

*Сыргакбек кызы Д., Сатывалдиев А.С., Дуйшобаева А.Т., Акылбекова М.К.*  
**НЕЙТРАЛДУУ ЧӨЙРӨДӨ НАТРИЙ ДОДЕЦИЛСУЛЬФАТЫНЫН ЖАНА  
 ЖЕЛАТИНДИН КАТЫШУУСУНДА АЛЫНГАН КҮМҮШТҮН  
 НАНОБӨЛҮКЧӨЛӨРҮНҮН ГИДРОЗОЛДОРУНУН ТУРУКТУУЛУГУ**

*Сыргакбек кызы Д., Сатывалдиев А.С., Дуйшобаева А.Т., Акылбекова М.К.*

**УСТОЙЧИВОСТЬ ГИДРОЗОЛЕЙ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА,  
 ПОЛУЧЕННЫХ В ПРИСУТСТВИИ ДОДЕЦИЛСУЛЬФАТ НАТРИЯ И  
 ЖЕЛАТИНА В НЕЙТРАЛЬНОЙ СРЕДЕ**

*Syrgakbek kyzy D., A.S. Satyvaldiev, A.T. Duishobaeva, M.K. Akylbekova*

**STABILITY OF HYDROSOLS OF SILVER NANOPARTICLES  
 PREPARED IN THE PRESENCE OF SODIUM DODECYL SULFATE  
 AND GELATIN IN A NEUTRAL MEDIUM**

УДК: 541.182.023.4+546.57

*Бирдей шартта 30 суткадан ашык агрегативдик жана седиментациялык туруктуу күмүштүн нанобөлүкчөлөрүнүн гидрозолу натрий додецилсульфатынын катышуусунда алынары оптикалык спектроскопия методу менен аныкталды.*

**Негизги сөздөр:** туруктуулук, гидрозоль, нанобөлүкчөлөр, күмүш, натрий додецилсульфаты, желатин, электрондук спектрлер.

*Методом оптической спектроскопии установлено, что при одинаковых условиях агрегативно- и седиментационноустойчивые более 30 суток гидрозоли наночастиц серебра образуются в присутствии додецилсульфата натрия.*

**Ключевые слова:** устойчивость, гидрозоль, наночастицы, серебро, додецилсульфат натрия, желатин, электронные спектры.

*By the method of optical spectroscopy it was showed that under the same conditions, hydrosols of silver nanoparticles, aggregative and sedimentation-resistant for more than 30 days, are formed in the presence of sodium dodecyl sulfate.*

**Key words:** stability, hydrosol, nanoparticles, silver, sodium dodecyl sulfate, gelatin, electronic spectra.

Ранее [1] методом электронной спектроскопии показано, что оптическая плотность и максимумы поглощения гидрозолей наночастиц серебра зависят от концентрации поверхностно-активного вещества и условий восстановления. В работе [2] установлено, что при восстановлении ионов серебра гидразином в присутствии додецилсульфата натрия происходит образование наночастиц металла, размеры которых зависят от состава реакционной среды.

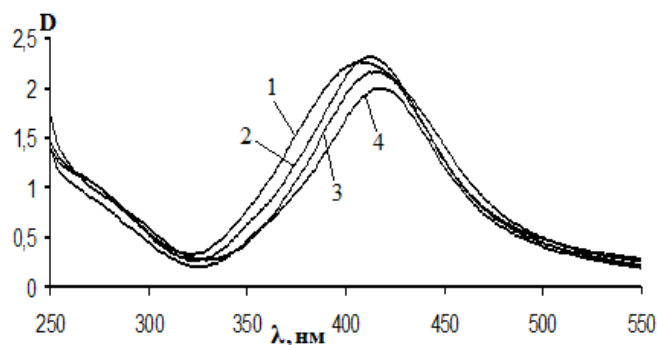
Определенный интерес представляет изучение возможности получения устойчивых гидрозолей наночастиц серебра в присутствии додецилсульфата натрия (ДДСН) и желатина в нейтральной среде. Додецилсульфат натрия  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OSO}_3\text{Na}$  является анионоактивным поверхностно-активным веществом (ПАВ), а желатин представляет собой белковый продукт и относится к высокомолекулярным веществам. Они играют роль стабилизатора наночастиц серебра.

