

Smørefedt

Teknisk vejledning
karakteristika
og tests

Forhandler:
Scandic-Oil
Tlf: 21 70 62 80
mail@scandic-oil.dk
www.scandic-oil.dk



TOTAL

INDHOLD

side

1

INTRODUKTION

Smørefedt, vores speciale i næsten et århundrede

2

BESKRIVELSE AF SMØREFEDT

6

TYPISKE EGENSKABER SÆBEFORTYKKEDE FEDTER

9

SMØREFEDT I LABORATORIET

- Test af smørefedt (side 9)
- Konsistens (side 9)
- Penetration (side 10)
- Dråbepunkt (side 10)
- Oxidationsstabilitet (side 11)
- Dynamisk stabilitet (side 11)
- Olieudskillelse (side 11)
- Vandudvaskningstest (side 12)
- Vandspraytest (side 12)
- Reaktion ved tilstedeværelse af vand (side 12)
- Smørefedts levetid i kuglelejer ved forhøjet temperatur, høj hastighed og belastning: FAG FE 9 (side 13)
- Smørefedts levetid i kuglelejer ved forhøjet temperatur (side 13)
- Kobberkorrosion (side 13)
- Dynamisk rusttest (EMCOR-test) (side 14)
- Extreme Pressure (EP) (side 14)
- 4-ball test (side 15)
- Antislid egenskaber (side 15)
- Andre tests af fedtets ydelse og egenskaber (side 16)
- Godkendelser og anbefalinger fra OEM-producenter (side 16)

17

KLASSIFIKATION AF SMØREFEDT

SMØREFEDT, VORES SPECIALE I NÆSTEN ET ÅRHUNDREDE

Hos TOTAL arbejder mere end 2000 mennesker på verdensplan med at udvikle, fremstille og sælge smøremidler.

På vores hovedkontor i Paris koordinerer vi alle aktiviteter fra vores salgsafdelinger og vores forsknings- og udviklings-

Vi engagerer os

team samt vores smørefedtfabrikker over hele kloden.

Korte kommunikationskanaler er et nøgleord i vores organisation.

Når vores forsknings- og udviklingsteam, produktionsteam, produktchefer og salgstyrke reagerer på kundebehov, taler de i bogstavelig forstand det samme sprog.

Vidste du, at langt størstedelen af de virksomheder, som markedsfører smørefedt, faktisk ikke fremstiller det selv?

De økonomiske, teknologiske og menneskelige investeringer, som vores fabrikker er et udtryk for,

Vi fremstiller det smørefedt, vi sælger

demonstrerer vores beslutsomhed om at være blandt de førende på markedet.

Efter næsten et århundredes specialisering inden for smørefedtproduktion rangerer vores nuværende fabrikker i toppen og anses for at være blandt de mest moderne. Med fabrikernes avancerede og fleksible produktionsinstallationer kan næsten enhver hvilken som helst type smørefedt produceres som reaktion på markedets efterspørgsel.

Vi kontrollerer produktionsprocessen for at opfylde de kvalitets- og ydelsesstandarder, som kunden har ret til at forvente. Forbedringer i vores proces- og produktionsteknologi har gjort det muligt for os at producere ensartet kvalitet og har derudover sat os i stand til at producere "emissionsfrit" og skrinlægge brugen af bly og andre tungmetaller i vores produkter.

Med disse høje kvalitets- og organisationsstandarder er det kun naturligt, at vores fabrikker allerede for flere år siden blev ISO-certificeret.

Moderne teknologi, miljølovgivning, anvendelsen af avancerede materialer og systemer kræver konstant systematisk specialisering og omfattende forskning og udvikling.

Vi har centraliseret udviklingen af vores smørefedter på vores globale forsknings- og udviklingslaboratorium i Frankrig. Vores

Vi kender det smørefedt, vi sælger

forsknings- og udviklingsanlæg fungerer som satellitter for vores overordnede forsknings- og udviklingscenter.

På vores centrale forsknings- og udviklingscenter udnytter vi ekspertisen og erfaringen fra alle divisioner i TOTAL-koncernen. Dette danner grundlaget for at skabe produkter til specifikke behov – Deres behov.

Vores forsknings- og udviklingsteam har vundet respekt fra vores konkurrenter i branchen.

Med vores smørefedtprodukters enestående kvalitet har vi opnået status som "foretrukket leverandør" hos mange kunder i en lang række lande over hele verden.

Vores ekspertise er til Deres rådighed. Takket være vores omfattende test, inden produkterne lanceres på markedet, har vi et meget indgående kendskab til vores smørefedters stærke sider samt deres begrænsninger.

Vi er endvidere i konstant kontakt med producenterne af kundens udstyr, og som følge

Vi sælger det smørefedt, De behøver

af dette kan vi hele tiden forbedre vores smørefedter og imødegå fremtidige behov.

Vores team af specialingeniører er konstant på farten over hele kloden for at bistå kunder og sælgere for at sikre, at kunden har det rigtige produkt på det rigtige sted.

Det kan godt være, at det siger sig selv, men det er stadig ikke indlysende i forbindelse med smørefedter. Grundet deres mange mulige anvendelsesformål kan den forkerte anbefaling få store konsekvenser. TOTAL er specialist inden for smøremidler, vores bestræbelser er rettet mod at besvare alle kundens spørgsmål om smøremidler og mod evt. at løse et bestemt smøreproblem.

Vi er professionelle, som ved nøjagtigt, hvilke smørefedter der opfylder kundens behov.

Det er helt sikkert.



BESKRIVELSE AF SMØREFEDT

Både fedt- og oliesmøring tjener det samme formål, nemlig at minimere friktion og slitage mellem bevægelige flader. Grundet deres stort set faste konsistens udfører smørefedter ikke de køle- og rengøringsfunktioner, der er knyttet til brugen af et flydende smøremiddel.

Men smørefedt har mange funktioner, som olieprodukter ikke har, og i mange driftssituationer kan et smørefedts egenskaber være bedre og derfor gøre smørefedt til det smøremiddel, der bør vælges.

Smørefedt har mange anvendelsesområder, men hovedparten bruges i rulle- og glidelejer, gearkasser og åbne gear.

Et tilfredsstillende smørefedt til et givet formål forventes at:

- Leverer tilstrækkelig smøring for at reducere friktion og forebygge skadelig slitage af lejekomponenter.
- Beskytte mod korrosion.
- Fungere som forsegling for at hindre snavs og vand i at trænge ind.
- Modstå lækage, drypning eller uønsket udsivning fra de smurte flader.
- Modstå skadelige ændringer i struktur eller konsistens med mekanisk drift (i lejet) under længerevarende drift.
- Ikke blive for stift og medføre unødigt modstand over for bevægelse i koldt vejr.
- Have egnede fysiske egenskaber til anvendelsesområdet.
- Være kompatibel med pakninger og andre konstruktionsmaterialer i den smurte del af mekanismen.
- Tåle en vis grad af forurening, f.eks. fugt, uden at miste væsentlige egenskaber.

Dette er områder, hvor smørefedt kan siges at have bedre egenskaber end smøreolie.

Efter at have overvejet årsagerne til at bruge smørefedt skal valget af den korrekte type smørefedt til et bestemt smørebehov nu vurderes.

Desværre findes der intet 100% universalsmørefedt. Selvom et moderne, universalsmørefedt i topkvalitet muligvis kan dække omkring 75% af alle formål, der kræver smøring med fedt, er det til de resterende 25% nødvendigt med mange forskellige specialfedter.

Anvendelsesområder	Påkrævet antal smørefedter
80%	15 - 20
90%	50 - 100
99%	500
100%	1,000+

Selvom en leverandør har et meget bredt sortiment af smørefedter, er det sjældent helt ligetil at vælge et smørefedt med de korrekte fysiske og kemiske egenskaber til anvendelsesformålet.

