

## СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЖИДКИХ ИНТЕРМЕДИАТОВ В ПРОЦЕССАХ ФОРМИРОВАНИЯ Au- И Pt- СОДЕРЖАЩИХ НАНОЧАСТИЦ

Лихацкий М.Н., Карачаров А.А., Романченко А.С., Михлин Ю.Л.

*ИХХТ СО РАН, e-mail: lixmax@icct.ru*

За счет разнообразных областей применения (катализ, нанoeлектроника, медицина, терраностика и т.д.), наночастицы благородных металлов привлекают много внимания. Образование необычно крупных преднуклеационных интермедиатов, по сравнению с размерами классических зародышей, наблюдали в таких процессах, как кристаллизация карбоната, фосфата кальция, диоксида кремния и белков [1]. Недавно нами обнаружен ряд жидких долгоживущих предкристаллизационных интермедиатов, возникающих при восстановлении  $\text{HAuCl}_4$  и  $\text{H}_2\text{PtCl}_6$  цитратом тринатрия, либо сульфидом натрия в водных растворах [2]. Ло с сотр. [3], применяя ПЭМ *in situ*, подтвердил образование «плотных» капель в ходе цитратного восстановления Au(III). За счет относительно низких скоростей, данные реакции являются удобными модельными системами. На основе данных, полученных преимущественно *in situ*, мы попытались дать обзор и сравнить ряд жидких промежуточных структур, в работе также применяли РФЭС, XANES, EXAFS, спектроскопию КР, ПЭМВР и т.д.

В процессах сульфидного восстановления гидратированные кластеры  $\text{Me}_m\text{S}_n \cdot n\text{H}_2\text{O}$  (где  $\text{Me}=\text{Pt}$  or  $\text{Au}$ ) концентрируются внутри жидких промежуточных структур, к которым мы относим «жидкие кластеры» размером менее 20 нм, глобулы (50 нм) и их субмикронные агрегаты. Предполагается, что нуклеация протекает внутри «плотных капель», размеры которых достаточны для кристаллизации сульфидов путем коалесценции жидких интермедиатов. По сравнению с сульфидсодержащими системами, интермедиаты цитратного восстановления, по крайней мере, в случае процесса образования частиц золота, состоят из металлических «ядер», окруженных сильно разупорядоченным «жидким» веществом, которое облегчает их коалесценцию в «плотные» глобулы, непосредственно предшествующие металлическим наночастицам.

### Литература.

1. Gebauer D., Coelfen H. Nano Today, 2011, 6, 564-584; Gebauer D., Kellermeier M., Gale J.D., Bergstroem Lennart, Coelfen H. Chem. Soc. Rev., 2014, 43, 2348-2371; Vekilov P. and Vorontsova M.A. Acta Cryst, 2014, 70. 271-282.
2. Mikhlin Yu., Likhatski M., Karacharov A. et al. Phys. Chem. Chem. Phys., 2009, 11, 5445; Mikhlin Yu., Karacharov A., Likhatski M., et al. J. Colloid Int. Sci., 2011, 362, 330-336; Likhatski M., Karacharov A., Kondrasenko A., Mikhlin Yu. Faraday Discuss., 2015, 179, 235-245.
3. Loh N.D., Sen S., Bosman M. et al. Nature Chemistry, 2017, 9, 77-82.