Приготовление гидрозолей наночастиц меди проводился по следующей методике. Из нитрата

серебра  $\text{AgNO}_3$  марки «хч» был приготовлен исходный раствор с концентрацией серебра  $2,5 \cdot 10^{-3}$  моль/л. Из этого раствора берется такое количество, чтобы в конечном растворе концентрация ионов  $\text{Ag}^+$  составляла  $2,5 \cdot 10^{-4}$  моль/л. В качестве восстановителя использован 64% раствор гидразина  $\text{N}_2\text{H}_4$ . Синтез наночастиц серебра проводился в нейтральной среде. В растворы нитрата серебра добавляется определенное количество раствора ДДСН или желатина, чтобы концентрация ПАВ в конечном растворе составляла 0,2%. Полученная смесь нагревается в водяной бане до  $40^\circ\text{C}$  и в этот раствор добавляется раствор гидразина в соотношении  $\text{Ag}^+ : \text{N}_2\text{H}_4 = 1:10$ . После добавления гидразина раствор выдерживается при температуре  $40^\circ\text{C}$  в течение 30 мин.

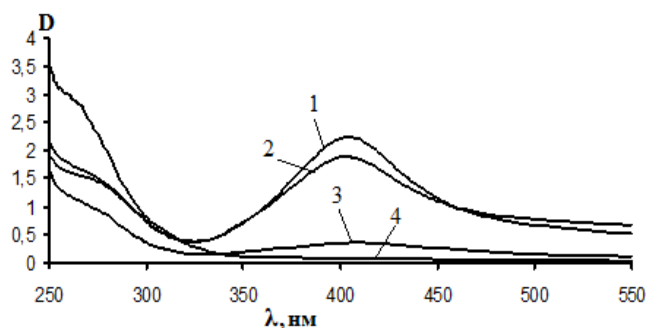
Гидрозоли наночастиц серебра изучены методом электронной спектроскопии. Электронные спектры гидрозолей наночастиц серебра сняты на спектрофотометре СФ-46 в области электромагнитного излучения 250-550 нм в кюветах толщиной 1 см.

Электронные спектры гидрозолей наночастиц серебра, полученные в присутствии ДДСН и желатина в нейтральной среде приведены на рисунках 1 и 2.



**Рис. 1.** Электронные спектры гидрозолей наночастиц серебра, полученные в нейтральной среде в присутствии ДДСН с концентрацией 0,2% через 1 час (1), 24 часа (2), 240 часов (3) и 864 часа (4) от начала синтеза.

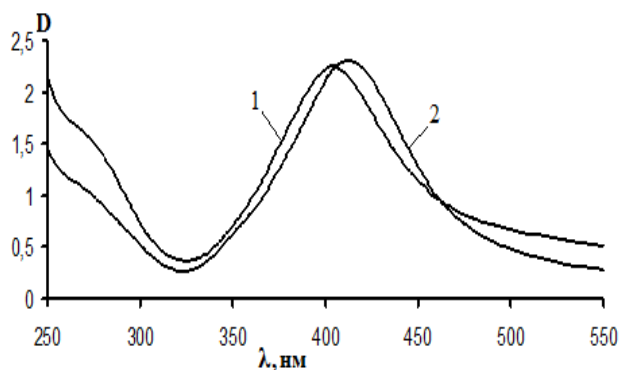
Анализ электронных спектров гидрозолей наночастиц серебра показывают, что действительно происходит образование коллоидных растворов наночастиц серебра с максимумами поглощения в интервале 405-416 нм электромагнитного излучения, а интенсивности и максимумы поглощения электромагнитного излучения гидрозолей зависят от природы поверхностно-активного вещества и времени от начала синтеза (рис. 1,2). Достаточно устойчивые гидрозолы наночастиц серебра образуются в присутствии ДДСН, оптические плотности которых при максимуме поглощения в течении 864 часа мало изменяется (рис. 1). Устойчивость гидрозолей наночастиц серебра, образовавшихся в присутствии желатина значительно меньше, поэтому их оптическая плотность с течением времени уменьшается (рис. 2). Через 864 часов от начала синтеза раствор не содержит наночастиц се-



