



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ



Студенттер мен жас ғалымдардың  
«ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ - 2014» атты  
IX халықаралық ғылыми конференциясы

IX Международная научная конференция  
студентов и молодых ученых  
«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ - 2014»

The IX International Scientific Conference for  
students and young scholars  
«SCIENCE AND EDUCATION-2014»

2014 жыл 11 сәуір  
11 апреля 2014 года  
April 11, 2014



**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың  
«Ғылым және білім - 2014»  
атты IX Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
IX Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
«Наука и образование - 2014»**

**PROCEEDINGS  
of the IX International Scientific Conference  
for students and young scholars  
«Science and education - 2014»**

**2014 жыл 11 сәуір**

**Астана**

**УДК 001(063)**  
**ББК 72**  
**Ғ 96**

Ғ 96

«Ғылым және білім – 2014» атты студенттер мен жас ғалымдардың IX Халықаралық ғылыми конференциясы = IX Международная научная конференция студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2014» = The IX International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2014». – Астана: <http://www.eni.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/>, 2014. – 5831 стр. (қазақша, орысша, ағылшынша).

ISBN 978-9965-31-610-4

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(063)**  
**ББК 72**

ISBN 978-9965-31-610-4

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, 2014

№	Шикізат алынған жердің атауы	Шығымы, %	Табылған, %		Брутто формуласы	Есептелінген, %	
			С	Н		С	Н
1-әдіс	Топинамбур	7,3	44,10	6,0	$(C_7H_{10}O_6)_n$	44,21	5,26
2-әдіс	Топинамбур	18	44,20	5,28	$(C_7H_{10}O_6)_n$	44,21	5,26

Кесте 3. Пектиннің тұтқырлықтары мен молекулалық массасы

№	Пектин ерітіндісінің концентрациясы		$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	$\eta$ , сСт (кинетикалық)	$\eta$ , сПз (меншікті)	$\alpha$	К	[ $\eta$ ]	М, Дальтон
	%	М							
Топинамбурдың жемісі									
1	1	0,053	1,0185	22,6616	0,8003	1,22	11·10 <sup>-4</sup>	15,1	6025
2	0,09	0,047	1,00694	22,0318	0,8337			17,74	6918
3	0,08	0,042	1,0069	21,0643	0,8849			21,04	7943
4	0,07	0,037	1,0062	21,8446	0,8436			22,8	8025
5	0,06	0,032	1,0023	21,1986	0,8778			27,43	9120

3-кесте мәліметтерінен көріп отырғандай, топинамбурдың жемісінен бөлініп алынған пектиннің молекулалық массасы 6025-9120 Дальтон аралығында болды. Тұтқырлығы Оствальд вискозиметрінде анықталды. Ал, тығыздығы пикнометрлік әдіспен анықталды [3].

Пектиннің тұтқырлығы 1% NaF анықталды. Себебі әдеби деректерде пектиннің молекулалық массасын анықтау кезінде анықтамалық мәліметтерге жүгіндік. 1% NaF үшін  $K=11,0 \cdot 10^{-4}$ ,  $\alpha=1,22$ .

Қорытынды:

1. Топинамбурдың жемісі 2 әдіспен пектин бөліп алынды. Олардың шығымы 1-әдіс бойынша 7,3%, ал 2-әдісте- 18(17)% құрайды.
2. Алынған пектиннің физика-химиялық көрсеткіштері анықталды.
3. Алынған пектинді заттардың молекулалық массасы вискозиметрлік әдіспен анықталды.

#### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Донченко Л.В. Технология пектина и пектинопродуктов. –М.: Дели, 2002. –С.280
2. Б.М.Изтелеу, Г.Е.Азимбаева, Г.Н.Құдайбергенова Топинамбурдың жер үсті бөлігінің құрамындағы биологиялық активті заттарды анықтау //Химический журнал Казахстана. -2013 . №2 (42). 62-66 бб.
3. Panouille, M.M. Cellulase and protease preparations can extract pectins from various plant byproducts / M.M. Panouille, J.F. Thibault, E.E. Bonnin // J. Agric. Food Chem.- 2006.- Vol. 54, № 23.- P. 8926-35.

