

УДК 541.12.017:666.113.32

А.М.Климова (6 курс, каф. ИСиСМ),  
О.В.Толочко, д.т.н., проф., Мохаммад Ариф, к.х.н., докторант

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЛАСТИ ГОМОГЕННОСТИ СОЕДИНЕНИЯ $\text{CuInSe}_2$ В СИСТЕМЕ Cu-In-Se

На сегодняшний день, тройное соединение  $\text{CuInSe}_2$  является самым перспективным фотовольтаическим материалом для получения основы элементов солнечных батарей. Благодаря оптимальному сочетанию его оптических и электрических свойств, коэффициент полезного действия фотоэлектрических преобразователей, созданных на базе  $\text{CuInSe}_2$  достигает 18%. Это в 1,5 раза выше, чем кремниевых элементов, широко распространенных сегодня.

Для получения тонких поликристаллических пленок заданного состава  $\text{CuInSe}_2$  очень важно знать область гомогенности диселенида меди и индия в тройной системе Cu – In – Se. Для соединения  $\text{CuInSe}_2$  в системе Cu – In – Se область гомогенности определена только по разрезам  $\text{CuIn-Se}_2$  и  $\text{In}_2\text{Se}_3\text{-Cu}_2\text{Se}$  (рис. 1) [1,2].

В связи с этим представляет интерес определить границы области гомогенности соединения  $\text{CuInSe}_2$ . Для этого проводился синтез образцов, состоящих из Cu марки М1 по ГОСТ 859-78, In марки Ин-2 по ГОСТ 10297-75 и Se ОСЧ 22—4 соответствующего ТУ 6-09-2521-77. Были синтезированы 15 образцов трех параллельных варок составов: 1)  $\text{CuInSe}_2$ ; 2)  $\text{CuInSe}_3$ ; 3)  $\text{Cu}_{21}\text{In}_{27}\text{Se}_{52}$ ; 4)  $\text{Cu}_{22}\text{In}_{24}\text{Se}_{54}$ ; 5)  $\text{Cu}_{21}\text{In}_{22}\text{Se}_{57}$ ; 6)  $\text{Cu}_{20}\text{In}_{25}\text{Se}_{55}$ ; 7)  $\text{Cu}_{20}\text{In}_{30}\text{Se}_{50}$ ; 8)  $\text{Cu}_{30}\text{In}_{20}\text{Se}_{50}$ ; 9)  $\text{Cu}_{20}\text{In}_{25}\text{Se}_{55}$ ; 10)  $\text{Cu}_{25}\text{In}_{20}\text{Se}_{55}$ ; 11)  $\text{Cu}_{19}\text{In}_{19}\text{Se}_{61}$ ; 12)  $\text{Cu}_{25}\text{In}_{30}\text{Se}_{45}$ ; 13)  $\text{Cu}_{30}\text{In}_{25}\text{Se}_{45}$ ; 14)  $\text{Cu}_{30}\text{In}_{30}\text{Se}_{40}$ , 15)  $\text{Cu}_{24}\text{In}_{27}\text{Se}_{49}$ . Синтез образцов проводился в ампулах из оптического кварца с внешним диаметром 15 мм, внутренним диаметром 7 мм и толщиной стенки 4 мм. Промытая водой ампула очищалась плавиковой кислотой, после чего опять многократно промывалась дистиллированной водой. Рассчитанная навеска образца, примерно 5-6 г, помещалась в ампулу в следующем порядке по составляющим элементам: Se, In, Cu. Ампулу вакуумировали до  $p \approx 10^{-4}$  мм рт. ст. и помещали в горизонтальную электропечь с непрерывным перемешиванием и нагревали до максимальной температуры синтеза  $1150^\circ\text{C}$  в течение 6-7 часов. Затем образцы подвергались стабилизирующему отжигу при температуре  $750^\circ\text{C}$  в течение 7 часов. В дальнейшем, методом рентгеноструктурного анализа были идентифицированы составы полученных образцов. На рис. 2. в качестве примера приведены рентенограммы порошкообразных поликристаллических отожженных сплавов пяти образцов.

