

**ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕРИЛИЗАЦИИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ АТМОСФЕРНОЙ  
ПЛАЗМОЙ ТРЕКОВЫХ МЕМБРАН ИЗ ПЭТФ**

<sup>1</sup>Е.О. Филиппова, <sup>2</sup>Н.С. Каланда, <sup>1</sup>А.Н. Алейник

Научный руководитель – профессор, д.ф-м.н. В.Ф. Пичугин

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

<sup>2</sup>Сибирский государственный медицинский университет,

Россия, г. Томск, Московский тракт, 2, 634050

E-mail: [katerinabosix@mail.ru](mailto:katerinabosix@mail.ru)

**LOW TEMPERATURE ATMOSPHERIC PLASMA STERILIZATION OF PET TRACK  
MEMBRANES STUDY**

<sup>1</sup>E.O. Filippova, <sup>2</sup>N.S. Calanda, <sup>1</sup>A.N. Aleinik

Scientific Supervisor: Prof., Dr. V.F. Pichugin

<sup>1</sup>Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

<sup>2</sup>Siberian State Medical University, Russia, Tomsk, Moscowski Trakt, 2, 634050

E-mail: [katerinabosix@mail.ru](mailto:katerinabosix@mail.ru)

***Abstract.** The research work illustrated the results of track membrane sterilization by low-temperature atmospheric plasma. The results showed the sterilization effect of plasma processing the samples at 30 and 60 seconds.*

Трековые мембраны (ТМ) из полиэтилентерефталата (ПЭТФ) благодаря пористой структуре и биологической совместимости обладают хорошим потенциалом для применения в офтальмологии при лечении эпителиально-эндотелиальной дистрофии роговицы глаза [1]. Перед хирургической операцией имплантаты обязательно подвергаются процедуре стерилизации, наиболее приемлемыми способами в отечественной практике здравоохранения являются паровой метод и метод воздействия ионизирующим облучением. В результате воздействия высокой температуры и давления (паровой метод) или высокоэнергетического облучения (метод воздействия ионизирующим облучением) возможно изменение физико-механических и химических свойств полимерных имплантатов, что может сказаться на их функциональности, токсичности и безопасности. В последнее время все больше уделяется внимание разработке новых методов щадящей стерилизации [3, 4], в частности – антимикробному эффекту низкотемпературной плазмы, что было продемонстрировано в экспериментальной работе [2] по изучению взаимодействия неравновесной плазмы с микроорганизмами. Однако, исследования допустимости метода стерилизации низкотемпературной атмосферной плазмой полимерных материалов, в частности - трековых мембран из ПЭТФ, еще не проводились, что и определило цель настоящей работы.

**Цель исследования** – изучить возможность стерилизации трековых мембран из ПЭТФ низкотемпературной атмосферной плазмой.

Трековые мембраны из ПЭТФ были получены путем облучения полимерной пленки пучком ионов  $^{40}\text{Ar}^{+8}$  с максимальной энергией 41 МэВ. Щелочное травление осуществлялось в водном растворе NaOH с 1.5 N концентрацией при температуре  $77\pm 5^\circ\text{C}$ , в результате чего были получены мембраны с диаметром пор 0,55 мкм плотностью  $5\cdot 10^6$  пор/см<sup>2</sup>.

Испытания по стерилизации проводили в соответствии МУ 287-113, ГОСТ ИСО 11737-2-2011, ГОСТ ИСО 11737-1-2012, ГОСТ Р ИСО 14937-2012, ГОСТ Р ИСО 14630-2011 [6 - 11]. В качестве стерилизующего агента использовалась экспериментальная установка атмосферной низкотемпературной плазмы (Томский политехнический университет) со следующими характеристиками. Барьерный разряд осуществлялся с помощью специально разработанного источника холодной плазмы. Напряжение было равно 25 кВ, частота - 5 кГц. Плотность мощности составляла величину 2 Вт/см<sup>2</sup>. Температура поверхности не превышала 40°C. Испытание проводили в асептических условиях (в ламинарной установке «ESCO» АС-2 – 4Е1).

На каждый образец воздействовали плазмой по 30 и 60 секунд, после чего определяли стерильность мембран, используя метод прямого посева (погружения) ТМ целиком в питательные среды (тиогликолевую среду и бульон Сабуро) [6], которые заранее были приготовлены в соответствии с инструкцией изготовителя и разлиты по 100 мл в стерильные флаконы [8]. После погружения мембран среду слегка перемешивали, посева инкубировали в течение 14 дней при температуре (30 – 35)°C на тиогликолевой среде и при температуре (20 – 25)°C на бульоне Сабуро. Оценку результатов производили визуальным просмотром ежедневно: помутнение среды являлось признаком наличия роста микроорганизмов. Контрольные образцы воздействию низкотемпературной атмосферной плазмой не подвергались.

В результате наблюдения было выявлено помутнение сред контрольной группы образцов на первые сутки инкубации. Среды образцов основной группы оставались интактными на протяжении всего времени инкубации, оставаясь тем самым прозрачными (рис. 1).

