

Айтмагамбетова Асем Жайыккызы (Казахстан)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Лямина Галина Владимировна, к.х.н., доцент

## **СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОЧАСТИЦ $\text{Ag/MgAl}_2\text{O}_4$**

Исследования материалов для использования уникальных свойств наноматериалов в микробиологии открыли новый горизонт с возможностями для разработки будущих противомикробных технологий. Например, наночастицы оксидов металлов проявляют бактерицидные свойства для инактивации широкого спектра патогенных микроорганизмов. Примеры оксидов металлов с бактерицидными свойствами включают оксид цинка, диоксид титана, оксид серебра и оксид меди [1, 2]. Наряду с оксидами металлов используют меаллические наночастицы, в частности серебро.

Проблема, на решение которой направлено исследование - поиск современных антибактериальных препаратов, способных в ряде случаев заменить антибиотики. Эффективность воздействия серебра в 35 раз превышает современные антибиотики, которые, выполняя антибактериальную функцию, вызывают аллергию, нарушение микрофлоры, обладают токсичным воздействием. В работе предложено для этих целей использовать наночастицы серебра, осажденные на сферы оксида алюминия

Иммобилизация лекарств на наноносителях позволяет повысить их биодоступность, улучшая растворимость и обеспечивая преодоление различных барьеров, например, гематоэнцефалического барьера, снизить влияние на организм в целом, целенаправленно воздействуя на поврежденную область [3].

Цель работы: синтез носителей на основе алюмомагниевой шпинели и наночастиц серебра ( $\text{MgAl}_2\text{O}_4\text{-Ag}$ ) для применения в качестве антибактериального препарата.

Композитный нанопорошок  $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{MgO}$  получали из суспензий методом нанораспылительной сушки с помощью установки Nano Spray Dryer B-90. Распыляемые суспензии были приготовлены методом обратного и прямого осаждения. На первом этапе получали растворы нитрата алюминия (1М) и сульфата магния (0,25 М) с различным соотношением солей:  $[\text{Al}^{3+}]:[\text{Mg}^{2+}] = 0,25:0,75; 0,5:0,5; 0,75:0,25$ .

Затем из этих растворов получали суспензии смешанных гидроксидов для распыления сушкой, используя два способа: прямое осаждение с гидроксидом натрия и обратное осаждение в растворе аммиака. После

получения осадка его промывали водой для удаления побочных продуктов, солей натрия или аммония.

Безусловно обратное осаждение позволяет получить более тонкодисперсный осадок. Однако комплексы металлов с аммиаком и наличие большого количества смешанных гидроксидов не позволило выделить твердую фазу из суспензий, полученных таким способом.

Сложности с распылением также возникли при работе с суспензиями с избытком того или иного компонента. Наиболее оптимальной оказалась суспензия на основе смеси растворов  $[Al^{3+}]:[Mg^{2+}] = 0,5:0,5$ , полученная методом прямого осаждения.

На рис. 1 представлены результаты ТГ-, ДСК – анализа для порошков, полученных методом прямого осаждения из суспензий различного состава.

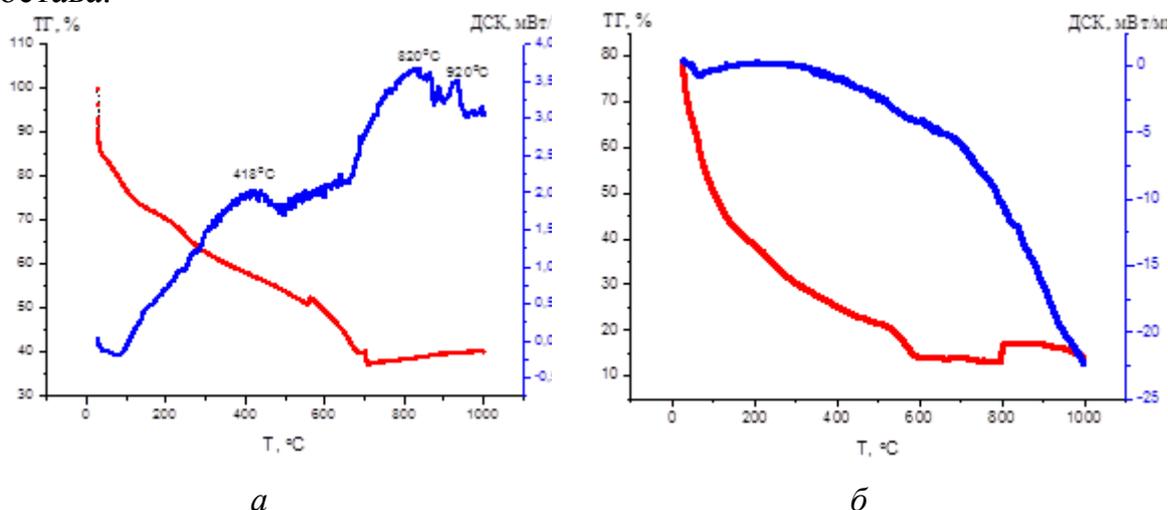


Рис.1. ТГ-, ДСК-кривые порошков, выделенных из суспензий, полученных методом прямого осаждения: а)  $[Al^{3+}]:[Mg^{2+}] = 0,5:0,5$  б)  $[Al^{3+}]:[Mg^{2+}] = 0,25:0,75$

Видно, что при равном мольном соотношении (рис. 1, а) проявляются три экзо-пика соответствующие, видимо образованию оксида магния, алюмомагниевого шпинели и оксида алюминия. При избытке оксида магния в системе явно сигналы не проявляются (рис. 1, б), и на кривой наблюдается широкий экзоэффект.