De vil have hurtigt tilgængelige produkter til optimal (lav) pris (ofte ikke omkostningseffektive) og vil sandsynligvis satse på det mindst mulige produktsortiment, også når der er tale om mange forskellige maskiner.

Maskindesigneren/-byggeren kræver egnede smøremidler, uanset om disse produkter er praktiske, dyre, let tilgængelige eller kræver specialudvikling og -fremstilling.

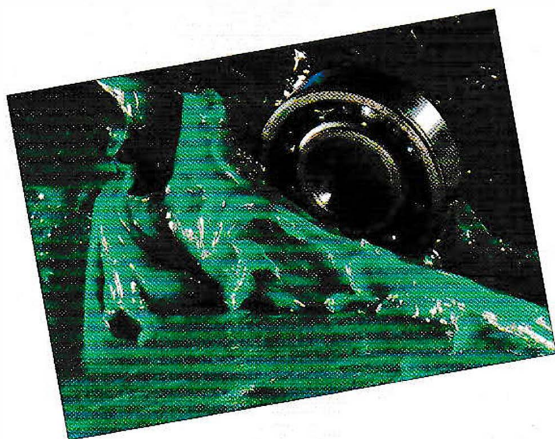
At vælge det rigtige smørefedt til det rigtige anvendelsesformål kan således være lidt af en udfordring.

Hvad er et smørefedt?

Et smørefedt er defineret af ASTM (American Society of Testing Materials) som: et fast til halvflydende produkt bestående af et fortykningsmiddel, dispergeret i en flydende smøreolie.

Et smørefedt består typisk af følgende tre overordnede komponenter: baseolie, fortykningsmiddel og additiver til forbedring af ydelsen.

Sortimentet af tilgængelige smørefedter går fra enkle metalsæbefortykkede mineralolier til komplekse sæber, som indeholder to eller flere fortykningsmidler samt organiske og mineralbaserede fortykningsmidler sammen med mineralolier og/eller syntetiske baseolier.



Væskefase/baseolie

Andelen af flydende smøremiddel i et fedt udgør typisk omkring 90% af den samlede vægt.

Dette er almindeligvis en mineralolie, men kan være en vegetabilsk olie eller en af de mange syntetiske smøremidler, der nu kan fås.

I det meste smørefedt, der sælges i dag, bruges raffinerede råolier (paraffinsk og/eller naphtensk). De giver en god kombination af egenskaber og pris.

Syntetiske olier anvendes også. De vælges normalt ud fra behovet for en bestemt egenskab, som kræves af fedtet, f.eks. lavere eller højere driftstemperaturområder.

Oliens kemiske beskaffenhed er også vigtig, eftersom den har betydelig indflydelse på fortykningsmidlets effektivitet.


De fysiske egenskaber, der er vigtige for valget af baseolie, omfatter:

- smøreegenskaber
- viskositet (smørefilmens styrke)
- bestandighed over for oxidation (høj temperatur og levetid)
- flydepunkt (lavtemperaturegenskaber)
- reaktion over for additiver
- flygtighed (fordampningstab og stabilitet ved højere temperaturer)

Et smørefedt til et let belastet højhastighedsleje skal typisk bruge en baseolie med lav viskositet mellem 40 - 110 cSt ved 40°C. Til anvendelsesformål med almindelige kugle- og rullelejer kræves normalt en baseolie med en viskositet mellem 80 - 200 cSt ved 40°C, og til tungt belastede, langsomt roterende lejer kræves en baseolie med en viskositet på omkring 150 - 500 cSt og undertiden op til 1.500 cSt ved 40°C.

▲ kompatibel ■ inkompatibel

Baseolie-kompatibilitet	Mineralsk	Syntetisk kulbrinte	Polyglycol	Ester	Silikone
Mineralsk	▲	▲	■	▲	■
Syntetisk kulbrinte	▲	▲	■	▲	■
Polyglycol	■	■	▲ / ■	■	■
Ester	▲	▲	■	▲	■
Silikone	■	■	■	■	▲



Additiver Visse af smørefedtets egenskaber kan forbedres ved at tilføje additiver. Mange af additiverne er olieopløselige og normalt opløst i oliefasen, men derudover bruges forskellige faste smøremidler, f.eks. grafit, molybdændisulfid og kulstofforbindelser.

De additivkoncentrationer, der bruges i smørefedter, er generelt højere end i smøreolier og additivvalget er underlagt minutiøse undersøgelser grundet deres mulige destabiliserende virkning på fortykningsmidlers struktur og reologiske egenskaber.

Additiver anvendt i smørefedter kan opdeles i fire kategorier:

- Slitageforebyggende additiver og EP-additiver (Extreme Pressure), for at forbedre modstandsdygtigheden over for slag og tung belastning.
- Antioxidationsadditiver, for at forbedre modstanden over for nedbrydning som følge af høje temperaturer og ilt i luften.
- Korrosionsforebyggende additiver, for at forebygge korrosion af både jernholdige og ikke-jernholdige metaller grundet virkningerne af fugtighed og aggressive kemiske midler.
- Smøreevne og adhæsionsmidler, for at forbedre klæbeevnen på de smurte flader.

Faste smøremidler

Smørefedter er især velegnede i kombination med faste smøremidler, som har fremragende friktionsegenskaber og beskytter effektivt mod chokbelastninger og rivninger. Derudover giver faste smøremidler fedter et højere sikkerhedsniveau grundet deres modstandsdygtighed over for kemiske midler.

I praksis er de mest almindelige: grafit og molybdændisulfid, som har en tendens til at spredes ud og danne et skjold på metalfladerne, så friktion reduceres, og metalkontakt forhindres.

Fortykningsmiddel Smørefedter klassificeres normalt efter den anvendte type fortykningsmiddel, eftersom dette anses for at have den største indflydelse på fedtets egenskaber.

De fleste smørefedter bruger en metalsæbe som fortykningsmiddel. Fortykningsmidlet danner en struktur, som smøreolien holdes i på samme måde som vand i en svamp. At sammenligne et fedt med en svamp, der indeholder vand, er strengt taget ikke en korrekt videnskabelig beskrivelse, men er en nyttig og rimelig analogi af hensyn til en grundlæggende forståelse af fedtsammensætning og -struktur. Andre fortykningsmidler, der ikke består af sæbe, kan også bruges.

Man skal altid være opmærksom på, at et fedt ikke er en tyk olie, men en fortykket olie.

Eftersom det anvendte fortykningsmiddel har en så specifik indflydelse på fedtets egenskaber, er det normalt at identificere fedttyper med reference til deres specifikke fortykningsmiddel. Metalsæbefortykningsmidler kan underopdeles i konventionelle sæber (lithium, calcium, aluminium, blandede sæber) og komplekse sæber (typisk lithiumkompleks, aluminiumkompleks og calciumkompleks). Det seneste inden for udvikling af fortykningsmidler er calciumsulfonatkompleks, som er en "super" kompleks sæbe.

For fedtfortykningsmidler, der ikke består af sæbe, identificeres fedter på samme måde efter fortykningsmidlets base: ler, silica og polyurea.

Da omkring 90% af det smørefedt, der markedsføres, er sæbefortykket, vil vi beskrive, hvad sæbe rent faktisk er, den grundlæggende kemi og den indflydelse, som fortykningsmidlets kemi har på fedtegenskaber.

Mange fortykningsmidler er baseret på organiske sæber af alkalimetaller. De fleste af disse fremstilles ved at forsæbe fedtstoffer, fedtolier eller fedtsyrer med et metalalkali i en del af baseolien under produktionsprocessen.

