

Franciszek Steinmec, Alicja Bednarska, Marta Łapa

Instytut Nafty i Gazu, Kraków

Rozwój krajowych mikroemulsyjnych cieczy hydraulicznych HFAE

Przedstawiono zmiany jakościowe cieczy hydraulicznych HFAE, wynikające z coraz szerszego stosowania w górnictwie węglowym systemów ścianowych, wyposażonych w system sterowania pilotowego. Dokonano porównania makroemulsyjnych i mikroemulsyjnych cieczy hydraulicznych HFAE, wskazując na przewagę cieczy mikroemulsyjnych. Omówiono prace badawczo-rozwojowe prowadzone w Instytucie Technologii Nafty we współpracy z ośrodkami badawczymi górnictwa, które doprowadziły do uruchomienia produkcji oraz zastosowania w górnictwie węglowym mikroemulsyjnych cieczy hydraulicznych. Przedstawiono charakterystykę krajowych mikroemulsyjnych koncentratów HFAE oraz wytworzonych z nich mikroemulsyjnych cieczy hydraulicznych.

The Development of Microemulsion Hydraulic Fluids in Poland

The paper presents the quality changes of hydraulic fluids HFAE which result from the wide use of remote controlled high wall coal mining systems. The comparison of macroemulsion and microemulsion hydraulic fluids was accomplished and advantages of microemulsion fluids were pointed. The paper describes the research projects carried on in the Institute of Petroleum Processing in cooperation with coal mining research centers which led to the production and application of microemulsion hydraulic fluids in coal mines. Characteristics of Polish microemulsion concentrates HFAE and microemulsion hydraulic fluids made from the concentrates were presented.

Wstęp

Intensyfikacja wydobycia węgla kamiennego w kopalniach głębinowych realizowana jest poprzez zwiększenie stopnia umaszynowania oraz automatyzacji procesu wydobywczego. Wprowadzenie nowoczesnych kompleksów ścianowych, wyposażonych w zmechanizowane obudowy kroczące, kombajny ścianowe oraz przenośniki, umożliwiło uzyskanie wydobycia dobowego dochodzącego do 20 000 Mg [12]. Zalety tego systemu wydobycia powodują powszechne stosowanie go wszędzie tam, gdzie umożliwiają to warunki geologiczne pokładów węglowych.

Istotnym elementem kompleksów ścianowych są zmechanizowane obudowy hydrauliczne ochraniające strop za kombajnem, zasilane cieczą hydrauliczną o wysokim ciśnieniu (rzędu 30 do 40 MPa), przesuwane za frontem urobku węgla. System hydrauliczny obudów zmechanizowanych obejmuje układy sterowania pilotowego, agregaty pompowe, filtry, zbiorniki oraz magistrale zasilające i sphywowe o długościach dochodzących do 3000 m [8]. Z uwagi na możliwość wystąpienia awarii, powodującej rozszczelnienie układu hydraulicznego i wytrysk strumienia cieczy oraz jej rozproszenia, wymagane jest, aby ciecz hydrauliczna charakteryzowała się trudnopalnością, eliminując możliwość wystąpienia pożaru. Wymagania te spełniają emulsyjne cieczy hy-

drauliczne HFAE, wprowadzone do górnictwa węglowego około pięćdziesiąt lat temu [22].

Po serii pożarów, które miały miejsce w zachodnioeuropejskim górnictwie węglowym, Europejska Wspólnota Węgla i Stali powołała zespół specjalistów dla rozwiązania problemu zastosowania trudnopalnych cieczy hydraulicznych w maszynach i urządzeniach pracujących w podziemiach kopalń. Zespół ten opracował zasady stosowania oraz wymagania i metody badań trudnopalnych cieczy hydraulicznych opartych na bazie wody oraz bezwodnych, które ujęto w raporcie, nazwanym – od miejsca działania zespołu – Raportem Luksemburskim.

