

Очистка и переработка отходов

УДК 665.66

**Алексєєнко В.В.¹, канд. техн. наук, Васечко О.О.^{1,2},
Самокатов К.А.³, Сезоненко О.Б.¹**

¹ Інститут газу НАН України, Київ

вул. Дегтярівська, 39, 03113 Київ, Україна, e-mail: a-ov@ukr.net, alsez@ukr.net

² Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського, Київ

пр. Перемоги, 37, 03056, Київ, Україна, e-mail: lex-vas@ukr.net

³ ТОВ «Капітал-2006», Київ

вул. Кіквідзе, 28, 01103 Київ, Україна, e-mail: info@kapital-2006.com.ua

Поводження з відпрацьованими мастилами. Досвід зарубіжних країн та українські розробки

Розглянуто небезпеку, яку можуть завдати відпрацьовані мастила оточуючому середовищу, та напрямки їх утилізації. Показано особливості, переваги та недоліки кожного з напрямків утилізації відпрацьованих мастил. Розглянуто досвід зарубіжних країн щодо збору та утилізації відпрацьованих мастил. Наведено приклад застосування прямого спалення відпрацьованих мастил на установці, розробленій Інститутом газу НАН України. Розглянуто світовий досвід застосування піролізних установок для переробки відпрацьованих мастил на паливо. Приведено порівняння характеристик вітчизняної піролізної установки з установками подібного типу закордонного виробництва, а також досвід використання таких установок в Україні та за кордоном. Показано принцип дії вітчизняної піролізної установки для переробки відпрацьованих мастил на паливо, а також наведено її робочі характеристики. *Бібл. 12, рис. 2, табл. 6.*

Ключові слова: відпрацьовані мастила, утилізація, збір, піроліз.

Поводження з відпрацьованими мастилами (ВМ) — важлива проблема, оскільки вони є відходами, внесеними до «Жовтого переліку відходів» [1], відповідно до якого вони є небезпечними як відходи, що містять органічні компоненти, та до складу яких можуть входити метали й неорганічні матеріали. Відповідно до Статті 1 Закону України «Про відходи» [2], поведження з такими відходами вимагає спеціальних методів та засобів.

До відпрацьованих мастил належать всі мастила, отримані з сирової нафти або синтетич-

ної сировини, які внаслідок використання були забруднені фізичними або механічними домішками, наприклад, брудом, частинками металу, водою у такій мірі, що виключає можливість їх подальшого використання за основним призначенням. Забруднення ВМ може завдати суттєвої шкоди атмосфері, ґрунтам, водним ресурсам. Так, наприклад, на долю відпрацьованих нафтових мастил припадає 20 % від загального забруднення вод або 60 % від загального забруднення навколишнього середовища нафтовими продуктами [3].

При поводженні з ВМ слід враховувати, що їх неправильне захоронення або невідповідне знешкодження (переважно методом спалювання) може призвести до ще більш серйозних екологічних наслідків, аніж самі ВМ являють собою. Тому розробка та апробація вітчизняної технології належного знешкодження ВМ із неодмінним урахуванням досвіду зарубіжних країн є важливим завданням для збереження здоров'я населення та природи.

Поводження з ВМ має два етапи: збір та подальше знешкодження або утилізація.

На сьогодні у світі є можливість збору лише 20–40 % відпрацьованих моторних та індустріальних мастил (з них трансформаторних – до 80–90 %). В абсолютному значенні збір ВМ сягає 15 млн т/рік, при цьому переважна більшість спалюється як компонент палива. У більшості країн відсутній централізований збір ВМ. Найвищі збори ВМ у країнах Західної Європи – 50–57 %, загальне споживання нафтових мастил 5,2 млн т/рік, утворення з них відпрацьованих – 2,8 млн т/рік. Решта може потрапити у навколишнє середовище [3, 4].

При зборі ВМ поділяють на такі групи: відпрацьовані моторні мастила; відпрацьовані індустріальні мастила; суміші відпрацьованих нафтопродуктів. Відпрацьовані моторні та індустріальні мастила можуть бути використані як сировина для очистки та регенерації. Суміші відпрацьованих нафтопродуктів традиційно передаються на нафтопереробні заводи разом із сировиною нафтою [3].