Udtrykt forenklet er dannelsen af en sæbe analog med den grundlæggende kemiske reaktion:

SYRE + BASE



SALT + VAND

Fortykningsmiddel (fortsat)

De fleste af de sæber, der produceres til fremstilling af smørefedt, er produceret ved at forsæbe fedtstoffer, fedtolier eller fedtsyrer med et metalalkali. Forsæbningsprocessen (fremstilling af sæbefortykningsmiddel) foretages normalt i en del af smøreolien under forarbejdningsprocessen. De mest almindelige alkaliske materialer indeholder hydroxider af lithium, calcium og aluminium.

Den største kilde til fedtmateriale, der bruges i dag, og som kan forsæbes, er 12-hydroxystearinsyre afledt fra castorolie, som kan fås i form af methylester, syre eller triglycerid, der produceres ved hydrogenering af olien.

Sæbeegenskaber	Lithium	Lithium-kompleks	Lithium-calcium	Calcium	Calcium-sulfonat-kompleks	Calcium-kompleks	Aluminium-kompleks	Polyurea	Bentonit
Temperatur		++	+		++	++	++	++	++
Vandbestandighed	+		+	++	++	++	+	+	+
Korrosion				++	++	++			
Pumpbarhed	++		+	+	++		++	+	
Klæbeevne					+	+	++		
Anvendelig til alm. formål		++	+		++				
Hastighed		+						++	

Fortykningsmiddel-kompatibilitet	Lithium	Lithium-kompleks	Lithium-calcium	Calcium	Calcium-sulfonat-kompleks	Calcium-kompleks	Aluminium-kompleks	Polyurea	Bentonit
Lithium	▲	▲	▲	▲	▲	◆	■	■	■
Lithiumkompleks	▲	▲	▲	▲	▲	▲	■	◆	■
Lithium/calcium	▲	▲	▲	▲	▲	◆	■	◆	■
Calcium	▲	▲	▲	▲	▲	◆	■	■	■
Calciumsulfonatkompleks	▲	▲	▲	▲	▲	◆	■	■	■
Calciumkompleks	◆	▲	◆	◆	◆	▲	■	◆	■
Aluminiumkompleks	■	■	■	■	■	■	▲	■	■
Polyurea	■	◆	■	■	◆	◆	■	▲	■
Bentonit	■	■	■	■	■	■	■	■	▲

Når to smørefedter blandes, er de sandsynligvis kompatible, hvis blandingens konsistens og dråbepunkt efter bearbejdning ligger inden for specifikationsgrænserne.

▲ kompatibel ■ inkompatibel ◆ inkompatibel under visse forhold

TYPISKE SMØREFEDTEGENSKABER

I det følgende beskrives egenskaberne for typiske smørefedter, som er baseret på sæber, sæbekomplekser og fortykningsmidler, der ikke består af sæbe. Formålet er at beskrive fortykningsmiddel-/oliesystemet uden additiver (medmindre additivet er en del af fortykningsmiddelsystemet). Forskellige producenter rapporterer varierende værdier og egenskaber for disse fedttyper. De værdier, der er rapporteret her, anses for at være repræsentative.

Vigtig bemærkning!

Navne på TOTALs produktserie er blot nævnt til oplysning. TOTAL-specifikationer er generelt strengere.

Calcium-sæbefedter

TOTAL MERKAN®

Der findes to typer calcium-smørefedt: vandfri og hydreret. Disse fedter er bløde og smøragtige. Konventionelle (hydrerede) calciumfedter indeholder vand for at give strukturstabilisering, hvor mængden af vand er kritisk, og tab af dette vand er årsag til deres begrænsede egenskaber ved høj temperatur. Ved høj temperatur mistes noget af dette vand, og fedtstrukturen ødelægges, hvilket medfører udskillelse af olien og sæbefortykningemidlet. I drift er de derfor begrænset til omkring 60°C, selvom dråbepunktet er omkring 100°C. Vandfri calciumfedter yder mere, deres dråbepunkt er højere (130-140°C), og de kan bruges ved temperaturer på op til 80-90°C. Disse fedter er nemme at pumpe selv ved lave temperaturer.

Mekanisk og forskydningsmæssig stabilitet er rimelig (hydreret) til god (vandfri). Oxidationsbestandigheden er ringe, men kan forbedres med inhibitorer.

Vandbestandigheden er meget god. Beskyttelsen mod rust er ringe, men kan forbedres med additiver.

Egenskaberne ved lave temperaturer er tilfredsstillende. Forskydningsstabiliteten er god.

Lithium-12-hydroxystearatfedter

TOTAL MARSON®

Størstedelen af lithiumfedter fremstillet i dag er afledt af 12-hydroxystearatsæbe. Disse produkter har en jævn struktur og er stabile ved opvarmning. Dråbepunkter rapporteres i et område fra ca. 175°C til 200°C. Til længerevarende brug er den øvre temperaturgrænse omkring 120°C.

Ved lave temperaturer er det nemt at håndtere disse fedter. Dynamiske tests i laboratoriet viser fremragende stabilitet.

Det er igen værd at bemærke, at forskydnings-hastigheder i drift er mange gange højere, end det er muligt at opnå i laboratoriestudstyr. I praksis er disse fedters forskydningsstabilitet gennemsnitlig.

Oxidationsbestandigheden er acceptabel og kan nemt forbedres med antioxidant.

Vandbestandigheden er god, selvom den ikke er så god som med calcium- eller aluminiumfedt. Korrosionsbestandighed opnås med additiver.

Aluminium-kompleksfedter

TOTAL COPAL®

Disse produkters reaktion ved lave temperaturer er vurderet som rimelig til god.

Forskydningsstabiliteten ligger fra god til fremragende. Ligesom mange andre fedter daler stabiliteten ved mekanisk belastning betydeligt, hvis indholdet af fortykningsmiddel er lavt. Pumpbarheden anses for god.

Vandspraybestandigheden er fremragende. Hvis der kun er lidt vand til stede, danner de emulsioner, som beskytter metalflader mod rust ved at trække vandet væk fra metallet.

Klæbeevne på metal er fremragende.

Disse fedter kan bruges ved temperaturer på op til 150-160°C.

I tests af højhastighedskuglelejers levetid ved høj temperatur, f.eks. ASTM D 3336, giver disse produkter kortere levetidsresultater end de fleste lithiumkompleks- eller polyureafedter.

Calciumkompleksfedter TOTAL AXA®

har et stort indhold af fortykningsmiddel. En ingrediens i disse produkter er calciumacetat, som giver EP-egenskaber. I kvalitet med stort indhold af fortykningsmiddel: calciumkompleksfedter har høje dråbepunkter (over 280°C) og god vandbestandighed.

Mange calciumkompleksfedter har naturlige EP-egenskaber, som normalt forbedres med additiver.

Fedterne kan være vanskelige at fremstille og er tilbøjelige til at hærde ved lagring og under højt tryk.

Disse fedter kan bruges ved højere temperaturer end konventionelle sæbefedter og smører lejer ganske tilfredsstillende op til 150°C.

Calciumsulfonatkompleksfedter TOTAL CERAN®

i lang tid. Men indtil for nylig har det været vanskeligt at fremstille tilfredsstillende smørefedter baseret på denne kemi på grund af problemer med kvaliteten, f.eks. ringe pumpbarhed og dårlige lavtemperaturegenskaber.

Globalt findes der kun nogle få producenter, der kan fremstille disse højteknologisk avancerede smørefedter (TOTAL er en af de vigtigste af disse).

Produktionen foregår via en ny super kompleksdannelsesproces, der ændrer calciumsulfonatets egenskaber for at eliminere de ovennævnte ulemper og give mulighed for produktion af et smørefedt med exceptionelle egenskaber, f.eks.

Denne type smørefedt findes i mange variationer. Nogle typer

Lithiumcalciumfedter TOTAL MULTIS® og LICAL®

Disse fedttyper er det tætteste, man kommer på et universalsfedt på markedet i dag. De er mindre egnede til høj hastighed/kraftige vibrationer.

