

УДК: 504.06: 678.27

М. І. КУЛИК, канд. техн. наук
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
пл. Свободи, 6, м. Харків, 61022
mikkulik@mail.ru

УТИЛІЗАЦІЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ МОТОРНИХ МАСТИЛ: ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИЙ АСПЕКТ

Розглянуто причини забруднення навколишнього середовища відпрацьованими моторними мастилами (ВММ), а також питання екологічної безпеки ВММ. Визначено об'єм утворення ВММ від експлуатації легкових автомобілів в Харківській області в 2013 році. Розраховано економічні збитки за забруднення земель від несанкціонованої утилізації ВММ. За результатами експериментальних досліджень встановлено зольність та сірчаність ВММ. Порівняння їх з показниками мазуту М40 показало, що зольність та сірчаність ВММ більша ніж мазуту. В золі ВММ та мазуту М100 виявлено присутність всіх десяти металів, які визначались, причому концентрація всіх металів, крім міді, у золі ВММ вище ніж у золі М100. Показано, що ВММ можливо утилізувати шляхом спалювання, але за умови запровадження комплексу заходів.

Ключові слова: відпрацьовані моторні мастила, нафтопродукти, легкові автомобілі, ґрунт, економічні збитки, зола, важкі метали

Kulyk M. I. UTILIZATION OF WASTE MOTOR OILS: ENVIRONMENTAL-AND-ECONOMICAL ASPECT

Reasons of environment pollution by waste motor oils (WMO) and aspects of environmental safety of WMO are considered. The volume of WMO generation by vehicles is calculated for Kharkiv Oblast (year 2013). Economic losses for environment pollution caused by illegal WMO utilization are calculated. Based on experimental researches, ash and sulphur contents were measured. Comparison of obtained data with M40 masut parameters has shown that WMO ash and sulphur contents are higher than the same parameters for masut. In ash from M100 masut ten heavy metals were identified; concentration of all metals (except Cu) is WMO ash was

© Кулик М. І., 2015

higher than their concentration in M100 masut ash. It is shown that WMO can be utilized through burning only in case of implementation of set of protective measures.

Key words: waste motor oil, petroleum products, vehicles, soil, economic losses, ash, heavy metals

Кулик М. И. УТИЛИЗАЦИЯ ОТРАБОТАННОГО МОТОРНОГО МАСЛА: ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Рассмотрены причины загрязнения окружающей среды отработанными моторными маслами (ОММ), а также вопросы экологической опасности ОММ. Определены объем образования ОММ от эксплуатации легковых автомобилей в Харьковской области в 2013 году. Рассчитано экономический ущерб загрязнения земель от несанкционированной утилизации ОММ. По результатам экспериментальных исследований установлено зольность и серность ОММ. Сравнение их с показателями мазута М40 показало, что зольность и серность ОММ больше чем мазута. В золе ОММ и мазута М100 обнаружено присутствие всех десяти определяемых металлов, причем концентрация всех металлов, кроме меди, в золе ОММ выше чем в золе М100. Показано, что ОММ возможно утилизировать путем сжигания, но при условии введения комплекса мер.

Ключевые слова: отработанные моторные масла, нефтепродукты, легковые автомобили, почва, экономический ущерб, зола, тяжелые металлы

Вступ

В наш час на навколишнє природне середовище здійснюється значний техногенний вплив, одним із найважливіших аспектів негативного впливу техносфери є утворення відходів виробництв. Різні аспекти управління у сфері поводження з відходами є предметом дослідження широкого кола сучасних вітчизняних і зарубіжних науковців [1 – 6].

В світі та в Україні відбувається щорічне зростання кількості транспорту. У Харківській області експлуатується близько 460 тисяч автомобілів [7]. Одним із актуальних питань зараз є поводження з відходами від експлуатації автотранспорту, основними відходами є: автомобільні шини, кузови автомобілів, обшивка салону (пластмаси), спрацьований електроліт і свинцевий шлам акумуляторів, відпрацьовані нафтопродукти, спрацьовані фільтри, суспензії, тощо [8]. Нафтовмісні відходи займають значну частину у загальній їх кількості. Слід зазначити, що відходи нафтопродуктів утворюються не лише на автотранспорті, а й на інших видах транспорту та у промисловості [2, 3, 9].