УДК 541.64:544.725

#### ОКИСЛЕНИЕ ПЭТФ ТРЕКОВЫХ МЕМБРАН РАЗЛИЧНЫМИ РЕАГЕНТАМИ И МЕТОДАМИ

<sup>1</sup>Ниязова Динара Толегеновна, <sup>2</sup>Корольков Илья Владимирович, <sup>3</sup>Горин Евгений Геннадиевич,  
<sup>3</sup>Боргеков Дарын Боранбаевич

*dika\_niyazova@mail.ru*

<sup>1</sup>Магистрант ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

<sup>2</sup>Докторант ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

Трековые мембраны (ТМ), получаемые путем облучения тонких полимерных пленок пучками ионизирующего излучения с последующим травлением, находят все более широкое применение во многих отраслях науки и промышленности. ТМ изготавливаются в основном на основе пленок из полиэтилентерефталата (ПЭТФ) толщиной 12-23 мкм. Однако поверхность ПЭТФ мембран является гидрофобной, что ограничивает возможность их практического применения. Так, в медицине и биотехнологии для фильтрации плазмы крови или вирусов требуются гидрофильные неадсорбирующие мембраны [1], поэтому увеличение гидрофильности поверхности расширяет диапазон функциональных свойств этого полимера.

Степень гидрофильности мембран существенным образом определяет ряд важных эксплуатационных параметров, таких как селективность, эффективность и способность к регенерации.

Функционализация поверхности ПЭТФ ТМ может быть достигнута различными способами, такими как химическая обработка (гидролиз, окисление, восстановление, аминирование)[2], ионная имплантация, прививка гидрофильных полимеров, УФ-облучение, плазменная обработка, озонирование и др.

Среди других методов окисления, в настоящее время широко применяются окислительные методы, основанные на диспропорционировании пероксида водорода (ПВ) с образованием реакционно-способных гидроксильных радикалов  $\text{OH}^\bullet$  ( $E_0 = 2,38 \text{ В}$ ), а именно, фотолиз  $\text{H}_2\text{O}_2$  и его каталитический распад под действием ионов  $\text{Fe}^{2+}$  (система Фентона).

К основным технологическим преимуществам ПВ следует отнести высокую растворимость в воде, стабильность, возможность обработки в широком диапазоне температур, простоту аппаратного оформления. Наряду с озоном и кислородом,  $\text{H}_2\text{O}_2$  является экологически чистым окислителем, образующим при восстановлении кислород и воду. Известно, что ПВ в химических реакциях взаимодействует с субстратами в виде интермедиатов ( $\text{HO}_2^\bullet$ ,  $\text{HO}_2^\bullet$ ,  $\text{HO}$ ), активность которых отличается на несколько порядков. Наиболее активными в этом ряду являются  $\text{HO}^\bullet$ , наименее  $\square \text{HO}_2^\bullet$ . Преимуществом ПВ, как редокс-агента, относительно других окислителей, является его хорошая растворимость в водных растворах с различным pH, а также высокий окислительно-восстановительный потенциал. Отметим, что указанные процессы, наряду с разработанными в последнее десятилетие фотохимическими методами (фотокатализ на  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{УФ}/\text{O}_3$  и др.), относятся к так называемым, «advanced oxidation processes» (AOP). В их основе лежат реакции окислительной деструкции, инициированные гидроксильными радикалами, взаимодействие которых с органическими соединениями характеризуется константами скоростей  $10^7 - 10^{10} \text{ М}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$ . В системе Фентона  $\text{H}_2\text{O}_2$  является окислителем, а  $\text{Fe}^{2+}$  выступает как катализатор. Разложение  $\text{H}_2\text{O}_2$  дает реакционно-способные  $\text{OH}^\bullet$  частицы, а  $\text{Fe}^{2+}$  способствует увеличению скорости разложения  $\text{H}_2\text{O}_2$ [3].