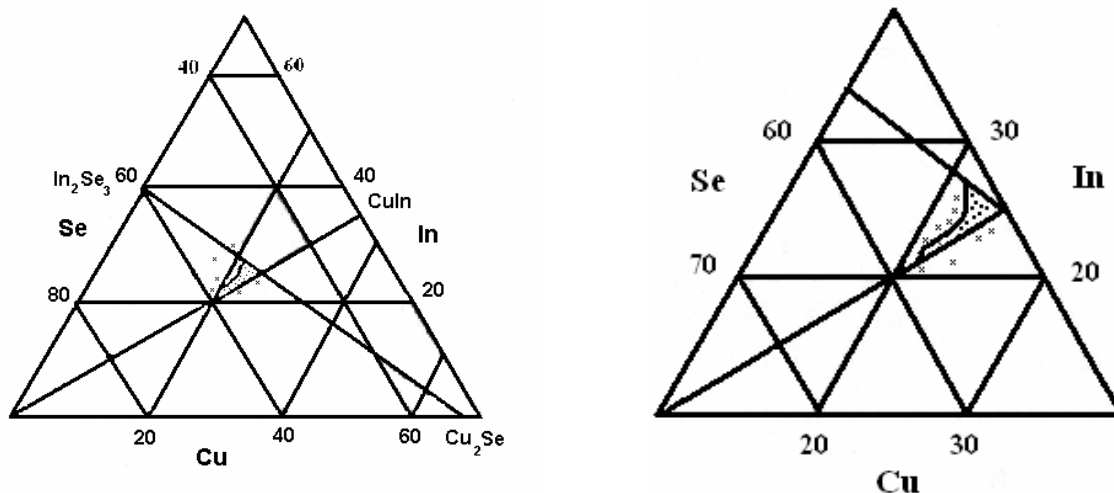


Рис. 1. Область гомогенности соединения  $\text{CuInSe}_2$  в системе  $\text{Cu} - \text{In} - \text{Se}$ .

На основе проведенного рентгенофазового анализа экспериментально была определена область гомогенности  $\text{CuInSe}_2$  в системе  $\text{Cu} - \text{In} - \text{Se}$ . На базе полученных данных будет проведен поиск состава из области гомогенности для получения тонких пленок стехиометрического состава  $\text{Cu}_{0,25}\text{In}_{0,25}\text{Se}_{0,5}$ , путем лазерного напыления из массивных синтезируемых образцов, которые в дальнейшем будут использованы для создания солнечных батарей.

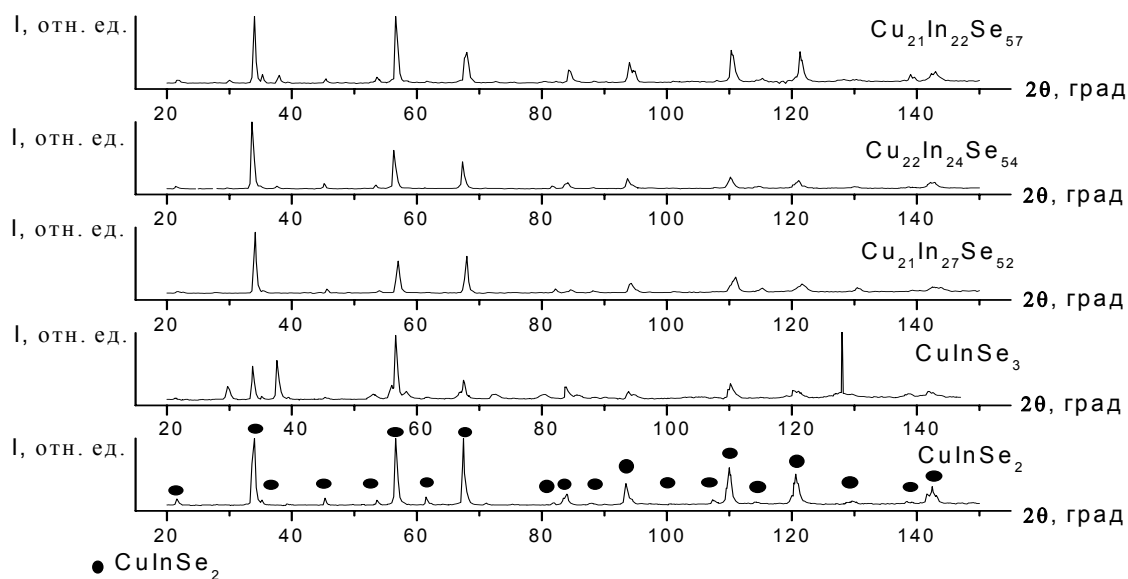


Рис. 2. Рентгенограммы сплавов системы  $\text{Cu} - \text{In} - \text{Se}$ .

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Н. Matsushita, Т. Takizava / Journal of Crystal Growth 1997 179 503-509.
2. Н. Matsushita, Н. Jitsukawa, Т. Takizava, Proc. of MRS-J Sym.R; Novel Semiconducting Materials (1996) 50.