

Сравнительные кинетические исследования химического осаждения PbSe селеносульфатом натрия и селеномочевинной с установлением влияния их природы на состав и морфологию пленок

© Бельцева¹ Анастасия Викторовна, Марков^{1,2*} Вячеслав Филиппович и Маскаева^{1,2+} Лариса Николаевна

¹ Кафедра физической и коллоидной химии. Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. ул. Мира, 19. г. Екатеринбург, 620002. Свердловская область. Россия. Тел.: (343) 375-93-18. E-mail: mln@ural.ru

² Кафедра химии и процессов горения. Уральский институт ГПС МЧС России. ул. Мира, 22. г. Екатеринбург, 620022. Свердловская область. Россия. Тел.: (343) 360-81-68.

*Ведущий направление; +Поддерживающий переписку

Ключевые слова: кинетические исследования, селеносульфат натрия, селеномочевина, энергия активации химической реакции, гидрохимическое осаждение, пленки, селенид свинца.

Аннотация

Анализ литературных данных показывает повышенный интерес к селениду свинца в тонкопленочном состоянии, используемом в различных областях: от микроэлектроники до преобразователей солнечной энергии. Существуют физические и химические методы получения пленок PbSe, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Однако исследователи отдают предпочтение химическому осаждению из водных сред, который исключает необходимость в сложном дорогостоящем оборудовании, нагреве до высоких температур и создании высоких давлений. Уральской школой тонкопленочного синтеза разработан и апробирован кинетико-термодинамический метод к прогнозированию химического осаждения халькогенидов металлов. Термодинамическая оценка, выполненная в предыдущей нашей публикации, указала лишь на принципиальную возможность образования селенида свинца при использовании селеномочевинной $CSe(NH_2)_2$ и селеносульфата натрия Na_2SeSO_3 . Для более полного понимания этого процесса необходим комплексный подход, учитывающий закономерности протекания осаждения твердой фазы PbSe во времени в зависимости от термодинамических факторов – температуры и концентрации реагентов. Поэтому в настоящей работе исследована кинетика химического осаждения селенида свинца селеномочевинной и селеносульфатом натрия из растворов, содержащих ацетат свинца, цитрат натрия, гидроксид и йодид аммония, в интервале температур от 303 до 353 К в условиях самопроизвольного зарождения твердой фазы. В результате проведенных исследований определены частные кинетические порядки реакции по халькогенизаторам, составившие 0.86 ($CSe(NH_2)_2$) и 0.78 (Na_2SeSO_3), а также энергия активации процесса образования селенида свинца, составившая соответственно 45.1 и 25.07 кДж/моль. Гидрохимическим осаждением селеномочевинной и селеносульфатом натрия получены пленки PbSe на подложках из ситалла и стекла толщиной 200-300 нм. Энергодисперсионным анализом и растровой электронной микроскопией показано влияние природы подложки, типа халькогенизатора на морфологию, гранулометрический и элементный состав слоев селенида свинца. Элементным анализом установлено, что пленки PbSe, осажденные селеносульфатом натрия содержат избыток свинца по сравнению с селеном ($Pb/Se = 1.25-1.32$), а стехиометрический состав обеспечивает использование селеномочевинной ($Pb/Se = 0.99-1.05$).