

УДК 504.064.4

*Ганошенко О.М., к.т.н., ст. викладач
кафедри прикладної екології та природокористування
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
<https://orcid.org/0000-0002-9818-4084>, elena.ganoshenko26@gmail.com*

ОЦІНЮВАННЯ РОЗРОБЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДПРАЦЬОВАНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ МАСЛЯНИХ ФІЛЬТРІВ НА ВІДПОВІДНІСТЬ ЕКОЛОГІЧНИМ ВИМОГАМ

***Анотація.** Для утилізації та перероблення відходів автомобільного транспорту в Україні необхідно розроблення відповідних технологій та впровадження виробничих, технічних й економічних умов. При експлуатації автомобілів виникає велика кількість матеріалів, які потребують своєчасної заміни. Серед них і фільтри, що застосовуються для очищення палива та масла, які забруднені нафтопродуктами та продуктами зносу двигуна. Небезпечними його елементами є: папір, відпрацьоване масло, механічні домішки. Такий тип відходів віднесений до 3 класу небезпеки, а отже потрібно його утилізувати з обов'язковим вилученням небезпечного, та в водночас ресурсоцінного компонента – відпрацьованого масла. Показано, що існуючі методи перероблення таких промислових відходів мають загальні способи поводження з окремими їх компонентами, і не існує технології їх повної нейтралізації. Розроблена екологічно безпечна комплексна технологія утилізації відпрацьованих автомобільних масляних фільтрів, що складається з двох етапів, перший це промивання фільтрувального паперу відпрацьованих автомобільних фільтрів екологічно безпечним мийним розчином з вилученням залишкового автомобільного масла. Другий – аналіз кількісно-якісного складу димових газів при спалюванні промитого фільтрувального паперу й оцінювання даної технології на відповідність екологічним вимогам. Проведений розрахунок розсіювання забруднювальних речовин у приземному шарі атмосфери при утилізації фільтрувального паперу шляхом спалювання показав, що у зоні можливого розміщення житлової забудови (100 м) концентрації досліджуваних речовин не перевищують 1 ГДК.*

***Ключові слова:** автомобільні фільтри, автотранспорт, відпрацьовані масла, екологічні вимоги, гранично допустимі концентрації, технологія утилізації.*

UDC 504.064.4

***Hanoshenko O., PhD**
Department of Applied Ecology and Environmental Sciences
National University "Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic"
<https://orcid.org/0000-0002-9818-4084>, elena.ganoshenko26@gmail.com*

EVALUATION OF THE DEVELOPED TECHNOLOGY OF UTILIZATION OF THE FULFILLED AUTOMOBILE OIL FILTERS ON CONFORMITY TO ECOLOGICAL REQUIREMENTS

***Abstract.** For the utilization and processing of road transport waste in Ukraine it is necessary to develop appropriate technologies and implement production, technical and economic conditions. During the operation of cars there is a large number of materials that need timely replacement. Among them are filters used to clean fuel and oil that are contaminated with petroleum products and engine wear products. Dangerous its elements are: paper, waste oil, mechanical impurities. This type of waste is classified as hazard class 3, so it must be disposed of with the mandatory disposal of hazardous, but at the same time resource-intensive component - waste oil. It is shown that the existing methods of processing such industrial waste have common ways of dealing with their individual components, and*

there is no technology for their complete neutralization. The ecologically safe complex technology of utilization of the fulfilled automobile oil filters consisting of two stages is developed, the first is washing of a filter paper of the fulfilled automobile filters by ecologically safe washing solution with removal of residual automobile oil. The second - the analysis of quantitative and qualitative composition of flue gases during combustion washed filter paper and evaluation of the technology to meet environmental requirements. The calculation of the scattering of pollutants in the surface layer of the atmosphere during the utilization of filter paper by incineration showed that in the area of possible housing (100 m) the concentration of the studied substances does not exceed 1 MPC.

Key words: *automobile filters, motor transport, waste oils, ecological requirements, maximum permissible concentrations, utilization technology.*

Вступ. В Україні більшість транспортних засобів, які втратили експлуатаційну цінність, будуть здані на металобрухт. Деякі частини транспортного засобу вилучаються та переробляються або розбираються, як запасні частини, а решта непотрібних деталей та матеріалів просто вивозяться на звалище. Ця ситуація пов'язана з економічними недоліками перероблення всього автомобіля, відсутністю спеціальних технологій, а також належної системи контролю. Матеріали та деталі відпрацьованих автомобілів можна переробляти та утилізувати як вторинну сировину. Для утилізації та перероблення відходів автомобільного транспорту в Україні необхідно розроблення відповідних технологій та впровадження виробничих, технічних й економічних умов.

