

*Сыргакбек кызы Д., Улукбек кызы А.*

**ЭЛЕКТР УЧКУНДУК ДИСПЕРСТӨӨ МЕТОДУ  
МЕНЕН АЛЫНГАН КҮМҮШТҮН НАНОБӨЛҮКЧӨЛӨРҮНҮН  
ГИДРОЗОЛДОРУНУН ТУРУКТУУЛУГУ**

*Сыргакбек кызы Д., Улукбек кызы А.*

**УСТОЙЧИВОСТЬ ГИДРОЗОЛЕЙ НАНОЧАСТИЦ  
СЕРЕБРА ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО  
ДИСПЕРГИРОВАНИЯ**

*Syrgakbek kyzy D., Ulukbek kyzy A.*

**STABILITY OF HYDROSOLS OF SILVER NANOPARTICLES  
OBTAINED BY ELECTROSPARK DISPERSION**

УДК: 541.182.023.4+546.57

Металлдардын нанобөлүкчөлөрү үчүн электромагниттик нурлануу менен өзгөчө аракеттенишүү мүнөздүү жана натыйжада алардын жутуу спектринде көзгө көрүнгөн областында же жакынкы УК-областында беттик плазмандик резонанстык интенсивдүү тилке пайда болот. Ошондуктан металлдардын нанобөлүкчөлөрүнүн гидрозолдорун изилдөө үчүн спектрофотометрия методу колдонулат. Бул жумушта күмүштү сууда же беттик активдүү заттардын эритмелеринде электр учкундук дисперстөөдө күмүштүн нанобөлүкчөлөрүнүн гидрозолу пайда болорун спектрофотометрия методу менен аныкталды. Күмүштүн нанобөлүкчөлөрүнүн туруктуу гидрозолун алуу үчүн суюк чөйрө катарында, нанобөлүкчөлөрдүн биригишине тоскоолдук болгон жана алардын стабилизатору болгон, беттик активдүү заттардын эритмелерин колдонуу керек. Күмүштү желатиндин 0,2%-эришмесинде 1 минута ичинде электр учкундук дисперстөөдө 24 саат ичинде туруктуу болгон күмүштүн нанобөлүкчөлөрүнүн гидрозолу алынат.

**Негизги сөздөр:** металлдардын нанобөлүкчөлөрү, гидрозол, күмүштүн нанобөлүкчөлөрү, электр учкундук дисперстөө, эритме, желатин, спектрофотометрия.

Для наночастиц металлов характерно специфическое взаимодействие с электромагнитным излучением и в результате в их спектрах поглощения появляется интенсивная полоса поверхностно-плазменного резонанса в видимой области или ближней УФ-области. Поэтому для изучения гидрозолей наночастиц металлов используется метод спектрофотометрии. В данной работе методом спектрофотометрии установлено, что при электроискровом диспергировании серебра в воде или в растворах поверхностно-активных веществ происходит образование гидрозолей наночастиц серебра. Для получения устойчивых гидрозолей наночастиц серебра в качестве жидкой среды необходимо использовать водные растворы поверхностно-активных веществ, которые играют роль стабилизатора наночастиц, препятствующих их агрегации. Показано, что при электроискровом диспергировании серебра в 0,2%

растворе желатина в течении 1 минуты образуется гидрозол наночастиц серебра устойчивая в течении 24 часа.

**Ключевые слова:** наночастицы металлов, гидрозол, наночастицы серебра, электроискровое диспергирование, раствор, желатина, спектрофотометрия.

Metal nanoparticles are characterized by a specific interaction with electromagnetic radiation and, as a result, an intense band of surface plasma resonance appears in their absorption spectra in the visible region or near UV region. Therefore, the method of spectrophotometry is used to study hydrosols of metal nanoparticles. In this work, using the spectrophotometry method, it was established that during the electrospark dispersion of silver in water or in solutions of surfactants, hydrosols of silver nanoparticles are formed. To obtain stable hydrosols of silver nanoparticles, it is necessary to use aqueous solutions of surfactants as a liquid medium, which play the role of a stabilizer of nanoparticles, preventing their aggregation. It is shown that the electrospark dispersion of silver in a 0.2% gelatin solution for 1 minute forms a hydrosol of silver nanoparticles that is stable for 24 hours.

**Key words:** metal nanoparticles, hydrosol, silver nanoparticles, electrospark dispersion, solution, gelatin, spectrophotometry.

