

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ СЕРЕБРА В СЕРЕБРОСОДЕРЖАЩИХ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТАХ АРГОВИТ И АРГОГЕЛЬ.

Г.В. Одегова, В.А. Бурмистров, П.П. Родионов,

Институт катализа СО РАН;

ЗАО «Вектор-Бест»;

АОЗТ «Оргхим» г.Новосибирск

Несмотря на значительное количество публикации, посвященных изучению состояния серебра, проблема исследования его физико-химических свойств в растворах и гелях остается актуальной и в настоящее время. Это связано, прежде всего, с зависимостью состояния серебра от многих параметров. Известно, что в растворах очень часто наблюдается агрегация частиц [1], приводящая к изменению их размера и формы. Кроме того, возможно частичное окисление Ag молекулами воды. Степень окисления и агрегации частиц серебра могут в значительной степени зависеть от соотношения водной и органической фаз.

Целью данного исследования являлось изучение влияния степени разбавления на состояние серебра в серебряносодержащем препарате арговите. В качестве разбавителей были использованы дистиллированная вода и органические матрицы (гель полиэтиленоксида, различные крема).

Для решения поставленной задачи использованы методы электронной спектроскопии (пропускание, диффузное отражение света) и метод малоуглового рассеяния (ММУР).

На рис. 1 (кр.1-3) представлены спектры пропускания разбавленных растворов арговита с содержанием серебра 0,00185, 0,037, 0,065 вес. %, а также спектр исходного раствора (1.5% вес серебра), записанного в тонком слое (кр.4). Видно, что спектральные кривые практически не отличаются друг от друга. Спектр пропускания исследуемого препарата представляет собой асимметричную кривую с максимумами при 28000 см^{-1} , 24800 см^{-1} и 23000 см^{-1} . Идентичность спектральных кривых свидетельствует о том, что состояние серебра при разных степенях разбавления остается практически неизменным.

Проанализируем более подробно спектральные кривые, представленные на рис. 1.

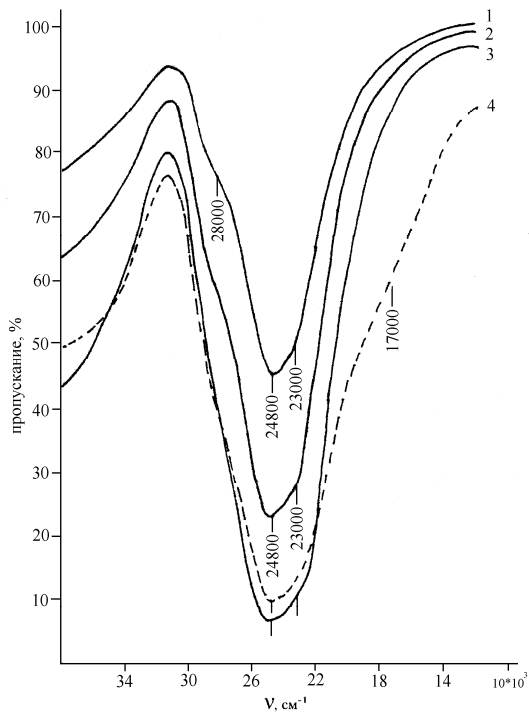


Рис. 1. Электронные спектры пропускания водного раствора арговита с различной концентрацией Ag (% ,вес).

1 – 0,00185; 2 – 0,037; 3 – 0,065; 4 – 1,5% вес (в тонком слое)

Видно, по мере возрастания концентрации серебра в растворе наблюдается рост относительной интенсивности пика плазменного резонансного поглощения. При этом форма пика не меняется. Наличие асимметрии формы спектрального контура говорит о том, что в растворе частицы серебра либо частично агрегированы, либо их форма отличается от сферической. Можно также предположить наличие полидисперсности образца. Тем не менее, относительно небольшая полуширина спектральной кривой свидетельствует о том, что разброс частиц серебра по размерам незначительный. Основным отличием спектральных кривых, соответствующих разбавленным растворам от концентрированного является наличие в по-

следнем дополнительного поглощения в низкочастотной области (кр.1-3 и кр.4).

