

Вертель М.¹, к.ф.-м.н., Барайшук С.М.², к.ф.-м.н., доцент
¹Институт физики, университета М. Кюри-Скловской,
Люблин, Польша

²Белорусский государственный аграрный технический
университет, Минск

ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИИ ПОДЛОЖЕК
ДЛЯ СЕНСОРОВ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
ПОЛУЧЕННЫХ НАНЕСЕНИЕМ Ti ПОКРЫТИЙ
МЕТОДОМ МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ НА СТАЛЬ

Благодаря своим оптическим и электрическим свойствам тонкие пленки $\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{S},\text{Se})_4$ (CZTSSe) являются перспективными для использования в качестве светопоглощающего слоя в солнечных элементах [1]. Кроме того, CZTSSe является хорошей альтернативой используемым в настоящее время светопоглощающим тонким пленкам CIGS и CdTe, содержащих токсичные и редкие элементы. Проводимые исследования показывают, что в качестве подложек для таких элементов возможно использовать металлические фольги, состав поверхности которых не вызывает ухудшения поглощающего слоя [2-3].

Преимущества использования гибки солнечных панелей очевидны (гибкость, отсутствие хрупкости), кроме того, подложки из фольги позволяют использовать промышленную рулонную технологию производства пленок, обеспечивающую непрерывный процесс их осаждения на высоких скоростях. В нашей работе мы исследовали возможность применения в качестве подложек модифицированных нанесением Ti покрытий методом реактивного магнетронного распыления на тонкие листы стали по ГОСТ Р 52246-2004. Изучение топологии проводилось с применением атомно-силового микроскопа NT 206 в сочетании со сканирующей электронной микроскопией с использованием EDX Oxford Instruments AZtecEnergy-Advanced с кремний-дрейфовым детектором Vega3 Tescam при ускоряющем потенциале электронов от 10 кВ анализ состава детектором вторичных электронов типа Everhart-Thornley.

Атомно-силовые изображения поверхности и изображения оплученные сканирующей электронной микроскопией представлены на рисунке 1.

Как видно на поверхности образовывается достаточно равномерное покрытие, шероховатость которого по площадке $10 \times 10 \text{ мкм}^2$ не превышает 63 нм, что, как показано в [3], позволяет использовать такие поверхности для дальнейшего получения на них солнечных элементов типа (CZTSSe). Подложки из фольги Мо [3] большую шероховатость, (144 нм) чем Ti покрытие на стали, повидимому потому, что при осаждении покрытия происходит заполнение неровностей поверхности возникающих при механической обработке стали.

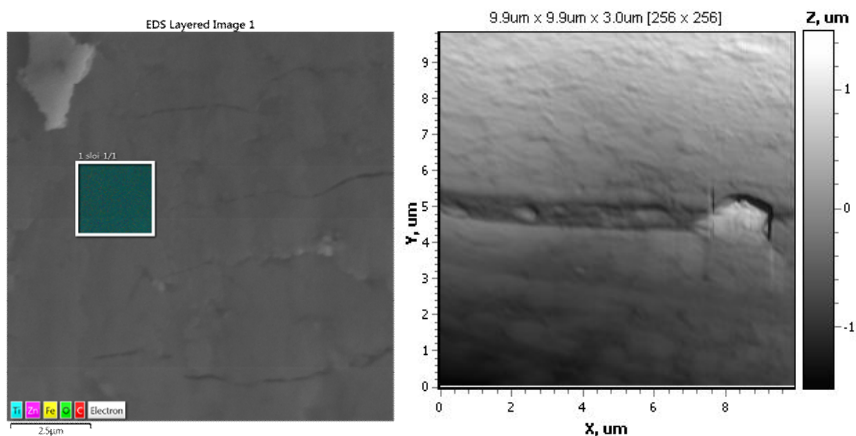


Рисунок 1 – Топография поверхности стали с нанесенным Ti покрытием, полученная СЭМ и АСМ соответственно.

Совместно со сканирующей электронной микроскопией проведен анализ состава поверхности, который показал равномерность нанесенного покрытия и подтвердил, что в составе помимо Ti с концентрацией 80 % определяются кислород и углерод, что может быть связано, как с остаточным давлением в вакуумной камере в процессе нанесения, так и с образованием оксидов титана на поверхности после нанесения покрытия (рисунок 2).

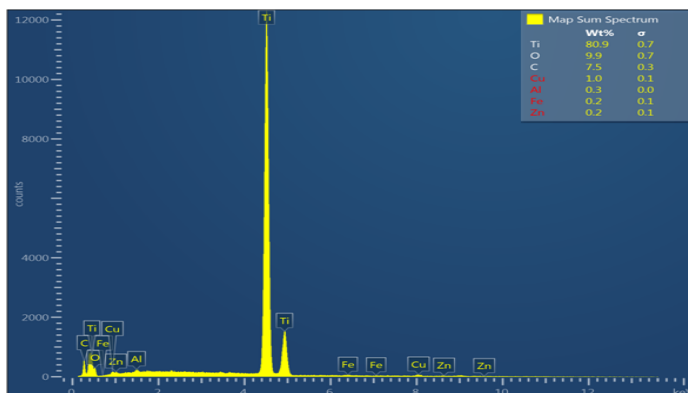


Рисунок 2 – Состав поверхности Тi покрытия на стали

Результаты исследования систем Тi покрытия на стали с цинковым покрытием показали, что даже необходимость осаждения проводящего слоя другого металла позволит получить более дешевые подложки в сравнении с ранее исследованными Мо фольгами и делает их перспективными для дальнейшего применения.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования Республики Беларусь № ГР 20211250

Список использованных источников

4. Paranthaman M.P., Wong-Ng W., Bhattacharya R.N. Semiconductor Materials for Solar Photovoltaic Cells. Springer International Publishing, 2016. 25 p.

5. A low-temperature X-ray diffraction study of the $\text{Cu}_2\text{ZnSnSe}_4$ thin films Mendeleev Commun., 2021. – № 31. – P. 726–727 A.V. Stanchik, V.A. Chumak, V.F. Gremenoka S. M. Baraishuk

6. Influence of the Substrate Type on the Surface Morphology of Thin $\text{Cu}_2\text{ZnSnSe}_4$ Films/ Journal of Surface Investigation: X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques, 2018, Vol. 12, No. 6, pp. 1077–1081.// S.M. Baraishuk, T.M. Tkachenko, A.V. Stanchik, V.F. Gremenok, S.A. Bashkirov, M. Wiertel, M. Budzynski, A.I. Turovets, and Y.S. Yakovenko

7. Бобрович О.Г., Ташлыков И.С., и др./ Изучение ядерно-физическими методами металлосодержащих (Ti, Co) – покрытий, осажденных методом ионного ассистирования на кремний // Физика и химия обработки материалов. – 2006. – №1. – С. 54–58.