

**СИНТЕЗ ГИДРОФИЛЬНО-ОЛЕОФОБНЫХ МЕМБРАН ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО РАЗДЕЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ И ВОДЫ****Талгат Ильдана Армановна***baby-doll.28@mail.ru*

Магистрант 2 года обучения кафедры Химия специальности 6М060600 – Химия ЕНУ им.

Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Научный руководитель – Т.Т.Машан

Разделение водонефтяных смесей широко востребовано в различных видах промышленности, включая: бурение и очистку нефти, фрекинг, очистку сточных вод, добычу полезных ископаемых, изготовление и обработку металлов, обработку текстиля и кожи. Существует множество технологий очистки: химическая коагуляция, флотация растворенным воздухом, ультразвуковое разделение, центрифугирование, полимерные или керамические мембраны [1-3]. По сравнению с другими технологиями использование мембранных процессов разделения веществ предполагает более простое изготовление, меньше энергетических затрат, высокую селективность, а также возможность непрерывного, автоматического процесса при температуре окружающей среды [3]. В связи с этим актуальной задачей является модификация поверхности пористых материалов с целью получения мембран с селективной смачиваемостью. То есть мембран, которые либо селективно смачиваются, либо предотвращают смачивание масляной или водной фазой. По типу смачиваемости применяются гидрофильно-олеофобные и гидрофобно-олеофильные мембраны [4-9]. Последние в свою очередь имеют ряд недостатков: загрязнение мембран со временем, поскольку частицы микронного или субмикронного размера нефти и другие нежелательные молекулы остаются на поверхности или внутри пор, в результате чего происходит разрушение мембраны и ограниченная производительность или даже блокировка мембраны, использование фторсодержащих силанов, алкилмеркаптанов, лауриновой кислоты, которые вредны для окружающей среды, а также необходимость дополнительного оснащения, которое затрачивает больше энергии [10-11]. Материалы с противоположным типом смачиваемости, т.е. гидрофильно-олеофобные, вызвали огромный интерес из-за их потенциальных возможностей использования в различных областях, включая разработку самоочищающихся покрытий, микрофлюидных устройств, противотуманных пленок и мембран [12-15]. Некоторые исследователи также занимались разработкой поверхностей, которые могут одновременно демонстрировать гидрофильность и олеофобность на основе сеток модифицированных оксидом цинка ZnO, хитозановым и гидрогелевым покрытиями [6,16-17]. Методы нанесения покрытия на мембрану включают: напыление, окунание, послойное (LBL) покрытие, химический рост и электроосаждение [18-24]. На этих поверхностях гидрофильные и олеофобные компоненты чередуются друг с другом. Из-за разницы в плотности жидкостей, вода падает на дно и контактирует с гидрофильной поверхностью, проникая в нее, благодаря водной молекулярной перестройке, так что гидрофильные фрагменты располагаются на границе раздела. В присутствии нефти поверхность раздела всегда занята компонентом с низкой поверхностной энергией, что обеспечивает олеофобные свойства поверхности [25]. Это явление дает возможность разделения водонефтяных смесей с помощью гравитационного эффекта.

В данной работе использовались полидиаллилдиметиламмоний хлорид (ПДДА), наночастицы диоксида кремния SiO<sub>2</sub>, пентадекафтороктаноат аммония компании Sigma Aldrich и металлические сетки из нержавеющей стали. Получение гидрофильно-олеофобных мембран включало 2 этапа: синтез нанокompозита и напыление. Для этого наночастицы кремния массой 0,15 г диспергировали ультразвуком в 50 мл 0,1 мг/мл водного раствора ПДДА в течение 25 минут. После получения однородной дисперсной системы к ней добавили 12 мл 0,1М пентадекафтороктаноата аммония при перемешивании. При

достижении определенной концентрации пентадекафтороктаноата аммония была получена суспензия благодаря его анионам, которые координируются с четвертичными аммониевыми группами ПДДА. Полученный продукт несколько раз промыли дистиллированной водой и высушили при комнатной температуре. Далее 0,1 г высушенного осадка ПДДА/ПФО/SiO<sub>2</sub> растворили в 10 мл этанола C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH с помощью ультразвуковой обработки в течение 25 минут. С помощью распылителя суспензию нанесли на предварительно очищенные металлические подложки из нержавеющей стали с различными диаметрами пор (200,400). Нанокompозитные покрытия высушивали при комнатной температуре в течение 2 часов до полного испарения этанола. Затем сетки подвергаются воздействию микроволновой плазмы мощностью 50 Вт в течение одной минуты с образованием полярных гидрофильных групп на поверхности с целью усиления гидрофильности мембраны.

