

можно сделать вывод, что предельное значение расхода водной фазы будет составлять 3,2 м³/ч.

Также был произведен расчет степеней извлечения урана для различных соотношений органической и водной фаз (таблица 1), подтверждающий информацию полученную с графиков (рис. 1). Наиболее высокие значений степени

извлечения наблюдаются для соотношений 11 : 3 и 11 : 3,2.

На основе результатов проведенного исследования установлены максимальное допустимое значение расхода водной фазы при расходе органической фазы в 11 м³/ч, при котором сохраняется эффективность работы экстракционного каскада. Данное значение составляет 3,2 м³.

Список литературы

1. Кафаров В. В., Мешалкин В. П. *Анализ и синтез химико-технологических систем: Учеб. для вузов.* – М.: Химия, 1991. – 432 с.
2. Носков М. Д., Истомин А. Д., Матюха В. А. и др. // *Известия Томского политехнического университета*, 2002. – Т. 305. – № 3. – С. 139–146.

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЕ ОБЕСКРЕМНИВАНИЕ ПИРИТНЫХ ОГАРКОВ

Т. Е. Фролова, А. А. Смороков

Научный руководитель – к.т.н., доцент ИЯТШ ТПУ А. С. Кантаев

ФГАОУ ВО Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, tef1@tpu.ru, wolfraum@yandex.ru

Основным методом производства серной кислоты является контактный метод, основанный на каталитическом окислении диоксида серы до триоксида с последующим получением серной кислоты. Наиболее распространенным сырьем для получения диоксида серы на данный момент является элементная сера. До недавнего времени основным сырьем для производства SO₂ являлся пиритовый концентрат, в основной своей массе представляющий сульфид железа, при сжигании которого образуется диоксид серы и пиритный огарок, преимущественно представляющий собой смесь оксидов железа и попутных примесей [1, 2].

На данный момент в России накоплено более 50 миллионов тонн пиритных огарков. При этом они содержат цветные и благородные металлы (золото, серебро, медь, цинк и др.). Так же в состав входят токсичные элементы, такие как сурьма, кадмий и мышьяк [3].

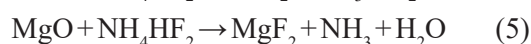
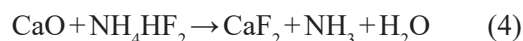
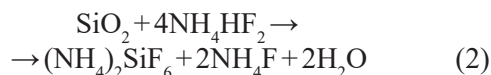
Основным компонентом пиритных огарков является железо. Помимо железа в химический состав концентрата входят оксиды кремния, алюминия, кальция, магния и др.

Одним из наиболее реальных применений пиритных огарков является производство чугуна и стали с попутным извлечением соединений цветных металлов. Прямое использование огарков в металлургии затруднительно ввиду

присутствия ряда примесей, усложняющих пирометаллургическое производство (кремний, медь, цинк, мышьяк и др.). Разработка способа удаления данных примесей позволит получить продукт, который может быть использован в металлургии. При этом решится вопрос ликвидации полигонов данного рода отходов.

В данной работе предложен селективный метод обескремнивания пиритных огарков фтораммониевым соединением. В качестве фторирующего агента используют водный раствор гидродифторида аммония [4].

При обескремнивании пиритного огарка протекают следующие реакции:



В результате экспериментов было определены оптимальные условия обескремнивания. Концентрация NH₄HF₂ при этом составляет 40 %, продолжительность – 4 ч, температура – 90 °С. При этом более 88 % кремния переходит в раствор. В ходе выщелачивания отмечен частичный переход меди и цинка в раствор, что позво-

ляет снизить присутствие данных примесей в твердом остатке.

Полученный твердый остаток был повергнут пирогидролузу для удаления фтора и остаточного кремния. В ходе пирогидролузу также удаляются примеси мышьяка и сурьмы. Полученный в ходе процесса пирогидролузу продукт направляется на магнитную сепарацию с целью получения магнетитового концентрата и концентрата цветных металлов.

Реализация данного процесса в промышленных условиях видится перспективной, так как

используются достаточно низкие температуры (менее 100 °С), что, помимо невысоких расходов на энергетик, позволяет использовать пластиковую оборудовануе, выполненную из недорогого материала (полиэтилен, полипропилен). Подобный метод может быть использован для обескремнивания для различного типа сырья со значительным содержанием диоксида кремния, не позволяющего проводить переработку данного материала классическими методами, широко используемыми в промышленности.

Список литературы

1. *Производство серной кислоты контактным методом // Студопедия: [сайт], 2014. – URL: <https://studopedia.su/>.*
2. *Амелин А. Г. Технология серной кислоты: учеб. Пособие / А. Г. Амелин. – 2-е изд., перераб. – М., Химия, 1983. – 360 с.*
3. *Хлорирующий обжиг пиритных огарков // Все о металлургии: [сайт], 2015. – URL: <https://metal-archive.ru/>.*
4. *Смороков А. А., Кантаев А. С., Брянкин Д. В., Миклашевич А. А. // Изв. вузов. Химия и хим. технология, 2022. – Т. 65. – № 2. – С. 127–133.*

АВТОКЛАВНЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛОКСИДНЫХ КАТАЛИТИЧЕСКИХ ФАЗ

Д. С. Хабарова

Научный руководитель – к.х.н., доцент Е. Н. Тупикова; д.т.н., профессор И. А. Платонов

ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет им. акад. С. П. Королева»
443086, г. Самара, Московское шоссе, 34, daria.s.khabarova@gmail.com

В нефтехимической и химической промышленности, энергетике, для решения задач охраны окружающей среды широко применяются нанесенные катализаторы, в состав которых входят металлы платиновой группы. Однако из-за их высокой стоимости, актуальными являются исследования, направленные на снижение содержания платиновых металлов в катализаторах с сохранением высоких эксплуатационных характеристик. Данная цель может быть достигнута путем введения добавок-промоторов или изменением состояния каталитически активного металла в результате модифицирования способа получения катализатора.

В работах новосибирских исследователей [1–3] показано, что для получения многокомпонентных катализаторов методом пропитки удобными и эффективными соединениями-предшественниками являются двойные комплексы, из которых в процессе твердофазного разложения формируются целевые каталитические фазы. Реакции с участием подобных соединений в гидро-

термальных условиях аналогичны по механизму промежуточных стадий и составу конечных продуктов. Но автоклавные технологии позволяют проводить процесс в мягких условиях и сократить число технологических операций. В автоклавных условиях металлы платиновой группы из растворов их аммиачных комплексов, восстанавливаются до металлического состояния [4, 5]. Двойные комплексы платины и одного из цветных металлов (кобальта, никеля, хрома) восстанавливаются до каркасных оксидных частиц цветного металла и металлической платины осаждаемой на них [6].

Целью данной работы являлось получение нанесенных каталитических фаз из растворов комплексных соединений в автоклавных условиях, подбор оптимальных условий и исследование их свойств.

В работе использовали двойные комплексные соединения, а также различные комбинации аммиакатов платиновых (Pt, Pd) и цветных (Ni, Co, Cr) металлов. В качестве варьируемых пара-