

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ

**Студенттер мен жас ғалымдардың
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»
XIX Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XIX Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»**

**PROCEEDINGS
of the XIX International Scientific Conference
for students and young scholars
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»**

**2024
Астана**

УДК 001

ББК 72

G99

«ǴYLYM JÁNE BILIM – 2024» студенттер мен жас ғалымдардың XIX Халықаралық ғылыми конференциясы = XIX Международная научная конференция студентов и молодых ученых «ǴYLYM JÁNE BILIM – 2024» = The XIX International Scientific Conference for students and young scholars «ǴYLYM JÁNE BILIM – 2024». – Астана: – 7478 б. - қазақша, орысша, ағылшынша.

ISBN 978-601-7697-07-5

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 001

ББК 72

G99

ISBN 978-601-7697-07-5

**©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2024**

7. Akbari MZ, Xu Y, Lu Z, Peng L (2021) Review of antibiotics treatment by advance oxidation processes. Environ Adv 5:100111. <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2021.100111>
8. Lofrano G, Pedrazzani R, Libralato G, Carotenuto M (2017) Advanced Oxidation Processes for Antibiotics Removal: A Review. Curr Org Chem 21:1054–1067. <https://doi.org/10.2174/1385272821666170103162813>
9. Mashentseva AA (2019) Effect of the Oxidative Modification and Activation of Templates Based on Poly(ethylene terephthalate) Track-Etched Membranes on the Electroless Deposition of Copper and the Catalytic Properties of Composite Membranes. Pet Chem 59:1337–1344. <https://doi.org/10.1134/S0965544119120089>
- 10 Honma H. Electroless Copper Deposition Process Using Glyoxylic Acid as a Reducing Agent // J. Electrochem. Soc. - 1994. - Vol. 141. -, № 3. - P. 730.

УДК 541.64:544.725

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРИВИВОЧНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ПОЛИВИНИЛАМИНА НА ПОВЕРХНОСТИ ПЭТФ ТМ

Алимханова А.Н., Ракишева С.Р.

aselalimhanova645@gmail.com

Физико-технический факультет

ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Қазақстан

Научный руководитель – Машенцева А.А

В последние годы научное сообщество проявляет интерес к модифицированным трековым мембранам (ТМ) из-за их универсальности и высоких эксплуатационных характеристик [1]. Модификация мембран на основе полиэтилентерефталата (ПЭТФ), позволяет регулировать массоперенос и свойства границы раздела фаз, что делает их эффективными в удалении загрязнений из воды [2]. С точки зрения физико-химических процессов, облучение ТМ высокоэнергетическими частицами позволяет расщепить полимерные цепи, что в свою очередь приводит к образованию наноканалов поперечного сечения после их травления. Более того возможность модификации этих наноканалов путем прививки другими полимерами позволяет увеличивать химические свойства [3]. Однако, при использовании свободнорадикальной полимеризации, точный контроль над молекулярными массами и структурами привитых полимеров ограничен, что приводит к гетерогенности продукта [4]. Для улучшения этой ситуации рекомендуется применять методы радикальной полимеризации с обратимой дезактивацией (RAFT). Для управления процесса RAFT полимеризации необходимо использовать RAFT агент для переноса цепи, который позволяет точно контролировать молекулярную массу и структуру полимеров [5]. RAFT-агенты позволяют точно контролировать молекулярную массу и структуру полимеров, что обеспечивает получение четко определенных привитых сополимеров [5,6].

Предложен новый метод изменения поверхности и внутренних структур наноканалов трековой мембраны из полиэтилентерефталата (ПЭТФ). Он включает прививку поливинилформамида (PNVF) через опосредованную RAFT-полимеризацию и последующий гидролиз для получения аминогрупп на поверхности. Поливиниламин, катионный полиэлектролит с множеством первичных аминов, обеспечивает высокую реакционную способность и функциональность. Однако из-за нестабильности мономера – виниламина, поливиниламин обычно получают через гидролиз PNVF. Таким образом, поверхность ПЭТФ ТМ будет насыщена аминогруппами [7].

