

**ТЕРМОДИНАМИКА ОБРАЗОВАНИЯ ГИБРИДНЫХ
ПЕРОВСКИТОВ $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbX}_3$ ($\text{X}=\text{Cl, Br, I}$)**

*Иванов И.Л., Степарук А.С., Болячкина М.С., Цветков Д.С.,
Сафронов А.П., Зувев А.Ю.*

Уральский федеральный университет
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

Гибридные перовскиты $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbX}_3$ ($\text{X}=\text{Cl, Br, I}$) крайне востребованы как материалы с уникальными свойствами, такими как высокий коэффициент поглощения в видимой и инфракрасной области спектра, регулируемая ширина запрещенной зоны, длительное время жизни носителей заряда, их высокая подвижность, практически одинаковая подвижность дырочных и электронных носителей. Этот уникальный набор свойств превратил гибридные перовскиты типа $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbX}_3$ ($\text{X}=\text{Cl, Br, I}$) в наиболее перспективный класс материалов для различных фотоэлектрических и оптоэлектронных применений. Солнечные батареи, изготовленные на основе этих материалов, являются в настоящее время рекордсменами по эффективности (КПД>20%).

Целью настоящей работы явилось получение термодинамических данных: стандартной энтальпии образования из галогенидов при 298 К $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbX}_3$ ($\text{X}=\text{Cl, Br, I}$) методом калориметрии растворения в ДМСО. Вычисление на основе экспериментальных и справочных данных стандартной энергии Гиббса образования $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbX}_3$ ($\text{X}=\text{Cl, Br, I}$) из галогенидов при 298 К, стандартной энтальпии образования из элементов $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbX}_3$ ($\text{X}=\text{Cl, Br, I}$) при 298 К и стандартной энергии Гиббса разложения $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbX}_3$ ($\text{X}=\text{Cl, Br, I}$) при 298 К.

Синтез $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbX}_3$ ($\text{X}=\text{Cl, Br, I}$), $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{X}$ ($\text{X}=\text{Cl, Br, I}$) и PbX_2 ($\text{X}=\text{Cl, Br, I}$) проводили из водного раствора метиламина, соляной кислоты (осч.), бромоводородной кислоты, йодоводородной кислоты, уксуснокислого свинца 3-вод (осч).

Фазовый состав поликристаллических образцов анализировали методом рентгенофазового анализа при комнатной температуре (в Ка-излучении меди ($\lambda = 1,5418 \text{ \AA}$)). Рентгенофазовые и рентгеноструктурные исследования проводили на дифрактометре Shimadzu XRD-7000 (Япония). Уточнение параметров элементарных ячеек проводили методом полнопрофильного анализа Ритвелда в программе Maud. Калориметрические исследования проводили на микрокалориметре ДАК-1-1 (Россия).

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ
№ 16-33-60120 мол_а_дк.*