Для точного установления фазового состава продуктов был проведен рентгенофазовый анализ порошков, отожженных при температурах, подобранных на основе ДСК кривой: при 500 и 1000°C со скоростью 3 К/мин, порошки выдерживали в изотермических условиях при максимальных температурах в течении одного часа, для более полного фазообразования.

Результаты определения фазового состава представлены в табл. 1. Видно, при 500 °С кристаллизуется оксид магния, который состоит их нанокристаллитов, согласно рассчитанному значению обростей когерентного рассеяния. При этом большая часть вещества в порошках находится в аморфном состоянии, что хорошо видно из дифрактограммы данного образца (рис. 2, а).

Таблица 1

Результаты РФА и БЭТ для порошка, полученного из суспензии гидроксидов  $[Al^{3+}]:[Mg^{2+}] = 0,5:0,5$

Т, °С	Фазовый состав, %	ОКР, нм	Суд, м <sup>2</sup> /г
500	MgO - 100	8.01	123.68 ± 6.64
1000	MgO - 46,1 MgAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub> – 53,9	18.87 17.71	26.33 ± 1.72

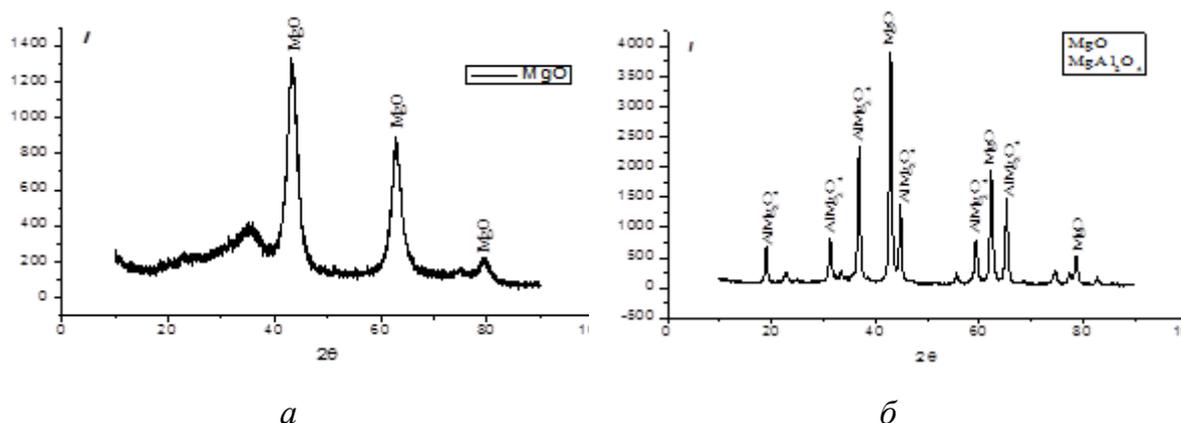


Рис.2. Результаты РФА порошка, полученного из суспензии гидроксидов  $[Al^{3+}]:[Mg^{2+}] = 0,5:0,5$  после отжига а) 500°С; б) 1000 °С

После отжига при 1000 °С (рис. 2, б), помимо MgO, формируется фаза алюмомагниевого шпинели MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. Согласно дифрактограмме (рис. 2, б), весь порошок находится при этом в кристаллической форме.

Согласно РЭМ-изображениям (рис. 3) видно, что полученные частицы имеют сферическую форму. Отжиг влияет на размер сфер, наблюдается сжатие сфер (рис. 3, б). Об этом же свидетельствуют значения удельных поверхностей (табл. 1). При этом морфология частиц меняется незначительно.

На следующем этапе мы проводили осаждение частиц серебра на поверхность полученных керамических сфер. Ранее нами был определен оптимальный состав растворов для осаждения нанразмерного серебра из нитрата (вода, вода-глицерин, вода-ПЭГ и др.). На рис. 4 приведе-

ны фотографии образцов осажденного серебра в растворе, содержащем сферические частицы алюмомагниевого шпинели (рис. 4, б) и без них.

Испытания полученных частиц на антибактериальную активность планируется провести в среде пектиновых гелей. Е 440 представляют собой группу высокомолекулярных полисахаридов, входящих в состав клеточных стенок и межклеточных образований совместно с целлюлозой, гемицеллюлозой и лигнином [4]. Такой подход позволит нам на первом этапе оценки антибактериальной активности использовать модельную безопасную систему.