Збір ВМ також може здійснюватися у вигляді сумішей мастил або окремо за певними критеріями: по марках, по однорідності фракції або за іншими фізичними властивостями. Роздільний збір пов'язаний зі складнощами, хоч саме цей підхід визнаний найбільш доцільним.

Утилізація ВМ на сьогодні здійснюється переважно за такими напрямками: 1) регенерація окремо по марках; 2) вторинна переробка їх суміші для отримання базових компонентів; 3) використання як низькоякісного палива або компонентів інших палив; 4) переробка сумішей для отримання котельного, пічного палива [3].

Регенерація ВМ

Потребує роздільного збору й дає можливість отримати продукти високої якості з мінімальною кількістю відходів. У ході регенерації забезпечується видалення продуктів старіння та забруднення без руйнування та відділення присадок. У випадку нестачі приса-

док останні вводяться на завершальній стадії приготування товарних масел.

Серед сучасних способів очищення та регенерації переважають фізичні методи: відстоювання, застосування центрифуги, фільтрація, вакуумна сушка. У випадку сильного забруднення або глибокого окислення мастил можливе застосування складних фізико-хімічних методів. Найбільш складним є роздільний збір для регенерації, тому запаси таких ВМ є вкрай обмеженими.

Вторинна переробка сумішей ВМ на базові компоненти мастил

Цей метод дає можливість отримати базові компоненти мастил різного складу та призначення, а також напівкокс [5]. Він здійснюється тільки на крупних спеціалізованих підприємствах із застосуванням комплексу таких процедур: вакуумна перегонка, екстракція, гідравлічна очистка та деякі інші фізичні та хімічні методи. Процес вимагає однорідності фізичних властивостей та якості суміші ВМ, тому доля даного напрямку, як і регенерації, у знешкодженні ВМ не є високою. Наприклад, загальна доля у світі базових мастил, отриманих вторинною переробкою, виробництво яких оцінюється у 470 тис. т/рік, не перевищує 5–7 % від споживання свіжих, при цьому провідна роль тут належить західноєвропейським країнам [3, 4].

Використання ВМ як палива

Це є найпоширенішим напрямком. Близько 70–90 % від знешкоджених ВМ використовуються як паливо. Для оцінки доцільності такого напрямку приведемо табл.1, де показані значення нижчої теплоти згоряння $Q_{нр}$ для палив.

У Західній Європі цей показник сягає 50–60 %. При цьому важко оцінити кількість нелегально спалених ВМ (без відповідного обладнання та ліцензії). У цьому випадку слід враховувати, що подібне неналежне спалювання ВМ призводить до викидів в атмосферу стійких органічних забруднювачів та важких металів.

Таблиця 1. Нижча теплота згоряння палив

№№ з/п	Паливо	$Q_{нр}$, МДж/кг
1	Флотські та топкові мазути	40–42
2	ВМ нафтове	43
3	ВМ синтетичні на основі складних ефірів	39
4	ВМ синтетичні на основі поліалкіленгліколів (ПАГ)	23–26
5	Котельне, пічне паливо, отримане з ВМ	45–50

До неналежного спалювання ВМ можна віднести:

1) використання обладнання, призначеного для спалювання традиційних рідких палив. При цьому іноді проблему намагаються вирішити підмішуванням ВМ до складу мазуту або дизпалива, що за відсутності відпрацьованих режимних карт експлуатації неодмінно приведе до збільшення шкідливих викидів;

2) використання обладнання, яке розраховане на спалювання чистих мастил, а не їх сумішей з можливими домішками у вигляді води, неочищених відходів гальванічних підприємств, твердих включень тощо. Це призводить до зниження ефективності процесів горіння та роботи обладнання;

3) на стадії режимно-налагоджувальних робіт можуть не враховуватися зміни у складі мастил та їх домішок, що може призвести до зниження економічності роботи та порушення екологічної безпеки.

Унаслідок цього можуть утворюватися вискодисперсна летюча зола (до 7 % від маси ВМ), до складу якої входять мінеральні домішки, зокрема важкі метали, продукти неповного згоряння органічних речовин, поліароматичні вуглеводні, галоїдовмісні вуглеводні тощо [3, 4]. Саме тому у статті 19 Директиви 2008/98/ЄС рекомендується віддавати перевагу відновленню ВМ над прямим спалюванням [6].