Согласно литературным данным [2,3] спектральные кривые 1-3 по положению и полуширине соответствуют поглощению частиц Ag, средний размер которых порядка 40- 50 ангстрем (\AA). Наличие плеча при 28000 см^{-1} свидетельствует о присутствии частиц с размером менее $10\text{-}20\text{\AA}$, а дополнительного поглощения в низкочастотной области в спектре исходного концентрированного раствора (1,5% вес.Ag) (кр.4), об агрегации частиц Ag. Однако относительно небольшая интенсивность поглощения как в высокочастотной области, так и в низкочастотной части спектра говорит о незначительной доле как частиц с размером $10\text{-}20\text{\AA}$, так и агрегатов с размером $\sim 500\text{\AA}$ в концентрированном растворе.

На рис. 2 приведены результаты исследования раствора арговита методом малоуглового рассеяния (ММУР). Видно, что частицы серебра имеют очень узкое распределение по размера. В основном в растворе находятся частицы серебра с размером $\sim 20\text{\AA}$

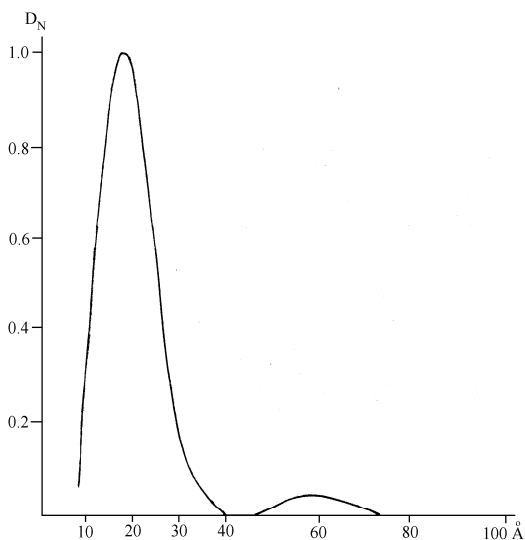


Рис. 2. Распределение частиц Ag по размерам по данным метода ММУР.

Такое несоответствие данных электронной спектроскопии и ММУР можно устранить, если предположить, что основное поглощение в области 24000 см^{-1} обусловлено поглощением агрегаций из двух частиц с размером $\sim 20\text{ \AA}$. Этим, вероятно, можно объяснить и наличие асимметрии анализируемой полосы поглощения.

Помимо спектров пропускания были изучены также спектры диффузного отражения растворов комплекса серебра. На рис.3 (кр.1-3) представлены спектры ЭСДО исходного концентрированного раствора образца (кривая 1), разбавленного дистиллированной водой (кривая 3), а также после нанесения его на поверхность носителя - окиси магния MgO (кривая 2).

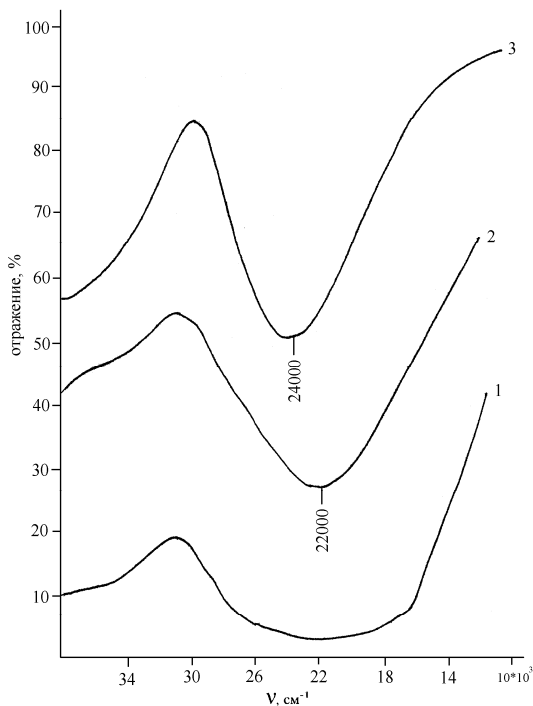


Рис. 3. Электронные спектры диффузного отражения

- 1 – исходный раствор арговита
- 2 – нанесенный на окись магния MgO
- 3 – разбавленный дистиллированной водой.

Высокоинтенсивное непрерывное поглощение, свидетельствует о сильном межкластерном взаимодействии частиц серебра в

концентрированном растворе. Очевидно, что такая система должна обладать высокой проводимостью. Разбавление раствора дистиллированной водой приводит к изоляции частиц серебра, а, следовательно, и к уменьшению межкластерного взаимодействия (кр.3).

