**Количественное определение распределения и установление электронного состояния марганца в нанокомпозитах SnO2/MnOx**

***Шерстобитов А.В., Эшмаков Р.С.***

*Студент, 2 курс специалитета*

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

*химический факультет, Москва, Россия*

*E-mail: Sherstob@gmail.ru*

В полупроводниковых газовых сенсорах в качестве чувствительного материала используются оксиды металлов. Диоксид олова – один из широко используемых материалов. Несмотря на доступность и простоту приготовления, он имеет ряд недостатков, устранимых путем химической модификации каталитическими оксидами, в частности оксидами марганца, с образованием нанокомпозитов SnO2/MnOx. В данной работе методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП МС) исследовано распределение марганца между поверхностной сегрегацией MnOx и кристаллической структурой SnO2, а также определено химическое состояние марганца в синтезированных нанокомпозитах методами методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС) и спектроскопии электронного парамагнитного резонанса (ЭПР).

Материалы SnO2/MnOx с содержанием марганца [Mn]/[Mn+Sn]: 0; 0.1; 0.25; 0.5; 1.0 и 1.5 ат. % получены методом пропитки оксида олова (IV) спиртовым раствором ацетилацетоната марганца (III) (Mn(acac)3) с последующим отжигом на воздухе при 600ºС. Также путем отжига Mn(acac)3 получали образец MnOx. Образец с содержанием марганца [Mn]/[Mn+Sn] = 10 ат. % получали путем гомогенизации сухой смеси SnO2 и Mn(acac)3 с прокаливанием в тех же условиях. По данным ИСП МС содержание марганца в материалах соответствует содержанию по приготовлению, также установлено количественное содержание марганца в кристаллической структуре SnO2 и в поверхностной сегрегации MnOx.

При рассмотрении РФЭ спектров Mn 3s, видно, что разностный спектр для SnO2\_600 и SnO2\_Mn10 по форме схож с спектром для MnOх. Поскольку по данным рентгеновской дифракции и РФЭС, образец MnOx соответствует оксиду марганца (III), то можно считать, что марганец в поверхностной сегрегации MnOx находится в форме аморфизированного Mn2O3.

Методом спектроскопии ЭПР установлено присутствие ионов Mn2+ в низкоспиновом состоянии, сигнал катионов Mn3+ не регистрируется из-за уширения линий. Количественная оценка содержания ионов Mn2+ свидетельствует о том, что весь марганец в составе кристаллической структуры SnO2 находится в этом состоянии. По-видимому, при встраивании в кристаллическую структуру SnO2 катионы Mn3+ восстанавливаются за счет присоединения электронов, локализованных на вакансиях кислорода, о чем свидетельствует снижение концентрации парамагнитных Sn3+ и VO• с увеличением общего содержания марганца в материалах.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ № 21-13-00111.*