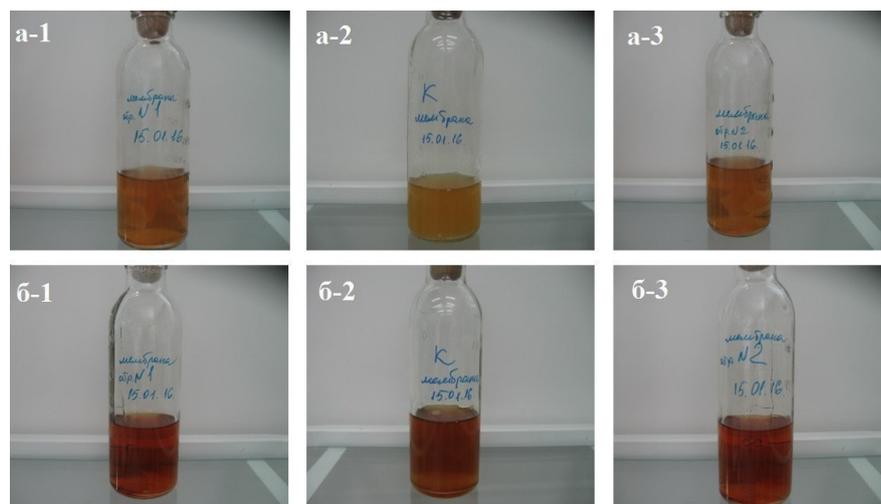


Рис.1. Посев на питательных средах при испытании трековых мембран на стерильность методом прямого посева: № 1 – время плазменного воздействия 30 секунд, № 2 – контроль, № 3 – время плазменного воздействия 60 секунд; а) для выявления аэробных и анаэробных бактерий, тиогликолевая среда; б) для выявления грибов, бульон Сабуро

Стерилизующий эффект плазмы, как показано в [5], достигается путем воздействия образующихся в ходе химических реакций заряженных и активных частиц плазмы на внешнюю оболочку микроорганизмов. В результате плазмохимических реакций, образованные активные частицы, такие как озон  $O_3$ ; атомарный и синглетный кислород  $O$ ; гидроксильные радикалы  $OH$ ; окислы азота  $NO$ ,  $NO_2$  и в ряде случаев отрицательный ион кислорода  $O_2^-$  [3], воздействуют на клеточную стенку микроорганизмов, индуцируя в ней необратимые изменения и вызывая тем самым гибель клеток. Механизм взаимодействия частиц плазмы с бактериальными клетками подробно рассматривался в экспериментальных работах [2, 4, 5].

Результаты проведенного эксперимента показали, что низкотемпературная атмосферная плазма обладает стерилизующей способностью в режимах обработки образцов по 30 и 60 секунд и может применяться для стерилизации трековых мембран из полиэтилентерефталата, которые требуют щадящего стерилизационного режима.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Filippova E. O. , Sokhoreva V. V. , Pichugin V. F. Potential use of nuclear track membranes in ophthalmology // Petroleum Chemistry. – 2014 – Vol. 54 – №. 8. – p. 669–672.
2. Алейник А.Н., Байков А.Н., Дамбаев Г.Ц. и др. Особенности взаимодействия неравновесной плазмы с живыми тканями // Вестник науки Сибири. – 2012. – № 3. – С. 44 – 48 .
3. Елистратов А.А. Генерация импульсных объемных разрядов в воздушной среде атмосферного давления для целей стерилизации и обеззараживания: Автореф. дис. канд. тех. наук. – Москва – 2012., с.
4. Остроухова А.А. Обоснование и оценка эффективности применения плазменной стерилизации в стоматологической клинике: Автореф. дис. канд. мед. наук. А.Н., Москва – 2005., с. 7.
5. Aleinik A.N., Baykov A.N. Application of Cold Atmospheric Pressure Plasmas for Biological Tissue Treatment // Advanced materials research. – vol. 1084. – 2015. – pp 602–605.
6. МУ 287–113 «По дезинфекции, предстерилизационной очистке и стерилизации изделий медицинского назначения».
7. ГОСТ ИСО 11737–2–2011. Стерилизация медицинских изделий. Микробиологические методы. Ч.2. Испытания на стерильность, проводимые при валидации процессов стерилизации.
8. Государственная фармакопея Российской Федерации, XII выпуск, часть 1, Москва. – 2007.
9. ГОСТ ИСО 11737–1–2012. Стерилизация медицинских изделий. Микробиологические методы. Ч.1. Оценка популяции микроорганизмов на продукции.
10. ГОСТ Р ИСО 14937–2012. Стерилизация медицинской продукции. Общие требования к определению характеристик стерилизующего агента и к разработке, валидации и текущему контролю процесса стерилизации медицинских изделий.
11. ГОСТ Р ИСО 14630–2011. Национальный Государственный Стандарт. Имплантаты хирургические неактивные. Общие требования.