

біопродукції, за рахунок порушення фотосинтезу. За літній період 2023 року візуально все ще спостерігається присутність рослинної олії у вигляді пінної плівки на поверхні води.

Необхідно зазначити, що забруднена акваторія Бузького лиману є частиною міграційних шляхів перелітних птахів. За сім місяців спостерігалась загибель різних видів, особливо рибоїдних, причиною смерті яких стало просочене та склеєне олією пір'я, порушення і погіршення аеродинамічних й теплоізоляційних властивостей, переохолодження.

4. Висновки

Україна входить до низки Європейських країн з найменшим забезпеченням власними природними водними ресурсами. Саме тому, першочерговим завданням є захист водних об'єктів від забруднення, особливо під час військових дій.

З іншого боку, вона є найбільшим експортером олії на світовому ринку. Наявність такої кількості потенційно небезпечних підприємств, вимагає відповідних дій у разі аварій, спричинених як війною, так і іншими причинами. Однією з важливих проблем є відсутність відповідної нормативної інформації в українському законодавстві та недостатність досліджень впливу розливів рослинної олії на водну екосистему.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Arularasu Muthaliar Tamothran, Kesaven Bhubalan. (2022). The degradation and toxicity of commercially traded vegetable oils following spills in aquatic environment. *Environmental Research* V. 214, № 3 – P. 113985
2. Pablo Campo, Yuechen Zhao, Makram T. Suidan. (2007). Biodegradation kinetics and toxicity of vegetable oil triacylglycerols under aerobic conditions. *Chemosphere* V. 68, № 11 – P. 2054-2062
3. Про затвердження Гігієнічних нормативів якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 2.05.2022 № 721. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0524-22#n29>

Analysis of the physico-chemical characteristics of the decomposition process of vegetable oil in the contamination of natural waters.

Ushkats S. Yu., Magas N.I., Zholobenko N. Yu.

Admiral Makarov National Shipbuilding University, Mykolaiv, Ukraine

The paper examines the consequences of man-made accidents and the physico-chemical features of the processes of decomposition of vegetable oil and deposition of final products in the water area of the Buzki estuary under the influence of certain factors. The problem of cleaning such pollution requires new approaches and research.

Key words: technogenic accident, vegetable oil, biodegradation.

УДК 628.47:504.064

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ СУМІШІ ПЛАСТИКОВИХ ВІДХОДІВ НА ЯКІСТЬ РІДКОГО ПАЛИВА, ОТРИМАНОГО В РЕЗУЛЬТАТІ ЦИРКУЛЯЦІЙНОГО ПРОЛІЗУ

Жолобенко Н. Ю.

аспірант кафедри екології та природоохоронних технологій Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна

nataliya.zholobenko@nuos.edu.ua

Анотація: Розвиток технологій утилізації пластикових відходів, в яких враховані особливості та закономірності процесів їх термічної деструкції для запобігання або мінімізації попадання небезпечних речовин в навколишнє середовище у наднормативних концентраціях є технічною проблемою. Серед методів утилізації пластикових відходів найбільш перспективним з погляду екологічної безпеки вважається метод піролізу. Технологія циркуляційного піролізу дозволяє змінювати якісний та кількісний склад отриманого рідкого продукту, змінюючи технологічні параметри екологічного піролізного процесу, отримуючи різні екологічно чисті модифікації рідких вуглеводнів, що може в майбутньому мати перспективу практичного використання.

Ключові слова: пластикові відходи, піроліз, циркуляційний піроліз, екологічна безпека, рідке паливо.

Вступ. Пластмаси замінили чимало традиційних матеріалів, завдяки їх довговічності та універсальності, однак ці переваги швидко перетворюються на недоліки, коли йдеться про завершення життєвого циклу продукту. Внаслідок використання пластику, а світове виробництво перевищило 390 млн. тонн, очікується збільшення утворення пластикових відходів, які становлять понад 10% усіх побутових відходів [1].

Серед методів утилізації пластикових відходів найбільшого поширення набули термічні методи спалювання. Найбільш перспективним з погляду екологічної безпеки вважається метод піролізу, який здійснюється за відсутності кисню, що унеможливорює процеси окислення та утворення низки токсичних шкідливих речовин. Але стандартні схеми піролізу мають недоліки, зумовлені невідповідністю комплексного забезпечення екологічної безпеки, як самого процесу, так і отриманих продуктів. Існуючі технології здійснюють проведення процесу в циклічному режимі з додатковими енергетичними витратами, мають складність регулювання технологічними параметрами термодеструкції суміші різнорідних органічних відходів, що негативно впливає на отримання заданого складу кінцевих продуктів.