Wymagania jakościowe stawiane trudnopalnym cieczom hydraulicznym, w tym także HFAE, oraz metody badań ulegały ewolucyjnym zmianom, dotrzymując kroku postępowi technicznemu w górnictwie; czego wyrazem były kolejne edycje raportu Luksemburskiego. Ostatni VII Raport Luksemburski wydany został w 1994 roku. Obejmował on wymagania jakościowe stawiane cieczom HFAE, wymagania i metody badań w zakresie trudnopalności oraz zagrożenia dla zdrowia i środowiska [10].

Po zakończeniu działań Zespołu Luksemburskiego prace normalizacyjne w zakresie trudnopalnych cieczy hydraulicznych kontynuowane są przez Komitet

Techniczny ISO TC28. Komitet ten w 1999 roku opracował normę ISO 12922, określającą wymagania stawiane trudnopalnym cieczom hydraulicznym [7].

Norma ta, po przyjęciu jej przez Europejski Komitet Normalizacyjny CEN, w 2003 roku przyjęta została do stosowania w Polsce [9].

Charakterystyka cieczy hydraulicznych HFAE

Ciecze hydrauliczne HFAE stanowią emulsję oleju w wodzie typu O/W. Trudnopalność tych cieczy wynika z wysokiej (powyżej 95%) zawartości wody. Praktycznie ciecze te zawsze sporządzane są w zakładzie ich użytkowania, poprzez zemulgowanie dostarczonego koncentratu w dostępnej u użytkownika wodzie przemysłowej. W kopalniach węglowych ciecze HFAE sporządzane są na powierzchni i systemem rurociągów tłoczonych do miejsca wydobywania węgla. Nowszy sposób polega na sporządzeniu tych cieczy w podziemiach kopalń, w pobliżu zmechanizowanego kompleksu ścianowego. Eliminuje to konieczność stosowania rozbudowanego systemu rurociągów rozprowadzających ciecz hydrauliczną, wymaga jednak – dla spełnienia wymogów bezpieczeństwa pożarowego – stosowania trudnopalnego koncentratu HFAE.

W zależności od stopnia rozproszenia oleju w wodzie ciecze HFAE stanowią:

- mleczne makroemulsje, w których średnica kropelek oleju zdyspergowanego w wodzie wynosi 1-10 μm ,
- półprzezroczyste mikroemulsje, w których średnica kropelek oleju zdyspergowanego w wodzie wynosi 0,1-1 μm ; przy średnicy kropelek oleju poniżej 0,4 μm mikroemulsje stają się transparentne.

W zależności od proporcji składników wchodzących w skład koncentratów HFAE, a szczególnie zawartego w nich oleju, stosowany jest często podział na:

- koncentraty konwencjonalne, w których głównym (pod względem udziału) składnikiem kompozycji jest olej mineralny, stosowany w ilości rzędu 70-85%; z wodą tworzą one mleczne ciecze makroemulsyjne,
- koncentraty półsyntetyczne, w których udział środków powierzchniowo-czynnych i dodatków jest dominujący, przewyższający udział olejów mineralnych; zawartość olejów mineralnych zazwyczaj mieści się w przedziale 10-20%; tworzą one z wodą ciecze półprzezroczyste lub transparentne,
- koncentraty syntetyczne, tworzące z wodą ciecze mikroemulsyjne, w których stosowane są oleje syntetyczne; najczęściej węglowodorowe lub estrowe.

Koncentraty HFAE stanowią złożoną kompozycję, zawierającą od kilku do kilkunastu składników. W skład tych koncentratów wchodzi [5]:

- oleje: mineralne, syntetyczne węglowodorowe i estrowe,
- kompleks emulgujący, zawierający: emulgatory, koemulgatory, solubilizatory i stabilizatory,
- inhibitory korozji stali i metali nieżelaznych,
- dodatki: biocydy, biostatyki, przeciwpienne i inne,
- wodę.

