

## РЕГЕНЕРАЦІЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ІНДУСТРІАЛЬНИХ ОЛИВ СУМІШЕВИМИ СОРБЕНТАМИ

<sup>1</sup>Вінницький національний технічний університет

<sup>2</sup>Вінницький транспортний коледж

### Анотація

Обґрунтована доцільність та досліджена можливість використання попередньо регенованої суміші сорбентів, що складалась із активованого вугілля та кізельгуру, для регенерації відпрацьованих індустриальних олив. Встановлено основні фізико-хімічні властивості регенованої індустриальної оливи, що вказує на ефективність і технологічність дослідженого методу очищення та можливість повторного її використання за цільовим призначенням

**Ключові слова:** відпрацьовані індустриальні оливи, адсорбція, активоване вугілля, кізельгур, регенерація

### Abstract

*The feasibility of using a pre-regenerated mixture of activated sorbents consisting of activated carbon and kieselguhr for the regeneration of waste industrial oils have been investigated. The basic physicochemical properties of regenerated industrial oil have been established, which indicates the efficiency and manufacturability of the purified method of purification and the possibility of its reuse for the intended purpose.*

Keywords: used industrial oils, adsorption, activated carbon, kieselguhr, regeneration

Світовий досвід індустриально розвинених країн свідчить про беззаперечну енергетичну та економічну доцільність регенерації відпрацьованих олив [1-3]. В таких країнах частка регенованих олив (від загального обсягу їх виробництва) становить близько 30%, а в Німеччині цей показник ще більше і сягає взагалі 55%. При цьому німецьке законодавство зобов'язує виробника олив додавати при їх виробництві не менше 10% так званої refining base oil – відновленої оливи. Необхідно зазначити, що на виробництво 1 л олив вакуумною перегонкою нафти необхідно 1 барель (159 л) сирої нафти [4]. Це свідчить про те, що виробництво оливи є самим цінним продуктом переробки нафти, тому, з метою раціонального використання цього важливого для України природного ресурсу, відпрацьовані оливи необхідно розглядати як вторинну промислову сировину. Однак, згідно до статистичних даних в Україні збирається близько 25% відпрацьованих олив від загального об'єму їх використання, а регенерується лише 15%, що складає близько 3% від загального об'єму споживання. При цьому значна частина, наприклад, відпрацьованих олив приватних транспортних засобів (30–50%) потрапляє у навколишнє середовище або каналізацію, що порушує Постанову Кабміну України № 1221 від 17.12.12, якою затверджено «Порядок збирання, видалення, знешкодження та утилізації відпрацьованих мастил (олив)».

Сьогодні для регенерації відпрацьованих олив використовуються різноманітні фізичні методи (відстоювання, фільтрування, відцентрове очищення, вакуумна дистиляція), що дозволяє вилучати механічні домішки, воду та легкі вуглеводні [3, 4]. Фізико-хімічні методи (коагуляція, адсорбція, йоннообмінне очищення, екстракція) дозволяють частково або повністю вилучати кислі або смолисто-асфальтенові речовини [5-10, 14]. Використання хімічних методів очищення відпрацьованих олив (сульфатне, лужне або гідроочищення) дозволяє практично повністю очистити оливу від забруднювачів та максимально наблизити їх до фізико-хімічних показників чистих олив [1, 4, 11]. Необхідно зазначити, що вибір методу регенерації відпрацьованих олив залежить як від ступеню забруднення/деструкції відпрацьованих олив, так і від можливостей повторного їх використання, економічних, технологічних можливостей підприємства та ряду інших факторів.

Мета даної роботи – дослідження адсорбційного методу очищення (регенерації) відпрацьованих індустриальних олив з використанням регенованого сумішевого сорбенту. Для дослідження адсорбційного очищення/регенерації була використана відпрацьована олива I-40A (ВІО) стендового гідроприводу екскаватора навчальної лабораторії кафедри технологій та автоматизації машинобудування факультету машинобудування та транспорту Вінницького національного технічного університету.

