

Kazimierz TERELAK, Stanisław TRYBUŁA

Instytut Ciężkiej Syntezy Organicznej „Blachownia”, Kędzierzyn – Koźle

Elżbieta ROGOŚ, Andrzej WINIARSKI

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom

BADANIA UZDATNIANIA ZUŻYTYCH SAMOCHODOWYCH CIECZY CHŁODZĄCYCH

Słowa kluczowe

Zużyte samochodowe ciecze chłodzące, uzdatnianie cieczy chłodzących, odolejanie, alkalizacja, filtracja, sorpcja, urządzenie mobilne.

Streszczenie

W artykule przedstawiono charakterystykę zużytych samochodowych cieczy chłodzących oraz wyniki badań ich uzdatniania. Wykazano, że uzdatnianie może być zrealizowane w operacjach odolejania, alkalizacji oraz filtracji i sorpcji zanieczyszczeń na filtrach polipropylenowych. Uzdatnianie cieczy może być prowadzone w małych mobilnych urządzeniach.

Wprowadzenie

Zużycie cieczy chłodzących w przemyśle motoryzacyjnym ma ciągle tendencję wzrostową, proporcjonalną do ilości samochodów i różnych urządzeń z silnikami spalinowymi. Problemy z ich utylizacją wystąpiły dopiero ok. 25 lat temu, kiedy USA i inne kraje zakwalifikowały zużyte ciecze na bazie glikolu etylenowego do odpadów toksycznych i odpowiednimi uregulowaniami prawnymi wymusiły zajęcie się ich utylizacją zarówno przez użytkowników, jak i producentów [1]. Również w Polsce ustawa o odpadach z 2001 r. oraz rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie katalogu odpadów [2] kwalifikują zużyte ciecze chłodzące jako substancje niebezpieczne.

Należy podkreślić, że dotychczas zagadnienie zbiórki i recyklingu różnych płynów pochodzących z eksploatowanych bądź wycofanych pojazdów zostało skutecznie wymuszone i rozwiązane tylko w przypadku przetworzonych olejów jako najbardziej toksycznych dla środowiska. Recyklingu cieczy chłodzących, szczególnie rozprowadzanych w drobnych opakowaniach, nie udało się efektywnie rozwiązać. Problem ten dotyczy wielu państw [3].

W Polsce w latach 90., w ramach międzynarodowej sieci INCRIS, podjęte zostały próby oszacowania ilości i możliwości recyklingu zużytych samochodowych cieczy chłodzących (ZSCCh). W ICSO opracowano technologię regeneracji glikolu etylenowego ze ZSCCh. Technologia, prowadząca do wytworzenia glikolu do syntez miała być uruchomiona w Rafinerii w Czechowicach Dziedzicach [4]. Niestety, niepowodzeniem zakończyły się działania związane ze zbiórką ZSCCh. Zorganizowanie samodzielnej sieci zbiórki było przedsięwzięciem zbyt kosztownym, a próby połączenia zbiórki ZSCCh ze zbiórką olejów przetworzonych zakończyły się niepowodzeniem.

W trakcie kontaktów nawiązanych z bezpośrednimi zainteresowanymi, tj. kierownictwami stacji obsługi samochodów, warsztatów, baz transportowych, gdzie płyny chłodzące są wymieniane lub uzupełniane stwierdzono, że jest zainteresowanie regeneracją ZSCCh. Dotychczas zebrane ciecze razem z innymi odpadami są przekazywane do koncesjonowanych spalarni odpadów ciekłych, co jest kosztowne i logistycznie kłopotliwe. Istnieje zainteresowanie regeneracją ZSCCh w miejscu ich powstawania i zwracaniem cieczy do obiegów chłodniczych lub zastosowaniem u innych użytkowników, np. jako niezamarzające nośniki ciepła w domowych instalacjach grzewczych, szklarniach i pomieszczeniach gospodarczych. Zapotrzebowanie na zregenerowane ZSCCh może być znaczne, szczególnie przy niskiej cenie i dobrej znajomości zapotrzebowania rynku lokalnego.

