

Smary do systemów przekładni – aktualne klasyfikacje i wymagania jakościowe

Lubricating greases for gear systems – current classifications and quality requirements

Agnieszka Skibińska

Institut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy

STRESZCZENIE: W przypadku smarów plastycznych istnieje niewiele specyfikacji normatywnych określających wymagania w stosunku do nich, poza smarami do specjalistycznych zastosowań wojskowych. W artykule przedstawiono międzynarodową klasyfikację środków smarowych zgodnie z PN-ISO 6743-99 *Środki smarowe, oleje przemysłowe i produkty podobne (klasa L) – Klasyfikacja – Część 99: Postanowienia ogólne*. Zaprezentowano również klasyfikację smarów zgodnie z PN-ISO 6743-9 *Środki smarowe, oleje przemysłowe i produkty podobne (klasa L) – Klasyfikacja – Część 9: Grupa X (Smary plastyczne)*, a także oznaczenie smarów zgodnie z PN-ISO 12924 *Środki smarowe, oleje przemysłowe i produkty podobne (Klasa L) – Grupa X (Smary) – Wymagania*. Dla środków smarowych stosowanych w systemach przekładni przedstawiono klasyfikację zgodną z PN-ISO 6743-6 *Środki smarowe, oleje przemysłowe i produkty podobne (klasa L) – Klasyfikacja – Część 6: Grupa C (Przekładnie)*. Zebrano wymagania dla smarów plastycznych do przekładni zgodnie z aktualnymi wersjami norm: PN-C-96015 *Środki smarowe – Smary plastyczne klasy G – Klasyfikacja i wymagania*, DIN 51826 *Lubricants – Lubricating greases G – Classification and requirements*, a także projektem ISO/CD 12925-3 *Lubricants, Industrial oils and related products (Class L) – Family C (gears). Part 3 – Specifications for greases for enclosed and open gear systems*.

Słowa kluczowe: smary plastyczne, smary do systemów przekładni, klasyfikacja, wymagania.

ABSTRACT: There are few normative specifications defining the requirements for lubricating greases, apart from greases for specialized military applications. The article presents the international classification of lubricants according to ISO 6743-99 *Lubricants, industrial oils and related products (class L) – Classification – Part 99: General*. The classification of greases is presented according to ISO 6743-9 *Lubricants, industrial oils and related products (class L) – Classification – Part 9: Family X (Greases)* and marking of greases according to ISO 12924 *Lubricants, industrial oils and related products (Class L) – Family X (Greases) – Specification*. For lubricants used in gear systems, the classification according to ISO 6743-6 *Lubricants, industrial oils and related products (class L) – Classification – Part 6: Family C (Gears)* was presented. Requirements for lubricating greases for gears have been collected in accordance with the current versions of PN-C-96015 *Lubricants – Lubricating greases G – Classification and requirement*, DIN 51826 *Lubricants – Lubricating greases G – Classification and requirements* and the project ISO/CD 12925-3 *Lubricants, Industrial oils and related products (Class L) – Family C (gears). Part 3 – Specifications for greases for enclosed and open gear systems*.

Key words: lubricating greases, greases for gear systems, classification, requirements.

Klasyfikacja środków smarowych

Klasyfikacja przemysłowych środków smarowych opracowana została przez Międzynarodową Organizację Normalizacyjną (ISO) w połączeniu z normami wymagań jakościowych opracowanymi również przez ISO. Aktualna norma klasyfikacyjna PN-ISO 6743-99 wprowadza klasyfikację środków smarowych, dzieląc je na 18 grup ze względu na zastosowanie:

- A – Układy smarowania przelotowego;
- B – Antyadhezyjna ochrona form;
- C – Przekładnie;
- D – Sprężarki;
- E – Oleje do silników wewnętrznego spalania;
- F – Wrzeczona, łożyska i sprzęgła współpracujące;
- G – Prowadnice ślizgowe;
- H – Układy hydrauliczne;
- M – Obróbka metali;

Autor do korespondencji: A. Skibińska, e-mail: agnieszka.skibinska@inig.pl

Artykuł nadesłano do Redakcji: 11.01.2021 r. Zatwierdzono do druku: 26.05.2021 r.

- N – Izolacje elektryczne;
- P – Narzędzia pneumatyczne;
- Q – Ciekłe nośniki ciepła;
- R – Czasowa ochrona przed korozją;
- T – Turbiny;
- U – Obróbka cieplna;
- X – Smary plastyczne;
- Y – Inne zastosowania;
- Z – Cylindry maszyn parowych.