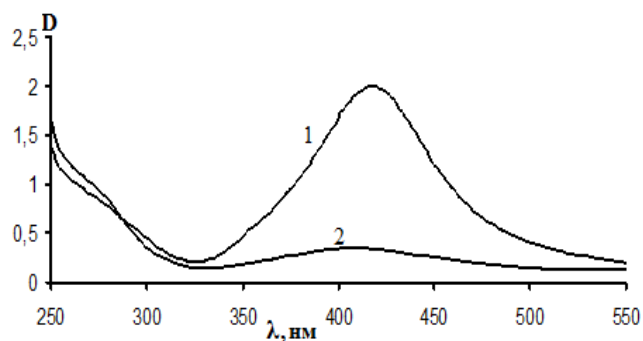
ребра.

**Рис. 2.** Электронные спектры гидрозолей наночастиц серебра, полученные в нейтральной среде в присутствии желатина с концентрацией 0,2% через 1 час (1), 24 часа (2), 240 часов (3) и 864 часа (4) от начала синтеза.

На рисунках 3, 4 для сравнения приведены электронные спектры гидрозолей наночастиц серебра, полученных в нейтральной среде в присутствии ДДСН и желатина через 24 и 240 часов от начала синтеза.



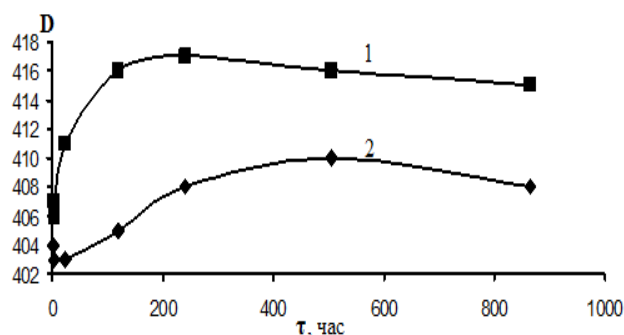
**Рис. 3.** Электронные спектры гидрозолей наночастиц серебра, полученные в присутствии ДДСН (1) и желатина (2) с концентрацией 0,2% в нейтральной среде через 24 часа от начала синтеза.



**Рис. 4.** Электронные спектры гидрозолей наночастиц серебра, полученные в присутствии ДДСН (1) и желатина (2) с концентрацией 0,2% в нейтральной среде через 240 часа от начала синтеза.

Электронные спектры гидрозолей наночастиц серебра, полученные в присутствии ДДСН и желатина через 24 часа от начала синтеза практически совпадают и они отличаются по величине максимума поглощения. Гидрозоль, полученный в присутствии ДДСН, имеет максимум поглощения при 411 нм, а гидрозоль, полученный в присутствии желатина, имеет максимум поглощения при 403 нм (рис. 3). Электронные спектры соответствующих гидрозолей снятые через 240 часов от начала синтеза резко отличаются (рис. 4). Интенсивность поглощения гидрозоля, полученного в присутствии желатина, значительно меньше чем интенсивность поглощения гидрозоля, полученного в присутствии ДДСН. Это указывает на малую устойчивость гидрозолей наночастиц серебра, полученного в присутствии желатина.

Из электронных спектров гидрозолей наночастиц серебра видно, что с течением времени от начала синтеза для одной и той же гидрозоли значение максимума поглощения изменяется (рис. 5). Значение максимума для гидрозоли, полученной в присутствии ДДСН, от 406 нм через 1 час от начала синтеза до 416 нм через 240 часов от начала синтеза. Гидрозоль наночастиц серебра, полученный в присутствии желатина, имеет максимумы поглощения от 403 нм (1 ч) до 410 нм (504 ч). Изменение максимума поглощения гидрозолей указывает на протекание процессов коагуляции наночастиц серебра.



**Рис. 5.** Изменение максимума поглощения гидрозолей наночастиц серебра, полученных в присутствии ДДСН (1) и желатина (2) в нейтральной среде, с течением времени от начала синтеза.