В Інституті газу НАН України був реалізований проект із дообладнання двокамерної печі-інсинератора для зне-шкодження твердих побутових та медичних відходів пристроями для можливості окремого прямого спалювання ВМ [7]. Була розроблена форсунка для впорскування ВМ у нагріту термонапружену камеру. З економічної та конструктивної точки зору для цієї мети вигідніше використати форсунку низького тиску. Для розпилення ВМ використано вентиляторне повітря під тиском 5–7 кН/м². Продуктивність по ВМ складала до 40 кг/год. Загальний вигляд печі-інсинератора після конструктивних доповнень для можливості спалювання ВМ представлений на рис.1.

Установка у режимі знешкодження ВМ працює таким чином. З витратної ємності 5 за допомогою насоса 6 ВМ через форсунку 3 подають до ка-

мери 1, нагрітої до температури більше 750 °С пальником 2. Факел пальника 2 також забезпечує загоряння ВМ, після чого пальник 2 вимикається, і температура у камері підтримується за рахунок теплоти згоряння мастила. Продукти згоряння факелу потрапляють до камери допалювання 7, попередньо нагрітої пальником 8, яка теж вимикається після початку подачі ВМ. Повне згоряння ВМ забезпечує постійне подавання повітря крізь пальники 2, 8 та вентилятором 10. З камери допалювання продукти згоряння факелу потрапляють до газоходу, а звідти у димову трубу. Газохід може обладнуватися радіаційним щілинним рекуператором для отримання гарячого повітря для власних потреб.

Переробка ВМ на паливо

Даний напрямок є одним з найперспективніших, особливо в умовах скорочення сировинних ресурсів та росту ціни на природні палива, і стрімко розвивається. За об'ємом переробка на паливо суттєво перевищує вторинну переробку на базові мастила й дає можливість отримати висококалорійне паливо (див. табл.1).

Перероблені ВМ використовуються як паливо для судових двигунів, малосірчане паливо для печей та котлів, а також як вторинна сировина для каталітичного крекінгу.

З ВМ можна отримувати газоподібні палива, наприклад, газифікацією у шарі теплоносія (до 35 % вугільного пилу при 945 °С). Також застосовується газифікація ВМ у шарі каталізатора з отримання синтез-газу, що містить

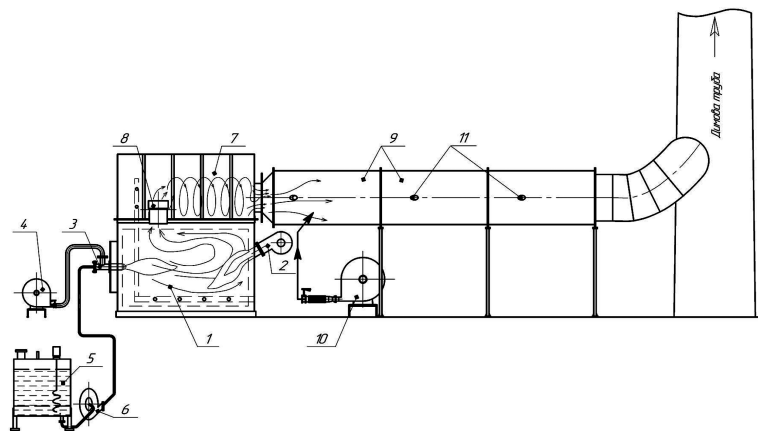


Рис.1. Загальний вигляд інсинератора, дообладнаного для спалювання сумішей ВМ: 1 — камера спалювання; 2 — пальник; 3 — форсунка розпилювання ВМ; 4 — вентилятор розпилення; 5 — витратна ємність ВМ; 6 — насос; 7 — камера опалювання; 8 — пальник; 9 — секції газоходу; 10 — вентилятор повітря на допалювання; 11 — отвори для підосу охолоджуючого повітря.