Disse fedttyper kombinerer egenskaberne i lithium- og calciumfedter.

Disse fedters fremstillingsproces er meget specialiseret og kræver højteknologisk computerstyret procesudstyr.

Fordelene ved disse fedttyper er fremragende vandbestandighed og korrosionsbeskyttelse.

EP-egenskaberne er "indbygget" i sæbetypen. Resultatet er fremragende EP-egenskaber sammenlignet med lithium- og calciumfedter.

Disse fedter kan bruges ved konstante driftstemperaturer på op til 135°C uden at miste deres glimrende egenskaber.

I praksis har test vist, at LICAL er tilbøjelig til at kunne absorbere vand op til 10% uden at miste smøreegenskaberne. Pumpbarheden kan være en anelse lavere end med lithiumfedter.

TOTAL CERAN

- | | |
|---|---|
| 1 | Enestående smøreegenskaber ved meget høje belastninger |
| 2 | Fremragende vandbestandighed (selv med 40% vand!!!) |
| 3 | Fremragende mekanisk stabilitet og stor forskydningsbestandighed |
| 4 | Fremragende varmestabilitet (bliver ikke flydende før >300°C) |
| 5 | God ydelse ved lave temperaturer |
| 6 | Meget god oxidationsbestandighed (under tryk og ved høj temperatur) |
| 7 | Meget god korrosionsbestandighed |

Lithium (lithium/calcium) kompleksfedter TOTAL MULTIPLEX®

Sammenlignet med lithiumfedter har lithiumkompleks-

fedter flere fordele, især ved brug ved høj temperatur. Kompleksfedtets dråbepunkt er generelt mere end 50°C højere end ved de konventionelle sæbetyper.

Disse fedter kan bruges ved temperaturer på op til 160°C.

De klarer sig godt ved lave temperaturer. Driftsstabiliteten og olieudskillelsen ligger fra god til fremragende.

Lejesmøring ved høje temperaturer ligger fra meget god til fremragende.

Pumpbarheden kan være en anelse lavere end med lithiumfedter.

Polyurea- fedter TOTAL ALTIS®

Disse produkter bruges ved høje temperaturer og høje hastigheder. De kan sammenlignes med kompleksfedt mht.

disse egenskaber, men med bedre virkning ved høje temperaturer og lang levetid. Selvom de er blevet brugt til alle typer lejer, har de især været effektive til smøring af kuglelejer, som eksempelvis findes i elmotorer. Dette indikeres endvidere i tests af lejer ved høje temperaturer. Dråbepunktet er generelt omkring 260°C, men produkterne kan bruges ved op til 180°C.

Deres struktur og organiske sammensætning giver dem low noise egenskaber, der kræves til smøring af visse lejer.

Disse fedter er fantastisk modstandsdygtige over for oxidering. Deres fortykningsmidler indeholder ingen sæber eller andre metalholdige komponenter, som i varierende grad kan forringe oxidationsegenskaberne. Egenskaber ved lave temperaturer er tilfredsstillende.

Vandbestandigheden er tilfredsstillende – i nogle kvaliteter fremragende.

Rustbestandigheden kræver brug af specielle og effektive rusthæmmere.

Polyureafedter har en forventet lang levetid og bruges ofte til "levetidssmurte" lejer.

Bentone-ler- fedter TOTAL CALORIS®

Disse fedter med jævn struktur har fantastisk varmebestandighed,

eftersom fortykningsmidlet ikke smelter, i det mindste op til temperaturen, hvor dets oliebestanddel fordamper eller brænder. Men eftersom baseolien udgør begrænsningen, angives den maksimale brugstemperatur normalt til omkring 180°C.

Disse er ca. de samme, som blev rapporteret for de andre højtemperaturfedter i kompleksserien og i serien uden sæbe.

Selvom disse højtemperaturfedter lejlighedsvis kan bruges ved spidstemperaturer, er der fortsat behov for hyppig smøring.

Eftersom dette fortykningsmiddel ikke har noget smeltepunkt, er bentone-ler-smørefedt f.eks. blevet brugt til formål, hvor temperaturerne kortvarigt kunne nå op på 260°C, og en ny smøring er derefter nødvendig efter blot nogle få timers drift ved denne høje temperatur.

Egenskaberne ved lave temperaturer er tilfredsstillende. Mange bentone-ler-smørefedter er imidlertid udviklet til anvendelse ved høje temperaturer.

Driftsstabiliteten må vurderes som rimelig til god.

Oxidations- og rustbestandigheden er tilfredsstillende ved tilsætning af additiver. Vandbestandigheden er god.

SMØREFEDT I LABORATORIET

Test af smørefedt

De fleste af de smørefedt-tests, som er blevet standardiseret, definerer eller beskriver egenskaber, der er relateret til ydelse i faktiske eller simulerede driftsmekanismer. De giver mange nyttige oplysninger om et smørefedt.

Det skal dog anerkendes, at de er laboratorietests og har størst værdi som screeningstests, som giver retningsindikationer for, hvad der kan forventes, når et smørefedt benyttes til et bestemt formål, og som fysiske standarder for produktionskontrol. Direkte korrelation mellem laboratorietests og anvendelse i praksis er sjældent mulig, eftersom testene aldrig gengiver driftsforholdene præcist, og driftsforholdene er aldrig identiske selv inden for to umiddelbart identiske anvendelsesområder. Af disse årsager er det vigtigt med en forståelse af hensigten med og betydningen af testene for de personer, der er involveret i brugen af smørefedt.

I årenes løb har flere institutter som f.eks. ISO - ASTM - IP - DIN - AFNOR osv. standardiseret tests, der beskriver egenskaber eller ydelse for smørefedt.

NLGI (National Lubricating Grease Institute) har standardiseret et numerisk system til klassifikation af smørefedters konsistens. På grundlag af alle tilgængelige tests har TOTAL valgt et antal tests, som udføres regelmæssigt på virksomhedens smørefedtprodukter.



Konsistens

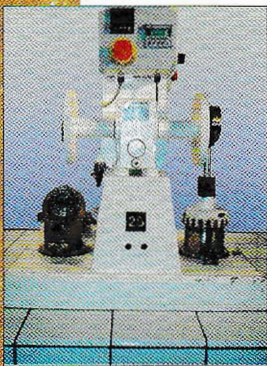
Konsistens defineres som den grad, i hvilken et materiale, f.eks. smørefedt, modstår deformation under aktiveringstrykket. Det er derfor en egenskab for plasticitet, ligesom viskositet er en egenskab for fluiditet. Et smørefedts konsistens er ikke konstant, men varierer i forhold til temperaturen. Den kan også variere som følge af håndteringen eller de mekaniske driftsforhold, som fedtet er blevet udsat for inden måling af dets konsistens. Konsistens rapporteres som ASTM-penetration, NLGI-tal eller tilsyneladende viskositet, som hver især bestemmes ved en bestemt temperatur efter beskrevet bearbejdning af prøven.

På basis af ASTM-bearbejdet penetration har NLGI standardiseret en numerisk skala til klassifikation af smørefedters konsistens. Konsistens-tallene er følgende angivet i stigende hårdhed:

NLGI-smørefedt	ASTM Bearbejdet penetration ved 25°C
000	445 - 475
00	400 - 430
0	355 - 385
1	310 - 340
2	265 - 295
3	220 - 250
4	175 - 205
5	130 - 160
6	85 - 115

Penetration Metode/standard: ASTM D 217 DIN 51804-T1/ISO 2137 NF T 60-132/IP50

Konsistens måles normalt ved penetration. I denne test sænkes en normaliseret kegle i 5 sek. under sin egen vægt ned i en prøve med smørefedt, der har en temperatur på 25°C. Den dybde, som keglen trænger ned i smørefedt med, udtrykkes i tiendedele af en millimeter og rapporteres som smørefedets penetration. Eftersom keglen vil synke længere ned i bløde smørefedter, angiver højere penetration blødere smørefedter. Det blødeste smørefedt på markedet er for tiden kvalitet 000 (alle "0"-kvaliteter betegnes ofte som centralsmørefedter), og den stiveste er kvalitet 3 eller 4 (kvalitet 5 og 6 bruges kun sjældent). Bearbejdet penetration rapporteres som f.eks: W. 10.000, hvor tallet angiver antal slag i fedtbearbejder.



