**Сложные бромиды в тройной системе CsBr-CuBr-SbBr3**

**Иброхимов М.М., Юлдошев Дж.З., Камилов Р.Х.**

*Студент, 1 курс магистратуры*

*Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,*

*факультет наук о материалах, Москва, Россия*

*E–mail: ibrohimov-00@bk.ru*

Материалы со структурой перовскита вызвали огромный интерес в фотоэлектрических приложениях, достигая эффективности преобразования энергии 25,8% [1]. Помимо применения в качестве активного слоя в солнечных элементах, материалы из перовскита используются для производства светодиодов, датчиков, фотопроводников и других электрохимических применений. Галогенидные двойные перовскиты имеют общую химическую формулу А2В+B3+Х6 и привлекают внимание благодаря удачному сочетанию оптических и электрических свойств [2].

Не смотря на большое количество предсказанных составов с удивительными свойствами, в настоящие время экспериментально синтезированы лишь незначительное число двойных перовскитов. Также интерес представляет в том числе состав Cs2CuSbBr6, которыйранее не был синтезирован,изучен только теоретически, и имеет ширину запрещенной зоны 1.6 эВ.[3]. **Целью научно-исследовательской работы** является уточнение фазовых равновесий в тройной системе CsBr-CuBr-SbBr3, а также изучение условий формирования фазы Cs2CuSbBr6 и исследование её оптических свойств.

Был проведен ампульный синтез образцов теоретического состава Cs2CuSbBr6. Образцы синтезировали при варьировании температур отжига в интервале от 200°С до 650°С, а время отжига составляло 12ч.

Образцы, полученные ампульным методом в интервале температур (200°С - 650°С), исследовали методом рентгенофазового анализа. По результатам РФА образцов теоретического состава Cs2CuSbBr6 содержать бромоантимоната (III) цезия Cs3Sb2Br9, а также исходные бромиды CuBr и SbBr3. Предположительно, образование фазы Cs2CuSbBr6 затруднено в связи с большей устойчивостью фазы Cs3Sb2Br9 при условиях синтеза. Также полученные образцы были исследованы методами СЭМ и РСМА. По результатам РСМА видно, что в верхней части образцов, полученных температурах 300°С и 500°С преимущественно находятся фазы Cs3Sb2Br9, SbBr3, а в нижней CuBr, что соответствует фазового состава по результатам РФА. Морфология образцов при изменении температуры меняется, в верхнем слое можно охарактеризовать как игольчатую или дендритную при низкой температуре и гексагонально-призматическую при 650°С. Гексагональные призмы означают кристаллизацию структуры с осью 3го порядка (предположительно, фаза Cs3Sb2Br9).

**Литература**

1. Ghosh S., Shankar H., Kar P. Recent developments of lead-free halide double perovskites: a new superstar in the optoelectronic field // Mater. Adv. Royal Society of Chemistry, 2022. № 1. P. 3742–3765.

2. Tailor N.K. et al. Lead-Free Halide Double Perovskites: Fundamentals, Challenges, and Photovoltaics Applications // Adv. Mater. Technol. 2022. Vol. 2200442. P. 1–15.

3. Volonakis G. et al. Lead-Free Halide Double Perovskites via Heterovalent Substitution of Noble Metals // J. Phys. Chem. Lett. 2016. Vol. 7, № 7. P. 1254–1259.