Синтезированное соединение на основе ПДДА/ПФО/SiO<sub>2</sub> характеризуется взаимодействием функциональных групп различной смачиваемости - фторированные группы вместе с карбоксильными и аммониевыми группами приводят к гидрофильно-олеофобному покрытию. Металлические сетки до и после нанесения пленки изучались на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ). Изображения, показывающие морфологию их поверхностей, представлены на рис. 1.

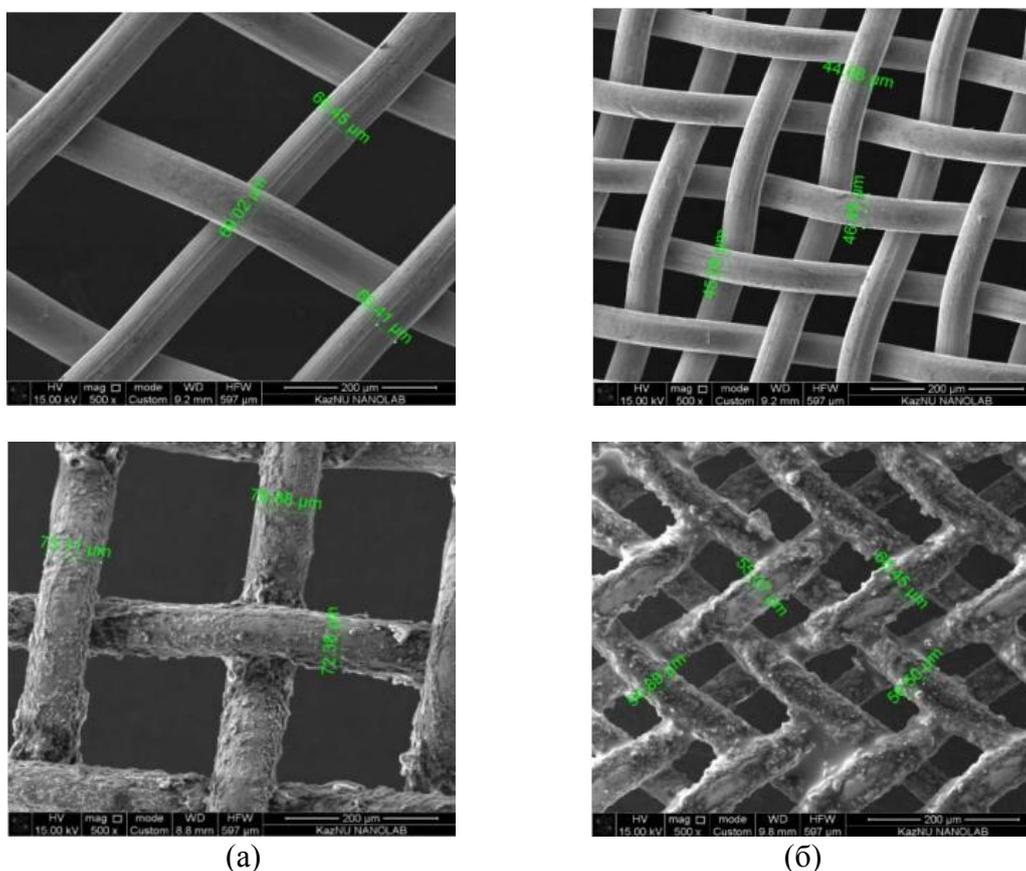


Рис. 1. СЭМ изображения сеток (а) – 200, (б) – 400) без покрытия и с покрытием ПДДА/ПФО/SiO<sub>2</sub>

Как показано на рис. 1 поверхности сеток 200 и 400 покрытые ПДДА/ПФО/SiO<sub>2</sub> являются достаточно однородным. При этом диаметр отдельных проволок с покрытием увеличился в среднем на 8-10 мкм. Также для изучения степени гидрофильности и олеофобности мембран было проведено измерение угла смачивания между поверхностью мембран и каплями воды/органической жидкостью. Как показано на рис. 2, когда капли воды и керосина были добавлены на пленку, угол контакта для воды постепенно уменьшался с 79 до 0 (для 200) и

с 91 до 0 (для 400) в течение 5 секунд, при этом угол контакта для керосина был почти неизменным 95 (для 200) и 109 (для 400).