В данной работе исследован процесс окисления ПЭТФ ТМ различными мягкими окислительными системами, такими как  $\text{H}_2\text{O}_2/\text{Vis}$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$ , Fenton/Vis, Fenton/UV и обработка озоном, для всех систем установлены оптимальные условия. Также для сравнения было проведено окисление в известной системе  $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$ . Поверхность окисленных ПЭТФ ТМ была исследована современными физико-химическими методами, среди которых УФ-спектроскопия, измерение краевого угла смачивания, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС), ИК-спектроскопия, атомно-силовая микроскопия (АСМ). Сравнительная оценка эффективности различных окислительных систем была проведена по изменению степени гидрофильности и содержанию концевых  $\text{COOH}$ -групп.

Все исследования проводили при следующих условиях: концентрация окисляющего агента и время реакции были различны, а температура поддерживалась постоянной ( $23^\circ\text{C}$ ), за исключением системы  $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$ , где окисление проводили при  $60^\circ\text{C}$ . Повышение температуры выше  $60^\circ\text{C}$ , так как дальнейшее повышение температуры приводит к сильной деградации ПЭТФ ТМ. Окисление в системах AOP проводили при концентрации  $\text{H}_2\text{O}_2$  в диапазоне от 7,5 -300мМ, ниже 7,5 мМ не наблюдалось никаких изменений, в то время как выше 300 мМ происходило снижение концентрации  $\text{COOH}$ -групп. Продолжительность окисления варьировали от 15 до 180 мин для AOP систем (в случае окисления озоном время реакции варьировали от 20 до 90 мин из-за особенностей генератора озона), а в случае системы  $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$  от 5 до 60 мин.

Концентрацию  $\text{COOH}$ -групп на единицу площади поверхности ТМ определяли стандартным методом [4] с использованием катионного красителя метиленового синего (МС) и толудинового синего (ТС). И выражали в единицах  $\text{нМ/см}^2$ .

Концентрация карбоксильных групп для исходной ПЭТФ составляла  $0,84 \pm 0,3 \text{ нМ/см}^2$  и существенно не изменилась после облучения ионами  $^{84}\text{Kr}^{15+}$ , однако после травления концентрация  $\text{COOH}$ -групп увеличилась до  $6,00 \pm 0,1 \text{ нМ/см}^2$  и далее увеличивалась в течение процесса окисления.

Наибольшие изменения в концентрации  $\text{COOH}$ -групп наблюдались после окисления в системе  $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$  (с  $6,00 \pm 0,1$  до  $14,87 \pm 1,2 \text{ нМ/см}^2$ ) и после озонирования (от  $6,00 \pm 0,1$  до  $17,69 \pm 0,6 \text{ нМ/см}^2$ ). В предыдущих исследованиях [5] концентрация  $\text{COOH}$ -групп в системе  $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$  составила  $8,1 \text{ нМ/см}^2$ , а для ПЭТФ пленки -  $51,5 \text{ нМ/см}^2$  [6].

Измерение краевого угла смачивания (КУС) было проведено с целью количественной оценки влияния окисления на гидрофильность ПЭТФ ТМ. Измерения краевого угла для исходной ПЭТФ, травленной ПЭТФ ТМ и окисленной ПЭТФ ТМ в различных системах приведены на рисунке 1.

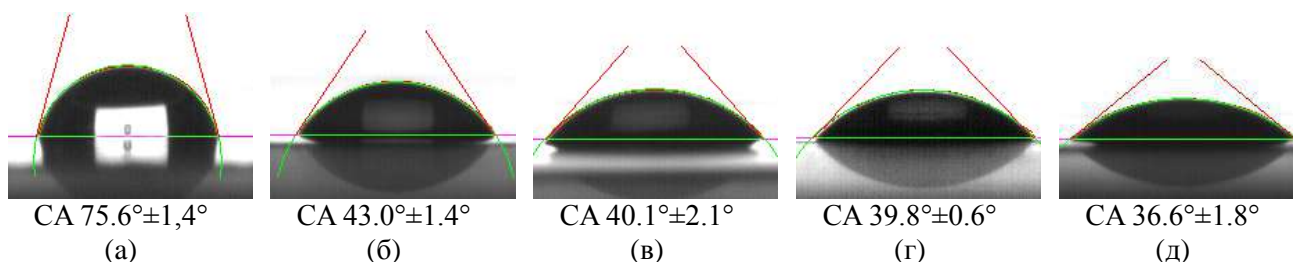


Рисунок 1. Изменение КУС для исходной ПЭТФ(а), травленной ПЭТФ ТМ(б), окисленной ПЭТФ ТМ  $\text{H}_2\text{O}_2/\text{Vis}$ (в), окисленной ПЭТФ ТМ  $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$ (г), окисленной ПЭТФ ТМ  $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$  (д).

