

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИЛУЧЕННЯ РОЗЧИНЕНИХ У ВОДІ НАФТОПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБЛЕНИМИ ВІДХОДАМИ ПОЛІМЕРНОЇ УПАКОВКИ В СЕРЕДОВИЩІ РОСЛИННИХ ПАР

О. С. МАЛИШЕВСЬКА, кандидат технічних наук

Івано-Франківський національний медичний університет

E-mail: o16r02@gmail.com

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.02.002>

Анотація. *Актуальність.* Вирішено дві екологічно небезпечні проблеми – забруднення води нафтопродуктами та зростання полімерної упаковки в частці побутових відходів.

Мета – гігієнічно обґрунтувати можливості застосування сорбентів, які виготовлені з побутових полімерних відходів з одночасним нанесенням на їх поверхню екологічно безпечних рослинних ПАР, для вилучення нафтопродуктів із води. *Завдання:* дослідити можливість використання екологічно безпечних ПАР із рослинної сировини для збільшення вилучення нафтопродуктів із води; встановити можливість використання вторинної полімерної сировини із відходів упаковки, як сорбентів нафти; сконструювати установку для виділення нафти з нафто-водяної суміші.

Методи та методики: гігієнічні, фізико-хімічні, флотаційний метод нафтовилучення розчиненої нафти у воді, фотометричний метод визначення кількості нафти у воді за ГОСТ 17.1.4.01-80.

Результатами досліджень встановлено, що перероблені відходи із полімерної упаковки можна застосовувати для очистки стічних вод від розчинених нафтопродуктів.

Висновки. Найвищий ступінь вилучення розчинених нафтопродуктів у воді отримано для механічно перероблених полімерних відходів упаковки із ПВХ на поверхню яких нанесено рослинну ПАР із Мильнянки лікарської. Флотаційну очистку сорбентами з відходів полімерної упаковки провели з додаванням в очищувану суміш рослинної ПАР. Ступінь очистки досягла для ПВХ 90,1 %.

Ключові слова: *очищення води сорбентами, очищення води від нафти, переробка полімерів, нафтові сорбенти, сорбенти з полімерів, нафтовилучення*

Актуальність. Скільки існує людство, стільки ж актуальною залишається проблема відходів, які воно продукує. Нами здійснено спробу одночасно вирішити дві екологічно небезпечні проблеми – забруднення води нафтопродуктами та зростання полімерної упаковки в

частці побутових відходів. З одного боку – забруднення довкілля нафтопродуктами є одним із найбільш масштабних і небезпечних видів впливу людини на довкілля. У водоймах, забруднених нафтою, залежно від концентрації вуглеводнів у воді, гине доросла риба, ікра,

Малишевська О. С.

личинки й молодь риби на поверхні води й в мілких водоймах. Зоопланктон у забрудненій водоймі гине повністю. Встановлено, що лише 1 г нафти вбиває все живе в 1 м³ води [1].

З іншого – в Україні майже 90 % звалищ побутових відходів вичерпали свій ресурс з приймання відходів, а частка полімерів у побутових відходах у 2020 році сягнула 11,8 % від загальної маси побутових відходів, за об'ємом – 55-65 %. Тобто, це основний вид відходів за об'ємами вивезення на звалища та, водночас, це потужна, практично безкоштовна сировинна база з чіткою динамікою щорічного приросту [2].

Аналіз літературних даних та постановка проблеми. Відомо, що полімерні відходи можуть вбирати незначну кількість нафтопродуктів (від 1,4 до 1,6 г/г) залежно від виду полімеру. Для збільшення нафтоємності полімера, крім збільшення його питомої поверхні (наприклад, нарізка на волокна) на поверхню наносять поверхнево-активні речовини (ПАР), які покращують адгезію полімеру до нафтопродукту і, тим самим, збільшують сорбцію полімеру. Механічна обробка поверхні полімеру не має негативного екологічного впливу на довкілля, на відміну від ПАР, які активно переходять із поверхні полімеру у вологий ґрунт і воду та викликають забруднення. Однак, відмова від

нанесення на поверхню полімеру ПАР робить полімерні сорбенти малоефективними, економічно та екологічно недоцільними у зв'язку із необхідністю застосування їх у великих кількостях. Крім того, після їх використання постає нова проблема – високотоксичні відходи, котрі потребують утилізації. На нашу думку, одним із варіантів вирішення цієї проблеми є застосування ПАР із рослинної сировини. На території України, враховуючи масштаби поширення, значним потенціалом рослинних ПАР володіють: уся трав'яниста частина і коріння мильнянки лікарської (*Saponaria officinalis* L) та плоди кінського каштану звичайного (*Aesculus hippocastanum*).

