**Пьезоэлектрический сенсор на основе многостенных углеродных нанотрубок, наночастиц магнетита и молекулярно импринтированных полимеров «ядро-оболочка» для определения макролидных антибиотиков**

***Бизина Е.В., Ефросинина А.В., Ермолаева Т.Н.***

*Аспирант, 3 года обучения*

*Липецкий государственный технический университет,*

*Металлургический институт, Липецк, Россия*

*E-mail:* [*katarina.bizina1821@mail.ru*](mailto:katarina.bizina1821@mail.ru)

Разработан пьезоэлектрический сенсор с распознающим слоем на основе магнитных углеродных нанокомпозитов (МУНК), включающих многостенные углеродные нанотрубки (УНТ), магнитные наночастицы Fe3O4 (МНЧ) и наносферы полимеров с молекулярными отпечатками (ПМО) эритромицина и азитромицина, синтезированные методом «ядро-оболочка». В качестве ядер использовали частицы диоксида кремния, на поверхности которых путем свободно-радикальной полимеризации (SiO2@ПМО) или золь-гель методом (SiO2@SiO2) была синтезирована молекулярно импринтированная макролидами оболочка.

Магнитные наночастицы иммобилизовали на поверхности углеродных нанотрубок посредством физической сорбции (соотношение УНТ:МНЧ - 3:1). Для предотвращения агрегации переводили нанокомпозиты в дисперсное состояние с помощью 1%-ного водного раствора Triton X-100. После закрепления импринтированных частиц получали композиты ПМО@SiO2/МУНК (свободно-радикальная полимеризация) и SiO2@SiO2/МУНК (золь-гель синтез).

Частицы SiO2 синтезировали методом Штобера, варьируя соотношение кремнийорганических соединений (тетраэтоксисилан и (3-аминопропил)триэтоксисилан), NH4OH и этанола. Размер ядер и наночастиц ПМО устанавливали методом атомно-силовой микроскопии, а плотность и однородность слоя на поверхности магнитных углеродных нанокомпозитов - методом пьезокварцевого микровзвешивания. При синтезе ПМО-оболочки методом свободно-радикальной полимеризации в качестве функционального и кросс-мономеров применяли метакриловую кислоту и этиленгликольдиметакрилат, положительно зарекомендовавшие себя ранее. Оптимальное соотношение компонентов (темплат : функциональный мономер : кросс-мономер) устанавливали по максимуму на спектрах поглощения в УФ-области, варьируя количество реагентов в полимеризационной смеси, которое составило 4 : 32 : 240 для эритромицина и 4 : 16 : 120 для азитромицина. Золь-гель метод включал формирование ядра диоксида кремния с последующим созданием тонкой оболочки SiO2 с отпечатками антибиотика на основе кремнийорганических соединений, используемых при синтезе ядра

Методом ИК-спектроскопии изучена структура распознающего слоя пьезоэлектрического сенсора на основе молекулярно импринтированных наносфер «ядро-оболочка». Для выявления связей, образующихся между отдельными компонентами, сравнивали ИК-спектры антибиотиков, молекулярно импринтированных и неимпринтированных полимеров. Методом пьезокварцевого микровзвешивания оценена эффективность регенерирующих растворов, обеспечивающих быстрое извлечение темплатов из полимерной матрицы. Показано, что успешное извлечение антибиотиков без разрушения поверхностных отпечатков наблюдается только при применении этанола.

Формирование распознающего слоя осуществлялось под действием внешнего магнитного поля. Установлено, что при определении азитромицина при помощи пьезоэлектрического сенсора с покрытием ПМО@SiO2/МУНК градуировочные графики линейны в диапазоне 5–160 мкг/мл, а эритромицина - 10–160 мкг/мл, а с распознающим слоем на основе SiO2@SiO2/МУНК при определении эритромицина линейны в интервале 20 – 400 мкг/мл.