Na świecie obserwuje się tendencję odchodzenia od całkowitej regeneracji glikolu ze ZSCCh w dużych jednostkach [5]. Ostatnio rozwijanym kierunkiem, szczególnie w USA i Kanadzie, jest budowa i stosowanie różnego rodzaju mobilnych urządzeń, które w stacjach obsługi samochodów umożliwiają oczyszczanie ZSCCh i zwrót do obiegów chłodzących samochodów [6].

Analiza literatury patentowej [7, 8] wskazuje, że najkorzystniej jest poddawać regeneracji ciecze, które jeszcze nie są całkowicie zużyte i zawierają aktywne dodatki oraz odpowiednią ilość glikolu. Oczyszczenie ich z zanieczyszczeń mechanicznych, substancji olejowych, produktów utleniania i korozji oraz korekta pH roztworu przywraca im pierwotne właściwości użytkowe [6]. Podstawowymi parametrami badanymi przy zbiórce ZSCCh są: zawartość glikolu, która powinna wynosić 35% v/v oraz pH, które powinno wynosić 6,5–10,8 [9]. Jeżeli zawartość glikolu jest mniejsza niż 25% v/v, pH nie mieści się w podanym zakresie, ZSCCh nie są regenerowane, lecz jako zużyte kierowane do spalania [10].

Urządzenia mobilne mają budowę modułową, każdy z modułów może pracować niezależnie. Do oczyszczania ZSCCh stosowane są trzy rodzaje modułów oczyszczających, tj. filtrujący, sorpcyjny i membranowy. Dodatkowo, w zależności od specyficznych zanieczyszczeń, mogą być stosowane chemiczne substancje wspomagające (np. utleniające, odbarwiające) oraz stosowane jest napowietrzanie i odgazowywanie [8]. Należy sądzić, że urządzenia tego typu wejdą stopniowo na nasz rynek przez stacje serwisowe zagranicznych koncernów samochodowych. Ich budowę w kraju należy więc jak najszybciej podjąć.

W ostatnich latach wzrasta zainteresowanie stosowaniem cieczy niezamarzających jako cieczy obiegowych w urządzeniach grzewczych stosowanych w pomieszczeniach mieszkalnych, gospodarskich, szklarniach, pompach ciepła i urządzeniach klimatyzacyjnych. W odpowiedzi na to zapotrzebowanie uruchomiono produkcję specjalnych gatunków cieczy, głównie zawierających glikol propylenowy [13]. Jednak z uwagi na wysoką cenę użytkownicy poszukują tańszych produktów. Kryteria takie spełniają uzdatnione ZSCCh. Pojawiło się więc dla nich nowe zastosowanie.

Celem pracy było opracowanie metody uzdatniania ZSCCh, możliwej do przeprowadzenia w mobilnym urządzeniu, w warunkach warsztatowych, przywracającej właściwości użytkowe cieczy chłodzącej i tym samym przedłużającej czas jej eksploatacji.

1. Charakterystyka zużytych samochodowych cieczy chłodzących

Zbadano funkcjonalne właściwości 25 partii zużytych samochodowych cieczy chłodzących, pozyskanych z serwisowych warsztatów samochodowych i warsztatów baz transportowych. W tabeli 1 podano zakres parametrów pozyskanych partii ZSCCh, parametry cieczy po uzdatnieniu oraz cieczy uznanej za odpad. Dla porównania przedstawiono też parametry cieczy świeżych.