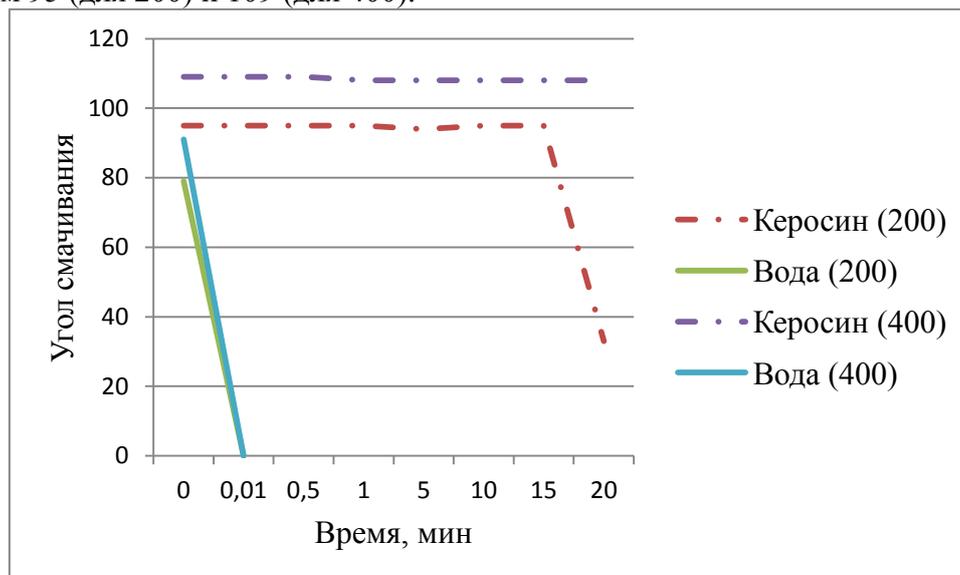


Рис. 2. Зависимость угла смачивания от времени контакта сеток ПДДА/ПФО/SiO<sub>2</sub> с керосином и водой

Кроме того на рис. 2 видно время за которое керосин/вода прошли через синтезированные мембраны. Для воды у обеих сеток время истечения составило 5-6 секунд, в случае керосина первая сетка (200) через 15 минут начала пропускать его, в отличие от второй сетки (400), которая удерживала жидкость.

Таким образом, высокая концентрация фторированных групп вместе с карбоксильными и четвертичными аммониевыми группами формируют одновременно гидрофильный и олеофобный тип смачивания данного соединения. Механизм гидрофильности-олеофобности пленки ПДДА/ПФО/SiO<sub>2</sub> описывается аналогичными исследованиям таких типов поверхностей. Считается, что ПДДА/ПФО/SiO<sub>2</sub> обладает гидрофильностью, потому что фторированные компоненты остаются в относительно подвижном состоянии на поверхности пленки. Когда вода попадала на мембрану, фторированные фрагменты реорганизовывались, чтобы обеспечить проникновение молекул воды в гидрофильные недра. Эффективность пропускания также зависит от размера пор мембраны, чем и объясняются различия в результатах исследования двух типов мембран. Мембрана с небольшим размером пор способна отклонять меньший размер капель жидкости и наоборот.

Использование мембранных процессов имеет такие преимущества, как высокая эффективность, портативность, пластичность, термостойкость, хорошие механические свойства и низкая стоимость. Существующие пористые металлические мембраны позволяют создать экономически высокоэффективные и малоотходные технологии переработки растворов неорганических и органических соединений.

#### Список использованных источников

1. K. Dahm, M. Chapman Produced water treatment primer: Case studies of treatment applications. – U.S. Department of the Interior and Bureau of Reclamation, 2014, 70 p.
2. A. Fakhru'l-Razi, A. Pendashteh, L. C. Abdullah, D. R. A. Biak, S. S. Madaeni, and Z. Z. Abidin Review of technologies for oil and gas produced water treatment // Journal of Hazardous Materials. 2009 №2. P.530-551
3. M. Shannon, P. W. Bohn, M. Elimelech, J. G. Georgiadis, B. J. Marinas, and A. M. Mayes Science and technology for water purification in the coming decades // Nature. 2008 №3. P. 301-310