Розвиток екологічно прийнятних технологій утилізації твердих органічних відходів, в яких враховані особливості та закономірності процесів їх термічної деструкції для запобігання або мінімізації попадання небезпечних речовин в НС у наднормативних концентраціях є технічною проблемою. Вирішення цієї проблеми є основою та умовою покращення екологічного стану об'єктів переробки та утилізації та прилеглих до них територій.

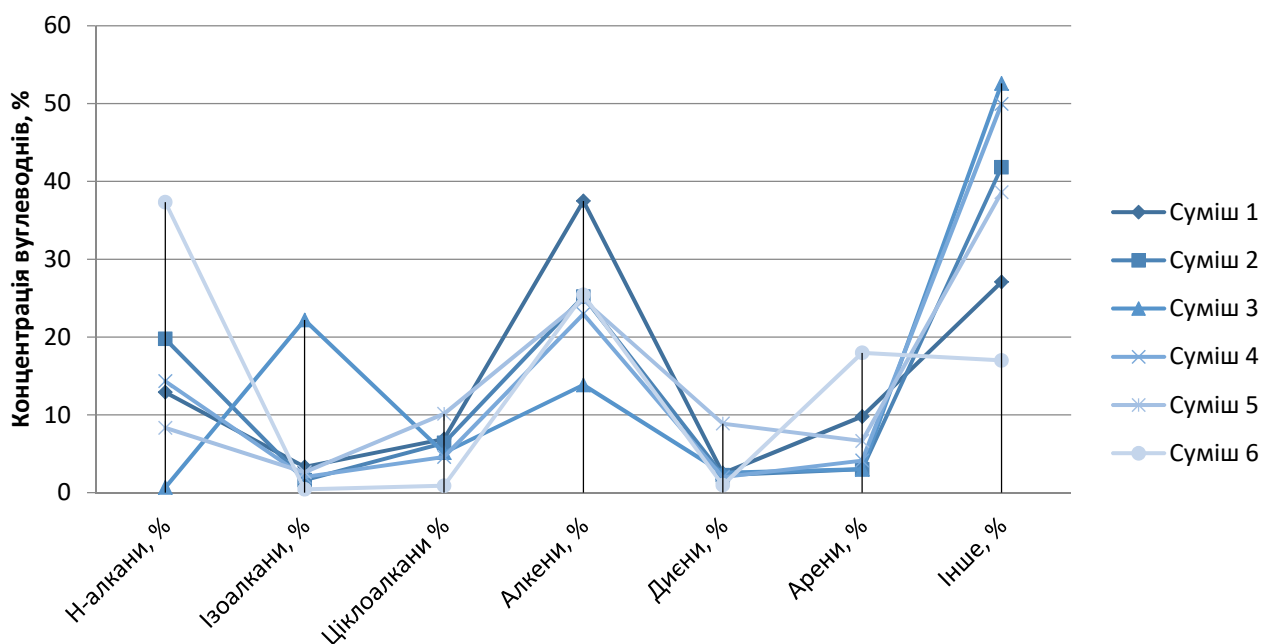
Змішані пластикові відходи є репрезентативним типом відходів у всьому світі, але переробка такого типу відходів економічно і технічно складна, тому що механізм реакції піролізу змішаного пластику може бути непередбачуваним, через взаємодію компонентів суміші які нелегко відокремити один від одного [2, 3, 4]. Аналіз середньостатистичних даних щодо утворення та накопичення пластикових відходів, після попереднього сортування дає співвідношення складових відходів. При цьому із суміші пластикових відходів приблизно 10-20% складають відходи PE, HDPE, LDPE, 3-6% PS, 5-10% PP, 10-15% PET, а переробка суміші таких різноманітних відходів повинна враховувати особливості деструкції кожного компонента.

Оскільки суміш таких різноманітних відходів становлять 80% у твердих побутових відходах, саме вона була досліджена. Вплив складу сировини на вихід продукту та його розподіл оцінювався шляхом проведення експериментів з сумішами, що мають різні співвідношення у складі. Для встановлення параметрів та оцінки факторів, що визначають умови проведення екологічного піролізного процесу, були створені та досліджені суміші полімерних відходів з різним відсотковим вмістом компонентів. Було досліджено технологічні характеристики процесу, а саме температура в контрольних точках, час та хімічний склад отриманої рідкої фракції. Аналізуючи зразки було виявлено, що при утилізації сумішей полімерних відходів при різній температурі та часі, рідкий продукт на виході має наступний склад хімічних компонентів таблиця 1.