Таблиця 2. Країни, які найбільше використовують піролізні установки

№№ з/п	Країна	Потужність, тис. т/рік
1	США	27 653
2	Японія	7 576
3	Саудівська Аравія	5 640
4	Південна Корея	5 450
5	Німеччина	5 415
6	Канада	5 377
7	КНР	4 988
8	Нідерланди	3 900
9	Франція	3 433
10	Федерація	2 810

Таблиця 3. Найбільші у світі компанії, що використовують піролізні установки

№№ з/п	Компанія	Потужність, тис. т/рік
1	Dow Chemical Co.	12 900
2	Exxon Mobil Corp.	11 467
3	Shell Chemicals Ltd.	8 432
4	Saudi Basic Industries Corp.	6 890
5	Equistar Chemical LP	4 880
6	BP PLC	6 009
7	Chevron Phillips Chemicals Co.	3 993
8	Sinopec	3 505
9	Atofina	5 653
10	Nova Chemicals Corp.	3 537

водню 25 %, оксиду вуглецю 20 %, метану 11 %. При цьому екологічно небезпечні оксиди металів змішуються з рідким продуктом, а потім відділяються [4].

Одним з найперспективніших напрямків переробки ВМ на паливо є процес низькотемпературного піролізу.

Піролізні установки для виробництва різноманітної продукції, у тому числі палив, до-

Таблиця 4. Найбільші у світі піролізні комплекси

Компанія	Місцезнаходження	Потужність, тис. т/рік
Nova Chemicals Corp.	Джофр, пров. Альберта, Канада	2 818
Arabian Petrochemical Co.	Джубейль, Саудівська Аравія	2 250
Exxon Mobil Chemical Corp.	Бейтаун, штат Техас, США	2 197
Chevron Phillips Chemicals Co.	Суїні, штат Техас, США	1 905
Equistar Chemical LP	Ченнел'ю, штат Техас, США	1 750
Dow Chemical Co.	Тернезен, Нідерланди	1 750
Yanbu Petrochemical Co.	Янбу, Саудівська Аравія	1 705
Shell Chemicals Ltd.	Норко, штат Луїзіана, США	1 556
Dow Chemical Co.	Фріпорт, штат Техас, США	1 540
Formosa Plastics Corp. USA	Пойнт-Комфорт, штат Техас, США	1 530

суть поширені у світі. Потужності піролізних установок з виробництва етилену — 113 млн т/рік, пропилену — 38,6 млн т/рік. Піролізні установки активно використовують у світі і для виробництва палива з відпрацьованих нафтопродуктів [8]. Список реалізованих проектів у світі з використанням піролізного обладнання приведений у табл. 2–4 [9–12].

У порівнянні із світовими тенденціями в цьому напрямку рівень розвитку піролізу в Україні є досить низьким, але разом з тим розробки у цьому напрямку теж здійснюються.

В Україні реалізований проект піролізної установки, розробленої ТОВ «Капітал-2006» у м. Дніпрорудний Запорізької обл. Порівняльні характеристики української та закордонних установок приведені у табл.5. Зовнішній вигляд установок представлений на рис.2.

Достоїнством технології переробки відходів на паливо на піролізних установках є можливість переробки не тільки ВМ, але й інших вуглецевмісних відходів на рідке паливо. Тому при участі Інституту газу НАН України дана технологія після ряду доробок була успішно реалізована у м. Астана Республіки Казахстан на території діючого сміттєпереробного заводу. Головною метою проекту було заміщення первинних енергоресурсів (електроенергії, пари, гарячої води, дизельного палива) на вторинні, вироблені з відходів. При цьому, крім економічної вигоди, поліпшується екологічна ситуація регіону, із груп відходів, що підлягають депонуванню, виключаються ВМ та інші нафтовмісні відходи.

Місце розміщення заводу логічно обгрунтовано у плані доставки відходів на переробку та у плані наявності споживачів тепловий енергії й палива у зв'язку з відсутністю природного газу в північно-східній частині Казахстану, де відчувається дефіцит у дешевих теплоносіях, і зокрема дозволило оптимально використати отримані енергоносії для власних потреб заводу.