Значение КУС ПЭТФ составило  $75,6 \pm 1,4^\circ$  и наблюдается снижение в ходе травления и окисления, что хорошо видно из представленных изображений капель на рисунке 1. Это обусловлено уменьшением за счет диполь-дипольного взаимодействия и водородных связей капли воды с кислородсодержащей поверхностью. В случае окисления реагентом Фентона, было обнаружено, что чем больше время окисления, тем большее значение приобретает КУС. Это может быть связано с сорбцией некоторых веществ, промежуточных и конечных продуктов реакции (гидроксильные комплексы и  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ) на поверхность полимерной мембраны.

Анализ литературных данных показал уменьшение КУС ПЭТФ пленки с  $79,2^\circ$  до  $62,8^\circ$  после окисления ПЭТФ ТМ в системе  $\text{KMnO}_4/\text{HCl}$  [5]. Значение КУС изменяется от  $75^\circ$  до  $40^\circ$  после УФ-облучения и от  $77^\circ$  до  $31^\circ$  после плазменной обработки [7]. Нами было достигнуто максимальное снижение краевого угла до  $36,6 \pm 1,8^\circ$ .

С учетом результатов изменения концентрации концевых  $\text{COOH}$ -групп и измерений КУС были отобраны оптимальные условия для каждой из исследуемых систем окисления:

- $\text{H}_2\text{O}_2/\text{Vis}$  - 150  $\text{мМ H}_2\text{O}_2$  - 120 мин;
- $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$  - 150  $\text{мМ H}_2\text{O}_2$  - 180 мин;
- Fenton/Vis - 150  $\text{мМ H}_2\text{O}_2$ , 15  $\text{мМ FeCl}_2$  - 120 мин;
- Fenton/UV - 150  $\text{мМ H}_2\text{O}_2$ , 15  $\text{мМ FeCl}_2$  - 120 мин;
- $\text{O}_3$  - 20 г/ч - 50 мин;
- $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$  - при  $60^\circ\text{C}$  - 60 мин.

Дальнейшие исследования были проведены только для образцов окисленных в этих оптимальных условиях.

Изменение химического состава поверхностного слоя полимерных ПЭТФ мембран регистрировали методом РФЭС (Таблица 1). Из спектров высокого разрешения  $\text{C}_{1s}$  определяли % содержание концевых функциональных групп. Для образцов окисленных в системе Fenton/Vis были обнаружены следовые количества  $\text{Fe}^{2+}$  (0,2%), что может быть объяснено адсорбцией  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  на поверхности пленки.