Методи вилучення нафтопродуктів із води поділяють на такі види:

1. Механічний, за допомогою пристроїв, оснащених сепараторами і ваннами для відстоювання води, що забруднена нафтою [3-5];

2. Адгезія нафти на поверхні твердих речовин, виготовлених у вигляді ременів або циліндрів, які обертаються [6];

3. Розпилювання на забрудненій поверхні води розплавленого парафіну або розчину полівінілу, у яких після охолодження твердне нафта й суміш видаляється механічним способом [7, 8];

4. Застосуванням синтетичних водо-відштовхуючих пористих

Малишевська О. С.

матеріалів, які здатні сорбувати нафту, наприклад, дерев'яних ошурок, активованого вугілля, торфу, полістиролу [9, 10];

5. Застосування подрібненої поліуретанової піни, котра здатна поглинути в 100 разів більше нафти, ніж її власна маса [11, 12];

6. Використання диспергентів, які переводять нафтову плівку в емульсію, після чого її очищають від нафти біохімічним способом [13, 14];

7. Видалення нафти із поверхні води за допомогою мікроорганізмів родів *Calanus*, *Penicillium*, *Candida* [15, 16];

8. Обробка забрудненої нафтою поверхні води сапропелем із додаванням органічного розчинника, який містить вищі жирні кислоти [13,16].

Кожен із вище наведених методів заслуговує уваги та універсальних поміж них немає. На нашу думку, найбільш перспективним є розробка сорбентів на основі синтетичних біологічно інертних матеріалів, наприклад, полімерних побутових відходів, які здатні сорбувати нафту.

Мета та завдання дослідження.

Проведені дослідження ставили за мету гігієнічно обґрунтувати можливість застосування сорбентів, які виготовлені з побутових полімерних відходів з одночасним нанесенням на їх поверхню екологічно безпечних рослинних ПАР, для вилучення нафтопродуктів із води.

Для досягнення поставленої мети було вирішено такі завдання:

1. Дослідити можливість використання екологічно безпечних ПАР із поширеної в Україні рослинної сировини для збільшення вилучення нафтопродуктів із води.

2. Встановити можливість використання вторинної полімерної сировини із відходів упаковки, як сорбентів нафти.

3. Дослідити можливість збільшення нафтовилучення сорбентами із вторинної полімерної сировини із відходів упаковки за допомогою їх механічної активації та нанесення на поверхню сорбенту рослинних ПАР.

4. Сконструювати установку для виділення нафти з нафто-водяної суміші.

Матеріали і методи дослідження Дослідження проводились із використанням: нафтовий шлами, рослинні ПАР на основі Мильнянки лікарської (*Saponaria officinalis L*), плодів кінського каштану звичайного (*Aesculus hippocastanum*), відходи ПЕТФ (поліетилентерефталат) упаковки.

Методи досліджень: фотометричний, що реалізовано за допомогою фотоколориметру КФК – 2 за методикою відповідно до ГОСТ 17.1.4.01-80 [17]. За основу способу інтенсифікації нафтовилучення з води було взято метод флотаційної очистки води від нафти за допомогою ПАР [18],

Малишевська О. С.

за яким у водо-нафтову суміш вводять ПАР і насичують суміш повітрям, за такої умови відбувається спінювання суміші й нафта, «прилипаючи» до поверхні бульбашок ПАР, вимивається із води і переміщується на водну поверхню разом із піною. Після цього отриману піну видаляють із поверхні різними пристроями та способами.

Для дослідження процесу інтенсифікації нафтовилучення з води за допомогою рослинних ПАР відбирали 200 см³ водо-нафтової суміші й за ареометром визначили її густину. За наближеними розрахунками в суміші було 20 % нафти і для простоти подальших розрахунків обчислення кількості нафти почали визначати в об'ємних відсотках.

У якості диспергентів були використані два види природних ПАР: на основі трави та коріння мильнянки лікарської (ПАР 1); на основі плодів кінського каштану (ПАР 2). Для цього подрібнену рослинну сировину (20 г) заливали водою з температурою 70 °С (500 см³) та настоювали упродовж 15 хв., на водяній бані. У результаті одержали по 320 см³ розчину мильнянки та 295 см³ розчину плодів кінського каштану.

Після цього мірним циліндром відміряли 79 см³ дистильованої води, у яку додавали 1 см³ ПАВ, по черзі 1-го

і 2-го типу, та 20 см³ водо-нафтової суміші. З мірного циліндру отриману суміш розчинів виливали у фарфорову чашку і проводили змішування протягом 3 хв. із швидкістю обертання 1500 об/хв. Вимішану суміш наливали в бюретку 1 створеного нами лабораторного пристрою (рис. 1), де за допомогою акваріумного насоса 2, спінювали одержаний розчин упродовж 3 хв. висхідним потоком повітря, що регулювався краном 3. Утворена піна концентрувалася у верхній частині, з якої потім відбирали зразки на аналіз, які досліджували на фотоколориметрі КФК – 2.