Bemærkning:
Særlige procedurer med kegler i kvart eller halv skala, metode ASTM D 1403, bruges til at bestemme penetrationen af små prøver.

Mekanisk stabilitet Metode/standard: ASTM D 217/DIN 51804-T1/ISO 2137 NF T 60-132/IP50

Prøven bearbejdes med 60 slag eller mere i en standardfedtbearbejder. Ofte bearbejdes smørefedt med 100.000 slag, men også 5.000 og 10.000 slag anvendes. Det er accepteret, at disse bearbejdede resultater giver et grundlæggende indtryk af fedtstabiliteten. I nogle tilfælde tilsættes fedtet vand for at måle stabiliteten, når fedtet indeholder vand (f.eks. TOTAL CERAN®). Dette foretages normalt med smørefedter, der bruges i våde miljøer.

Dråbepunktsprocedure

Metode/standard:
IP 396/NF T 60102C

Et fedts dråbepunkt er den temperatur, hvorved en dråbe



olie afgivet fra fedtet falder fra åbningen af en testkop under foreskrevne testforhold. Materialer som f.eks. konventionelle sæbefortykkede fedter har ikke et egentligt smeltepunkt, men har et smelteområde, indenfor hvilket materialet bliver progressivt blødere.

I en standardkop med smørefedt opvarmes fedtet i en speciel computerstyret varmeovn (normalt Mettler), hvor den temperatur, ved hvilken en dråbe af materialet falder fra koppen, detekteres og rapporteres elektronisk.

Et fedts dråbepunkt bliver ofte, men fejlagtigt, betragtet som et mål for et smørefedts driftsegenskaber ved forhøjede temperaturer.

Et smørefedts dråbepunkt anses ikke for at have nogen effekt på driftsydelsen bortset fra, at et fedt normalt ikke kan forventes at modstå lækage ved temperaturer over dets dråbepunkt, og det fastlægger ikke fedtets maksimale brugstemperatur, eftersom ydelsen ved høje temperaturer afhænger af andre faktorer som f.eks.:

- om eksponering for høj temperatur er kontinuerlig eller kortvarig,
- om skift fra høje til lave temperaturer forekommer,
- fedtets fordampningsmodstand,
- den smurte mekanismes konstruktion,
- smøreinterval,
- en tommelfingerregel er dog, at dråbepunktet minus 30% er driftstemperaturen.

Oxidations- bestandighed

Metode/standard:
ASTM D 942
DIN 51808/IP 142

Reaktion med ilt kan medføre forringelse af smørefedt.

Denne test udført i Norma-Hoffman-oxidationsbomben evaluerer smørefedternes bestandighed i en lukket beholder i forhold til oxidation under bestemte forhold med statisk eksponering.

I denne test fyldes hver af de fem skåle i bomben med 4 g af det fedt, der skal testes. Bomben forsegles derefter og sættes under tryk på 110 psi (7,7 kg/cm²) med ilt og placeres i et bad med en temperatur på 99°C.

Trykket i bomben registreres i bestemte intervaller i hele testforløbet. Efter den angivne testtid, normalt 100, 250 eller 500 timer, beregnes og rapporteres trykfaldet. Trykfaldet er den nettoændring, der stammer fra fedtets absorption af ilt og frigivelsen af CO₂ fra fedtet.

Oftest rapporteres resultaterne af denne test som tegn på et smørefedts oxidationsbestandighed. Det er dog en statisk test. Den er ikke beregnet som forudsigelse af fedtets stabilitet under dynamiske forhold.

Dynamisk stabilitet

Metode/standard:
ASTM D 1831 (ændret)

Et smørefedts evne til at modstå ændringer i konsistens under mekanisk drift kaldes dets dynamiske stabilitet eller forskydningsstabilitet. Forskellige laboratorietests bruges til at evaluere fedtets dynamiske stabilitet, men de to, der er blevet standardiseret, er ændringen i penetration efter forlænget bearbejdning i ASTM D 217-fedtbearbejderen, og ændringen i penetration efter kraftig rulning i ASTM D 1831-rullestabilitetsbearbejderen.

I rullestabilitetstesten rulles en lille prøve fedt (50 g) med 165 omdr./min. i en bestemt periode ved en bestemt temperatur, og der bruges en stålcylinder, som indeholder en 5 kg tung rund stålblok. Bearbejdet penetration ved 25°C bestemmes for fedtet før og efter rulning. På grund af prøvens lille størrelse foretages bearbejdning og penetration på ASTM D 1403-udstyr med en kvart eller en halv skala.

TOTAL bruger en temperatur på op til 100°C for at udføre en test, der ligger tættere på praksis. Endvidere har TOTAL forlænget testens varighed fra 2 til 4 eller endda 100 timer for at bestemme fedternes mekaniske stabilitet under meget strenge forhold.

I begge disse tests rapporteres ændringen i konsistens med mekanisk bearbejdning som enten den absolutte ændring i penetration eller den procentuelle ændring i penetration. Mens begge tests er almindeligt brugt til at angive krav til mekanisk stabilitet, er betydningen aldrig blevet fastlagt præcist. Det menes, at ændringerne i bearbejdet penetration i disse tests er en indikation på mekanisk stabilitet og er en retningsmæssig indikation på de konsistensændringer, som et fedt kan gennemgå i drift.

Olieudskillelse

Metode/standard:
ASTM D 1742
ASTM D 6184
IP 121/DIN 51817
NF T 60-191

Smørefedt skal afgive olie langsomt under drift af hensyn til effektiv smøring. En vis udskillelse af olie, der medfører olie på fedtoverfladen, er normal under opbevaring. Men for stor olieudskillelse, mens fedtet opbevares, kan betyde, at brugeren mister tilhængen til produktet. Et fedts tendens til at udskille olie under opbevaring er beregnet i ASTM D 1742/IP 121/DIN 51817/NF T 60-191 og ASTM D 6184.

I ASTM D 1742 udsættes en fedtprøve støttet på en 200-masket sigte for lufttryk og placeres i en ovn ved 25°C i 24 timer. Olie, der siver fra fedtet, indsamles, vejes og rapporteres som procent efter vægten af den udskilte olie.

IP 121/DIN 51017/NF T 60-191 bruger mere eller mindre den samme procedure, men fedtet udsættes for tryk fra en metalvægt og placeres i en ovn ved 40°C i 42 eller 168 timer.

ASTM D 6184 anvender mere eller mindre den samme procedure, men fedtet udsættes for tryk fra en metalvægt og placeres i en ovn ved 100°C i 30 til 50 timer.

Disse tests sammenholdes direkte med den olieudskillelse, der finder sted i fedtspande under opbevaring, og er en retningsindikation for den udskillelse, som kan forventes i andre størrelser af beholdere. Det er ikke egnet til smørefedt, der er blødere end NLGI. n° 1, og er ikke beregnet til at forudsige fedtets udskillelsetendenser under dynamiske driftsforhold. Højest 1-5% udskillelse anses for at være normalt under opbevaringsforhold (også afhængigt af fortykningsmiddel).



