ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

INTERNATIONAL WORKSHOP

**«Multiscale Biomechanics and Tribology
of Inorganic and Organic Systems»**

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**VIII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ,
ПОСВЯЩЕННАЯ 50-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ
ИНСТИТУТА ХИМИИ НЕФТИ**

«Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа»

DOI: 10.17223/9785946218412/186

**СВОЙСТВА ТОНКИХ ПЛЕНОК НА ОСНОВЕ ПОЛИМОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ
ПОСЛЕ ПАРОВОЙ СТЕРИЛИЗАЦИИ**

Филиппова Е.О., Иванова Н.М.

Томский политехнический университет, Томск

Полимолочная кислота (ПМК) является биоразлагаемым полиэфиром молочной (2-гидроксипропионовой) кислоты, широко используемым в медицине в качестве резобируемого шовного материала, костных пластинок, брюшных сеток, стентов, скэффолдов, а также для систем доставки лекарственных средств. Особый интерес представляет собой применение ПМК в роли кератоимплантата для лечения буллезной кератопатии – хронического заболевания роговицы, патогенез которого связан с уменьшением численности эндотелиальных клеток и, как следствие, утрата ими барьерной функции, что ведет к развитию отека, снижению зрения и появлению у пациента болевого симптома. В связи с тем, что все инструменты и изделия медицинского назначения должны подвергаться стерилизации, существуют опасения разрушения и потери нужных физико-химических свойств материала после стерилизационных процедур.

Таким образом, целью настоящего исследования является изучение топографии поверхности и свойств тонких пленок на основе полимолочной кислоты после паровой стерилизации.

Материалы и методы исследования

Исходные образцы пленок были получены в результате растворения ПМК с молекулярным весом, $M_w=121000$ г/моль (PURASORB® PL 10, Нидерланды) в трихлорметане (CHCl_3) (Экрос, Россия). Через 48 часов, после испарения растворителя, сформированные полимерные пленки удалялись из чашки Петри.

Стерилизация производилась с помощью парового автоматического стерилизатора ГПа-10 ПЗ (Россия) в двух режимах: $130^\circ\text{C} - 132^\circ\text{C}$ при давлении 0,2 МПа – 5 минут; $120^\circ\text{C} - 121^\circ\text{C}$ при давлении 0,11 МПа – 20 минут.

Электронная микроскопия поверхности образцов ПМК выполнялась на микроскопе Hitachi S3400N Type II (Япония). Данные о строении поверхности пленок и ее шероховатости были получены с помощью лазерного сканирующего микроскопа «Olympus Lext Ols 4100» (США). Профиль шероховатости поверхности строился с точностью до 1 нм в программе Gwyddion 2.47. Расчет параметров шероховатости, описывающих топографию поверхности, проводился согласно ГОСТ 2789–73 и ISO 4287:1997. Измерения ИК-спектров исходных пленок на основе ПМК и пленок после стерилизации производились с помощью ИК-Фурье спектрометра Nicolet 5700 (США). Краевой угол смачивания измерялся методом сидячей капли при комнатной температуре ($25 \pm 2^\circ\text{C}$), с помощью прибора «KRÜSS Easy Drop DSA 20» (Германия). В исследовании использовались три жидкости: деионизованная вода, глицерин, и N-гексан.

Результаты и обсуждение

Исследование структуры и морфологии пленок из ПМК показало, что шероховатость и топография полученного материала зависит от стороны поверхности: внешняя, контактирующая с атмосферой, сторона имела более рельефную поверхность в отличие от более гладкой, контактирующей с чашкой Петри, внутренней.

Исследование шероховатости поверхности показало среднюю шероховатость (R_a) внешней стороны пленки 0,17 мкм, внутренней – 0,01 мкм, среднеквадратичную шероховатость (R_q) внешней стороны 0,4 мкм, внутренней – 0,014 мкм, максимальную высоту шероховатости (R_z) внешней стороны 4 мкм, внутренней – 0,18 мкм.

Анализ данных исследований смачиваемости поверхности показал, что внутренняя сторона образцов пленки обладает краевым углом смачивания воды $80,5^\circ \pm 1,2$, внешняя – $78,5^\circ \pm 1,3$, т.е. свойства материала приближены к гидрофобным. Поверхностная энергия γ

Секция 4. Научные основы разработки материалов с многоуровневой иерархической структурой, в том числе для экстремальных условий эксплуатации

пленок варьируется в пределах $(26 \div 27)$ мДж/м², причем вклад дисперсионной составляющей значительней поляризационной.

Стерилизация увеличивает среднюю шероховатость R_a внутренней стороны поверхности пленок на основе ПМК в 5 раз по сравнению с исходными пленками, при этом различия параметра R_a между сторонами статистически значимы ($p < 0,01$), как и в случае с исходными пленками. Среднеквадратичная шероховатость поверхности пленок (R_q), максимальная высота шероховатости (R_t), средняя максимальная высота профиля (R_z) возрастают после стерилизации более чем в 7 раз.

Исследование смачивания показало, что паровая стерилизация увеличивает гидрофильность пленки, снижая краевой угол смачивания внутренней стороны на $14^\circ - 15^\circ$ (на $(17 - 18)\%$), а также увеличивает значения поверхностной энергии преимущественно за счет полярной составляющей до $(18,1 \pm 0,4)$ [мДж/м²]. Статистический анализ показал, что значимых различий краевого угла смачивания, а также поверхностной энергии между образцами стерилизованных при двух температурных режимах не выявлено, $p > 0,05$.

Анализ ИК – спектров показал, что паровая стерилизация пленок на основе ПМК не приводит к заметному изменению их ИК поглощения, тем не менее, способствует уширению характерных полос 2996 см^{-1} и 2944 см^{-1} , обусловленных симметричными и асимметричными колебаниями νCH_3 , а также валентными колебаниями карбонильной группы $\text{C} = \text{O}$ в области 1768 см^{-1} .

В результате проведенных исследований выявлено, что вылитые пленки на основе ПМК имеют топографически разные стороны поверхности: более рельефную – внешнюю и гладкую внутреннюю, что отражается в параметрах шероховатости. Стерилизация горячим паром под давлением значительно (в 5 раз) увеличивает шероховатость пленок на основе ПМК. Пленки на основе ПМК обладают свойствами, близкими к гидрофобным, независимо от стороны поверхности. Паровая стерилизация увеличивает гидрофильность материала, снижая краевой угол смачивания на $14^\circ - 15^\circ$ (на $17 - 18\%$), а также увеличивает значения поверхностной энергии в большей мере за счет полярной составляющей.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-415-703005.