**Исследование добавок PbI2, как перспективный способ улучшения функциональных свойств светопоглощающих плёнок состава (*FA*0.98*MA*0.02)0.95Cs0.05Pb(I0.98Br0.02)3**

***Мисютин В.А., Белич Н.А.***

*Студент, 2 курс бакалавриата*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*  
*Факультет наук о материалах, Москва, Россия*

*E-mail: misyutinva@my.msu.ru*

Изобилие и доступность солнечной энергии на поверхности земли делает ее многообещающим кандидатом для удовлетворения долгосрочных потребностей в энергии. Недавно открытый новый класс материалов для солнечной энергетики – гибридные органо-неорганические перовскиты *ABX*3 (*A*=катион метиламмония (*MA*+), катион формамидиния (*FA*+), Cs+; *B*=Pb2+,Sn2+; *X*=I-,Br-) считается крайне перспективными благодаря высокому КПД перовскитных солнечных элементов наряду с низкими материальными затратами на их производство.

Один из способов улучшения характеристик светопоглощающих плёнок гибридных перовскитов – введение добавок иодида свинца в материал. Небольшое количество избытка PbI2 оказывает пагубное воздействие на стабильность перовскитной пленки, однако перовскитные устройства с избытком PbI2 могут демонстрировать высокий начальный КПД. Также добавки на основе Cl увеличивают длину диффузии носителей заряда в перовските, повышая эффективность переноса заряда в целом, предполагается, что хлор находиться на границах зерен, что приводит к увеличению срока службы образцов и пассивации дефектов, что имеет большое значение для создания солнечных элементов. Целью исследования является установление зависимости влияния добавки хлорида метиламмония и PbI2 в раствор прекурсоров перовскита на морфологию и функциональные свойства светопоглощающих плёнок.

Используя растворный метод – спин-коатинг, в ходе работы была сделана серия тонких плёнок гибридного перовскита (*FA*0.98*MA*0.02)0.95Cs0.05Pb(I0.98Br0.02)3, отожжённых при 125 °C в течение 30 и 60 минут, в качестве хлоридного прекурсора был использован *MA*Cl с массовой долей 30%, а также добавка PbI2 от 0 % до 15 %. Согласно данным рентгенофазового анализа, содержание PbI2 в плёнках закономерно увеличивается при увеличении добавки PbI2 в смесь прекурсоров, что так же косвенно подтверждается данными растровой электронной микроскопии – на поверхности плёнок наблюдаются характерные плоские гексагональные кристаллы PbI2.

Было выявлено оптимальное количество добавки PbI2, при котором наблюдается наибольшая интенсивность фотолюминесценции образцов: отжиг 30 мин – 12.5 % PbI2; отжиг 60 мин – 0 % PbI2 (при отжиге в течение 60 мин в образцах без добавки образуется примесь PbI2). По данным фотолюминесцентной спектроскопии наибольшая фотостабильность в инертной атмосфере наблюдается у образца с добавкой PbI2 – 5 %. Также выявлен сдвиг максимума интенсивности фотолюминесценции в синюю область у образцов с добавками PbI2 от 12.5 % до 15 %.

Изготовлены прототипы солнечных элементов на основе плёнок "(*FA*0.98*MA*0.02)0.95Cs0.05Pb(I0.98Br0.02)3 +*MA*Cl+PbI2" c архитектурой "ITO / PTAA / MgF2/ перовскит / C60 / BCP / Cu / Al2O3". Установлено, что с увеличением добавки PbI2 от 0 до 10 % увеличивается средний начальный КПД образцов с ~15.4 до ~17.7%, при этом наибольшее среднее значение КПД у образцов с добавкой 7.5 % PbI2. При постоянном измерении MPPT под действием длительного облучения было выявлено, что КПД образцов с добавкой PbI2 постепенно уменьшается в отличие от образца без добавки.