

научно-технической конференции, 28–29 апреля 2022 г. / редкол.: С. В. Харитончик [и др.]. – Минск: БНТУ, 2022. – С. 393–397.

5. Климат и средняя погода круглый год в Узбекистане [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.weatherspark.com/y>. – Дата доступа: 01.02.2017.

6. Регионы Узбекистана – Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki>. – Дата доступа: 27.04.2022.

7. Ветряная турбина 1000 Вт, 12 В, 24 В, вертикальные оси, ветряной генератор VAWT, маленькая ветряная мельница, свободная энергия, с контроллером заряда MPPT, для домашнего использования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://aliexpress.ru/item/1005003764276989.html?sku_id. – Дата доступа: 01.04.2023.

УДК 631.221

Рентгенофотоэлектронный спектроскопический анализ составов слоев на основе $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}(\text{Se})_4$.

Валиханов Н. К.

Ташкентский государственный транспортный университет
Ташкент, Республика Узбекистан

Содержание в воздухе тонких слоев на основе Zn неизбежно приводит к проникновению и фиксации кислорода воздуха в твердой фазе таллоцианина цинка, где он выступает в роли акцептора электронов. Учитывая, что в этих слоях могут быть обнаружены и другие частицы, присутствующие в атмосфере (которые могут играть определенную роль в их фотоэлектрических свойствах), для определения элементного состава был использован количественный анализ рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС).

Содержание тонких слоев на основе Zn в воздухе обязательно приводит к проникновению и фиксации кислорода воздуха в твердой фазе таллоцианина цинка, где, действует как акцептор электронов [1]. Учитывая, что в этих слоях можно фиксировать другие частицы, присутствующие в атмосфере (которые могут играть определенную роль в фотоэлектрических свойствах), для уточнения их элементного состава применялся количественный анализ рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС).

В то же время с помощью РФЭС были выявлены новые типы химических связей, появившиеся в синтезированных тонких слоях. На рис. 1 показаны спектры РФЭС во всем диапазоне энергий. В спектрах РФЭС мы свидетельствуем о наличии пиков характеристики C 1s, O 1s, N 1s, I 3d и Zn 2p.

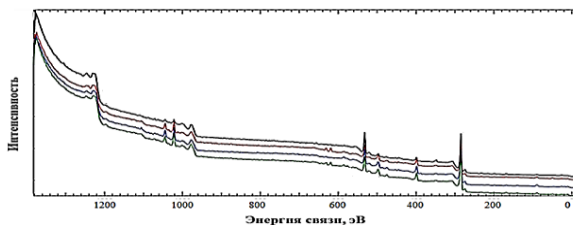


Рис. 1. Спектры РФЭС для тонких слоев 1А, 2А, 3А и 4А без термической обработки

Деконволюция (развертка) узкого спектра (пика) $Zn\ 2p$ в результате легирования йодом показывает легкое смещение ($0,2-0,3$ эВ) в сторону меньшей энергии связи, а для системы $Zn:Sn$ – небольшое смещение ($0,13$ эВ) в сторону большей энергии связи (рис. 2, *b*).

Пик энергии связи при $1021,9$ эВ соответствует металлическому цинку [2]. Спектры $N\ 1s$ для Zn и $Zn:Sn$, легированные и не легированные йодом, показаны на рис. 3, *a*. Во всех спектрах преобладает сильный сигнал при $398,2$ эВ, соответствующий Zn .

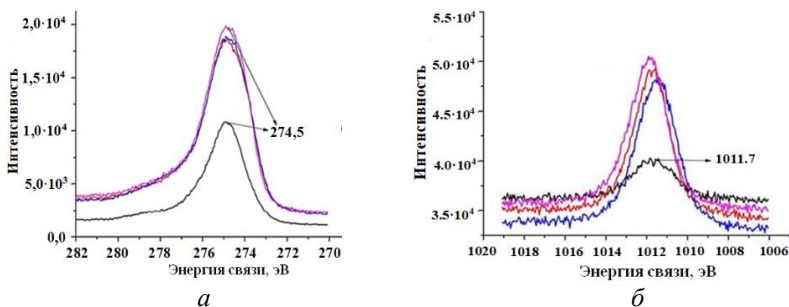


Рис. 2. РФЭС-спектры подуровней для тонких слоев 1А–4А:
a – $C\ 1s$; *b* – $Zn\ 2p$

