

**Омарова Алия**[aliya\\_omarova\\_110591@mail.ru](mailto:aliya_omarova_110591@mail.ru)Докторант 1го курса ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан  
Научный руководитель – Кадыржанов К.К.

Область исследования наноструктурных объектов является наиболее быстроразвивающейся в современном материаловедении, поскольку сверхтонкодисперсные структуры становятся причиной существенного улучшения, а в отдельных случаях коренного изменения свойств материалов [1].

В последнее время вновь возрос значительный интерес к получению тонких плёнок CdSe электрохимическим способом [2,3]. Это объясняется тем, что электрохимический метод обладает существенным преимуществом по сравнению с другими методами. Отличаясь технологической простотой, он позволяет, изменяя режим электролиза и состав электролита, изменять состав, качество и свойства полученных плёнок. Кроме того, интерес к CdSe обусловлен большими перспективами использования таких плёнок в различных областях полупроводниковой промышленности, в первую очередь при изготовлении твёрдотельных солнечных батарей, а также, фотовольтаических и фотоэлектрохимических ячеек [4]. В большинстве случаев осаждение проводится на тонкие диэлектрические или металлические подложки [5-8], поскольку они широко используются в технике, в частности в преобразовании солнечной энергии в электрическую. При этом основное внимание уделяется изучению морфологии и кристаллической структуры, скорости роста и фотовольтаическим характеристикам полученных плёнок.

В работе представлены результаты исследования влияния разности прикладываемых потенциалов на структурные свойства и фазовый состав тонких пленок на основе CdSe полученных методом электрохимического синтеза. В качестве подложек использовались диэлектрические темплаты на основе полиэтилентерфталата, которые обладают высокой химической и термической стойкостью к различным факторам. Для повышения адгезии при синтезе полимерные темплаты предварительно подвергались химическому травлению в растворе гидроксида натрия (2.2 М) при температуре  $85\pm 2^\circ\text{C}$  в течение 180 сек. В результате травления степень шероховатости повышается с 1.2 нм до 5-10 нм, что в дальнейшем служит активационными центрами роста наноструктурных пленок. Состав электролита для синтеза: 0.5 М  $\text{CdSO}_4$ , 5mM  $\text{SeO}_2$ . Диапазон прикладываемых потенциалов составляла от 1.0 до 2.0 В, с шагом 0.25 В.

На рисунке 1 представлены РЭМ изображения полученных пленок.