Результати досліджень та їх обговорення. Для визначення кількості нафти в розчині використали метод калібрувального графіку, що ґрунтується на зменшенні потоку світла при проходженні через розчин нафти; дослідження проводили на фотоколориметрі КФК – 2. Для цього готували серію водо-нафтових розчинів із відомою концентрацією нафти у них і знаходили висоти полярографічних хвиль (E). Потім будували графік концентрація – висота полярографічної хвилі. Після побудови калібрувального графіка за величиною висоти полярографічної хвилі, встановленою дослідним шляхом, знаходили концентрацію нафти в суміші.

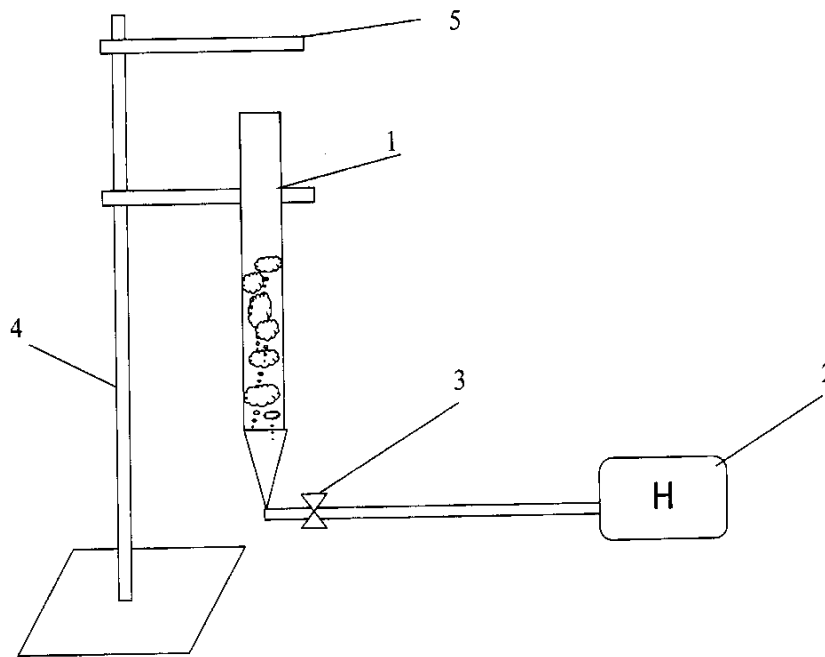


Рис. 1. Схема пристрою для видалення нафти з водо-нафтових сумішей.

1 – бюретка; 2- насос; 3- кран; 4- штатив; 5- штатив, на який підвішувалися зразки адсорбентів.

Було приготовано серію розчинів із різним співвідношенням ПАР у них та нафто-водяній суміші зі шламосховища. Експериментально, у процесі спінювання розчинів, було знайдено оптимальне співвідношення між об'ємом води та розчином ПАР - 8 : 1. Тобто 8 частин води ($71,1 \text{ см}^3$) та 1 частина розчину ПАР ($8,9 \text{ см}^3$) та 20 см^3 нафто-водяної суміші. Вихідна концентрація нафти в досліджуваній суміші складала $3,36 \text{ мг/дм}^3$.

Дослідний розчин в об'ємі $0,03 \text{ см}^3$ переносили мірну колбу об'ємом 100 см^3 , доливали до мітки дистильовану воду і заповнювали кювету для виміру кількості нафти у відібраному зразку. Отриманні середні значення відповідали точкам

на графіку, які визначали значенням концентрації нафти у розчині

Результат виявився значно меншим, ніж передбачалося: концентрація нафти після очистки за допомогою ПАР 1 складала $2,27 \text{ мг/дм}^3$, для ПАР 2 – $2,88 \text{ мг/дм}^3$. Наприклад, у порівнянні з найбільш екологічною ПАР лауретсульфат натрієм ступінь нафтовилучення була меншою у 2,6 рази, тобто самі лише рослинні ПАР погано очищували водо-нафтову суміш від нафти.

На наступному етапі нашого експерименту для покращення вилучення нафти з водо-нафтової суміші ми використали в якості збирача пластинки виготовлені з перероблених відходів упаковок із гладкою і шорсткою поверхнями.

Малишевська О. С.

Розміри пластинок становили 1 см × 10 см.

Додавши рослинні ПАР і провівши флокуляцію упродовж 3 хв., по черзі опускали в отримані розчини по 3 пластинки з гладкою поверхнею, а потім із шорсткою. Поверхню було створено шляхом попередньої активації в механічному ріжучому пристрої з абразивними стінками [17].

Після цього, для порівняння, брали 3 гладких пластинки після змочення їх у ПАР 1 чи ПАР 2 та висушування. Після цього опускали у розчини рослинних ПАР попередніх експериментів. Те ж саме робили з 3 шорсткими пластинками. Отримані результати представлені у табл. 1.