В низці робіт [6–10, 13, 14] відмічається, що очищення/регенерація відпрацьованих олив штучними або природними сорбентами є ефективним і простим в технологічному відношенні методом. З метою дослідження можливості регенерації відпрацьованих індустриальних олив нами були використані відпрацьований сумішний сорбент (АВ + К) очищення цукрового сиропу виробництва безалкогольних напоїв (ВФ «Панда», м. Вінниця). До складу зазначеного сумішного

сорбенту (АВ + К) входили природні сорбенти марки Бекогур/ Vesogur 3500 і Бекогур/ Vesogur 200 та активоване вугілля марки Деколар А. При цьому Бекогур 3500 – це грубий кізельгур (діатомова земля) фіксованого гранулометричного складу, який забезпечує необхідну швидкість та глибину фільтрації. Бекогур 200 – це кізельгур дуже мілкового гранулометричного складу з високою ефективністю фільтрування. Активоване вугілля марки Деколар А – високоактивний сорбент з питомою поверхнею адсорбції 1500 –1800 м<sup>2</sup>/г, що широко використовується в харчовій промисловості. На нашу думку, такий склад сорбентів різної хімічної природи, що характеризується різною питомою поверхнею адсорбції повинен був забезпечити необхідну глибину та якість очищення індустріальних олив. При цьому обов'язковою умовою ефективного використання досліджених сорбентів (АВ+К) була їх регенерація, проведена за умов, що наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати регенерації суміші сорбентів

Номер прикладу	Сумішевий сорбент (АВ + К)	Умови регенерації							Сорбційна ємність за йодом, (відносні %)*
		Обробка розчином NaOH, (%)			Обробка розчином HCl, (%)				
		0,0	0,5	1,0	0,0	1,0	2,0	4,0	
1	регенерований	–	+	–	+	–	–	–	90,3
2	регенерований	–	–	+	+	–	–	–	96,7
3	регенерований	+	–	–	–	+	–	–	83,8
4	регенерований	+	–	–	–	–	+	–	84,0
5	регенерований	+	–	–	–	–	–	+	87,0
6	регенерований	–	–	+	–	–	–	+	100,0
7	нерегенерований	–	–	–	+	–	–	–	58,0
8	вихідний	+	–	–	+	–	–	–	100,0

\* – За 100 % приймали сорбційну ємність суміші активованого вугілля та кізельгуру до її використання в технологічному процесі (вихідний сумішевий сорбент).

Наведені в табл. 1 дані свідчать, що регенерація суміші сорбентів (прикладі 1, 2) тільки розчином NaOH дозволяє збільшити їх сорбційну ємність у порівнянні з нерегенованою сумішшю сорбентів (приклад 7) на 32,3–38,7%. Регенерація сумішевих сорбентів (приклад 3, 4, 5) тільки розчином HCl менш ефективна і сорбційна ємність, при цьому збільшується лише на 25,8–29,0%. Найкращого результату було досягнуто при сумісній обробці суміші сорбентів розчинами NaOH та HCl (приклад 6), сорбційна ємність при цьому збільшилась на 42% та досягала значення ємності сорбентів (АВ + К), яку вони мали до їх технологічного використання при очищенні цукрового сиропу. Таким чином, наведені дані (приклад 1–8) свідчать про можливість ефективної регенерації суміші активованого вугілля та кізельгуру та повторного їх цільового використання для очищення/ регенерації відпрацьованих індустріальних олив.

При дослідженні очищення відпрацьованої індустріальної оливи методом адсорбції нами були встановлені такі оптимальні технологічні параметри її регенерації:

- швидкість перемішування 1000–1200 об/хв;
- співвідношення (АВ + К):(ВІО)=1 : 10÷20;
- температура процесу адсорбції 20–25 °С;
- час процесу адсорбції 30–60 хв.

Адсорбент відділяли від очищеної індустріальної оливи фільтруванням під вакуумом на фільтрі Шотта, а ефективність очищення/ регенерації індустріальної оливи встановлювали визначенням основних її фізико-хімічних характеристик згідно до нормативних документів. Отримані за наведеними методиками основні фізико-хімічні характеристики досліджених індустріальних олив наведено в табл. 2.

