

УДК 541.654+541.67

## Влияние растворителя на получение наночастиц Ag в фотополимеризующейся матрице

А. С. Куценко<sup>1</sup>, В. М. Гранчак<sup>1</sup>, Т. М. Смирнова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт физической химии им. Л. В. Писаржевского НАН Украины  
просп. Науки, 31, Киев 03028, Украина. E-mail: askutsenko@ukr.net

<sup>2</sup> Институт физики НАН Украины  
просп. Науки, 46, Киев 03680, Украина

*Методом фотохимического синтеза получены наночастицы Ag в фотополимеризующейся матрице в присутствии и в отсутствие ацетонитрила. При получении наночастиц Ag в присутствии растворителя наблюдается bathochromный сдвиг максимума полосы поглощения плазмонов наночастиц Ag, а в его отсутствие — гипсохромный. Разница между максимумами обеих полос поглощения достигает ~22 нм. Эффект объясняется накоплением избыточного электрического заряда на наночастицах Ag при их фотосинтезе в отсутствие растворителя.*

**Ключевые слова:** наночастицы серебра, композиционный материал, фотолиз, полярный растворитель.

Создание и изучение нанокомпозитных материалов на основе прозрачных полимерных матриц с введенными наночастицами (НЧ) благородных металлов имеет большое значение как для развития фундаментальной науки, так и для решения прикладных задач при создании оптических материалов. Уникальные оптические свойства таких нанокомпозитов определяются квантово-размерным эффектом и наличием в оптической области спектра полос поглощения, обусловленных возбуждением в НЧ металла локализованных поверхностных плазмонов (ЛПП) [1]. Допированные металлическими НЧ полимеры, которые являются широко распространенными оптическими материалами, демонстрируют также перспективу их использования в нелинейной оптике, лазерной физике, оптоэлектронике, например в качестве датчиков [2], оптических ограничителей [3] и фильтров [4], для усиления лазерной генерации в неупорядоченных структурах с ЛПП [5] и др. Полимерные матрицы могут обеспечивать разнообразные вариации свойств, таких как гидрофильность или гидрофобность, электрическая и тепловая изоляция и проводимость, механическая твердость, мягкость, пластичность. Полимеры также являются эффективными стабилизаторами металлических НЧ и препятствуют их агрегации [1].

Экспериментальные данные свидетельствуют, что при увеличении размера металлических НЧ на-

блюдается усиление поглощения, увеличение ширины и смещение максимума полосы поглощения ЛПП в длинноволновую область [6—9]. В некоторых других экспериментах при увеличении размера НЧ наблюдается смещение полосы поглощения ЛПП в коротковолновую область, что объясняют накоплением на поверхности металлических НЧ избыточного электрического заряда [10—13]. В то же время причины, которые влияют на длинно- и коротковолновый сдвиг максимума полосы поглощения ЛПП, остаются невыясненными.

Цель настоящей работы — проведение фотохимического синтеза НЧ Ag в фотополимеризующейся композиции при наличии или отсутствии в композиции полярного растворителя для выяснения возможности его влияния на спектр поглощения ЛПП НЧ Ag через перераспределение электрических зарядов.

### Экспериментальная часть

В работе использовали триэтиленгликольдиметакрилат (ТГМ-3), ацетонитрил и AgNO<sub>3</sub> («Aldrich»), применяемые в дальнейших исследованиях без дополнительной очистки. Кетон Михлера (KM) («Aldrich») использовали после очистки перекристаллизацией из спирта, α,ω-акрил(бис-пропиленгликоль)-2,4-толуилендиуретан (АППГТ) синтезирован в Институте высокомолекулярных соединений