Для получения трековых мембран использовали ПЭТФ-пленку Hostaphan® RNK (“Mitsubishi Polyester Film”, Германия). Пленку облучали ионами $^{84}\text{Kr}^{15+}$ с определенной энергией и интенсивностью с использованием циклотрона (Циклотрон DC-60, Институт

ядерной физики Казахстана). После облучения пленку травили в 2.2 М NaOH для получения ПЭТФ-образцов с плотностью пор 1×10^8 пор на см^2 .

Размер пор ПЭТФ ТМ и их модифицированных аналогов были определены методом порометрии с использованием уравнения Хагена–Пуазейля (1) [8]:

$$Q = \frac{4\pi r^3}{3l} \sqrt{\frac{2\pi}{RTM}} \Delta p, \quad (1)$$

где Q – молярная скорость потока воздуха через поры, M – молекулярная масса, l – толщина мембраны, Δp – применяемое давление.

Во время травления ПЭТФ ТМ была выявлена зависимость получения необходимого размера пор ($330\text{-}350 \pm 10,00$ нм). Нами было выявлено, что время травления от 2 до 2,5 минут являлось недостаточным для целевого результата. В то время как при травлении образцов в течении 3 минут средний диаметр пор был 340 ± 10 нм. При увеличении времени травления образцы становились хрупкими и средний диаметр пор увеличивался до $380 \pm 12,33$ нм.

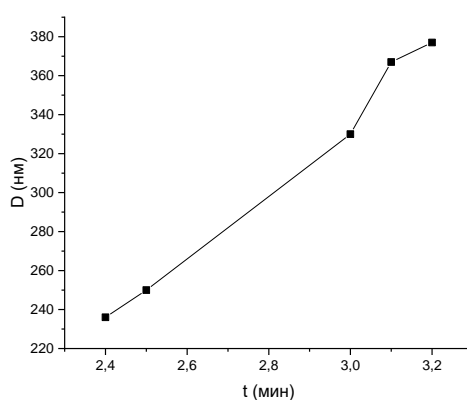


Рисунок 1 – Зависимость размера пор от времени травления

Согласно полученным данным, оптимальным временем было 3 минуты так как последующая стадия окисления влияла на увеличение диаметра пор приблизительно на 10-15 нм. После процесса окисления нами было определена концентрация COOH- групп, которая составила 2,88 мкМ/г. Далее мы приступили к стадии иммобилизации бензофенона (BP) на поверхность уже окисленных ПЭТФ ТМ. Прививка мономеров на ПЭТФ-субстрат иммобилизованный BP, был осуществлен путем инициирования УФ-излучением [9].

При определении оптимальных условий варьировались концентрация мономера PNVF (10-50%), время реакции (1-6 часов) и выбор растворителя (вода, ацетон, спирты EtOH-BuOH). На рисунке 2а показаны результаты прививки PNVF на ПЭТФ ТМ при различных концентрациях мономера и растворителей при расстоянии от лампы до образца 10 см в течение 4 часов. Наихудшие результаты наблюдались при использовании воды и ацетона, где степень прививки составляла $6 \pm 0,80\%$ и $8 \pm 2,10\%$ при концентрации мономера PNVF 50%. При использовании этанола (EtOH) и пропанола (PrOH) степень прививки составила $10 \pm 1,30\%$ и $9,4 \pm 0,90\%$ при той же концентрации мономера и времени реакции. Однако, при данных условиях при проведении реакции в растворителе BuOH, пленка деформировалась.

Исходя из полученных результатов, мы повторили реакцию с той же серией растворителей во временных интервалах 2-6 часов при концентрации мономера 10%. Таким образом, мы определили, что, используя меньшее количество мономера 10% можно получить высокую степень прививки в течении 4 ч в бутаноле (BuOH) – $15 \pm 3,20\%$.

