

Stefan Ptak

*Institut Nafty i Gazu, Kraków*

## Klasyfikacja jakościowa i charakterystyka przemysłowych środków smarowych

### **Wprowadzenie**

Normalizacja produktów i wyrobów rynkowych jest powszechna. Organizacje normalizacyjne zaczęły powstawać w początkach XX w. W 1901 r. powstał, jako pierwsza organizacja normalizacyjna, Komitet Normalizacji Mechaniki, przekształcony w 1918 r. w Brytyjską Organizację Normalizacyjną (BSI). Kolejnymi organizacjami narodowymi były: Niemiecki Komitet Normalizacyjny w 1917 r. (obecnie DIN) oraz Komitet Normalizacyjny w Stanach Zjednoczonych w 1918 r.

W Polsce w 1922 r. przy Ministerstwie Handlu i Przemysłu został powołany Komitet Techniczny ds. Normalizacji Wyrobów Przemysłowych. W 1923 r. w ramach Stowarzyszenia Elektryków Polskich (SEP) utworzono Polski Komitet Elektrotechniki. W 1924 r. powołano Polski Komitet Normalizacyjny (PKN), a Polska Norma (PN) wprowadzona została jako oficjalny dokument do dobrowolnego stosowania.

Wobec rozwoju współpracy międzynarodowej organizacje normalizacyjne powołały w roku 1926 w Szwajcarii Międzynarodową Federację Komitetów Normalizacyjnych, której rolą była przede wszystkim wymiana informacji. Na bazie tej organizacji z inicjatywy Komitetu Koordynacyjnego Norm ONZ w roku 1947 powołano nową jednostkę: Międzynarodową Organizację Normalizacyjną (ISO). Jej zadaniem było i jest tworzenie norm międzynarodowych, do których miały być dostosowywane normy krajowe. Polska jest członkiem założycielem ISO.

Obecnie członkami ISO są organizacje reprezentujące ponad 160 państw. Członkowie ISO zostali podzieleni na trzy kategorie według możliwości uczestniczenia w procesie normalizacji. Prawo głosu mają tylko członkowie rzeczywiści (jednostki normalizacyjne z ponad 100 kra-

jów), natomiast członkowie korespondenci i wspierający posiadają status obserwatorów (ponad 50 krajów). Polska jest reprezentowana w ISO przez Polski Komitet Normalizacyjny.

ISO to organizacja pozarządowa i nie może narzucać norm – ich respektowanie jest całkowicie dobrowolne. Jednak ich stosowalność wynika z autorytetu organizacji, zdobytego dzięki międzynarodowej reprezentacji, sposobowi ustalania norm na zasadzie konsensusu oraz pozytywnemu wpływowi normalizacji na rozwój gospodarki [1].

Aktualnie zapotrzebowanie na środki smarowe w świecie to około 40 mln ton rocznie, co stanowi niecałe 1,5% zapotrzebowania na produkty przeróbki ropy naftowej. Pomimo małej ilościowo produkcji w porównaniu do innych produktów naftowych środki smarowe mają największą gamę asortymentu. Środki smarowe charakteryzują się różnym składem chemicznym i różnymi parametrami użytkowymi, co jest spowodowane bardzo różnorodnym ich zastosowaniem.

Intensywny rozwój współpracy międzynarodowej spowodował konieczność ujednoczenia wymagań rynkowych w zakresie przepisów i zasad działania, z dążeniem do osiągnięcia odpowiednio wysokiej jakości produkowanych wyrobów i świadczonych usług. Za najbardziej zasadne rozwiązanie uznano opracowanie odpowiednich norm o zasięgu międzynarodowym. Takie rozwiązanie zastosowano również dla środków smarowych.

Klasyfikacje wymagań jakościowych większości środków smarowych można podzielić na trzy rodzaje: klasyfikacja olejów silnikowych, np. według systemów: API, ACEA, ILSAC, klasyfikacja olejów przekładniowych samochodowych, np. według systemu API, oraz klasyfi-

kacja przemysłowych środków smarowych, np. według ISO, DIN.

Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna znormalizowała i ujednoliciła klasyfikację przemysłowych środków smarowych, biorąc pod uwagę istniejące klasyfikacje krajowe, a w szczególności osiągnięcia w tym obszarze organizacji normalizacyjnych amerykańskich i niemieckich.