Vand-udvaskningstest

Metode/standard:
ASTM D 1264
DIN 51807-T2/IP 125

Miljøet, hvor smørefedt skal bruges, er vigtigt, men ignoreres ofte, når produktet vælges. Et vådt miljø, uanset om det blot drejer sig om høj luftfugtighed eller direkte våde forhold, kan påvirke mange smørefedter og er en vigtig faktor at overveje, når fedt vælges til et anvendelsesområde.

Når vand trænger ind i fedtsmurt udstyr, kan fedtet blive blødere (kan endda blive halvflydende) eller stivne, det kan emulgere eller afvise vand, dets klæbeevne kan ændres, og metaloverfladebeskyttelsen kan blive utilstrækkelig.

Et smørefedts evne til at modstå udskylning under forhold, hvor vand kan sprøjte eller ramme direkte på et leje, er en vigtig egenskab i opretholdelsen af en tilfredsstillende smørefilm. Sammenlignelige resultater mellem forskellige smørefedter under de foreskrevne testforhold kan opnås med denne test, men resultaterne forudsiger ikke nødvendigvis anvendelse i praksis.

Testen bruger et specifikt kugleleje udstyret med for- og bagafskærmninger med en angiven tolerance. Den er pakket med 4 g testfedt og roteres derefter med 600 omdr./min. i 1 time, mens en vandstråle ved 80°C rammer lejehuset. Efter dette tidsrum fjernes lejet, tørres, og fedttabets procentuelle vægt opgøres.

Testen anses generelt for at være en praktisk screeningstest for smørefedter, der anvendes under forhold, hvor vandudskylning kan forekomme, f.eks. hjullejer, våde endelejer på papirmaskiner og i stålindustrien.

Vand-spraytest

Metode/standard:
ASTM D 4049

Formålet med denne test er at måle et smørefedts sprøjtebestandighed. En foruddefineret fedtfilm lægges på en testplade. Testpladen udsættes for et vandsprøjt (22 eller 40 PSI). Resultatet efter et vist tidsrum udtrykkes som væggtab for pladen med fedt.

Denne sammenligningstest kan give en indikation på et smørefedts klæbeegenskaber på metal, der udsættes for vand, som under tryk sprøjtes på fedtet.

Reaktion ved tilstedeværelse af vand

Metode/standard: DIN 51807-T1

Denne test er udviklet for at teste fedtets reaktion under påvirkning af vand under foruddefinerede statiske omstændigheder.

En fedtprøve placeres på en glasplade ved hjælp af en skabelon. Prøvetykkelsen er ca. 1 mm. Glaspladen sænkes derefter ned i destilleret vand og placeres i en ovn. Testens varighed er 3 timer ved 40°C eller 90°C.

TOTAL har modificeret denne test ifm. CERAN®-smørefedter for at gøre den strengere, og varigheden er indstillet til 8 timer ved en konstant temperatur på 90°C.

Efter testen evalueres prøven på glaspladen med det samme med det blotte øje. Følgende skala bruges til klassificering:

0	Ingen ændring.
1	Lille ændring, farveskift, lille vandbinding på fedtet.
2	Mellemstor ændring, fedtet begynder at blive fortyndet, synligt via ophobning af hvidt/gult slim på fedtet, forurening af vandet.
3	Stor ændring, delvis eller komplet fortynding af fedtet i vandet, ophobning af mælkehvid olie i vandemulsion.



Fedtets levetid i kuglelejer ved forhøjet temperatur, høj hastighed og belastning: FAG FE 9

Metode/standard: DIN 51821

Formål: at bestemme smørefedters levetid i rullelejer under realistiske testforhold.

Rullelejet, der er monteret i apparatet som testemnet, fyldes med en angivet mængde af det fedt, der undersøges. Testen udføres ved en valgt temperatur, rotationshastighed og aksialbelastning. Smøreforholdene i lejet ændres over lang tid. Lejesvigt anses for at være indtruffet, når motoren ikke kan drive det leje, der testes.

Fedtmængde	2 mg
Testtemperatur	Kan justeres op til +250°C
Rotationshastighed	3.000 eller 6.000 omdr./min.
Aksialkraft	1.500, 3.000 eller 4.500 N
Lejesvigt og drivmotors effektforbrug	520 w. v. 6.000 omdr./min. 320 w. v. 3.000 omdr./min.

Fedtets levetid i kuglelejer ved forhøjet temperatur

Metode/standard: ASTM D 3336

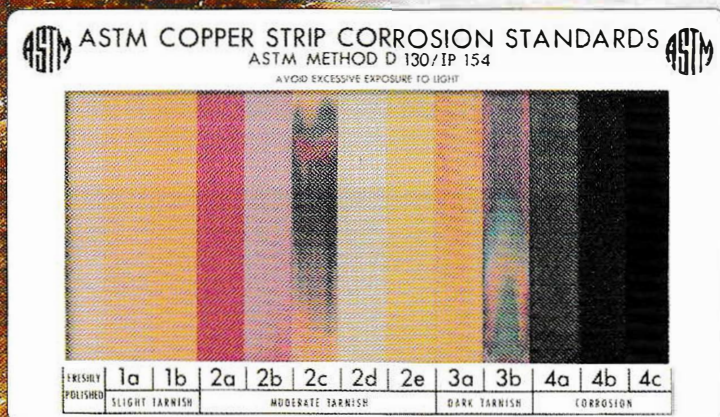
Testmetoden dækker evalueringen af smørefedternes ydelse i kuglelejer under let belastning ved høje hastigheder og forhøjede temperaturer. ASTM D 3336-testen evaluerer ydelsen af smørefedt i et (20 mm) kugleleje under let belastning ved temperaturer på op til 177°C (normale intervaller 120, 150, 177°C) og akselhastigheder på 10.000 omdr./min. Testene køres, indtil der opstår fejl, eller indtil det påkrævede antal testtimer uden fejl er gennemført.

Kobberkorrosion

Metode/standard: ASTM D 4048
IP 112/DIN 51811

Disse metoder bruges til at detektere stoffer i smørefedt, som kan angribe kobber. Eftersom kobber og kobberlegeringer bruges i lejer, er det afgørende, at smørefedter ikke korroderer disse materialer. Testene er identiske (kaldes ofte "Copper Strip-tests") og involverer et rent og jævnt poleret kobberbånd, der er sænket lodret ned i fedtprøven. I ASTM-metoden sænkes båndet helt ned, i IP-metoden sænkes båndet 2/3 ned. Enheden placeres i en ovn i et givet tidsrum og ved en bestemt temperatur og bliver derefter taget ud og nedkølet. Båndet renses og undersøges for pletter eller korrosion og klassificeres enten med ord og/eller efter et numerisk klassifikationssystem. Med ASTM/DIN-metoden foretages en sammenligning af kobberbåndets tilstand efter testen i forhold til en ASTM Copper Strip-standard (reproduktion).

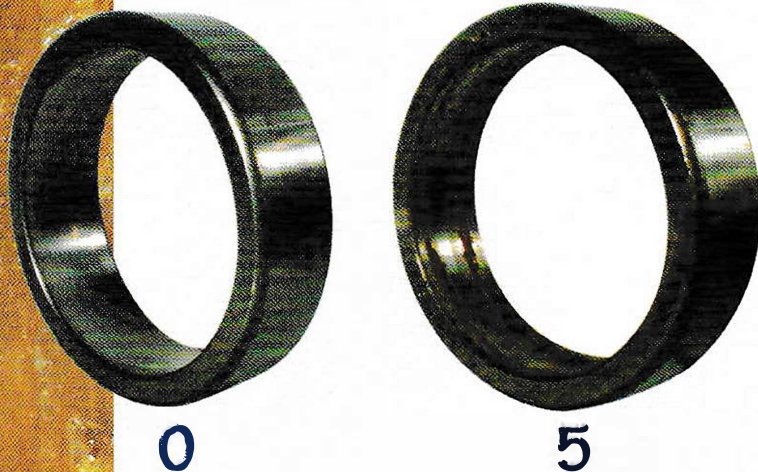
Testens længde og temperatur er ikke specifik, men bør anføres, når resultaterne rapporteres. Testproceduren for TOTAL udføres normalt ved 100°C, men andre testtemperaturer, der er generel enighed om, er tilladt. Tidsrummet kan angives til 3 timer, 24 timer eller 7 dage eller kan bestemmes efter fælles aftale.