Технологічні рішення при проектуванні заводу ґрунтувалися на розрахунках споживання теплоти сміттєсортувальної станції, виробничих цехів переробки поліетилену, поліпропілену, ековати, ПЕТ, планованого рівня сортування з одержанням необхідного сировинного ресурсу, що забезпечує функціонування заводу. Процес утилізації здійснюється методом низькотемператур-

Таблиця 5. Порівняльні характеристики піролізних установок переробки відходів* на паливо

ТОВ «Капітал-2006», Україна	Thermotec Power, Німеччина- Польща	Shanguin Yilong Machinery Equipment, Китай	«КБ Климов», міні-заводи «Прометей», РФ
Продуктивність лінії/установки, т/год (т/доба)			
0,5 (12)	0,713 (17,1)	0,5 (12)	0,5 (12)
Принцип роботи			
багаторетортна, періодичної дії	багаторетортна, безперервної дії	одноретортна, роторна	багаторетортна, періодичної дії
Продукти переробки			
піролізне масло, піролізний газ, тепла енергія	піролізне масло, піролізний газ, тепла енергія, електроенергія	піролізне масло, піролізний газ, тепла енергія	піролізне масло, піролізний газ, тепла енергія, електроенергія — окрема опція
Переваги			
проста ремонтпридатна конструкція; відносно низька металоємність та собівартість; надійність у роботі; простота обслуговування; високий вихід придатної продукції; мінімальний вплив на оточуюче середовище; золошлаковий залишок — малонебезпечна речовина	неперервне завантаження та вивантаження; отримання електроенергії	можливість завантаження невідсортованих відходів у реактор великого об'єму; завантаження раз у 1–2 доби; малі енерговитрати на власні потреби; низька собівартість	модульна конструкція у контейнерах, відсутність потреби у приміщенні; можливість набирати з модуль будь-яку продуктивність; широкий спектр додаткових опцій та агрегатів за окрему вартість
Недоліки			
відсутність модуля отримання електричної енергії	відносно висока собівартість; найменше порушення регламенту на реакторах постійної дії призводить до виділення у повітря робочої зони речовин 1-го класу небезпеки; складна в обслуговуванні (потребує обслуговування по контракту польськими спеціалістами)	низький вихід придатної продукції; золошлаковий залишок — відход середньої небезпеки, який потребує або подальшої переробки, або відповідного депонування на полігоні промислових відходів	відносно висока собівартість; відсутність спеціалізованих реторт під конкретний вид продукції

* Поліетилен, поліпропілен, відпрацьовані мастила, відходи нафтопродуктів, шлами, шини тощо.

ного піролізу (в реторті до 550 °С). Особливості конструкції дають можливість швидко, без зупинки основного технологічного процесу, робити заміну реторт, які відпрацювали цикл, на заповнені, а також виконувати їх поточне обслуговування й ремонт. Наявність сучасної автоматики контролю й безпеки зводить до мінімуму можливість аварійних ситуацій, а також мінімізує вплив людського фактора. З урахуванням клімату м. Астана обладнання встановлене та працює в закритому приміщенні.

Виробничий баланс із переробки ВМ (вхід сировини) приведений у табл.6. Загальні втрати

Таблиця 6. Виробничий баланс із переробки ВМ

Продуктивність із переробки*, т	3 реактора (1 лінія)	6 реакторів (2 лінії)
За 1 годину	0,5	0,9
За 1 зміну	4	7,2
За 1 добу	12	21

* Враховано час на завантаження-розвантаження, виходу на робочий режим, ремонту поточного, періодичного та планового.

залежно від обводнення ВМ можуть становити до 6 % від маси ВМ. Усього загальна сумарна продуктивність комплексу (2 лінії, усього 6 реакторів) за планом становить: піролізного рідкого палива — до 20 т/добу, або 6000 т/рік.

Таким чином, у статті розглянуто загальноносвіткову проблематику поводження з найпоширенішою групою небезпечних відходів. Проблема утилізації ВМ найкращим чином вирішена у країнах Західної Європи, особливо у Німеччині, Нідерландах, Франції, Швеції. Існуючі технології та спеціальне обладнання мають такі перешкоди для застосування у вітчизняних умовах: висока вартість, вимоги до вхідної сировини (обумовлені впровадженою структурою збирання та зберігання), вимоги до поточного та сервісного обслуговування тощо.

