

РЕКУПЕРАЦИЯ ЖЕЛЕЗА И МЕДИ ИЗ ЦИТРАТНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОКОВ

Пушин Е.А., Канунникова О.М.

Ижевский государственный технический университет
426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, д. 7

Актуальность работы обусловлена широким применением растворов лимонной кислоты в металлообработке и образованием отработанных растворов с высокими концентрациями устойчивых цитратных комплексов железа и меди. Стоки содержат 4–8% лимонной кислоты и 0,5–1% катионов металлов, что существенно превышает нормативные требования к качеству сточных вод ($\text{Cu} \leq 1 \text{ мг/дм}^3$, $\text{Fe} \leq 5 \text{ мг/дм}^3$, pH 6–9). В связи с этим растворы не допускаются к выпуску в централизованные системы водоотведения без предварительной обработки.

Традиционные методы удаления тяжёлых металлов (гидроксидное и сульфидное осаждение, коагуляция, ионный обмен, мембранные и электрохимические процессы) в присутствии цитратных комплексов теряют эффективность, поскольку органический лиганд стабилизирует растворимые формы Cu(II) и Fe(II), препятствуя их переходу в малорастворимые соединения. Поэтому актуальной является разработка реагентных методов удаления меди и железа из отработанных растворов, основанных на управлении устойчивостью их цитратных комплексов.

В данной работе предложен способ рекуперации, основанный на дестабилизации цитратных комплексов путём изменения кислотно-основных условий. На первой стадии раствор подкисляют до $\text{pH} \approx 2$, что снижает комплексообразующую способность цитрат-аниона. Для железосодержащих растворов дополнительно проводят окисление Fe(II) до Fe(III) перекисью водорода с последующим гидролизом и осаждением $\text{Fe}(\text{OH})_3$ при повышении pH. Для медьсодержащих растворов предложено ступенчатое известкование до pH 9,5–10, в результате которого медь переходит в малорастворимый гидроксид $\text{Cu}(\text{OH})_2$.

Лабораторные исследования подтвердили достижение целевых показателей очистки отработанных растворов: фильтрат после обработки удовлетворяет нормативам сброса по содержанию Cu и Fe.

В отличие от традиционных методов прямого осаждения железа и меди, в работе предложен метод, основанный на последовательных превращениях: стабильный цитратный комплекс \rightarrow протонированный ослабленный комплекс \rightarrow гидроксоформа \rightarrow твёрдая фаза. При этом для железа и меди предложены разные оптимизированные режимы обработки. Метод технологически прост, используются доступные реагенты.

Авторы выражают благодарность Санникову А.А., Сапегину Г.А., Орлову М.Д., Третьякову М.Э. за активное участие в проведении эксперимента.