Klasyfikacja środków smarowych stosowanych w systemach przekładni

W normie PN-ISO 6743-6 podano szczegółową klasyfikację grupy C (przekładnie). Klasyfikacja ta dotyczy tylko środków smarowych do przekładni przemysłowych i wyróżnia:

- środki smarowe do przekładni zamkniętych:
 - stosowane przy smarowaniu ciągłym rozbryzgowym lub natryskowym:
 - oleje kategorii CHB, CKC, CKD i CKE,
 - środki smarowe kategorii CKS i CKT;
 - stosowane przy smarowaniu ciągłym rozbryzgowym:
 - smary kategorii CKG;
- środki smarowe do przekładni otwartych i półzamkniętych:
 - stosowane przy smarowaniu okresowym przez zanurzenie lub mechaniczne nanoszenie:
 - produkty kategorii CKH i CKJ,
 - smary kategorii CKL;
 - okresowo stosowane:
 - produkty kategorii CKM.

Klasyfikacja i oznaczenie smarów

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

Zgodnie z PN-ISO 8681 pełne oznaczenie smaru, czyli: ISO – L – X – symbol 1 – symbol 2 – symbol 3 – symbol 4 – kod konsystencji NLGI, zawiera:

- skrót ISO;
- literę L, która określa klasę „środka smarowego, oleju przemysłowego i produktu podobnego”;
- rodzaj smaru – oznaczenie złożone z grupy 5 liter, z których każda w tej kolejności, w jakiej jest napisana, ma odpowiednie znaczenie:
 - litera X dla oznaczenia grupy smaru;
 - najniższa temperatura stosowania smaru (symbol 1);

- najwyższa temperatura stosowania smaru (symbol 2);
- zdolność smaru do zapewnienia właściwego smarowania w obecności wody i do zapewnienia odpowiedniej ochrony przed rdzewieniem (symbol 3);
- zdolność smaru do zapewnienia właściwego smarowania w warunkach dużych nacisków (symbol 4);
- klasa konsystencji smaru według NLGI.

Szczegółowe wymagania dla smarów, określające każdy z powyższych symboli (od 1 do 4), zamieszczono w normie PN-ISO 12924.

Symbol 1 – najniższą temperaturę stosowania (1A do 1E) określa się według kryterium płynności w danej temperaturze z zastosowaniem oznaczeń:

- penetracji w temperaturze minusowej według ISO 13737;
- lub ciśnienia przepływu według DIN 51805;
- lub momentu rozruchowego i momentu roboczego według ASTM D 1478.

Symbol 2 – najwyższą temperaturę stosowania określa się według:

- temperatury kroplenia dla 2 A i 2 B według ISO 2176, ISO 6299, IP 396 lub NF T60-627;
- kryterium testu dynamicznego w łożysku, w określonej temperaturze, według DIN 51821-2 – dla 2 C do 2 G.

Symbol 3 stanowi połączenie dwóch właściwości:

- odporności na kontakt z wodą, z zastosowaniem:
 - ISO 11009 dla warunków dynamicznego wymywania wodą (w przypadku smarów od A do D odporność na wymywanie wodą powinna być określona w temperaturze 38°C, a w przypadku smarów z symbolem od E do G – w temperaturze 79°C),
 - DIN 51807-1 dla warunków statycznych;
- oraz poziomu ochrony przed rdzewieniem, określanego z zastosowaniem ISO 11007.

Symbol 4 wyznacza się poprzez oznaczenie obciążenia zespawania w badaniu aparatem czterokulowym – z zastosowaniem metodyki IP 239 (dla warunków europejskich) lub ASTM D 2596 (dla warunków amerykańskich).

Klasę konsystencji według NLGI określa się poprzez pomiar penetracji po 60 cyklach ugniatania zgodnie z ISO 2137.

Klasyfikacja i wymagania stawiane smarom stosowanym w przekładniach

Klasyfikację, jak również wymagania dotyczące smarów plastycznych do przekładni można znaleźć w dwóch normach: PN-C-96015 oraz DIN 51826, a także w projekcie ISO/CD 12925-3, który w najbliższym czasie powinien uzyskać status normy.

Zgodnie z PN-C-96015 smary plastyczne klasy G w klasach konsystencji od 2 do 000 składają się z olejów mineral-

nych i/lub olejów syntetycznych oraz zagęszczacza, dopuszczalne są dodatki substancji uszlachetniających i/lub stałych dodatków smarowościowych.

Pełne oznaczenie smaru klasy G zawiera: smar plastyczny DIN 51826 – rodzaj smaru – klasę konsystencji – oznaczenie literowe – dodatkową liczbę.