Dynamisk rusttest (EMCOR-test)

Metode/standard:
IP 220/DIN 51802
ISO CD 11007

I denne test er op til otte 30 mm selvjusterende kuglelejer i to rækker monteret i lejubukke på en almindelig fundamentplade og drives med 80 omdr./min af en fælles aksel.



Der kræves mindst to lejer til en test. De almindelige lejubukke er af plastic. Hvert leje er fyldt med 10 g testfedt uden fedt i husene.

Efter montering køres lejerne i 30 min. for at fordele fedtet. Husene åbnes derefter, og 10 ml destilleret vand (eller syntetisk IP135-havvand) tilsættes på hver side af hvert nedre hus. Efter montering køres lejerne i to 8-timers perioder efterfulgt af to 16-timers nedlukningsperioder og en 8-timers periode efterfulgt af en 108-timers nedlukningsperiode. Efter dette tidsrum (164 timer) demonteres lejerne, og de ydre løberinge undersøges for rust og korrosion. Løberingene vurderes på en numerisk skala fra 0 til 5, hvor 0 er fuldstændig rustfri.



Extreme Pressure (EP)

Mens der ikke er opnået megen korrelation mellem resultaterne af EP-testene (Extreme Pressure) i laboratoriet og ydelsen i drift, er tests den eneste måde at beskrive disse egenskaber på med rimelige omkostninger. Herefter beskrives to metoder.

4-ball test

Metode/standard:
ASTM D 2596

Denne test har fået sit navn fra stålkugler 64066 Rockwell C-hårdhed i hærde kromlegering med en diameter på 12,7 mm, der bruges som testprøver. Det er en metode til at bestemme smørefedtets belastningsegenskaber ud fra belastnings-/slitageindekset og svejsepunktet.

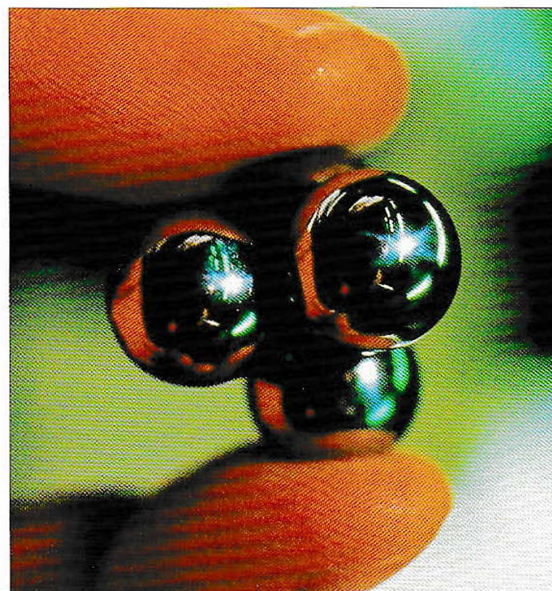
De tre nedre kugler er låst på plads i en kop fyldt med testfedt. Den øverste kugle, som fastholdes i en spændepatron, er i punktberøring med hver af de nedre kugler og kan roteres i forhold til dem under belastning med en hastighed på ca. 1770 omdr./min.

Fedtprøven, som bringes op til en temperatur på ca. 27°C, udsættes for en række 10-sekunders test ved stigende belastning, indtil svejsning finder sted. Efter hver 10-sekunders test måles og registreres slidmærkernes diameter på de tre stationære kugler, og alle fire kugler kasseres. Belastnings-/slitageindekset, i kg, beregnes ud fra slidmærkernes diameter, der svarer til de forskellige belastninger.

Svejsepunktet rapporteres i kilogram. Definition på svejsepunkt: "svejsepunkt under de foreliggende testforhold den lavest anvendte belastning i kilogram (eller Newton-meter), ved hvilken den roterende kugle sætter sig fast og derefter svejses fast til de tre stationære kugler og angiver, at smørefedtets EP-niveau er blevet overskredet".

Foreslået form til registrering af testresultater (Kgf) 80, 100, 126, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 620, 800.

ASTM siger: "Denne testmetode, der er anvendt til specifikationsformål, skelner mellem smørefedt med lave, mellemstore og høje niveauer af EP-egenskaber (Extreme Pressure). Resultaterne korrelerer ikke nødvendigvis med driftsresultaterne".



4-ball test

Metode/standard:
DIN 51350-T4

Denne test bruger den samme prøvestand som beskrevet under ASTM D 2596-testen.

Smørefedt testes i et system med fire kugler, der består af en roterende kugle (løbekugle), som glider med en justerbar testkraft på tre kugler, der er identiske med den roterende kugle (stationære kugler). Testbelastningen hæves i trin, indtil svejsning af systemet med fire kugler finder sted.

Testen køres i 60 sekunder med 1420 omdr./min, og belastningen øges trinvist.

Mellem 2000 N og 4000 N med trin på 200 N, med belastninger på over 5000 N forøges hvert trin med 500 N.

Resultaterne rapporteres med LNWL (Last Non Welding Load) og WL (Weld Load) f.eks. (320 daN - 340 daN).

Slitageforebyggelse

Der findes to metoder, ASTM D 2266 og DIN 51350-T5, til at bestemme smørefedters

slitageforebyggende egenskaber. Brug fire testkugler til disse metoder, hvor testdelene består af stålkugler med en tykkelse på en halv tomme i punktberøring, og hvor én kugle roterer.

4-ball slidtest

Metode/standard:
ASTM D 2266/IP 239

Denne test svarer i princip til ASTM D 2596, EP-testen (Extreme Pressure) med fire kugler, men maskinen er langt mere følsom, og den påførte belastning er begrænset til 40 kg (392 N) i stedet for de 800 kg, der blev påført af EP-maskinen. Der benyttes stålkugler med identisk sammensætning og hårdhed som ASTM D 2596. Ved den lettere belastning finder sammenbrænding eller svejsning ikke sted, og materialet, der fjernes fra kuglerne, er resultatet af slitagen.

Testen køres i 60 min. ved 1.200 omdr./min. med en belastning på 40 kg. Fedtprøvens temperatur holdes på 75°C. Efter testen måles og rapporteres størrelserne på slidmærkerne på de tre stationære kugler.

Testen er beregnet til at fastlægge smørefedters relative slitageforebyggende egenskaber til anvendelsesformål, hvor stål glider mod stål. Testen er ikke beregnet til at forudsige slitageegenskaber i forbindelse med andre metalkombinationer og kan ikke bruges til at skelne mellem EP-fedter (Extreme Pressure) og ikke-EP-fedter.

4-ball slidtest

Metode/standard:
DIN 51350-T5

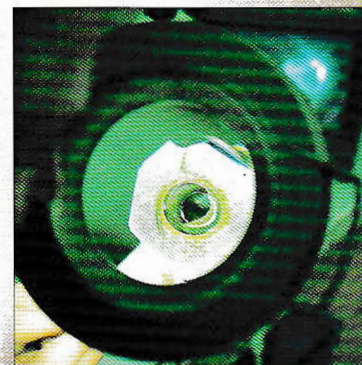
Denne test bruger samme prøvestand som nævnt under testen DIN 51350-T4.

Testen kan udføres i overensstemmelse med følgende procedurer:

Procedure	Belastning	Driftstid
C	150 N	60 ± 0,5 minutter
D	300 N	60 ± 0,5 minutter
E	1.000 N	60 ± 0,2 sekunder

TOTAL har valgt kun at køre procedure E.

