

Материалы XXII Международной научной конференции
**«ОБЩЕСТВО: НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ
 ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ (идеи, ресурсы, решения)»**
 (г. Чебоксары, Россия, 31 января 2023 г.)

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

СИНТЕЗ И ХИМИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ТИТАНАТА ИТТРИЯ

ПАВЛОВА Светлана Станиславовна

кандидат технических наук, доцент

ШИПУНОВА Юлия Николаевна

преподаватель

ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»

г. Ханты-Мансийск, Россия

Целью работы являлось получение титаната иттрия самораспространяющимся высокотемпературным синтезом и изучение химической устойчивости в агрессивных средах. Синтезирован $Y_2Ti_2O_7$. Идентификацию проводили с помощью рентгенофазового анализа, для уточнения формульного состава использовали химический анализ. Содержание иттрия определяли фотометрическим методом, использовали реакцию иттрия с пирокатехином фиолетовым. Исследована химическая устойчивость титаната иттрия.

Ключевые слова: титанат иттрия, СВС, химическая устойчивость, синтез, титанаты РЗЭ.

Титанаты редкоземельных металлов, в частности иттрия, обладают высокой термостойкостью, химической инертностью, а также склонны к образованию твердых растворов. Сочетание этих, а также ряда других физико-химических свойств делает их перспективными материалами в различных областях, таких как катализ, производство ионных и полупроводниковых материалов, квантовая электроника [1; 4; 6; 7]. Титанаты иттрия являются основными компонентами, обеспечивающими высокую прочность и устойчивость к облучению в наноструктурированных ферритных сплавах [12], имеют высокую прочность на растяжение, деформацию и износ [3].

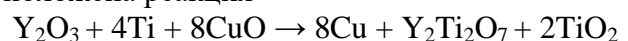
На сегодняшний день не так много известно способов получения титанатов иттрия. Используются такие методы синтеза

как: метод полимеризованного комплекса, метод твердофазного реакционного процесса; выращивание из расплавов методом Чохральского; полимеризация, все они протекают при достаточно высоких температурах, порядка 750-1500°C, что требует значительных затрат энергии и использования сложного оборудования [2;5; 8-11].

Целью работы является получение титаната иттрия самораспространяющемся высокотемпературным синтезом (СВС) и изучение химической устойчивости в агрессивных средах.

В качестве исходных веществ были использованы: Y_2O_3 (ИтО-И,ТУ 48-4-524-90), CuO (ЧДА, ГОСТ 16539-79), Ti (ПТМ-1, ГОСТ 4960).

В основу синтеза титаната иттрия была положена реакция



Реакция оксида иттрия с титаном является эндотермической поэтому в систему вводили оксид меди (II) в качестве экзотермической добавки.

Реагенты тщательно смешивали, формировали таблетки ($d = 1$ см, $h = 2$ см), используя в качестве связующего этанол. После высушивания помещали таблетки в реактор для проведения самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, инициирование проводили вольфрамовой спиралью, синтез проводился в атмосфере аргона. Время синтеза образца составило 4 с.

Съемку рентгенограмм проводили на дифрактометре ДРОН– 4 с медным анодом. Напряжение на трубке задавали 50 кВ. Определение содержания иттрия проводили фотометрическим методом, использовали реакцию

иттрия с пирокатехином фиолетовым.

Нами синтезирован титанат иттрия темно-серого цвета, на основе химического анализа соединению приписан формульный состав. Выход составил 30% от теоретического.

Химическую устойчивость оценивали по воздействию концентрированных кислот (азотная, соляная, серная) и 40% раствора гидроксида натрия. Наблюдение за системами производили с двойным увеличением времени, первое наблюдение проводили спустя 30 мин.

При взаимодействии титаната иттрия с минеральными кислотами и щелочью каких-либо изменений в первые 30 минут замечено не было. По истечении 48 часов была определена массовая доля разложившегося титаната иттрия. Результаты исследования химической устойчивости представлены в таблице 1.

Таблица 1

ХИМИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ТИТАНАТА ИТТРИЯ

Реагент	Массовая доля разложившегося $Y_2Ti_2O_7$, %
H_2SO_4 , ($\rho = 1,83$ г/см ³)	11,38 (2)
HCl , ($\rho = 1,17$ г/см ³)	85,15 (2)
HNO_3 , ($\rho = 1,49$ г/см ³)	40,50 (2)
$NaOH$, ($\rho = 1,43$ г/см ³)	15,45 (2)

Проведенные исследования показывают высокую устойчивость титаната иттрия по отношению к серной кислоте и гидроксиду натрия, при этом наблюдается практически полное растворение в соляной кислоте.