Wyróżniane są trzy rodzaje smarów plastycznych G:

- smary plastyczne klasy GP – z substancjami czynnymi dla zmniejszenia zużycia i zwiększenia wytrzymałości w obszarze tarcia mieszanego;
- smary plastyczne klasy GF – zawierające stałe dodatki smarowościowe;
- smary plastyczne klasy G na bazie olejów syntetycznych. Oznaczenie literowe (C, D, E, F, G, H, K) jest połączeniem dwóch właściwości:
- najwyższej temperatury stosowania (nie podano metody wyznaczenia);
- zachowania w obecności wody według DIN 51807-1.

Dodatkowa liczba (10, 20, 30, 40, 50, 60) określa najniższą temperaturę stosowania, nie podano metody wyznaczenia tego parametru, można zastosować IP 186.

Wymagania dla smarów plastycznych G przedstawiono w tabelach 1–3.

Wymagania dla środków smarowych stosowanych w przekładniach przedstawione są w następujących dokumentach:

- w normie ISO 12925-1 – dla olejów do zamkniętych przekładni zębatych, kategorii: CKB, CKC, CKD, CKSMP, CKE, CKTG, CKES, CKPG, CKPR, CSPG, CSPR, CTPG, CTPR;
- w dokumencie ISO/CD 12925-2 – dla produktów smarowych o wysokiej lepkości, klas: CKH, CKJ, CKJ-F, CKJTG, CKJES, CKJPG, CKJPR i CKM, do otwartych i częściowo zamkniętych układów przekładni;
- w dokumencie ISO/CD 12925-3 – dla smarów kategorii CKG i CKL, do zamkniętych i otwartych systemów przekładni. Zgodnie z ISO/CD 12925-3 wyróżniono dwie kategorie smarów:
- smary do systemów zamkniętych przekładni, kategorii CKG, stosowane do smarowania rozbryzgowego; wyróżniono tu podkategorie: CKGB, CKGD, CKGPG, CKGPR oraz przyjazne dla środowiska podkategorie: CGTG, CGEC, CGPG, CGPR;

Tabela 1. Wymagania dla smarów plastycznych G według PN-C-96015

Table 1. Requirements for lubricating greases according to PN-C-96015

Właściwość	C	D	E	F	G	H	K	Badanie według:
Zachowanie w obecności wody	0-40 1-40	2-40 3-40	0-40 1-40	2-40 3-40	0-90 1-90	2-90 3-90	do uzgodnienia	DIN 51807-1
Najwyższa temperatura stosowania [°C]	≤60		≤80		≤100		>100	a
Temperatura kroplenia [°C]	>90		>110		>130		podane przez dostawcę	DIN ISO 2176
Najniższa temperatura stosowania [°C]	podane przez dostawcę							b
Ciśnienie przepływu ^c [hPa]	≤200							DIN 51805
Właściwości przeciwrzeczne według procedury SKF Emcor [stopień korozji]	≤1						podane przez dostawcę	ISO 11007 i DIN 51802
Działanie korodujące na miedzi [stopień korozji]	≤2 w 60°C		≤2 w 80°C		≤2 w 100°C		podane przez dostawcę	DIN 51811
Zawartość zanieczyszczeń stałych ponad 25 μm w mg/kg	podawana na życzenie przez dostawcę ≤20 ^d							DIN 51813
Zagęszczacz	rodzaj podawany przez dostawcę							DIN 51820-1
Olej bazowy	rodzaj i lepkość (40°C i 100°C) są podawane przez dostawcę							DIN 51820-1 DIN 51562-1
Badanie biodegradacji [%]	≥80 ^e							DIN 51828-1 DIN 51828-2
Stale dodatki smarowościowe	rodzaj i ilość dodatku są podawane przez dostawcę							
Badanie w aparacie czterokulowym Shella VKA, obciążenie zespawania [N]	≥2000							DIN 51350-4 ^f

a) Nie istnieje obecnie znormalizowana metoda badań, tak więc zastosowanie mają odpowiednie badania laboratoryjne i doświadczenia z praktyki.

b) Nie istnieje obecnie znormalizowana metoda badań dla określenia najniższej temperatury stosowania, może ewentualnie zostać przytoczone IP 186, jednakże bez określenia punktów odniesienia.

c) Wskazana jest temperatura w °C, w której ciśnienie przepływu zostało utrzymane.

d) Nie dotyczy smarów plastycznych klasy G ze stałymi dodatkami smarowościowymi.

e) Dotyczy tylko smarów plastycznych szybko biodegradowalnych.

f) Dotyczy tylko smarów plastycznych klasy GP z dodatkami dla przenoszenia obciążenia.

