

По данным РФА с увеличением длительности механоактивации наблюдалось уменьшение интенсивности рефлексов Li_2CO_3 и рутила и их уширение, что свидетельствует о разупорядочении их кристаллической решетки. Размер кристаллитов (D) фазы Li_2CO_3 уже спустя 5 мин уменьшается более чем в 5 раз (со 110 нм до 20 нм), а затем незначительно (до 14 нм) при увеличении продолжительности механообработки до 120 мин. Рутил активируется медленнее, чем карбонат лития. Основное уменьшение размеров кристаллитов фазы рутила (с 380 нм до 65 нм) происходит после 30 мин механообработки. После термообработки при 650°C основными фазами во всех образцах являются рутил и Li_2TiO_3 , фаза $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ практически отсутствует. $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ становится доминирующей в образцах, механоактивированных от 1 до 30 мин после термообработки их при 800°C и в образцах, механоактивированных в течение от 60 до 120 мин, после термообработки при 750°C .

По данным электронной микроскопии основную часть порошка после 5 мин механообработки составляют частицы Li_2CO_3 и TiO_2 размером до 5 мкм и агрегаты субмикронных частиц.

Результаты лазерной гранулометрии и удельной поверхности механически активированных

смесей рутила и карбоната лития свидетельствуют о том, что измельчение смеси реагентов происходит в течение 15 мин (средний размер частиц агрегатов уменьшается до $\sim 0,65$ мкм, $S_{\text{ВЕТ}}$ увеличивается до $6,9 \text{ м}^2/\text{г}^{-1}$), после чего начинают преобладать процессы агрегации и уплотнения порошка.

Дополнительную информацию о процессе механоактивации позволило получить измерение температуры и давления газов внутри размольных барабанов (система GTM, Fritsch). После 120 мин механообработки температура газов внутри барабанов достигает 78°C , а давление в 1,5 раза превышает исходное. Механическая активация Li_2CO_3 сопровождается механолизом и выделением CO_2 (величина потери массы механоактивированных смесей коррелирует с давлением газа (приведенным к н.у.) в размольном барабане, что указывает на протекание механохимических процессов).

На основании полученных результатов можно заключить, что механоактивация смеси реагентов в выбранных режимах в течение 60 мин и последующая термообработка при температуре 800°C (2 ч) позволяют получить порошок $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$, пригодный для изготовления анода ЛИА.

Список литературы

1. Veljković I., Poleti D., Karanović L, Zdujić M, Brankovićet G. // *Science of Sintering*, 2011.– V.43.– P.343–351.
2. Корнев П.В., Жуков А.В., Чижевская С.В. и др. // *Успехи в химии и химической технологии*, 2016.– Т.XXX.– №6.– С.28–30.

СЕРНОКИСЛОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ОКСИДА МАГНИЯ ИЗ ХРОМСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

В.А. Казанцова, Ю.В. Передерин, И.О. Усольцева
Научный руководитель – к.т.н., доцент Ю.В.Передерин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, vak74@tpu.ru

В настоящее время оксид магния является одним из веществ, которое используется в производстве керамики, цемента, технологиях огнеупоров, катализаторов. О качестве оксида магния можно судить по пористости и дисперсности, а также по его удельной поверхности и чистоте получения [1]. Возможность переработки хромсодержащего сырья обусловлена его большим скоплением в качестве отходов производства, а следовательно, огромное значение для развития

экономики имеют исследования различных методов обработки данного сырья [2].

В рамках учебно-исследовательской работы был исследован процесс сернокислового извлечения оксида магния из хромсодержащего сырья.

В данном исследовании проводилась переработка сырья: размер частиц исходной руды был взят до 25 мм. После проведения механоактивации максимальный размер частиц составил 0,5 мм. Далее руда была промыта водой и отфильтрована. Сушка, полученного осадка, про-



Рис. 1. Исходное сырье

водилась при температуре 200 °С. Следующей стадией являлось выщелачивание гидроксидом натрия (ГОСТ Р 55064-2012). После фильтрации твердая фаза была просушена при температуре 200 °С.

Осуществлялось перемешивание сырья с использованием механической мешалки с электроприводом с добавлением серной кислоты (ГОСТ 2184-2013).

Полученный после сульфатизации хром-содержащий раствор подвергался переработке. С использованием аммиачной воды (ГОСТ

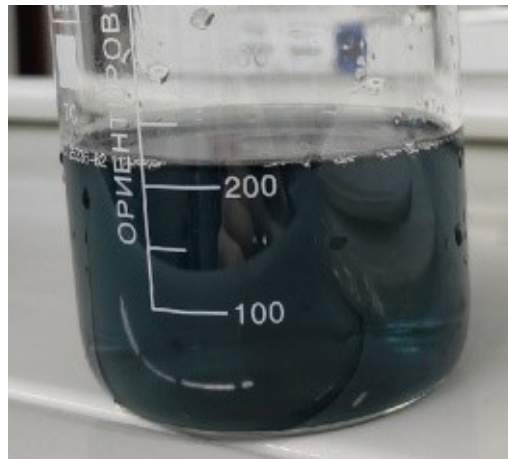


Рис. 2. Раствор после сульфатизации

24147-80) было проведено дробное осаждение. Затем смешивали с содой (ГОСТ 5100-85) до полного осаждения с целью получения карбоната магния. Реакционную массу фильтровали, осадок сушили при температуре 180 °С.

Полученный целевой продукт был отправлен на проведение анализа: по данным РФА был получен MgO с чистотой 95,1 %.

Следующим этапом исследования является получение высокочистого (>99,0 %) оксида магния.

Список литературы

1. Стрелец Х.Л. *Металлургия магния*. / Под ред. Х.Л. Стрелец, А.Ю. Тайц, Б.С. Гуляницкий. М.: Гос. научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии, 1950.– 494 с.
2. Воскобойников В.Г. *Общая металлургия: учебник для вузов*. / Под ред. В.Г. Воскобойников, В.А. Кудрин, А.М. Якушев. 6 – изд., перераб. и доп.– М.: Академкнига, 2005.– 768 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФТОРИРОВАНИЯ ИЛЬМЕНИТОВЫХ ШЛАКОВ

Н.В. Карелина, Шон Хай Ле, В.А. Карелин
 Научный руководитель – д.т.н., профессор В.А. Карелин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, nvkarelina@yandex.ru

Обычно ильменитовые концентраты перерабатывают растворением их в серной кислоте или хлорированием элементарным хлором в солевом расплаве щелочных металлов. Оба процесса оказывают очень вредное воздействие на экологическую обстановку как вокруг производств, так и на флору и фауну окружающих рек и морей поскольку в сернокислотном процессе в качестве отхода образуются громадные количества

сульфата кальция (гипса). При использовании хлоридного процесса образуется значительно меньшее количество отходов, однако их опасность настолько велика, что требуется создание специальных систем их очистки от хлорсодержащих компонентов. Степень перехода титана в его тетрахлорид составляет примерно 89 % мас. В 2019 г. объем выпускаемого диоксида титана в виде пигмента приблизился к 3000 тонн.