Таблица 1. Химический состав поверхности образцов из РФЭС спектров

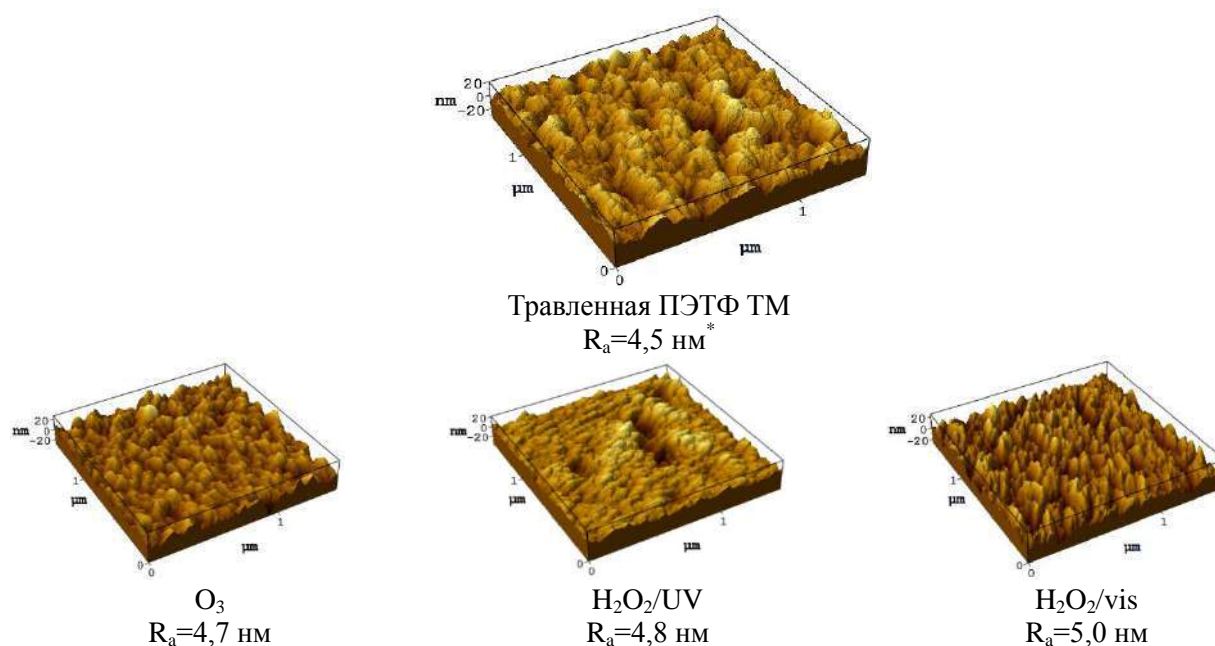
№	Образец	Атомное соотношение,	Данные спектров высокого
---	---------	----------------------	--------------------------

п/п		%			разрешения $C_{1s}$		
		C	O	O/C	C-C/C-H	-COH/C-O-C	COOH
1	Исходный ПЭТФ	81,09	18,91	0,233	75,84	16,03	8,13
2	ПЭТФ, облученный $^{84}\text{Kr}^{15+}$ , $4 \cdot 10^7$ ион/см <sup>2</sup>	74,67	25,33	0,339	70,4	16,27	13,33
3	Травленная ПЭТФ ТМ	74,36	25,64	0,345	67,2	17,62	15,18
4	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /vis	74,16	25,84	0,348	64,67	19,81	15,52
5	Fenton/vis*	73,61	26,19	0,335	63,63	20,76	15,61
6	Fenton/UV	72,80	27,20	0,389	61,70	22,62	15,68
7	KMnO <sub>4</sub> /H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	72,36	27,64	0,382	61,11	21,62	17,27
8	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /UV	72,34	27,66	0,382	59,08	22,98	17,94
9	O <sub>3</sub>	72,17	27,83	0,386	60,12	22,67	17,21

Данные РФЭС анализа можно сравнить с данными по КУС и концентрациями карбоксильных групп. Очевидно, что тенденция уменьшения КУС при увеличении концентрации карбоксильных и кислородсодержащих групп, по спектрам РФЭС сохраняется, однако КУС и данные РФЭС (таблица 1) не изменились настолько значительно в противоположность данным УФ-спектрофотометрического анализа. Это можно объяснить тем, что РФЭС анализ и параметры КУС характеризуют только верхнюю поверхность (~ 5-10 нм), тогда как колориметрический метод также учитывает изменения химического состава стенок пор мембран.

Особый интерес представляют морфологические изменения поверхности полимерных пленок вследствие воздействия окислителей, так как дальнейшая функционализация будет тем успешнее, чем менее поврежденной будет в результате окисления полимерной пленки.

Анализ полученных методом АСМ микропрофилей поверхности мембран позволил определить стандартный параметр поверхности – среднюю величину шероховатости. Нами исследована динамика изменения шероховатости  $R_a$  для образцов окисленных ПЭТФ ТМ с различной плотностью пор при сканировании образцов масштабом  $8 \times 8$  мкм,  $4 \times 4$  мкм,  $1,5 \times 1,5$  мкм. Снимки, сделанные с помощью сканирующего зондового микроскопа (СЗМ) для каждого исследуемого образца в масштабе  $1,5 \times 1,5$  мкм представлены на рисунке 2 вместе с информацией о шероховатости поверхности.





