды – достаточно сложная задача, что обусловлено преимущественным многообразием находящихся в воде примесей и высокими требованиями, предъявляемыми к качеству воды. Так, сточные воды, образующиеся в промывочных операциях, в основном содержат компоненты технологических растворов и электролитов, используемых для обработки металлов и сплавов. Однако при смешивании сточных вод в результате сильного разбавления растворов и изменения величины pH еще до осуществления процесса очистки могут происходить различные химические реакции между содержащимися в них растворенными веществами (образование труднорастворимых соединений и солей тяжелых металлов, разложение некоторых комплексных соединений и т.д.) [2].

Наиболее эффективным методом очистки является электрофлотация. Она представляет собой физико-химический метод разделения твердой и жидкой фаз, в ходе которого при пропускании через раствор электрического тока образуются газовые пузырьки. Всплывая в объеме жидкости, пузырьки газа взаимодействуют с частицами загрязнений, в результате чего происходит их взаимное слипание, обусловленное уменьшением поверхностной энергии флотируемой частицы и пузырька газа на границе раздела фаз «жидкость – газ». Плотность образующихся агрегатов меньше плотности воды, что обуславливает их транспорт на поверхность жидкости и накопление там флотошлама, который периодически удаляется из аппарата [3].

Электрофлотация значительно расширяет технологические возможности гидромеханических методов очистки и разделения гетерогенных систем, например, процесс разделения ускоряется по сравнению с методом отстаивания в 5-10 раз, в сравнении с центрифугированием упрощается конструкция аппарата, по сравнению с флотацией возникает возможность разделения тончайших частиц [4].

Научный интерес вызван предположением, что высокая степень извлечения трёхвалентного железа из водных сред возможна при использовании оксалатного фона в качестве электролита, а также добавление ПАВ и флокулянтов. Созданы модельные системы для проведения практических опытов.

Экспериментальная часть

Для проведения электрофлотационных опытов по извлечению железа использовалась методика для общих случаев извлечения тяжелых и цветных металлов. Исследования по электрофлотационному извлечению проводились при комнатной температуре (20 ± 2 °C) в непроточном электрофлотаторе объёмом

500 мл с площадью поперечного сечения аппарата 10 см²; используемый анод – ОРТА (оксидный рутениево-титановый), катод – сетка из нержавеющей стали. Схема установки показана на рисунке 1.

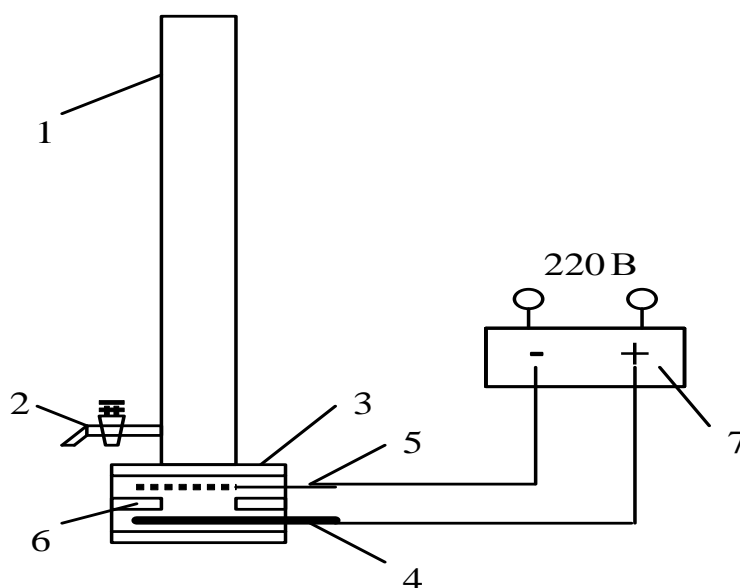


Рис. 1. Схема лабораторной электрофлотационной установки периодического действия:
1 – колонна электрофлотатора, 2 – вентиль; 3 – электродный блок; 4 – анод; 5 – катод; 6 – резиновая прокладка; 7 – источник постоянного тока

Для определения концентрации железа использовался масс-спектрометр с индуктивно-связанной плазмой Thermo Scientific XSeriesII. Степень извлечения индивидуального элемента α рассчитывалась по формуле:

$$\alpha = \frac{C_{\text{исх}} - C_{\text{ост}}}{C_{\text{исх}}} \cdot 100\% \quad (1),$$

где $C_{\text{исх}}$ и $C_{\text{ост}}$ – содержание железа исходное и после обработки, мг/л.

Первым этапом заключался в составлении модельного раствора с неизменяемыми концентрациями основных веществ: концентрация железа

(III) – 1 г/л, концентрация оксалата натрия – 3г/л. Добавки флокулянтов и ПАВ – 10мг/л.

Условия электрофлотационного процесса были заданы следующим образом: объёмная плотность тока - 0,4 А/л; t – 22 °С; время отбора проб - 20 минут.

Вторым этапом следует определить оптимальный pH – извлечения ионов железа в присутствии оксалат ионов в водном растворе.

Третьим этапом отразил влияние добавок ПАВ и флокулянтов на извлечение ионов железа в присутствии оксалата из водных растворов.

Обобщённые данные представлены в таблице 1.

Таблица 1. Объединённые данные по условиям извлечения труднорастворимых соединений железа из систем с оксалатом при различных pH средах (pH=7: pH=9), видах флокулянтов (А-137(анионный)); С-496(катионный) и N-300(неионогенный), ПАВ (NaDDS(анионный) и СептаПАВ (катионный)). Примечание: каждая добавка использовалась в присутствии оксалата

pH	α , % (Na ₂ C ₂ O ₄)					
	Na ₂ C ₂ O ₄	+NaDDS	+А-137	+Септа	+С-496	+N-300
7	11	51	14	10	21	3
9	92	96	80	84	46	75

Выводы

Исходя из полученных данных, наивысшая степень извлечения ионов железа происходит при рН – 9. Известно, что высокое извлечение $\text{Fe}(\text{OH})_3$ происходит при рН-7. Следовательно, в растворе в большей степени извлекается $\text{Fe}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$ и большую долю в пенном слое имеет именно он. В частности при рН-9 степень извлечения железа (III) имеет значение в 92%.

Смело можно заявить, что лучшая интенсификация процесса при заданных условиях получается добавлением NaDDS (анионный ПАВ), который повышает степень извлечения до 96%.

Практически определены оптимальные параметры проведения электрофлотационного процесса: j - 0,4 А/л; t – 22°C; концентрация железа (III) – 1 г/л, концентрация оксалата – 3г/л.; добавки флокулянтов и ПАВ – 10мг/л.

Литература

1. *Виноградов С. С.* Экологически безопасное гальваническое производство / Под. Ред. Проф. Кудрявцева // М.: ПИП «Глобус», 1998. 302 с.
2. *Колесников В. А., Ильин В. И., Капустин Ю. И.* Электрофлотационная технология очистки сточных вод промышленных предприятий // М.: Химия. Москва, 2007. 307 с.
3. *Богданов О. С., Гольман А. М., Каковский В. И. и др.* Физико-химические основы теории флотации // М.: Наука, 1983. 264 с.
4. *Себба Ф.* Ионная флотация // М.: Metallurgia, 1985. 167 с.