Таблиця 1. Зміна концентрації нафти в водо-нафтовій суміші в залежності від виду ПАР і полімеру та поверхні сорбенту

Поверхня сорбенту	Концентрація нафти після нафто вилучення в водо-нафтовій суміші, мг/дм ³							
	ПЕТФ		ПВХ		ПП		ПЕ	
	ПАР 1	ПАР 2	ПАР 1	ПАР 2	ПАР 1	ПАР 2	ПАР 1	ПАР 2
Гладка (без ПАР на поверхні)	1,063	1,775	0,891	1,512	0,943	1,612	1,0816	1,829
	1,032	1,724	0,882	1,494	0,9196	1,575	1,058	1,789
	1,054	1,732	0,901	1,487	0,939	1,577	1,081	1,791
Шорстка – механічно активована (без ПАР на поверхні)	0,658	1,547	0,562	1,302	0,586	1,399	0,674	1,586
	0,706	1,483	0,503	1,278	0,604	1,352	0,6769	1,536
	0,672	1,581	0,574	1,316	0,599	1,424	0,689	1,613
Гладка (оброблена ПАР)	0,767	1,487	0,656	1,268	0,684	1,351	0,787	1,533
	0,748	1,514	0,649	1,283	0,669	1,372	0,771	1,556
	0,756	1,492	0,646	1,275	0,6736	1,356	0,775	1,539
Шорстка – механічно активована (оброблена ПАР)	0,258	0,684	0,221	0,567	0,230	0,615	0,265	0,697
	0,277	0,653	0,237	0,556	0,247	0,593	0,284	0,673
	0,243	0,672	0,218	0,552	0,229	0,603	0,258	0,683

Для порівняння отриманих результатів із відповідними ГДК розраховано ступінь та відсоток очистки водо-нафтової суміші в залежності від виду рослинної ПАР і

поверхні полімерного сорбенту (рис. 2, 3).

Результатом застосування механічно перероблених відходів полімерної упаковки під час флотації

Малишевська О. С.

є зниження концентрації нафти у водо-нафтовій суміші в середовищі ПАР 1 із: ПЕТФ в 2,2 рази, ПВХ - в 2,5 рази, ПП - 2,4 рази, ПЕ – 2, 1 рази; в середовищі ПАР 2 із: ПЕТФ в 1,6 рази, ПВХ - в 1,9 рази, ПП – 1,8 рази, ПЕ – 1,6 рази;

Додаткова механічна активація відходів полімерної упаковки

збільшує вилучення нафти, під час флотації, із водо-нафтової суміші в якій присутні рослинні ПАР: для ПЕТФ у 3,4 рази з ПАР 1 і в 1,9 рази з ПАР 2; для ПВХ у 4,3 рази з ПАР 1 і в 2,22 рази з ПАР 2; для ПП у 3,8 рази з ПАР 1 і в 1,6 рази з ПАР 2; для ПЕ в 3,3 рази з ПАР – 1 і в 1,8 рази з ПАР – 2.

