



dr inż. Łucjan FURTAK
Politechnika
Warszawska



prof. dr hab. inż.
Adam LUKSA
Politechnika Radomska



inż. Andrzej STEPIEŃ
Instytut Technologii
Eksploatacji w Radomiu

inż. Józef SZULC
Polskie Górnictwo Naftowe
i Gazownictwo S.A.

Wykorzystanie olejów przepracowanych do celów energetycznych

Used oils as energy source

Some ideas of incinerating of used oils in a boiler house of small and big heating power have been presented. Main problems connected with this way of utilisation of used oils have been described. 3 MW boiler house incinerating used oil is presented more precisely.

Oleje przepracowane mogą być źródłem taniego paliwa do pieców i kotłów. Istnieje w Polsce wiele przedsiębiorstw i zakładów rzemieślniczych, w których zużywane są niewielkie ilości olejów smarowych. Przykładem mogą być warsztaty samochodowe, gdzie wymieniane są oleje silnikowe i prowadzone drobne remonty. Efektem ich działalności są nieduże ilości olejów przepracowanych zbieranych sukcesywnie. Te ilości od kilku do kilkudziesięciu kg dziennie mogą być zastępczym paliwem do specjalnych pieców czy kotłów. Zbiórka takich olejów w warunkach dużego rozproszenia jest mocno utrudniona i związana z dużymi kosztami.

Wiele firm wytwarza w skali roku od kilku do kilkudziesięciu ton olejów od-

padowych i posiada własne kotłownie olejowe. Po ewentualnie niewielkiej przeróbce oleje takie mogą być uzupełnieniem olejów opalowych.

Właściwości fizykochemiczne olejów przepracowanych

Podstawowym parametrem charakteryzującym paliwo jest wartość opałowa.

W tabeli 1 podano wartości opałowe wybranych rodzajów paliw.

Według tych danych wartość przepracowanego oleju silnikowego jest zbliżona do wartości opałowej olejów opalowych.

Problemem przy kwalifikowaniu do spalania może być skład chemiczny olejów przepracowanych. Możliwość zakwalifikowania olejów przepracowanych do spalania determinuje głównie zawartość chloru, PCB oraz metali ciężkich. Dodatko-

wym czynnikiem utrudniającym spalanie przepracowanych środków smarowych jest fakt, że mogą zawierać duże ilości wody i zanieczyszczeń. W tabeli 2 przedstawiono wyniki badań laboratoryjnych próbek olejów badanych w latach 1989 – 1999 w Instytucie Technologii Eksploatacji w Radomiu.

Badane próbki olejów pochodziły z eksploatacji oraz ze zbiorników magazynowych produktów zużytych. Jak wynika z przedstawionych w tabeli 2 danych, w niektórych próbkach zawartość

Tabela 1. Porównanie wartości opałowej przepracowanego oleju silnikowego z wartościami opalowymi wybranych paliw [1, 2]

Paliwo	Wartość opałowa, [MJ/kg]
Węgiel brunatny	8000 – 16000
Węgiel kamienny	29 000 – 30 000
Gaz ziemny	32 000
Olej opałowy	40 000 – 42 000
Przepracowany olej silnikowy	41 500

Tabela 2. Zawartość wody i zanieczyszczeń stałych w olejach przepracowanych [3]

Wymagania	Oleje silnikowe		Oleje hydrauliczne, maszynowe, przekładniowe, sprężarkowe	
	wartość minimalna	wartość maksymalna	wartość minimalna	wartość maksymalna
Zawartość wody [%]	brak	10	brak	30
Zawartość zanieczyszczeń stałych [%]	0,15	10,5	brak	4

eksploatacja

wody osiągnęła 30 % zaś poziom zanieczyszczeń stałych wynosił 10,5%. Stopień zanieczyszczenia niektórych próbek oleju nie pozwala przeznaczyć ich do spalania bez uprzedniego oczyszczenia i przeprowadzenia analiz fizykochemicznych.

W tabeli 3 podano zestawienie wyników badań próbek oleju przepracowanego pobranych w wytypowanych przedsiębiorstwach. Próbki zostały pobrane z beczek oleju przepracowanego.