НАН Украины. В используемой композиции концентрация олигомеров ТГМ-3 составляет 70 % мас. и АПГТ — 24 % мас., а КМ (1 % мас.) использовался как фотоинициатор полимеризации. При изготовлении образцов компоненты системы, которые фотополимеризуются, смешивали, после чего добавляли раствор (30 % об. по отношению к смеси)  $\text{AgNO}_3$  ( $6,6 \cdot 10^{-1}$  моль/л) в ацетонитриле. Для проведения фотополимеризации композиция размещалась между двумя стеклянными пластинками. После удаления одной из стеклянных пластинок толщина слоя измерялась профилометром «Dektak» (точность около 0,2 мкм). Прокладки между стеклянными пластинками обеспечивали толщину органического слоя около 25 мкм. Образцы были слоем композиции на стеклянной подложке (дуплекс) или слоем композиции между двумя стеклянными пластинками (триплекс). В первом случае (дуплекс) доступ воздуха к слою композиции не ограничен и это приводит к испарению растворителя ацетонитрила из образца. Во втором случае (триплекс) доступ воздуха ограничен двумя стеклянными пластинками и это способствует сохранению растворителя в слое композиции. После изготовления образцов они выдерживались 3 ч в темноте при нормальных условиях для испарения ацетонитрила из образца дуплекс. Повышенные температуры для испарения ацетонитрила не использовали потому, что это привело бы к термостимулированному синтезу НЧ Ag [14].

Облучение образцов проводили ртутной лампой среднего давления ПРК-7 (1000 Вт) на расстоянии 50 см. Спектры поглощения регистрировали на спектрофотометре «Specord PC 210». Микрофотографии получали на электронном микроскопе «FEI Tespa 12 ТЕМ» (120 кВ), образцы для которого готовили по методике [14].

### Результаты и обсуждение

Как известно, при синтезе НЧ ряда металлов в оптической области спектра появляются характерные полосы поглощения, связанные с возбуждением ЛПП. Кинетику синтеза НЧ Ag исследовали, регистрируя изменения в спектрах поглощения образцов в процессе фотооблучения. Для выяснения влияния на процесс синтеза отдельных компонент композиции изучали кинетику формирования НЧ в олигомерной композиции без добавления инициатора и в его присутствии. Проверка влияния олигомеров была целесообразной потому, что в работе [15] нами показана возможность фотохимического синтеза НЧ Ag в матрицах поливинилового спирта без дополнительного использования восстановителей.

Экспериментально показано, что в спектрах поглощения облученных в течение 600 мин образцов не

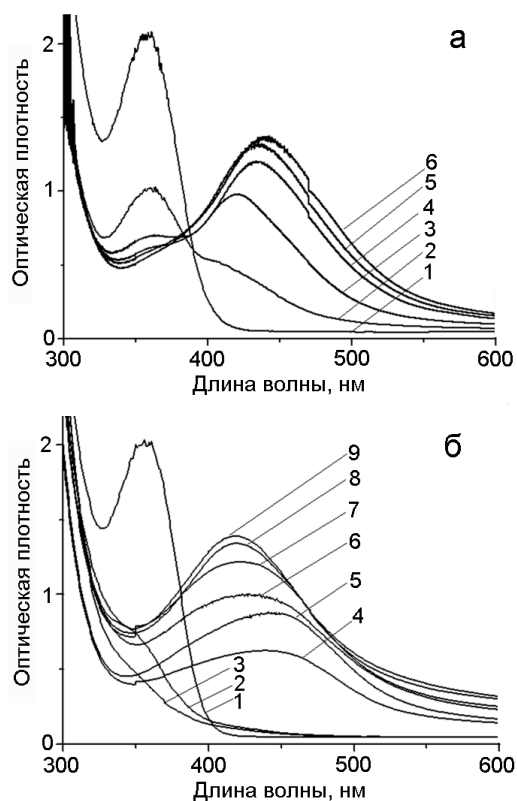


Рис. 1. Спектры поглощения образцов триплекс (а) и дуплекс (б) композиции с КМ при облучении лампой 1000 Вт: а — 0 (1), 10 (2), 60 (3), 120 (4), 300 (5) и 600 мин (6); б — 0 (1), 2 (2), 3 (3), 15 (4), 30 (5), 60 (6), 120 (7), 600 (8) и 900 мин (9).