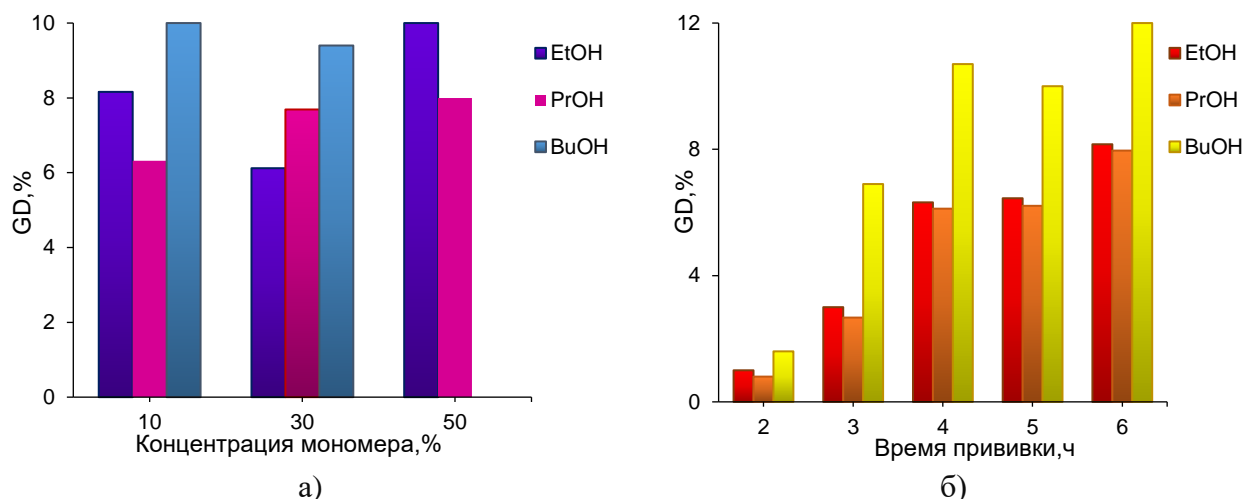


Рисунок 2 –Значения степени прививки при разных концентрациях PNVF в течении 4 часов(а), изменение степени прививки от времени (б).

Далее, мы приступили к изучению гидрофильных свойств полученных образцов (таблица 1, рисунок 3). Данный анализ позволяет определить потенциал применения полученного образца в качестве сорбента.

Согласно полученным данным, КУС окисленной пленки составил $40,44 \pm 3,13$, в то время как для пленки с осажденным мономером PNVF на поверхности ПЭТФ ТМ значения краевых углов смачивания уменьшались. При сравнении рисунков 3в и 3а, можно заметить заметное уменьшение величины краевого угла смачивания. Данная зависимость показывает, что с увеличением степени прививки на поверхности ПЭТФ ТМ, гидрофильность образцов увеличивается прямо пропорционально.

Таблица 1 – Данные по определению краевого угла смачивания (КУС) исследуемых типов ПЭТФ ТМ

Тип образца	Краевой угол смачивания
Окисленная пленка	$40,44 \pm 3,13$
Иммобилизированная ВР пленка	$34,17 \pm 2,34$
EtOH	$31,83 \pm 1,22$
PrOH	$30,33 \pm 1,30$
BuOH	$24,81 \pm 2,10$

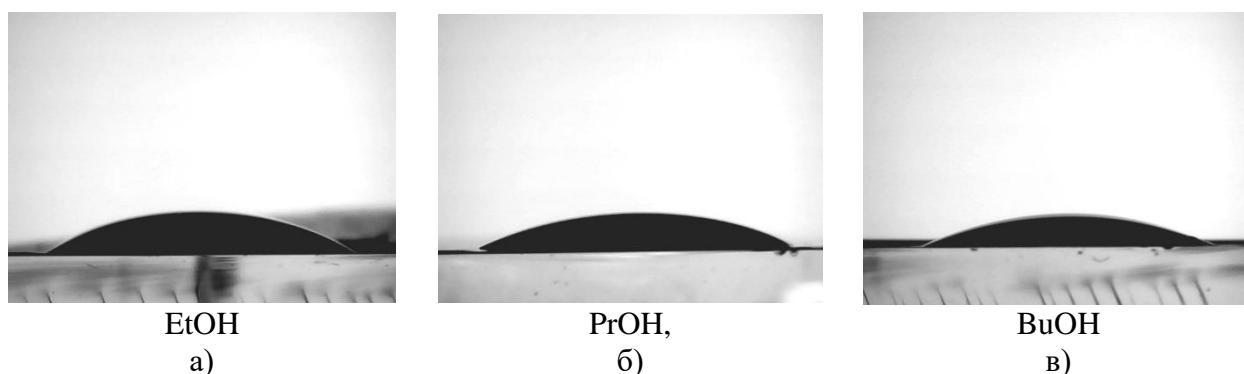


Рисунок 3 – Значения КУС исследуемых образцов при проведении прививочной полимеризации в различных растворителях (концентрация мономера PNVF – 50%, время реакции – 4 ч)

