

ОПРЕДЕЛЕНИЕ pH И ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ХИМИЧЕСКОГО И БАКТЕРИАЛЬНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

Джамбек А.А., Джамбек О.И., Блайда И.А., Васильева Т.В.

*Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова, Одесса, Украина
e-mail: odzhambek@gmail.com*

Одной из важных социально-экономических проблем является переработка промышленных отходов топливно-энергетического комплекса, которые, с одной стороны, являются экологически опасными для окружающей среды, а с другой – источниками ценных редких и цветных металлов. Для переработки отвалов углеобогащения наряду с традиционными, гидро- или пирометаллургическим, используется и биотехнологический способ извлечения металлов [1]. В микробиологических процессах важную роль играют такие термодинамические величины как, окислительно-восстановительный потенциал, величина pH, температура и другие параметры.

Целью данной работы являлось исследование влияния длительности процесса химического и бактериального выщелачивания на величину pH и окислительно-восстановительный потенциал системы отвал углеобогащения – раствор минеральных компонентов со штаммами бактерий и в их отсутствии. Исследования проводили на примере красного образца отвала углеобогащения, характеризующийся длительным сроком хранения в природных условиях, в растворах минеральных компонентов: 0,1н H₂SO₄ (I); питательная среда (II). Состав питательной среды, г/л: (NH₄)₂ SO₄ – 3,0; KCl – 0,1; K₂HPO₄ – 0,5; MgSO₄ – 0,5; Ca(NO₃)₂ – 0,01; FeSO₄ – 2,5; 0,001н H₂SO₄; pH ≤ 1,6÷1,7. Соотношение твердой и жидкой фазы – 1:10. Окислительно-восстановительные процессы изучали для следующих систем: отвал + 0,1н H₂SO₄ (1); отвал + питательная среда (2); отвал + питательная среда + штаммы бактерий (3). Предварительно исходное техногенное сырье подвергали термической обработке при 200±10°C в течение 3 ч в потоке воздуха для очистки от аборигенных бактерий и влаги. Величину pH измеряли с помощью универсального иономера ЭВ-74, а окислительно-восстановительный потенциал – потенциостатического комплекса ПИ 50.1. В качестве индикаторных электродов использовали стеклянный (pH) и платиновый (редокс-потенциал). Исследуемые параметры измеряли относительно хлор-серебряного (Ag/AgCl) электрода сравнения.

Анализ полученных результатов показал, что для отожженного и неотожженного образцов отвала на ход кривых зависимости pH системы от времени выщелачивания значительно влияет степень окисления ионов железа в соединениях, которые содержатся в отвале. А начальные значения pH зависят от состава раствора. Наименьшее значение pH наблюдалось для раствора I. Значительное повышение начального значения pH для раствора II связано, очевидно, с наименьшим содержанием кислоты (в 100 раз меньше) в его составе. Со временем pH системы (1) незначительно возрастает для двух исследованных образцов отвала. Однако для отожженного образца кривая зависимости выходит на площадку на 14 сутки, а для неотожженного – сохраняется тенденция роста pH. Это, очевидно, связано с наличием аборигенных бактерий, присутствующих в неотожженном образце. В присутствии питательной среды для отожженного и неотожженного образцов наблюдается плавное возрастание pH со временем, и лишь в присутствии штаммов бактерий кривая зависимости для отожженного образца проходит через максимум с последующей стабилизацией.

Зависимость окислительно-восстановительного потенциала системы отвал – раствор минеральных компонентов будет определяться соотношением двух- и трехвалентного железа, вследствие того, что в образцах сырья содержится значительное количество железа. На величину потенциала значительно влияет и состав раствора, который используется для выщелачивания. Начальная величина смешанного потенциала системы выше для неотожженного образца. Со временем потенциал плавно возрастает с последующей стабилизацией на 12-14 сутки для всех систем.

Данной работой показано, что исследуемая система является сложной, и ее смешанный потенциал определяется окислительно-восстановительным потенциалом пары Fe³⁺/Fe²⁺, величина которого зависит от соотношения равновесных активностей ионов трех- и двухвалентного железа в растворе, которые, в свою очередь, зависят от величины pH. На величину окислительно-восстановительного потенциала системы влияет как состав отвала, так и состав раствора для выщелачивания. Стабилизация потенциала наступает при установлении равновесия трех процессов: растворения слоев отвала, перехода Fe²⁺ → Fe³⁺ и гидролиза солей Fe³⁺ с образованием малодиссоциированных ионов (FeOH)²⁺. Скорость изменения pH системы зависит от состава образца отвала, состава раствора для выщелачивания и присутствия бактерий. Для данных образцов сырья присутствие бактерий увеличивает скорость изменения pH. Стабилизация pH наблюдается при достижении значения pH гидролиза солей трехвалентного железа.

1. Блайда И.А., Слюсаренко Л.И., Васильева Т.В., Васильева Н.Ю., Джамбек О.И., Джамбек А.А., Иваница В.А. Извлечение германия из промышленных отходов с применением гидрометаллургических и микробиологических методов// Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2008.- № 5.- С. 50-54.