Właściwy dobór komponentów oraz wzajemne ich współdziałanie ma duże znaczenie dla zapewnienia dobrych właściwości użytkowych cieczy HFAE. Do wytworzenia ich koncentratów, jako nośniki stosowane są hydrorafinowane oleje mineralne typu naftenowego lub parafinowego oraz oleje syntetyczne węglowodorowe i estrowe. Istotnym elementem przy doborze oleju syntetycznego jest jego podatność na biodegradację. W skład kompleksu emulgującego wchodzi różnorodny środek powierzchniowo-czynny, o charakterze jonowym oraz niejonowym. O mechanizmie działania oraz spełnianej funkcji decyduje wzajemny udział w cząsteczce ugrupowań o charakterze hydrofilnym i oleofilnym. Udział ten charakteryzowany jest przez wskaźnik HLB (*Hydrophilic – Lipophilic Balance*), zaproponowany przez Griffina [6]. Niski wskaźnik HLB świadczy o przewadze właściwości oleofilnych, a wysoki o przewadze właściwości hydrofilnych. W charakterze niejonowych środków powierzchniowo-czynnych stosowane są produkty etoksylogowania i propoksylogowania alkoholi, kwasów, amin i amidów tłuszczowych oraz alkilofenoli. Jako jonowe środki powierzchniowo-czynne stosowane są głównie środki anionowe, o różnorodnym charakterze chemicznym. W celu zabezpieczenia wymaganego poziomu właściwości przeciwkorozyjnych stosowane są sole niskocząsteczkowych kwasów karboksylowych, pochodne kwasu borowego, benzotriazol oraz inne. Dla ochrony cieczy HFAE przed działaniem mikroorganizmów w skład ich koncentratów wprowadzane są bakterycydy i fungicydy. Stosowane są one głównie w konwencjonalnych koncentraty HFAE. W ostatnich latach dyrektywa Unii Europejskiej (Biozid Directive 98/8/EC) wprowadziła silne obostrzenia w zakresie ich stosowania [4]. W mikroemulsyjnych koncentraty HFAE biocydy praktycznie nie są stosowane. Ich

Tablica 1. Porównanie efektywności działania biocydów i biostatyków w cieczach hydraulicznych HFAE

Rodzaj dodatku	Biocyd	Biostatyk
Udział w koncentracji emulgującym	1-2%	10-20%
Sposób działania	Działa toksycznie na mikroorganizmy	Zakłóca przebieg procesów, nie dopuszczając do rozwoju mikroorganizmów
Dodatkowe funkcje	Brak	Spełnia równocześnie rolę emulgatorów i inhibitorów korozji

rolę przejęły dodatki biostatyczne, które nie wykazują szkodliwego wpływu na organizm ludzki oraz na środowisko. Dodatki te często spełniają równocześnie rolę emulgatorów oraz inhibitorów korozji. Porównanie efektywności działania biocydów i biostatyków przedstawia tablica 1. Dla zapewnienia efektywności działania biostatyków konieczne jest stosowanie ich w stężeniach wielokrotnie przekraczających stosowane przy biocydach. Jednym z komponentów koncentratów HFAE jest woda. W konwencjonalnych koncentratów HFAE jej udział wynosi 1-2%, a w koncentratów mikroemulsyjnych zawartość wody wynosi 40-70%.

Z punktu widzenia eksploatacji zmechanizowanych obudów górniczych wymaga się, aby właściwości cieczy hydraulicznych były stabilne w możliwie długim czasie. W praktyce jednak ciecze HFAE podlegają szeregowi niekorzystnych zmian, obniżających ich charakterystyki eksploatacyjne. Pod wpływem działania podwyższonej temperatury oraz wzrastającej twardości wody, emulsje O/W wykazują skłonności do koalescencji kropelek oleju i tworzenia na powierzchni skoncentrowanej warstwy emulsji, lub – w granicznym przypadku – warstwy olejowej. Emulgatory anionowe z zawartymi w wodzie kationami wapnia i magnezu mogą tworzyć nierozpuszczalne w wodzie sole, które w wyniku agregacji wytwarzają szlamy i osady. Również rozwój w emulsji mikroorganizmów: bakterii, grzybów i drożdży, może prowadzić do zmiany jej właściwości oraz – w granicznym przypadku – do tworzenia biomasy, zarastającej powierzchnię rurociągów i aparatury.

Przełomem w stosowaniu cieczy HFAE w górnictwie węglowym było wprowadzenie w latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku cieczy mikroemulsyjnych.