Klasyfikacja przemysłowych środków smarowych opracowana przez ISO jest stopniowo adaptowana przez normalizację europejską (regionalną krajów Unii Europejskiej), którą prowadzi Europejski Komitet Normalizacyjny

(CEN – *Comité Européen de Normalisation*). CEN został powołany w 1961 r. Zrzesza 29 krajowych organizacji normalizacyjnych oraz 8 afiliantów. Sekretariat CEN ma siedzibę w Brukseli. PKN posiada status pełnego członka CEN od 1 stycznia 2004 r. CEN opracowuje i publikuje normy europejskie (EN). Niektóre normy międzynarodowe (ISO) CEN przejmuje bez jakichkolwiek zmian merytorycznych i oznacza jako EN-ISO. Taką grupą są normy klasyfikacyjne. Polska jako członek CEN adaptuje normy klasyfikacyjne uznane przez CEN bez jakichkolwiek zmian i przyjmuje je jako Polskie Normy (PN-EN ISO).

### Klasyfikacja i charakterystyka przemysłowych środków smarowych

Obecnie coraz powszechniejsze zastosowanie znajduje klasyfikacja przemysłowych środków smarowych opracowana przez Międzynarodową Organizację Normalizacyjną w połączeniu z normami wymagań jakościowych opracowanymi również przez ISO. Aktualna norma klasyfikacyjna ISO 6743 przemysłowych środków smarowych wyróżnia 18 rodzin. Każda z nich ma rozbudowaną klasyfikację.

W tabelicy 1 przedstawiono klasyfikację przemysłowych środków smarowych według ISO 6743 oraz podano normy wymagań jakościowych opracowanych przez ISO [2].

W konsekwencji wprowadzonej klasyfikacji przedstawiona została charakterystyka każdej grupy środków smarowych, zgodnie z podziałem przedstawionym w normie ISO 6743.

#### Grupa A – Układy smarowania przelotowego

W wielu rozwiązaniach konstrukcyjnych maszyn skjarzenia trące są smarowane przez układy smarowania przelotowego, zwane również układami ze stratą środka smarowego. Układy smarowania przelotowego, ze względu na prostotę rozwiązań, znalazły zastosowanie w przypadkach, gdy stosowanie układów obiegowych jest konstrukcyjnie trudne do rozwiązania lub zbyt kosztowne. Są przeznaczone do smarowania lekko obciążonych części maszyn przemysłowych, takich jak: łożyska toczne, łożyska ślizgowe, przekładnie mechaniczne, wrzeciona, prowadnice oraz pomocnicze węzły tarcia.

Oleje do układów przelotowych norma ISO 6743-1 dzieli na 4 grupy: AY, AN, AB, AC.

Do układów przelotowych są stosowane rafinowane lub nierafinowane oleje mineralne, które mogą zawierać dodatki: przeciwutleniające, przeciwkorozyjne, poprawiające właściwości adhezyjne, smarowościowe.

Ze względu na ochronę środowiska do smarowania

układów przelotowych, zwłaszcza w transporcie szynowym, stosowane są biodegradowalne oleje. Są to oleje roślinne lub estry kwasów tłuszczowych z dodatkami przeciwutleniającymi, przeciwrdzewnymi i EP. Tak wytworzone środki smarowe, przedostając się do środowiska naturalnego, ulegają szybkiej biodegradacji i nie zanieczyszczają środowiska.

Również oleje do smarowania łańcuchów pił łańcuchowych, oleje kategorii AY, są produkowane na bazach biodegradowalnych.

Wymagania dla tego rodzaju olejów ujęte są w normie ISO 19378, w której podano producentom i użytkownikom obrabiarek kryteria wyboru środków smarowych spośród różnych grup oraz określono wymagania techniczne dla środków smarowych.

#### Grupa F – Wrzeciona, łożyska i sprzęgła współpracujące

W niektórych przypadkach jako oleje do smarowania wrzecion, łożysk, sprzęgieł i niektórych innych mechanizmów stosowane są mineralne oleje bazowe, niezawierające dodatków uszlachetniających. Oleje tego rodzaju często nazywa się olejami maszynowymi. W większości przypadków mineralne oleje bazowe nie spełniają wszystkich wymagań, jakie wynikają z warunków pracy urządzeń. Z tego względu w celu uzyskania wymaganych właściwości w składzie olejów maszynowych stosowane są dodatki uszlachetniające.

Oleje maszynowe z grupy F dzielone są na 2 kategorie:

- FC – rafinowane oleje mineralne zawierające dodatki poprawiające właściwości przeciwkorozyjne i przeciwutleniające, mające zastosowanie do smarowania pod ciśnieniem, smarowania zanurzeniowego lub mgłą olejową łożysk tocznych i ślizgowych oraz współpracujących sprzęgieł,