Метод СВС является перспективным ме-

тодом синтеза как титаната иттрия, так и других титанатов редкоземельных элементов за счет использования простого в исполнении оборудования, отсутствия необходимости поддерживать высокую температуру, а также сокращения времени синтеза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арсеньев П.А., Ткачук Г.Н. Спектроскопические и лазерные свойства кристаллов титаната иттрия, легированных неодимом // Журнал прикладной спектроскопии. – 2019. – Т. 86. – № 6. – С. 932-935.
2. Ляшенко Л.П., Щербакова Л.Г., Карелин А.И., Смирнов В.А., Кулик Э.С., Светогоров Р.Д., & Зубавичус Я.В. Синтез и исследование методами рентгеноструктурного анализа и спектроскопии комбинационного рассеяния света твердых растворов на основе R_2TiO_5 (R–Sc, Y) // Неорганические материалы. – 2016. – № 52(5). – С. 530-536.
3. Cunningham N.J., Wu Y., Haney E., Odette G.R. Characterization of the Composition and Structure of Y-Ti-O Rich Precipitates in Nanostructured Ferritic Alloy MA957 by Transmission Electron Microscopy and Atom Probe Tomography // University of California Santa Barbara. – 2009. – Vol.46. – P. 124-129.
4. Fuentes A., Boulahya K., Maczka M., Hanuza J., Amador U. Synthesis of disordered pyrochlores, TiO (Gd and Dy), by mechanical milling of constituent oxides // Solid State Sciences. – 2005. – Vol. 7. – № 4. – P. 343-353.

5. Garrett J.D., Greedan J.E., David A. MacLean. Crystal growth and magnetic anisotropy of YTiO_3 // Materials Research Bulletin. – 1981. – Vol. 16. – P. 145-148.
6. Iga F., Tsubota M., Sawada M., Huang H.B., Kura S., Takemura M., Yaji K., Nagira M., Kimura A., Jo T., Takabatake T., Namatame H., Taniguchi M. Determination of the orbital polarization in YTiO_3 by using soft X-Ray linear dichroism // Physical Review Letters. – 2004. – Vol. 93, 25. – P. 257207 (1-4).
7. Iga F., Tsubota M., Sawada M., Huang H.B., Kura S., Takemura M., Yaji K., Nagira M., Kimura A., Jo T., Takabatake T., Namatame H., Taniguchi M. Erratum: determination of the orbital polarization in YTiO_3 by using soft X-Ray linear dichroism [Phys. Rev. Lett. 93, 257207 (2004)] // Physical Review Letters. – 2006. – Vol. 97, 13. – P. 139901. – URL:<https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.93.257207> (дата обращения: 25.10.2022).
8. Masanobu H., Ryu A., Kazuhiro S., Hideki S., Yoshimoto A. Improvement of Photocatalytic Activity of Titanate Pyrochlore $\text{Y}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ by Addition of Excess Y // Chemistry Letters Journal. – 2005. – Vol. 34. – P. 1122-1123 – URL:<http://www.journal.csj.jp/doi/10.1246/cl.2005.1122> (дата обращения: 26.10.2022).
9. Masato K., Milanova M.M., Momoko A., Toru O., Masatomo Y., Masahiro Y. Polymerized Complex Route to Synthesis of Pure $\text{Y}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ at 750 °C Using Yttrium-Titanium Mixed-Metal Citric Acid Complex // Journal of the American Ceramic Society. – 1996. – Vol. 79. – P. 1673-1676. – URL:<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.11512916.1996.tb08781.x/full> (дата обращения: 26.10.2022).
10. Mumme W.G., Wadsley A.D. The structure of orthorhombic Y_2TiO_5 , an Example of Mixed Seven and Fivefold Coordination // Acta Cryst. – 1968. – Vol. 24, P. 1327-1333. – URL:<https://doi.org/10.1107/S0567740868004243> (дата обращения: 26.10.2022).
11. Whittle K.R., Blackford M.G., Aughterson R.D., Lumpkin G.R., Zaluzec N.J. Ion Irradiation of Novel Yttrium/Ytterbium – Based Pyrochlores: The Effect of Disorder // Acta Materiala. – 2011. – V. 59. – № 20. – P. 7530-7537.
12. Yanan J., Yong J., Litong Y., Guoqiang L., Robert Odette G. First principles assessment of helium trapping in Y_2TiO_5 in nano-featured ferritic alloys // Journal of Applied Physics. – 2014. – Vol. 14. – P. 143501.

SYNTHESIS AND CHEMICAL STABILITY OF YTTRIUM TITANATE

PAVLOVA Svetlana Stanislavovna

Candidate of Sciences in Technology, Associate Professor

SHIPUNOVA Yulia Nikolaevna

Lecturer

Yugra State University

Khanty-Mansiysk, Russia

The aim of the work was to obtain yttrium titanate by self-propagating high-temperature synthesis and to study chemical stability in aggressive media. Synthesized $\text{Y}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$. Identification was carried out using X-ray phase analysis; chemical analysis was used to clarify the formula composition. The content of yttrium was determined by the photometric method, using the reaction of yttrium with pyrocatechol violet. The chemical stability of yttrium titanate has been studied.

Keywords: yttrium titanate, SHS, chemical stability, synthesis, REE titanates.