При експлуатації автомобілів виникає велика кількість матеріалів, які потребують своєчасної заміни. Серед них і фільтри, що застосовуються для очищення палива та масла, які забруднені нафтопродуктами та продуктами зносу двигуна. Небезпечними його елементами є: папір, відпрацьоване масло, механічні домішки. Такий тип відходів віднесений до 3 класу небезпеки, а отже потрібно його утилізувати з обов'язковим вилученням небезпечного, та в водночас ресурсоцінного компонента – відпрацьованого масла. Адаже за умови можливого його потрапляння у довкілля буде забруднене ґрунтове, повітряне середовище, внаслідок міграційних властивостей нафтопродуктів і ґрунтові води. Тому одним з найважливіших моментів для забезпечення безпеки екосистем є запобігання надходження шкідливих речовин, через встановлену загрозу таких відходів для навколишнього середовища та вміст ресурсоцінних компонентів, які можна повторно використати.

Мета роботи. Огляд сучасного стану вирішення проблеми впливу відходів автотранспортного комплексу демонструє високий рівень досліджень різних аспектів даної галузі. Робота присвячена подальшим дослідженням технології утилізації забрудненого фільтрувального паперу відпрацьованих автомобільних масляних фільтрів, а також проведено оцінювання запропонованої методики на відповідність екологічним вимогам.

Методика досліджень. На основі результатів аналізу теоретичних та практичних досліджень проблеми утилізації автомобільних відходів зроблено висновок, що способи поводження з автомобільними масляними фільтрами потребують подальшого систематизованого та конкретизованого підходу [1–4]. Показано, що існуючі методи перероблення таких промислових відходів мають загальні способи поводження з окремими їх компонентами, і не існує технології їх повної нейтралізації.

Можна виділити основні методи перероблення відпрацьованих автомобільних масляних фільтрів. Процес утилізації яких ділиться на кілька етапів: спочатку масло вичавлюється з фільтра, потім вони пресуються і ущільнюються, після чого подрібнюються, розподіляють на фракції й відправляють на спалювання. Але такі технології мають багато очевидних недоліків:

- не відповідність екологічним вимогам, що спричиняє навантаження на навколишнє середовище;

- частина моторного масла залишається у фільтрі, що ускладнює його використання в якості металобрухту;

- спалювання супроводжується виділенням важких металів, що робить неможливим повторне використання сталевих компонентів для економії природних ресурсів;
- ускладнене відділення паперу та металевого елемента фільтра плюс відбувається випаровування масла;
- потрібна ручна праця, а продуктивність процесу перероблення та утилізації низька.

Такі недоліки обумовлюють необхідність вивчення впровадження методів утилізації відпрацьованих автомобільних масляних фільтрів для зменшення техногенного навантаження на навколишнє середовище. Технологія утилізації таких відходів повинна включати розбирання фільтра на складові частини, очищення фільтрувального паперу та вилучення автомобільного масла, потім спалювання та використання отриманого тепла за умов обов'язкового дотримання екологічних вимог.

Розроблена екологічно безпечна комплексна технологія утилізації відпрацьованих автомобільних масляних фільтрів, що складається з двох етапів, перший це промивання фільтрувального паперу відпрацьованих автомобільних фільтрів екологічно безпечним мийним розчином з вилученням залишкового автомобільного масла. Другий – аналіз кількісно-якісного складу димових газів при спалюванні промитого фільтрувального паперу й оцінювання даної технології на відповідність екологічним вимогам [5–7].

Розрахунок викидів забруднювальних речовин в атмосферу при утилізації фільтрувального паперу відпрацьованих автомобільних масляних фільтрів за рахунок спалювання його в печі виконано розрахунковим методом відповідно діючих методик [8–13]. Під час спалювання органічного палива в енергетичних установках у атмосферне повітря разом з димовими газами надходять забруднювальні речовини та парникові гази. Згідно з методикою [10] обліковуються такі забруднювальні речовини та парникові гази: речовини у вигляді суспендованих твердих частинок;

- оксиди сірки SO_x у перерахунку на діоксид сірки або сульфур (IV) оксид SO_2 ;
- оксиди азоту NO_x у перерахунку на нітроген (IV) оксид NO_2 ;
- карбон (II) оксид CO ;
- важкі метали та їх сполуки;
- карбон (IV) оксиду CO_2 ;
- метан CH_4 .