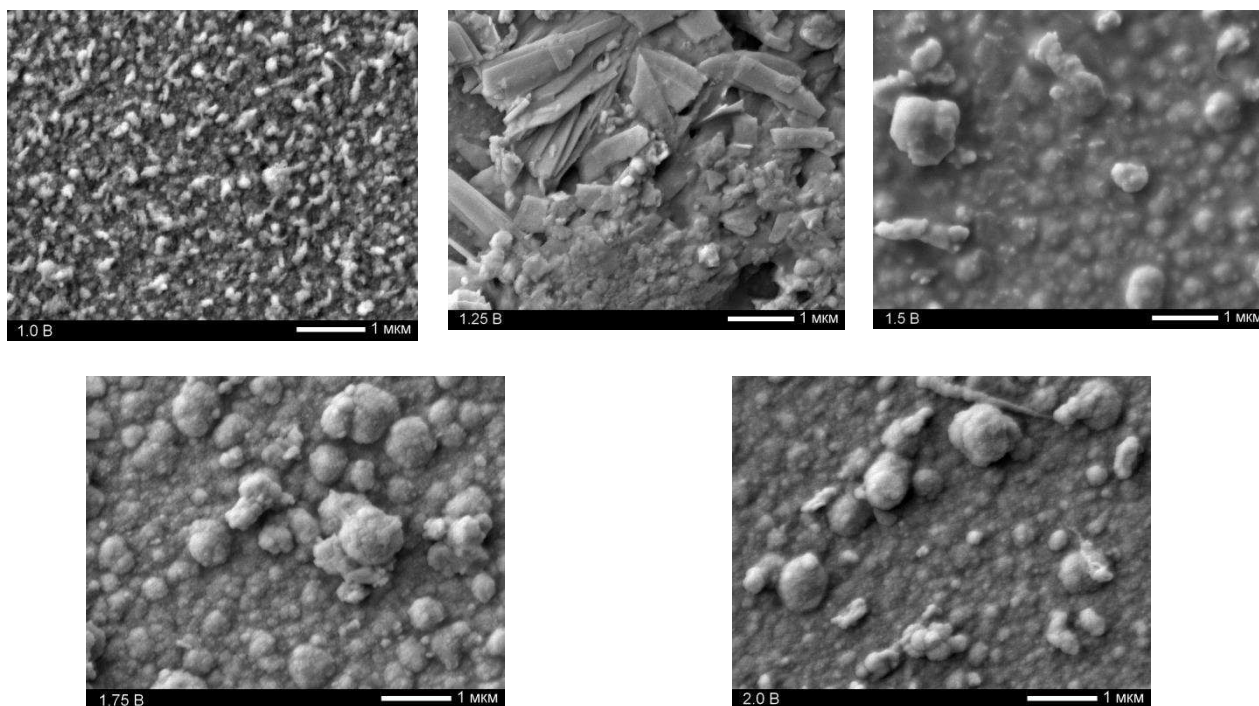


Рисунок 1 – РЭМ – изображения синтезированных пленок

Как видно из представленных РЭМ – изображений при разности потенциалов 1.0 В структура синтезированных пленок состоит из сфероподобных частиц средний размер которых составляет 50-100 нм. Увеличении разности потенциалов до 1.25 В приводит к формированию ромбовидных и дендритоподобных структур на поверхности пленок, наличие которых обусловлено возникновением перенапряжений в процессе синтеза. Увеличение разности потенциалов 1.5 В и выше приводит к формированию в структуре пленок сферических частиц средний размер которых варьируется от 500 до 700 нм.

Для определения влияния разности прикладываемых потенциалов на элементный состав синтезируемых пленок был применен метод энергодисперсионного анализа. В таблице 1 представлены данные изменения концентрации содержания кадмия и селена в структуре тонких пленок.

Таблица 1

Данные элементного состава

Разность прикладываемых потенциалов, В	Концентрация кадмия, %	Концентрация селена, %
1.0	43.1±1.7	56.9±2.3
1.25	50.2±2.1	49.8±2.5
1.5	51.4±2.6	48.6±2.4
1.75	57.6±3.1	42.3±2.6
2.0	60.2±3.2	39.8±2.1

Как видно из представленных данных, увеличение разности прикладываемых потенциалов приводит к увеличению содержанию концентрации кадмия в структуре пленок.

Для определения влияния разности прикладываемых потенциалов на структурные характеристики исследуемых пленок был применен метод рентгеноструктурного анализа. На рисунке 2 представлены рентгеновские дифрактограммы исследуемых образцов.

