

**ИЗМЕНЕНИЯ КОНТАКТНОГО УГЛА СМАЧИВАЕМОСТИ ПЭТФ ТРЕКОВЫХ МЕМБРАН
ПОСЛЕ АВТОКЛАВИРОВАНИЯ**

Е.О. Филиппова

Научный руководитель – профессор, д.ф.-м.н. В.Ф. Пичугин
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: katerinabosix@mail.ru

**THE CHANGE OF WETTABILITY AND CONTACT ANGLES OF PET TRACK MEMBRANES
AFTER AUTOCLAVING**

E.O. Filippova

Scientific Supervisor: Prof., Dr. V.F. Pichugin
Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: katerinabosix@mail.ru

***Annotation.** Wettability has been recognized as one of the most important properties of membranes for both fundamental and practical applications. Water adsorptions were used to evaluate the wetting behavior of the polyethyleneterephthalate (PET) track membranes. The experimental results revealed that the wettability and contact angle of the PET track membranes were significantly affected by autoclaving. The steam sterilization method increases the hydrophobicity of the membrane surface. The interaction sterilized membrane with air increases surface wetting ability by means of the formation of hydroxyl groups.*

Ядерные трековые мембраны (ТМ) являются весьма перспективными для применения в офтальмологии при решении задач лечения эпителиально-эндотелиальной дистрофии роговицы [3]. При этом свойство материала мембраны к жидкости, характеризующееся смачиваемостью, является критическим требованием, предъявляемым ей.

Соблюдение правил асептики позволяет прогнозировать успех многих хирургических манипуляций. Однако, стерилизация искусственных имплантатов может приводить к существенным изменениям физико-химических свойств имплантированного материала, что является иной раз недопустимым. Воздействия стерилизации может привести к изменениям адгезионных свойств материала, которые негативно влияют на газодинамические свойства изделия, снижая проницаемость для субстрата и продуктов обмена, ухудшая прикрепляемость и рост клеток [1].

В настоящей работе приводятся результаты исследования воздействия стерилизации в автоклаве, на величину контактного угла смачиваемости материала ядерных трековых мембран, изготовленных из полиэтилентерефталата (ПЭТФ).

Цель исследования – изучить изменение свойств гидрофильности поверхности пленок и трековых мембран из ПЭТФ при стерилизации методом автоклавирования, а также рассмотреть изменения краевого угла смачивания воды.

Материалы и методы исследования. Трековые мембраны были получены по методике облучения полимеров высокоэнергетическими тяжелыми ионами, которые индуцируют узкие латентные треки на всю

толщину полимерного материала. Латентные треки представляют дефектную разупорядоченную зону диаметром 5–12 нм.

Ориентированные полимерные пленки из полиэтилентерефталата облучали пучком ионов Ag с максимальной энергией 41 МэВ в специально созданной вакуумной камере с лентопротяжным механизмом. Селективное щелочное травление материала в области трека позволяет получить в исходной пленке пористую систему со сквозными цилиндрическими отверстиями с типичной симметричной структурой. Перед травлением пленку подвергали облучению ультрафиолетовым светом для дополнительной сенсбилизации. Травление осуществляли в водном растворе NaOH с 1.5 N концентрацией при температуре в диапазоне 72–82°C.

Плотность и размеры пор трековых мембран определяли при помощи электронного микроскопа Hitachi TM – 1000 и составляли при диаметре пор 0,4 мкм плотность $5 \cdot 10^6$ пор/см².

Измерение краевого угла смачивания проводилось методом сидячей капли с помощью прибора DSA20 (EasyDrop) [2]. Измерения проводились на мембранах сразу после травления в NaOH, после стерилизации в автоклаве при температурах 120°C и 130°C при давлении пара 0,11 МПа и 0,2 МПа соответственно, а также через трое суток нахождения стерилизованных мембран на воздухе. Для измерений использовали дистиллированную деионизованную воду. Объем сидячей капли составлял 3 мкл. Точность измерений составляла $\pm 1^\circ$.

Измерения ИК-спектров мембран до и после стерилизации производили с помощью ИК-Фурье спектрометра Nicolet 5700. В качестве элемента однократного наружного полного внутреннего отражения использовали алмазный кристалл.

