

УДК 544.032

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАНОРАЗМЕРНОЙ ПЛЕНКИ ГАЛЛИЯ ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ 673 К

<sup>1</sup>М.И. Русанова, студент гр. ХНб-151, IV курс,

<sup>1</sup>В.Э. Суровая, к.х.н., <sup>2</sup>С.В. Бин, к.х.н.

<sup>1</sup>Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева

<sup>2</sup>Кемеровский государственный университет  
г. Кемерово

Крупным событием в современной химии стало интенсивное развитие и получение нанометровых объектов размером примерно от 1 до 100 нм [1].

Главной, фундаментальной проблемой химии наноматериалов остаются размерные эффекты. Это интригующий вопрос – как свойства индивидуальных частиц при объединении эволюционируют в свойство фазы, как построены и как строятся мосты между отдельной молекулой и наноразмерным миром вещества. Привлекает интерес то, что в наномасштабных объектах отношение площади поверхности к объему детали многое больше, чем у устройств обычных размеров.

Галлий используется в микроэлектронике, где он применяется с полупроводниками. Соединения с никелем или скандием можно с легкостью назвать металлическими kleями. Металлический галлий можно использовать в качестве наполнителя в кварцевых градусниках, так как он имеет большую температуру кипения, чем ртуть.

Также этот металл встречается в оптических приборах, где он применяется для улучшения отражательных свойств. Синтезировать данный металл пока не удалось, но наука развивается, ученые ищут различные пути решения данной проблемы

Галлий быстро растворяется в азотной и серной кислотах. При реакции с щелочами он образует амфотерный гидроксид. Галлий не разлагает воду даже при 100°C [2].

Галлий обладает уникальными свойствами он имеет жидкую фазу при температуре 30-2300°C. Упругость паров галлия незначительна при больших температурах. Эти свойства позволили использовать галлий в высокотемпературных термометрах, пожарных сигналов.

У галлиевых оптических зеркал есть большие плюсы: высокая отражательная способность и устойчивость при высоких температурах [1, 2].

Образцы изготавливали, пользуясь методом термического испарения в вакууме. На пластины из стекла и кварцевого стекла ГОСТ 9284-59 осаждали тонких (2–74 нм) слои галлия, с помощью «ВУП-5М» [3–5].

Толщину слоев галлия измеряли несколькими методами: с помощью спектрофотометра «Shimadzu UV-1700» и кварцевого резонатора.

Объекты погружали на нагретую до определенной температуры ( $T=673\text{K}$ ) пластину из фарфора и окисляли в муфельной печи «МИМП-3П». Эффекты отмечали до и после воздействия температуры весовым методом и спектрофотометрическим.

В результате проведенных исследований было установлено, что оптические свойства нанопленки Ga до, в процессе и после окисления при  $773\text{K}$  зависят от времени и толщины объектов. Установлено, что в процессе окисления уменьшается оптическая плотность объектов в диапазоне  $\lambda = 190\ldots1100\text{ nm}$  и формируется зависимость оптической плотности от длины волны нового вещества (рис.1).

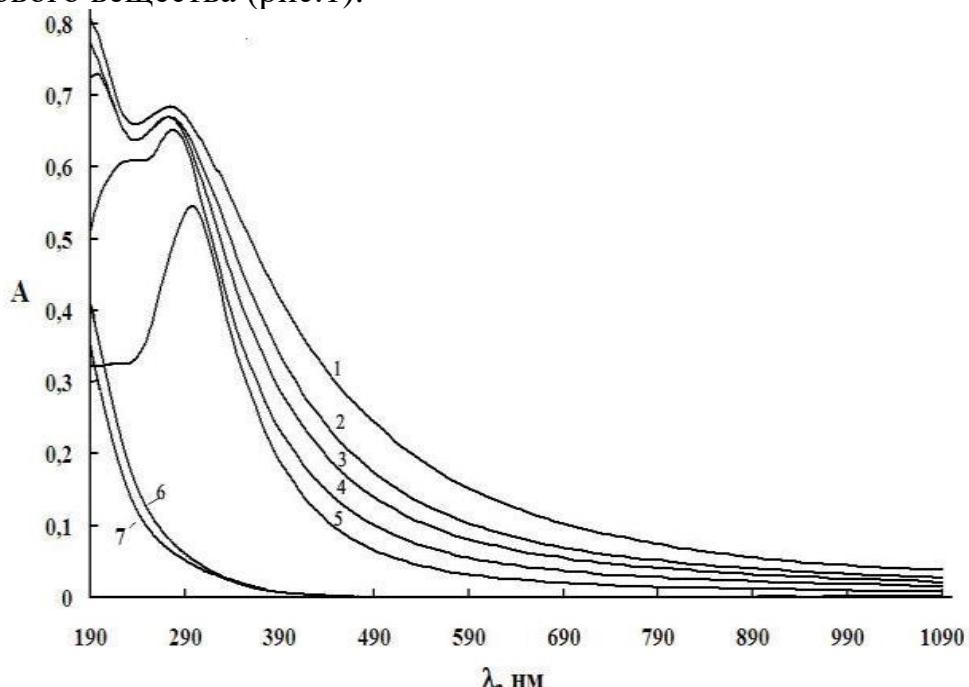


Рис.1. Спектры поглощения нанослоев Ga ( $d=10\text{nm}$ ) до и после термического окисления  $T= 773\text{ K}$ : 2 – 1; 3 – 2; 4 – 3; 5 – 6; 6 – 15; 7 – 35 минут