Валові викиди забруднювальних речовин та парникових газів визначаються на основі:

- постійних вимірювань концентрацій забруднювальних речовин у димових газах енергетичних установок;
- розрахункових методів за даними про витрати та склад використаного палива і характеристики енергетичних та газоочисних установок.

Тому визначення валових викидів забруднювальних речовин, що утворюються при спалюванні фільтрувального паперу відпрацьованих автомобільних масляних фільтрів виконано шляхом вимірювань за допомогою приладів з подальшим розрахунком.

Сульфур (IV) оксид (SO_2):

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot B \cdot S^r \cdot (1 - n'_{SO_2}) \cdot (1 - n''_{SO_2}) \text{ [кг/год]} \quad (1)$$

$$G_{SO_2} = M_{SO_2} / 3,6 \text{ [г/с]} \quad (2)$$

де B – витрата палива (кількість фільтрувального паперу $B = 12$ кг/год);

S^r – вміст сірки на робочу масу, $S^r = 0,3$ %;

n'_{SO_2} – частка оксидів сірки, що пов'язуються летючою золою, $n'_{SO_2} = 0,02$;

n''_{SO_2} – частка оксидів сірки, що уловлюються зололовником, $n''_{SO_2} = 0$.

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot 12 \cdot 0,3 \cdot (1 - 0,02) \cdot (1 - 0) = 0,07056 \text{ кг/год}$$

$$G_{SO_2} = 0,07056 / 3,6 = 0,0196 \text{ г/с}$$

Оксиди азоту (NO_x):

$$M = B_p \cdot Q_r \cdot K_{NO_x} \cdot b_r \cdot b_a \cdot (1 - b_r) \cdot (1 - b_v) \cdot k_{II} \text{ [кг/год]} \quad (3)$$

$$B_p = B \cdot (1 - q_4 / 100) \quad (4)$$

$$K_{\text{Nox}} = 0,0113 \cdot Q_t^{0,5} + 0,1 \quad (5)$$

$$Q_t = B_p' \cdot Q_r \quad (6)$$

$$b_t = 1 + 0,002 \cdot (t_{\text{гв}} - 30) \quad (7)$$

$$G = M / 3,6 \text{ [г/с]} \quad (8)$$

де B – витрата палива (кількість фільтрувального паперу $B = 12$ кг/год);

B_p' – фактична витрата, кг/с

q_4 – втрати тепла від механічної неповноти згорання, $q_4 = 0,1$;

Q_r – нижча теплота згорання фільтрувального паперу, $Q_r = 68,2$ МДж/кг;

K_{Nox} – питомий викид оксидів азоту при спалюванні фільтрувального паперу, г/МДж;

b_t – коефіцієнт, що враховує температуру повітря $t_{\text{гв}}$, яке подається для горіння, $t_{\text{гв}} = 20^\circ\text{C}$;

b_a – коефіцієнт, що враховує вплив надлишку повітря на утворення оксидів азоту при спалюванні масла, $b_a = 1,113$;

b_r – коефіцієнт, що враховує ступінь рециркуляції димових газів $b_r = 0$;

b_v – коефіцієнт, що враховує ступеневий підвід повітря у топку, $b_v = 0$;

$k_{\text{п}}$ – коефіцієнт перерахунку.

$$Q_t = (12 / 3600) \cdot 42,33 = 0,2273$$

$$K_{\text{Nox}} = 0,0113 \cdot 0,2273^{0,5} + 0,1 = 0,1054 \text{ г/МДж}$$

$$b_t = 1 + 0,002 \cdot (20 - 30) = 0,98$$

$$M = 12 \cdot (1 - 0,1 / 100) \cdot 68,2 \cdot 0,1054 \cdot 0,98 \cdot 1,113 \cdot (1 - 0) \cdot (1 - 0) \cdot 10^{-3} = 0,0939 \text{ кг/год}$$

$$G = 0,0939 / 3,6 = 0,026 \text{ г/с}$$

Викиди оксидів азоту з урахуванням їх трансформації в атмосферному повітрі в оксид і діоксид азоту розраховані за формулами:

$$M_{\text{NO}_2} = M_{\text{Nox}} \cdot 0,8; \quad G_{\text{NO}_2} = G_{\text{Nox}} \cdot 0,8$$