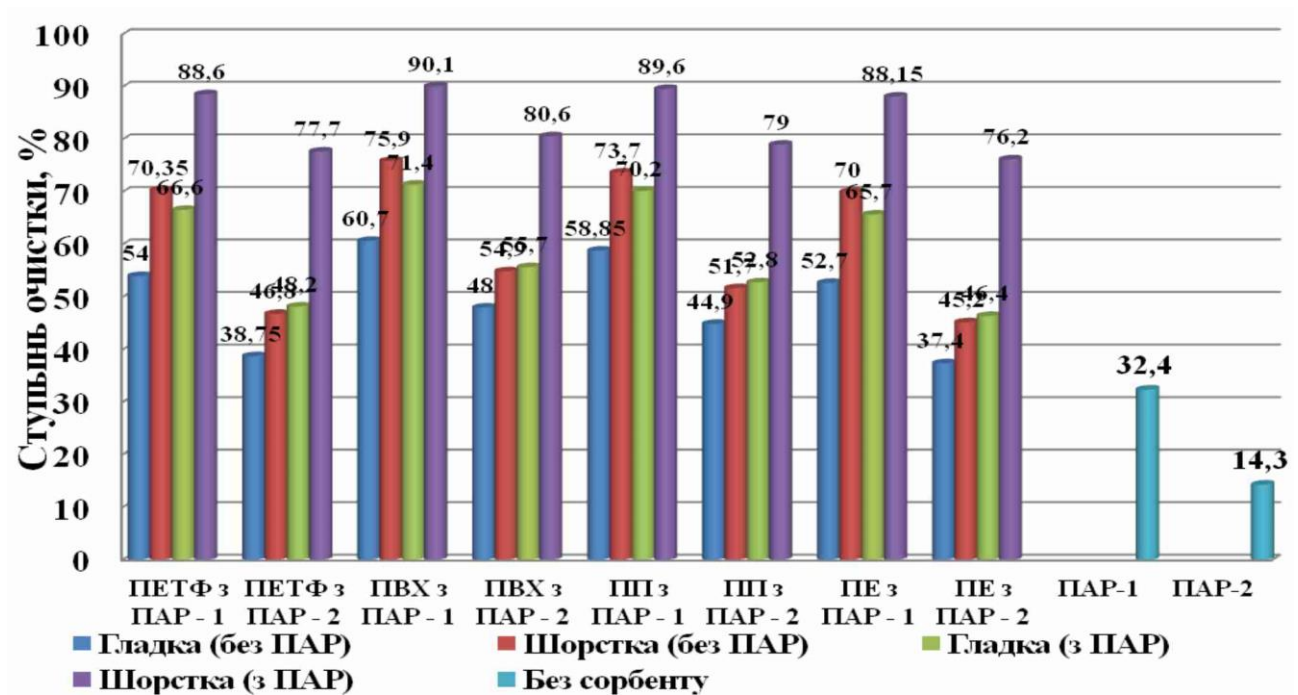


Рис. 2 Відсоток вилучення нафти з водо-нафтової суміші в залежності від виду рослинних ПАР та типу поверхні полімеру

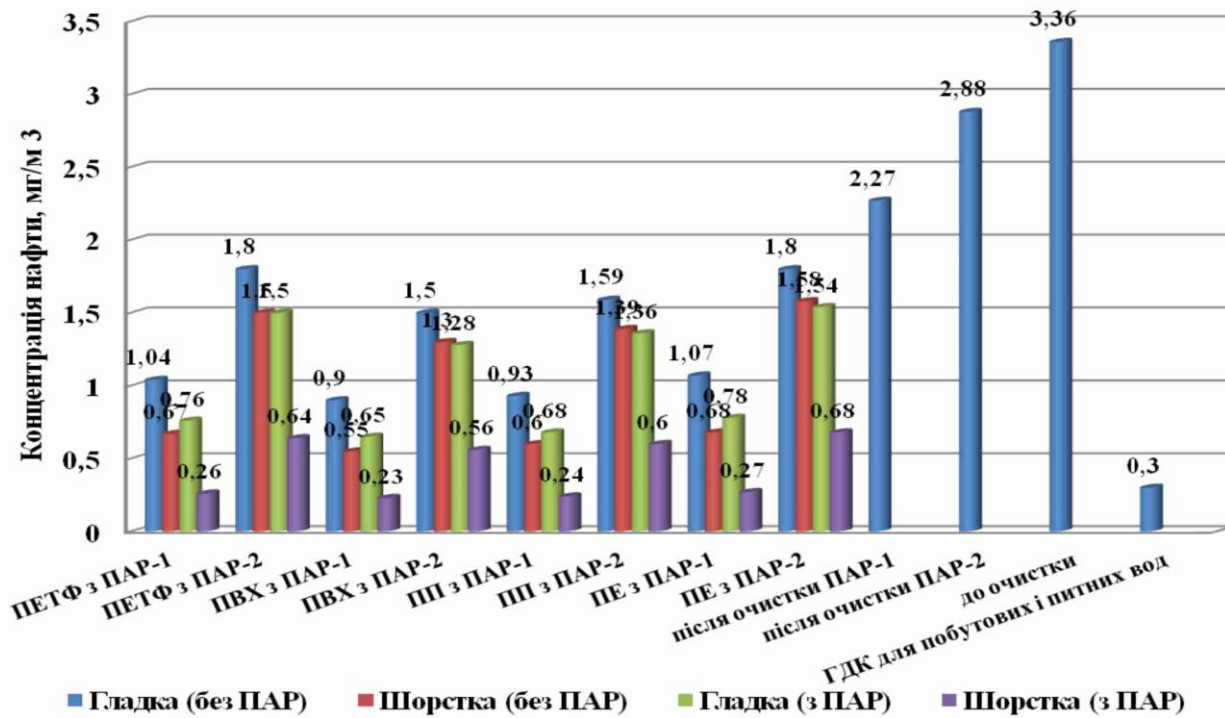


Рис. 3 Ступінь вилучення нафти з водо-нафтової суміші в залежності від виду рослинних ПАР та типу поверхні полімеру

Нанесення на поверхню механічно активованих полімерних відходів розчину ПАР 1 значно збільшує кількість вилученої нафти із водо-нафтових сумішей під час флотації в середовищі ПАР 1: для ПЕТФ у 8,8 раза (на 88,6 %) до 0,243 мг/дм³, що в 1,15 раза нижче гранично допустимої концентрації нафти у воді питного та побутового призначення; для ПВХ відходів в 9,9 раза (на 90,1 %) до 0,218 мг/дм³, що в 1,3 раза нижче ГДК нафти у воді питного та побутового призначення; для ПП відходів в 9,5 раза (на 89,6 %) до 0,229 мг/дм³, що в 1,25 рази нижче ГДК нафти у воді питного та побутового призначення; для ПЕ відходів в 8,4 раза (на 88,15 %) до 0,258 мг/дм³, що в 1,1 раза нижче ГДК нафти у воді питного та побутового призначення.