Stwierdzono, że w trakcie eksploatacji zmieniały się tylko niektóre parametry samochodowych cieczy chłodzących. Stężenie glikolu we wszystkich zużytych cieczach było większe niż 35% obj., z czego wynika, że kierowcy nie stosowali rozcieńczania cieczy chłodzących i w większości ich wymianę wykonywali w warsztatach serwisowych. Podstawowym parametrem, który ulegał zmianie (zmniejszeniu) była rezerwa alkaliczna cieczy, wyrażona w ml 0,1n HCl niezbędnego do neutralizacji 20 ml próbki cieczy do pH = 5,5. Zmniejszanie alkaliczności cieczy podczas eksploatacji związane jest z „naturalnym”, wieloetapowym utlenianiem glikolu do kwasu glikolowego i mrówkowego, które neutralizują alkaliczne sole zawarte w świeżej cieczy. Towarzyszy temu zmniejszenie pH cieczy. Każda badana ciecz nie spełniała kryteriów dotyczących czystości. Wykazano obecność w nich wolnego i zemulgowanego oleju oraz zanieczyszczeń stałych.

Tabela 1. Charakterystyka samochodowych cieczy chłodzących

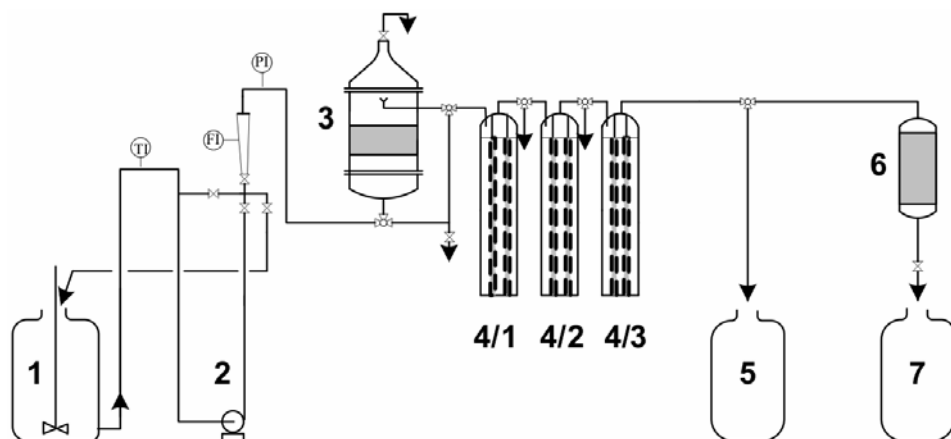
Lp.	Parametr	Metoda oznaczenia	Samochodowe cieczy chłodzące			Sam. ciecz chłodz. świeża (50/50) (wg PN-C-40007)	Ciecze grzewcze i chłodnicze (wg producentów [13])
			Zużyte	Uzdatnione	Odpadowe		
1	Zawartość glikolu (% v/v)	PN-81/C-04952	35–48 %	35–48 %	< 20%	do 50%	do 35%
2	Zawartość wolnego oleju (% v/v)	Sedymentacja	1–2%	brak	–	–	–
3	Zawartość oleju zemułgowanego (% v/v)	Wirowanie	0,1–0,2%	< 0,1%	> 3%	–	–
4	Zawartość substancji stałych (% m/m)	Metoda wagowa	0,8–3,0%	brak	–	–	–
5	pH	PN-C-40008/04	7,4–10,5	8,5–10,5	< 5,5	7,5–9,5	7,5–9,5
6	Rezerwa alkaliczna (ml 0,1n HCl/20 ml cieczy)	PN-C-40008/05	3÷ 8	8	brak	8	8
7	Przewodnictwo ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Konduktometr	2500–5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	3000–5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	>8000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	3500–4800 $\mu\text{S}/\text{cm}$	3800–4800 $\mu\text{S}/\text{cm}$
8	Obecność amoniaku ^{*)}	Alkaliczacja NaOH	Nie wyczuwalny	Nie wyczuwalny	Obecny	–	–

*) po alkalizacji wyczuwa się zapach NH_3 przy zawartości ok. 1,5 ppm. (metodyka wg [9]).

