

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ НАКОПЛЕНИЯ КОЛЛОИДНОГО ГЕПТАСУЛЬФИДА РЕНИЯ

Исаева Е.А.

Научный руководитель: Егоров Н.Б., к.х.н., доцент

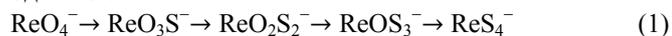
Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: egorov@tpu.ru

В клиническую практику раннего лечения онкологических заболеваний все шире внедряются радионуклидные методы с применением нанокolloидных радиофармпрепаратов, позволяющих улучшить диагностику распространенности опухолевого процесса. Все известные нанокolloидные препараты изготавливаются на основе соединений, образующих устойчивые гидрозолы. Наночастицы гептасульфида рения (Re_2S_7), меченные гамма-излучающими радионуклидами ($^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{188}Re , ^{186}Re) успешно применяются для непрямо́й лимфосцинтиграфии и в технике интраоперационной хирургии. Являясь рентгеноаморфными, они хорошо адсорбируют другие атомы и молекулы, а неправильная форма и подходящий размер позволяют использовать их в качестве объекта ультрафагоцитоза.

Существует несколько способов получения Re_2S_7 , из которых два метода получения Re_2S_7 являются наиболее известными и изучаются давно. В первом методе применяется токсичный сероводород, наличие которого недопустимо в медицинских препаратах, а во втором методе-тиосульфатном, который представляется более предпочтительным, так как позволяет избежать применения токсичного сероводорода, образуется значительное количество элементарной серы, которая адсорбирует коллоидный Re_2S_7 , что снижает его выход и требует дополнительной нейтрализации раствора и его очистки от элементарной серы, а также получению полидисперсных систем с частицами различными по размерам – от нанометров до микрометров. В то время как оптимальными размерами частиц Re_2S_7 считаются частицы с диаметром от 20 нм до 140 нм.

Для преодоления недостатков прежних способов синтеза мы впервые предлагаем использовать фотохимический метод, который осуществляется без использования токсичных реагентов и в слабокислой среде. Для фотохимического получения Re_2S_7 мы предлагаем использовать водные растворы, содержащие перренаты и тиосульфаты щелочных металлов или аммония. Предполагается, что образование Re_2S_7 происходит по схемам 1 и 2.



Целью настоящей работы являлось изучение кинетики накопления продуктов фотолиза при УФ-облучении водных растворов, содержащих перренаты и тиосульфаты щелочных металлов или аммония, а также влияние на их накопление различных добавок хиреагентов.

В работе использовали тиосульфат натрия ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, ч.д.а.), тиосульфат калия ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3$, Sigma-Aldrich), тиосульфат аммония ($(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_3$, Sigma-Aldrich), перренат аммония (NH_4ReO_4 , ч.д.а.). Перренаты натрия (NaReO_4) и калия (KReO_4) получали из порошка рения марки AP-0 через рениевую кислоту.

Накопление продуктов фотолиза в растворах, согласно данным спектрофотометрии, происходит линейно, что позволяет предположить, что кинетика накопления продуктов фотолиза описывается уравнением нулевого порядка. При этом скорость накопления продуктов фотолиза зависит от типа солей, используемых для облучения. Наименьшая скорость накопления продуктов фотолиза у натриевых соединений. Она в $\sim 1,7$ раза меньше по сравнению, чем у аммониевых соединений, и в $\sim 1,3$ раза меньше по сравнению с калиевыми соединениями. Разность в скорости накопления продуктов фотолиза, по всей видимости, связана с различной скоростью образования первичных продуктов фотолиза тиосульфат-ионов при облучении водных растворов тиосульфатов аммония, калия или натрия. Образующиеся при фотолизе первичные радикал-ионы далее вступают во взаимодействие с перренат-ионами с образованием тиоперренатов, имеющих различную степень замещения.

С помощью спектрофотометрии (по изменению оптической плотности) была проведена проверка некоторых ионов и соединений на выход тиоперренатов при фотолизе растворов, содержащих 6×10^{-3} моль/л NaReO_4 и 0,4 моль/л $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Определяли влияние следующих соединений – тиоацетамид и тиомочевина, а также ионов SO_3^{2-} , CNS^- , SO_4^{2-} , $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$, S^{2-} , OH^- , NO_3^- , NO_2^- , CO_3^{2-} и PO_4^{3-} . Растворы соединений добавляли в концентрации 3×10^{-3} моль/л. Результаты показывают, что добавка к фотолизуемому раствору CO_3^{2-} , $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$, OH^- , NO_3^- , NO_2^- , тиоацетамида или тиомочевины снижают выход тиоперренатов, добавка CNS^- и SO_4^{2-} не влияют на выход, а добавка PO_4^{3-} , S^{2-} или SO_3^{2-} незначительно повышают выход тиоперренатов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-33-90217.