Tablica 1. Klasyfikacja przemysłowych środków smarowych według ISO 6743

Norma klasyfikacyjna ISO 6743	Tytuł normy w j. angielskim	Tytuł normy w j. polskim	Normy: klasyfikacje i wymagania w j. polskim	Norma ISO: wymagania w j. angielskim
ISO 6743-1:1981	Family A – Total loss systems	Grupa A – Układy smarowania przelotowego	PN-ISO 6743-1:2009 PrPN-ISO 19378:2003	ISO 19378:2003
ISO 6743-2:1981	Family F – Spindle, bearings, and associated clutches	Grupa F – Wrzeciona, łożyska i sprzęgła współpracujące	PN-ISO 6743-2:2009 PrPN-ISO 19378:2003	ISO 19378:2003
ISO 6743-3:2003	Family D – Compressors	Grupa D – Sprężarki	PN-ISO 6743-3:2009	–
ISO 6743-4:1999	Family H – Hydraulic systems	Grupa H – Układy hydrauliczne	PrPN-EN ISO 6743-4 PrPN-ISO 11158 PrPN-ISO/DIS 15380 Pr EN ISO 12922 PrPN ISO 19378	ISO 11158:2009 ISO 15380:2011 ISO 12922:1999 (ISO/FIS 12922:2008) ISO 19378:2003 ISO 7745:2010
ISO 6743-5:2006	Family T – Turbines	Grupa T – Turbiny	PN-ISO 6743-5:2009 PN-ISO 8068:2009	ISO 8068:2006 ISO 10050:2005 ISO/TS 11365:2011(E) ISO/TS 11366:2011(E)
ISO 6743-6:1990	Family C – Gears	Grupa C – Przekładnie	PN-ISO 12925-1:2009 PrPN ISO 19378	ISO 12925-1:1996 ISO 19378:2003
ISO 6743-7:1986	Family M – Metalworking	Grupa M – Obróbka metali	PN-ISO 6743-7:2009 PKN-ISO/TS 12927:2011	ISO/TS 12927:1999
ISO 6743-8:1987	Family R – Temporary protection against corrosion	Grupa R – Czasowa ochrona przed korozją	PN-ISO 6743-8:2009 PKN-ISO/TS 12928:2011	ISO/TS 12928:1999
ISO 6743-9:2003	Family X – Greases	Grupa X – Smary plastyczne	PN-ISO 6743-9:2009 PrPN-ISO 12924 PrPN-ISO 19378	ISO 12924:2010 ISO 19378:2003
ISO 6743-10:1989	Family Y – Miscellaneous	Grupa Y – Inne zastosowania	–	–
ISO 6743-11:1990	Family P – Pneumatic tools	Grupa P – Narzędzia pneumatyczne	–	–
ISO 6743-12:1989	Family Q – Heat transfer fluids	Grupa Q – Ciekłe nośniki ciepła	PrPN-ISO 6743-12	–
ISO 6743-13:2002	Family G – Slideways	Grupa G – Prowadnice ślizgowe	PrPN-ISO 19378	ISO 19378:2003
ISO 6743-14:1994	Family U – Heat treatment	Grupa U – Obróbka cieplna	PrPN-ISO 6743-14	–
ISO 6743-15:2007	Family E – Internal combustion engine oils	Grupa E – Oleje do silników wewnętrznego spalania	–	ISO 13738:2000 (ISO/DIS 13738) ISO 24254:2007
ISO 6743-? nie opracowano	Family B – Mould release	Grupa B – Antyadhezyjna ochrona form	–	–
ISO 6743-? nie opracowano	Family Z – Cylinders of steam machines	Grupa Z – Cylindry maszyn parowych	–	–
IEC 1039:1990	Family N – Insulating oils	Grupa N – Oleje elektroizolacyjne	PN-EN 60296:2007 PN-EN 61099:2002	IEC 296, IEC 465, IEC 588, IEC 867, IEC 836, IEC 963, IEC 099
ISO 6743-99:2002	–	Zasady ogólne	PN-ISO 6743-99:2009	–

- FD – rafinowane oleje mineralne zawierające dodatki poprawiające właściwości przeciwkorozyjne, przeciwutleniające i przeciwzużyciowe (EP), mające zastosowanie do smarowania pod ciśnieniem, smarowania zanurzeniowego lub mgłą olejową łożysk ślizgowych i tocznych.

Wymagania dla tej grupy olejów ujęte są normą ISO 19378.

### **Grupa D – Sprężarki**

Oleje sprężarkowe, ze względu na specyfikę warunków pracy i wynikające z nich wymagania, stanowią wyodrębnioną grupę środków smarowych, w ogólnych klasyfikacjach zaliczaną do olejów przemysłowych. Wymagania dla olejów sprężarkowych związane są z temperaturą sprężanego gazu na końcowym stopniu sprężania, ciśnieniem sprężanego gazu, wymaganą czystością sprężanego gazu, konstrukcją układu smarowania.