На особливу увагу заслуговують вітчизняні розробки обладнання для утилізації ВМ з отриманням якісного рідкого палива, що пристосовані до будь-якого стану та складу вхідної сировини. Отримане рідке паливо на сьогодні є

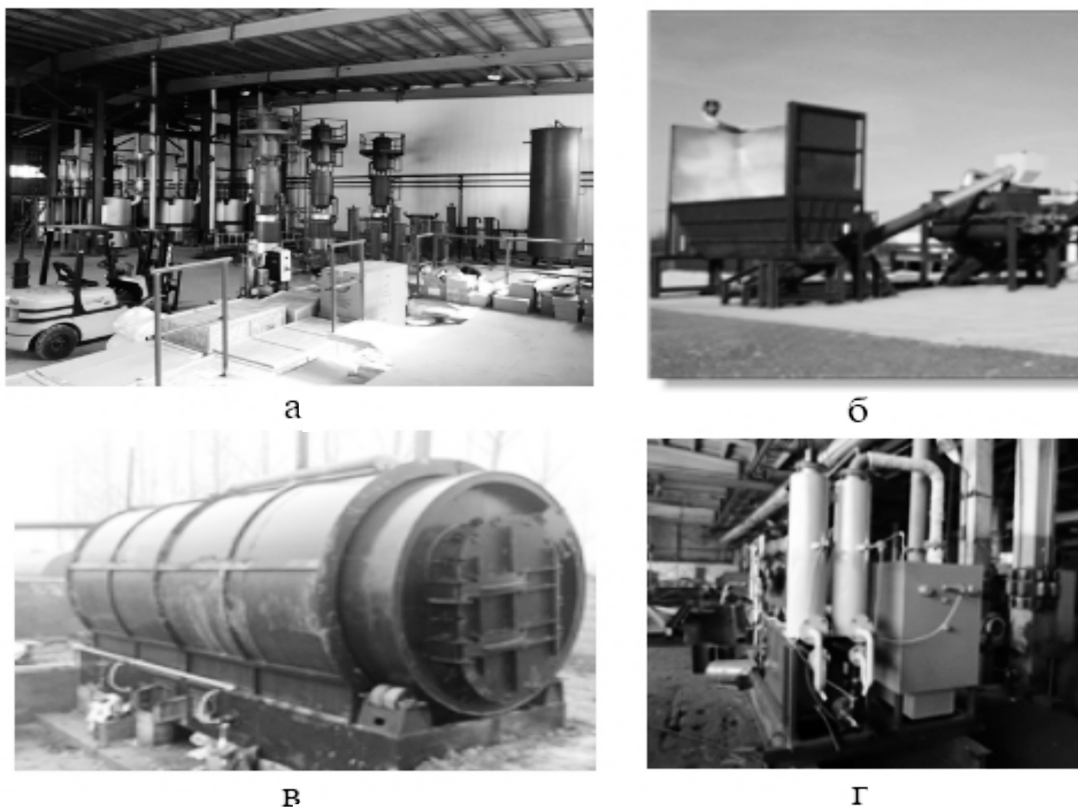


Рис.2. Зовнішній вигляд піролізних установок переробки відходів на паливо: а – ТОВ «Капітал-2006»; б – Thermotec Power; в – Shanguin Yilong Machinery Equipment; г – «КБ Климов», міні-заводи «Прометей».

повноцінною заміною дорогого дизельного палива на об'єктах енергетики та металургії.

В Інституті газу НАН України продовжуються роботи по вдосконаленню технологій та обладнання для знешкодження та утилізації ВМ та інших груп відходів з урахуванням максимальної економічної доцільності та унеможливлення негативного впливу на довкілля.

Висновки

Показано важливість раціонального поводження з відпрацьованими мастилами. Показано, що вибір оптимального напрямку з утилізації суттєво залежить від методів збору відпрацьованих мастил, адже саме від методів збору (роздільний чи по фракціях) залежить склад мастил, які потрапляють на утилізацію. Розглянуто напрямок прямого спалення відпрацьованих мастил та екологічні безпеки, що можуть мати місце при неналежному спалюванні. Як приклад належного спалювання відпрацьованих мастил приведений досвід дообладнання двокамерної печі-інсинератора для знешкодження твердих побутових та медичних відходів

пристроями для можливості окремого спалювання мастил.

Показано, що напрямок переробки відпрацьованих мастил на паливо, зокрема низькотемпературним піролізом, є досить перспективним, оскільки дає можливість отримати якісне паливо із суміші забруднених відпрацьованих мастил. Приведене порівняння подібної української технології переробки з рядом зарубіжних показує конкурентну спроможність вітчизняних розробок у цій сфері.