$$M_{\text{NO}} = M_{\text{Nox}} \cdot 0,13; \quad G_{\text{NO}} = G_{\text{Nox}} \cdot 0,13$$

$$M_{\text{NO}_2} = 0,0939 \cdot 0,8 = 0,0751 \text{ кг/год}$$

$$G_{\text{NO}_2} = 0,026 \cdot 0,8 = 0,0209 \text{ г/с}$$

Карбон (II) оксид (CO):

$$M_{\text{CO}} = 0,001 \cdot B \cdot C_{\text{CO}} \cdot (1 - q_4/100) \text{ [кг/год]} \quad (9)$$

$$G_{\text{CO}} = M_{\text{CO}} / 3,6 \text{ [г/с]} \quad (10)$$

$$C_{\text{CO}} = q_3 \cdot R \cdot Q_r \text{ [г/кг]} \quad (11)$$

де B – витрата палива (кількість фільтрувального паперу $B = 12$ кг/год);

q_4 – втрати теплоти через механічну неповноту згорання палива, $q_4 = 0,1$;

q_3 – втрати теплоти через хімічну неповноту згорання палива, $q_3 = 0,2$;

R – коефіцієнт, який враховує втрату тепла через неповноту згорання масла, обумовлену наявністю неповного згорання оксиду вуглецю, $R = 0,65$;

Q_r – нижча теплота згорання фільтрувального паперу, $Q_r = 68,2$ МДж/кг.

$$C_{\text{CO}} = 0,2 \cdot 0,65 \cdot 68,2 = 8,866 \text{ г/кг}$$

$$M_{\text{CO}} = 0,001 \cdot 12 \cdot 8,866 \cdot (1 - 0,1/100) = 0,1063 \text{ кг/год}$$

$$G_{\text{CO}} = 0,1063/3,6 = 0,02952 \text{ г/с.}$$

Вуглець (сажа):

$$M_c = 0,01 \cdot B \cdot q_4 \cdot Q_r \cdot (1 - n_3) / 32,68 \text{ [кг/год]} \quad (12)$$

$$G_c = M_c / 3,6 \text{ [г/с]} \quad (13)$$

де B – витрата палива (кількість фільтрувального паперу $B = 12$ кг/год);

q_4 – втрати теплоти через механічну неповноту згорання палива, $q_4 = 0,1$;

Q_r – нижча теплота згорання фільтрувального паперу, $Q_r = 68,2$ МДж/кг;

n_3 – частка твердих частинок, що уловлюються в золоуловлювачах, $n_3 = 0$.

$$M_c = 0,01 \cdot 12 \cdot 0,1 \cdot 68,2 \cdot (1 - 0) / 32,68 = 0,02504 \text{ кг/год}$$

$$G_c = 0,02504 / 3,6 = 0,00696 \text{ г/с.}$$

Отже, при спалюванні фільтрувального паперу ВАМФ в печі в атмосферне повітря

потрапляють забруднювальні речовини в таких кількостях:

Сульфур (IV) оксид, SO ₂	0,0196 г/с.
Нітроген (IV) оксид, NO ₂	0,0209 г/с.
Карбон (II) оксид, CO	0,02952 г/с.
Вуглець (сажа)	0,00696 г/с.

Параметри джерела викиду: висота димової труби 10 м; діаметр 0,11 м; температура 220 С°; витрата газоповітряної суміші 1100 м³/год (0,306 м³/с). Для оцінювання впливу викидів при утилізації фільтрувального паперу відпрацьованих автомобільних масляних фільтрів на якість атмосферного повітря розрахунок проведено при максимальному завантаженні печі та можливості розміщення жилої забудови на відстані 100 метрів.

Проведено розрахунок розсіювання забруднювальних речовин у приземному шарі атмосфери з використанням автоматизованої системи розрахунку забруднення атмосфери «ЕОЛ-Плюс» версія 5.23., згідно з [14, 15]. Розрахунок розсіювання викидів забруднювальних речовин виконано за умови врахування викидів від джерела при спалюванні фільтрувального паперу в котлі.

Результати розрахунку приземних концентрації забруднювальних речовин представлені в таблиці 1.

Проведений розрахунок розсіювання забруднювальних речовин у приземному шарі атмосфери при утилізації фільтрувального паперу шляхом спалювання показав, що у зоні можливого розміщення житлової забудови (100 м) концентрації досліджуваних речовин не перевищують 1 ГДК.

Таблиця 1.