При цьому адсорбційне очищення ВІО із масовим співвідношенням (АВ + К) : (ВІО) = 1 : 20 покращує фізико-хімічні характеристики оливи І-40А: зменшуються кислотне число у 1,7 рази, масова частка води у 3,0 рази, оптична густина у 1,2 рази; задовільними є і показники кінематичної в'язкості та температури спалаху продукту, однак сумарні показники очищеної ВІО поступаються таким, що характеризують «чисту» промислову оливу І-40А SN 300. У випадку адсорбційного очищення з використанням масового співвідношення (АВ + К) : (ВІО) = 1 : 10 отримані фізико-хімічні характеристики регенованої індустріальної оливи суттєво перевершують ті, що були отримані при використанні співвідношення (АВ + К) : (ВІО) = 1 : 20. У цьому випадку регенована олива лише за двома показниками: кислотним числом та оптичної густині поступаються «чистій» оливі І-40А SN 300. Проміжні значення фізико-хімічних характеристик регенованих олив були

отримані при використанні масового співвідношення (АВ + К) : (ВІО) = 1 : 15. Однак, не зважаючи на відмінність отриманих фізико-хімічних характеристик регенованої індустріальної оливи І-40А, що наведені у табл. 2, визначальним є те, що адсорбційне очищення відпрацьованих індустріальних олив з використанням сумішних сорбентів (АВ + К) є ефективним і технологічним. Про це свідчить і близькість основної характеристики індустріальних олив, а саме кінематичної в'язкості. Для оливи І-40А SN 300 вона складає 61–75 мм<sup>2</sup>/с, а для регенованої нами індустріальної оливи 73 мм<sup>2</sup>/с.

Таблиця 2 – Фізико-хімічні характеристики індустріальних олив

№ з/п	Найменування показника	Олива І-40А SN 300*	Відпрацьована олива (ВІО) І-40А	Регенована олива			Умови регенерації	
				Масове співвідношення (АВ + К) : (ВІО)			Температура, °С	Час, хв
				1:10	1:15	1:20		
1	Кінематична в'язкість при 40 °С, мм <sup>2</sup> /с	61–75	70	73	72	71	20–25	30–60
2	Масова частка води, % мас.	сліди	0,15	сліди	сліди	0,05	20–25	30–60
3	Кислотне число, мг КОН/г,	0,05	0,81	0,09	0,22	0,37	20–25	30–60
4	Оптична густина, D <sub>470</sub>	0,082	0,362	0,093	0,210	0,298	20–25	30–60
5	Температура спалаху відкритому тиглі, °С	220	210	220	218	212	20–25	30–60
6	Механічні домішки, % мас.	відсутні	0,23	відсутні	відсутні	відсутні	20–25	30–60
7	Густина, г/мл	0,886	0,900	0,890	0,895	0,897	20–25	30–60

\* – Виробник «Делфін Індастрі Україна, Чернігівська обл., ГОСТ 29799-88.

Таким чином, проведені дослідження вказують на те, що регеновані індустріальні оливи можуть бути використані повторно для свого цільового призначення, або виступати базовою основою при розробці, наприклад, високотемпературних та високонавантажувальних мастил спеціального призначення [15].

