

РАМАНОВСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ ГРАФЕНОПОДОБНЫХ НАНОЧАСТИЦ АВТОИНТЕРКАЛЯТОВ ДИСЕЛЕНИДА НИОБИЯ

Чепига Л.Н., Куликов Л.М., Талаш В.Н., Аксельруд Л.Г.⁽¹⁾, Бабичук И.С.⁽²⁾

Институт проблем материаловедения им. И. Н. Францевича НАН Украины,
ул. Кржижановского, 3, Киев-142, 03680, Украина, e-mail: sem_kob@ipms.kiev.ua

⁽¹⁾Львовский национальный университет им. И. Франко,
ул. Кирилла и Мефодия, 6, Львов, 79005, Украина

⁽²⁾Институт физики полупроводников им. В. Е. Лашкарева НАН Украины,
пр. Науки, 41, Киев-28, 03028, Украина

Исследования неорганических двумерных наноструктур, в частности графено-подобных наночастиц (“inorganic graphene-like nanostructures”; “2D nanostructures”; “ultrathin nanolayers”; „слоистые, двумерные (2D), квазидвумерные наноструктуры”) дихалькогенидов d-переходных металлов, в том числе 2H-MCh₂ (M=Nb, Ta; Ch=S, Se; структурный тип – 2H-TaS₂, металлический тип проводимости) и их интеркаляционных нанофаз являются одним из актуальных направлений в современной нанохимии. Указанные соединения представляют особый интерес, как новый класс нанообъектов для создания многофункциональных наноматериалов различного назначения: наноматериалы для преобразователей энергии (литиевые химические источники тока, фотоинтеркаляционные преобразователи солнечной энергии); водородсодержащие наноматериалы, водородные наносенсоры; твердые, радиационно-стойкие наносмазки для космических и наземных условий эксплуатации при высоких и низких температурах (в т.ч. в среде водорода; медицинское оборудование); твердые наносмазочные добавки к промышленным маслам и смазкам для улучшения их триботехнических параметров; наноматериалы с экстремально высокими амортизирующими характеристиками при воздействии очень больших давлений („наноброня”); магнитные наноматериалы.

Наносинтез выполнен по схеме «сверху – вниз» с применением активированных процессов электрохимической интеркаляции (Li⁺/H₂O) микронных порошков автоинтеркалятов 2H-Nb_{1,02(1)÷1,29(1)}Se₂. Изучены временные характеристики соответствующих гальваностатических процессов интеркаляции. Структурные свойства диспергированных порошков изучены на основе рентгеновских исследований, просвечивающей и растровой электронной микроскопии. Исследования спектров комби-

национного рассеяния света (КРС) выполнены с использованием автоматизированного спектрометра на базе двойного монохроматора ДФС-24, спектры КРС возбуждались излучением Ar-Kr⁺ лазера с длиной волны 514,5 нм.

Синтезированные графеноподобные наночастицы 2H-Nb_{1,02(1)}Se₂ – гомогенные, анизотропные (структурный тип – 2H-TaS₂) со средними размерами 22,7(7) – 46,4(1,4) нм в кристаллографическом направлении [013], 61,9(1,7) – 144(7) нм – для [110]. Значения параметра элементарной ячейки с наночастиц 2H-Nb_{1,02(1)}Se₂ коррелируют с их средними размерами. По результатам сканирующей электронной микроскопии плоские (2D) наночастицы 2H-Nb_{1,02(1)}Se₂ достаточно близки к правильной шестиугольной форме со значительной анизотропией размеров длины и толщины, образуют конгломераты и не содержат других типов частиц.

Получены рамановские спектры графеноподобных наночастиц 2H-Nb_{1,02(1)}Se₂, в качестве сравнения были использованы микронные порошки. В целом, установлено, что рамановские спектры микронных частиц и графеноподобных наночастиц 2H-Nb_{1,02(1)}Se₂ качественно близки между собой, что указывает на их гомогенность. Для графеноподобных наночастиц зафиксировано некоторое расширение рамановских спектров, что, возможно, обусловлено влиянием уменьшения размеров наночастиц. Результаты рамановской спектроскопии графеноподобных наночастиц 2H-Nb_{1,02(1)}Se₂ использованы для их дополнительной структурной аттестации, а также описания электронных свойств в сравнении с таковыми для микронных частиц.