Масила знаходять широке застосування при експлуатації будь-якої сучасної техніки. Зокрема, за оцінками експертів, у світі щорічно виробляється близько 39 млн. т різноманітних масил. Україна використовує близько 400 тис. т масил, найбільша частка у загальному споживанні припадає на моторні (74,1 %) та індустріальні (21,4 %) масила. Після експлуатації вони зазнають істотних змін: заводнення, забруднення механічними домішками, глибокі хімічні зміни, а

отже згодом до 80 % з цих об'ємів масил перетворюються на відходи [2, 3, 9–13].

До складу відпрацьованих моторних масил (ВММ) можуть входити шкідливі речовини (механічні забруднення, присадки, важкі метали, розчинники, кислоти, палне, продукти деструкції, конденсації, полімеризації та окислення нафтових і ароматичних сполук), їх вміст може складати до 25 %. Забруднюючі домішки моторних масил можна умовно розділити на дві групи: органічні домішки і неорганічні. Органічні домішки утворюються в результаті згорання палива, а також полімеризації, окислення мастила і палива. Окрім цього погіршують ситуацію реакції, які відбуваються за участю з'єднання води і сірки. Домішки неорганічні – це частки механічного зносу деталей, продукти відпрацьованих зольних присадок, а так само технологічні забруднення, які з'являються при ремонті і виготовленні двигуна. Токсичність відпрацьованих моторних масил зростає з збільшенням їх молекулярної маси, кислотного числа, з ростом в їх складі долі аренив, смол і з'єднань сірки. Після експлуатації масил в двигунах внутрішнього згорання у ВММ ідентифіковано більше як 140 видів концентрованих поліциклічних вуглеводнів, які утворюються в результаті згорання мастила та потрапляють в неї з палива, також можуть утворюватися речовини високого ступеня канцерогенності: бенз(а)пірен, фенантрен та ін. Кількість цих канцерогенних сполук збільшується зі збільшенням часу експлуатації мастила, що негативно впливає на стан навколишнього середовища та здо-

ров'я людини. Відпрацьовані нафтопродукти за законодавством України відносяться до небезпечних відходів, згідно з ГОСТ 21046-86 «Нефтепродукты отработанные: общие технические условия» поводження з ними потребує наявності відповідної ліцензії та спеціальних заходів щодо їх знешкодження та ізоляції [1, 9, 13–15].

В Україні поводження з ВММ стає однією з найбільш гострих екологічних проблем, оскільки не розвинута система збору та майже не розвинуті потужності з регенерації відпрацьованих мастил. Сьогодні відсутні дані про кількість утилізованих ВММ. Експерти припускають, що утилізується не більше 20 %, отже, решта 80 % ВММ в наслідок низького рівня відповідальності поряд зі складністю покарання за подібну поведінку призводять до того, що відпрацьовані нафтопродукти утилізується шляхом нелегального скидання у навколишнє середовище (в каналізацію, на міські сміттєзвалища, зливанням у ґрунт чи водойми), спалювання та іноді частково ВММ використовуються як паливо. В Європі скидається лише до 25% ВММ, до 75% – збирають, з яких 25% регенерують, 49% – використовують як паливо й 1% – знищують [1, 2, 6, 13–15].

Як нафтопродукт ВММ є джерелом теплової енергії, й має високу теплоту згорання в середньому до 35 МДж/літр, тому

вони придатні для використанні в якості палива [14, 16, 17].