появлялось новых полос. Это дает возможность сделать вывод, что олигомерные составляющие материала в отсутствие фотоинициатора не способствуют синтезу НЧ Ag.

Затем были изготовлены образцы с олигомерами, в которые был добавлен фотоинициатор КМ. По данным эксперимента процесс фотополимеризации для образца триплекс проходил примерно за 10 с (за это время стеклянные пластины образца склеивались), а для образца дуплекс — примерно за 30 мин (за это время слой композиции становился твердым). Более длительный процесс фотополимеризации для образца дуплекс обусловлен доступом кислорода воздуха к тонкому слою композиции (25 мкм), который сильно замедляет процесс фотополимеризации.

Так, на рис. 1 представлены спектры поглощения образцов триплекс и дуплекс, изготовленных из композиции, содержащей КМ, после облучения лампой ПРК-7. Как видно из рис. 1, а, полоса поглощения с максимумом 360 нм, что соответствует синглетному состоянию КМ, при облучении уменьшается и

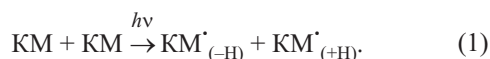
**Потенциалы окисления и фотофизические параметры кетона Михлера и кетильного радикала кетона Михлера в ацетонитриле**

$E_{\text{ox}}^{1/2}$ , В отн. НВЭ (без фотовозбуждения)	Возбужденное состояние	$E^*$ , эВ	$\Phi$	$t$ , нс
	$^1\text{KM}$	3,4	1	$1,5 \cdot 10^{-1}$ [24]**
1,75 [22] (KM)	$^3\text{KM}$	2,7 [22]	0,35 [24]**	$1,1 \cdot 10^4$ [22]
-0,44 [23]* ( $\text{KM}_{(+H)}^*$ )	$^*\text{KM}_{(+H)}^*$	2,3 [22]	$0,35 \cdot 10^{-3}$ [25]	$1,8 \cdot 10^6$ [25]

*Примечание.*  $E_{\text{ox}}^{1/2}$  — полуовна потенциала окисления относительно НВЭ без фотовозбуждения;  $E^*$  — энергия возбужденного состояния;  $\Phi$  — квантовый выход;  $t$  — время жизни; \* значение для бензофенона; \*\* значение для *para*-аминобензофенона.

появляется полоса поглощения с максимумом при 425 нм. Дальнейший рост интенсивности этой полосы при облучении свидетельствует об образовании НЧ Ag с характерным для них поглощением ЛПП. Причем, как хорошо видно из рисунка, спектр проходит через изобестическую точку в районе 375 нм, что указывает на эквивалентность фотохимических процессов. Другими словами, уменьшение интенсивности полосы поглощения KM сопровождается соответствующим ростом поглощения в области 400—500 нм, где, как известно [10, 15—19], поглощают плазмоны НЧ Ag в органических матрицах.

Согласно современным представлениям [20] фотохимические преобразования KM в растворах приводят к образованию кетильного радикала  $\text{KM}_{(+H)}^*$  и аминалкетильного радикала  $\text{KM}_{(-H)}^*$  по схеме



При этом аминоалкетильный радикал  $\text{KM}_{(-H)}^*$  принимает участие в иницировании процессов фотополимеризации использованных нами акриловых олигомеров, в то же время кетильный радикал  $\text{KM}_{(+H)}^*$  расходуется в процессах обрыва полимерной цепи или образовании бензпинакола в результате рекомбинации радикалов. При образовании  $\text{KM}_{(-H)}^*$  и  $\text{KM}_{(+H)}^*$  молекула KM в триплетном состоянии действует как акцептор атома водорода, отбирая последний от возбужденной молекулы KM.

В таблице приведены данные о потенциале окисления KM и кетильного радикала KM, а также данные об энергии соответствующего возбужденного состояния, квантовом выходе и времени жизни для  $^1\text{KM}$ ,  $^3\text{KM}$ ,  $^*\text{KM}_{(+H)}^*$  в ацетонитриле. Для некоторых отсут-

ствующих для KM значений в таблице представлены данные для близких его аналогов: *para*-аминобензофенона и бензофенона. Данные таблицы мы использовали для выяснения, какие возбужденные состояния KM ответственны за образование НЧ Ag. Согласно [11] редокс-потенциалы пары ион  $\text{Ag}_n^+$  — свободный атом серебра относительно НВЭ представлены на рис. 2. При этом наибольшее значение -1,8 В имеет редокс-потенциал пары ион  $\text{Ag}_1^+$  — свободный атом серебра, в то время как известное значение электрического потенциала для восстановления металла Ag +0,8 В. Вычисленные по данным таблицы редокс-потенциалы  $^1\text{KM}$ ,  $^3\text{KM}$ ,  $^*\text{KM}_{(+H)}^*$  отражены на рис. 2 горизонтальными линиями. Из рис. 2 видно, что только кетильный радикал кетона Михлера  $^*\text{KM}_{(+H)}^*$  способен восстанавливать любые ионы серебра, в то же время синглетное и триплетное состояния  $^1\text{KM}$ ,  $^3\text{KM}$  — все кроме  $\text{Ag}_{n=1}^+$ . Таким образом, возможно процесс образования НЧ Ag начинается с восстановления ионов  $\text{Ag}_{n=1}^+$  возбужденным кетильным радикалом  $^*\text{KM}_{(+H)}^*$ , а в дальнейшем к восстановлению ионов  $\text{Ag}_{n=2, 3, 4...}^+$  подключаются другие возбужденные состояния KM. Приведенные в таблице значения квантовых выходов и времени жизни соответствующих возбужденных состояний KM свидетельствуют, что квантовый выход  $^1\text{KM}$  значительно превосходит квантовые выходы  $^3\text{KM}$  и  $^*\text{KM}_{(+H)}^*$ , но время жизни  $^1\text{KM}$  настолько мало (150 пс), что вкладом  $^1\text{KM}$  в образование НЧ Ag можно пренебречь. Соотношение значений квантовых выходов и времени жизни  $^3\text{KM}$  и  $\text{KM}_{(+H)}^*$  свидетельствует, что больше восстановленных ато-

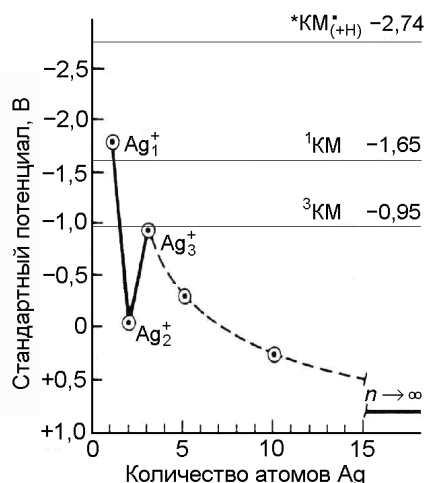
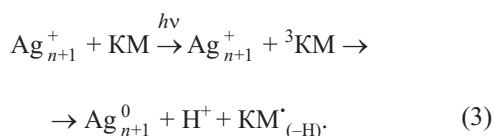
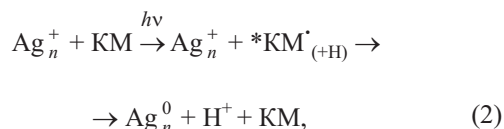


Рис. 2. Электрохимический стандартный потенциал кластеров серебра [11] и редокс-потенциалы синглетного и триплетного состояний КМ и кетильного радикала КМ ( $n$  — количество атомов серебра).

мов серебра при образовании НЧ Ag может давать  $^3\text{KM}$ .

Учитывая вышеприведенное, в нашем случае наиболее вероятно  $^*\text{KM}_{(+H)}^*$  восстанавливает  $\text{Ag}^+$  по схеме (2), а  $^3\text{KM}$  — по схеме (3), что приводит к образованию НЧ Ag:

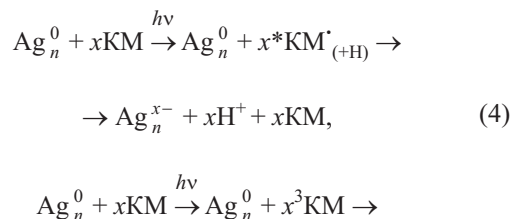


Подтверждением реализации схем (2) и (3) является изобестическая точка на рис. 1, а, что указывает на эквивалентность приведенных выше фотохимических процессов.

Спектры поглощения ЛПП на рис. 1 свидетельствуют о процессе типичного синтеза термодинамически наиболее устойчивых НЧ Ag с формой сферы [6], что подтверждается и результатами наших работ [14, 15]. В присутствии фотоинициатора КМ для образцов триплекс процесс фотохимического синтеза НЧ Ag полностью проходит примерно за 600 мин. В дуплексе этот процесс заканчивается за 900 мин (рис. 1, б). Более длительный процесс синтеза НЧ может быть следствием уменьшения диффузии ионов, связанного с отсутствием растворителя и действием акцептора электронов кислорода

воздуха, который все время поступает в органическую матрицу образца дуплекс при облучении. Кроме того, для образцов дуплекс не только отсутствует изобестическая точка, но и наблюдается более быстрое уменьшение полосы поглощения КМ, что указывает, вероятно, на процесс окисления последнего. Можно думать, что процесс образования НЧ Ag конкурирует с окислением КМ кислородом воздуха в образцах дуплекс.

Как хорошо видно из приведенных рисунков, максимум полосы поглощения ЛПП смещается в длинноволновую область в триплексе и в коротковолновую в дуплексе. После завершения фотосинтеза НЧ Ag разница между максимумами полос поглощения ЛПП в образцах триплекс и дуплекс составляет примерно 22 нм. В этом случае длинноволновое смещение максимума полосы при облучении в триплексе около 25 нм может свидетельствовать об увеличении размера НЧ Ag (рис. 1, а) [6—9]. Смещение же максимума полосы в коротковолновую область при облучении дуплекса около 25 нм (рис. 1, б) наиболее вероятно указывает на накопление заряда на поверхности НЧ Ag [10—13]. Укажем, что в матрице ПВС для образца дуплекс такое коротковолновое смещение из-за накопления заряда на поверхности НЧ Ag достигало 40 нм [10]. Согласно оценкам в работе [13] гипсохромный сдвиг максимума спектра плазмонов НЧ Ag с  $\Delta\lambda = 25$  нм, подобный результатам нашего эксперимента с образцом дуплекс на рис. 1, б, соответствует накоплению на каждой НЧ Ag четырех избыточных электронов. Накопление заряда может быть следствием улучшенной изоляции НЧ Ag, что является результатом фотополимеризации слоя композиции на наночастице образца дуплекс. Действительно, как видно из рис. 1, б, гипсохромное смещение максимума полосы ЛПП появляется через 30 мин облучения, т. е. после образования полимерного слоя и изоляции НЧ. Повышение изоляции НЧ Ag в полимерах при их облучении подтверждается появлением вокруг НЧ слоя полимера толщиной 15 нм с более высокой плотностью, чем остальной объем [15]. Вполне возможно, что накопление избыточных электронов на НЧ Ag в нашей органической матрице происходит по схемам





Таким образом, в накоплении избыточных электронов на наночастицах принимают участие те же самые возбужденные состояния КМ, которые участвуют в их образовании. При этом геометрическое ограничение размером НЧ области локализации ЛПП демонстрирует результат на рис. 1, *a* как bathochromное смещение максимума полосы поглощения ЛПП. В то же время, как видно из рис. 1, *b*, кроме геометрического ограничения имеется дополнительное ограничение области локализации ЛПП электрическим зарядом избыточно накопленных электронов на НЧ, приводящее к гипсохромному сдвигу максимума полосы поглощения ЛПП. В последнем случае эксперимент показал, что уменьшение области локализации ЛПП из-за накопления избыточного заряда на НЧ значительно преобладает над увеличением области геометрически ограниченной локализации ЛПП, которое происходит благодаря росту размера НЧ Ag при их фотохимическом синтезе в полимерной матрице образца дуплекс. В нашем исследовании разница в условиях проведения эксперимента обусловлена наличием в органическом слое полярного растворителя ацетонитрила в случае использования образца триплекс (рис. 1, *a*) и его почти полным отсутствием из-за испарения в случае использования образца дуплекс (рис. 1, *b*).

Таким образом, максимум полосы поглощения плазмонов на рис. 1, *a* соответствует минимальному накоплению электрического заряда на НЧ Ag или его отсутствию, а на рис. 1, *b* — максимальному накоплению электрического заряда на НЧ Ag в наших экспериментах. На накопление заряда на поверхности НЧ могут влиять как электропроводящие свойства композиции, так и качество изоляции заряда на НЧ. Указанные свойства могут меняться при изменении компонентов композиции и условий проведения синтеза НЧ. Это приводит к различному накоплению заряда на НЧ и, как следствие, к различному расположению максимума полосы поглощения плазмонов НЧ Ag, что наблюдается в результатах экспериментов различных авторов при фотохимическом синтезе НЧ Ag в органических матрицах [10, 15, 21]. Для проверки фотостабильности НЧ Ag нами проведено дополнительное облучение образцов в течение 3 ч. Отсутствие изменений интенсивности полосы поглощения плазмонов НЧ Ag, как и постоянство ее формы при дальнейшем облучении образцов, свидетельствует о фотостабильности и отсутствии фотокоррозии НЧ Ag, что является следствием их хорошей изоляции, особенно для образцов дуплекс.

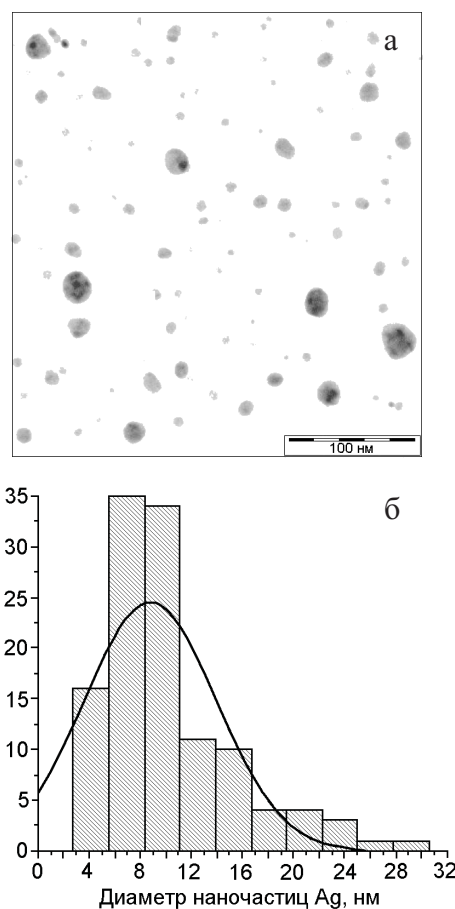


Рис. 3. Микрофотография (*a*) и распределение по размерам (*b*) наночастиц Ag (средний размер 8,7 нм) в образцах триплекс после облучения лампой 60 с.

На рис. 3 приведена микрофотография и гистограмма наночастиц Ag (средний размер 8,7 нм) в образцах триплекс после облучения лампой 60 с. Как видно из микрофотографии, форма НЧ близка к форме сферы, что коррелирует со спектрами поглощения ЛПП на рис. 1. Полученные нами микрофотографии НЧ Ag для образца дуплекс показали, что наночастицы как для образца триплекс, так и для образца дуплекс имеют подобную форму.

Результаты работы продемонстрировали, что при проведении фотохимического синтеза наночастиц серебра в прозрачных органических матрицах с ацетонитрилом максимум полосы поглощения ЛПП смещается в длинноволновую область, а при отсутствии ацетонитрила смещается в коротковолновую область. При этом разница между максимумами обеих полос поглощения достигает ~22 нм.

### Література

1. Nicolais L., Carotenuto G. Metal-polymer nanocomposites. — New Jersey : Wiley, 2005.
2. Sugumana C., Thanachayanontb J., Dutta J. G., Hilborn J. G. // Sci. and Technol. Adv. Mater. — 2005. — **6**, N 3. — P. 335—340.
3. Porel S., Venkatram N., Narayana D., Rao Radhakrishnan T. P. // J. Nanosci. and Nanotechnol. — 2007. — **7**, N 6. — P. 1887—1890.
4. Protsenko I. E., Zaimidoroga O. A., Samoilov V. N. // J. Opt. A. — 2007. — **9**, N 4. — P. 363—368.
5. Dice G. D., Elezzabi A. Y. // J. Opt. A. — 2007. — **9**. — P. 186-193.
6. Крутяков Ю. А., Кудрицкий А. А., Оленин А. Ю., Лисичкин Г. В. // Успехи химии. — 2008. — **77**, N 3. — P. 243—269.
7. Evanoff D. D., Chumanov G. // Chem. Phys. Chem. — 2005. — **6**, N 7. — P. 1221—1231.
8. Mertens M., Verhoeven J., Polman A., Tichelaar F. D. // Appl. Phys. Lett. — 2004. — **85**, N 8. — P. 1317—1319.
9. Tiggesbaumer J., Koller L., Luts H. O., Meiwesbroer K. H. // Chem. Phys. Lett. — 1992. — **190**, N 42. — P. 42—45.
10. Rogach A. L., Shevchenko G. P., Afanas'eva Z. M., Sviridov V. V. // J. Phys. Chem. B. — 1997. — **101**, N 41. — P. 8120—8132.
11. Henglein A. // Ber. Bunsenges. phys. Chem. — 1997. — **101**, N 11. — P. 1562—1572.
12. Cao G., Wang Y. Nanostructures and nanomaterials: Synthesis, properties and applications. — London : Imperial college press, 2004.
13. Stroyuk O. L., Svalagin V. V., Kuchmiy S. Ya. // J. Photochem. and Photobiol. A. — 2005. — **173**, N 2. — P. 185—194.
14. Smirnova T. N., Kokhtych L. M., Kutsenko A. S. et al. // Nanotechnology. — 2009. — **20**. — P. 405301—405312.
15. Куценко А. С., Гранчак В. М. // Теорет. и эксперим. химия. — 2009. — **45**, № 5. — P. 300—305. — [Theor. Exp. Chem. — 2009. — **45**, N 5. — P. 313—318 (Engl. Transl.)].
16. Mbhele Z. H., Salemane M. G., van Sittert C. G. C. E. et al. // Chem. Mater. — 2003. — **15**, N 26. — P. 5019—5024.
17. Khanna P. K., Singh N., Charan S. et al. // Mater. Chem. and Phys. — 2005. — **93**, N 1. — P. 117—121.
18. Dirix Y., Bastiaansen C., Caseri C., Smith W. // J. Mater. Sci. — 1999. — **34**, N 16. — P. 3859—3866.
19. Akamatsu K., Takei S., Mizuhata M. et al. // Thin Solid Films. — 2000. — **359**, N 1. — P. 55—60.
20. Коцюба Т. С., Гранчак В. М., Дилунг И. И. // Теорет. и эксперим. химия. — 1997. — **33**, № 1. — P. 26—29. — [Theor. Exp. Chem. — 1997. — **33**, N 1. — P. 27—31 (Engl. Transl.)].
21. Музалев П. А., Кособудский И. Д., Ушаков Н. М., Кульбацкий Д. М. // Журн. прикл. химии. — 2011. — **84**, № 4. — С. 629—632.
22. Singh A. K., Palit D. K., Mukherjee T. // J. Phys. Chem. A. — 2002. — **106**, N 25. — P. 6084—6093.
23. Demortier A., Bard A. J. // J. Amer. Chem. Soc. — 1973. — **95**, N 11. — P. 3495—3500.
24. Singh A. K., Bhasikuttan A. C., Dipakk P., Mittal J. P. // J. Phys. Chem. A. — 2000. — **104**, N 30. — P. 7002—7009.
25. Коцюба Т. С. Кинетика и механизм взаимодействия фотозбужденных молекул аминобензофенонов с бутилметакрилатом : Автореф. дис. ... канд. хим. наук. — Киев, 2005.