Zasadnicza przewaga cieczy mikroemulsyjnych nad makroemulsyjnymi wynika z następujących czynników:

- stabilności mikroemulsji,
Z uwagi na drobnodispersyjny charakter mikroemulsji wykazuje ona mniejszą tendencję do koalescencji oraz wydzielania oleju i szlamów. Zwiększa to bezpieczeństwo pracy układów hydraulicznych oraz obniża ich awaryjność.
- obniżonego oddziaływania na środowisko,
W stężeniu eksploatacyjnym mikroemulsje są biostatyczne i nie podlegają zasiedleniu mikroorganizmami. Po ewentualnym wycieku z układu hydraulicznego i rozcieńczeniu wodami głębinowymi, ulegają biodegradacji.
- trudnopalności koncentratów mikroemulsyjnych,
Koncentraty te zawierają 40-70% wody i spełniają wymóg trudnopalności. Eliminuje to uciążliwość wytwarzania cieczy HFAE na powierzchni kopalni i transportowania jej systemem rurociągów do ścian wydobywczych.

Mikroemulsyjne ciecze hydrauliczne HFAE potwierdziły swe zalety w toku eksploatacji w układach hydraulicznych kompleksów ścianowych. Aktualnie jest to główny typ cieczy hydraulicznych stosowanych w światowym i krajowym górnictwie węglowym [21].

Prace prowadzone w kraju

Do początku lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku w krajowym górnictwie węglowym powszechnie stosowano makroemulsyjne ciecze hydrauliczne HFAE Emulkop, wprowadzone do stosowania na początku lat siedemdziesiątych w oparciu o prace badawcze Instytutu Ciężkiej Syntezy Organicznej. W początkowym okresie stosowano ciecze hydrauliczne o stężeniu 5%. Z uwagi na fakt, że w podziemiach kopalń praktycznie nie ma możliwości wymiany cieczy HFAE w układzie

hydraulicznym oraz poddania jej utylizacji, odświeżanie cieczy odbywało się poprzez uzupełnianie jej ubytków. Wycieki cieczy o dużej zawartości trudno biodegradowalnego oleju mineralnego skażały wody głębinowe, a poprzez odpompowywanie ich z kopalni – także wody powierzchniowe. Stąd też istotnym problemem było obniżenie stężenia cieczy hydraulicznej i obniżenie w nich ilości trudno biodegradowalnych olejów mineralnych. Wymagało to istotnej poprawy ich wła-

ściwości przeciwkorozyjnych. Problem ten rozwiązano doprowadzając na początku lat osiemdziesiątych do obniżenia stężenia cieczy HFAE do 2%, a następnie do 1%.

Pod koniec lat osiemdziesiątych w krajowym górnictwie, w związku z importem urządzeń hydraulicznych, miały miejsce pierwsze próby stosowania cieczy mikroemulsyjnych. Próby te, prowadzone w ograniczonej skali, w oparciu o importowane mikroemulsyjne koncentraty HFAE, wykazały znacznie lepsze ich właściwości od cieczy makroemulsyjnych. Obok potwierdzonych walorów eksploatacyjnych, ważną zaletą był ich ekologiczny charakter, wynikający z niskiej zawartości w nich olejów mineralnych (tablica 2).

W związku z zainteresowaniem górnictwa węglowego cieczami mikroemulsyjnymi, na początku lat dziewięćdziesiątych w Instytucie Technologii Nafty podjęto prace badawcze nad krajowymi cieczami mikroemulsyjnymi HFAE [14]. Punktem wyjścia były wieloletnie doświadczenia Instytutu w zakresie technologii wytwarzania oraz użytkowania mikroemulsyjnych cieczy chłodząco-smarujących do obróbki ubytkowej metali [13, 17]. Prace te, w zaawansowanej formie, prowadzono w ścisłej współpracy z Głównym Instytutem Górnictwa oraz Centrum Badań i Dozoru Górnictwa Podziemnego, wykonujących specjalistyczne badania stanowiskowe, modelujące pracę hydraulicznych obudów zmechanizowanych, oraz badania aplikacyjne opracowanych cieczy HFAE w kompleksach ścianowych kopalni. W wyniku przeprowadzonych prac badawczych opracowano oryginalną technologię wytwarzania koncentratu mikroemulsyjnego HFAE [15, 16], który wdrożono do stosowania pod nazwą Karinol. Kilkuletnia produkcja w Rafinerii Nafty Trzebinia oraz stosowanie w kopalniach potwierdziło

