

СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ ГЕПТАСУЛЬФИДА РЕНИЯ ФОТОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Н.Б. ЕГОРОВ, Д.В. ГУСЕВА

Томский политехнический университет

E-mail: egorov@tpu.ru

Получение гептасульфида рения (Re_2S_7) представляет интерес из-за его применения в промышленности в качестве катализатора и в медицине в качестве лимфотропного препарата (трейсера), вводимого в ткань с последующей визуализацией лимфатических путей у больных раком. Наночастицы Re_2S_7 являются рентгеноаморфными и обладают неправильной формой, что позволяет использовать их в качестве объекта ультрафагоцитоза для $^{99\text{m}}\text{Tc}$ в форме TcO_2 . Обнаружение микрометастаз в лимфатических узлах методом радиоизотопной лимфосцинтиграфии позволяет сократить объём диссекции при удалении первичной опухоли и выполнять органосохраняющие операции. Оптимальным для диагностики являются коллоидные системы Re_2S_7 с размером частиц от 20 до 100 нм, которые могут протекать через физиологические капилляры в лимфатические сосуды и лимфоузлы после подкожной инъекции в новообразование.

Существует два метода получения Re_2S_7 [1]: а) путем осаждения из кислых растворов перренатов сероводородом; б) обменной реакцией перренатов с тиосульфатами в кислой среде. Нами разрабатывается новый способ получения наночастиц Re_2S_7 . В основе способа лежит облучение водных растворов NaReO_4 и $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ УФ-излучением.

Целью работы является изучение синтеза наночастиц Re_2S_7 при УФ-облучении водных растворов, содержащих NaReO_4 и $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Максимальное окрашивание в облученном растворе достигается при смешении 0,1 моль/л NaReO_4 и 0,1 моль/л $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ в объемном соотношении 1:47. На рисунке 1 представлены электронные спектры исходного и фотолизированных растворов.

При УФ-облучении в течение 10 мин в электронном спектре происходит появление поглощения в области 300–700 нм с максимумами ~415 нм и ~475 нм, при этом раствор окрашивается в светло-коричневый цвет. Увеличение времени облучения приводит к росту оптической плотности фотолита, но не приводит к выделению дисперсной фазы. Это указывает, что в процессе фотолита образуются коллоидные частицы устойчивые к коагуляции.

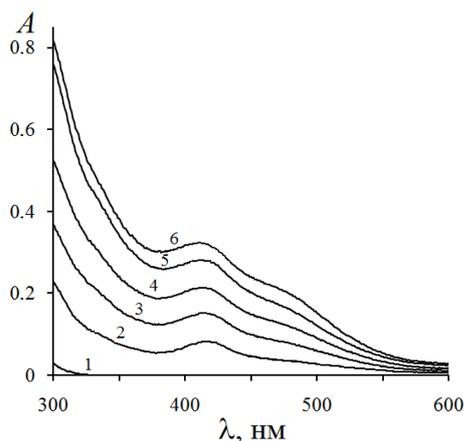


Рисунок 1 – Электронные спектры смеси водных растворов 0,1 М NaReO_4 и 0,1 М $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ в объемном соотношении 1:47 при различном времени облучения: 1 – 0 мин; 2 – 2 мин; 3 – 4 мин; 4 – 6 мин; 5 – 8 мин; 6 – 10 мин

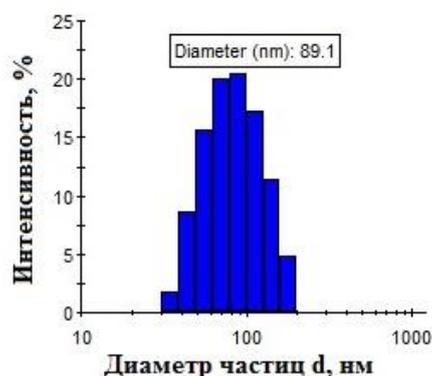


Рисунок 2 - Гистограмма распределения по размерам частиц Re_2S_7 , полученных после 3 мин УФ-облучения

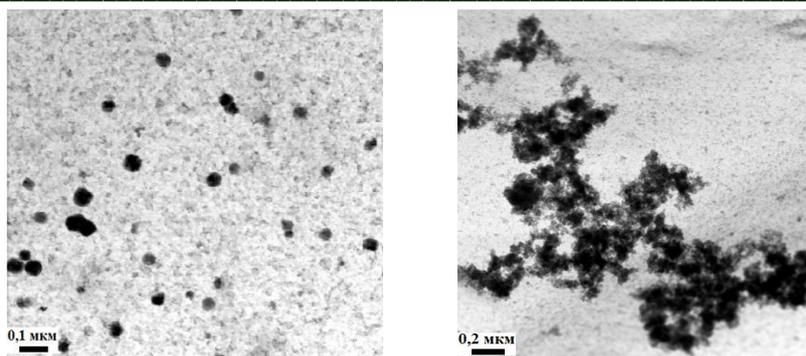


Рисунок 3 – Электронные микрофотографии частиц Re_2S_7 , образующихся при УФ-облучении водных растворов NaReO_4 и $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ в течение 3 мин

Размеры и морфология полученного фотохимическим способом Re_2S_7 была изучена методами электронной спектроскопии и лазерной дифракции. Электронные микрофотографии и диаграммы распределения наночастиц Re_2S_7 показывают, что в начальный момент времени (от 1 до 3 мин) в растворе происходит формирование коллоидных частиц, имеющих шаровидную форму и размеры от 20 до 100 нм (рисунок 2 и 3).

Исследование полученного осадка методом рентгенофазового анализа показало, что осадок состоит из элементарной серы (PDF 00-008-0247). Поэтому был сделан вывод о том, что вещество, отвечающее за окрашивание элементарной серы в коричневый цвет, является рентгеноаморфным.

Спектры рентгенофлуоресцентного анализа показывают, что осадок помимо серы содержит рений.

Облучение 0,1 моль/л водного раствора NaReO_4 не приводит к его фотолизу. Следовательно, образование Re_2S_7 в водном растворе происходит при взаимодействии иона ReO_4^- с продуктами фотолиза $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Из литературы известно, что УФ-облучение водных растворов $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ приводит к образованию элементарной серы, сульфита и сероводорода (H_2S). Это позволяет предположить, что образование Re_2S_7 может происходить в результате реакции:



На основании полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. Показано, что при УФ-облучении водных растворов NaReO_4 и $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ происходит образование наночастиц Re_2S_7 , которые могут быть использованы в качестве диагностического средства для лимфосцинтиграфии.
2. С увеличением времени фотолиза возрастает не только концентрация наночастиц Re_2S_7 , но и их средний диаметр. Установлено, что в момент времени (от 1 до 3 мин) происходит формирование сферических частиц Re_2S_7 размером от 20 до 100 нм.
3. Предположена схема образования Re_2S_7 из водных растворов, содержащих NaReO_4 и $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.
4. Предложен новый способ получения наночастиц Re_2S_7 с использованием УФ-облучения водных растворов NaReO_4 и $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, который отличается от известных способов, тем, что позволяет регулировать скорость реакции образования наночастиц Re_2S_7 и осуществлять контроль за их размером.

Список литературы

1. Гуревич П.А., Билялова Г.А., Богородская М.А. О кинетике образования наночастиц Re_2S_7 // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т. 15. – № 17. – С. 30–34.