

УДК 544.773.422

УПОРЯДОЧЕННЫЕ ПЛЕНКИ НАНОЧАСТИЦ ЗОЛОТА ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В УСИЛЕННОЙ РАМАНОВСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Павлова А.А. (ИТМО), Малеева К.А. (ИТМО)

Научный руководитель – кандидат химических наук, профессор Смирнов Е.А.
(ИТМО)

Введение. В современном мире рамановская спектроскопия является незаменимым методом идентификации молекул. С момента открытия поверхностно-усиленной рамановской спектроскопии в 1974 году [1] было проведено множество исследований, связанных с усилением рамановского сигнала с помощью наночастиц (НЧ) золота и серебра благодаря их способности к локализованному поверхностному плазмонному резонансу.

Основная часть. В данной работе задача усиления интенсивности сигнала рамановской спектроскопии решается простым подходом к самосборке наночастиц золота без функционализации НЧ или использования ковалентных линкернов по ранее описанной методике [2]. При этом синтез золей НЧ был осуществлён классическим методом Френса [3], который заключается в восстановлении тетрахлоороаурата (III) водорода с помощью одного из восстановителей: цитрата натрия, аскорбата калия или аскорбиновой кислоты, а также методом Парка [4], который заключается в наращивании затравочных частиц, синтезированных по методу Френса. Чтобы инициировать их рост, использовали мягкое восстановление HAuCl_4 аскорбиновой кислотой в присутствии AgNO_3 .

Коллоидные растворы наночастиц были охарактеризованы с помощью спектроскопии в УФ-видимой области и динамического светорассеяния. Оба метода показали, что НЧ имеют средний диаметр от 14 до 99 нм, при этом стабильны, так как дзета-потенциал находился в диапазоне -25-30 мВ.

Самосборка НЧ золота происходит благодаря молекулам тетратиафульвалена (ТТФ), который выступает в роли серосодержащего донора π -электронов. Затем такие пленки упорядоченных НЧ переносили на твердые подложки (кремний, пластик, ИТО и т.д.), которые в дальнейшем использовали в рамановской спектроскопии для усиления слабого сигнала рассеяния. Перенос плотноупакованных пленок на подложки осуществляли методом «аквапринт». Морфология полученных подложек исследовалась методом атомно-силовой микроскопии и сканирующей электронной микроскопии.

Выводы. Усиливающие свойства подложек исследовали с помощью стандартной молекулы красителя родамин 6Ж, добавление которого вызывает появление характерных пиков усиленного рамановского рассеяния. Расчёт коэффициентов усиления (КУ) по линиям 1508 см^{-1} и 1360 см^{-1} даёт $\sim 10^3$ для наночастиц диаметром 17 нм и $\sim 10^4$ для больших наночастиц (44 нм). Дальнейшая работа будет направлена на усовершенствование методики, увеличение коэффициента усиления и тестирование подложек с природными фенольными соединениями.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда (№22-73-00206).

Список использованных источников:

1. Fleischmann M., Hendra P. J., McQuillan A. J. Chemical physics letters. 1974. Т. 26, № 2. С. 163–166
2. Smirnov E., Scanlon M. D., Momotenko D., Vrubel H., Méndez M. A., Brevet P. F., Girault H. H. ACS nano. 2014. Т. 8, № 9. С. 9471–9481.
3. Frens G. Nature physical science. 1973. Т. 241, № 105. С. 20–22.

4. Park Y. K., Park S. Chemistry of Materials. 2008. T. 20, № 6. C. 2388–2393.