После нанесения арговита на оксидный носитель MgO наблюдается изменение спектра отражения. Вместо непрерывного поглощения появляется достаточно широкая полоса поглощения с максимумом при 22000 см^{-1} . Изменение вида спектра обусловлено, очевидно, агрегацией частиц при адсорбции серебра на носитель с очень низкой удельной поверхностью ($\sim 10 \text{ м}^2/\text{грамм}$). В соответствии с [2] максимум полосы поглощения соответствует размеру частиц $\sim 100\text{-}300 \text{ \AA}$. Тем не менее, использование в качестве носителя матрицы даже с низкой удельной поверхностью не приводит к образованию крупных металлических частиц серебра. Это говорит о высокой стабилизации частиц серебра поливинилпирролидоном.

Кроме раствора арговита были также изучены гель (аргогель), приготовленный добавлением арговита в гель полиэтиленоксида, и образец, приготовленный добавлением арговита в кремовую основу. На рис.4(кривые 1,2) приведены спектры диффузного отражения этих образцов. Видно, что спектр ЭСДО аргогеля практически не отличается от спектра ЭСДО разбавленного раствора арговита. Это свидетельствует о том, что добавление в систему полиэтиленоксида практически не влияет на состояние серебра. Не влияет на состояние частиц серебра и добавление арговита в кремовую основу (кривая 2). Некоторые отличия в высокочастотной области спектра данного образца, от спектра аргогеля обусловлены поглощением кремовой основы.

Таким образом, проведенное исследование показало, что как арговит, так и аргогель содержат высокодисперсное металлическое серебро, которое является очень устойчивым к изменению соотношения водная фаза/органическая фаза. Этот фактор является чрезвычайно важным, поскольку позволяет применять растворы различной концентрации, не изменяя при этом состояние частиц серебра. Кроме того, такие препараты можно использовать, например, при изучении влияния размера частиц на антибактериальную активность.

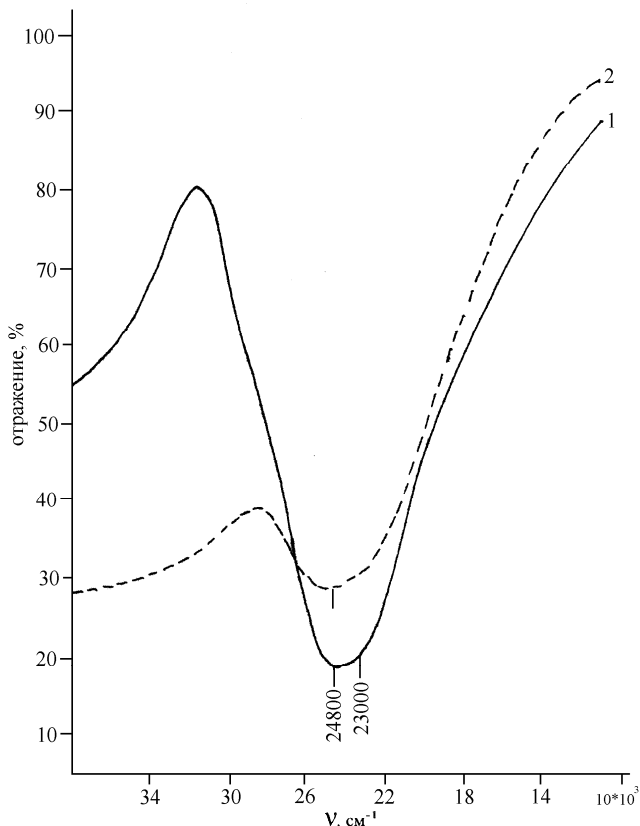


Рис. 4. Электронные спектры диффузного отражения

1 – аргогель:

2 – арговит, добавленный в кремовую основу.

Литература

1. V.V.Slabko, S.V. Karpov, V.I. Zaitsev, Guo Zhenhua, A.K.Popov // J.Phys.: Condens. Matter **5** (1993) 7231-7238.
2. Петров Ю.И. «Физика малых частиц», 1982, С359.
3. Pavlyukhina L.A., Zaikova T.O., Odegova G.V., Savinseva S.A., Boldirev V.V.// Inorg. Mater. 1998. Vol.34(3). P.159-164 (russ).