zalety eksploatacyjne oraz ekologiczne tego koncentratu. W wyniku zmian organizacyjnych w przemyśle rafineryjnym, które miały miejsce w drugiej połowie lat dziewięćdziesiątych, produkcję koncentratów HFAE przeniesiono do Rafinerii Nafty Jedlicze (obecnie Orlen Oil Oddział Jedlicze). W rafinerii tej podjęto produkcję zaawansowanych wersji koncentratów mikroemulsyjnych [1, 18, 19], dla których przyjęto nazwę Hydrokop.

W okresie lat dziewięćdziesiątych w górnictwie węglowym w coraz szerszym zakresie wprowadzano do eksploatacji nowoczesne kompleksy ścianowe, wyposażone w sterowanie pilotowe, wymagające stosowania mikroemulsyjnych cieczy HFAE. Powodowało to stały wzrost stosowania koncentratów mikroemulsyjnych oraz systematyczne ograniczanie stosowania koncentratów makroemulsyjnych. Wycofanie się ze stosowania cieczy makroemulsyjnych i całkowite przejście krajowego górnictwa węglowego na stosowanie cieczy mikroemulsyjnych HFAE miało miejsce parę lat temu.

Jakość mikroemulsyjnych koncentratów Hydrokop systematycznie dostosowywana była [2, 3] do zaostrzających się wymogów, wynikających z postępu technicznego w zakresie rozwiązań konstrukcyjnych urządzeń hydraulicznych kompleksów ścianowych.

Ze względu na zróżnicowane warunki eksploatacyjne występujące w kopalniach oraz różnice w jakości wody stosowanej do wytwarzania cieczy hydraulicznych, aktualnie produkowane są cztery rodzaje koncentratów Hydrokop. Ich charakterystykę przedstawia tablica 3. Obejmują one trzy rodzaje koncentratów z olejem mineralnym, o zróżnicowanej zawartości składników czynnych i wody w koncentracie, oraz jeden z syntetycznym olejem węglowodorowym, o wysokiej podatności na biodegradację. Z uwagi na wysoką zawartość

Tablica 2. Porównanie makroemulsyjnych i mikroemulsyjnych koncentratów HFAE oraz wytworzonych z nich cieczy hydraulicznych HFAE

Charakterystyka	Koncentrat HFAE	
	Makroemulsyjny	Mikroemulsyjny
<u>Właściwości koncentratu HFA</u>		
1. Postać	jednorodna klarowna ciecz	jednorodna klarowna ciecz
2. Gęstość [g/cm ³]	0,9	1,0
3. Zawartość wody [%]	1-2	40-70
4. Palność	palny	trudnopalny
<u>Właściwości cieczy HFA</u>		
1. Typ emulsji	makroemulsyjna, mleczna	mikroemulsyjna, półprzeźroczysta
2. Zawartość koncentratu w emulsji [%]	1-2	0,5-1,5
3. Zawartość składników czynnych w emulsji [%]	1-2	0,3-0,9
4. Zawartość oleju w emulsji [%]	0,7-1,4	0,06-0,2

Tablica 3. Charakterystyka mikroemulsyjnych koncentratów Hydrokop

Koncentrat	Hydrokop			
	Minerał	HFA	Semisyntetic	Syntetic
Rodzaj				
Olej	mineralny			syntetyczny węglowodorowy
1. Wygląd	jednorodna, klarowna ciecz barwy żółtej do brązowej			
2. Trudnopalność	trudnopalny			
3. Zawartość wody [%]	51	56	67	62
4. Lepkość kinematyczna w temp. 20°C [mm ² /s]	98	37	21	29
5. Temperatura płynięcia [°C]	-5	-3	-2	-3
6. Woda do wytworzenia mikroemulsyjnej cieczy hydraulicznej HFAE				
a. zalecana				
– maksymalna twardość [°n]	28	28	28	28
– stężenie cieczy [%]	0,4-1,0	0,4-1,0	0,4-1,0	0,4-1,0
b. graniczna				
– maksymalna twardość [°n]	40	40	40	40
– stężenie cieczy [%]	0,7-1,5	0,7-1,5	0,7-1,5	0,7-1,5

