

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ ТИПА MESE-CuInSe_2 (ME=Mn, Fe) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АТМОСФЕРНОЙ ВЛАЖНОСТИ (26%-75%)

Didenko E.A.^{1,2}, Doroshkevich A.S.^{2,3}, Samedovaa U. F.^{2,4}, Kirillov A.K.¹, Vasilenko T.A.⁵, Oksengendler B.L.^{6,7}, Nikiforova N.N.^{6,7}, Balasoui M.^{2,8}

¹*Dubna State University, Dubna, Russia, 19 Universitetskaya street, Dubna, Moscow region, 141982*

²*Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russia*

³*Donetsk Institute for Physics and Engineering named after O.O. Galkin, Kiev, Ukraine*

⁴*Institute of Physics, National Academy of Sciences of Azerbaijan, pr. Dzhavida 33, Baku, AZ1143 Republic of Azerbaijan*

⁵*Saint-Petersburg Mining University, St.-Petersburg, Russia*

⁶*Institute of Materials Science, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, 100084 Uzbekistan;*

⁷*Institute of Physics and Technology, Ural Federal University, Yekaterinburg, 620078, Russia;*

⁸*Horia Hulubei National Institute for R&D in Physics and Nuclear Engineering (IFIN-HH), Bucharest Romania*

Проблема возобновляемых источников энергии актуальна в настоящий момент [1, 2].

В аспекте возобновляемой энергетики актуальна разработка устройств, функционирующих на основе новых физических принципах, в частности, получены обнадеживающие результаты в области адсорбционной электроэнергетики [3, 4]. Ведется разработка преобразователей, которые производят электроэнергию из химической энергии адсорбции воды [5, 6, 7]. Тройное соединение состава CuInSe_2 характеризуется высокой эффективностью фотоэлектрической конверсии и перспективно для использования в фотовольтаике в настоящий момент [8].

Представляют интерес материалы, имеющие несколько каналов преобразования, в частности, способные преобразовывать в электрический вид энергию прямых солнечных лучей и энергию адсорбции молекул влаги. Такие системы могут быть получены путем создания наноразмерной пористости [9] в фотоадсорберах, в частности, на основе системы CuInSe_2 , легированной селенидом марганца MnSe в пропорциях, соответствующих формуле $X\text{mol}\% \text{MnSe} - (100-X)\text{mol}\% \text{CuInSe}_2$, где $X = 5, 7, 10$.

Изучение электрических свойств наноструктурированных кристаллов состава $X\text{mol}\% \text{MnSe} - (100-X)\text{mol}\% \text{CuInSe}_2$ было целью данной работы.

В качестве исследуемых объектов использовались кристаллы двух составов: $10\text{mol}\% \text{MnSe} - 90\text{mol}\% \text{CuInSe}_2$ и $5\text{mol}\% \text{MnSe} - 95\text{mol}\% \text{CuInSe}_2$. На образцы механическим способом наносились углеродные электроды. Вольтамперограммы (V-I) были получены в режиме линейной развертки на

устройстве P-20X ("Elinns") в условиях атмосферной влажности 75%, 26% и 35%. Камера для образцов представляла собой закрытый контейнер объемом 350 мл, образец помещался между прижимными контактами эллиптического типа, состоящими из серебра, что исключало окисление контактных площадок.

Установлено, что в образцах, легированных селенидом марганца в соотношении 10 к 90mol%, наблюдался аддитивный вклад обоих воздействий в виде увеличения электропроводности для состава 10mol% MnSe-90mol% CuInSe₂ –с 0,047 См до 0,058. Наоборот, в образце состава 5mol% MnSe-95mol% CuInSe₂ отмечена конкурентная динамика каналов генерации носителей заряда, сопровождающаяся увеличением электросопротивления (почти в 5 раз).

Acknowledgments. The study was performed in the scope of the Serbia - JINR cooperation Projects № 373 2023 items 4 and 5, Serbia – JINR cooperation Projects № 178 items 7 and 8, Belarus - JINR cooperation Projects № 308 items 21 and 22.

Список литературы

1. Любарская М. А. Обзор тенденций инновационного развития технологий возобновляемой энергетики //Российский экономический интернет-журнал. – 2019. – №. 3. – С. 54-54.

2. Чернышев А. С., Мордвинов С. Е. Обзор возобновляемых источников энергии //Юность и знания-гарантия успеха-2019. – 2019. – С. 146-149.

3. S. Doroshkevich, A. I. Lyubchuk, A. V. Shilo, T. Yu. Zelenyak, V. A. Glazunovae, V. V. Burhovetskiy, A. V. Saprykina, Kh. T. Holmurodov, I. K. Nosolev, V. S. Doroshkevich, G. K. Volkova, T. E. Konstantinova, V. I. Bodnarchuk, P. P. Gladyshev, V. A. Turchenko, S. A. Sinyakina Chemical-Electric Energy Conversion Effect in Zirconia Nanopowder Systems. Journal of Surface Investigation: X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques, 2017, Vol. 11, No. 3, pp. 523–529. DOI: 10.1134/S1027451017030053

4. S. Doroshkevich, A. I. Lyubchuk, A. V. Shilo, T. Yu. Zelenyak, V. A. Glazunovae, V. V. Burhovetskiy, A. V. Saprykina, Kh. T. Holmurodov, I. K. Nosolev, V. S. Doroshkevich, G. K. Volkova, T. E. Konstantinova, V. I. Bodnarchuk, P. P. Gladyshev, V. A. Turchenko, S. A. Sinyakina Chemical-Electric Energy Conversion Effect in Zirconia Nanopowder Systems. Journal of Surface Investigation: X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques, 2017, Vol. 11, No. 3, pp. 523–529. DOI: 10.1134/S1027451017030053

5. N. Miljkovic, D. Preston, R. Enright, and E. Wang. Jumping-droplet electrostatic energy harvesting // APPLIED PHYSICS LETTERS. 2014. V. 105, P.013111.

6. Georgen B., Nienhaus H., Weinberg W. H., Mc Farland E. Chemically induced electronic excitations at metal surfaces // Science. 2001. V.294. P. 2521–2523.

7. Leandra P. Santos, Telma R. D. Ducati, Lia B. S. Balestrin, and Fernando Galembeck* Water with Excess Electric Charge // J. Phys. Chem. C 2011, 115, 11226 –11232. Dx. Doi.org/10.1021/jp202652q.

8. Гременок В.Ф., Тиванов М.С., Залесский В.Б. Солнечные элементы на основе полупроводниковых материалов // АЭЭ. 2009. №1. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/solnechnye-elementy-na-osnove-poluprovodnikovyh-materialov>.

9. Sh. M. Gasanlyya , A. A. Abdurragimovb, and U. F. Samedovaa The Electric and Thermoelectric Properties of CuInSe_2 -based Chalcopyrite // Surface Engineering and Applied Electrochemistry, 2012, Vol. 48, No. 5, pp. 439–443, 1068-3755, DOI 10.3103/S106837551205004.