Stwierdzono, że zmiany parametrów funkcjonalnych cieczy nie zależały od miejsca eksploatacji (silniki benzynowe lub dieslowskie). O wielkości zmian parametrów decydował przede wszystkim czas eksploatacji cieczy. Najmniejsze zmiany, odzwierciedlające zużycie eksploatacyjne stwierdzono dla cieczy wymienianych podczas awaryjnych napraw bloków silnikowych. Pomimo że zawierały one znaczną ilość oleju, po jego dekantacji często nie wymagały żadnej korekty pH, a jedynie usunięcia zanieczyszczeń mechanicznych. Najbardziej zużyte i zanieczyszczone były ciecze wymieniane po kilkuletniej eksploatacji. Ciecze wymieniane zgodnie z instrukcjami posiadały rezerwę alkaliczną na poziomie 3–4 ml 0,1n HCl/20 ml i zanieczyszczenia w stężeniu 0,1–0,2%. Nadawały się do uzdatniania. Parametry kwalifikujące ciecz jako odpad, przedstawione w tabeli 1, przyjęto na podstawie danych literaturowych, podobne jak w USA [9].

2. Metodyka badań uzdatniania

Badania uzdatniania zużytych samochodowych cieczy chłodzących prowadzono w zestawie laboratoryjnym, którego schemat przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Schemat zestawu laboratoryjnego do uzdatniania zużytych cieczy chłodzących

W skład zestawu wchodziły moduły specjalnie opracowane (odolejacz konstrukcji ITeE – PIB [14]) oraz typowe dla procesu uzdatniania wody (filtracja, sorpcja). Zapewniało to dostępność i niskie koszty elementów wymiennych (wkłady filtracyjne i sorbenty).

W celu wstępnego usunięcia wolnego oleju zebrane partie ZSCCh (po 20–60 dm³) poddano procesowi odstania. Po dekantacji zawartość oleju w cieczach nie przekraczała 1% v/v.

Podczas prowadzenia badań w zestawie laboratoryjnym ciecz z dozownika 1 podawano pompą dozującą 2 do poszczególnych modułów: odolejacza 3, filtrów 4/1–4/3 i adsorbera 6, oddzielnie lub połączonych szeregowo (rys. 1). Jako wypełnienie odolejacza, do aglomeracji oleju zemulgowanego stosowano pianki retikulowane z poliuretanu o wielkości porów 3400–5600 µm. Do korekty rezerwy alkalicznej i pH uzdatnionej cieczy stosowano sodę techniczną. Do filtracji zanieczyszczeń mechanicznych wykorzystywano polipropylenowe wkłady filtracyjne o średnicy porów 20, 5 i 1 µm oraz ceramiczny filtr o średnicy porów 25 µm. Sorpcję zemulgowanego oleju i zanieczyszczeń ropopochodnych prowadzono w kolumnie o średnicy 50 mm i wysokości 300 mm. Jako sorbenty stosowano węgiel aktywny granulowany PUROLITE AC-20, sorbent jonitowy AMBERLITE XAD4 (kopolimer styren-diwinilobenzen) oraz polipropylenową włókninę formowaną w pakiety. Próby uzdatniania prowadzono do momentu „przebicia”, tj. pojawienia się otoczki olejowej w wycieku poddanym wirowaniu.

3. Metody analityczne

W badaniach oczyszczania ZSCCh stosowano następujące metody i oznaczenia:

- pH i rezerwę alkaliczną, zgodnie z normą [12],
- zawartość glikolu, na podstawie pomiaru współczynnika refrakcji,
- zawartość wolnego oleju, poprzez dekantację w cylindrze 2 dm³ cieczy przez 24 godz.,
- zawartość zemulgowanego oleju, poprzez wirowanie próbek w wirówce sedymentacyjnej EBA-20 (prod. Hettich) przy 6000 obr./min przez 15 min i pomiar wydzielonej warstwy olejowej,
- przewodnictwo cieczy metodą konduktometryczną,
- zawartość stałych cząstek, poprzez filtrację 200 g cieczy na sączku twardym, przemycie i wysuszenie sączka do stałej masy w temperaturze 105°C, a następnie określenie zawartości stałego osadu,
- analiza termiczna – próbki pobierano z wkładów filtracyjnych, z warstwy zewnętrznej i uśrednionej masy odciętej części wkładu. Pomiar prowadzono stosując termowagę Mettler Toledo TGA/SDTA 851° w systemie termoanalitycznym STAR, dla ~10 mg próbek analitycznych, przy szybkości ogrzewania $\beta = 12^{\circ}\text{C}/\text{min}$, atmosfera azot, a od 550°C powietrze,
- badania właściwości korozyjnych uzdatnionych cieczy – zgodnie metodyką zawartą w normie [12].