Результаты и обсуждения. Типичное электронно-микроскопическое изображение поверхности мембраны представлено на рисунке 1 [3].

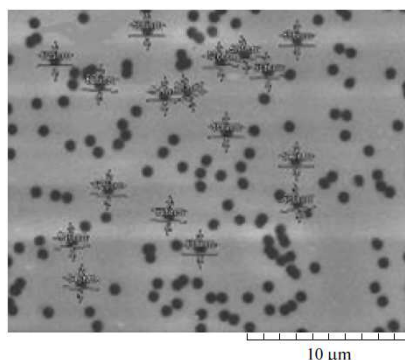


Рис. 1. Микрофотография фрагмента трековой мембраны

Необходимым условием эффективного функционирования мембраны является ее стерильность и высокая степень гидрофильности. Результаты измерения краевого угла смачиваемости трековых мембран после облучения показали ограниченное смачивание образцов. Типичная форма сидячей капли представлена на рисунке 2, а средние значения углов исходных образцов, а также образцов после автоклавирования и последующего хранения на воздухе в течении 3-х суток представлены в таблице 1.

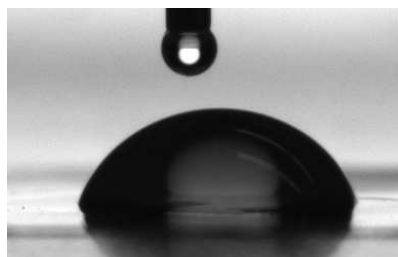


Рис. 2. Типичная форма сидячей капли. Краевой угол смачивания θ равный $71,2 \pm 0,23$ образца ТМ с размерами пор $0,4$ мкм

Таблица 1

Средние значения краевых углов, исследуемых образцов

Образец	Исходный образец	Стерилизация при 120°C	Стерилизация при 130°C	120°C после 3-х дней хранения на воздухе	130°C после 3-х дней хранения на воздухе
Контактный угол Размер пор- $0,4$ мкм 5×10^6 пор/см ³	$76,9 \pm 0,5$	$97,67 \pm 0,5$	$102,68 \pm 0,5$	$48,2 \pm 0,5$	$44,6 \pm 0,5$
Контактный угол Размер пор- $0,8$ мкм 5×10^6 пор/см ³	$67,9 \pm 0,5$	$99,5 \pm 0,5$	$102,6 \pm 0,5$	$50,9 \pm 0,5$	$49,5 \pm 0,5$

В ходе стерилизации значение краевого угла смачивания увеличилось в среднем на $20-22^{\circ}$ при температуре автоклавирования 120°C и на $22-27^{\circ}$ при температуре автоклавирования 130°C . Поверхность мембраны приобрела гидрофобные свойства (Табл. 1).

После трех дней хранения на воздухе стерилизованных мембран, значения краевого угла смачиваемости изменились и показали ограниченное смачивание. Контактный угол уменьшился на $50-48^{\circ}$ при температуре автоклавирования 120°C и на $57-59^{\circ}$ при температуре автоклавирования 130°C (Табл. 1).

Хранение на воздухе стерилизованных образцов способствует присоединению гидроксильных групп ($-\text{OH}$) к образованным после автоклавирования радикалам. Появление на поверхности полимера гидроксильных групп ($-\text{OH}$) в силу их высокой химической реакционной способности приводит к улучшению смачиваемости поверхности мембраны.

Таким образом, паровой способ стерилизации в автоклаве трековых мембран способствует увеличению гидрофобности поверхности пленок. Взаимодействие стерилизованных мембран с воздухом увеличивает гидрофилизацию поверхности в силу образования гидроксильных групп.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волова Т.Г. Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии / Т.Г. Волова, Красноярск: ИПК СФУ, 2009 – 156.
2. Сумм Б.Д. Физико-химические основы смачивания и растекания / Б.Д. Сумм, Ю.В. Горюмов, М: Химия, 1978 – с. 13.
3. Филиппова (Босых) Е.О., Сохорева В.В., Пичугин В.Ф. Исследование возможности применения ядерных трековых мембран для офтальмологии //Мембраны и мембранные технологии. – 2014. – Т.4, №4. – С. 1-5