Концентрація забруднень у приземному шарі

Вид відходу	Забруднювальна речовина	Розрахункова максимальна приземна концентрація в зоні можливого розміщення житлової забудови (100 м)	
		мг/м ³	долі ПДК
Фільтрувальний папір ВАМФ	Сульфур (IV) оксид, SO ₂	0,14	0,0075
	Нітроген (IV) оксид, NO ₂	3,19	0,18
	Карбон (II) оксид, CO	17,25	0,033
	Вуглець (сажа)	0,02	0,33
	Група сумації: нітроген (IV) оксид, сульфур (IV) оксид		0,18

Висновки. У результаті проведених теоретичних й експериментальних досліджень розробленої екологічно безпечної методики утилізації відпрацьованих автомобільних масляних фільтрів, підтверджено можливість виключення надходження небезпечних відходів у довкілля і дозволяє зменшити техногенне навантаження на навколишнє середовище.

Проведений розрахунок розсіювання забруднювальних речовин у приземному шарі атмосфери при застосуванні запропонованої технології утилізації відпрацьованих автомобільних масляних фільтрів показав, що у зоні можливого розміщення житлової забудови (100 м) концентрації досліджуваних речовин не перевищують 1 ГДК. Отже розроблена технологія відповідає екологічним вимогам.

Література

1. Пляцук Л.Д., Гурець Л.Л., Будьонний О.П. Утилізація гумових відходів. Вісник КДПУ ім. М. Остроградського. 2007. № 5 (46). Ч. 1. С. 152-154.
2. Мальований М.С., Семенишин Є.М., Чайка О.Г., Петрушка І.М., Захарко Я.М. Комплексна ресурсозберігаюча технологія регенерації відпрацьованих олив. Екотехнології и ресурсосбережение. 2007. N 1. С. 38-42.

3. Збичинський І., Внукова Н.В., Познякова О.І. Міжнародний досвід організації системи утилізації автомобілів. Еколого – правові та економічні аспекти екологічної безпеки регіонів. Збірник статей ІХ міжнар. науково – практичної конф. Харків, ХНАДУ, 2014. С. 364-373.
4. Патент 20424 Україна, МПК: [B09B 3/00](#) Процес рециклінгу масляних фільтрів, виконаний закаткою корпусу на кришкю / Колтунов Г.А.; заявник і власник патенту Київ. український інст. пром. власності. – № 200608913; заявл. 10.08.2006; опубл. 15.01.2007, Бюл. № 1, 2007.
5. Holik Y., Ganoshenko E., Maksiuta N. Research on the impact of used automobile oil filters on the soil and natural air. *International Journal of Engineering & Technology*. 2018. Vol. 7, No. 4.8. P. 380-384.
6. Yury Holik, Elena Ganoshenko Experimental research of withdrawal of oil remains from the used “KOLLAN” oil filters. *Environmental Problems*. 2017. Vol. 2, No. 2. P. 87-91.
7. Голік Ю.С., Ганошенко О.М. Визначення кількісно-якісного складу продуктів горіння фільтрувального паперу відпрацьованих автомобільних масляних фільтрів. Матеріали XVI Міжнародної науково-технічної конференції. Проблеми екологічної безпеки. (Кременчук, 4-6 жовтня 2018 р.). Кременчук: КНУ ім. М. Остроградського, 2018р. С. 19-21.
8. Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами, Український науковий центр технічної екології, том І-ІІІ, Донецьк, 2004. 184 с.
9. Питомі показники викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від основних виробництв промисловості та сільського господарства. К.: Мінекоресурсів України, 2001.
10. ГДК 34.02.305-2002. Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення. К., 2002., 43 с.
11. Збірник методик розрахунку змісту забруднюючих речовин у викидах від неорганізованих джерел забруднення атмосфери, ВАТ «УКРНТЕК», м. Донецьк, 1994г.
12. Методика визначення викидів забруднюючих речовин в атмосферу при спалюванні палива в казанах продуктивністю менше 30 тонн пари на годину або менше 20 Гкал на годину. М.; Державний комітет РФ по охороні навколишнього середовища, 1999.
13. Роддатіс К.Ф., Полтарецькій О.М. Довідник по котельних установок малої потужності. М, Вища [школа](#), 1989.
14. Методика розрахунку концентрацій шкідливих речовин, які містяться у викидах підприємств, ОНД-86 Держкомгідромет. Л.: Гідрометеовидав. 93с.
15. ДБН А.2.2-1-2003. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. Київ, 2003. 24 с.