4. Omówienie wyników badań

Odolejanie

Do prób stosowano ciecz zawierającą 1% v/v wolnego oleju i 0,2% v/v oleju zemulgowanego. Podczas dozowania do odolejacza ciecz intensywnie mieszano. Podczas prób stwierdzono, że zachodzi koalescencja oleju w pianie. Po przepływie ok. 10 dm³ cieczy z pianki zaczęły wypływać krople oleju. Wskazywało to na koncentrację oleju w pianie, wynoszącą ok. 10% jej objętości. Stwierdzono także, że wielkości kropelek oleju i porywanie ich przez strumień odpływającej cieczy zależały od liniowej prędkości przepływu cieczy w odolejacz. Przy przepływie 80 dm³/godz. (liniowa prędkość przepływu 4,5 m/godz.) nie obserwowano porywania kropelek oleju, natomiast przy 90 dm³/godz. (prędkość liniowa – 5,1 m/godz.) zaczynały być porywane przez strumień odpływającej cieczy. Obecność oleju w cieczy była zauważalna. W tych warunkach średnia zawartość wolnego oleju w wycieku z odolejacza wynosiła 0,05% obj., stopień wydzielenia oleju wynosił 95%. Dalsze zwiększanie przepływu cieczy przez odolejacz skutkowało pojawieniem się większej ilości kropelek oleju i zwiększeniem ich porywania. W wyniku przeprowadzonych badań za graniczną, maksymalną prędkość przepływu cieczy przez odolejacz przyjęto 5 m/godz.

Alkalizacja

Alkalizacja ZSCCh jest wymagana wówczas, kiedy rezerwa alkaliczna uzdatnianych cieczy jest mniejsza od wartości wyznaczonej dla świeżej cieczy (najczęściej 8 ml 0,1n HCl/20 ml cieczy). Ze względu na brak możliwości oznaczenia parametru w warunkach warsztatowych, doświadczalnie stwierdzono, że wszystkie badanie cieczy, których pH było wyższe niż 8,5 charakteryzowały się wymaganą rezerwą alkaliczną.

Do alkalizacji ZSCCh wybrano techniczny węglan sodu (sodę), produkt możliwy do stosowania w warunkach warsztatowych, niewymagający specjalnego nadzoru. Charakteryzuje się ograniczoną rozpuszczalnością w roztworach glikolu, jego nadmiar może być usunięty podczas filtracji.

Alkalizację prowadzono dla cieczy uprzednio poddanych procesowi odolejania, charakteryzujących się wartością $\text{pH} < 8,5$. W tym celu do zbiornika z cieczą dozowano sodę techniczną ustalonymi dawkami. Proces prowadzono przy ciągłym mieszaniu, do uzyskania przez cieczy wartości $\text{pH} \geq 8,5$. W przypadku badanych cieczy, dla wymaganej korekty pH konieczne było wprowadzenie do nich od 0,7 do 1,2 g/dm^3 substancji alkalizującej. Dodatek substancji alkalizującej powodował także zwiększenie przewodnictwa o 300÷500 $\mu\text{S/cm}$, co mieści się w granicach wymagań.

