

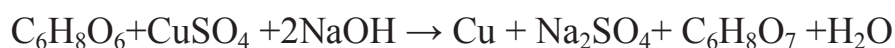
Е. Д. Кротова, магистрант; М. О. Шевчук, доц.;
С. В. Нестерова, доц.; М. А. Зильберглейт, доц. (БГТУ, г. Минск)

СВОЙСТВА И СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ

Интерес к разработке методов синтеза и изучению свойств наночастиц меди обусловлен ее специфическими физическими и химическими свойствами, находящими применение в катализе, оптических, сенсорных и электронных устройствах, медицине, сельском хозяйстве. Главным преимуществом наночастиц меди, в отличие от наночастиц серебра, является их небольшая цена и быстрая деградация в условиях окружающей среды, что снижает нагрузку на экосистему.

В данной работе синтезированы концентрированные дисперсии, содержащие наночастицы меди, путем восстановления сульфата меди (II) в водной среде аскорбиновой кислотой с применением стабилизатора желатозы. Исследовано влияние различных факторов (концентрации используемых растворов, их соотношения, рН и др.) на процесс восстановления меди с целью определения оптимальных условий их получения.

Чистая сухая кристаллическая аскорбиновая кислота устойчива по отношению к кислороду воздуха, но в водном растворе вступает в реакции окисления (электродный потенциал при рН = 4 и 35 °С +0,166 В, а в щелочной среде и в присутствии кислорода воздуха +0,08 В, причем состав продуктов её окисления зависит от условий осуществления процесса. без подщелачивания образуются фурфурол и кислород, а в щелочной среде - 2,3-дикетоL-гулоновая кислота (с последующим распадом до щавелевой и L-треоновой кислот):



Процесс окисления способны ускорить ионы тяжёлых металлов, в наибольшей степени меди и железа. Т. е. протекание процесса восстановления в значительной степени зависит от реакционных условий, вероятно, не учёт этого фактора и является причиной разночтений в литературе. Для эффективного получения наночастиц меди важно определить характер и степень влияния каждого реакционного параметра, определить необходимое соотношение реагентов и выяснить остальные оптимальные условия процесса, чтобы не допустить побочных взаимодействий в системе, приводящих к разрушению образующегося продукта.

В ходе эксперимента использовались: водный раствор сульфата меди (II) (С=0,5-2 М); раствор желатозы (С=20-50 г/л); раствор аскор-

биновой кислоты ($C=1 \text{ M}$); гидроксид натрия (0,35-0,5 г. на 10 мл. раствора аскорбиновой кислоты).

Оптические спектры гидрозолей, содержащих металлические наночастицы, характеризуются наличием, так называемых максимумов поверхностного плазмонного резонанса (ППР), появляющихся при совпадении частоты падающей электромагнитной волны и собственных колебаний электронов в наночастице. Вид, интенсивность и положение ППР определяются размером, формой и степенью окисленности наночастиц. Для сферических наночастиц меди (размером 2-10 нм) положение ППР соответствует 570 нм. Так же в ходе эксперимента была использована программа OriginPro 8, с помощью которой удалось выяснить, что в некоторых образцах один пик можно разложить на два пика. Количество образующихся наночастиц растет с увеличением рН до 11, что согласуется со снижением величины электродного потенциала аскорбиновой кислоты в щелочной среде. Однако при дальнейшем увеличении щелочности среды происходит некоторое снижение степени восстановления меди, что может быть связано со снижением активности ионов меди (II) вследствие образования гидроксида.

Количество образующихся наночастиц закономерно растет с увеличением концентрации стабилизатора до 30 г/л, а затем выходит «на плато». Эта концентрация стабилизатора и была выбрана в дальнейшем в качестве оптимальной.

Исследована окислительная и седиментационная устойчивость дисперсий наночастиц меди, полученных в подобранных оптимальных условиях. При контакте с кислородом воздуха в течение 6 суток наблюдается уменьшение интенсивности максимума ППР, что, вероятно, связано с уменьшением количества наночастиц вследствие растворения более мелких при их окислении. Т. е. желатоза не может полностью предотвратить окисление наночастиц, но защищает золи от седиментации.

В ходе исследований было установлено, что образование НЧ существенно зависит от рН восстановительной среды, концентраций реагентов и их молярного соотношения.