Висновки та перспективи подальших досліджень.

1. Сконструйовано просту лабораторну установку для флотаційного виділення нафти з нафто-водної суміші за допомогою ПАР. Ефективність очистки водо-нафтових сумішей установкою за допомогою рослинних ПАР із одночасним застосуванням сорбентів із полімерних механічно активованих відходів, поверхня яких вкрита рослинною ПАР, збільшує ступінь очистки водо-нафтових сумішей установкою до 90,1 %

2. Встановлено, що застосування піноутворювача з Мильнянки звичайної під час флотаційного розділення водо-нафтових сумішей, дозволяє вилучити до 32,4 % нафти з сумішей. ПАР з Мильнянки лікарської є екологічно безпечним та

Малишевська О. С.

достатньо ефективним диспергентом, тому її можна рекомендувати для інтенсифікації очищення забрудненої розчищеною нафтою води.

Перспективним напрямом подальших досліджень є розроблення сорбційних матеріалів на основі переробленої сировини з полімерної побутової упаковки з нанесенням на їх поверхню рослинних ПАР. Крім

Список використаних джерел

1. James G. Speight. Pollution prevention. *Natural Water Remediation. Butterworth-Heinemann*. 2020. P. 305-336.

2. <http://www.smitherspira.com/industry-market-reports/packaging/the-future-of-pouch-packaging-to-2021>

3. Feng L., Zhang Z. et al. A superhydrophobic and super oleophilic coating mesh film for the separation of oil and water. *Angew. Chem.* 2004. V. 116. P. 2046–8.

4. Deng D., Prendergast D. P., MacFarlane J. [et al.] Hydrophobic meshes for oil spill recovery devices *ACS. Appl. Mater. Interfaces.* 2013. V. 5. P. 774–81.

5. Zhang L. Wu, J., Wang B. Li. Mechanical and oildurable superhydrophobic polyester materials for selective oil absorption and oil/water separation. *J. Colloid Interface Sci.* 2014. V. 413. P. 112–7.

6. MacDonald I. R., Kammen D. M., Fan M. Science in the aftermath: investigations of the DWH hydrocarbon discharge. *Environ. Res. Lett.* 2014. V.9.1250-06.

7. Мальований М. С. Очищення води від нафтопродуктів природними та модифікованими сорбентами. *Екологія довкілля та БЖД.* 2007. № 4. С. 61 - 65.

8. Prince R. C. Oil spill dispersants: boon or bane? *Environ. Sci. Technol.* 2015. V. 49. P. 6376–84.

9. Mapelli, F., Scoma, A., Michoud, G., Aulenta, F., Boon, N., Borin, S., Kalogerakis, N., and Daffonchio, D., 2017. Biotechnologies for Marine Oil Spill Cleanup: Indissoluble Ties with Microorganisms. *Trends in Biotechnology*, 35 (9), 860–870.

10. Pin Song, Meiling Wang, Jun Di, Jun Xiong, Sirui Zhao, Zheng Li. Reusable

цього, залучення відходів у якості сировини є економічно та соціально привабливим, як для виробництва, для якого вони є практично невичерпною (враховуючи масштаби утворення та тенденцію до щорічного зростання) та безкоштовною сировиною, так і для суспільства в цілому.

Graphitic Carbon Nitride Nanosheet-Based Aerogels as Sorbents for Oils and Organic Solvents. *ACS Applied Nano Materials*, 2020, 3 (8), 8176-181.

11. Zanini, M., Lavoratti, A., Lazzari, L. K., Galiotto, D., Pagnocelli, M., Baldasso, C., and Zattera, A. J., 2017. Producing aerogels from silanized cellulose nanofiber suspension. *Cellulose*, 24 (2), 769–779.

12. Магєррамов А. М., Азизов А. А., Алосманов Р. М., Керимова Э. С., Бунияззаде И. А. Использование полимеров в качестве сорбентов. *Молодой учёный.* 2015. № 4 (84). С. 23-29.

13. R. Wahi, L. Chuah, T. Choong et al. Oil removal from aqueous state by natural fibrous sorbent: an overview. *Sep. Purif. Technol.* 2013. V. 113. P. 51 – 63.

14. Annunciado, TR., Sydenstricker, TH., Amico, SC. (2005). Experimental investigation of various vegetable fibers as sorbent materials for oil spills *Mar. Pollut. Bull.* 50, 1340–6.

