

фико́й серно́кислотной технологи́и получения пигментного TiO_2 .

Большинство титановых месторождений сосредоточены на всей территории РФ, при этом доля запасов TiO_2 в данных месторождениях, а также его содержание относительно невелики. Исключением является Ярегское месторождение лейкоксен-кварцевых нефтетитановых руд.

Согласно [1] в данном месторождении сконцентрированы 46,4% запасов диоксида титана страны. Проблема освоения данного месторождения заключается в специфике сырья, а именно – в высоком содержании диоксида кремния. Классические титансодержащие концентраты (рутиловый и ильменитовый), помимо TiO_2 ,

содержат примеси, позволяющие проводить экономически целесообразную переработку сырья серно́кислотным или хлорным способами. Наличие высокого содержания диоксида кремния делает такого рода переработку нерентабельной.

В качестве решения проблемы предлагается использование фтораммонийного способа, заключающегося в использовании смеси фторида (NH_4F) и гидродифторида (NH_4HF_2) аммония. В отличие от использования каждого из реагентов по отдельности, данная смесь образует эвтектику с температурой плавления ниже (109°C), чем у каждого из реагентов по отдельности (NH_4HF_2 – 126°C ; NH_4F – 167°C).

Список литературы

1. *О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов РФ в 2018 году.* – М: ВИМС, 2019. – 426 с.

МУЛЬТИФЕРРОИКИ НА ОСНОВЕ ВИСМУТА

Т.В. Токарева, К.Т. Врона, Р.А. Сурменев, Б.Т. Киеу
Научный руководитель – к.т.н., доцент Л.А. Леонова

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

Мультиферроики – это класс материалов, которые имеют два либо больше «ферро» свойств, таких как ферро-электричество (сегнето-электричество), (анти)ферро-магнетизм, ферро-эластичность (сегнето-эластичность), ферро-тороидичность и другие, что можно широко использовать в мультифункциональных устройствах. В работах различных исследователей прослеживается, чтобы такие материалы проявляли свои свойства при комнатной температуре. Однако в природе существует очень мало однофазовых соединений таких мультиферроиков, поэтому приходится их синтезировать. Поэтому целью данной работы является исследование самого известного представителя этой группы материалов – феррита висмута (химическая формула BiFeO_3 , в литературе используется ещё аббревиатура BFO) [5].

BiFeO_3 является единственным однофазовым мультиферроиком с сегнето-электричностью и антиферро-магнетизмом (типа G), присутствующими при комнатной температуре, что определяется высокими температурами: Кюри (1 103 K) и Нееля (643 K) [5]. Кроме того, феррит

висмута имеет структуру ABO_3 – структуру перовскита, что частично способствует существованию мульти-ферроичных свойств. При обработке BFO или добавке других металлов (либо их ионов), как например Zr [4], Sr^{2+} [9], La [2], Cd и Ti [8], Cr [1], Ni [10], можно получить определённые оптические [2, 3, 5, 6, 7], фотокаталитические [2, 4, 5, 6, 9], пьезоэлектрические [5], а также улучшить магнитные [1, 2, 8, 9] и электрические [1, 8, 10] свойства феррита висмута.

Смотря на эту совокупность разнообразных свойств BFO, нетрудно догадаться, что этот мультиферроик широко применяется в спинтронике, в сенсорах, детекторах и актуаторах, в ёмкостных электромагнитах, в СВЧ-технике (невзаимные сверхвысокочастотные фильтры), в электронике (устройства для записи, считывания и хранения информации новой генерации, сегнетоэлектрические полевые транзисторы), в фотовольтаике, а также в медицине для производства скаффолдов, хотя это может оказаться затруднительным из-за трудности вывода тяжёлых металлов из организма человека [5].

Так как феррита висмута нет в природе, его получение заключается в синтетическом получении, на основе нитратов висмута и железа. В конечном итоге получают феррит висмута в виде керамических порошков, тонких плёнок или наноструктур. В настоящее время известны некоторые методы получения BFO: обычная керамическая технология спекания порошков, технология быстрого спекания в жидкой фазе, технология спекания порошков комплексов металлов, метод Печини (также её модифицированная версия с использованием этиленгликоля

в реакции поликонденсации), метод с использованием гликоль-геля, гидротермальный метод, технология автоматического сгорания [7].

Феррит висмута – это несомненно интересное химическое соединение. Его характеризуют редко встречаемые свойства, применение в значимых областях науки и техники, а также многообразие способов получения. Учитывая вышеописанные факторы феррит висмута безусловно становится актуальной и важной темой для научных исследований.

Список литературы

1. A. Kumar, K.L. Yadav // *Materials Science and Engineering B.*, 2011.– V.176.– P.227–230.
2. B.P. Reddy, M.C. Sekhara, B.P. Prakasha, Y. Suha, S.H. Parka // *Ceramics International*, 2018.– V.44.– P.19512–19521.
3. D. Huang, H. Deng, P. Yang, J. Chu // *Materials Letters*, 2010.– V.64.– P.2233–2235.
4. F. Wang, D. Chen, N. Zhang, S. Wang, L. Qin, X. Sun, Y. Huang // *Journal of Colloid and Interface Science*, 2017.– V.508.– P.237–247.
5. J. Wu, Z. Fan, D. Xiao, J. Zhu, J. Wang // *Progress in Materials Science*, 2016.– V.84.– P.335–402.
6. K.A. McDonnell, N. Wadnerkar, N.J. English, M. Rahman, D. Dowling // *Chemical Physics Letters*, 2013.– V.572.– P.78–84.
7. M. Sakar, S. Balakumar, P. Saravanan, S.N. Jaisankar // *Materials Research Bulletin*, 2013.– V.48.– P.2878–2885.
8. N. Kumar, A. Shukla, R.N.P. Choudhary // *Physics Letters A.*, 2017.– V.381.– P.2721–2730.
9. R. Yang, H. Sun, J. Li, Y. Li // *Ceramics International*, 2018.– V.44.– P.14032–14035.
10. Y.H. Wang, X. Qi // *Procedia Engineering*, 2012.– V.36.– P.455–461.

ПЕРЕРАБОТКА ШЛАКА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ХРОМОВОГО КОНЦЕНТРАТА

А.А. Чеботарева, И.О. Усольцева, Ю.В. Передерин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, a.a.chebotareva@mail.ru

Хром и его соединения применяются в различных отраслях народного хозяйства. Наибольшая часть потребления хромовых соединений приходится на химическую, металлургическую, легкую промышленности, машиностроение и приборостроение, а также на предприятия лакокрасочной и строительной промышленности. Оксид хрома (III) широко используется для получения металлического хрома в металлургии, в качестве катализатора при синтезе органических и неорганических веществ, а также является одним из наиболее используемых пигментных материалов, который находит применение в оптической, лакокрасочной, керамической, строительной и других отраслях промышленно-

сти [1]. Добыча и производство хрома – процесс довольно затратный, поэтому конечный продукт имеет значительную стоимость. Однако спрос на него устойчив, поскольку хром – обязательный легирующий элемент при получении нержавеющей и жаростойких сталей. Образующийся при производстве хрома шлак, состав которого приведен в таблице 1, является перспективным материалом в технологии хрома, т.к. содержит до 30% оксида хрома в своем составе.

Таким образом, целью данного исследования является разработка технологии переработки хромосодержащего шлака с последующим получением концентрата хрома, для чего решались следующие задачи: