

# Colloidal silver obtaining in solutions of amphiphilic surfactants

Olena Khomenko, Olga Budishevskaya, Volodymyr Vostes

Organic chemistry department, Lviv Polytechnic National University, UKRAINE, Lviv, S. Bandery street 12, E-mail: Khomenkoolena@rambler.ru

Amphiphilic oligomers based on polyanhydrides are used as nanoreactors and nanocontainers for many practical applications [1]. The aim of this work was to synthesize amphiphilic oligomers via interactions of pyromellitic dianhydride with hydrophilic chains of alkoxy polyethyleneglicols  $C_nH_{2n+1}(-O-CH_2-CH_2-)_nOH$  and lipophilic chains of alcohols  $C_mH_{2m+1}OH$  (Fig.1). Synthesized amphiphilic oligomers are soluble in both polar and non-polar solvents, due to solvation of corresponding fragments. Isotherms of surface tension at the aqueous solution-air interface have the usual form for the surfactants (Fig. 2), and show reduce of the surface tension of water to 36-40 mN / m. In water and in organic solvents amphiphilic oligomers form micellar aggregates, which were used as nanoreactors to obtain silver nanoparticles in benzene, chloroform and water. Silver nanoparticles were obtained using  $Ag[(NH_3)_2OH]$  in 10% solution of amphiphilic oligomers, with different length of side chains, at room temperature for 48 hours under argon atmosphere, in light-protected vials. Formation of silver nanoparticles was confirmed by the UV-vis absorption spectra and scanning electron microscope (Fig. 3, 4, 5).

# Одержання колоїдного срібла у розчинах амфіфільних ПАР

Олена Хоменко, Ольга Будішевська, Володимир Востес

Кафедра органічної хімії, Національний університет "Львівська політехніка", УКРАЇНА, м. Львів, вул. С. Бандери, 12, E-mail: Khomenkoolena@rambler.ru

*Одержано нові амфіфільні ПАР – діестери піромелітової кислоти, які містять ліпофільні і гідрофільні ланцюги різної довжини. У воді і органічних розчинниках вони утворюють міцелярні агрегати, які використано як нанореактори для одержання наночастинок срібла.*

**Ключові слова** – амфіфільні олігомери, міцелярні структури, колоїдне срібло, нанореактори.

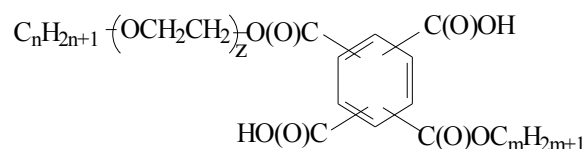
## I. Вступ

В останні роки спостерігається значний інтерес до синтезу нових поверхнево-активних речовин (ПАР) та формуванню за їх участю прямих та зворотніх міцел та міцелярних структур. Міцели, утворені амфіфільними речовинами та їх агрегати у середовищах різної полярності, можуть бути використані як нанореактори для синтезу частинок металів та їх оксидів [1, 2].

## II. Структура нових амфіфільних ПАР

Нові амфіфільні ПАР представляють собою діестери піромелітової кислоти (ДЕПК) і містять ліпофільний та гідрофільний ланцюги (рис. 1). Їх одержували ацилюванням піромелітовим диангідридом первинних спиртів  $C_nH_{2n+1}OH$  і наступним ацилюванням моноалкілзованого етеру поліетиленгліколів  $C_nH_{2n+1}(-O-CH_2-CH_2-)_nOH$ .

Використання алкоксиполіетиленгліколів та аліфатичних спиртів з різною довжиною ланцюга у синтезі дозволяє варіювати гідрофільно-ліпофільний баланс ПАР.



де  $n=1 \div 4$ ,  $z=1 \div 113$ ,  $m=2 \div 20$ .

Рис. 1. Будова амфіфільних діестерів піромелітової кислоти

Присутність у молекулі амфіфільного діестеру піромелітової кислоти моноалкіл-монометокси-поліоксиетилпіромелітатів ліпофільних ланцюгів забезпечує його розчинність у неполярних, а присутність гідрофільних алкоксиполіоксиетиленових ланцюгів та карбоксильних груп забезпечує розчинність ДЕПК у полярних і водних середовищах.

Поверхневу активність оцінювали вимірюванням поверхневого натягу на межі водний розчин – повітря. Ізотерми поверхневого натягу амфіфільних ДЕПК, одержані за допомогою метода Дю-Нуї, показують зниження поверхневого натягу на 36-40 мН/м.

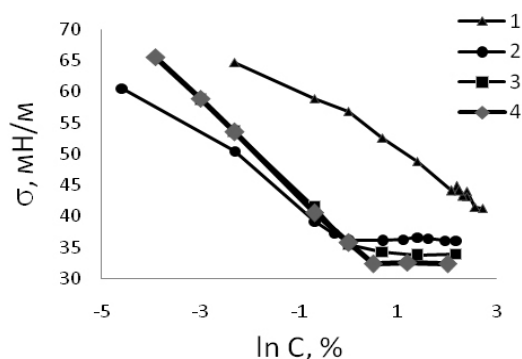


Рис. 2. Ізотерми поверхневого натягу амфідільних ДЕПК у водному розчині при рН 6,5: 1 – бутил-метокси-гепта(оксиетил)піромелітат (ПМДА-Бут-ПЕГ<sub>550</sub>); 2 – октил-метокси-додецил(оксиетил)піромелітат ПМДА-Окт-ПЕГ<sub>550</sub>; 3 – ПМДА-Окт-ПЕГ<sub>350</sub>; 4 – октил-бутоксидилпіромелітат (ПМДА-БЦВ-Окт)

### III. Використання амфідільних ПАР як нанореакторів

Мицелярні структури, які утворюють амфідільні ДЕПК у розчинах були використані як нанореактори для окисно-відновних процесів і формування наночастинок срібла в різних за природою розчинниках. Відомо, що у розведених розчинах амфідільні ПАР утворюють мономолекулярні мицели, але з підвищенням концентрації формують агрегати, які можуть бути використані як нанореактори для одержання наночастинок металів.

Для синтезу колоїдних частинок у бензолі використано ДЕПК ПМДА-Окт-ПЕГ<sub>350</sub> та ПМДА-Окт-ПЕГ<sub>550</sub>, які відрізняються довжиною гідрофільного ланцюга.

Наночастинки срібла одержували з використанням прекурсор Ag[(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>OH], у 10% розчинах амфідільних ДЕПК у бензолі, хлороформі і воді при кімнатній температурі, протягом 48 годин в атмосфері аргону без доступу світла [1, 2].

Утворення наночастинок срібла підтверджували спектрами поглинання колоїдних розчинів срібла та СЕМ мікрофотографіями (рис. 3, 4, 5).

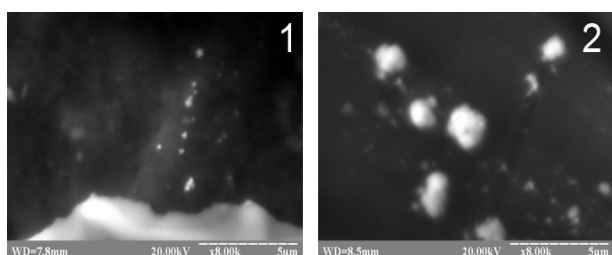


Рис. 3. СЕМ зображення колоїдного срібла синтезованого у 10% розчинах у хлороформі: ПМДА-Окт-ПЕГ<sub>350</sub> (1) і ПМДА-Бут-ПЕГ<sub>550</sub> (2)

Інтенсивність поглинання на спектрах, яка відповідає кількості наночастинок срібла, залежить від довжини гідрофільних або ліпофільних ланцюгів у молекулі амфідільного ДЕПК (рис. 4, 5).

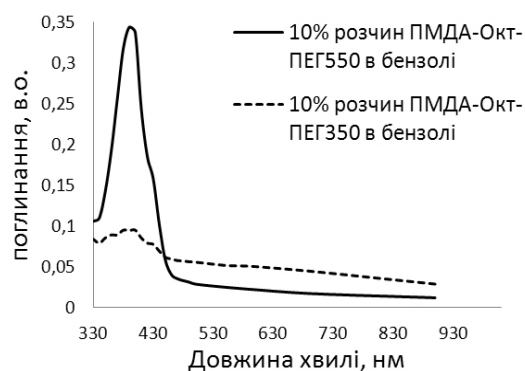


Рис. 4. Спектри поглинання зразків наночастинок срібла, у бензольних розчинах амфідільних дієстерів піромелітової кислоти

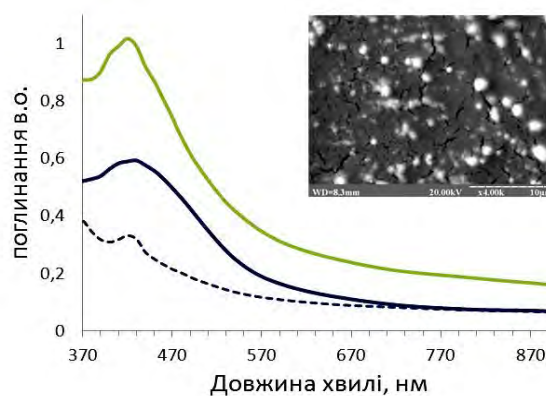


Рис. 5. Спектри поглинання зразків наночастинок срібла, у водних розчинах амфідільних дієстерів піромелітової кислоти:

а – ПМДА-Окт-ПЕГ<sub>550</sub>; б – ПМДА-Окт-ПЕГ<sub>350</sub>; в – ПМДА-Бут-ПЕГ<sub>550</sub>. 1 – СЕМ зображення частинок срібла синтезованих в присутності ПМДА-Окт-ПЕГ<sub>550</sub> у воді

### Висновок

Таким чином з використанням нових амфідільних дієстерів піромелітової кислоти з різною довжиною гідрофільних та ліпофільних ланцюгів як нанореакторів одержано наночастинки срібла у розчинниках різної природи.

### Література

- [1] Кудіна О.О. Формування наночастинок срібла у самовпорядкованих полімерних системах амфідільних гребінчатих кополімерів малеїнового ангідриду / О.О.Кудіна, О.Г.Будішевська, А.С.Воронов, А.М.Когут, С.А.Воронов // Вопросы химии и химической технологии. – 2010. – №1. – С.60-66.
- [2] Кудіна О.О. Амфідільні гребінчаті кополімери малеїнового ангідриду як нанореактори синтезу наночастинок срібла / О.О.Кудіна, О.Г.Будішевська, С.А.Воронов, А.М.Когут, С.А.Воронов // Доповіді НАН України. – 2010. – №7. – С.120-125.