

Оптические свойства аэрозолей растворов нанопорошков магнетита и диоксида олова

Зайцева Т.Н.¹, Носарев А.В.², Агеев Б.Г.¹, Капилевич Л.В.², Дьякова Е.Ю.², Магаева А.А.³, Терехова О.Г.³, Итин В.И.³

Optical properties of solutions of nanopowders magnetite and stanum dioxide

Zaitseva T.N., Nosarev A.V., Ageyev B.G., Kapilevich L.V., Diyakova Ye.Yu., Magayeva A.A., Terekhova O.G., Itin V.I.

¹ *Институт оптики атмосферы СО РАН, г. Томск*

² *Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск*

³ *Отдел структурной макрокинетики ТНЦ СО РАН, г. Томск*

© Зайцева Т.Н., Носарев А.В., Агеев Б.Г. и др.

Определены оптимальные концентрации нанопорошка магнетита и диоксида олова для получения устойчивого аэрозоля, выявлена зависимость поглощения лазерного излучения аэрозолем от концентрации наноматериала в исходном растворе.

Ключевые слова: спектр, аэрозоль, нанодисперсные материалы, магнетит, диоксид олова.

Optimal concentrations of the magnetite and stanum dioxide nanopowders for production of a stable aerosol are determined. The dependence of laser radiation absorption by the aerosol on the nanomaterial concentration in the initial solution is revealed.

Key words: spectrum, aerosol, nanodisperse materials, magnetite, stanum dioxide.

УДК 544.164:[549.731.13:546.814-31]-022.532-026.771-026.741]-138

Введение

С развитием нанотехнологий все большую актуальность приобретает необходимость изучения последствий воздействия наночастиц на живые организмы. В настоящее время проводят много исследований, выявляющих степень и характер токсического эффекта наноразмерных материалов в зависимости от дисперсности и морфологии частиц, их концентрации, химического состава, состояния поверхности, способов проникновения, доз и др. [6]. Установлено, что наноматериалы могут поступать в тело человека несколькими путями. Непроизвольные контакты, скорее всего, происходят через легкие, откуда наночастицы быстро переносятся с кровотоком в другие жизненно важные органы [4]. Вдыхаемые частицы, которые со-

храняются в альвеолах, могут взаимодействовать с легочными эпителиальными клетками или даже пенетрировать стенку альвеол и проникать в легочную ткань [5]. Для проведения подобных исследований возникает необходимость обеспечения возможности проведения ингаляций, а также контроля количества наночастиц в ингалируемом аэрозоле.

Ранее [1] исследовано пропускание лазерного излучения аэрозоля, содержащего наночастицы феррита кобальта. В данной работе изучали оптическое пропускание аэрозолей, полученных из водных растворов, содержащих наноразмерные порошки магнетита и диоксида олова в различных концентрациях.

Материал и методы

В работе использовали порошки магнетита Fe_3O_4 и диоксида олова SnO_2 . Магнетит включает частицы сферической формы диаметром 3—14 нм, из них 60% попадают в диапазон 3—7 нм [3]. В пробе наноразмерных частиц SnO_2 40 мас% составляет легкая фракция сферической формы размером 3—20 нм, остальная часть пробы — слабоагрегированные частицы размером 40—80 нм [2]. Для аэрозоля приготавливали растворы наноразмерных структур в дистиллированной воде с концентрациями в диапазоне от 0,01 до 1%. Аэрозоль получали диспергированием соответствующего раствора с помощью ультразвукового ингалятора «Муссон-1М», имеющего три режима работы по интенсивности потока аэрозоля. Для формирования воздушно-аэрозольного слоя использовали измерительную кювету в виде трубки из лавсана (диаметр 40 мм, длина 200 мм) с открытыми концами, в отверстие боковой стенки которой вставляли выходной патрубков ингалятора.

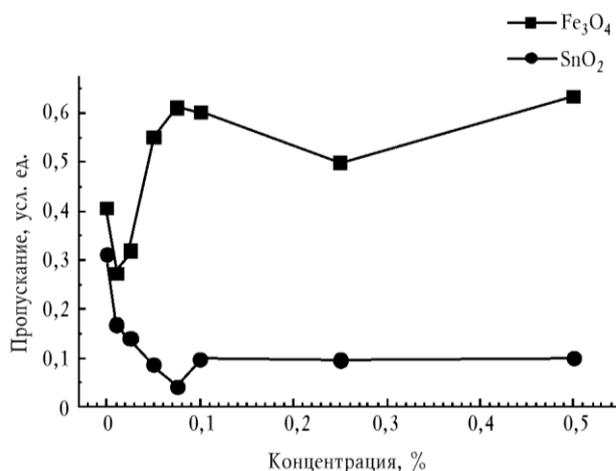
Измерения пропускания воздушно-аэрозольными смесями лазерного излучения выполнены по стандартной спектрофотометрической схеме. Использовался серийный He-Ne лазер ЛГ-78 (длина волны излучения 0,63 мкм, мощность $2 \cdot 10^{-3}$ Вт). Излучение лазера модулировалось по амплитуде с частотой 91 Гц. Для регистрации излучения применялись фотодиод серии ФД, сигналы которого измерялись селективным микровольтметром В6-4. Пропускание T слоя исследуемой среды определялось отношением $T = U/U_0$, где U — сигналы фотодиода на выходе из кюветы, символ «0» обозначает значения U для кюветы без исследуемой среды.