Як відомо, ВММ мають невисокий ступінь біологічного розпаду (10 – 30%), у нормальних умовах випаровуються дуже повільно, а високі адгезійні властивості сприяють їх затриманню у ґрунті. Наслідком цього стає той факт, що саме відпрацьовані оливи становлять не менше 50 % від загальних забруднень довкілля нафтопродуктами [1, 13 – 15].

ВММ можуть потрапляти в організм людини через прямий контакт зі шкірою, пероральним та інгаляційним шляхами. Вплив компонентів відпрацьованих олив має кумулятивний характер. Довготривалий контакт з ВММ впливає на нервову, кров'яну, репродуктивну системи, систему травлення, нирки, шкіру [13].

З огляду на це, найбільш актуальною є проблема удосконалення підходів щодо екологічно спрямованого управління у системі поводження з нафтовідходами на різних рівнях державного управління, що дозволить забезпечити реальну економію ресурсів країни та попередити екологічну загрозу потрапляння ВМО в навколишнє середовище. Тому метою роботи є вивчення еколого-економічного аспекту утилізації відпрацьованих моторних мастил на прикладі Харківської області.

Методика дослідження

Для оцінки екологічних збитків, котрі спричинені забрудненням ґрунту внаслідок утилізації ВММ, визначено розмір шкоди заподіяної навколишньому середовищу. Розрахунок проведено за «Методикою визначення розмірів шкоди, зумовленої забрудненням і засміченням земельних ресурсів через порушення природоохоронного законодавства», яка встановлена Наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України від N 171 від 27.10.97 [18]. Основою розрахунків розміру шкоди від забруднення земель є нормативна грошова оцінка земельної ділянки, яка зазнала забруднення.

Відповідно до «Методики ...» [18] збитки за забруднення земель розраховуються за формулою:

$$P_{Ш} = A \cdot \Gamma_{ОЗ} \cdot \Pi_{Д} \cdot K_3 \cdot K_H \cdot K_{ЕГ}, \quad (1)$$

де: $P_{Ш}$ – розмір шкоди від забруднення земель, грн.;

A – питомі витрати на ліквідацію наслідків забруднення земельної ділянки;

$\Gamma_{ОЗ}$ – нормативна грошова оцінка земельної ділянки, що зазнала забруднення, грн./м²;

$\Pi_{Д}$ – площа забрудненої земельної ділянки, м²;

K_3 – коефіцієнт забруднення земельної ділянки, що характеризує кількість забруднюючої речовини в об'ємі забрудненої землі залежно від глибини просочування;

K_H – коефіцієнт небезпечності забруднюючої речовини;

$K_{ЕГ}$ – коефіцієнт еколого-господарського значення земель.

Коефіцієнт забруднення землі K_3 визначається в залежності від наявності відомостей про об'єм забруднюючої речовини за формулою:

$$K_3 = \frac{O_{3P}}{T_{3Ш} \cdot P_D \cdot I_{II}}, \quad (2)$$

де O_{3P} – об'єм забруднюючої речовини, м³;

$T_{3Ш}$ – товща земельного шару, що є розмірною одиницею для розрахунку витрат на ліквідацію забруднення залежно від глибини просочування і дорівнює 0,2 м;

P_D – площа забрудненої земельної ділянки, м²;

I_{II} – індекс поправки до витрат на ліквідацію забруднення залежно від глибини просочування забруднюючої речовини.

Як зазначалося вище в Європі 49 % із зібраних ВММ використовується як паливо. В Україні основним санкціонованим шляхом утилізації ВММ є спалювання. Важливими показниками, що застосовуються при вивченні властивостей нафтопродуктів є зольність та сірчаність, які дозволяють правильно підібрати заходи та засоби для їх найбільш раціонального використання. Дані про вміст сірки, також дозволяють ро-

зрахувати кількість викидів SO₂ при спалюванні нафтопродуктів.

Дослідження зольності та сірчаності ВММ проводилось за стандартними методиками з ГОСТ 1461-75 «Нефть и нефтепродукты. Метод определения зольности» та ГОСТ 1437-75 «Нефтепродукты тёмные. Ускоренный метод определения серы» з використанням електропечі та спеціального лабораторного оснащення.