Smørefedt testes i et system med fire kugler, der består af en roterende kugle (løbekugle), der glider med den relevante testkraft (C, D eller E) på tre kugler, som er identiske med den roterende kugle (stationære kugler) (testene udføres to gange). Efter testvarigheden måles slidmærkenes diameter på 2 sæt stationære kugler. Dette fører derefter til den rapporterede slitage i mm.



ANDRE TESTS AF FEDTETS YDELSE OG EGENSKABER

Efter en gennemgang af nogle af de mest anvendte fedttests beskrives nu kort nogle af de andre anvendte testmetoder. De fleste af disse tests bruges til at vurdere en bestemt ydelsesegenskab eller fedtegenskab, og det er derfor praktisk at gruppere de forskellige tests under følgende generelle overskrifter:

Lavtemperaturegenskaber **Metode/standard: DIN 51805**

Før at fastlægge et smørefedts laveste brugstemperatur. En fedtprøve med en temperatur på f.eks. -35°C placeret i prøveholderen.

Derefter sættes fedtet under tryk. Trykket forøges trinvis, indtil fedtet frigøres fra prøveholderen. Trykket, der er nødvendigt for at frigøre fedtet, udtrykkes i mbar. Hvis man ved, at et smørefedt er mindre pumpbart, kan resultaterne udtrykkes i °C ved et maksimalt tryk på 1.400 mbar.

Penetration ved lav temperatur **Metode/standard: NF T 60-171**

Denne metode er den samme som beskrevet under keglepenetration. Resultaterne angives i 1/10 mm ved en temperatur på mellem 0 og -40°C.

Tilsyneladende viskositet (SOD) **Metode/standard: ASTM D 1092**

Ved at bestemme den tilsyneladende viskositet ved lave temperaturer (metode ASTM D 1092) kan et smørefedts pumpbarhed og flowegenskaber ved lave temperaturer fastlægges. Smørefedter, der er udviklet til anvendelse under forhold med meget lave (under nul) temperaturer, må ikke stivne og yde stor modstand ved rotation af fedtfulde lejer ved lave temperaturer.

Følgende metoder (IP 186 og ASTM D 1478) måler små kuglelejers start- og driftsmomenter med lille belastning ved temperaturer ned til -54°C.

Moment ved lav temperatur **Metode/standard: ASTM D 1478**

Testlejet er helt fyldt med testfedt, monteret på en akseltap, der kan roteres med 1 omdr./min., og placeret i en kold boks, som kan opretholdes på en vilkårlig temperatur ned til -54°C. Den udvendige del af lejhuset er forbundet med en vægt, så holdekræften kan måles. Efter 2 timer

startes motoren, og startholdekræften registreres. Efterhånden som rotationen fortsætter, falder momentet, og holdekræften registreres igen efter drift i 60 minutter. De to værdier ganges med længden af momentarmen, og produktene rapporteres som start- og driftsmomenter i Nm for fedtet.

Moment ved lav temperatur **Metode/standard: IP 186**

Denne testmetode fastlægger modstanden, der forårsages af smørefedt ved temperaturer under nul ned til -73°C i et aksialt belastet kugleleje, der roterer med 1 omdr./min. Selvom apparatet har en anderledes konstruktion, er denne testmetode grundlæggende set meget lig metoden ASTM D 1478. Et testleje fyldes med testfedt, monteres på en belastet akseltap, der kan roteres med 1 omdr./min., og monteres i en forseglethedenhed, som lægges i et væskekølebad. Kølebadets temperatur reduceres gradvist til testtemperaturen, som kan være ned til -73°C i løbet af 1-1 1/2 time. Efter 2 timer startes motoren, og startholdekræften registreres, og efter at have kørt i et tidsrum måles holdekræften igen. Start- og driftsmomenterne bestemmes derefter og rapporteres i mNm.

GODKENDELSE OG ANBEFALINGER

Mange OEM'er (Original Equipment Manufacturers) godkender smørefedter til brug i deres udstyr.

De fleste OEM'er bruger (et udvalg af) de ovenfor beskrevne tests, enten som beskrevet i standarden eller modificeret så de i højere grad afspejler den praktiske brug af udstyret.

Det er meget vigtigt, når et smørefedt anbefales, at man overholder OEM krav og specifikationer. I praksis er det ofte tilfældet, at kunden spørger efter en erstatning for et produkt, som er anbefalet af den pågældende OEM.

KLASSIFIKATION AF SMØREFEDTER

ISO 6743-9

For eksempel:

MULTIS EP 2: ISO-L- X B 2 E B 2
 Symbol 1 2 3 4
 NLGI-klasse

ISO	L	X	Symbol 1	Symbol 2	Symbol 3	Symbol 4	NLGI-klasse
ISO	Smøremiddel	Fedter	Minimum-drifts-temperatur	Maksimal drifts-temperatur	Egenskaber ved vandpå-virkning	Extreme Pressure-egenskaber	Konsistens

Serie	Temperatur		Temperatur		Egenskaber ved vandpå-virkning			EP-ydelse Symbol 4	NLGI-klasse	Penetration efter 60 slag
	Symbol 1	Min. T°C	Symbol 2	Max. T°C	Symbol 3	Rust-beskyttende	Miljø			
X	A	0	A	60	A	L	L		000	445 - 475
	B	-20	B	90	B	M	L	A	00	400 - 430
	C	-30	C	120	C	H	L	IKKE-EP	0	355 - 385
	D	-40	D	140	D	L	M	FEDT	1	310 - 340
	E	>-40	E	160	E	M	M		2	265 - 295
			F	180	F	H	M	B	3	220 - 250
			G	>180	G	L	H	EP	4	175 - 205
					H	M	H	FEDT	5	130 - 160
				I	H	H		6	85 - 115	

Rustbeskyttende ydelse: L: Ingen beskyttelse
 M: Beskyttelse med destilleret vand
 H: Beskyttelse med saltvand

Miljø: L: Tør atmosfære
 M: Fugtig atmosfære
 H: Vandpåsprøjtning

DIN 51502

For eksempel:

MULTIS EP 2: K P 2 K -25
 Tabel 1 2 3 4
 NLGI-klasse

Tabel 1

Fedtype - Anvendelsesområde	Egenskab
Fedter til lejer ifølge DIN 51 825	K
Fedter til lukkede gear ifølge DIN 51 826	G
Fedter til åbne gear	OG
Fedter til friktionslejer/forsegling	M

Tabel 2

Yderligere oplysninger om additiver	Egenskab
Fast smøremiddel tilsat (f.eks. MoS ₂ , grafit)	F
Ester	E
Fluorkulbrinte	FK
Polyglycol	PG
Siliconeolie	SI
EP-additiv	P

Tabel 3

Egenskab DIN 51.502	Højeste anvendelsestemperatur °C	Egenskaber ved vandpåvirkning ifølge DIN 51 807 Part 1 klassifikation DIN 51 807
C	+ 60	0 - 40 eller 1 - 40
D		2 - 40 eller 3 - 40
E	+ 80	0 - 40 eller 1 - 40
F		2 - 40 eller 3 - 40
G	+ 100	0 - 90 eller 1 - 90
H		2 - 90 eller 3 - 90
K	+ 120	0 - 90 eller 1 - 90
M		2 - 90 eller 3 - 90
N	+ 140	ikke rapporteret
P	+ 160	ikke rapporteret
R	+ 180	ikke rapporteret
S	+ 200	ikke rapporteret
T	+ 220	ikke rapporteret
U	Over 220	ikke rapporteret

Tabel 4

Laveste anvendelsestemperatur DIN 51 805 ved 1400 mbar
- 10°C
- 20°C
- 30°C
- 40°C