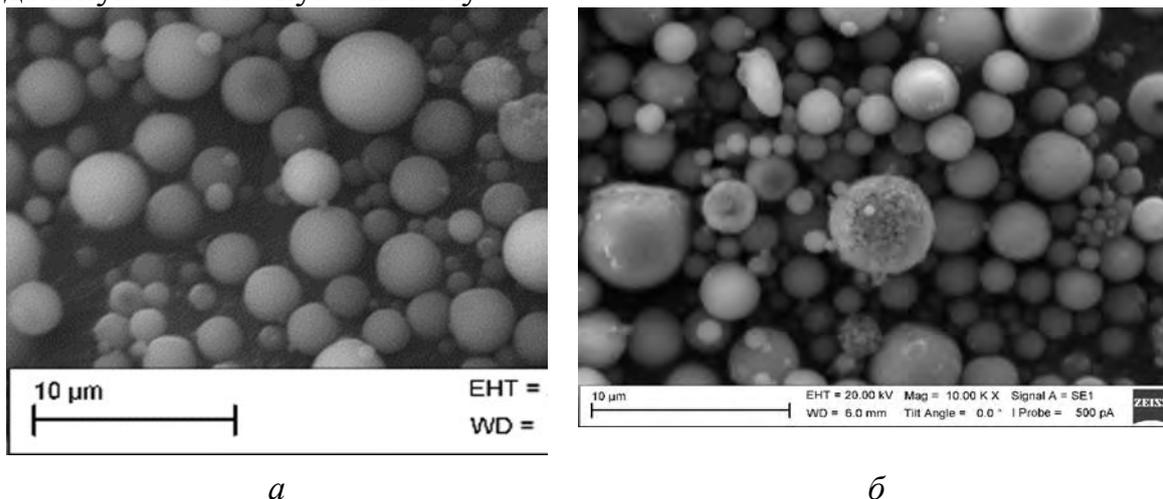


Рис. 3. РЭМ-изображения полученного порошка состава  $[Al^{3+}]:[Mg^{2+}] = 0,5:0,5$ : а) отжиг  $500^{\circ}C$ ; б) отжиг  $1000^{\circ}C$



Рис. 4. Осажденное Ag в растворе  $AgNO_3$  (а) и содержащих частицы  $MgAl_2O_4$  (б)

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Meng L-Y, Jiang W., Piao W.X., Meng W. Effect of bio-template on the properties of  $SiO_2/Al_2O_3$  composites for drug delivery / L.-Y. Meng et al. // Journal of Industrial and Engineering Chemistry – 2016. – Vol.37. – P. 14–17.
2. Lyamina G.V., Ilela A.E., Dvilis E.S., Petyukevich M.S., Tolkachyov O.S. Medical Ceramics from Powders of the System  $Al_2O_3-ZrO_2-$

- Y2O3 Obtained on an Installation of Nanospray Drying // Nanotechnologies in Russia. – 2018. – Vol.13. – №. 5-6. – P.337- 343.
3. Постнов В.Н., Наумышева Е.Б., Королев Д.В., Галагудза М.М. Наноразмерные носители для доставки лекарственных препаратов //Биоэлектроника и биосенсорика. – 2013. – Т. 30., .№ 6. – С. 16-26.
4. Форум // URL: [https://hlebopechka.ru/index.php?option=com\\_smf&topic=9502.0](https://hlebopechka.ru/index.php?option=com_smf&topic=9502.0) (дата обращения 11.04.2020).

Аллан Манги

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Филимонов Виктор Дмитриевич, д.х.н., профессор

## **МЕТОД СИНТЕЗА И СВОЙСТВА ЭФИРОВ ФЕНОЛОВ И ФТОРИРОВАННЫХ СПИРТОВ**

### **Введение**

В настоящем докладе представлен новый метод синтез эфиров фенолов и фторинирования. В последнее время было проведено много исследований по изучению методов синтеза трифторметиловых эфиров в связи с их применением в различных областях, начиная от фармацевтики, агрохимии и функциональных материалов. Это происходит в результате того, что они имеют параметр ханша 1,04 и константы Хэммета  $\sigma_p = 0,35$  и  $\sigma_m = 0,38$ . Группа ОСF<sub>3</sub> обладает фармацевтически привлекательной липофильностью, электронными свойствами и необычными конформационными предпочтениями. Несмотря на биологически важные свойства этих соединений, прямые синтезы фенолов из эфиров все еще не распространены и некоторые из них не очень успешны. Это связано с тем, что образование связи С–ОСF<sub>3</sub> затруднено в результате обратимого разложения аниона трифторметоксида в растворах при высоких температурах для получения дифторида углерода, а также с ограниченной доступностью реагентов для трифторметоксилирования.

Ранее на кафедре биотехнологии и органической химии ТПУ были получены ароматические диазовые соли, в которых в качестве аниона присутствуют тозилатная и трифлатная группы ArN<sub>2</sub><sup>+</sup>X<sup>-</sup> (X=TsO, TfO) и показана, что эти соли обладают высокой способностью во многих превращениях и при этом обладают устойчивостью при хранении и не являются взрывоопасными.