У роботі [13] зазначається, що в ВММ виявляються такі неорганічні й органічні сполуки, як сірка, алюміній, миш'як, барій, фосфор, цинк, кадмій, свинець, хлор, бром, бор, кальцій, хром, мідь, залізо, магній, марганець, калій, кремній, натрій, нікель, олово, толуол, бензол, ксилол, етилбензол і азот.

Аналітичні дослідження ВММ на вміст металів проводилась за стандартними методиками. Підготовку проб виконано шляхом випалювання зразку у муфельній печі при температурі 600 ± 50 °С протягом 6 годин до утворення осаду білого кольору, після чого сухий залишок було розчинено 0,1 Н азотною кислотою та кількісно перенесено до мірної колби ємністю 50 мл. Отриманий розчин було проаналізовано методом атомно-абсорбційної спектроскопометрії на приладі ААС-115 ПК.

Результати дослідження

В Харківській області згідно до статистичних даних в 2013 р. експлуатувалось 398312 легкових автомобілі [7]. В середньому з одного легкового автомобіля утворюється приблизно 5 л відпрацьованого моторного мастила на рік, тож в Харківській області утворюється близько 1990 м³ ВММ. Беручи до уваги, що приблизно 50% відпрацьованого мастила в Україні зливають у ґрунт, відповідно в Харківській області в ґрунт зливається 995 м³ ВММ, що призводить до накопичення в ньому різноманітних шкідливих хімічних елементів в тому числі і важких металів. Отже, загальний об'єм забруднюючої речовини (O_{3P}) в нашому випадку складатиме 995 м³. Приймаємо, що забруднення ґрунту площею в 1 м² здійснюється 0,05 м³ ВММ, тоді площа забруднення (P_D) складатиме 19900 м². Відповідно до Додатку 3 «Методики ...» [18] значення

індексу поправки до витрат на ліквідацію забруднення (I_{II}) залежно від глибини просочування забруднюючої речовини приймаємо рівним 0,1.

Коефіцієнт забруднення земельної ділянки згідно (2) дорівнює 2,5.

Відповідно до «Методики ...» [18] значення питомих витрати на ліквідацію наслідків забруднення земельної ділянки (A) дорівнює 0,5; значення коефіцієнта небезпечності забруднюючої речовини (K_H) приймаємо рівним 4,0; значення коефіцієнта еколого-господарського значення земель (K_{EG}) – 1,0. Нормативну грошову оцінку земельної ділянки, що зазнала забруднення (Γ_{O3}), приймаємо рівній середній (базовій) вартості одного метра квадратного землі в Харківській області, яка становить 50 грн/м² станом на 01.04. 2015 року [19].

Тоді величина збитків згідно (1) є

$$P_{ш} = 4975000 \text{ грн}$$

Таким чином, економічні збитки за забруднення земель від несанкціонованої утилізації ВММ, що утворились при експлуатації легкових автомобілів в Харківській області складають близько 5 млн. грн. на рік. Але якщо взяти до уваги, що в Харківській області експлуатуються ще й вантажні та спеціальні автомобілі, залізничний транспорт, а також розвинута промисловість, то величина економічних збитків значно збільшиться. Якщо враховувати, що такий спосіб утилізації становить небезпеку й для підземних вод, які забезпечують близько 30 % питного водопостачання, то це питання загострюється.

Враховуючи те, що ВММ це нафтопродукт і має високу температуру згорання, яка приблизно однакова з такою енергетичним паливом як мазут, то спалювання ВММ дозволило б скоротити такий же об'єм мазуту. Середня вартість мазуту М100 за [20] складає 6300 грн. за тону, тобто спалювання 1990 м³ ВММ дозволило скоротити витрати на придбання мазуту приблизно на 12,5 млн. грн. Слід зазначити, що ця цифра без врахування витрат на збирання, транспортування ВММ, та витрат на організацію процесу спалювання.