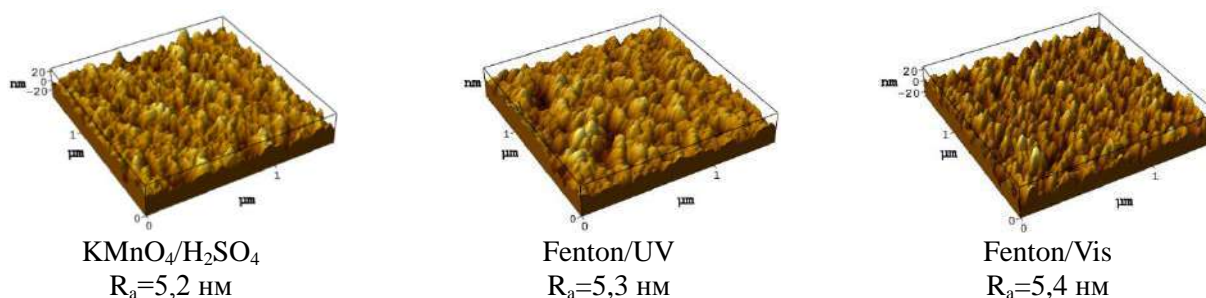


Рисунок 2. АСМ изображения ПЭТФ ТМ.

Морфологические изменения поверхности ПЭТФ ТМ зависят от условий окисления. Было обнаружено, что микрон неоднородности рельефа исходной (травленной) ПЭТФ ТМ характеризовались низким значением шероховатости, которое увеличивается после окисления. На поверхности ПЭТФ ТМ отчетливо видны фрагменты различных размеров. Эти фрагменты в основном состоят из низкомолекулярного материала, который образуется в результате гидролиза и окисления. Наибольшая деструкция поверхности произошла после окисления в системе Фентона ( $R_a$  увеличилась на 16,7%) и  $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $R_a$  увеличилась на 13,5%), после озонирования  $R_a$  увеличилось на 4,3%, после  $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$  на 6,3%. Окисление под УФ приводит к сглаживанию поверхности и укрупнению фрагментов по сравнению с окислением в видимом свете, что указывает на эффективность первого процесса.

В работе описывается функционализация ПЭТФ ТМ в различных окислительных системах, таких как  $\text{H}_2\text{O}_2/\text{Vis}$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$ , Фентон/ $\text{Vis}$ , Фентон/ $\text{UV}$ , обработка  $\text{O}_3$  и  $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$ . Были определены оптимальные условия, приводящие к увеличению концентрации концевых  $\text{COOH}$  групп и, следовательно, к повышению гидрофильности пленок. Наиболее полное окисление было достигнуто с помощью системы  $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$  и озонированием. Для наиболее часто используемой в практике окислительной системы  $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$  было отмечено, что этот метод не является экологически чистым и увеличивает шероховатость поверхности, делая полимерную мембрану более поврежденной. Окисление в системе Фентона приводит к более низким повреждениям поверхности по сравнению с озонированием. Показано, предпочтительнее использовать систему  $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$ , так как она оказывает существенные изменения в поверхностных свойствах и в то же время без какого-либо серьезного влияния на морфологию поверхности.

*Работа выполнена в рамках проекта «Опытно-конструкторская разработка устройства для получения модифицированных материалов на основе трековых мембран» (№ госрегистрации 0112PK02152).*

#### Список использованных источников

1. Gerard E., Bessy E., Salvagnini C. Surface modification of polypropylene membranes used for blood filtration. // Polymer – 2011 – Vol. 52(5) – P.1223-1233.
2. Zhang M., Li C., Benjamin M.M., Chang Y. Fouling and natural organic matter removal in adsorbent/membrane system for drinking water treatment. // Environ Sci Technol – 2003 – Vol. 37(8) – P.1663-1669.
3. Желовицкая А.В., Ермолаева Е.А., Дресвянников А.Ф. Окисление органических соединений с помощью гидроксид-радикала, генерируемого в растворах химическим и электрохимическим методами // Вестник КТУ. – 2008. – Ч. 1, № 6. – С. 211-229.
4. Knittel D., Schollmeyer E. Functional group analysis on oxidized surfaces of synthetic textile polymers. // Talanta – 2008 – Vol. 76(5) – P.1136-1140.
5. Favaro S.L., Rubira A.F., Muniz E.C., Radovanovic E. Surface modification of HDPE, PP, and PET films with  $\text{KMnO}_4/\text{HCl}$  solutions. // Polym Degrad Stab – 2007 - Vol. 92(7) – P.1219-1226.
6. Roux S., Demoustier-Champagne S. Surface-initiated polymerization from poly(ethylene terephthalate). // J Polym Sci – 2003 – Vol. 41(9) – P.1347-1359.