wody koncentraty te są trudnopalne. Stosowane są do wytwarzania mikroemulsyjnych cieczy hydraulicznych, z wodami o zalecanej twardości do 28° n, nieprzekraczających granicznej twardości 40° n. Wytworzone cieczy hydrauliczne spełniają wymagania normy PN-EN ISO 12922:2003 oraz VII Raportu Luksemburskiego w zakresie wymagań zdrowotnych i ekologicznych.

Dla przykładu w tablicy 4 przedstawiono właściwości cieczy mikroemulsyjnej HFAE wytworzonej z koncentratu Hydrokop Syntetic oraz wzorcowych wód: V o twardości 28° n i Z o twardości 40° n. Wytworzone cieczy hydrauliczne, o stężeniu 0,5% z wodą wzorcową V i 0,8% z wodą wzorcową Z, spełniają wymagania normy PN-EN ISO 12922:2003.

Tablica 4. Charakterystyka mikroemulsyjnych cieczy hydraulicznych HFAE wytworzonych z koncentratu Hydrokop Syntetic i wody wzorcowej

Właściwości	PN-EN ISO 12922:2003	Ciecz hydrauliczna HFAE	
		stężenie cieczy 0,5% woda wzorcowa 28°n	stężenie cieczy 0,8% woda wzorcowa 40°n
1. Wygląd	-	półprzezroczysta mikroemulsja	półprzezroczysta mikroemulsja
2. pH w temp. 20°C	6,7-11,0	7,8	7,6
3. Stabilność po 600 godz. w temperaturze 50°C			
– wydzielony olej [%]	ślady	brak	brak
– kremowanie [%], nie więcej niż	0,5	brak	ślady
4. Właściwości przeciwkorozyjne w temp. 35°C po 28 dobach, ubytek masy [mg], nie więcej niż ¹⁾			
– stal	-10	3,7	-5,8
– miedź	-5	-0,1	-0,1
– mosiądz	-5	-0,1	-0,1
– aluminium	-10	-0,2	-0,2
– cynk	-20	-5,1	-6,9
5. Odporność na pienie:			
– skłonność do pienia, objętość piany w temperaturach 25°C/50°C/ 25°C po próbie w 50°C	300/300/300	100/140/100	90/110/100
– trwałość piany, objętość piany po odstaniu w temperaturach 25°C/50°C/ 25°C po próbie w 50°C	10/10/10	0/0/0	0/0/0
6. Oddziaływanie na uszczelnienia z gumy NBR1 po 168 godzinach w temp. 60°C			
– zmiana objętości [%], nie więcej niż	7	3,1	2,9
– zmiana twardości, IRDH	-7 - +2	-0,6	-1,2

¹⁾ zalecenia PN-EN ISO 4404-1:2006.

Stężenia eksploatacyjne mikroemulsyjnych cieczy hydraulicznych zależne są od szeregu czynników. Każdorazowo powinny być ustalane indywidualnie, przy uwzględnieniu lokalnych warunków występujących w kopalni, w tym: jakości wody, fazy robót górniczych w wyrobiskach ścianowych, stanu technicznego obudowy zmechanizowanej i magistrali cieczy hydraulicznej oraz stopnia zapylenia i temperatury wyrobiska eksplo-

atacyjnego [11]. W fazie uruchamiania kompleksu ścianowego, a także po zakończeniu eksploatacji, na etapie likwidacji ściany i jej przemieszczenia należy stosować wysokie stężenia cieczy hydraulicznej, przewyższające stężenia stosowane w toku procesu wydobycia węgla [11]. Stężenia cieczy hydraulicznej ustala użytkownik, uwzględniając wszystkie czynniki mające wpływ na jej parametry użytkowe.