Поступила в редакцию 26 июля 2016 г.

В окончательном варианте 6 сентября 2016 г.

## Вплив розчинника на одержання наночастинок Ag у матриці, що фотополімеризується

О. С. Куценко<sup>1</sup>, В. М. Гранчак<sup>1</sup>, Т. М. Смирнова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Інститут фізичної хімії ім. Л. В. Писаржевського НАН України  
просп. Науки, 31, Київ 03028, Україна. E-mail: askutsenko@ukr.net

<sup>2</sup> Інститут фізики НАН України  
просп. Науки, 46, Київ 03680, Україна

*Методом фотохімічного синтезу одержано наночастинок Ag у матриці, що полімеризується, у присутності і за відсутності ацетонітрилу. При одержанні наночастинок Ag у присутності розчинника спостерігається батохромний зсув максимуму смуги поглинання плазмонів наночастинок Ag, а за його відсутності — гіпсхромний. Різниця між максимумами обох смуг поглинання досягає ~22 нм. Ефект пояснюється накопиченням надлишкового електричного заряду на наночастинках Ag при їх фотосинтезі за відсутності розчинника.*

**Ключові слова:** наночастинок срібла, композиційний матеріал, фотоліз, полярний розчинник.

## Effect of Solvent on Preparation of Ag Nanoparticles in a Photopolymerizable Matrix

A. S. Kutsenko<sup>1</sup>, V. M. Granchak<sup>1</sup>, T. N. Smirnova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> L. V. Pysarzhevsky Institute of Physical Chemistry, National Academy of Sciences of Ukraine  
Prosp. Nauky, 31, Kyiv 03028, Ukraine. E-mail: askutsenko@ukr.net

<sup>2</sup> Institute of Physics, National Academy of Sciences of Ukraine  
Prosp. Nauky, 46, Kyiv 03680, Ukraine

*Ag nanoparticles in photopolymerizable matrix were obtained by method of photochemical synthesis in the presence and absence of acetonitrile. The bathochromic shift of the maximum of Ag nanoparticle plasmon resonance band was observed when the nanoparticles were prepared in the presence of acetonitrile, while in the absence of solvent, hypsochromic shift has been registered. The difference between the maxima of both absorption bands was ~22 nm. The effect is due to the accumulation of excess electric charge on the Ag nanoparticles during their photosynthesis in the absence of solvent.*

**Key words:** silver nanoparticles, composite material, photolysis, polar solvent.