Исследовав оптимальные условия, мы приступили к анализу гидролиза PNVF осажденного на ПЭТФ ТМ. При измерении концентрации на УФ-спектрофотометре с

помощью калибровочного графика было количественно определено содержание аминогрупп. Результаты, представленные в Таблице 2, показывают, что оптимальным временем для гидролиза является 10 минут.

Таблица 2 – Анализ данных по гидролизу PNVF

Время, мин	Концентрация NaOH, н	Концентрация аминогрупп, мкМ/г
5	0,1	4,51
10		10,23
15		10,85
20		7,33

В данном исследовании были определены оптимальные условия фотоиндуцированной прививной полимеризации функционального мономера N-винилформамида (PNVF) на поверхности ПЭТФ ТМ, при использовании бутанола в качестве растворителя с концентрацией мономера 10% и временем реакции 4 часа. Это первый успешный опыт определения условий гидролиза мономера PNVF, который был осажден на поверхности ПЭТФ ТМ. Полученные мембраны PVAm-g-PET ТМ обладают высокой концентрацией функциональных групп на поверхности, что делает их перспективным материалом в качестве подложки для многофункциональных сорбентов.

Работа выполнена в рамках проекта ГФ АР19676626 «МОФ декорированные трековые мембраны для селективной и эффективной сорбции ионов урана (IV): теоретические расчеты и экспериментальная проверка», финансируемого МНУВО РК.

Список использованных источников

1. Stohr T. et al. Electroless Nanoplatin of Pd–Pt Alloy Nanotube Networks: Catalysts with Full Compositional Control for the Methanol Oxidation Reaction // ChemElectroChem. 2020. Vol. 7, № 3. P. 855–864.
2. Parmanbek N. et al. Hybrid PET Track-Etched Membranes Grafted by Well-Defined Poly(2-(dimethylamino)ethyl methacrylate) Brushes and Loaded with Silver Nanoparticles for the Removal of As(III) // Polymers (Basel). 2022. Vol. 14, № 19. P. 4026.
3. Barsbay M., Güven O. Grafting in confined spaces: Functionalization of nanochannels of track-etched membranes // Radiation Physics and Chemistry. 2014. Vol. 105. P. 26–30.
4. Barsbay M., Güven O. Nanostructuring of polymers by controlling of ionizing radiation-induced free radical polymerization, copolymerization, grafting and crosslinking by RAFT mechanism // Radiation Physics and Chemistry. 2020. Vol. 169. P. 107816.
5. Barsbay M. et al. Nanopore size tuning of polymeric membranes using the RAFT-mediated radical polymerization // J Memb Sci. 2013. Vol. 445. P. 135–145.
6. Barsbay M., Güven O. Modification of polystyrene cell-culture-dish surfaces by consecutive grafting of poly(acrylamide)/poly(N-isopropylacrylamide) via reversible addition-fragmentation chain transfer-mediated polymerization // Eur Polym J. 2021. Vol. 147. P. 110330.
7. Yamamoto K. et al. Synthesis and functionalities of poly(N-vinylalkylamide). XIV. Polyvinylamine produced by hydrolysis of poly(N-vinylformamide) and its functionalization // J Appl Polym Sci. 2003. Vol. 89, № 5. P. 1277–1283.
8. Mashentseva A. et al. Synthesis, Structure, and Catalytic Activity of Au/Poly(ethylene terephthalate) Composites // Acta Phys Pol A. 2014. Vol. 125, № 6. P. 1263–1267.
9. Korolkov I. V. et al. UV-induced graft polymerization of acrylic acid in the sub-micronchannels of oxidized PET track-etched membrane // Nucl Instrum Methods Phys Res B. 2015. Vol. 365. P. 419–423.