Tabela 2. Wymagania dla smarów plastycznych G według DIN 51826**Table 2.** Requirements for lubricating greases according to DIN 51826

Właściwość	Wymagania				Badanie według:
	≤60	≤80	≤100	>100	
Najwyższa temperatura stosowania [°C]	≤60	≤80	≤100	>100	b
Temperatura kroplenia [°C]	>90	>110	>130	>130	DIN ISO 2176
Najniższa temperatura stosowania [°C]	należy określić				c
Ciśnienie przepływu ^d [hPa]	≤200				DIN 51805
Zachowanie w obecności wody	należy określić				DIN 51807-1 ^e
Właściwości przeciwrzdzewne według procedury SKF Emcor [stopień korozji]	≤1				ISO 11007 lub DIN 51802
Działanie korodujące na miedzi [stopień korozji]	≤2 w 60°C	≤2 w 80°C	≤2 w 100°C		DIN 51811
Zawartość zanieczyszczeń stałych ponad 25 μm w mg/kg	≤20 ^f				DIN 51813
Zagęszczacz	musi być określony przez dostawcę				–
Stale dodatki smarowościowe	muszą być określone przez dostawcę				–
Olej bazowy	należy określić olej bazowy należy określić lepkości (40°C i 100°C)				DIN 51562-1

a) Smary G muszą być jednorodne i możliwie wolne od wtrąceń powietrza.

b) Nie istnieje obecnie znormalizowana metoda badań, tak więc zastosowanie mają odpowiednie badania laboratoryjne i doświadczenia z praktyki.

c) Obecnie nie ma znormalizowanej metody testowej do określania niższej temperatury roboczej; w razie potrzeby można zastosować IP 186, ale bez ustawiania wartości odniesienia.

d) Wskazana jest temperatura w °C, w której ciśnienie przepływu zostało utrzymane.

e) Metoda badania zgodnie z DIN 51807-1 może być stosowana tylko do smarów G o klasie konsystencji od 0 do 2. Dla klas spójności 00 i 000 dopuszczalna jest analogia do bardziej trwałych konsystencji.

f) Nie dotyczy składników formulacji.

Tabela 3. Wymagania dla smarów plastycznych GP^a według DIN 51826**Table 3.** Requirements for lubricating greases according to DIN 51826

Właściwość	Wymagania				Badanie według:
	≤60	≤80	≤100	>100	
Najwyższa temperatura stosowania [°C]	≤60	≤80	≤100	>100	b
Temperatura kroplenia [°C]	>90	>110	>130	>130	DIN ISO 2176
Najniższa temperatura stosowania [°C]	należy określić				c
Ciśnienie przepływu ^d [hPa]	≤200				DIN 51805
Zachowanie w obecności wody	należy określić				DIN 51807-1 ^e
Właściwości przeciwrzdzewne według procedury SKF Emcor [stopień korozji]	≤1				ISO 11007 lub DIN 51802
Działanie korodujące na miedzi [stopień korozji]	≤2 w 60°C	≤2 w 80°C	≤2 w 100°C		DIN 51811
Zawartość zanieczyszczeń stałych ponad 25 μm w mg/kg	≤20 ^f				DIN 51813
Zagęszczacz	musi być określony przez dostawcę				–
Stale dodatki smarowościowe	muszą być określone przez dostawcę				–
Olej bazowy	należy określić olej bazowy należy określić lepkości (40°C i 100°C)				DIN 51562-1
Badanie w aparacie czterokulowym VKA, obciążenie zespawania [N]	≥2000				DIN 51350-4
Badanie na maszynie wytrzymałościowej FZG, metoda badania A/2.8/50	SKS ≥ 12				DIN ISO 14635-3 ^g

a) Smary GP muszą być jednorodne i możliwie wolne od wtrąceń powietrza.

b) Nie istnieje obecnie znormalizowana metoda badań, tak więc zastosowanie mają odpowiednie badania laboratoryjne i doświadczenia z praktyki.

c) Obecnie nie ma znormalizowanej metody testowej do określania niższej temperatury roboczej; w razie potrzeby można zastosować IP 186, ale bez ustawiania wartości odniesienia.

d) Wskazana jest temperatura w °C, w której ciśnienie przepływu zostało utrzymane.

e) Metoda badania zgodnie z DIN 51807-1 może być stosowana tylko do smarów G o klasie konsystencji od 0 do 2. Dla klas spójności 00 i 000 dopuszczalna jest analogia do bardziej trwałych konsystencji.

f) Nie dotyczy składników formulacji.

g) Dotyczy tylko klas NLGI 000-0.