Для гидрозолей наночастиц металлов характерна интенсивная полоса поверхностно-плазменного резонанса в видимой области или ближней УФ-области электромагнитного излучения, которая проявляется в результате специфического взаимодействия наночастиц металлов с электромагнитным излучением [1]. Полоса поверхностно-плазменного резонанса характерная для наночастиц серебра наблюдается в оптическом спектре коллоидного раствора наносеребра в области электромагнитного излучения 400 нм. В работе [2] авторы на основе изучения растворов наночастиц серебра, стабилизированных желатиной пришли к выводу о том, что в золях частицы серебра

имеют размер 3-9 нм. Поэтому целью данной работы является изучение возможности получения гидрозолей наночастиц серебра методом электроискрового диспергирования, т.к. данный метод позволяет получать нанодисперсные частицы любого металла или сплава [3].

Для получения гидрозолей наночастиц серебра методом электроискрового диспергирования использована лабораторная установка с двумя электродами, изготовленными из серебряных стержней с размерами 5x0,5x0,5 см. Электроискровое диспергирование серебра проводилось в среде воды и растворов желатина с концентрацией 0,2; 0,4; 1%. Энергия единичного искрового разряда составляла 0,05 Дж. Электроискровое диспергирование серебра в каждой среде проводился в течении 1, 3 и 5 минут. При увеличении продолжительности процесса более 5 минут полученные наночастицы серебра коагулируют и выпадают в осадок.

Спектры поглощения полученных коллоидных растворов наночастиц серебра снимали на спектрофотометре СФ-46 в интервале длин волн электромагнитного излучения 350-550 нм в кюветах шириной 1 см.

Устойчивость гидрозолей наночастиц серебра можно оценить по изменению их интенсивности поглощения, т.е. оптической плотности по времени. К растворам наночастиц серебра можно применять закон Бугера-Беера [4], который показывает зависимость оптической плотности раствора ( $D$ ) от концентрации наночастиц серебра:

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

где  $K$  – молярный коэффициент поглощения наночастиц серебра,  $C$  – концентрация наночастиц серебра,  $l$  – толщина слоя раствора наночастиц серебра.

Согласно закону Бугера-Беера оптическая плотность гидрозолей наночастиц серебра прямопропорциональна концентрации наночастиц серебра в растворе, т.е. агрегативная и седиментационная неустойчивость растворов наночастиц серебра приводит к уменьшению интенсивности поглощения растворов.

На рисунках 1, 2 приведены спектры поглощения гидрозолей наночастиц серебра, полученных методом электроискрового диспергирования в воде, в зависимости от продолжительности процесса диспергирования и времени после синтеза.

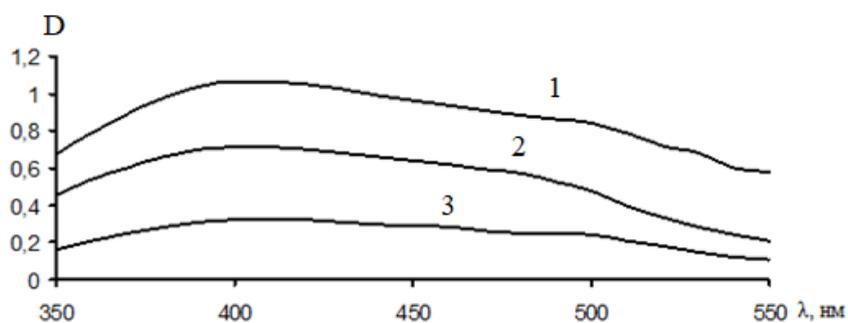


Рис. 1. Спектры поглощения коллоидных растворов наночастиц серебра, полученных при электроискровом диспергировании серебра в воде в течение 1 (3), 3 (2) и 5 (1) минут, через 30 минут после синтеза.

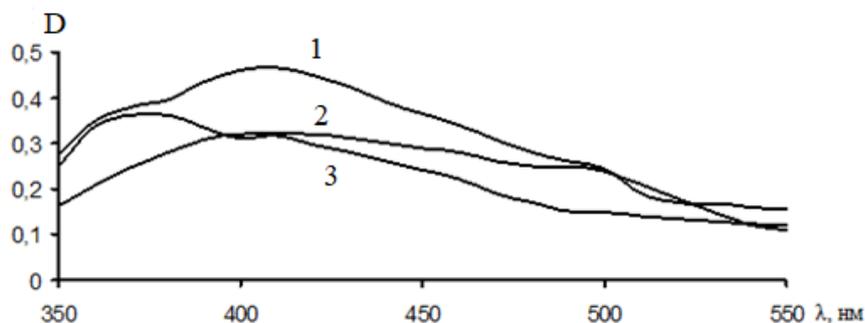


Рис. 2. Спектры поглощения коллоидных растворов наночастиц серебра, полученных при электроискровом диспергировании серебра в воде в течение 1 (3), 3 (2) и 5 (1) минут, через 3 часа после синтеза.