Результаты и обсуждение

В предварительной серии экспериментов было установлено, что наиболее эффективной генерация аэрозоля получается при работе генератора аэрозоля в режиме низкой интенсивности потока. При этом мощности ультразвукового распылителя было недостаточно для попадания аэрозольных частиц в измерительную кювету, поэтому дополнительный поток создавался применением воздушного компрессора (1 300 мл/мин), подключенного к распылителю.

При изучении магнетита установлено, что аэрозоли, полученные из растворов с концентрациями порошка 0,01 и 0,025%, пропускают излучение меньше, чем водный (рисунок). При увеличении концентрации

порошка в исходном растворе пропускание, наоборот, растет и практически не зависит от концентрации. Видимо, в результате распыления растворов с такой концентрацией формируется аэрозольный слой, менее насыщенный по сравнению с водным. Таким образом, при реализованных условиях для получения наиболее насыщенного аэрозоля оптимальной является концентрация порошка Fe_3O_4 0,01 или 0,025%.



Пропускание излучения 0,63 мкм воздушно-аэрозольной смесью при вариации концентрации нанопорошка в аэрозольных частицах

Для диоксида олова возможно получение аэрозоля из растворов всех используемых концентраций порошка. В диапазоне концентраций от 0,01 до 0,075% пропускание аэрозоля уменьшается при увеличении содержания наночастиц в исходном растворе. При получении аэрозоля из растворов с концентрацией выше 0,1% пропускание повышается и практически не зависит от количества порошка, что, возможно, свидетельствует о том, что содержание порошка в формируемых каплях не изменяется.

Заключение

В результате проведенных исследований определены оптимальные концентрации растворов наночастиц магнетита и диоксида олова для обеспечения возможности проведения ингаляций лабораторных животных и дальнейшего изучения реакций исследуемых объектов на данные воздействия.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 07-04-01184, проект № 09-04-99124-р_офи.

Литература

1. *Зайцева Т.Н., Петлина З.Р., Носарев А.В. и др.* Оптические свойства аэрозоля раствора нанопорошка феррита кобальта // Бюл. сиб. медицины. 2009. Т. 8, № 1. С. 101—102.
2. *Магаева А.А., Терехова О.Г., Итин В.И. и др.* Механохимический синтез наноразмерных порошков на основе диоксида олова // Журн. приклад. химии. 2009. Т. 82, Вып. 2. С. 220—223.
3. *Терехова О.Г., Итин В.И., Магаева А.А. и др.* Механохимический синтез наноразмерных порошков ферритов из солевых систем // Порошковая металлургия и функциональные покрытия. 2008. № 1. С. 45—50.
4. *Elder A., Gelein R., Silva V. et all.* Translocation of Inhaled Ultrafine Manganese Oxide Particles to the Central Nervous System // Environ Health Perspect. 2006. Apr. № 114 (8). P. 1172—1178.
5. *Hoet Peter H.M., Bruske-Hohlfeld I., Salata O.V.* Nanoparticles — known and unknown health risks // J. of Nanobiotechnology. 2004. 2:12.
6. *Wittmaack Klaus* In Search of the Most Relevant Parameter for Quantifying Lung Inflammatory Response to Nanoparticle Exposure: Particle Number, Surface Area, or What? // Environ Health Perspect. 2007. Feb. № 115 (2). P. 187—194.

Поступила в редакцию 11.11.2009 г.

Утверждена к печати 22.12.2009 г.

Сведения об авторах

Зайцева Т.Н., Институт оптики атмосферы СО РАН (г. Томск).

Носарев А.В., СибГМУ (г. Томск).

Агеев Б.Г., Институт оптики атмосферы СО РАН (г. Томск).

Капилевич Л.В., СибГМУ (г. Томск).

Дьякова Е.Ю., СибГМУ (г. Томск).

Магаева А.А., Отдел структурной макрокинетики ТНЦ СО РАН (г. Томск).

Терехова О.Г., Отдел структурной макрокинетики ТНЦ СО РАН (г. Томск).

Итин В.И., Отдел структурной макрокинетики ТНЦ СО РАН (г. Томск).