Podsumowanie

Prace rozwojowe prowadzone w Instytucie Technologii Nafty przy współpracy z ośrodkami badawczymi górnictwa węglowego doprowadziły do opracowania i uruchomienia produkcji krajowych mikroemulsyjnych koncentratów HFAE. Kilkunastoletni okres rozwoju produkcji tych koncentratów oraz eksploatacji wytworzonych z ich udziałem mikroemulsyjnych cieczy hydraulicznych HFAE, potwierdził ich walory eksploatacyjne.

Literatura

- [1] Bednarska A., Steinmec F., Łapa M.: *Opracowanie technologii koncentratu emulgującego do sporządzenia niepalnej emulsji hydraulicznej z udziałem wody o twardości 40°n*. Dokumentacja ITN Nr 2976, 1997.
- [2] Bednarska A., Steinmec F., Łapa M.: *Opracowanie technologii trudnopalnego koncentratu mikroemulsyjnego Hydrokop Syntetic*. Dokumentacja ITN Nr 3489, 2001.
- [3] Bednarska A., Steinmec F., Łapa M.: *Opracowanie technologii mikroemulsyjnego koncentratu HFAE dla górnictwa*. Dokumentacja ITN Nr 3928, 2005.
- [4] Cieplik Z.: *Produkty biobójcze stosowane do konserwacji środków smarowych w kontekście dyrektyw Unii Europejskiej*. II Międzynarodowa Konferencja: Teoretyczne i Praktyczne Aspekty Stosowania Środków Smarowych, Ustroń, 29-31.05.2006.
- [5] Dwuletzki H.: *Schwerent Flammbare Hydraulikmedien von Typ HFA*. II Międzynarodowa Konferencja: Teoretyczne i Praktyczne Aspekty Stosowania Środków Smarowych, Ustroń, 29-31.05.2006.
- [6] Griffin W.C.: *Emulsions*. [w:] Kirk – Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, J. Wiley Interscience Publ., New York, wyd. 3, t. 8, s. 900-930, 1973.
- [7] ISO 12922:1999, Lubricants Industrial Oils and Related Products (class L) – Family H (Hydraulic systems) – Specifications for categories HFAE, HFAS, HFB, HFC, HFDR and HFDV.
- [8] Pieniżek J., Stefański J.: *Przyczyny i sposoby zapobiegania uszkodzeniom elementów układu hydraulicznego górniczej obudowy zmechanizowanej*. Napędy i Sterowanie, 8, 11, 142-145, 2006.
- [9] PN-EN ISO 12922:2003, Środki smarowe, oleje przemysłowe i produkty podobne (klasa L) – Grupa H (układy hydrauliczne) – Wymagania techniczne dla kategorii HFAE, HFAS, HFB, HFC, HFDR i HFDU.
- [10] Requirements and Tests Applicable to Fire Resistant Hydraulic Fluids Used for Power Transmission and Control (Hydrostatic and Hydrokinematic), Seventh Edition, Luxemburg, April 1994.
- [11] Ślanina F.: *Zagadnienia normalizacyjne trudnopalnych mediów hydraulicznych zawierających wodę, problem stężenia eksploatacyjnego cieczy typu HFA*. II Międzynarodowa Konferencja: Teoretyczne i Praktyczne Aspekty Stosowania Środków Smarowych, Ustroń, 29-31.05.2006.
- [12] Ślanina F., Steinmec F.: *Ciecze hydrauliczne HFAE w obudowach zmechanizowanych wyrobisk ścianowych*. Napędy i Sterowanie, 9, 4, 22, 2007.
- [13] Steinmec F.: *Krajowe wodorozcieńczalne środki chłodząco-smarujące do obróbki metali skrawaniem*. Nafta 46, 1-3, 37-41, 1990.
- [14] Steinmec F., Bednarska A., Wojas B., Altkorn B., Łapa M.: *Opracowanie technologii ekologicznie czystej niepalnej cieczy hydraulicznej dla górnictwa i przemysłu*, Dokumentacja ITN Nr 2502, 1993.
- [15] Steinmec F., Bednarska A., Kossowicz L., Łapa M. i in.: *Olej emulgujący*. Patent PL 175511, 1995.
- [16] Steinmec F., Bednarska A., Łapa M.: *Opracowanie technologii koncentratu emulgującego do sporządzenia niepalnej emulsji hydraulicznej dla górnictwa*. Dokumentacja ITN Nr 2754, 1995.
- [17] Steinmec F.: *Eksploatacja i unieszkodliwianie wodnych cieczy eksploatacyjnych do obróbki metali skrawaniem*. Biuletyn Instytutu Technologii Nafty, 8, 1-2, 15-24, 1996.
- [18] Steinmec F., Bednarska A., Łapa M.: *Opracowanie technologii koncentratu mikroemulsyjnego typu HFAE*. Dokumentacja ITN Nr 3267, 1999.