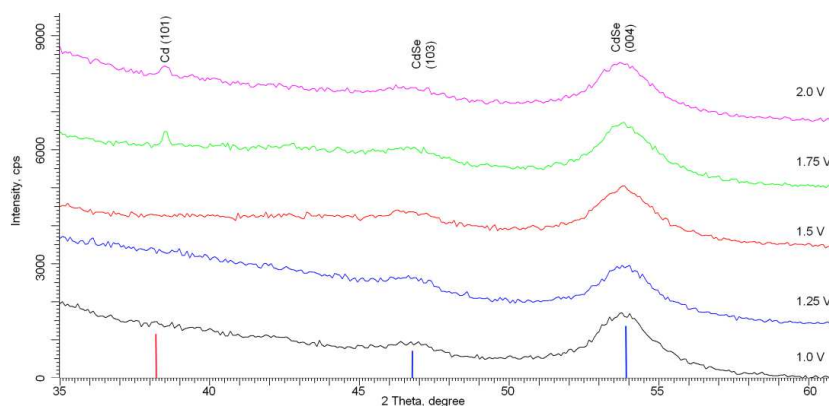


Рисунок 2 – Рентгеновские дифрактограммы тонких CdSe пленок

Таблица 2

Данные кристаллографических характеристик

Разность прикладываемых потенциалов, В	Параметр кристаллической решетки, Å		Средний размер кристаллитов, нм	Степень кристалличности, %	Дислокационная плотность дефектов
1.0	a=4.23466, c=6.91437		6.5	43.4	$7.5 \cdot 10^{16}$
1.25	a=4.21722, c=6.90488		7.8	47.8	$4.4 \cdot 10^{16}$
1.5	a=4.21143, c=6.88999		8.5	56.7	$1.3 \cdot 10^{16}$
1.75	CdSe	a=4.1973 c=6.8643	10.4	65.4	$6.8 \cdot 10^{15}$
	Cd	a=2.9670 c=5.6351	24.5		
2.0	CdSe	a=4.1866 c=6.8925	13.4	69.8	$4.2 \cdot 10^{15}$
	Cd	a=2.9653 c=5.625	27.6		

Как видно из представленных данных, вид дифрактограмм свидетельствует о дифракции рентгеновских лучей на поликристаллических наноразмерных структурах (малая интенсивность и широкие дифракционные линии). При разности потенциалов 1.0-1.5 В структура полученных пленок представляет собой однофазную структуру CdSe с гексагонального типа кристаллической решеткой с выделенным текстурным направлением (004). Увеличение разности потенциалов выше 1.5 В приводит к формированию в структуре новых дифракционных максимумов характерных для фазы Cd с гексагонального типа кристаллической решеткой. При этом появление второй фазы в структуре приводит к повышению степени кристалличности и снижению концентрации дислокационных дефектов, возникающих в структуре в процессе синтеза. В таблице 2 представлены данные изменения основных кристаллографических характеристик исследуемых образцов.

Как видно из представленных данных увеличение разности потенциалов приводит к изменению кристаллографических характеристик, повышению степени кристалличности и снижению дислокационных дефектов в структуре.

Таким образом, изменяя разность прикладываемых потенциалов можно изменять как морфологию получаемых тонких пленок, так и кристаллическую структуру и фазовый состав, что в дальнейшем можно использовать в практическом применении данных пленок.

#### **Список использованных источников**

1. Babu N.S., Khadar M.A. Electrical properties of grain size tuned CdSe nanocrystal films for practical applications //Solar Energy Materials and Solar Cells. – 2018. – Vol. 178. – P. 106-114.
2. Patel S.L. et al. An approach to MgCl<sub>2</sub> activation on CdSe thin films for solar cells //Current Applied Physics. – 2018. – Vol. 18. – №. 7. – P. 803-809.
3. Singh S., Shrivastava A.K., Tapdiya S. Rare earth substitution on structural and optical behaviour of CdSe thin films //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2018. – Vol. 1953. – №. 1. – P. 030198.
4. Xiao F. et al. High-temperature thermodynamic properties of nanocrystalline CdSe thin film //Surface Engineering. – 2018. – Vol. 34. – №. 9. – P. 705-710.
5. Min H.S. et al. A short review of CdTe and CdSe films: growth and characterization //Mediterranean Journal of Chemistry. – 2018. – Vol. 7. – №. 2. – P. 115-124.
6. Barandiaran I. et al. Tuning photoresponsive and dielectric properties of PVA/CdSe films by capping agent change //Composites Part A: Applied Science and Manufacturing. – 2019. – Vol. 118. – P. 194-201.
7. Jamil N.Y., Burjus A.Y., Khalil H.M. T. The Effect of Ag Doping on the Structural, Optical and Electrical Properties of CdSe Thin Films //Rafidain journal of science. – 2018. – Vol. 27. – №. 3E. – P. 146-152.
8. Li C. et al. Characterization of sputtered CdSe thin films as the window layer for CdTe solar cells //Materials Science in Semiconductor Processing. – 2018. – Vol. 83. – P. 89-95.