- to smary o konsystencji NLGI 000, 00, 0,
 - wytworzone na bazie mineralnych i syntetycznych baz olejowych (w klasach lepkości ISO VG od 150 do 460) i różnego typu zagęszczaczy (najczęściej litowych i litowo-wapniowych),
 - zawierające w swym składzie antyutleniacze i inhibitory korozji, mogą również zawierać dodatki poprawiające własności przeciwzatarciowe;
 - smary do otwartych i częściowo zamkniętych przekładni, kategorii CKL, stosowane również do nakładania na zęby z przekładni otwartych; wyróżniono tu podkategorie: CKLC, CKLTG, CKLES, CKLPG, CKLPR:
- smary o konsystencji NLGI 0, 1, rzadziej 2,
 - wytworzone na bazie mineralnych i syntetycznych baz olejowych (w klasach lepkości ISO VG od 680 do 3200) i różnego typu zagęszczaczy (najczęściej litowych i litowo-wapniowych),
 - zawierające w swym składzie antyutleniacze i inhibitory korozji, mogą również zawierać dodatki poprawiające własności przeciwzatarciowe i stałe środki smarowe, takie jak grafit, dwusiarczki molibdenu itd.
- Skład i właściwości dla wyżej wymienionych kategorii smarów (według załącznika A) przedstawiono w tabeli 4, wymagania w tabeli 5, a w tabeli 6 – wymagania środowiskowe.

Tabela 4. Skład i właściwości smarów do przekładni według ISO/CD 12925-3

Table 4. Composition and properties for gear greases according to ISO/CD 12925-3

Kategoria smaru	Olej bazowy (charakter chemiczny)	Właściwości smarów						
		AO	IC	S	EP	AW	WR	T
CKGB	mineralny	+	+					
CKGD	mineralny	+	+	+				
CKGPG	poliglikole	+	+		+	+		
CKGPR	polialfaolefiny	+	+		+	+		
CGTG	trójglicerydy i ich pochodne	+	+		+	+		
CGEC	estry syntetyczne	+	+		+	+		
CGPG	poliglikole	+	+		+	+		
CGPR	mieszanka węglowodorów, polialfaolefin lub białych olejów mineralnych, będących głównym składnikiem, wraz z innymi typami olejów bazowych (poliglikolami mieszalnymi z węglowodorami, estrami)	+	+		+	+		
CKLC	mineralny		+		+		+	+
CKLTG	trójglicerydy i ich pochodne		+		+		+	+
CKLES	estry syntetyczne		+		+		+	+
CKLPG	poliglikole		+		+		+	+
CKLPR	mieszanki węglowodorów, polialfaolefin lub białych olejów mineralnych, będących głównym składnikiem, wraz z innymi typami olejów bazowych (poliglikolami mieszalnymi z węglowodorami, estrami)		+		+		+	+

AO – antyutleniające, IC – ochrony przed korozją metali żelaznych i nieżelaznych, S – przeciwzatarciowe, EP – przenoszenia ekstremalnych nacisków, AW – przeciwzuzyciowe, WR – odporność na wymywanie wodą, T – adhezja

Tabela 5. Wymagania dla smarów do przekładni według ISO/CD 12925-3

Table 5. Requirements for gear greases according to ISO/CD 12925-3

Właściwości	Metody badawcze	Jednostka	Klasa konsystencji NLGI			
			000	00	0	1
Penetracja w 25°C [min–max]	ISO 2137	1/10 mm	445–475	400–430	365–385	310–340
Odporność na ścinanie, po ugniataaniu po 100 000 cyklach	ISO 2137	1/10 mm	nie wymagane		nie powinno być większej różnicy niż 75 [mm/10] od penetracji po ugniataaniu (60 x)	
Temperatura kroplenia	ISO 2176 lub ISO 6299, lub ISO 22286	°C	podawać			
Wydzielanie oleju w 40°C	ISO 22285	% (m/m)	podawać			
Ochrona przed korozją (100°C/24 h)	ISO 2160	ocena	< 2			
Ochrona przed rdzą ^a [max]	ISO 11007	ocena	do uzgodnienia		2–2	

cd. Tabela 5/ cont. Table 5

Właściwości	Metody badawcze	Jednostka	Klasa konsystencji NLGI			
			000	00	0	1
Właściwości przenoszenia ekstremalnych nacisków A/8,3/90 Stopień obciążenia niszczonego [min]	ISO 14635-1	ocena	12			
Właściwości przenoszenia ekstremalnych nacisków A/2,8/50 Stopień obciążenia niszczonego [min]	ISO 14635-3	ocena	12			
Badania zużycia łożyska, aparat FE8, A 7,5/80-80 Zużycie elementów tocznych [max]	DIN 51819-2	–	nie wymagane			podawać
Lepkość oleju bazowego w 40°C i w 100°C	ISO 3104	mm ² /s	podawać			
Rodzaj zagęszczacza	–	–	podawać			
Zawartość wody	ISO 3733	% (m/m)	podawać			
Odporność na wymywanie wodą ^b	ISO 11009	% (m/m)	nie wymagane			<30
Stałe środki smarowe/wypełniacze ^c	–	–	podawać rodzaj, stężenie oraz granulacje			
Kompatybilność z elastomerem ^d Zmiana objętości, zmiana twardości Zmiana wytrzymałości na rozciąganie przy zerwaniu Zmiana modułu przy zerwaniu	ISO 1817	%, punkty % %	podawać, podawać podawać podawać			
Pompowność/przetłaczanie ^e	–	–	podawać			
Właściwości niskotemperaturowe ^f Penetracja przy najniższej temperaturze pracy	ISO 13737	1/10 mm	>300			niewymagane