Filtracja

Usuwanie zanieczyszczeń mechanicznych z cieczy prowadzono w zestawie trzech, szeregowo połączonych filtrów wyposażonych w typowe polipropylenowe wkłady filtracyjne o wymiarach: $D = 61 \text{ mm}$, $H = 250 \text{ mm}$, o porowatości 20, 5 i 1 μm lub z wykorzystaniem filtra ceramicznego o porowatości 20 μm . Proces prowadzono przy przepływie cieczy w zakresie 60÷80 dm^3/godz . Podczas filtracji przez polipropylenowe wkłady następowało prawie całkowite usunięcie zanieczyszczeń mechanicznych – nie stwierdzono ich obecności na sączku laboratoryjnym. Ocena wkładów po filtracji wykazała obecność zanieczyszczeń w każdym z nich, przy czym zasadnicza część cząstek została usunięta przez pierwszy wkład filtracyjny (20 μm). Próby z użyciem wkładów ceramicznych dawały mętny filtrat w początkowej fazie prowadzenia procesu. Dopiero po pewnym czasie stwierdzono większą skuteczność tej filtracji. W rezultacie – z uwagi na przebieg procesu i cenę wkładów, korzystniejsze jest stosowanie wkładów filtracyjnych polipropylenowych.

Sorpcja zanieczyszczeń ropopochodnych

Badania porównawcze wytypowanych sorbentów prowadzono w kolumnie o średnicy $D_w = 50 \text{ mm}$ i wysokości $H = 300 \text{ mm}$, objętości wypełnienia $V_w = 500 \text{ cm}^3$. Roztwór zasilający, zawierający 0,2% v/v zemulgowanego oleju. Uzyskane wyniki badań przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Wyniki porównawcze sorpcji oleju zemulgowanego i zanieczyszczeń ropopochodnych zawartych w ZSCCh na różnych sorbentach

Lp.	Natężenie przepływu ZSCCh	Liniowa prędkość przepływu	Objętość ZSCCh do momentu przebiccia wypełnienia		
			Węgiel aktywny granulowany PUROLITE AC20	Sorbent jonitowy AMBERLITE XAD4	Filtracyjna włóknina polipropylenowa
			dm ³ /godz.	m/godz.	cm ³
1	2,0	1,02	18	42	45
2	4,0	2,04	12	40	40
3	8,0	4,08	8	32	36
4	12,0	6,12	<1	4	8
5	20,0	10,20	–	<1	2
6	30,0	15,31	–	–	<1

Stwierdzono, że sorbenty polimerowe posiadały większą zdolność sorpcyjną niż węgiel aktywny. Oprócz tego, z węgla aktywnego dość długo schodził pył węglowy, który zabarwiał wyciek. Przy większych przepływach cieczy, dla węgla aktywnego i sorbentu jonitowego znacznie wzrastały opory przepływu w porównaniu z próbami z użyciem włókniny polipropylenowej. Porównując uzyskane wyniki badań oraz ceny sorbentów – najlepszym sorbentem jest włóknina polipropylenowa.