4. Wang B, Liang W, Guo Z, Liu W. Biomimetic super-lyophobic and super-lyophilic materials applied for oil/water separation: a new strategy beyond nature // *Chem Soc Rev.* 2015 №44. P.336–361
5. Varshney P, Nanda D, Satapathy M, Mohapatra SS, Kumar A. A facile modification of steel mesh for oil-water separation // *New J Chem.* 2017 №41. P.7463–7471
6. Li J, Yan L, Li W, Li J, Zha F, Lei Z. Superhydrophilic-underwater superoleophobic ZnO-based coated mesh for highly efficient oil and water separation // *Mater Lett.* 2015 №1. P.62–65
7. Zhang J, Seeger S. Polyester materials with superwetting silicone nanofilaments for oil/water separation and selective oil absorption // *Adv Funct Mater.* 2011 №21. P.4699–4704
8. Cao H, Gu WH, Fu JY, Liu Y, Chen SG. Preparation of superhydrophobic/oleophilic copper mesh for oil-water separation // *Appl Surf Sci.* 2017 №415. P.599–605
9. Du C, Wang JD, Chen ZF, Chen DR. Durable superhydrophobic and superoleophilic filter paper for oil-water separation prepared by a colloidal deposition method // *Appl Surf Sci.* 2014 №313. P.304–310
10. Tai, M. H., Juay, J., Sun, D. D., & Leckie, J. O. Carbon–silica composite nanofiber membrane for high flux separation of water-in-oil emulsion – Performance study and fouling mechanism // *Separation and Purification Technology.* 2015 №156. P.952–960
11. Liu Y, Su Y, Cao J, Guan J, Zhang R, et al. Antifouling, high-flux oil/water separation carbon nanotube membranes by polymer-mediated surface charging and hydrophilization // *J Memb Sci.* 2017 №153. P.254-263
12. P. Patel, C. K. Choi and D. D. Meng Superhydrophilic surfaces for antifogging and antifouling microfluidic devices // *JALA.* 2010 №15. P.114– 119
13. S. J. Pastine, D. Okawa, B. Kessler, M. Rolandi, M. Llorente, A. Zettl and J. M. J. Frechet A facile and patternable method for the surface modification of carbon nanotube forests using perfluoroarylazides // *J. Am. Chem. Soc.* 2008 №13. P.4238-4239
14. F. L. Geyer, E. Ueda, U. Liebel, N. Grau and P. A. Levkin Superhydrophobic–superhydrophilic micropatterning: towards genome-on-a-chip cell microarrays // *Angew. Chem.* 2011 №50. P.8424-8427
15. D. Zahner, J. Abagat, F. Svec, J. M. J. Frechet and P. A. Levkin A Facile Approach to Superhydrophilic–Superhydrophobic Patterns in Porous Polymer Films // *Adv. Mater.* 2011 № 23. P.3030-3034
16. Liu J, Li P, Chen L, Feng Y, He W, Yan X, Lü X. Superhydrophilic and underwater superoleophobic modified chitosan-coated mesh for oil/water separation // *Surf Coat Technol.* 2016 №307. P.171–176
17. Xue Z, Wang S, Lin L, Chen L, Liu M, Feng L, Jiang L, Novel Superhydrophilic A. Underwater superoleophobic hydrogel-coated mesh for oil/water separation // *Adv Mater.* 2011 №23. P.4270–4273
18. Gondal MA, Sadullah MS, Dastageer MA, McKinley GH, Panchanathan D, Varanasi KK. Study of factors governing oil-water separation process using TiO<sub>2</sub> films prepared by spray deposition of nanoparticle dispersions // *ACS Appl Mater Interfaces.* 2014 №6. P.13422–13429
19. Jiang L, Tang Z, Park-Lee KJ, Hess DW, Breedveld V. Fabrication of non-fluorinated hydrophilic-oleophobic stainless steel mesh for oil-water separation // *Sep Purif Technol.* 2017 №184. P.394–403
20. Hou K, Zeng Y, Zhou C, Chen J, Wen X, Xu S, Cheng J, Lin Y, Pi P. Durable underwater superoleophobic PDDA/halloysite nanotubes decorated stainless steel mesh for efficient oil–water separation // *Appl Surf Sci.* 2017 №416. P.344–352
21. Zhang L, Zhong Y, Cha D, Wang P. A self-cleaning underwater superoleophobic mesh for oil-water separation // *Sci Rep.* 2013 №3. P.2326-2330
22. Yuan S, Chen C, Raza A, Song R, Zhang T-J, Pehkonen SO, Liang B. Nanostructured TiO<sub>2</sub> /CuO dual-coated copper meshes with superhydrophilic, underwater superoleophobic and self-cleaning properties for highly efficient oil/water separation // *Chem Eng J.* 2017 №328. P.497–510

23. Wen Q, Di J, Jiang L, Yu J, Xu R. Zeolite-coated mesh film for efficient oil–water separation // Chem Sci. 2013 №4. P.591–595
24. Zhang E, Cheng Z, Lv T, Qian Y, Liu Y. Anti-corrosive hierarchical structured copper mesh film with superhydrophilicity and underwater low adhesive superoleophobicity for highly efficient oil–water separation // J Mater Chem A. 2015 №3. P.13411–13417
25. J. A. Howarter, K. L. Genson and J. P. Youngblood Wetting Behavior of Oleophobic Polymer Coatings Synthesized from Fluorosurfactant Macromers // ACS Appl. Mater. Interfaces. 2011 №3. P. 2022-2030