a) Właściwości ochrony przed korozją: w trudnych warunkach atmosferycznych, dodatkowe właściwości przeciwrzdzewne mogą być wymagane dla produktów klasy CKL (dla otwartych i półzamkniętych przekładni). Norma ISO 11007 nie znajduje zastosowania do smarów o klasie NLGI 000 i 00.

W każdym przypadku metody badawcze i limity powinny być negocjowane pomiędzy odbiorcą i dostawcą.

b) ISO 11009 nie ma zastosowania do smarów bardziej miękkich niż klasy NLGI N°1. Dla produktów klasy CKL metody badawcze i limity powinny być negocjowane pomiędzy odbiorcą i dostawcą.

c) Stałe środki smarowe/wypełniacze: dotyczy produktów typu – F.

d) Elastomer, temperatura i czas trwania, limity dla różnych właściwości elastomerów powinny być negocjowane pomiędzy odbiorcą i dostawcą.

e) Dotyczy produktów klasy CKL. Metody badawcze i limity powinny być negocjowane pomiędzy odbiorcą i dostawcą.

f) Lub każda inna pasująca metoda. Dotyczy klasy CKG. Dostawca powinien wykazać, że w temp. początkowej smar nie zastyga oraz posiada dobre smarowanie dla stykających się części przekładni.

Tabela 6. Wymagania środowiskowe dla smarów do przekładni według ISO/CD 12925-3

Table 6. Environmental requirements for gear greases according to ISO/CD 12925-3

Badana właściwość	Jednostka	Wymaganie	Metoda badania
Biodegradowalność, minimum ^{a,c}	%	50	ISO 14593 lub ISO 9439, lub ISO 16221, lub ISO 9408
Toksyczność ^d EC 50 (hamowanie wzrostu glonów lub hamowanie wzrostu glonów morskich)	mg/l	>100	ISO 8692 lub ISO 10253
Toksyczność w środowisku lądowym. Badanie na roślinie lądowej: badanie kiełkowania siewek i wzrostu siewek	%	podawać	OECD 208
EC 50 (rozwiłtliki lub widłonogi)	mg/l	>100	ISO 6341 lub ISO 14669
LC 50 (ryba)	mg/l	>100	ISO 7346-1
Zawartość węgla o biologicznym pochodzeniu, minimum ^b	%	25	ASTM D 6866

a) Wszystkie rzeczywiste ekologiczne oznakowania, przepisy i zalecenia odnoszą się do metod badania ISO i EN podanych w niniejszej tabeli. Obecnie brak jest stosownych norm dotyczących potwierdzania biodegradowalności w innych środowiskach (np. składowisko odpadów), chociaż trwają prace rozwojowe. Informacje dotyczące precyzji są obecnie w fazie opracowywania.

b) Dotyczy tylko produktów typu CKLTG, CKLES, CGTG, CGES.

c) Produkty typu CKLPG, CKLPR, CGPG, CGPR mogą nie spełniać w pełni tego wymagania.

d) Płynny słabo rozpuszczalny w wodzie powinny być przygotowane przy użyciu przystosowanych frakcji zgodnie z ASTM D 6081.

Artykuł powstał na podstawie pracy statutowej pt. *Opracowanie technologii smarów przekładniowych dla kolejnictwa* – praca INiG – PIB na zlecenie MNiSW; nr zlecenia: 0034/TO/2020, nr archiwalny: DK-4100/0022/2020.

Akty prawne i dokumenty normatywne

ASTM D 1478-20 Standard Test Method for Low-Temperature Torque of Ball Bearing Grease.

ASTM D 2596-20 Standard Test method for measurement of extreme-pressure properties of lubricating grease (Four-ball method).

ASTM D 6081-19 Standard Practice for Aquatic Toxicity Testing of Lubricants: Sample Preparation and Results Interpretation.

ASTM D 6866:2018 Standard Test Method for Determining the Bio-based Content of Solid, Liquid and Gaseous Samples using Radiocarbon Analysis.

DIN 51350-4:2015 Testing of lubricants – Testing in the four-ball tester – Part 4: Determination of welding load of consistent lubricants.

DIN 51562-1:1999 Viscometry – Measurement of kinematic viscosity by means of the Ubbelohde viscometer – Part 1: Viscometer specification and measurement procedure.

