

Comentarios sobre la tesis doctoral de aspirante Denis Alexandrovich Trofimov, con el título  
“Membranas de pistas grabadas modificadas y reforzadas:  
desarrollo y aplicación en el análisis de aguas”.

El trabajo de tesis doctoral desarrollado por el aspirante tiene una gran actualidad e importancia práctica. Las tecnologías de membranas posee un mercado en expansión valorado en más de 20 mil millones de dolares en la actualidad. Se pronostica que las membranas de pistas grabadas en cinco años dupliquen su mercado, alcanzando un valor de entre 800 millones y mil millones de dolares en el 2023. Las principales fuerza motrices de ese incremento se vinculan con la industria farmacéutica y biotecnológica, las nanotecnologías, las ciencias ambientales.

En la Federación de Rusia existe una larga tradición en la investigación-desarrollo de las membranas de pistas grabadas, que la sitúan como uno de los países líderes a nivel mundial. Los científicos soviéticos y rusos fueron los primeros en emplear los aceleradores de partículas como fuente de iones pesados para la irradiación, emplearon novedosos métodos de irradiación para obtener membranas con nuevas propiedades estructurales y funcionales; también realizaron un aporte fundamental en el desarrollo de la tecnología de fabricación de membranas de pistas grabadas a partir del tereftalato de polietileno.

En la actualidad, muchas de las investigaciones con las membranas de pistas grabadas tienen el objetivo de mejorar sus propiedades estructurales y funcionales, para satisfacer las demandas cada vez más exigentes del mercado. Si bien las membranas de pistas grabadas tienen una excelente selectividad, debido a la gran homogeneidad en la geometría de sus poros, una de sus limitaciones fundamentales se vincula a su baja productividad. Las membranas tradicionales poseen una porosidad inferior al 25%, ya que a valores superiores la resistencia mecánica decae significativamente.

El trabajo del aspirante precisamente propone varias alternativas exitosas para obtener membranas de pistas grabadas con una productividad mejorada, contribuyendo así a limitar el principal aspecto negativo de estas membranas. Los métodos propuestos por el aspirante incluyen la mejora de la hidrofiliidad de la membrana, la modificación de la geometría de los poros para obtener membranas con poros asimétricos, y el reforzamiento de las membranas con porosidades elevadas. Si bien todos estos métodos hacen más complejo y costoso el proceso de obtención de las membranas, las mejoras estructurales y funcionales son significativas.

El empleo exitoso de las membranas de pistas grabadas reforzadas en la especiación de metales presentes en muestras de agua, evidencia la utilidad práctica de los métodos propuestos para mejorar la productividad de las membranas de pistas grabadas. El uso de las membranas reforzadas de mayor porosidad es especialmente importante para diámetros de poros por debajo de 0,1  $\mu\text{m}$ , y permiten la especiación de las muestras en un rango amplio de dimensiones. La

calidad analítica de los resultados del análisis de metales en diferentes muestras de agua es similar, tanto para las membranas de pistas grabadas reforzadas y las membranas de polisulfona de la firma Millipore.

Las membranas desarrolladas en el trabajo del aspirante tienen un gran potencial para ser empleadas en la especiación de muestras biológicas y nanopartículas, que deben ser validadas en investigaciones futuras. En resumen, el trabajo de tesis del aspirante Denis Alexandrovich Trofimov es fruto de una investigación profunda de varios años, y posee un elevado rigor científico, novedad, y utilidad práctica.

I, Adelmo Montalván Estrada, I agree to the inclusion of my personal data in documents related to the work of the dissertation committee and their further processing.

Elaborado por: AMS

Ing., Dr. Adelmo Montalván Estrada

e-mail: [montalvancu46@gmail.com](mailto:montalvancu46@gmail.com)

Organización: Investigador de la Agencia de Energía Nuclear y Tecnologías de Avanzada de Cuba.

Dirección: Calle 20 No. 4109 entre 41 y 47, Miramar, Playa, La Habana

Подлинность  
Нал. Ордера



подтверждаю  
свое согласие

Аделмо Монтальван Эстрада О.К.



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Трофимова Дениса Александровича** «Модифицированные и армированные трековые мембраны: разработка и применение при анализе вод», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.02 – аналитическая химия

Представленная диссертационная работа имеет большое практическое значение и значимость. Мембранные технологии имеют перспективный, расширяющийся рынок, оцениваемый сегодня в более чем 20 миллиардов долларов. Прогнозируется, что ТМ, в течение пяти лет, удвоят свой рынок, достигнув значений от 800 миллионов до одного миллиарда долларов в 2023 году. Основой этого являются фармацевтическая и биотехнологическая промышленность, нанотехнологии, науки об окружающей среде. В Российской Федерации существует давняя традиция в области исследований и разработок трековых мембран, что делает ее одной из ведущих стран мира. Советские и российские ученые были первыми, кто использовал ускорители частиц в качестве источника тяжелых ионов для облучения, используя новые методы облучения для получения мембран с новыми структурными и функциональными свойствами; Они также внесли фундаментальный вклад в развитие технологии изготовления мембран, из полиэтилентерефталата.

В настоящее время многие исследования ТМ направлены на улучшение их структурных и функциональных свойств, чтобы удовлетворить все более растущие требования рынка. Хотя данные мембраны обладают превосходной селективностью, из-за большой однородности геометрии их пор, одно из их фундаментальных ограничений связано с их низкой производительностью. Стандартные ТМ имеют пористость менее 25%, поскольку при более высоких значениях механическая прочность значительно снижается.

Работа претендента предлагает несколько интересных вариантов для получения мембран с улучшенной производительностью, таким образом, помогая снизить основной негативный аспект. Способы, предложенные автором, включают в себя улучшение гидрофильности мембраны, изменение геометрии пор для получения мембран с асимметричными порами и усиление высокопористых мембран. Хотя все эти методы делают процесс получения мембран более сложным и дорогостоящим, структурные и функциональные улучшения являются значительными.

Успешное использование армированных трековых мембран при анализе металлов, присутствующих в пробах воды, демонстрирует практическую полезность методов, предложенных для повышения производительности трековых мембран. Использование армированных мембран с большей пористостью особенно важно для диаметров пор менее 0,1 мкм и позволяет проводить анализ образцов в широком диапазоне размеров. Характеристики результатов анализа металлов в различных пробах воды одинаково как для мембран из усиленных травленных треков, так и для полисульфоновых мембран компании Millipore.

Мембраны, полученные автором в работе, имеют большой потенциал для использования для биологических образцов и наночастиц, что может быть подтверждено в будущих исследованиях. Таким образом, кандидатская работа соискателя Дениса

Александровича Трофимова является результатом глубокого многолетнего исследования и обладает высокой научной значимостью, новизной и практической полезностью.

*Dr. Adelmo Montalván Estrada*

Organización: Investigador de la Agencia de Energía Nuclear y Tecnologías de Avanzada de Cuba.

Dirección: Calle 20 No. 4109 entre 41 y 47, Miramar, Playa, La Habana

e-mail: [montalvancu46@gmail.com](mailto:montalvancu46@gmail.com)

*Я, Dr. Adelmo Montalván Estrada, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.*

00.02.2019



*Сурженность  
Нар. Ойгесе*



*перівертено.  
сәтуднассыба  
Алишанов О.К.*