Таблиця 1 – Кількісний склад отриманого рідкого продукту в сумішах

Суміш	Температура, °C	Час, хв.	Н-алкани, %	Ізоалкани, %	Ціклоалкани, %	Алкени, %	Диєни, %	Арени, %	Інше, %
№ 1	100	145	12,913	3,329	6,901	37,485	2,501	9,793	27,078
№ 2	150	165	19,753	1,605	6,385	25,193	2,241	3,011	41,813
№ 3	124	225	0,668	22,198	5,1375	13,848	2,553	3,001	52,595
№ 4	165	145	14,330	2,033	4,594	22,968	2,003	4,125	49,947
№ 5	100	105	8,337	2,622	10,13	24,79	8,88	6,649	38,592
№ 6	160	225	37,333	0,423	0,892	25,417	0,972	17,969	16,994

Залежність виходу вуглеводнів від зміни температури процесу циркуляційного піролізу в ході випробувань графічно зображена на рис. 1.

**Рисунок 1 – Залежність виходу вуглеводнів від температури**

Порівнявши графіки залежності виходу вуглеводнів в процесі циркуляційного піролізу у діапазоні температур 100-160°C, можна помітити, що їх концентрація суттєво не змінюється. Зі збільшенням температури, концентрація нормальних парафінів різко зростає, а найбільше ненасичених вуглеводнів утворюється при температурі 100°C. Зі збільшенням температури, концентрація вуглеводнів різко зменшується, а при досягненні температури 150°C збільшується і стабілізується. Утворення ароматичних вуглеводнів змінюється не суттєво, при температурі 160°C їх концентрація різко збільшується, а потім поступово зменшується. Також було помічено, що на концентрацію вуглеводнів впливає тривалість самого процесу. Найменший вихід н-алканів спостерігається в межах 100-145 хв, далі їх кількість починає зростати. Найбільший вихід ізоалканів, зафіксований на початку виходу реактора на режим, з часом проведення процесу їх кількість повільно зменшується. Також було помічено коливання кількості циклоалканів та дієнів, які збільшуються на 145 хв процесу, але зменшуються після трьох годин процесу, число алкенів залишається стабільним. Враховуючи, що технологія циркуляційного піролізу дозволяє змінювати якісний та кількісний склад одержаного палива за рахунок управління температурою, надалі можна отримувати модифікацію рідких вуглеводнів піролізного палива, наближену до традиційного палива для двигунів внутрішнього згорання [5].

Сучасні автомобільні палива є сумішшю компонентів, одержуваних в результаті різних технологічних процесів переробки нафти. Змішування компонентів дозволяє отримувати товарний продукт із заданим показником якості при раціональному використанні фізичних та хімічних властивостей кожного компонента. Така постановка може допомогти практичній реалізації отриманих рідких фракцій методом циркуляційного піролізу. Бензини одержують аналогічно циркуляційному піролізу, розщеплюючи високомолекулярні вуглеводні при температурі вище 315°C утворенням вуглеводнів з меншою молекулярною масою. Порівнявши компонентний склад бензинових фракцій різних процесів переробки нафти зі складом рідких фракцій, отриманих при циркуляційному піролізі табл. 2, можна зробити висновок.

Таблиця 2 – Вуглеводневий склад бензинових фракцій різних процесів переробки нафти та рідкий продукт циркуляційного піролізу

Бензини	Склад вуглеводнів			
	Арені, %	Ціклоалкани, %	Алкани, %	Алкени, %
Прямогінний бензин	3-10	20-30	60-80	1-2
Каталітичний риформінг	40-50	50-60		1-2
Бензин термічного крекінгу	15-35	50-60		15-25
Легка смола піролізу	45-60	10-18		20-28
Рідкий продукт ЦП*	13-30	41-60	8-37	4-18

* усереднені дані рідкого продукту циркуляційного піролізу

Висновки: Кількість аренів в рідкому продукті циркуляційного піролізу відповідає прямогінним бензинам. Кількість алканів при модифікації вуглеводнів, найбільш наближена до бензину, отриманого за технологією каталітичного риформінгу, а кількість алкенів, до термічного крекінгу. У складі отриманого продукту присутні всі складові традиційних сортів бензинів, а з урахуванням того, що товарні бензини виготовляють, як правило, змішуванням кількох компонентів, практичне використання отриманого продукту в цій галузі має перспективу. Змінюючи технологічні параметри піролізного процесу, можна отримати у складі рідкого продукту різні екологічно чисті модифікації рідких вуглеводнів з метою їх використання як добавки до традиційних видів пального.