Na olej w sprężarce oddziałuje wysoka temperatura sprężanego gazu, a w przypadku sprężarek powietrza – obecność tlenu. Z tego względu w przypadku olejów sprężarkowych wymagana jest wysoka termiczna stabilność i odporność na utlenianie, a także brak skłonności do koksowania i wydzielania osadów.

W normie ISO 6743-3 oleje sprężarkowe zostały podzielone na 4 kategorie: do sprężarek powietrza, do pomp próżniowych, do sprężarek gazów i do sprężarek chłodniczych. W sumie w tych kategoriach wyróżnia się 23 rodzaje olejów, w zależności od zastosowania i warunków pracy.

Do produkcji olejów sprężarkowych stosuje się wyselekcjonowane mineralne bazy olejowe o wysokiej odporności termooksydacyjnej i małej skłonności do koksowania. Olej klasy L-DAA nie zawiera dodatków. Oleje wyższych klas jakościowych (np. L-DAB) mogą zawierać dodatki: przeciwutleniające, przeciwkorozyjne, myjące, przeciwpienne. Nie powinny zawierać polimerowych dodatków poprawiających właściwości niskotemperaturowe (depresatorów) i reologiczne (wiskozatorów), ze względu na ich skłonność do koksowania.

Oleje sprężarkowe do sprężarek pracujących w trudnych warunkach, szczególnie tam, gdzie należy wykluczyć niebezpieczeństwo wybuchu, powinny mieć lepsze właściwości przeciwzużyciowe, termooksydacyjne i wydłużony czas eksploatacji. W takich przypadkach zalecane są oleje syntetyczne.

Oleje do sprężarek mają szerokie zastosowanie, co powoduje trudności z opracowaniem wymagań jakościowych dla wszystkich rodzajów olejów z tej grupy.

### **Grupa H – Układy hydrauliczne**

Według ISO 6743-4 wyróżnia się następujące kategorie cieczy hydraulicznych do układów hydrostatycznych: mineralne, biodegradowalne, trudnopalne. W normie nadmienione są zastosowania olejów hydraulicznych do hydrokinetycznych układów hydraulicznych.

Mineralne oleje hydrauliczne HH, HL, HM i HV są powszechnie stosowane w typowych układach hydraulicznych. Oleje typu HH to czyste oleje mineralne – zapewniają one ochronę przeciwkorozyjną i smarowanie w zakresie charakterystycznym dla olejów mineralnych bez dodatków. Są zalecane do urządzeń o średnim ciśnieniu pracy układu oraz wtedy, kiedy dodatki przeciwzużyciowe nie są konieczne. Pozostałe klasy olejów HL, HM, HV zawierają dodatki uszlachetniające i spełniają ostrzejsze wymagania jakościowe. Wymagania jakościowe tych olejów określone są normą PN-ISO 11158.

Do grupy biodegradowalnych cieczy hydraulicznych należą kategorie: HETG, HEPG, HEES i HEPR. Stosowanymi bazami są oleje roślinne, estry syntetyczne, poliglikole oraz polialfaolefiny i podobne produkty węglowodorowe. Ciecze hydrauliczne tego rodzaju są przeznaczone do urządzeń mobilnych stosowanych tam, gdzie ochrona środowiska jest szczególnie istotna, np. w rezerwach, parkach narodowych, miejscowościach uzdrowiskowych, miejscach w pobliżu wód powierzchniowych itp. Według metody badań ISO 14593 lub ISO 9439 ciecze biodegradowalne muszą zapewniać biodegradowalność na poziomie min. 60%. Wymagania jakościowe tych olejów określone są normą PN-ISO 15380.

Trudnopalne ciecze hydrauliczne są stosowane wówczas, gdy obecność substancji łatwopalnych lub poddawanych bardzo wysokim temperaturom może spowodować zapalenie oleju, na przykład podczas przypadkowego pęknięcia elastycznego przewodu hydraulicznego i możliwego wówczas kontaktu rozlanego oleju z gorącą powierzchnią lub ogniem. W takim przypadku konieczne jest stosowanie trudnopalnych cieczy hydraulicznych. Ciecze takie zostały opracowane głównie dla potrzeb przemysłu węglowego, metalurgicznego i energetycznego. Najczęściej używanymi trudnopalnymi cieczami hydraulicznymi w przemysłowych układach hydraulicznych są: HFA, HFC, HFDR i HFDU [4].

Znormalizowane wymagania na trudnopalne ciecze hydrauliczne typu HFAE, HFAS, HFB, HFC, HFDR i HFDU są zawarte w normie EN-ISO 12922. Wytyczne do zastosowań trudnopalnych cieczy hydraulicznych zostały przedstawione w normie ISO 7745.