Список літератури

1. Постанова Кабінету Міністрів України від 13 липня 2000 р. № 1120 «Про затвердження Положення про контроль за транскордонним перевезенням небезпечних відходів та їх утилізацією/видаленням і Жовтого та Зеленого переліків відходів». — <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1120-2000-%D0%BF>
2. Закон України «Про відходи». *Відомості Верховної Ради України (ВВР)*. 1998. № 36–37. С. 242.
3. Фукс І.Г., Спіркин В.Г., Шабалина Т.Н. Основы химмотологии. Химмотология в нефтегазовом деле. М. : Рос. гос. ун-т нефти и газа им. И.М.Губкина, 2004. С. 217–218.

4. Евдокимов А.Ю., Фукс И.Г., Шабалина Т.П. Смазочные материалы и проблемы экологии. М. : Рос. гос. ун-т нефти и газа им. И.М.Губкина, 2000. С. 282-289.
5. Григоров А.Б. Комплексная переработка отработанных моторных масел. *Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит.* 2012. № 5. С. 40–44.
6. Директива Европейского парламенту та Ради 2008/98/ЄС від 19 листопада 2008 року про відходи та скасування деяких Директив. *Офіційний вісник Європейського Союзу [UA].* L312/3-312/30.
7. Патент на винахід 111562 Укр., МПК С 2 F 23 G 5/00. Установка для спалювання твердих горючих та рідких відходів. В.В.Алексєнко, О.О.Васечко, В.Ю.Нікітін, О.Б.Сезоненко, В.О.Сорока. Оубл. 10.05.2016, Бюл. № 9.
8. Абдрахимов Ю.Р., Закирова З.А., Бакиров И.К., Сахипгареева А.Р. Повышение безопасности эксплуатации печи пролиза. *Нефтегазовое дело.* 2014. Т. 12, № 1. С. 159–163.
9. Cold Climate Innovation, 2014. Blest Plastic-to-Fuel Project Report – Results and Recommendations for a Northern Climate. Yukon Research Centre, Yukon College. 16 p.
10. Mckin Lee, Byung Jin. Fast Pyrolysis Bio-Oil for Renewable Energy. *2nd Korea-Malaysia A Friendly Workshop for Energy.* Cooperation 20 September 2012, Sheraton Hotel, Kuala Lumpur.
11. Dong Jin Suh. Pyrolysis of woody and algal biomass into liquid fuels / Clean Energy Research Center Korea Institute of Science and Technology, February 13, 2014.
12. Установки ООО «Конструкторское бюро Климоба». – <http://www.potram.ru/img/offer1.pdf>

Надійшла до редакції 21.06.18

**Алексєнко В.В.¹, канд. техн. наук, Васечко А.А.^{1,2},
Самокатов К.А.³, Сезоненко А.Б.¹**

¹ **Институт газа НАН Украины, Киев**

ул. Дегтяревская, 39, 03113 Киев, Украина, e-mail: a-vv@ukr.net, alsez@ukr.net

² **Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского, Киев**

пр. Победы, 37, 03056, Киев, Украина, e-mail: lex-vas@ukr.net

³ **ООО «Капитал-2006», Киев**

ул. Киквидзе, 28, 01103 Киев, Украина, e-mail: info@kapital-2006.com.ua

Обращение с отработанными маслами. Опыт зарубежных стран и украинские разработки

Рассмотрены опасность, которую могут нанести окружающей среде отработанные масла, и направления их утилизации. Показаны особенности, преимущества и недостатки каждого из направлений утилизации отработанных масел. Рассмотрен опыт зарубежных стран относительно сбора и утилизации отработанных масел. Приведен пример применения прямого сжигания отработанных масел на установке, разработанной Институтом газа НАН Украины. Рассмотрен мировой опыт применения пиролизных установок для переработки отработанных масел в топливо. Приведено сравнение характеристик отечественной пиролизной установки с установками подобного типа заграничного производства, а также опыт использования данной установки в Украине и за границей. Показан принцип действия отечественной пиролизной установки для переработки отработанных масел в топливо, а также приведены ее рабочие характеристики. *Библ. 12, рис. 2, табл. 6.*

Ключевые слова: отработанные масла, утилизация, сбор, пиролиз.