W zakładach A i B stosowane są głównie oleje sprężarkowe, zaś w przedsiębiorstwie C oleje hydrauliczne. Należy podkreślić, że wytypowane firmy mają dobrze zorganizowany system zbiórki i magazynowania olejów przepracowanych. Oleje nie zawierają dużych ilości zanieczyszczeń eksploatacyjnych i „dodatki” pochodzących z nieprawidłowej zbiórki. Warunki magazynowania i przechowywania ograniczają możliwość zmieszania z innymi substancjami.

tych były znacznie gorsze. Oleje były magazynowane w zardzewiałych beczkach do których zlewano także płynne substancje chemiczne, m.in. rozpuszczalniki, płyny hamulcowe, resztki farb i lakierów.

Niektóre próbki wykazywały dużą zawartość zanieczyszczeń i wody. Duża rozpiętość w pomiarach lepkości i zapłonu sugeruje (przy jednym rodzaju oleju) duże ilości zanieczyszczeń w rodzaju rozpuszczalników i oleju napędowego.

Generalnie należy przyjąć, że oleje przepracowane mogą zawierać duże ilości wody i zanieczyszczeń. W małych firmach łatwiej zorganizować taki system gromadzenia olejów przepracowanych, w których nie będą mieszane z innymi substancjami. W sezonie jesiennozimowym olej przepracowany byłby na bieżąco zużywany do celów grzewczych. W przypadku dużych przedsiębiorstw problem jest bardziej złożony. Zależy to od sposobu w jaki dokonuje się zbiórki i przechowywania oleje. Część przepracowanych środków smarowych pochodzi z wymian awaryjnych. Skład

Zapotrzebowanie na olej do celów energetycznych (na potrzeby centralnego ogrzewania)

Obliczenia wykonano dla następujących danych:

- Dane ogólne:
- Miejsce kotłowni Radom,
 - Średnia liczba dni ogrzewania - 221 dni
 - Liczba stopniodni dla temp, $t_w = 20^\circ\text{C}$ - 3800
 - Temperatura zewnętrzna dla Radomia, III strefa klimatyczna - $t_{zew} = -20^\circ\text{C}$,
 - Sprawność kotłowni - $\eta_w = 0,9$,
 - Sprawność sieci przewodów - $\eta_s = 0,85$,
 - Średnia temp. wew. budynku - $t_w = 20^\circ\text{C}$,
 - Współczynnik zwiększający stosowany w pierwszych dniach ogrzewania ze względu na dodatkowe zużycie mocy cieplnej na suszenie budynku (tab. 2-39) - $a = 1,0$,
 - Współczynnik zmniejszający, zależny od sposobu eksploatacji urządzenia (obiekt ogrzewany bez przerwy z osłabieniem w nocy) - $y = 0,95$,
 - Wartość opałowa oleju przepracowanego $Q_i = 41500 \text{ kJ/kg}$.

Tabela 3. Wyniki badań wybranych próbek oleju przepracowanego w trzech wybranych przedsiębiorstwach [4]

Wymagania	A		B		C	
	min	max	min	max	min	max
Lepkość kinematyczna w 40 °C, mm ² /s,	20,0	23,9	41,8	49,3	42,9	46,7
Lepkość kinematyczna w 100 °C, mm ² /s,	3,64	4,37	5,36	6,09	6,15	6,62
Zanieczyszczenia stałe, % m/m	Poniżej 0,02	0,08 szlam 0,1	Poniżej 0,02	0,1	0,05	0,6
Zawartość wody, % m/m,	brak	0,3	brak	0,2	0,05	0,5
Zapłon, °C	160,5	189,0	179	191	208	215
Zawartość żelaza, ppm	-	-	-	89	-	-

Tabela 4. Wyniki badań wybranych próbek przepracowanych olejów silnikowych pochodzących z eksploatacji w bazie transportowej [4]

Wymagania	Wyniki	
	min	max
Lepkość kinematyczna w 40 °C, mm ² /s,	60	124
Lepkość kinematyczna w 100 °C, mm ² /s,	8,4	16
Zanieczyszczenia stałe, % m/m	śląd	7,5
Zawartość wody, % m/m,	brak	10
Zapłon w tyglu otwartym, °C	70	225
Zawartość żelaza, ppm	64	180

Zawartość żelaza wskazuje na małą zawartość metali w olejach. W tabeli 4 przedstawiono wyniki badań olejów silnikowych w średniej wielkości przedsiębiorstwie transportowym. Warunki zbiórki i przechowywania olejów zuży-

takich olejów jest bardzo zróżnicowany: od praktycznie czystych do mocno zanieczyszczonych. Część, pochodząca z urządzeń z układami wodnymi może zawierać duże ilości wody. Wymaga to odpowiedniego przygotowania olejów do spalania w kotłowniach. Jednak głównym celem uzdatniania zużytych środków smarowych jest usunięcie części zanieczyszczeń zawierających związki toksyczne tj. metale pochodzące ze ścieru czy produkty rozpadu mogące w wyniku spalania być źródłem toksycznych składników spalin.

