

## Исследование многокомпонентных систем, содержащих одно-и трехвалентные металлы, с целью синтеза конденсированных фосфатов

М.А. Авалиани<sup>1</sup>, Г. А. Цагарели<sup>1</sup>, М.К. Гвелесиани<sup>1</sup>, Н.В. Барнови<sup>1</sup>,  
Ш. М. Махатадзе<sup>1</sup>, Л. В. Багатурия<sup>1</sup>, Е.В. Шапакидзе<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Тбилисский государственный университет им. И. Джавахишвили,  
Институт неорганической химии и электрохимии им. Р. Агладзе  
<sup>2</sup>Кавказский институт Минерального сырья им. А. Твалчрелидзе, Тбилиси,  
Грузия, e-mail:avaliani21@hotmail.com

Интерес к химии конденсированных фосфатов несомненен, что обусловлено их применением в новейшей технике, в производстве и в быту [1–5]. С целью поиска новых материалов, а также для изучения влияния трехзарядного и однозарядного катионов на формирование анионного радикала и степени конденсации, нами исследованы системы, содержащие одно- и трехвалентные металлы. Ранее нами были изучены системы  $M_2O-M_2^{III}O_3-P_2O_5-H_2O$  при 130–550 °С, где  $M^I$  – щелочные металлы, а  $M^{III}$  – Ga, In и Sc. В развитие предыдущих исследований [6–10], данная работа посвящена синтезу и изучению аналогичных систем, где одновалентный катион – серебро. Синтезированы двойные кислые дифосфаты  $AgSc(H_2P_2O_7)_2$ ,  $Ag_2ScH_3(H_2P_2O_7)_2$ , кислый трифосфат  $AgScHP_3O_{10}$  и циклотетрафосфат  $AgScP_4O_{12}$ . В зависимости от условий синтеза получен также циклододекафосфат серебра–скандия, фактически изоморфный синтезированным нами ранее циклододекафосфатам цезия галлия и/или цезия–скандия  $Cs_3Sc_3P_{12}O_{36}$ . Надо признать, что иногда он кристаллизуется с примесью тетрафосфата и необходимо тщательно подбирать соотношение исходных компонентов. Синтезированы также аналогичные двойные конденсированные фосфаты галлия–серебра. Соединения были изучены, кроме химических методов анализа, также методами РФА, термогравиметрии, бумажной хроматографии. Исследование полученных образцов проводилось также с использованием электронного сканирующего микроскопа JSM-6510LV фирмы JEOL с энерго-дисперсионным микрорентгеноспектральным анализатором X-Max<sup>N</sup>20 (Oxford Instrument). Самая устойчивая фаза при 130–165 °С – это двойные кислые дифосфаты составов  $AgSc(H_2P_2O_7)_2$ ,  $Ag_2ScH_3(H_2P_2O_7)_2$  и кислый трифосфат  $AgScHP_3O_{10}$ . При высоких температурах получены двойные циклофосфаты галлия–серебра и скандия–серебра. Произведен анализ и сопоставление аналитических препаративных данных с публикациями, имеющимися до настоящего времени [1–5, 11–16]. Фактически мы не нашли подробных сведений о двойных конденсированных цикло- или олигофосфатах скандия–серебра, хотя химия Sc всеобъемлюще описана в монографии [11] и имеется интернет-

публикация [12]. Обобщая, можно сделать вывод, что двойные олиго- и циклические конденсированные фосфаты галлия и скандия с некоторыми щелочными металлами в принципе изоморфны соответствующим соединениям галлия–серебра и скандия–серебра, хотя в ряде случаев получить чистые, беспримесные фазы последних – более сложная задача. Решение ее состоит в подборе оптимальных соотношений исходных компонентов и температурного интервала синтеза, иногда внесение затравки также способствует решению поставленной цели.

### **Список литературы**

1. A. Durif. *Crystal Chemistry of Condensed Phosphates*. Springer Sci& Business Media (2013) : 425.
2. A. Durif. *Solid State Sci.* (2005) 760 : 7.
3. I. V. Tananaev, X. Grunze, N. N. Chudinova. *Neorgan. Mater.* (1984) 887 : 20.
4. T. P. Marsh. PhD Thesis, University of Birmingham (2011) : 138.
5. Y. Begum. PhD Thesis, University of Birmingham, 2013.
6. M. Avaliani [et al.]. *Int. Conf. Innovative Technologies in Metallurgy and Materials Science*. Georgia (2015) 124 : 1.
7. I. Grunze, K. K. Palkina, N. N. Chudinova, M. A. Avaliani. *Energy Citations Database; Inorg. Mater.* OSTI ID: 5847982.-128 (2009) 23:4.
8. M. Avaliani. *ICAMT –Tbilisi* (2015) 240 : 1.
9. M. Avaliani. *Nano Studies* (2016) 135 : 13.
10. M. Avaliani [et al.]. *J. Chem. Chem. Eng.* (2017) 60 : 11.
11. Л. Н. Комиссарова. *Неорган. и аналит. Химия скандия*. М.: Эдиториал УРСС (2001) 512 : 1.
12. Н. П. Вассель [и др.]. *Изв. вузов. Физ.* (2011) : 2015.
13. E. V. Murashova, N. N. Chudinova. *Neorgan. Mater.* (2001) 1521 : 37.
14. П. П. Мельников, Л. Н. Комиссарова. *Координац. химия* (1988) 875 : 14.
15. V. A. Lyutsko, A. F. Selevich, E. R. Kutseva. *Inorg. Chem.* 1992) 512 : 37.
16. P. Zanella. *Chains, Clusters, Inclusion Compounds* <https://books.google.ge/books?isbn=0444597050> - (2012) 100 :141.

## **Физико-химические, огнетеплозащитные свойства термовспенивающихся полимерных композитов с минеральными наполнителями**

В. В. Богданова, О. И. Кобец

НИИ физико-химических проблем Белорусского государственного университета, Минск, Беларусь, *e-mail: Kobets@bsu.by*

Пожары внутри зданий и сооружений, распространяющиеся по технологическим конструкциям (трубы, силовые кабели в полимерной