15. Bhushan B. *Biomimetics-Bioinspired Hierarchicalstructured Surfaces for Green Science and Technology 2nd edn (Switzerland: Springer).* 2016.

16. Yang X., Chen S., Zhang R. Utilization of two invasive free-floating aquatic plants (*Pistia stratiotes* and *Eichhornia crassipes*) as sorbents for oil removal. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2014. V. 21. P. 781–6.

17. Запольський А. К., Мішкова-Клименко Н. А., Астрелін І. М, Брик М. Т. та ін. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: Підручник; за заг. ред. А.К. Запольського. Київ: Лібра, 2000. 552 с.

18. ДСТУ ISO 7875-1:2012. Якість води. Визначення поверхнево-активних речовин.

Малишевська О. С.

Частина 1. Метод визначення вмісту аніонних поверхнево-активних речовин вимірюванням індексу метиленового блакитного (МБАР) (ISO 7875-1:1996, IDT + ISO 7875-1:1996/Cor 1:2003, IDT). С. 9/

19. Спосіб переробки відходів пляшок поліетиленетрефталату (ПЕТФ): пат. 94992 Україна. МПК В29В 17/00. Опубл. 10.12.2014. Бюл. №23, 8 с.

References

1. James G. Speight. Pollution prevention. *Natural Water Remediation. Butterworth-Heinemann*. 2020. P. 305-336. doi:10.1016/B978-0-12-803810-9.00009-7.
2. <http://www.smitherspira.com/industry-market-reports/packaging/the-future-of-pouch-packaging-to-2021>
3. Feng L., Zhang Z., Mai Z. [et al.] A superhydrophobic and super oleophilic coating mesh film for the separation of oil and water. *Angew. Chem.* 2004. V. 116. P. 2046–8. doi: 10.1002/anie.200353381.
4. D. Deng, D. P. Prendergast, J. MacFarlane [et al.] Hydrophobic meshes for oil spill recovery devices *ACS. Appl. Mater. Interfaces.* 2013. V. 5. P. 774–81. doi: 10.1021/am302338x.
5. Zhang L. Wu, J., Wang B. Li. Mechanical and oil-durable superhydrophobic polyester materials for selective oil absorption and oil/water separation. *J. Colloid Interface Sci.* 2014. V. 413. P. 112–7. doi: 10.1016/j.jcis.2013.09.028.
6. MacDonald, IR., Kammen, DM., Fan, M. (2014). Science in the aftermath: investigations of the DWH hydrocarbon discharge *Environ. Res. Lett.* V.9 P.12-9. doi: 10.1088/1748-9326/9/12/125006
7. Malovanyj, MS. (2007). Purification of water from oil products by natural and modified sorbents [Ochyshchennia vody vid naftoproduktiv pryrodnymy ta modyfikovanymy sorbentamy]. *Ecology of the environment and safety of life.* 4, 61-65.
8. Prince R. C. Oil spill dispersants: boon or bane? *Environ. Sci. Technol.* 2015.V. 49. P. 6376–84/ doi: 10.1021/acs.est.5b00961.
9. Mapelli, F., Scoma, A., Michoud, G., Aulenta, F., Boon, N., Borin, S., Kalogerakis, N., and Daffonchio, D., 2017. Biotechnologies for Marine Oil Spill Cleanup: Indissoluble Ties with Microorganisms. *Trends in Biotechnology*, 35 (9), 860–870. doi: 10.1016/j.tibtech.2017.04.003.
10. Pin Song, Meiling Wang, Jun Di, Jun Xiong, Sirui Zhao, Zheng Li. Reusable Graphitic Carbon Nitride Nanosheet-Based Aerogels as Sorbents for Oils and Organic Solvents. *ACS Applied Nano Materials* 2020, 3 (8), 8176-181. doi.org/10.1021/acsnm.0c01592
11. Zanini, M., Lavoratti, A., Lazzari, L. K., Galiotto, D., Pagnocelli, M., Baldasso, C., and Zattera, A. J., 2017. Producing aerogels from silanized cellulose nanofiber suspension. *Cellulose*, 24 (2), 769–779. Doi/ 10.1007/s10570-016-1142-4
12. Magerramov, AM., Azizov, A.A., Alosmanov, R.M., Kerimova, E.S., Buniyat-zade, I.A. (2015). The use of polymers as sorbents [Ispolzovanie polimerov v kachestve sorbentov]. *Young scientist.* 4 (84), 23-29.
13. R. Wahi, L. Chuah, T. Choong [et al.]. Oil removal from aqueous state by natural fibrous sorbent: an overview. *Sep. Purif. Technol.* 2013. V. 113. P. 51 – 63. doi.org/10.1016/j.seppur.2013.04.015
14. Annunciado, TR., Sydenstricker, TH., Amico, SC. (2005). Experimental investigation of various vegetable fibers as sorbent materials for oil spills *Mar. Pollut. Bull.* 50, 1340–6. doi: 10.1016/j.tifs.2005.07.003.
15. Bhushan B. *Biomimetics-Bioinspired Hierarchicalstructured Surfaces for Green Science and Technology* 2nd edn (Switzerland: Springer). 2016. doi.org/10.1063/PT.3.3696
16. Yang X., Chen S., Zhang R. Utilization of two invasive free-floating aquatic plants (*Pistia stratiotes* and *Eichhornia crassipes*) as sorbents for oil removal. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2014. V. 21. P. 781–6. doi: 10.1007/s11356-013-2232-6.
17. Zapolsky AK, Mishkova-Klimenko NA, Astrelin IM, Brick MT etc. *Physico-chemical bases of sewage treatment technology: [Fizyko-khimichni osnovy tekhnolohiyi ochyshchennya stichnykh vod]*. Textbook; for general ed. A.K. Zapolsky. Kyiv: Libra, 2000. 552 p. (Ukraine).
18. ISO 7875-1:2012. Water quality - Determination of surfactants - Part 1: Methods for determination of anionic surfactants by

