

имеют максимум в районе 550 нм (рис. 2б). При охлаждении до 77 К наблюдается усиление фотолуминесценции и батохромный сдвиг на ~25 нм.

Таким образом, на основе ариларсиновых лигандов и CuI синтезирован ряд четырёхъядерных комплексов меди (I), обладающих яркой люминесценцией при комнатной температуре.

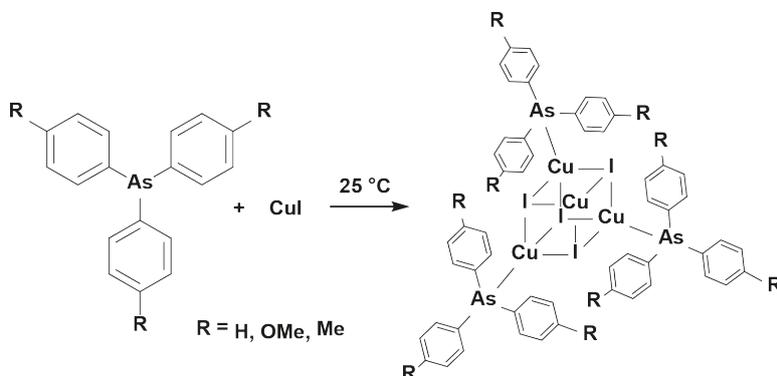


Схема 1. Синтез комплексов меди (I) с ариновыми лигандами

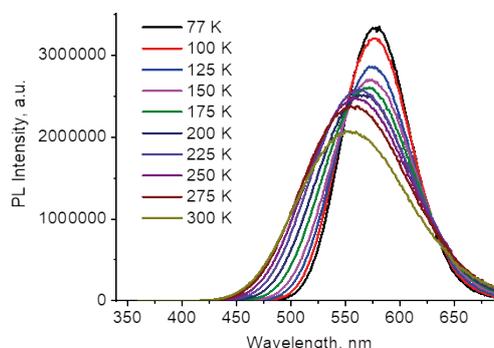


Рис. 2. (а) Фотолуминесценция ариновых комплексов Cu (I): слева – комплекс с трис(4-метоксифенил)арсином, справа – с трис(4-метилфенил)арсином. (б) Спектр эмиссии представлен для комплекса с трис(4-метоксифенил)арсином

Список литературы

1. Shi S., Jung M.C., Coburn C., Tadde A., Sylvinson D.M.R., Djurovich P.I., Forrest S.R., Thompson M.E. // *J. Am. Chem. Soc.*, 2019. – Vol. 141. – P. 3576–3588.
2. Liu W., Fang Y., Li J. // *Adv. Funct. Mater.*, 2018. – Vol. 28. – P. 1705593.
3. Xie M., Han C., Zhang J., Xie G., Xu H. // *Chem. Mater.*, 2017. – Vol. 29. – P. 6606–6610.
4. Wallesch M., Volz D., Zink D. M., Schepers U., Nieger M., Baumann T., Brase S. // *Chem. Eur. J.*, 2014. – Vol. 20. – P. 6578–6590.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДАХ

М.А. Дзик

Научный руководитель – к.х.н., доцент ОЯТЦ С.П. Журавков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, mad15@tpu.ru

Использование золошлаковых (ЗШО) отходов с целью извлечения таких редкоземельных элементов (РЗЭ) как скандий, титан и иттрий, является актуальной и достаточно перспективной

работой поскольку позволяет решать проблему переработки накопленных отходов. Например, в одной только Кемеровской области ежегодно образуется до 15 млн тонн ЗШО [1, 2]. В данном же

исследовании приведены результаты качественного и количественного анализа углей, а также предложены варианты реализации извлечения РЗЭ и ценных металлов из них.

3 образца угля [3], марки газовый жирный, с филиала АО «УК» Кузбассразрезголь МОХОВСКИЙ УГОЛЬНЫЙ РАЗРЕЗ после предварительной подготовки были проанализированы с использованием атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой - iCAP 6300 Duo, Thermo Scientific, Великобритания, 2007. В таблице 1 представлены результаты анализа образцы ЗШО:

Результаты, приведенные в таблице 1 свидетельствуют о том, что необходимые элементы присутствуют в золошлаковых отходах и, следовательно, они могут быть извлечены кислотным выщелачиванием. Предполагаемая методика будет описана ниже.

Второй эксперимент, на качественное содержание РЗМ в пробах проводился с помощью рентгенофлуоресцентного анализа на приборе Thermo Electron QUANT'X. Подготовленные пробы были проанализированы с использованием эталонных образцов алюминия, титана, железа, молибдена, карбоната кальция, оксида кремния и цинка. В ходе анализа было установлено примерное процентное содержание данных

элементов в пробе, результаты РФА образцов ЗШО представлены в таблице 2. Поскольку данный метод является полуколичественным, то, к сожалению, точное содержание скандия установить не удалось, но несмотря на это на качественном уровне скандий обнаружен.

В ходе дальнейших исследований будут анализироваться дополнительные образцы ЗШО из других углей с целью установления более точных данных по содержанию РЗМ в них, а также будут проводиться работы по кислотному выщелачиванию их образцов.

На сегодняшний день это предполагается выполнить с помощью раствора 70% азотной кислоты с использованием высокотемпературной водяной бани (порядка 80-85 °С) при постоянном перемешивании магнитной мешалкой (100 об/мин). Далее полученный раствор будет отфильтрован и также проанализирован на АЭС с ИСП для установления содержания РЗМ в фильтрате после проведения выщелачивания. Параметры процесса выщелачивания будут оптимизированы для достижения максимальных концентраций РЗЭ. После кислотного выщелачивания образцы растворов также будут направляться на экстракционное извлечение для получения чистых металлов [4].