DIN 51802:2017 Testing of lubricants – Testing of the rust-prevention properties of greases – SKF-Emcor-method.

DIN 51805:1974 Testing of lubricants; determination of flow pressure of lubricating greases, Kesternich method.

DIN 51805:2016 Testing of lubricants – Determination of flow pressure of lubricating greases according to Kesternich method – Part 2: Automatic method.

DIN 51807-1:2014 Testing of lubricants – Test of the behaviour of lubricating greases in the presence of water – Part 1: Static test.

DIN 51807-1:2020 Testing of lubricants – Test of the behaviour of lubricating greases in the presence of water – Part 1: Static test.

DIN 51811:2017 Testing of lubricants – Testing of corrosiveness to copper of greases – Copper strip tarnish test.

DIN 51813:2016 Testing of lubricants – Determination of the content of foreign solid matters in lubricating greases – Particle sizes above 25 µm.

DIN 51819-2:2016 Testing of lubricants – Mechanical-dynamic testing in the roller bearing test apparatus FE8 – Part 2: Test method for lubricating greases – applied test bearing: oblique ball bearing or tapered roller bearing.

DIN 51820-1:1989 Testing of lubricants; analysis of greases by infrared spectrometry; taking and evaluating an infrared spectrum.

DIN 51821-2:2016 Testing of lubricants – Test using the FAG roller bearing grease testing apparatus FE9 – Part 2: Test method.

DIN 51826:2015 Lubricants – Lubricating greases G – Classification and requirements.

DIN 51828-1:2000 Testing of lubricants and related products – Determination of the rapid biodegradability – Part 1: General.

DIN 51828-2:1999 Testing of lubricants and related products – Determination of the rapid biodegradability – Part 2: Infrared spectrometric method.

DIN ISO 14635-3:2011 Gears – FZG test procedures – Part 3: FZG test method A/2.8/50 for relative scuffing load-carrying capacity and wear characteristics of semifluid gear greases (ISO 14635-3:2005).

DIN ISO 2176:1997 Petroleum products – Lubricating grease – Determination of dropping point (ISO 2176:1995).

IP 186:2015 Determination of low temperature torque of lubricating grease.

IP 239:2015 Determination of extreme pressure and anti-wear properties of lubricating fluid and greases – four ball method (European conditions).

IP 396:2017 Determination of dropping point of lubricating grease – Automatic apparatus method.

ISO 1817:2015 Rubber, vulcanized or thermoplastic – Determination of the effect of liquids.

ISO 2137:2007 Petroleum products and lubricants – Determination of cone penetration of lubricating greases and petrolatum.

ISO 2160:1998 Petroleum products – Corrosiveness to copper – Copper strip test.

ISO 2176:1995 Petroleum products – Lubricating grease – Determination of dropping point.

ISO 3104:2020 Petroleum products – Transparent and opaque liquids – Determination of kinematic viscosity and calculation of dynamic viscosity.

ISO 3733:1999 Petroleum products and bituminous materials – Determination of water – Distillation method.

ISO 6299:1998 Petroleum products – Determination of dropping point of lubricating greases (wide temperature range).

ISO 6341:2012 Water quality – Determination of the inhibition of the mobility of *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Crustacea) – Acute toxicity test.

ISO 7346-1:1996 Water quality – Determination of the acute lethal toxicity of substances to a freshwater fish [*Brachydanio rerio* Hamilton-Buchanan (Teleostei, Cyprinidae)] – Part 1: Static method.

ISO 8692:2012 Water quality – Fresh water algal growth inhibition test with unicellular green alga.

ISO 9408:1999 Water quality – Evaluation of ultimate aerobic biodegradability of organic compounds in aqueous medium by determination of the oxygen demand in a closed respirometer.

ISO 9439:1999 Water quality – Evaluation of ultimate aerobic biodegradability of organic compounds in aqueous medium – Carbon dioxide evolution test.

ISO 10253:2008 Water quality – Marine algal growth inhibition test with *Skeletonema costatum* and *Phaeodactylum tricornutum*.

ISO 11007:1997 Petroleum products and lubricants – Determination of rust-prevention characteristics of lubricating greases.

ISO 11009:2000 Petroleum products and lubricants – Determination of water washout characteristics of lubricating greases.

ISO 12925-1:2018 Lubricants, industrial oils and related products (class L) – Family C (gears) – Part 1: Specifications for lubricants for enclosed gear systems.

ISO/CD 12925-2:2019 Lubricants, Industrial oils and related products (Class L) – Family C (gears) – Part 2: Specifications of categories CKH, CKJ and CKM (lubricants open and semi-enclosed gear systems).