**Grupa T – Turbiny**

Według klasyfikacji ISO 6743-5 oleje turbinowe podzielone zostały na 4 kategorie: TS, TG, TH, TC i obejmują 17 rodzajów olejów. Z klasyfikacji wyłączone są produkty przeznaczone do turbin lotniczych; w przypadku smarowania tych turbin rekomenduje się stosowanie zaleceń podanych przez producenta. Z klasyfikacji tej wyłączono także oleje do turbin wiatrowych. Środki smarowe do przekładni stosowane w turbinach wiatrowych uwzględniono w ISO 6743-6 i szczegółowo scharakteryzowano w ISO 12925-1.

Oleje turbinowe w gorących punktach układu smarowania, ze względu na długi okres pracy (przez kilka lat), są narażone na działanie tlenu z powietrza. Kombinacja dwóch czynników destrukcyjnych: chemicznego (tlenu) i fizycznego (temperatury) prowadzi zarówno do rozkładu bazy olejowej, jak i dodatków. Odporność termooksydacyjna stanowi najważniejszą właściwość oleju turbinowego. Oleje turbinowe wytwarzane są w oparciu o wyselekcjonowane głęboko rafinowane bazowe oleje mineralne, zawierające dodatki antyutleniające i przeciwkorozyjne. Do specjalnych zastosowań przeznaczone są oleje syntetyczne.

Wymagania jakościowe dla olejów z tej grupy są zawarte w normie PN-ISO 8068 oraz ISO 10050. W ISO/TS 11366:2011(E) przedstawiono wytyczne do kontroli mineralnych olejów turbinowych w czasie użytkowania. W ISO/TS 11365:2011(E) zawarto wytyczne do konserwacji i użytkowania estrów trójarylofosforanowych stosowanych w turbinach.

**Grupa C – Przekładnie**

Według klasyfikacji ISO 6743-6 środki smarowe do przekładni przemysłowych są podzielone na 11 klas – według składu, właściwości i zastosowania. Rozróżnia się oleje przekładniowe przemysłowe: mineralne, półsyntetyczne i syntetyczne. Do półsyntetycznych zalicza się oleje składające się z mieszaniny uszlachetnionych baz mineralnych i syntetycznych. Oleje syntetyczne w przeważającej większości produkowane są na bazie PAO i poliglikoli.

Do większości przekładni zębatych przemysłowych zalecane są oleje mineralne. Oleje syntetyczne to oleje o wydłużonej żywotności, używane w warunkach podwyższonych obciążeń mechanicznych oraz w skrajnie niskich i wysokich temperaturach [3].

Wymagania jakościowe tych olejów są określone normami ISO 12925-1 i ISO 19378.

**Grupa M – Obróbka metali**

Według ISO 6743-7 ciecze do obróbki metali są podzielone na 17 rodzajów. Klasyfikacja ISO nie znalazła jeszcze pełnej aprobaty wśród producentów i użytkowników cieczy obróbkowych. W Niemczech, Polsce i w niektórych innych krajach [4] w dalszym ciągu w powszechnym użytkowaniu jest klasyfikacja niemiecka według DIN 51385.

Oleje do obróbki metali zawierają szeroką gamę nieemulgujących olejów i koncentratów, po rozcieńczeniu wodą stosowanych w postaci emulsji. Skład chemiczny cieczy obróbkowych jest zróżnicowany, w zależności od ich przeznaczenia i wymaganych właściwości eksploatacyjnych.

Oleje do obróbki metali zawierają bazę mineralną, roślinną lub syntetyczną oraz dodatki, których skład jest zależny od przewidywanego zastosowania. Oleje te nie zawierają wody i nie tworzą z nią trwałych emulsji.

W skład koncentratów emulsji i mikroemulsji wchodzi: rafinowany olej mineralny, roślinny lub syntetyczny albo ich mieszaniny, emulgator, biostabilne składniki syntetyczne oraz dodatki, zależnie od przeznaczenia emulsji.

Wymagania jakościowe olejów do obróbki metali są określone w PKN ISO/TS 12927.

**Grupa R – Czasowa ochrona przed korozją**

Klasyfikacja według ISO 6743-8 porządkuje środki ochrony czasowej metali przed korozją i dzieli je na 18 rodzajów. Norma ta klasyfikuje produkty przeznaczone do zapewnienia czasowej ochrony przeciwkorozyjnej, przy czym pod pojęciem „ochrona czasowa” należy rozumieć, że środki te są możliwe do usunięcia z chronionych powierzchni.

Jako środki ochrony czasowej metali przed korozją stosowane są między innymi oleje mineralne z pakietem dodatków, zwane olejami konserwacyjnymi, oraz oleje konserwacyjne z rozpuszczalnikiem.

Środki ochrony czasowej, obok składników podstawowych (a w określonych przypadkach rozpuszczalnika), zawierają następujące dodatki: inhibitory korozji, inhibitory utlenienia, biocydy, barwniki oraz inne dodatki funkcyjne.