Анализ спектров растворов наночастиц серебра, полученных в воде и снятых через 30 минут после получения показывает, что во всех растворах наночастицы серебра имеют максимумы поглощения ( $\lambda_{\text{max}}$ ) при 410 нм, а интенсивности (D) поглощения зависит от времени диспергирования серебра. Самую высокую оптическую плотность имеет гидрозоль, полученный при электроискровом диспергировании серебра в течение 5 минут. Чем больше времени диспергирования, тем больше частиц серебра содержится в составе гидрозоля. Предварительными экспериментами установлено, что при увеличении времени диспергирования более 5 минут концентрация наночастиц серебра увеличивается и очень быстро происходит коагуляция. В результате наночастицы выпадают в осадок.

Поэтому были выбраны продолжительности диспергирования 1, 3 и 5 минут.

В устойчивых гидрозолях концентрация наночастиц серебра не должна превышать  $1 \cdot 10^{-4}$  М [5].

Гидрозоли наночастиц серебра, полученные в воде являются мало устойчивыми и поэтому через 3 часа после синтеза они выпадают в осадок (рис.2). Оптические плотности растворов резко уменьшаются и характерные максимумы поглощения наночастиц серебра на спектрах отсутствуют.

На рисунках 3, 4 приведены спектры поглощения коллоидных растворов наночастиц серебра, полученных при электроискровом диспергировании серебра в 0,2% растворе желатина.

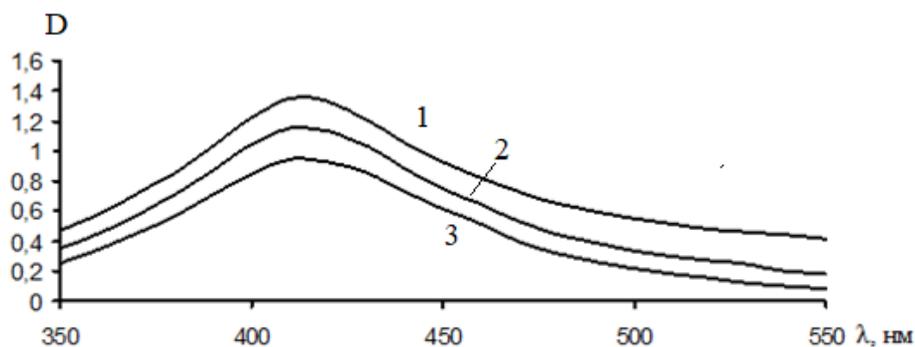


Рис. 3. Спектры поглощения коллоидных растворов наночастиц серебра, полученных при электроискровом диспергировании серебра в 0,2% растворе желатина в течение 1 (3), 3 (2) и 5 (1) минут, через 30 минут после синтеза.

Коллоидные растворы наночастиц серебра, полученные в 0,2% растворе желатина, имеют более высокие оптические плотности, чем в воде. Чем больше продолжительности диспергирования, тем больше значения оптической плотности гидрозолей, т.е. концентрации наночастиц серебра. Поэтому в гидрозоли,

полученной при электроискровом диспергировании серебра в течение 5 минут, более высокая концентрация наночастиц серебра. Чем больше концентрация наночастиц металла, тем менее устойчива гидрозоль и на это указывают спектры, снятые через 24 часа после синтеза (рис.4).