Дослідження зольності та сірчаності проведено для різних ВММ та мазуту М40, для порівняння, результати досліджень даних речовин наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Результати дослідження складу нафтопродуктів

Нафтопродукт	Показник	
	Зольність, %	Сірчаність, %
ВММ	0,6	2,2
М40	0,2	1,5

В результаті дослідження встановлено, що дані показники в ВММ більші ніж у М40, зольність перевищує в 3 рази, а сірчаність майже в 1,5 рази. Це можна пояснити тим, що в масло потрапляють продукти зношення деталей двигуна, та продукти спалювання робочої суміші в камерах згорання двигуна.

Якщо під час спалювання ВММ в печах, відбудеться потрапляння в робочу зону викидних газів, то працюючі матимуть більший ризик пошкодження верхніх дихальних шляхів оксидами сірки, чим за тих самих умов при спалюванні мазуту.

Відомо, що після спалювання нафтопродуктів в печах залишається чимала кількість золи, а незначна частина золи вилітає у вигляді так званої «летючої золи», яка

вилітають з димової труби та розсіюються в повітрі. Оскільки зольність ВММ більша ніж мазуту, то й утвориться її після спалювання більше.

Аналітичні дослідження визначення вмісту металів у золі нафтопродуктів проведено для відпрацьованого напівсинтетичного моторного мастила SAE 10W-40 та мазуту М100, для порівняння. Зразки ВММ відібрано з інжекторного бензинового двигуна внутрішнього згорання ЗАЗ-40522 автомобіля ГАЗ 3302, який пройшов 16 тис. км. В зразках визначався вміст наступних металів заліза (Fe), марганцю (Mn), цинку (Zn), міді (Cu), нікелю (Ni), свинцю (Pb), алюмінію (Al), кобальту (Co), хрому (Cr), кадмію (Cd), результати наведені у табл. 2.

Таблиця 2

Вміст металів у золі, мг/кг

Зола	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Pb	Al	Co	Cr	Cd
ВММ	2,63	4,26	4,64	0,07	0,04	2,78	0,96	0,12	0,95	0,53
М100	2,44	3,88	3,12	0,08	0,02	2,11	0,73	0,1	0,82	0,48

В результаті дослідження виявлено, що в золі ВММ та М100 присутні всі десять металів, які визначались. Концентрація металів у золі відрізняється, але значної різниці не спостерігається. Концентрація всіх металів, крім Cu, у золі ВММ вище ніж у золі М100, а саме Ni у 2 рази, Zn у 1,5 рази, Pb та Al у 1,3 рази, Co та Cr 1,2 рази, інших у 1,1 рази.

На основі отриманих результатів вмісту металів у золі, побудовано акумулятивні ряди:

для ВММ $Zn > Mn > Pb > Fe > Al > Cr > Cd > Co > Cu > Ni$

для М100 $Mn > Zn > Fe > Pb > Cr > Al > Cd > Co > Cu > Ni$

У даних нафтопродуктах пріоритетними хімічними елементами є Zn, Mn, Pb, Fe, але у рядах вони йдуть в різній послідовності. Найменшу концентрацію у зразках мають Co, Cu, Ni й у рядах вони йдуть в одній послідовності.

Висновки

На основі проведеного моніторингу відпрацьованих моторних мастил встановлено, що в Харківській області в 2013 році утворилось близько 1990 м³ відпрацьованих моторних мастил від експлуатації легкових автомобілів. За законодавством України ВММ відносяться до небезпечних відходів. Зараз в Україні відсутній централізований збір, а отже відсутні дані про кількість утилізованих ВММ. Експерти припускають, що 80 % ВММ утилізується шляхом нелегального скидання у навколишнє середовище, спалювання. В наслідок низького рівня відповідальності поряд зі складністю покарання за подібну поведінку та враховуючи, що потрапляння в організм людини ВММ чи їх компонентів має негативний вплив на здоров'я в Україні питання поводження з ВММ стає однією з найбільш гострих екологічних проблем.