Wymagania jakościowe dla olejów z tej grupy określone są w PKN ISO/TS 12928.

**Grupa X – Smary plastyczne**

Smary plastyczne są stosowane w przypadkach, gdy zastosowanie olejów jest nieuzasadnione względami tech-

niecznymi lub ekonomicznymi. Liczne zalety smaru jako substancji smarującej często uzasadniają jego zastosowanie zamiast olejów smarowych. Jednak w niektórych przypadkach smar plastyczny nie może być stosowany, gdyż – w przeciwieństwie do olejów – nie jest zdolny do odprowadzenia ciepła, wytwarzanego w skojarzeniu trącym na skutek tarcia, a także powstających w układzie zanieczyszczeń stałych. Smary plastyczne stanowią układy koloidalne, w których podstawowymi składnikami są faza ciekła oraz zagęszczacz. Do większości smarów – szczególnie pracujących w wysiłonych warunkach – wprowadza się dodatki uszlachetniające: inhibitory utlenienia, inhibitory korozji, dodatki smarnościowe, modyfikatory struktury, dodatki adhezyjne.

Klasyfikację smarów w normie ISO 6743-9 ustalono, przyjmując za podstawę warunki ich eksploatacji, gdyż z uwagi na zróżnicowane właściwości smarów nie ma możliwości sklasyfikowania ich według typu smarowanych elementów.

Wymagania jakościowe smarów plastycznych określają normy: ISO 12924 i ISO 19378.

#### **Grupa Y – Inne zastosowania**

W grupie Y dokonano określenia klasyfikacji środków smarowych przeznaczonych do konkretnych zastosowań, które nie zostały sklasyfikowane w innych grupach normy ISO 6743. W normie 6743-10 środki smarowe podzielono na 21 rodzajów o różnorodnych zastosowaniach. Szczególne zastosowania środków smarowych z tej grupy powodują, że w większości zapotrzebowanie ilościowe dla tych produktów jest niewielkie – z wyjątkiem plastyfikatorów i zmiękczaczy do gum.

Środki olejowe z tej grupy mogą być wytwarzane z mineralnych olejów bazowych, uwodornionych frakcji naftowych, ekstraktów aromatycznych, olejów białych. Obejmują one:

- oleje myjące do usuwania benzenu i naftalenu z gazu koksowniczego,
- środki stosowane do zapobiegania pyleniu pyłu z węgla, koksu lub cementu oraz nawozów sztucznych,
- parafinowe i naftenowe plastyfikatory stosowane do wytwarzania gumy i kauczuku,
- składniki środków do impregnacji drewna (nośnik olejowy),
- składniki środków do opryskiwania roślin (nośnik olejowy),
- węglowodorowe rozpuszczalniki do farb drukarskich,
- oleje do honowania i polerowania metali,

- oleje stosowane w przemyśle kosmetycznym (składnik kosmetyków),
- oleje tłumiące falowanie do łaźni cieczowych,
- oleje kalibracyjne i testowe.

#### **Grupa P – Narzędzia pneumatyczne**

Do smarowania urządzeń pneumatycznych stosowane są rafinowane oleje mineralne, syntetyczne (estrowe lub poliglikolowe) oraz roślinne. W bardziej wymagających urządzeniach oleje te spełniają wymagania klas lepkościowych VG 68, VG 100 lub VG 150, zawierają dodatki przeciwzużyciowe i przeciwkorozyjne oraz przeciwutleniające; nie zawierają dodatków polimerowych ani smarów stałych typu grafit, disiarczek molibdenu itp. [4].

Wymaganiem stawianym olejom do układów pneumatycznych jest nietoksyczność, ze względu na możliwość wdychania mgły olejowej przez operatora maszyny. W warunkach wymagających szczególnej ochrony środowiska (atmosfery) stosowane są biodegradowalne oleje syntetyczne lub pochodzenia roślinnego.

Według klasyfikacji ISO 6743-11 środki smarowe do urządzeń pneumatycznych są podzielone na 9 rodzajów, według właściwości i zastosowania.

#### **Grupa Q – Ciekłe nośniki ciepła**

Oleje mineralne stosowane jako bazy olejowych nośników ciepła muszą być głęboko rafinowane w celu usunięcia działających korozyjnie aktywnych związków siarki i innych chemicznie niestabilnych składników. Oleje te zawierają najczęściej inhibitory utlenienia, inhibitory korozji, a w niektórych przypadkach – dodatki dyspergujące. Temperatura rozkładu termicznego olejów mineralnych, w zależności od metody rafinacji oraz charakteru chemicznego, wynosi około 320°C [4].

