

УДК 535.375.51

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ SERS ПОДЛОЖКИ НА ОСНОВЕ САМОСОБИРАЮЩИХСЯ ПЛЕНОК ПЛАЗМОННЫХ НАНОЧАСТИЦ В ЖИДКИХ АНАЛИТАХ

Малеева К.А. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.ф.-м.н. Богданов К.В.
(Университет ИТМО)

Введение. Метод поверхностно-усиленной спектроскопии комбинационного рассеяния (SERS) — это мощный инструмент для изучения состава и структуры вещества. Его используют в различных областях науки. Одной из важнейших проблем этого метода остается воспроизводимость SERS сигнала. Существует два основных типа SERS активной среды. При использовании одного из типов SERS активных сред — коллоидов плазмонных наночастиц воспроизводимость напрямую связана с устойчивостью коллоида, а при использовании твердых подложек (второго типа SERS активной среды) воспроизводимость сигнала зависит от ее упорядоченности. Самособирающиеся пленки плазмонных наночастиц имеют плотную упаковку, что приводит к увеличению воспроизводимости сигнала. Такие пленки в качестве SERS среды способны работать в различных средах. В публикациях описаны измерения как в двухфазной среде, в которой происходит непосредственное получение самособирающейся пленки, так и в качестве SERS подложки полученной различными методами. Одним из важных направлений использования SERS подложек – это биологические исследования, для которых важно наличие жидкой среды. Для этого нужно исследования возможность использования SERS подложки на основе самособирающихся пленок плазмонных наночастиц.

Основная часть. Для исследования параметров синтеза были получены коллоид золотых наночастиц со средним размером псевдосферических частиц 20 нм. В качестве протокола синтеза использовались исследования приведенных в работах [1,2]. Самособирающиеся пленки в полимерной матрице получают при смешении коллоида золотых наночастиц и раствора самособирающего агента и полистирола. В качестве неводной фазы был выбран толуол, а самособирающимся агентом был нитрат тетрабутиламония (TBAN) [3]. Для полученных SERS подложек было проведено исследование по устойчивости в различных растворителях. Полученная SERS подложка работает в водных и спиртовых растворах, рабочий диапазон pH от 3 до 9. Модельным анализом был раствор псевдоизоцианина (1,1'-диэтил-2,2'-цианин йодида) в изопропиловом спирте. Была получена зависимость интенсивности линии 1364 см^{-1} от высоты жидкости над SERS подложкой. Так как при минимальных значениях высоты растворитель испаряется и получается метод, неотличимый от dropcasting, который использовался ранее для сравнения получаемых SERS субстратов. Выше некоторой высоты происходит рассеяние в жидкости, что сильно снижает интенсивность SERS сигнала. Однако, было показано, что небольшое количество жидкости над SERS субстратом приводит к увеличению интенсивности сигнала от красителя. Был исследован предел обнаружения для разной высоты жидкости над SERS подложкой. При высоте равной около 0,5 мм растворитель испарялся, поэтому предел обнаружения 10^{-10} М и равен приведенному в работе [1] При высоте равной 1 мм предел обнаружения меньше и равен 10^{-12} М. При высоте раньше 1,5 мм SERS сигнал перестает регистрироваться.

Выводы. Проведено исследование работы SERS подложки на основе самособирающихся пленок плазмонных наночастиц в жидких анализатах. Были получены зависимости интенсивности линии 1364 см^{-1} красителя от высоты раствора анализата над SERS субстратом. Показано, что наличие 1 мм приводит к увеличению интенсивности сигнала и предела обнаружения.

Список использованных источников:

1. Maleeva K. A. Kaliya, I. E., Tkach, A. P., Babaev, A. A., Baranov, M. A., Berwick, K., Perova T. S. Bogdanov, K. V. Formation of Gold Nanoparticle Self-Assembling Films in Various Polymer Matrices for SERS Substrates //Materials. – 2022. – №15(15). – С. 5197
2. Khnykina K. A. Baranov, M. A., Babaev, A. A., Baranov, A. V., Bogdanov, K. V Key Factors for Tuning Au Self-Assembling SERS Films: From Properties to Structure //Optics and Spectroscopy. – 2021. – №129(4). – С. 495-504.
3. Ye Z. Li, C., Chen, Q., Xu, Y., Bell, S. E. Self-assembly of colloidal nanoparticles into 2D arrays at water–oil interfaces: rational construction of stable SERS substrates with accessible enhancing surfaces and tailored plasmonic response //Nanoscale. – 2021. – Т. 13. – №. 12. – С. 5937-5953.