

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  $1364\text{ см}^{-1}$  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 аналитах. Были получены зависимости интенсивности линии  $1364\text{ см}^{-1}$  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.