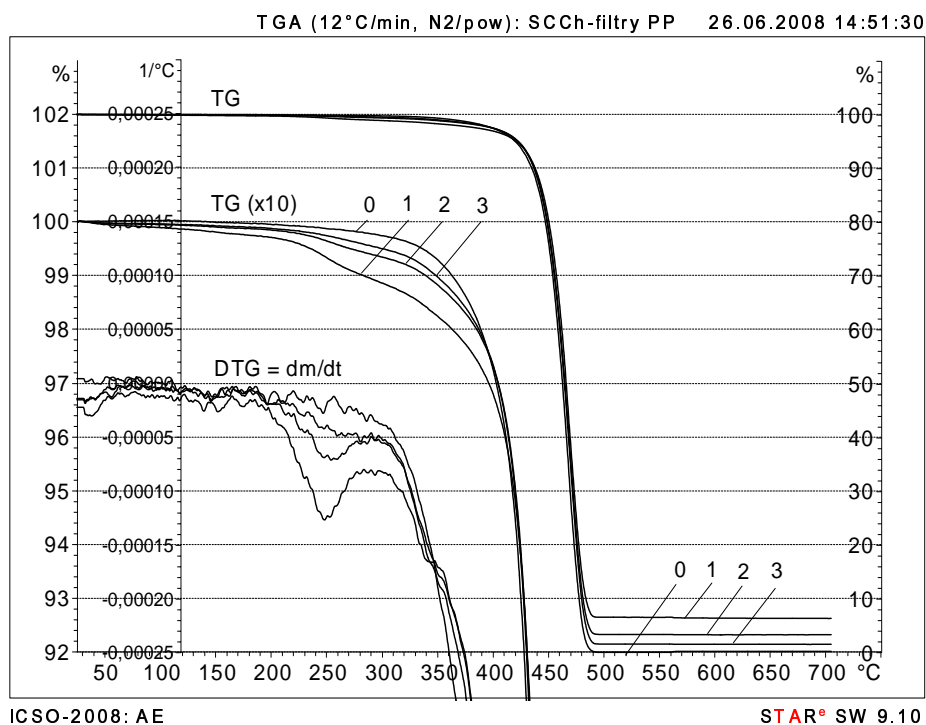
Jako sorbenty mogą być stosowane polipropylenowe wkłady filtracyjne wykonane ze sprasowanej włókniny, której objętość we wkładzie wynosi 576 cm³.

Przeprowadzono testowe próby uzdatniania ZSCCh pochodzących z silników benzynowych i dieslowskich stosując kolejno proces odolejania, alkalizacji, trójstopniowej filtracji i jednoczesnej sorpcji na wkładach polipropylenowych, wg schematu przedstawionego na rys.1, przy zastosowaniu najkorzystniejszych parametrów procesowych. Jednorazowo uzdatniano po ok. 40 dm³ cieczy. W uzdatnionych cieczach nie stwierdzono obecności zanieczyszczeń stałych i wolnego oleju. Zmniejszyła się zawartość zemulgowanego oleju. Uzdatnione ciecze charakteryzowały się odpowiednim pH i rezerwą alkaliczną. W wyniku uzdatniania nie nastąpiło pogorszenie właściwości korozyjnych cieczy (tab. 3).

Dla sprawdzenia przebiegu sorpcji i stanu wkładów filtracyjnych pobrano z nich próbki i poddano je analizie termicznej. Dla porównania przeprowadzono analizę świeżych wkładów. Uzyskane wyniki badań przedstawiono na rys. 2.

Tabela 3. Właściwości korozyjne cieczy chłodzących (wg PN – C – 40008/07)

Rodzaj metali i stopu	Wymagania, zmiana masy, mg/płytkę	Nazwa próbki	
		Uzdatniona ZSCCh (pH = 8,66, nr SCCh/36/08)	Uzdatniona ZSCCh – silniki dieslowskie, (pH = 8,52, nr SCCh/40/08)
miedź	≤ 10	2,1	3,2
spoiwo	≤ 30	27	10,8
mosiądz	≤ 10	3,3	3,7
stal	≤ 10	0,1	2,7
żeliwo	≤ 10	0,2	3,7
stop aluminium	≤ 30	10,8	13,6
ocena powierzchni płytek	nie dopuszcza się wżerów korozyjnych	nie stwierdzono wżerów korozyjnych	nie stwierdzono wżerów korozyjnych

Rys. 2. Krzywe TG i DTG zewnętrznych warstw filtrów PP, 0 – świeży, 1 – 20 μm , 2 – 5 μm , 3 – 1 μm

Przebieg krzywych TG i DTG wskazuje, że sorpcja zanieczyszczeń organicznych (olejowych), największa na pierwszym wkładzie, następuje stopniowo

także na kolejnych, a to oznacza, że wszystkie wkłady sorbują te zanieczyszczenia. Również zanieczyszczenia mechaniczne widoczne jako pozostałość, w największym stopniu zatrzymują się na pierwszym wkładzie. Potwierdza to, że wkłady filtracyjne z prasowanej włókniny polipropylenowej działają jako przegrody filtracyjne i sorbenty.