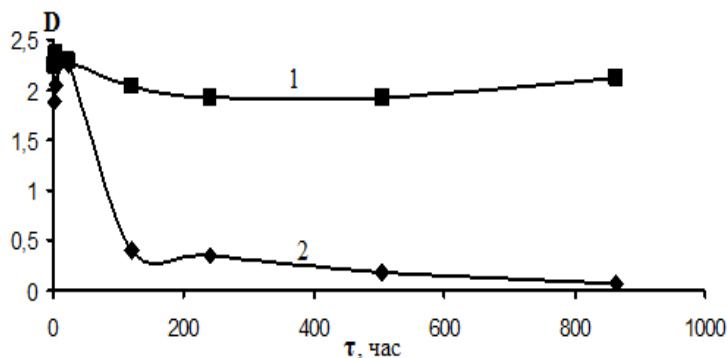
На устойчивость гидрозолей наночастиц серебра указывает изменение их оптической плотности (интенсивности поглощения) с течением времени (рис. 6). Согласно закону Бугера-Беера [3] оптическая плотность раствора ( $D$ ) зависит от концентрации оптически активного вещества:

$$D = K \cdot C \cdot l,$$

где  $K$  – молярный коэффициент поглощения,  $C$  – концентрация оптически активного вещества,  $l$  – толщина слоя раствора.

Согласно этому закону оптическая плотность гидрозолей наночастиц серебра характеризует количественное содержание наночастиц серебра в растворе, т.е. интенсивность поглощения электромагнитного излучения.

Оптическая плотность гидрозоли наночастиц серебра, полученной в присутствии ДДСН, сохраняет высокое значение в течении 864 часа, а это указывает на их высокую агрегативную и седиментационную устойчивость. Оптическая плотность гидрозоли наночастиц серебра, полученной в присутствии желатина, в течении 24 часов достаточно высокая, а затем резко уменьшается за счет коагуляции и осаждения наночастиц серебра.



**Рис. 6.** Изменение оптической плотности гидрозолей наночастиц серебра, синтезированных в присутствии ДДСН (1) и желатина (2) в нейтральной среде, при 410 нм, с течением времени от начала синтеза.

Согласно литературным данным [4] характерной чертой наночастиц металлов является сильное и спе-

цифическое взаимодействие с электромагнитным излучением, поэтому спектры поглощения наночастиц металлов имеют широкую полосу поверхностно-плазменного резонанса в видимой области или прилегающей к ней ближней УФ-области. Отмечается, что в спектре поглощения золя серебра максимум вблизи 400 нм соответствует поверхностно-плазменному резонансу изолированных и слабо взаимодействующих наночастиц серебра. В работе [5] указано, что размеры частиц серебра в золе, полученной в присутствии поверхностно-активных веществ, составляет 3-9 нм.

Таким образом, изучены закономерности получения устойчивых гидрозолей наночастиц серебра нейтральной среде в присутствии ДДСН и желатина. Методом оптической спектроскопии установлено, что оптическая плотность и максимумы поглощения гидрозолей наночастиц серебра зависят от природы поверхностно-активного вещества. При одинаковых условиях агрегативно- и седиментационно устойчивые более 30 суток гидрозоли наночастиц серебра образуются в присутствии ДДСН.

#### Литература:

1. Сыргакбек кызы Д. Электронные спектры гидрозолей наночастиц серебра, полученных в присутствии додецилсульфата натрия // Республиканский научно-теоретический журнал «Известия вузов Кыргызстана», №11. - Бишкек, 2017. - С. 31-33.
2. Сыргакбек к. Д., Сатывалдиев А.С., Эмил Омурзак Синтез наночастиц серебра в присутствии додецилсульфата натрия // Республиканский научно-теоретический журнал «Наука, новые технологии инновации Кыргызстана», №12. - Бишкек, 2016. - С. 69-71.
3. Шаталов А.Я., Маршаков И.К. Практикум по физической химии. - М.: Высшая школа, 1975. - С. 288.
4. Карпов С.В., Герасимов В.С., Грачева А.С., Исаев И.Л. и др. Экспериментальные проявления взаимосвязи локальной структуры агрегатов наночастиц серебра и их спектров поглощения // Коллоидный журнал, 2007. - Т. 69, №2. - С. 190-200.
5. Вегера А.В., Зимон А.Д. Синтез и физико-химические свойства наночастиц серебра, стабилизированных желатином // Известия Томского политех. ун-та, 2006. - Т. 309. - №5. - С.60-64.

Рецензент: к.хим.н., доцент Насирдинова Г.К.