**Alekseenko V.V.¹, Candidate of Technical Sciences,
Vasechko O.O.^{1,2}, Samokatov K.A.³, Sezonenko O.B.¹**

¹ The Gas Institute of National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev
39, Degtyarivska Str., 03113 Kiev, Ukraine, e-mail: a-uv@ukr.net, alsez@ukr.net

² Igor Sikorsky Kiev Politechnic Institute, Kiev

37, Peremogy Ave., 03056 Kiev, Ukraine, e-mail: lex-vas@ukr.net

³ Ltd. «Capital-2006», Kiev

28, Kikvidze Str., 01103 Kiev, Ukraine, e-mail: info@kapital-2006.com.ua

Handling of Used Oils. Experience of Foreign Countries and Ukrainian Developments

Hazards to environment from used oils and directions of their utilization were considered. Features, advantages and disadvantages of each directions of used oil's utilization were adduced. The example of realization of used oil's direct burning on developed in The Gas Institute of National Academy of Sciences of Ukraine unit was given. The worldwide experience of exploitation of pyrolysis units for recycling of used oil into fuel was considered. The comparison of characteristics of domestic pyrolysis unit with similar type foreign units and experience of exploitation of domestic unit in Ukraine and abroad were given. The principle of operation of domestic pyrolysis unit for recycling of used oil into fuel and its operational characteristics were presented. *Bibl. 12, Fig. 2, Tab. 6.*

Key words: used oil, utilization, collection, pyrolysis.

References

1. [Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine on July 13, 2000 No. 1120 «On Approval of the Regulation on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Utilization / Disposal and the Yellow and Green List of Wastes»]. — <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1120-2000-%D0%BF> (Ukr.)
2. [Law of Ukraine «On Waste»]. *Vidomosti Verkhovnoyi Rady Ukrayiny*. 1998. No. 36–37. P. 242. (Ukr.)
3. Fuks I.G., Spirkin V.G., Shabalina T.N. Fundamentals of chemotology. Chemotology in the oil and gas business. Moscow : Rossiyskiy gosudarstvennyy universitet nefti i gaza im. I.M.Gubkina, 2004. P. 217–218. (Rus.)
4. Evdokimov A.Ju., Fuks I.G., Shabalina T.P. Lubricants and ecology problems. Moscow : Rossiyskiy gosudarstvennyy universitet nefti i gaza im. I.M.Gubkina, 2000. P. 282–289. (Rus.)
5. Grigorov A.B. Complex recycling of used motor oils. *Jenergosberezhenie. Jenergetika. Jenergoaudit*. 2012. No. 5. P. 40–44. (Rus.)
6. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives. *Official Journal of the European Union [UA]*. L312/3-312/30. (Ukr.)
7. Pat. 111562 UA, MPK C 2 F 23 G 5/00. [Installation for burning combustible solid and liquid wastes], V.V.Aleksieienko, O.O.Vasechko, V.Y.Nikitin, O.B.Sezonenko, V.O.Soroka. Publ. 10.05.2016, Bul. 9. (Ukr.)
8. Abdrahimov Ju.R., Zakirova Z.A., Bakirov I.K., Sahipgareeva A.R. Improve the safety of pyrolysis furnace operation. *Neftegazovoe delo*. 2014. 12 (1). P. 159–163. (Rus)
9. Cold Climate Innovation, 2014. Blest Plastic-to-Fuel Project Report – Results and Recommendations for a Northern Climate. Yukon Research Centre, Yukon College. 16 p.
10. Mckin Lee, Byung Jin. Fast Pyrolysis Bio-Oil for Renewable Energy. 2nd Korea-Malaysia A Friendly Workshop for Energy. Cooperation 20 September 2012, Sheraton Hotel, Kuala Lumpur.
11. Dong Jin Suh. Pyrolysis of woody and algal biomass into liquid fuels / Clean Energy Research Center Korea Institute of Science and Technology, February 13, 2014.
12. [Units of Ltd. «Klimov Design Bureau»]. — <http://www.potram.ru/img/offer1.pdf> (Rus.)

Received June 21, 2018