7. Laurens P., Petit S., Arefi-Khonsari F. Study of PET surfaces after laser or plasma treatment: surface modifications and adhesion properties towards Al deposition. // Plasmas Polym – 2003 – Vol. 8(4) – P.281-295.

ӘОК 547.722.132 : 316.422

## АСА ГИДРОФОБТЫ ҚАПТАМА – НАНОҚҰРЫЛЫМДЫ МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ЖАҢА ТИПТЕРІ

Нурлыбаева Айша Нурлыбаевна

*Rustem\_Ergali@mail.ru*

*М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, 1 курс PhD докторанты*

Аса гидрофобты материалдармен қаптамалар үлкен практикалық қызығушылық тудырып отыр, өйткені олардың құрамында өте сирек кездесетін функционалды топтар кіреді. Инновациялық жағынан бұл материалдарды тек нанотехнология және наноматериалды қолдану арқылы алуға болады. Бұл мақалада алынған материалдардың теориялық негіздері қарастырылды, практикалық қолдану жағынан анализдері ұсынылды. Қазіргі таңда қолданып жүрген негізгі әдістердің түрлері көрсетілді. Аса гидрофобты қаптаманың химиялық және физикалық табиғаты талқыланды. Осы материалдарды алу үшін ең біріншіден беткі қабаттарын өңдеуден өткізу қажет

**Кілт сөздер:** аса гидрофобты, сулану гистерезисі, жұғу бұрышы, гидрофильді, лиофильді, гидрофобты, лиофильді, кедір – бұдыр, флюидалы

Қазіргі таңда басқа елдерде аса гидрофобты материалдармен қаптамалар қарқынды түрде өңделуде және үлкен практикалық қызығушылық тудырып отыр. Осылардың ішіндегі маңыздысы – суды өткізбейтіндігі, бейорганикалық жағынан биологиялық қаптаманың өсуінің тұрақтылығында, органикалық ластануды болдырмайды, коррозияға төзімді және гидрофобтық қаптамадағы су ағыны сырғып домаланып ағып кетуіне байланысты болады.

Ғылыми лабораторияда аса гидрофобты материалдарды зерттеу мен іздену жұмыстары ХХІ ғасырларда ғана басталды. Өйткені беткі қабатындағы сұйық ортаның әрекеттесуінің жалпы теориясының жазылуы, экстремальды түрде сулануының сипаттамасы соңғы он жылда ғана жасалды, және аса гидрофобты қаптаманы тек нанотехнология және наноматериалды қолдану арқылы алуға болады. Сондықтан нанотехнология деңгейінің қарқынды дамуына және аса гидрофобты материалдардың алыну технологиясының өнер туындыларына байланысты болып отыр. Аса гидрофобты материалдарының қасиеттері бұл сулану құбылыстарына жатады, сол себептен аса гидрофобты негіздеріне қысқаша [1] тоқталамыз.

Беткі қабаттарының сулану құбылысы үш фазамен анықталады, ол сулану ортаның тепе – теңдігі, сулану сұйықтығы және үшінші флюидалы фаза, бұлар қоршаған ортада маңызды роль атқарады.

Беткі қабаттарының сулануының негізгі сипаттамаларының бірі ол суланудың микроскопиялық жұғу бұрышы және оның гистерезисі. Жұғу бұрышына қатысты мысал келтірсек, жүйедегі қатты дене ол сұйықтық, ал будың микроскопиялық жұғу бұрышы дегеніміз бу – сұйықтықтың беткі қабатының бөлігі арасындағы бұрышы және қатты дене – сұйықтық сызықты бойлай үш фазамен байланысады (1 – сурет).