

УДК 546.06

МАГНИТНЫЙ МЯГКИЙ РОБОТ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ БИОПЛЕНОК
Бабурова П.И. (Университет ИТМО), **Кладько Д.В.** (Университет ИТМО)
Научный руководитель – д.х.н, доцент Виноградов В.В.
(Университет ИТМО)

В данной работе представлена разработка магнитных роботов, состоящих из магнитотвердых наночастиц и эластомера, а также возможность их применения для механического удаления биопленок из уретральных катетеров. Магнитные роботы были приготовлены с помощью 3D-печати и формования. С использованием генератора переменного магнитного поля была проведена оценка эффективности очистки катетеров от искусственных биопленок.

Введение. Уретральные катетеры – это идеальная среда для размножения бактерий и образования биопленок. Заселение катетера бактериями вызывает катетер-ассоциированную уретральную инфекцию, которая возникает через 7 дней после введения катетера. В настоящий момент более миллиона людей в мире носят постоянный уретральный катетер и около трёхсот тысяч из них страдают уретральными инфекциями, вызванными биопленками. Биопленки практически невозможно полностью удалить с помощью антибиотиков из-за их высокой механической прочности и барьера в виде внеклеточного полимерного матрикса. Поэтому в настоящее время единственным способом предотвращения катетер-ассоциированных уретральных инфекций является замена катетера на новый каждые три дня, что довольно болезненно для пациента, а также несет риск повторного заражения.

Основная часть. Наша идея заключается в разработке магнитоуправляемого робота, который механически удаляет биопленки со стенок уретрального катетера. Робот представляет собой композитный материал, состоящий из полимера и магнитотвердых наночастиц. В данной работе были использованы порошки неодимового магнита, синтезированные магнитотвердые наночастицы кобальта и силиконовый эластомер. С помощью 3D принтера были напечатаны полые пластиковые формы двух типов – в виде цилиндров и звезд, и использованы в качестве темплатов для заливки материала будущих роботов. Магнитные частицы и робот были охарактеризованы с использованием методов рентгенофазового анализа, сканирующей электронной микроскопии, расчета модуля упругости материала и анализа намагничивания. Для изучения эффективности очистки роботы были протестированы в генераторе переменного магнитного поля на модельной системе, включающей в себя уретральный катетер и искусственные биопленки из крахмала и глицерина.

Выводы. Было проведено сравнение эффективности очистки катетеров роботами двух форм в переменном магнитном поле. Звездообразные материалы показали гораздо большую скорость вращения и эффективность очистки (42% за 10 секунд), чем роботы цилиндрической формы (21% за 10 секунд). Таким образом, данный материал сможет быстро и эффективно удалять биопленки со стенок уретральных катетеров, и будет являться минимально инвазивным и универсальным решением проблемы катетер-ассоциированных уретральных инфекций.

Работа выполнена при поддержке программы «Приоритет 2030». РНФ номер 21-73-10150.

Бабурова П.И. (автор)

Подпись

Виноградов В.В. (научный руководитель)

Подпись