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Т.І Червінський, О.Б. Гринишин, Б.О. Корчак, «Регенерація відпрацьованих моторних мастил у присутності карбаміду», збірник наукових праць /відп. Редактор Чухрай Н.І. – Л.: Вид-во «Львівська політехніка», с. 158-162, 2015.
2. С.Э. Майборода, «Целевые продукты переработки (утилизации) отработанных масел производителем смазочных материалов в Российской Федерации», *Экологический вестник России*, № 11, с.23-26, 2013.
3. А.Б. Григоров, И.С. Наглюк, «Техническое обслуживание транспортных машин и регенерация отработанных масел» *Вісник СевНТУ: збірник наукових праць. Серія: Машинобудування та транспорт*, Вип.142, с. 44-47, 2013.
4. Курмаев Р. Н., Глушанкова И. С., Вайсман Я. И. Выбор и обоснование метода утилизации отработанных масел на крупных промышленных предприятиях // *Транспорт. Транспортные сооружения. Экология*. – 2016. - №1. – с. 38 – 51.
5. В.О. Гриценко, Н.С. Орлов, «Применение микрофльтрации для регенерации отработанных моторных масел», *ВИНИТИ. Серія. Критические технологии. Мембраны*, № 16, с. 10-16, 2002.
6. Н. Б. Сахибов, «Физико-химические основы регенерации отработанных индустриальных масел природными сорбентами», автореф. дис. . . к.т.н., Институт химии им. В.И. Никитина АН Республ. Таджикистан, Душанбе, 2012.
7. В.Ю. Филоненко, «Регенерация отработанных технических масел с использованием модифицированных природных глинистых сорбентов», автореф. дис. . . к.т.н., Липецкий государственный технический университет, РФ, М., 2004.
8. В.А. Заматырина, «Метод очистки сточных вод от тяжелых металлов и нефтепродуктов с использованием модифицированного органобентонита», автореф. дис. . . к.т.н. Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина, РФ, Саратов, 2015.
9. Е.О. Коваль, М.С. Богомолов, Э.А. Майер, В.Г. Бандалетов, «Адсорбционная очистка отработанного трансформаторного масла с использованием промышленных монтмориллонитсодержащих сорбентов», *Изв. Томского политех. ун-та*, т.310 (№3), с.86-89, 2007.
10. А.Ф. Хужакулов, Б.Б.Тухтаев, «Адсорбционная очистка турбинного масла Тп-30», *Молодой ученый*, № 2, с. 252-254, 2016.
11. Б.О. Корчак, Т.І. Червінський, О.Б. Гринишин, «Термоокислювальна регенерація відпрацьованих індустріальних олив», *Вісник Нац. ун-та «Львівська політехніка». Серія: Хімія, технологія речовин та їх застосування*, № 841, с.102-107, 2016.
12. А. П. Ранский, О. С. Худоярова, О. А. Гордиенко, Т. С. Титов, и Р. Д. Крикливый, «Регенерация смеси сорбентов после очистки оборотных вод производства безалкогольных напитков», *Хімія і технологія води*, т. 41, № 5, с. 537–544, 2019.
13. П.И. Шашкин, И.В. Брай, «Регенерация отработанных нефтяных масел». -М.: *Химия*, 301 с, 1970.
14. Е.В. Полункін, С.Н. Зубенко, Г.В. Корис, «Адсорбційне очищення турбінних олив за допомогою природних сорбентів – бентонітових глин», *Вісник НАУ*, №1, с. 253-257, 2009.
15. Десульфурізація промислових водно-лужних розчинів та отримання нових пластичних мастил/[О.С. Худоярова, О.А. Гордієнко, А.В. Блажко та ін.] // матеріали 3-ої міжнародної науково-практичної конференції «Водопостачання та водовідведення: проектування, будова, експлуатація, моніторинг»/ уклад.: Д. Орачевська, Н. Вронська. – Львів: *В-цтво Львівської політехніки*, с. 138-139, 2019.

**Гордієнко Ольга Анатоліївна** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри хімії та хімічної технології, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

**Тітов Тарас Сергійович** – канд. хім. наук, доцент кафедри хімії та хімічної технології, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [tarastitov88@gmail.com](mailto:tarastitov88@gmail.com)

**Красій Тетяна Вікторівна** – спеціаліст, викладач хімії, теорії розвитку і припинення горіння, екології циклової комісії природничо-математичних та фундаментальних дисциплін, Вінницький транспортний коледж, м. Вінниця

**Olga A. Gordienko** – Ph.D.(Eng.), Docent, Associate Professor at the Department of Chemistry and Chemical Technology, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

**Taras S. Titov** – Cand. Sc. (Chemistry), Associate Professor of the Department of Chemistry and Chemical Technology, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [tarastitov88@gmail.com](mailto:tarastitov88@gmail.com)

**Tetiana V. Krasiy** – Specialist, Lecturer of chemistry, theory of development and cessation of combustion, ecology of the Cycle commission of natural-mathematical and fundamental disciplines, Vinnytsia transport college, Vinnytsia