Таблица 1. Результаты атомно-эмиссионной спектроскопии

Компонент	Si	Fe	Al	Sc	La	Ca	Y	Gd
Содержание, г/т	1910,56	21526,26	15453,34	33,26	18,0	14426,67	7,81	98,21

Таблица 2. Содержание некоторых элементов в золошлаковых отходах по данным рентгенофлуоресцентного анализа

Компонент	Содержание в 1 образце, %	Содержание в 2 образце, %	Содержание в 3 образце, %
Al	7,55	7,46	6,68
Ti	3,49	3,73	3,72
Fe	6,084	5,23	5,21
Mo	15,32	нет	11,75
CaCO ₃	23,62	18,61	21,26
SiO ₂	56,14	58,87	53,81
Sc	присутствует	присутствует	присутствует

Список литературы:

1. Краснов О.С. // Журнал записки горного института, 2013. – Т. 201. – С. 191–195.
2. Арбузов С.И. // Редкие элементы в углях Кузбасса: Монография Кемерово, 1999. – С. 248.
3. ГОСТ 19242-73 Угли бурые, каменные, антрацит, горючие сланцы и угольные брикеты

ты. Методы отбора и подготовки проб для лабораторных испытаний. – М.: Издательство стандартов, 2002. – С. 31.

4. Peiravi M. // *Chemical extraction of rare elements from coal ash.*, 2017.

ПОЛУЧЕНИЕ ПЕРОВСКИТОПОДОБНОЙ ДОБАВКИ ДЛЯ ЦЕМЕНТНЫХ СИСТЕМ

М.О. Дударева, В.А. Полянский

Научный руководитель – к.т.н., доцент И.В. Козлова

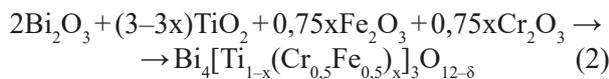
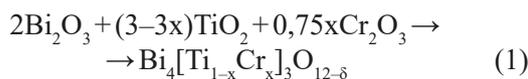
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»
129337, Россия, г. Москва, Ярославское шоссе, д.26, modudareva@yandex.ru

К одним из актуальных направлений в современном материаловедении можно отнести поиск и получение новых функциональных добавок наноразмерного масштаба, которые позволили бы управлять процессами структурообразования, а также способных придать новый комплекс свойств существующим материалам на основе цементного камня [1].

В настоящее время активно развивается разработка фотокаталитических бетонов [2], поверхность которых имеет способность к самоочищению за счет содержания наночастиц диоксида титана, которые индуцируют фотокаталитическое разложение органических загрязнителей до безопасных для окружающей среды и человека углекислого газа и воды.

В качестве структурирующей нанодобавки предлагается рассмотреть перовскитоподобные титансодержащие слоистые оксиды, которым также присущ комплекс интересных с точки зрения химии и материаловедения свойств: фотокаталитических, сегнетоэлектрических сверхпроводящих.

В ходе эксперимента для синтеза перовскитоподобного компонента использовали оксид висмута (III) («ч»), оксид титана (IV) («ос.ч»), оксид железа (III) («ч.д.а.») и оксид хрома (III) («ч»). Расчёт масс навесок исходных оксидов проводили согласно следующим уравнениям реакций:



Образцы систем $\text{Bi}_4[\text{Ti}_{1-x}\text{Cr}_x]_3\text{O}_{12}$ ($x=0,00-0,15$) и $\text{Bi}_4[\text{Ti}_{1-x}(\text{Cr}_{0,5}\text{Fe}_{0,5})_x]_3\text{O}_{12}$ ($x=0,00-0,15$) были получены методом твердофазного синтеза:

исходные просушенные для удаления сорбированной влаги и углекислого газа оксиды перетерли в агатовой ступке с добавлением изопропилового спирта для улучшения гомогенизации, прессовали в таблетки и постадийно отжигали в муфельной печи. Условия синтеза определяли на основании литературных данных, согласно которым был выбран следующий режим отжига для обеих систем: $T_1=650^\circ\text{C}$ (10 часов), $T_2=700^\circ\text{C}$ (10 часов), $T_3=800^\circ\text{C}$ (10 часов), $T_4=900^\circ\text{C}$ (10 часов). Данные рентгенофазового анализа (дифрактометр ARL X'TRA) подтверждают получение однофазных образцов на основе слоистого титаната висмута во всем диапазоне изученных концентраций (рис. 1).

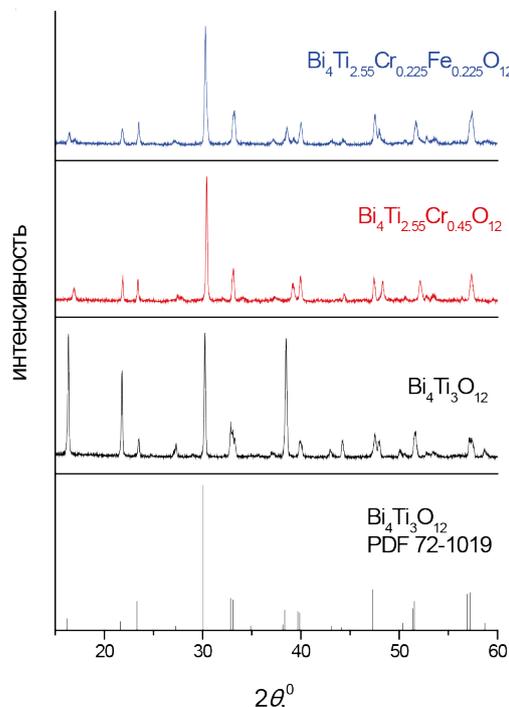


Рис. 1. Рентгенограммы образцов после отжига при $T_4=900^\circ\text{C}$