I. Moc kotłowni 400 kW

Obliczenie zapotrzebowania rocznego na paliwo wg wzoru Hottingera:

$$B = \frac{y \cdot 86400 \cdot Q \cdot S_d \cdot a}{Q_i \cdot \eta_w \cdot \eta_s \cdot (t_w - t_2)}$$

$$B = 98,3 \text{ t/rok}$$

II. Moc kotłowni 3 MW

$$B = \frac{y \cdot 86400 \cdot Q \cdot S_d \cdot a}{Q_i \cdot \eta_w \cdot \eta_s \cdot (t_w - t_2)}$$

$$B = 737 \text{ t/rok}$$

W przypadku kotłowni ogrzewającej średniej wielkości budynek zapotrzebowanie na olej kształtuje się na poziomie ok. kilkudziesięciu ton, zaś w przypadku dużej fabryki czy osiedla mieszkaniowego ok. kilkuset ton.

Spalanie olejów w kotłach i piecach małej mocy

W wielu przypadkach przetworzone środki smarowe są spalane w kotłach małej mocy. Często są to kotły centralnego ogrzewania stosowane w budownictwie jednorodzinnych. Przepisy wielu krajów dopuszczają taką możliwość tylko w przypadku spalania w odpowiednio skonstruowanych kotłach lub nagrzewnicach [4, 5]. Wiele firm oferuje palniki olejowe do spalania olejów przetworzonych. Oferowane są także piece i kotły do spalania olejów przetworzonych. Przykładem takiego urządzenia jest oferowany na polskim rynku podgrzewacz powietrza typu CB-90-AHI produkcji amerykańskiej firmy Clean Burn Inc. Urządzenie to zostało dopuszczone do stosowania w Polsce. Może być wykorzystywane do użytku przemysłowego lub gospodarczego. Nie jest zalecane do bezpośredniego ogrzewania domów mieszkalnych.

Koncepcja kotłowni o mocy 3 MW spalającej oleje przetworzone

W kotłowniach o mocy powyżej 3 MW poziom wybranych zanieczyszczeń w spalinach zgodnie z Dyrektywą 75/439/EWG nie może przekroczyć wartości podanych w załączniku do powyższego rozporządzenia [7]. Zapotrzebowanie na paliwo w wysokości 737 ton/rok w przypadku spalania olejów przetworzonych wymagałoby zorganizowania systemu zbiórki oleju przetworzonego. O wiele lepsze byłoby wykorzystanie olejów przetworzonych jako dodatek do olejów opalowych np. w ilości ok. 10%.

Na rysunku 1 przedstawiono schemat blokowy kotłowni olejowej wykorzystującej olej przetworzony. Ważną częścią układu zasilania w olej opalowy jest blok oczyszczania olejów przetworzonych. Ze względu na możliwe zanieczyszczenia związkami niebezpiecznymi wskazana jest kontrola składu oleju przetworzonego.

Do spalania przeznaczono by głównie przetworzone oleje hydrauliczne, maszynowe, sprężarkowe, i w niedużej ilości, silnikowe pochodzące z silników Diesla. Kotłownia może także pracować na handlowe oleje opalowe. Ze względu na rodzaje przetworzonych olejów i obecność środków dyspergujących w olejach silnikowych proces oczyszczania przewidziano w dwóch etapach:

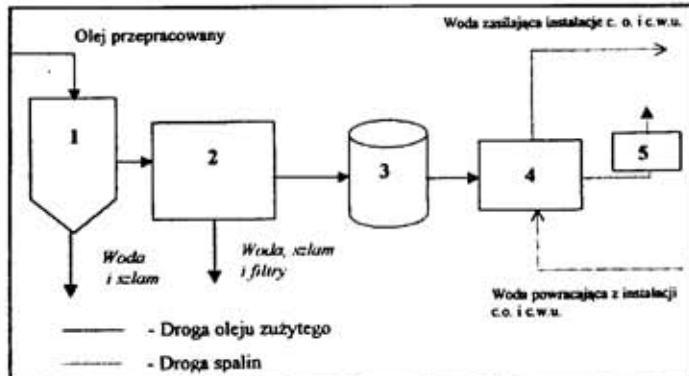
– pierwszy etap w zbiorniku sedymentacyjnym, mający na celu usunięcie wody i dużych zanieczyszczeń, – w drugim etapie olej zostanie doczyszczony za pomocą urządzenia filtracyjnego.