Розраховано економічні збитки за забруднення земель від несанкціонованої утилізації ВММ, що утворились при експлуатації легкових автомобілів в Харківській області, за умови потрапляння в ґрунти 50 % від всіх ВММ. При забрудненні 19900 м² землі ВММ навколишньому середовищу наноситься шкода близько 5 млн. грн. на рік. Але якщо взяти до уваги, що в Харківській області експлуатуються ще й вантажні та спеціальні автомобілі, залізничний транспорт, а також розвинута промисловість, то величина економічних збитків значно збільшиться.

За результатами експериментальних досліджень встановлено, що зольність ВММ більша ніж у М40 в 3 рази, а сірчаність – майже в 1,5 рази. Це можна пояснити тим, що в масло потрапляють продукти зношення деталей двигуна, та продукти

спалювання робочої суміші в камерах згорання двигуна. Отже, при спалюванні ВММ утвориться більша кількість золи та оксидів сірки, чим при спалюванні М40.

За результатами аналітичних досліджень відпрацьованого напівсинтетичного моторного мастила SAE 10W-40 та мазуту М100 виявлено, що в золі ВММ та М100 присутні всі десять металів, які визначались. Концентрація всіх металів, крім Cu, у золі ВММ вище ніж у золі М100, а саме Ni у 2 рази, Zn у 1,5 рази, Pb та Al у 1,3 рази, Co та Cr 1,2 рази, інших у 1,1 рази. З побудованих акумулятивних рядів встановлено, що у даних нафтопродуктах пріоритетними хімічними елементами є Zn, Mn, Pb, Fe, але у рядах вони йдуть в різній послідовності. Найменшу концентрацію у зразках мають Co, Cu, Ni й у рядах вони йдуть в одній послідовності.

В Європі 49 % із зібраних ВММ використовується як паливо. В Україні основним санкціонованим шляхом утилізації ВММ є спалювання, цьому сприяє і висока вартість регенераційного обладнання, яке б забезпечувало належні властивості відновлених мастил. Як нафтопродукт, ВММ має високу теплоту згорання, яка приблизно однакова з таким енергетичним паливом як мазут. Використання ВММ як палива дозволило б скоротити об'єм використання мазуту. При середній вартості мазуту М100 за 6300 грн. за тону, спалювання 1990 м³ ВММ дозволило скоротити витрати на придбання мазуту приблизно на 12,5 млн. грн. Слід зазначити, що для цього потрібно: створити діючу систему збору ВММ, причому бажано за групами; проводити дослідження властивостей мастил; відповідно організувати процес спалювання; передба-

чити систему очистки викидних газів; створити систему поводження з золою, що утворилася після спалювання. Також мож-

ливо утилізувати ВММ газифікацією або сумісним спалюванням (газифікацією) з низькокалорійними паливами.