Najważniejszymi cechami charakteryzującymi eksploatacyjną przydatność olejowych nośników ciepła są: stabilność termiczna, stabilność termooksydacyjna, odporność na tworzenie osadów.

W normie ISO 6743-12 ustalono szczegółową klasyfikację ciekłych nośników ciepła, które podzielone zostały na 5 rodzajów.

#### **Grupa G – Prowadnice ślizgowe**

Specjalne wymagania stawiane są olejom do smarowania prowadnic ślizgowych. W urządzeniach tych może mieć miejsce zjawisko polegające na występowaniu drgań

podczas powolnego przesuwania się dwóch gładkich, przylegających do siebie powierzchni (tzw. drgania cierne). Im większy nacisk, tym intensywniejsze szepianie ślizgających się po sobie powierzchni. Zjawisko to określane jest angielską nazwą *stick-slip*.

Według klasyfikacji ISO 6743-13 oleje smarowe do przewodnic ślizgowych są podzielone na 3 rodzaje, według właściwości i rodzaju materiału, z którego wykonane są prowadnice.

Do smarowania przewodnic ślizgowych stosuje się rafinowane oleje mineralne, a w szczególnych przypadkach syntetyczne (estrowe lub poliglikolowe) oraz roślinne w klasie jakościowej ISO-L-G, o lepkości od VG 68 do VG 220, a w przypadku bardzo obciążonych przewodnic – VG 320. Im większe obciążenie przewodnicy i im wyższa temperatura jej pracy, tym lepkość oleju powinna być większa [4].

Wymagania jakościowe tych olejów są określone normą ISO 19378.

#### **Grupa U – Obróbka cieplna**

Według normy ISO 6743-14 płyny hartownicze podzielono na 26 rodzajów. W podgrupie olejów do obróbki cieplnej UH stosowane są bazy olejowe do wytwarzania olejów hartowniczych.

Oleje hartownicze to czyste (bez dodatków) parafinowe oleje mineralne, z zawartością siarki w granicach  $0,10 \div 1,0\%$ , a także oleje roślinne. Niekiedy do składu olejów hartowniczych są wprowadzane dodatki uszlachetniające: przyspieszacze hartowania (środki zwilżające), przeciwutleniające (inhibitory utlenienia), wiskozatory (modyfikatory lepkości).

Obecność w olejach hartowniczych węglowodorów aromatycznych i olefin pogarsza skłonność oleju do kokosowania i wydzielania osadów, a także inne właściwości eksploatacyjne [4].

Obecnie dla olejów hartowniczych brak jest norm międzynarodowych, regionalnych czy krajowych regulujących ich jakość. Większość użytkowników posługuje się wymaganiami producentów pieców hartowniczych, wewnętrznymi wymaganiami producentów olejów hartowniczych lub danymi katalogowymi olejów oferowanych przez poszczególne firmy.

#### **Grupa E – Oleje do silników wewnętrznego spalania**

Oleje do silników wewnętrznego spalania są stosowane do smarowania silników:

- dwusuwowych z zapłonem iskrowym (silniki motocykli, motorowerów, zaburtowych łodzi motorowych, skuterów śnieżnych, pił łańcuchowych),
- czterosuwowych z zapłonem iskrowym (małe silniki benzynowe, silniki motocykli, skuterów, samochodów terenowych).

W normie ISO 6743-15 klasyfikację olejów do silników wewnętrznego spalania podzielono na 5 rodzajów. Wymagania jakościowe tych olejów określają normy ISO 13738 i ISO 24254.

#### **Grupa B – Antyadhezyjna ochrona form**

Jak dotąd klasyfikacja tej grupy środków nie została przez ISO opracowana. Środki formierskie do betonu polska norma PN-B-19305:1996 (aktualna) klasyfikuje jako:

- olejowe, oznaczane symbolem (O),
- emulsyjne, oznaczane symbolem (E).

W większości krajów uprzemysłowionych, o wysokiej kulturze technicznej i wrażliwości ekologicznej społeczeństw, zaistniały silne tendencje w kierunku poszukiwań olejów nieszkodliwych i kompatybilnych ze środowiskiem naturalnym [4]. W odpowiedzi na te tendencje i zapotrzebowanie powstały specjalne receptury olejów biodegradowalnych, nietoksycznych, o zmniejszonej szkodliwości dla człowieka i środowiska. Ze względu na większe koszty surowców oleje tego typu są nieco droższe od konwencjonalnych, zadbano jednak, by były one bardziej wydajne, przynajmniej na poziomie rekompensującym zwiększenie ceny.

Współczesne oleje antyadhezyjne są komponowane według wielu receptur dostosowanych do specjalistycznych technologii, wykorzystywanych w zakładach produkcyjnych.