Малишевська О. С.

measurement of the methylene blue index (MBAS). P. 9.

19. Malyshevska, O. S., Melnyk, O. D. (2014). Method of processing waste

polyethylene terephthalate (PET) bottles: Patent of Ukraine. B29B 17/00. N 94992; published. 10.12.2014, N 23.

ESTIMATION OF EFFICIENCY REMOVAL OF OIL PRODUCTS DISSOLVED IN WATER BY PROCESSED WASTE OF POLYMER PACKAGING IN THE MEDIUM OF VEGETABLE SURFACTANTS

O. S. Malyshevska

Abstract. Introduction. *Two environmentally hazardous problems have been resolved - water pollution by oil products and the growth of polymer packaging as a component of household waste.*

The goal is to assess the possibility of using sorbents made from household polymeric packaging waste. To evaluate the efficiency of application of vegetable surfactants to the surface of polymeric waste to extract oil products from water.

Objectives: to study the prospects of using surfactants from plant raw materials to increase the release of oil products from water; to establish the suitability of using secondary polymer raw materials from packaging waste for the sorption of oil products; design a plant for separating oil from a mixture of water and oil.

Methods and methodical: hygienic, physicochemical, flotation method of oil sorption of dissolved oil in water, photometric method for determining the amount of oil in water.

Results. It has been established that recycled waste from polymer packaging can be used to purify wastewater from dissolved petroleum products.

Conclusions.. The best degree of water purification from oil products was achieved for mechanically processed polymeric waste of PVC packaging, on the surface of which a vegetable surfactant from medicinal soap was applied. Flotation cleaning using sorbents from polymer packaging wastes was carried out with the addition of a vegetable surfactant to the mixture to be cleaned. The degree of purification reached 90.1 % for PVC.

Key words: *water purification by sorbents, water purification from oil, polymer processing, oil sorbents, sorbents from polymers, oil recovery*

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ УДАЛЕНИЕ РАСТВОРЕННЫХ В ВОДЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТАННЫМИ ОТХОДАМИ ПОЛИМЕРНОЙ УПАКОВКИ В СРЕДЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПАВ

О. С. Малышевская

Аннотация. *Актуальность. Решены две экологически опасные проблемы - загрязнение воды нефтепродуктами и рост полимерной упаковки как составляющей бытовых отходов.*

Цель - обосновать возможность применения сорбентов, изготовленных из бытовых полимерных отходов упаковки с одновременным нанесением на их поверхность экологически безопасных растительных ПАВ, для извлечения

Малишевська О. С.

нефтепродуктов из воды. Задачи: исследовать возможность использования экологически безопасных ПАВ из растительного сырья для увеличения извлечения нефтепродуктов из воды; установить возможность использования вторичного полимерного сырья из отходов упаковки, как сорбентов нефти; сконструировать установку для выделения нефти из нефте-водной смеси.

Методы и методики: гигиенические, физико-химические, флотационный метод нефтеизвлечения растворенной нефти в воде, фотометрический метод определения количества нефти в воде по ГОСТ 17.1.4.01-80.

Результатами исследований установлено, что переработанные отходы из полимерной упаковки можно применять для очистки сточных вод от растворенных нефтепродуктов.

Выводы. Наивысшая степень очистки воды от нефтепродуктов была достигнута для механически переработанных полимерных отходов упаковки из ПВХ на поверхность которых нанесено растительное ПАВ из мыльнянки лекарственной. Флотационную очистку с помощью сорбентов из отходов полимерной упаковки провели с добавлением в очищаемую смесь растительного ПАВ. Степень очистки достигла для ПВХ 90,1 %.

Ключевые слова: *очистка воды сорбентами, очистки воды от нефти, переработка полимеров, нефтяные сорбенты, сорбенты из полимеров, нефтеизвлечение*