

**Гибридные материалы на основе порошков  $\text{La}_{1-x}\text{Ag}_y\text{MnO}_3$  ( $y < x$ ) для клеточной гипертермии и флуоресцентной томографии**

**Попова Мария Николаевна, Мельников Олег Вячеславович**

*Студент, аспирант*

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Факультет Наук о Материалах, Москва, Россия*

*E-mail: [popova@inorg.chem.msu.ru](mailto:popova@inorg.chem.msu.ru)*

Общая гипертермия – это способ интенсивной терапии, при которой организм больного искусственно разогревается до температур, превышающих  $39^\circ\text{C}$ . Известно, что раковая клетка погибает, начиная с  $42,5^\circ\text{C}$  и выше. Одним из современных методов достижения таких температур является метод локальной гипертермии (ЛГ). В методе ЛГ перегрев на клеточном уровне достигается за счет введения в организм ферромагнитных веществ, нагреваемых переменным магнитным полем, с размером частиц порядка 100 нм. В настоящее время нерешенной задачей является необходимость контроля температуры в объеме опухоли. Одним из решений этой проблемы является использование ферромагнетиков с температурой Кюри ( $T_c$ ) в интервале  $42-47^\circ\text{C}$ . Также не менее важной задачей гипертермии является мониторинг процессов, происходящих в организме на клеточном и молекулярном уровне в течении всего терапевтического сеанса.

В качестве веществ с  $T_c$  в интервале температур  $42-47^\circ\text{C}$  предлагается использовать твердые растворы на основе манганита лантана, допированного серебром ( $\text{La}_{0,8}\text{Ag}_y\text{MnO}_{3+\delta}$  - LAMO), со структурой перовскита. Данные твердые растворы позволяют получать материалы с  $T_c$ , близкой к необходимой для гипертермии. Показано, что данные вещества являются инертными и нетоксичными для подопытных животных. В данной работе предлагается новый подход, заключающийся в разработке гибридных материалов (~100 нм), состоящих из неорганического «ядра» LAMO с контролируемой  $T_c$  и привитой металлорганической оболочки, обладающей флуоресцентными свойствами (для флуоресцентной томографии), а также выполняющей функции защиты оксидного ядра от прямого контакта с клетками и наоборот.

Образцы порошков были получены с использованием «бумажного» синтеза и пиролиза аэрозолей растворов нитратов. В случае синтеза порошка методом пиролиза аэрозолей получают частицы сферической формы, что более перспективно для применения в гипертермии, т.к. частицы такой формы не травмируют живые клетки. Варьируя параметры синтеза можно добиться размера частиц порядка 100 нм. Образцы, полученные пиролизом аэрозолей, помещали в переменное магнитное поле ( $H=0,8\text{Тл}$ , частота поля –  $100\text{ кГц}$ ). При этом измеряли температуру образца. Показано, что образец LAMO выходит на постоянную температуру  $43^\circ\text{C}$  за время 40 с, что также необходимо для применения данных составов в гипертермии.

Для возможности наблюдения процессов на молекулярном уровне методом флуоресцентной томографии предложено два основных подхода: а) адсорбция люминесцирующего вещества на поверхность LAMO; б) химическое модифицирование порошка LAMO молекулами  $(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{Si}(\text{CH}_2)_3\text{Cl}$  и дальнейшая обработка полученного материала комплексами РЗЭ. На данный момент адсорбцией на поверхность LAMO получен люминесцирующий слой  $\text{Eu}(\text{phen})_2(\text{NO}_3)_3$ . Полученный таким образом люминесцирующий слой  $\text{Eu}(\text{phen})_2(\text{NO}_3)_3$  является однородным. Также показано, что полученный слой является прочным, и температура Кюри полученного материала не изменилась. Для выполнения второго подхода проведено химическое модифицирование образцов LAMO молекулами  $(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{Si}(\text{CH}_2)_3\text{Cl}$ . Эффективность модифицирования доказана методами измерения угла смачивания и ИК-спектроскопии.

Работа выполняется в рамках проекта РФФИ № 07-03-01019.