Література

- [1]. Plastics – the Facts 2022. https://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2022/10/PE-PLASTICS-THE-FACTS_V7-Tue_19-10-1.pdf.
- [2]. Yu, J.; Sun, L.; Ma, C.; Qiao, Y.; Yao, H. Thermal degradation of PVC: A review. Waste Manag. 2016, 48, P. 300-314.
- [3]. Park, C.H.; Jeon, H.S.; Park, J.K. PVC removal from mixed plastics by triboelectrostatic separation. J. Hazard. Mater. 2007, 144, P. 470-476.
- [4]. Chemical Recycling of Mixed Plastic Wastes by Pyrolysis – Pilot Scale Investigations Michael Zeller, Niklas Netsch, Frank Richter, Hans Leibold, Dieter Stapf DOI: 10.1002/cite.202100102. Chem. Ing. Tech. 2021, 93, No. 11, P. 1-9.
- [5]. L. M. Markina, N. Yr. Zholobenko, S. Yr. Ushcats, Investigation of the influence of the physicochemical characteristics of waste on the quality of liquid fuel products from them, obtained by multi-loop recirculation pyrolysis, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering 106/1 (2021) 20-33. DOI: <https://doi.org/10.5604/01.3001.0015.0526>

Study of the interaction of a mixture of plastic waste on the quality of liquid fuel obtained as a result of circulation pyrolysis

Zholobenko N. Yu. Department of Ecology and Environmental Protection Technologies of the Admiral Makarov National Shipbuilding University.

Abstract: The development of technologies for the utilization of plastic waste, which take into account the peculiarities and regularities of the processes of their thermal destruction in order to prevent or minimize the ingress of dangerous substances into the environment in above-standard concentrations, is a technical problem. Among the methods of disposal of plastic waste, the pyrolysis method is considered the most promising from the point of view of environmental safety. Circulation pyrolysis technology allows you to change the qualitative and quantitative composition of the obtained liquid product, changing the technological parameters of the ecological pyrolysis process, obtaining various environmentally friendly modifications of liquid hydrocarbons, which may have the prospect of practical use in the future.

Key words: plastic waste, pyrolysis, circulation pyrolysis, environmental safety, liquid fuel.

УДК 502.573

ХІМІЧНЕ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ПІД ЧАС ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ

Тарасов І. В.

кандидат хімічних наук, доцент, доцент, доцент кафедри соціальних та загальнотехнічних дисциплін

Первомайський навчально-науковий інститут

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

tarasov.i.vad@gmail.com

Анотація: За час перебування України в стані збройного конфлікту і особливо з початком повномасштабного вторгнення екологічна ситуація в державі різко погіршилась. Одна із основних причин – забруднення водних об'єктів хімічними речовинами. Причинами є багато факторів: експлуатація, мінування, руйнування вибухами, пожежі.

Ключові слова: екоцид; хімічні забруднення; гідротехнічні споруди; військові дії.

Вступ. Екологічна наука класифікує забруднення за природою їх походження: механічні, фізичні, біологічні, геологічні та хімічні. Зазвичай, деякі з них виникають одночасно або послідовно, але в наслідок однієї і теж самої причини, події, явища. Зрозуміло, що всі ці види забруднення, на жаль, існували в нашій країні завжди. Але з початком АТО та, особливо, під час повномасштабного вторгнення екологічний стан в Україні суттєво погіршився.

Метою роботи є аналіз причин виникнення хімічних забруднень водних об'єктів, їх наслідки та можливі шляхи мінімізації впливу саме хімічних факторів.

Основна частина. Відомо, що в країні ще до 2014 року існували помітні проблеми з різними водними ресурсами: річками, озерами, морями, водосховищами тощо. Вода використовується промисловими об'єктами, сільським господарством, енергетикою, комунальним господарством, транспортною галуззю тощо. Для цього використовують низьку технологій пов'язаних з водопідготовкою, очисткою, обробкою стічних вод. Тому дуже важливо розглянути та проаналізувати саме хімічне забруднення водних ресурсів, тому що, можливо, доведеться змінювати технології водопідготовки у зв'язку із специфічними забрудненнями, які виникли внаслідок військових дій на території і територіальних водах України.

Екологічні злочини російських окупантів вже характеризуються як екоцид. Цей термін з'явився після завершення військових дій в Камбоджі, В'єтнамі та інших війнах 60-70х років