ӘОЖ 54(075.8)

## **ХИМИЯ ПӘНІН ЖАҢАША ӘДІСТЕР АРҚЫЛЫ АҒЫЛШЫН ТІЛІНДЕ КРЕАТИВТІ ӨТКІЗУ**

**Тоқтамыс Нұрболат Баратұлы**

*nurbolattoktamys0@gmail.com*

Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік педагогикалық университеті, Шымкент, Қазақстан

Ғылыми жетекшісі - М.Ж.Дуйсембиев

Қазіргі таңда, Қазақстанның алдыңғы қатарлы оқу ордаларының бірі – Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік педагогикалық университетінде «химия және биология» мамандығы бойынша білімалушылар өз білімдерін шыңдап келеді. ХХІ ғасыр — озық технологиялар ғасыры. Сондықтан білім беру жүйесінде жаңа технологияларды тиімді пайдалану заман талабы. Әсіресе шет тілін үйренуде мұның пайдасы өте зор. Себебі тіл үйрену арқылы адам бүкіл бір ұлттың мәдениеті мен әлеуметін қатар үйренеді. Адам көру, есту арқылы тіл қолданушылардың мәдениетін тезірек сезінеді. Яғни өзінің де сол тілді меңгергендердің қатарына қосылуы жеңілдей түседі [1]. Жаңа білім қағымдасы бірінші орынға баланың білімін, білігі мен дағдысын ғана емес, оның жеке бас тұлғасын, білім алу арқылы азамат ретінде дамуын қойып отыр. Дәстүрлі оқыту оқушыларға дайын, жаңаша оқыту технологиясы үрдісін ұйымдастыру, басқару және бақылау болып табылады. Жаңаша оқыту үдерісі— белгіленген мақсатқа нәтижелі қол жеткізуді қамтамасыз етуде оқытудың түрлері, әдістері мен құралдарын ашып көрсетіп, оқу бағдарламасында белгіленген оқытудың мазмұнын жүзеге асыру тәсілі. Оқытуды жаңаша ұйымдастыруда мына міндеттерді қамтуы тиіс: оқушыларды оқу үрдісін басқаруға қатыстыру; ұжымдық іс-әрекетті ортақ қарым-қатынас құралы етудеңгейіне қарап саралап, ерекшелігіне қарап даралап оқыту. Міне, осы міндеттерді қамтитын «дамыта оқыту» жүйесі даму заңдылықтарын ескере отырып, теориялық ойлауға бағытталған іс-әрекет арқылы баланың жақын даму аймағында оқытады. Нақ осы мәселелерді жүзеге асыруға бағытталған оқыту технологияларының көпшілігі ұжымдық ой қызметі негізінде баланы өз іс-әрекетінің субъектісі етуге ұмтылады, мақсатты оқу іс-әрекеті барысында нақты оқу міндеттерін шеше отырып, даму педагогикалық ықпалдың алдын алатын іс-әрекеттік оқыту тәсілі арқылы балада ақпараттық және жалпы біліммен қатар, амалдар мен құндылықтар жиынтығын, біліктілігін қалыптастырады. 2018 жылы алғашқы практикалық іс-тәжірибеден «Химия және биология» бағытындағы Назарбаев Зияткерлік мектебінде өттім. Ал, оқуымның үшінші жылында «Физика-математика» бағытындағы Назарбаев Зияткерлік мектебінде химия және биология пәндерін ағылшын, орыс тілдерінде жүргіздім. Алғашқы екі апта бойы химия сабақтарына қатысып, мұғалімдердің әдістерін үйреніп, 10 "А" сыныбына ашық сабақ пен тәрбие сағаттарын жүргіздім. Ал, қалған екі апта ішінде осы аталғандарды биология пәнінде белсенді орындадым. Сабақ барысында түрлі әдістер мен активитилерді қолданып өту – оқу мақсатыма жетуіме көп септігін тигізді. Солардың бірқатары: CLIL әдісі, Fill Gap әдісі, Who is faster? – ойыны, Tic tac toe әдісі, Бағандау әдістері, Matching белсенділігі. Осы әдістерге үштілділікті енгізе отырып, оқушыларға химия сабағын қызықты, әрі өнімді сипаттау арқылы