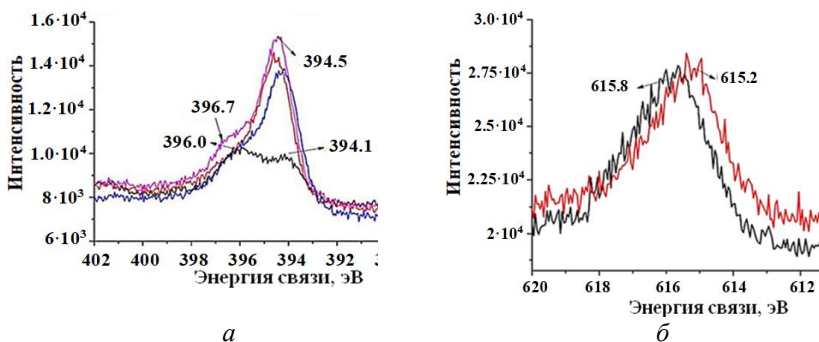


Рис. 3. РФЭС-спектры подуровней для тонких слоев 1А–4А:
a – N 1*s*; *b* – I 3*d*

Легирование йодом способствует аналогичному смещению этого сигнала на 0,1–0,2 эВ. Второй пик, соответствующий N 1*s*, возникает при энергии связи 400,1 эВ для ZnSn, не легированного йодом и светом смещена в сторону более высокой энергии связи для ZnSn и Cu₂Zn:I.

Пик для энергии связи 398,4 эВ соответствует наличию –N=C, а расположенный при 400,8 эВ соответствует группе HN-C [3]. Соответствующий сигнал I 3*d*_{5/2} для комплекса Zn: I₂ смещен на 0,5 эВ по сравнению с ZnSn:I. Соответствующий РФЭС-спектр O 1*s* для слоев 1А–4А показан на рис. 4.

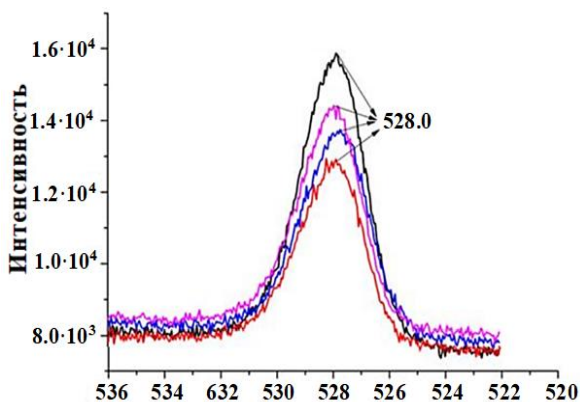


Рис. 4. Спектры подуровня O 1*s* для тонких слоев 1А–4А

Сигнал для O 1s при 531,9 эВ можно отнести к связи цинка с формиат-ионом, образующихся в результате диссоциации ЖК и присоединения к центральному иону в молекуле Zn. Однако не исключено, что определенный вклад в появление этих сигналами обладают подвижные формы кислорода O₂⁻, O²⁻ и OH.

Результаты РФЭС исследований синтезированных тонких слоев показывают, что растворы ZnSnS₄ и Zn:I SnS₄ взаимодействует с I₂ с образованием самоорганизующихся комплексов.

Наблюдения за слоями, легированными йодом, также предполагают образование тетраэдрических комплексов, таких как nI₂ (HCOO). Образование этих комплексов способствует передаче фотоиндуцированных нагрузок от донорного материала к акцепторному [4].

Литература

1. Fan, F. Photovoltaic Effects Of Metalfree And Zinc Phthalocyanines. I. Dark Electrical Properties Of Rectifying Cells / F. Fan, L. R. Faulkner // The Journal Of Chemical Physics. – 1978. – Vol. 69. – P. 3334–3340.
2. Nilson, K. STM And XPS Characterization Of Zinc Phthalocyanine On Insb (001) / K. Nilson, P. Palmgren, J. Åhlund, M. Göthelid // Surf. Sci. – 2008. – Vol. 602. – P. 452–459.
3. NIST X-Ray Photoelectron Spectroscopy Database. Disponibil [Electronic resource]. – Mode of access: <https://Srdata.Nist.Gov/Xps/Default.aspx>. – Date of access: 15.09.2012.
4. Potlog, T. Physical-Chemical Properties Of Self-Assembled Structures In Solution Of Zinc Phthalocyanine And Bis-3-Pentyl-PTCDI Derivative / T. Potlog, V. Furtuna, I. Lungu, T. Masuzawa, H. Mimura // The Journal Of Physical Chemistry C. – 2020. – Vol. 17. – P. 9470–9483.

УДК 631.221

Отражение и преломление электромагнитной волны на двухслойной магнитной структуре

Валиханов Н. К.

Ташкентский государственный транспортный университет
Ташкент, Республика Узбекистан

Исследование многослойных магнитных структур имеет большое значение для изучения наноструктур. В данной работе мы рассматриваем двухслойную магнитную структуру, где первый слой представляет собой экваториально намагниченную пленку толщиной ℓ , а второй слой полярно-координатно намагниченную подложку.