Література

1. Чайка О. Г. Попередження забруднення навколишнього природного середовища відпрацьованими моторними олівами: автореф. дис. на здобуття наукового ступеню канд. техн. наук: спец. 21.06.01 «Екологічна безпека» / О. Г. Чайка. – Суми, 2012. – 24 с.
2. Прокопенко О. В. Проблеми та перспективи розвитку вторинної переробки нафтовідходів / О. В. Прокопенко, В. Ю. Школа // Економічний простір: збірник наукових праць. – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2010. – № 44/2. – С. 121 – 128.
3. Безовська М. С. Підвищення рівня екологічної безпеки при поводженні з відпрацьованими нафтопродуктами на залізниці: автореф. дис. на здобуття наукового ступеню канд. техн. наук: спец. 21.06.01 «Екологічна безпека» / М. С. Безовська. – Івано-Франківськ, 2014. – 24 с.
4. Кулик М.І. Problems of used motor oils regeneration and utilization / М.І. Кулик, П.П. Карножицький // Екологічна безпека держави: тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених та студентів. / редкол. О. І. Запорожець та ін. – К. : НАУ, 2013. – С. 26.
5. Адаменко А. Ю. Оцінка впливу відпрацьованих автомобільних мастил на стан ґрунту на прикладі Павлоградського району Дніпропетровської області / А.Ю. Адаменко, О.О. Самарська, М.І. Кулик // Охорона довкілля Матеріали Х Всеукраїнських наукових Таліївських читань. – Х. : ХНУ, 2014. – С. 8 – 12.
6. Маколова Л. В. Экологические предпосылки необходимости восстановления и повторного использования отработанных автотракторных масел / Л. В. Маколова // Экономический вестник Ростовского государственного университета. – TERRA ECONOMICUS, 2011. – Т. 9. – № 3. – Ч. 3. – С. 60 – 63.
7. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Харківській області у 2013. – Х. : Департамент екології та охорони навколишнього природного середовища ХОДА, 2014. – 225 с.
8. Солошич І. О. Сучасні проблеми утилізації відходів на прикладі автотранспортного підприємства / І. О. Солошич, Н. В. Напхоненко // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. – Х. : ХНУ, 2014. – № 3-4. С. 109 – 111.
9. Чайка О.Г. Моніторинг утворення відпрацьованих олів в Україні / О. Г. Чайка, О. З. Ковальчук, Ю. А. Чайка // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2009. – № 644. – С. 221 – 224.
10. Горбунов Н. И. Повышение эффективности регенерации отработанного масла / Н. И. Горбунов, Е. А. Кравченко, Н. Н. Горбунов, А. Ю. Шишкова, // Вісник СевНТУ: зб. наук. пр. Серія: Машиноприладобудування та транспорт. – Севастополь, 2011. – Вип. 122/2011. С. 159 – 162.
11. Григоров А. Б. Комплексная переработка отработанных моторных масел / А. Б. Григоров // Энергосбережение, энергетика, энергоаудит. – 2012. – № 05 (99). – С. 40 – 44.
12. Григоров А. Б. Рациональное использование моторных масел : монография / А. Б. Григоров, И. С. Наглюк. – Х. : Точка, 2013. – 179 с.
13. Катрушов О. В. Відпрацьовані моторні масла як медико-екологічна проблема / О. В. Катрушов, В. О. Костенко, Н. В. Соловійова, В. Л. Філатова, В. М. Соколенко, І. В. Комишан, О. Д. Саргош // Медицина транспорту України. – 2012. – № 3. С. 88 – 94.
14. Кулик М. І. Environmental aspects of used motor oils burning / М. І. Кулик, П. П. Карножицький // Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції за участю молодих науковців « Еколого-правові та економічні аспекти екологічної безпеки регіонів». – Х. : ХНАДУ, 2013. – С. 373 – 375.
15. Кулик М. І. Екологічний та економічний аспекти утилізації відпрацьованих моторних мастил / М. І. Кулик // Збірник наукових праць XIII-ої Міжнародної науково-практичної конференції «Безпека життя і діяльності людини – освіта, наука, практика». – К. : «Талком», 2014. – С. 155 – 158.
16. Поляков С. П. Системи опалення на базі відпрацьованих мастил / С. П. Поляков, Г. Е. Калейніков // Вісник НТУ «ХП». Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. – 2014. – № 12(1055). – С. 159 – 162.
17. Головников А. В. Исследование структуры, свойств и физико-химических характеристик отработанных масел / А. В. Головников, О. П. Филиппова, Н. С. Яманина, А. Б. Копылов // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2012. – Вып. 1. – С. 120 – 126.
18. Методика розрахунку економічних збитків від забруднення земель. Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України від N 171 від 27.10.97.
19. Офіційний веб-сайт. Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://land.gov.ua/hroshova-otsinka-zemel>.
20. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://www.pulscen.com.ua/price/040112-mazut-m-100>.

Надійшла до редколегії 14.05.2015