Длинноволновой порог поглощения, находится при  $\lambda \approx 257\text{--}263\text{ nm}$ , оптическая ширина запрещенной зоны составляет  $E \approx 4,7\text{--}4,8\text{ eV}$  [6]. Полученная величина совпадает с шириной запрещенной зоны  $\text{Ga}_2\text{O}_3$ . Очевидно, что в процессе окисления, в атмосферных условиях при  $773\text{K}$ , нанопленок галлия образуется оксид галлия (III).

Зависимости полученных кривых отношения превращенного вещества к исходному металлу при его окислении при температуре  $773\text{K}$  можно условно разделить на несколько участков: линейный ( $\alpha = K\tau + A$ ), обратный логарифмический ( $K / \alpha = B - \lg\tau$ ), параболический ( $\alpha^2 = K\tau + B$ ) и логарифмический ( $\alpha = K \lg(B\tau + 1)$ ), где  $K$  – константа скорости образования оксида галлия (III),  $A$  и  $B$  – постоянные интегрирования,  $\tau$  – время взаимодействия (рис.2).

Полученные участки спрямления кривых кинетической зависимости, а также их продолжительность зависят от толщины слоев галлия.

Чем больше толщина нанослоев галлия и чем дольше процесс окисления, тем большее продолжительность спрямленных участков соответствующих кинетических кривых окисления.

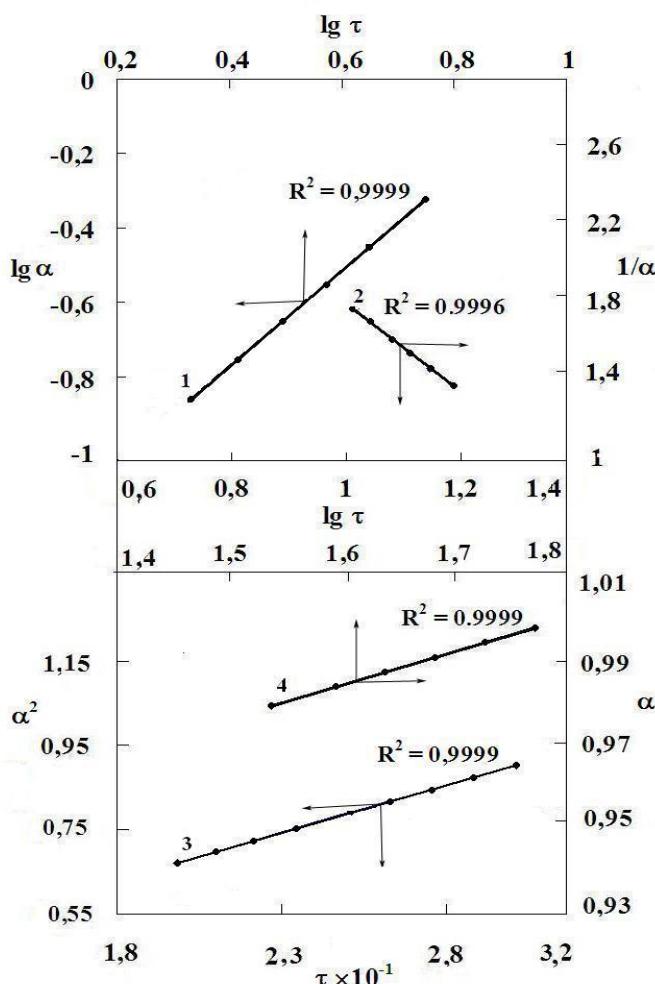


Рис.2. Закономерности кинетических кривых нанослоев Ga толщиной  $d = 18$  нм при  $T = 673$  К: 1 – линейный; 2 – обратный логарифмический закон; 3 – параболический закон; 4 – логарифмический закон.

#### Список литературы:

1. Андриевский Р.А. Наноматериалы на металлической основе в экстремальных условиях. – М.: Лаборатория знаний, 2016. – 102 с.
2. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологий. – М.: БИНОМ, 2011. – 431 с.
3. Суровой Э.П., Бугерко Л.Н., Суровая В.Э., Бин С.В. Кинетические закономерности термических превращений в наноразмерных пленках свинца // Журнал физической химии, 2015. Т. 89. № 1. – С. 85.
4. Суровой Э.П., Бугерко Л.Н., Суровая В.Э., Бин С.В. Кинетические закономерности термических превращений в наноразмерных пленках висмута // Журнал физической химии, 2012. Т. 86, № 4. – С. 702.
5. Суровой Э.П., Бугерко Л.Н., Суровая В.Э. Кинетические закономерности взаимодействия наноразмерных пленок висмута с аммиаком // Журнал физической химии, 2013. Т. 87. № 6. – С. 1020.