

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕРАСТВОРИМОГО ОСТАТКА СОЛЯНОКИСЛОТНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ УРАНА ИЗ ШЛАМА

Наливайко К.А.¹, Скрипченко С.Ю.¹, Пастухов А.Д.¹, Березина М.Э.¹,
Яковлева О.В.¹, Абдрахманова А.К.¹

¹⁾ Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н. Ельцина

E-mail: berezina_masha1999@mail.ru

PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE INSOLUBLE RESIDUE OF HYDRANIC ACID LEACHING OF URANIUM FROM SLUDGE

Nalivaiko K.A.¹, Skripchenko S.Yu.¹, Pastukhov A.D.¹, Berezina M.E.¹,
Yakovleva O.V.¹, Abdrahmanova A.K.¹

¹⁾ Ural Federal University

Leaching of sludge by solutions of 120-160 gL⁻¹ HCl at 80 °C provides a decrease in the mass of insoluble residue in 2-3 times. The moisture content is 12-26% the average particle diameter is 60-100 μm. The insoluble residue consists of CaSO₄·2H₂O, CaF₂, graphite and two modifications of SiO₂.

На предыдущем этапе исследований было установлено, что содержание урана в шламе, накопленном за годы производственной деятельности предприятия, осуществляющего переработку первичных урановых концентратов, составляет 0,143-0,172% [1]. Таким образом, данные твердые радиоактивные отходы могут выступать потенциальным источником урана для атомной промышленности. Кроме того, в настоящее время шлам находится в поверхностных хранилищах, и за счет его переработки возможно сокращение объема и уменьшение удельной активности твердых отходов, что существенно снизит их воздействие на окружающую среду. Результаты предыдущих исследований показали, что шлам преимущественно состоит из CaSO₄·2H₂O (45-50%), CaCO₃ (22-30%) и CaF₂ (10-15%) [1]. Поэтому с целью уменьшения количества твердых отходов для выщелачивания урана из шлама использовали соляную кислоту, так как растворимость гипса в присутствии данного реагента возрастает.

В ходе исследований установлено, что при использовании для извлечения урана соляной кислоты масса нерастворимого остатка в пересчете на сухое вещество составляет 37-54% от массы исходного шлама и зависит от параметров проведения процесса выщелачивания. Благоприятное влияние на степень снижения массы твердой фазы оказывает повышенная температура, особенно в сочетании с высокой кислотностью. Выщелачивание растворами 120-160 г/дм³ HCl при 80 °C обеспечивает уменьшение массы сухого кека в 2-3 раза в сравнении с массой сухого шлама. При этом степень извлечения урана составляет порядка 97%.

Влажность кека составляет 12-26%. С ростом концентрации избыточной HCl наблюдается снижение влажности нерастворимого остатка, что объясняется растворением гидроксидов металлов, которые ухудшают водоотдающую способность осадков. Согласно результатам рентгенофазового анализа, нерастворимый остаток состоит из $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (62-84%), CaF_2 (10-31%), графита (2,5-6,5%) и SiO_2 двух модификаций (суммарно 1-5%). С ростом концентрации выщелачивающего реагента и температуры ведения процесса увеличивается степень растворения гипса, оксида кремния и фторида кальция.

По данным гранулометрического анализа средний диаметр частиц кека находится в интервале 60-100 мкм и зависит от параметров проведения процесса. При выщелачивании горячими (80 °C) крепкими растворами соляной кислоты (120-160 г/дм³), когда шлак претерпевает наибольшие фазовые изменения, размер частиц нерастворимого остатка составляет около 100 мкм. При выщелачивании слабыми по кислоте растворами средний диаметр частиц кека независимо от температуры ведения процесса находится в интервале 60-70 мкм.

Средние значения удельной активности сухих образцов шлама и нерастворимого остатка составляют соответственно 43 и 16,6 кБк/кг для суммарной α -активности и 45 и 18 кБк/кг для суммарной β -активности. Таким образом, суммарная удельная альфа- и бета-активность твердых отходов после выщелачивания снижается примерно в 2-3 раза.

1. V. N. Rychkov, K. A. Nalivayko, S. M. Titova and S. Yu. Skripchenko, AIP Conf. Proc. 2313, 050021 (2020)