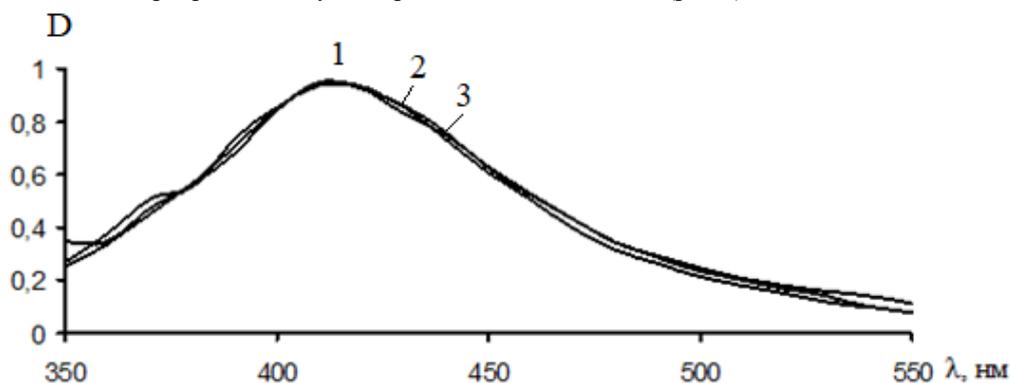
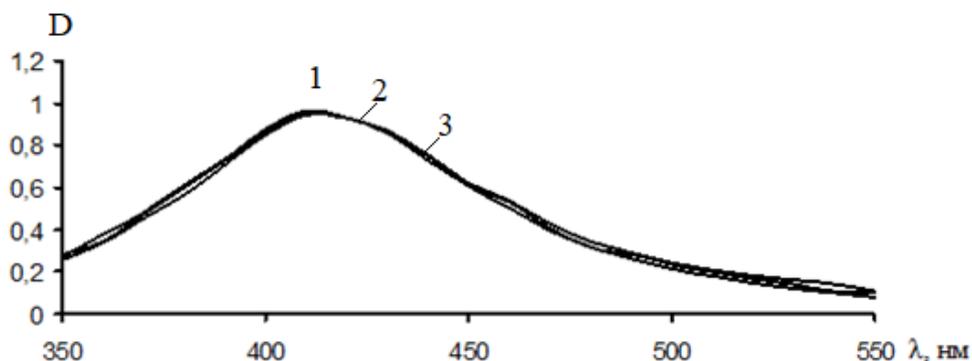


Рис. 4. Спектры поглощения коллоидных растворов наночастиц серебра, полученных при электроискровом диспергировании серебра в 0,2% растворе желатина в течении 1 (3), 3 (2) и 5 (1) минут, через 24 часа после синтеза.



**Рис. 5.** Спектры поглощения коллоидных растворов наночастиц серебра, полученных при электроискровом диспергировании серебра в 0,2% (3), 0,4% (2) и 1% (1) растворе желатина в течении 1 минуты, через 24 часа после синтеза.

Через 24 часа после синтеза ход спектров коллоидных растворов наночастиц серебра, полученных при продолжительности диспергирования 3 и 5 минут, изменяется и оптическая плотность этих гидрозолей уменьшается. Оптическая плотность при максимуме совпадает с оптической плотностью гидрозоли, полученной при продолжительности диспергирования 1 минута, а оптическая плотность гидрозоли, полученных при продолжительности диспергирования серебра 1 минута, не изменяются.

Полученные данные показывают, что для получения относительно устойчивой гидрозоли наночастиц серебра методом электроискрового диспергирования процесс необходимо проводить в течении 1 минуты. Поэтому для изучения влияния концентрации желатины на устойчивость гидрозолей наночастиц серебра, полученных методом электроискрового диспергирования, гидрозоли были получены в 0,2%, 0,4% и 1% растворах желатины при продолжительности диспергирования серебра 1 минута (рис. 5). Анализ спектров поглощения показывает, что концентрация желатины практически не влияет на максимум поглощения и на оптическую плотность.

Из анализа зависимости спектра поглощения гидрозолей наночастиц серебра от концентрации желатины можно сделать вывод о том, что для получения устойчивой гидрозоли наночастиц серебра методом электроискрового диспергирования оптимальной концентрацией желатина является 0,2%.

Таким образом, методом спектрофотометрии установлено, что для получения устойчивых гидрозолей наночастиц серебра методом электроискрового диспергирования в качестве жидкой среды необходимо использовать водные растворы поверхностно-активных веществ. Показано, что при электроискровом диспергировании серебра в 0,2% растворе желатины в течении 1 минуты образуется гидрозоль наночастиц серебра устойчивой в течении 24 часа.

#### Литература:

1. Карпов С.В., Герасимов В.С., Грачаев 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.
2. Вегера А.В., Зимон А.Д. Синтез и физико-химические свойства наночастиц серебра, стабилизированных желатином. // Известия Томского политех. у-та, 2006. - Т. 309. - №5. - С.60-64.
3. Лопатько К.Г., Олишевский В.В., Маринин А.И., Афтандиянц Е.Г. Образование наноразмерной фракции металлов при электроискровой обработке гранул. // Электронная обработка материалов, 2013, 49(6). - С. 80-85.
4. Шаталов А.Я., Маршаков И.К. Практикум по физической химии. - М.: Высшая школа, 1975. - С. 288.
5. Сыргакбек кызы Д. Электронные спектры гидрозолей наночастиц серебра, полученных в присутствии додецилсульфат натрия. // Известия вузов Кыргызстана, 2017. - №11. - С. 22-24.