Uwzględniając przewidywaną ilość oleju przetworzonego dobrano urządzenie filtracyjne IPE-2p o przepływie nominalnym 15 dm³/min wyposażone w trzystopniowy układ filtracji: filtr siatkowy o dokładności 80 μm, filtr pośredni o dokładności 20 μm i filtry papierowe o dokładności 3 μm i częściowo usuwające wodę. Przewidywana wydajność urządzenia IPE-2p w czasie filtracji nie powinna przekraczać 8 dm³/min. Mniejszy od nominalnego przepływ podwyższa skuteczność oczyszczania. Czas filtracji 1 tony oleju wyniesie więc ok. 2,5 godziny. Zastosowanie przewoźnego urządzenia filtracyjnego umożliwia także jego wykorzystanie do innych celów, np. do filtracji olejów w trakcie eksploatacji maszyn. Zestaw filtracyjny IPE-2 jest wyposażony w praskę filtracyjną. Pozwala to stosować różne materiały filtracyjne, włókninowe i papierowe. Dodatkowym argumentem jest niski koszt filtrów.

Oczyszczony olej przetworzony może być mieszany z olejem opalowym w zespole zbiorników (poz. 4 na rys. 1). W przypadku braku oleju przetworzonego kotłownia może pracować na handlowe oleje opalowe. Kotły powinny być przystosowane do spalania olejów przetworzonych i wyposażone w odpowiednie palniki olejowe, mogące spalać oleje przetworzone.

Podsumowanie

Oleje przetworzone zebrane i magazynowane w odpowiednich warunkach mogą być źródłem paliwa o wysokiej wartości opalowej. Należy pamiętać, że zgodnie z polskim prawem są traktowane jako odpad niebezpieczny [8], choć w wielu przypadkach podstawowe właściwości fizykochemiczne nie odbiegają od handlowych olejów opalowych. Spalanie olejów przetworzonych z wyko-



Rys. 1. Schemat blokowy kotłowni zasilanej olejem przetworzonym

1. Zbiornik magazynowy na olej użyty; 2. Blok oczyszczania oleju użytego (sedymentacja i filtrowanie); 3. Zespół zbiorników na oczyszczony olej użyty i olej opalowy; 4. Kocioł; 5. Blok oczyszczania spalin.

rzystaniem ciepła jest kierunkiem akceptowanym przez Unię Europejską.

LITERATURA

1. ŁUKSA I., ŁUKSA A.: Wykorzystanie olejów przetworzonych do celów grzewczych. Paliwa, Oleje i Smary w Eksploatacji, nr 35, 1997.
2. FURTAK L., SKALMOWSKI K.: Termiczne metody unieszkodliwiania odpadów komunalnych. Polski Instalator, nr 2, 1998.
3. STĘPIEŃ A.: Możliwości wykorzystania przetworzonych olejów mineralnych jako paliwa. Problemy Eksploatacji, nr 1, 1999.
4. FURTAK L., STĘPIEŃ A., SZULC J.: Energetyczne wykorzystanie olejów przetworzonych jako paliwa w kotłowniach. IV Forum Ciepłowników Polskich, Międzydroje, 18 – 20 września 2000.
5. WOLF D.F.: Zalecenia dotyczące spalania przetworzonych olejów w nagrzewnicach i kotłach małej mocy, na podstawie Amerykańskiej Agencji Ochrony Środowiska. Konferencja „Oleje przetworzone zagrożeniem dla środowiska. Alternatywne metody zagospodarowania i unieszkodliwiania odpadów niebezpiecznych”, Warszawa 1998.
6. TEC Sp. z o.o.: Kryteria wydawania zezwoleń na instalacje i użytkowanie urządzeń grzewczych zasilanych olejem przetworzonym. Na podstawie wytycznych Departamentu Ochrony Środowiska The Scottish Office UK, Wielka Brytania. Konferencja „Oleje przetworzone zagrożeniem dla środowiska. Alternatywne metody zagospodarowania i unieszkodliwiania odpadów niebezpiecznych”, Warszawa 1998.
7. Dyrektywa Unii Europejskiej nr 75/439/EWG.
8. Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 24 grudnia 1997 r. w sprawie klasyfikacji odpadów. Dz. U. Nr 162, poz. 1135.