На рисунке 1 показаны спектрофотометрические данные в области длин волн от 450 до 800. В ходе эксперимента использовались: водный раствор сульфата меди (II) ($C=1 \text{ M}$); раствор желатозы ($C=20 \text{ г/л}$); раствор аскорбиновой кислоты ($C=1 \text{ M}$); гидроксид натрия (0,5 г. на 10 мл. раствора аскорбиновой кислоты), а также водный раствор сульфата меди (II) ($C=1 \text{ M}$); раствор желатозы ($C=20 \text{ г/л}$); раствор аскорбиновой кислоты ($C=1 \text{ M}$); гидроксид натрия (0,45 г. на 10 мл. раствора аскорбиновой кислоты), соответственно.

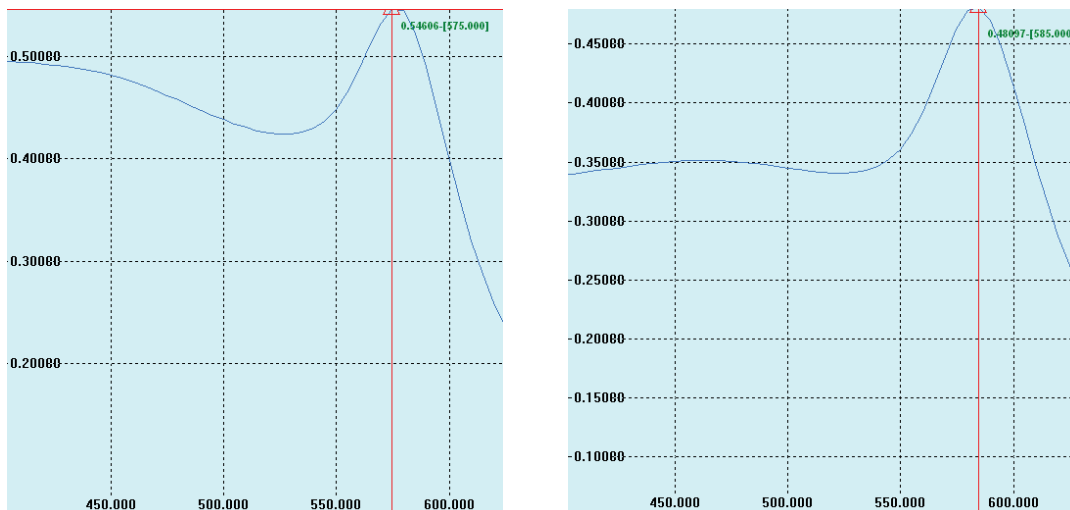


Рисунок 1 - Оптический спектр поглощения в первые сутки

На рисунке 2 показано уменьшение интенсивности максимума поверхностного плазменного резонанса спустя 144 часа, что, вероятно, связано с уменьшением количества наночастиц вследствие растворения более мелких при их окислении.

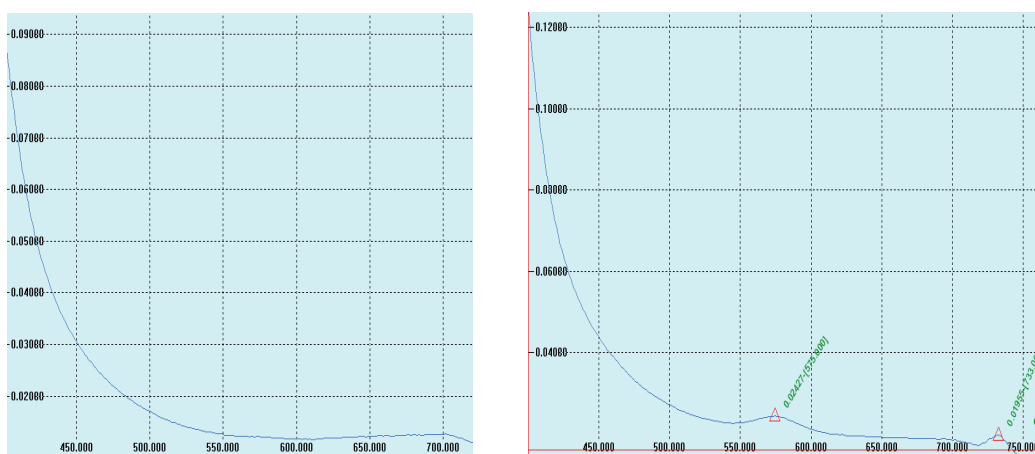


Рисунок 2 - Оптический спектр поглощения спустя 144 часа

По результатам эксперимента была построена модель по влиянию переменных факторов процесса: концентрации CuSO_4 , концентрации желатина, pH раствора.