Podsumowanie

Przeprowadzone badania właściwości ZSCCh i efektywności ich uzdatniania wykazały, że pozyskiwane w trakcie zbiórki cieczy z reguły nie mają wyczerpanej do końca zdatności eksploatacyjnej i nadają się do regeneracji. Przywrócenie właściwości użytkowych ZSCCh polega na alkalizacji cieczy do $\text{pH} \geq 8,5$ oraz usunięciu z niej wolnego oleju, zanieczyszczeń mechanicznych i zemulgowanych zanieczyszczeń ropopochodnych. Do usuwania tych zanieczyszczeń z powodzeniem mogą być stosowane filtry z włókniny polipropylenowej powszechnie stosowane do uzdatniania wody sanitarnej. Uzdatnione ZSCCh posiadają parametry porównywalne do cieczy świeżych i mogą być zawrócone do samochodowych obiegów chłodniczych lub zastosowane jako nośniki ciepła. Uzdatnianie cieczy w badanych operacjach może być zrealizowane w niewielkich mobilnych urządzeniach będących na wyposażeniu warsztatów samochodowych.

Praca naukowa finansowana ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego, wykonana w ramach realizacji Programu Wieloletniego pn. „Doskonalenie systemów rozwoju innowacyjności w produkcji i eksploatacji w latach 2004–2008”.

Bibliografia

1. Europ. Chem. News 14. Nov. 1994, vol. 62 No 1643, 37.
2. Ustawa z dnia 27. 04. 2001 o odpadach (Dz. U. nr 62 poz. 628, 2001) i rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27.09.2001 w sprawie katalogu odpadów (Dz. U. nr 112 poz. 1206, 2001).
3. W. Jechle. at all, Chem. Ing. Tech 1994, 66(5), 671–674.
4. Trybuła S., Terelak K., Wasilewski J., Solon K., Zawadzka M.: Opracowanie Technologii Utylizacji Zużytych Płynów Chłodniczych; Opr. ICSO. Kędzierzyn – Koźle. Grudzień 2001 (niepublikowane).
5. Hyprotech- STATOIL Success: <http://www.imakenews.com>.
6. Recycled Coolants: <http://www.kfm.com>, Oberlinfilter Coolant System: <http://www.oberlinfilter.com>, model 130: <http://www.comoindustrial.com>, Bath Antifreeze Recycling Unit: <http://www.asedeals.com>, Automotive

- Coolant Exchanger Recycler: <http://www.autoess.com>, Glycol Recycling System: <http://www.get-inc.com>.
7. Pat. USA nr US 5.167.826 (1992).
 8. Pat. USA nr US 6.187 197 (2001).
 9. Glycol Application: <http://www.osmonics.com>, Acceptance Criteria – EET Glycol Recycling Facility: <http://www.eetcorp.com>, EPA – Project – Automotive and Heavy – Duty Engine Coolant Recycling by Filtration EPA/600/S2-91/066 Feb.1992.
 10. Combustion Engine Coolant: <http://materials.globalspec.com>
 11. Norma nr PN-C-40007.
 12. Norma nr PN-C-40008.
 13. www.sochaczew.boryszew.com.pl (Ergolid Eco), www.organika.com.pl (Glixoterm Eko konc.), www.vestoil.com.pl.
 14. Zgłoszenie pat, nr P-385521.

Recenzent:
Anna ANIELAK

Research on used automotive antifreeze treatment

Keywords

Used automotive antifreeze, cooling liquid treatment, oil trapping, alkalisation, filtration, sorption, mobile set.

Summary

The characteristics of the used automotive antifreeze and the research results of the coolants treatment have been shown in this article. It was confirmed that the said treatment can be realised with the operations of oil trapping, alkalisation, and the filtration and sorption of impurities with polypropylene filters. Such treatment may be performed in a small mobile set.

