**Закономерности восстановления тетрахлораурата блок-сополимерами тирозина и этиленоксида.**

***Якимов Н.П.1, Дец Е.А.1, Мелик-Нубаров Н.С.1***

*Студент, 6 курс специалитета*

*1Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*

*химический факультет, Москва, Россия*

*E-mail: nikolai.iakimov@chemistry.msu.ru*

Наночастицы золота находят множество приложений благодаря своим необычным оптическим свойствам. В настоящее время разработано множество способов синтезировать золотые наночастицы с заданной формой и размером. Обычно золотые наночастицы получают в ходе реакции золотохлористоводородной кислоты с восстановителем в присутствии стабилизатора. При этом увеличение концентрации стабилизатора всегда приводит к уменьшению размера золотых наночастиц. Если ввести HAuCl4 в реакцию с веществом, проявляющим одновременно свойства восстановителя и стабилизатора, эта закономерность может нарушаться. В данной работе мы исследовали одну из таких систем, в которой в качестве восстановителя и стабилизатора выступали блок-сополимеры тирозина и этиленоксида. Политирозиновый блок непосредственно участвовал в реакции с HAuCl4, а полиэтиленоксидный блок обеспечивал стабилизацию полученных композитов в воде. Таким образом, цель данной работы состояла в исследовании особенностей протекания реакции восстановления золотхлористоводородной кислоты в водных дисперсиях блок-сополимеров тирозина и этиленоксида.

На первом этапе работы в ходе полимеризации с раскрытием цикла N-карбоксиангидрида тирозина, инициированной аминопроизводным полиэтиленоксида, нами были синтезированы три блок-сополимера, содержащие полиэтиленоксидный блок одинаковой длины (43 звена) и политирозиновые блоки разной длины (6, 17, 67 звеньев).

Для проведения реакции сополимеры диспергировали в воде путем 50-кратного разбавления водой растворов сополимеров в ДМФА. В результате получали водные растворы полимеров с одинаковой концентрацией тирозиновых звеньев (10 мМ). Добавление к этим растворам HAuCl4 (6,6 мМ, 2,2 мМ, 0,67 мМ) приводило к образованию золотых наночастиц. Реакцию проводили 8 часов, после чего образцы диализовали и лиофилизовали. Мы показали, что взаимодействие HAuCl4 с блок-сополимерами протекает в две стадии: быстрое комплексообразование HAuCl4 с частицами полимера, медленное восстановление HAuCl4. Нами были изучены кинетика и стехиометрия реакции, которая соответствовала соотношению тирозин/HAuCl4 – 1/3.

Оказалось, что при проведении реакции с избытком HAuCl4 образуются частицы с размером порядка 10 нм, в случае добавления недостатка HAuCl4 размер наночастиц сильно увеличивается (около 30 нм). Полученная закономерность вызвана кинетическими особенностями протекания реакции восстановления тетрахлораурата в мицеллах болк-сополимеров. Кроме того, было установлено, что эффективность восстановления HAuCl4 уменьшается с ростом длины политирозинового блока, что, вероятно, связано с различной формой исходных полимерных агрегатов. Нами была исследована кинетическая активность полученных композитов в модельной реакции восстановления п-нитрофенола боргидридом натрия. Композиты показали высокую каталитическую активность.

Таким образом, мы впервые показали возможность образования золотых наночастиц в реакции HAuCl4 с блок-сополимерами этиленоксида и тирозина, а также установили зависимость свойств получаемых частиц не только от концентрации реагентов, но и от состава блок-сополимеров, участвующих в реакции. Была продемонстрирована высокая каталитическая активность получаемых композитов.

*Благодарность*

*Работа была поддержана грантом РНФ №23-23-00119.*