Specjalną grupę olejów formierskich stanowią oleje biodegradowalne. Są one produkowane na bazie olejów roślinnych (rzepakowy, słonecznikowy itp.) oraz/lub rozpuszczalników niezawierających węglowodorów aromatycznych [4].

#### **Grupa Z – Cylindry maszyn parowych**

Klasyfikacja dla tej grupy środków smarowych dotychczas nie została przez ISO opracowana.

Oleje cylindrowe są przeznaczone do smarowania cylindrów, części rozrządowych i dławic maszyn parowych. Cylindry maszyn parowych różnią się od cylindrów silników spalinowych i sprężarek m.in. tym, że są izolowane przed stratą ciepła. Wysokie temperatury pracy wymuszają

dużą lepkość oraz stabilność termooksydacyjną oleju. Ponadto oleje te powinny mieć odpowiednią smarność oraz zdolność do przylegania do smarowanych powierzchni [3].

Wymagania jakościowe olejów cylindrowych są określone normą DIN 51510 (nieaktualna).

### Grupa N – Oleje elektroizolacyjne

W urządzeniach elektrotechnicznych w wielu przypadkach zachodzi konieczność stosowania cieczy stanowiących izolatory. Ciecze izolacyjne powinny mieć dobre właściwości izolacyjne, charakteryzowane napięciem przebicia i stratnością dielektryczną, oraz stosunkowo małą lepkość, zapewniającą efektywne chłodzenie.

ISO nie zamierza opracowywać własnej normy klasyfikującej ciecze elektroizolacyjne. Klasyfikację tych cieczy przygotowała Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna (IEC), z którą ISO ściśle współpracuje we wszystkich zagadnieniach dotyczących normalizacji w elektrotechnice. Klasyfikacja ogólna cieczy elektroizolacyjnych według IEC została określona normą IEC 1039 (PN-EN 61039).

Wymagania jakościowe elektroizolacyjnych cieczy mineralnych (oleje transformatorowe) określa norma PN-EN 60296, stanowiąca europejską (EN 60296:2004/AC:2004, EN 60296:2004) adaptację normy IEC 296. Inne rodzaje cieczy elektroizolacyjnych ujęte są normami: IEC 465, IEC 588, IEC 867, IEC 836 oraz IEC 963.

### Podsumowanie

W dobie globalnego rynku stosowanie norm posiadających rangę międzynarodową jest jak najbardziej wskazane i gwarantuje wysoki poziom wymagań jakościowych i zytowania produktów. Klasyfikacja przemysłowych środków smarowych opracowana przez ISO ma spełniać taką rolę wobec oczekiwań międzynarodowej współpracy w dziedzinie produktów smarowych. Przedstawiona klasyfikacja jest złożona, zawiera ogromną liczbę rodzajów produktów o różnych wymaganiach jakościowych, tak by określić różnorodne zastosowania konieczne dla przemysłu. Prace nad klasyfikacją przemysłowych środków smarowych według ISO są kontynuowane i zapewne w przyszłości zostaną opracowane pozostałe brakujące normy. Można również oczekiwać wprowadzania kolejnych norm doty-

czących wymagań jakościowych i wytycznych stosowania dla poszczególnych kategorii i rodzajów środków smarowych oraz aktualizowania istniejących norm wymagań jakościowych. Polski Komitet Normalizacyjny, który jest członkiem ISO, poprzez pracę Komitetu Technicznego 222 ds. Przetworów Naftowych i Cieczy Eksploatacyjnych opracowuje w języku polskim między innymi normy ISO dotyczące środków smarowych.

Stopień rozwoju techniki w XXI w. jest wyższy, niż stwierdzono to w XX w. To tempo rozwoju wymusza odpowiedni wzrost jakości środków smarowych. Stąd wynikają bieżące zadania dla prac normalizacyjnych, które utrwalają i zabezpieczają poziom jakości dla aktualnych potrzeb techniki.

### Literatura

- [1] ISO – International Organization for Standardization. <http://www.iso.org>, dostęp: marzec 2012 r.
- [2] Normy ISO 6743 oraz normy ISO wymagań jakościowych i wytycznych użytkowych (patrz tablica 1).
- [3] Podniało A.: *Paliwa, oleje i smary w ekologicznej eksploatacji*. Warszawa, WNT, 2002.
- [4] Przemysłowe środki smarowe. Total. Warszawa 2003.



Mgr inż. Stefan PTAK – absolwent Wydziału Chemicznego, Specjalność Inżynieria Chemiczna Politechniki Wrocławskiej. Wieloletni pracownik w przemyśle rafineryjnym na różnych stanowiskach pracy. Od stycznia 2009 roku kierownik Zakładu Olejów, Środków Smarowych i Asfaltów, Instytut Nafty i Gazu w Krakowie. Członek Podkomitetu ds. Olejów Smarowych KT 222.