- [19] Steinmec F., Bednarska A., Wachowicz J., Kostecka-Slanina M., Slanina F. i in.: *Mikroemulsyjny, trudnopalny koncentrat olejowo-wodny emulsji hydraulicznej*. Patent PL 192896, 2000.
- [20] Steinmec F., Bednarska A., Wachowicz J., Kostecka-Slanina M., Slanina F. i in.: *Trudnopalny mikroemulsyjny koncentrat cieczy hydraulicznej*. Patent PL 192828, 2000.
- [21] Steinmec F.: *Kierunki zmian jakościowych trudnopalnych cieczy hydraulicznych*. Nafta-Gaz 56, 12, 916-923, 2008.
- [22] Steinmec F.: *Wymagania jakościowe stawiane trudnopalnym cieczom hydraulicznym*. Przegląd Górniczy, 64, 7-8, 61-68, 2008.

Recenzent: doc. dr Michał Krasodomski



Doc. dr inż. Franciszek STEINMEC – kierownik Zakładu Olejów, Środków Smarowych i Asfaltów w Pionie Technologii Nafty INiG w Krakowie; Wiceprzewodniczący Podkomitetu ds. Asfaltów Komitetu Technicznego 222 Polskiego Komitetu Normalizacyjnego.



Mgr Alicja Bednarska – absolwentka Uniwersytetu Jagiellońskiego; Wydziału Matematyczno-Fizyczno-Chemicznego; Kierunek Chemia; Pracownik ITN (obecnie INiG) w latach 1968-2006; specjalizowała się w zagadnieniach technologii wytwarzania olejów procesowych i cieczy hydraulicznych.



Mgr Marta Łapa – absolwentka Uniwersytetu Jagiellońskiego; Wydziału Matematyczno-Fizyczno-Chemicznego; Kierunek Chemia; Pracownik ITN (obecnie INiG) w latach 1973-2008; specjalizowała się w zagadnieniach technologii wytwarzania olejów procesowych i cieczy hydraulicznych.

Oferta



PION TECHNOLOGII NAFTY INSTYTUTU NAFTY I GAZU

31-503 Kraków, ul. Lubicz 25 A, tel.: +48 012 421 00 33

Instytut Nafty i Gazu oferuje profesjonalną obsługę (akredytowane laboratoria badawcze) w zakresie badań i ekspertyz, obejmujących określenie składu i ocenę jakości paliw, biopaliw, biokomponentów: np. alkoholi oraz środków smarowych i LPG.

Instytut prowadzi prace w dziedzinie optymalizacji składu paliw i mieszanek paliwowych, testy na stanowiskach silnikowych oraz przeprowadza ocenę przyczyn uszkodzeń silników na skutek złej jakości paliw.

Kontakt: Instytut Nafty i Gazu - Pion Technologii Nafty
31-429 Kraków, ul. Łukasiewicza 1; tel. (012) 617 75 28, fax (012) 617 75 22
e-mail: itn@itn.com.pl

INSTYTUT NAFTY I GAZU
ul. Lubicz 25 A, 31-503 Kraków
tel.: +48 12 421 00 33 fax: +48 12 430 38 85
www.inig.pl office@inig.pl

KRS 0000075478, REGON 000023136, NIP 675-000-12-77