ISO/CD 12925-3:2020 Lubricants, Industrial oils and related products (Class L) – Family C (gears) – Part 3 – Specifications for greases for enclosed and open gear systems.

ISO 13737:2004 Petroleum products and lubricants – Determination of low-temperature cone penetration of lubricating greases.

ISO 14593:1999 Water quality – Evaluation of ultimate aerobic biodegradability of organic compounds in aqueous medium – Method by analysis of inorganic carbon in sealed vessels (CO₂ headspace test).

ISO 14635-1:2000 Gears – FZG test procedures – Part 1: FZG test method A/8,3/90 for relative scuffing load-carrying capacity of oils.

ISO 14635-3:2005 Gears – FZG test procedures – Part 3: FZG test method A/2,8/50 for relative scuffing load-carrying capacity and wear characteristics of semifluid gear greases.

ISO 14669:1999 Water quality – Determination of acute lethal toxicity to marine copepods (Copepoda, Crustacea).

ISO 16221:2001 Water quality – Guidance for determination of biodegradability in the marine environment.

ISO 22285:2018 Petroleum products and lubricants – Determination of oil separation from grease – Pressure filtration method.
 ISO 22286:2018 Petroleum products and lubricants – Determination of the dropping point of grease with an automatic apparatus.
 NF T60-627:2019 Mineralölerzeugnisse und Schmiermittel – Bestimmung des Tropfpunktes von Fett mit einem automatischen Gerät.
 OECD 208:2006 Terrestrial Plant Test – Seedling Emergence and Seedling Growth Test.
 PN-C-96015:2014 Środki smarowe – Smary plastyczne klasy G – Klasyfikacja i wymagania.
 PN-ISO 12924:2012 Środki smarowe, oleje przemysłowe i produkty podobne (klasa L) – Grupa X (Smary) – Wymagania.
 PN-ISO 6743-6:2020 Środki smarowe, oleje przemysłowe i produkty podobne (klasa L) – Klasyfikacja – Część 6: Grupa C (Przekładnie).

PN-ISO 6743-9:2009 Środki smarowe, oleje przemysłowe i produkty podobne (klasa L) – Klasyfikacja – Część 9: Grupa X (Smary plastyczne).
 PN-ISO 6743-99:2009 Środki smarowe, oleje przemysłowe i produkty podobne (klasa L) – Klasyfikacja – Część 99: Postanowienia ogólne.
 PN-ISO 8681:2017 Przetwory naftowe i środki smarowe – Metoda klasyfikacji – Definicja klas.



Mgr inż. Agnieszka SKIBIŃSKA
 Asystent w Zakładzie Olejów, Środków Smarowych i Asfaltów
 Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy
 ul. Lubicz 25 A
 31-503 Kraków
 E-mail: agnieszka.skibinska@inig.pl

OFERTA BADAWCZA ZAKŁADU OLEJÓW, ŚRODKÓW SMAROWYCH I ASFALTÓW

- opracowywanie i modyfikacja technologii wytwarzania:
 - » olejów podstawowych (bazowych), plastyfikatorów naftowych,
 - » środków smarowych: olejów przemysłowych i smarów plastycznych,
 - » wosków naftowych, (parafin i mikrowosków), wosków i kompozycji specjalnych oraz emulsji woskowych,
 - » dodatków stosowanych podczas wydobycia i transportu ropy naftowej i gazu ziemnego: inhibitorów korozji, inhibitorów parafin, inhibitorów hydratów, inhibitorów hydratów i korozji, deemulgatorów oraz inhibitorów oporów przepływu ropy naftowej,
 - » asfaltów drogowych i przemysłowych,
 - » olejów technologicznych do obróbki metali: emulgujących i nieemulgujących,
 - » niskokrzepnących płynów do chłodnic samochodowych i spryskiwaczy samochodowych;
- specjalistyczne badania oraz ocena właściwości fizykochemicznych i użytkowych:
 - » środków smarowych, smarów plastycznych i olejów przemysłowych, silnikowych,
 - » wosków naftowych, wosków specjalnych oraz kompozycji i emulsji woskowych,
 - » asfaltów drogowych przemysłowych oraz emulsji asfaltowych, roztworów i mas asfaltowych oraz innych specyfików asfaltowych;
- opracowywanie zagadnień związanych z gospodarką olejami odpadowymi i odpadami rafineryjnymi;
- sporządzanie ekobilansów procesów technologicznych metodą Oceny Cyklu Życia.



Kierownik: dr inż. Stefan Ptak Adres: ul. Łukasiewicza 1, 31-429 Kraków
 Telefon: 12 617 75 74 Faks: 12 617 75 22 E-mail: stefan.ptak@inig.pl



INSTYTUT NAFTY I GAZU
 – Państwowy Instytut Badawczy