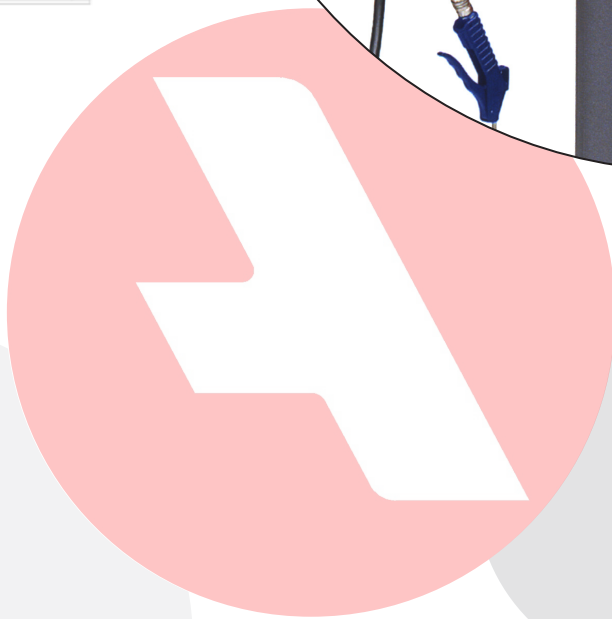
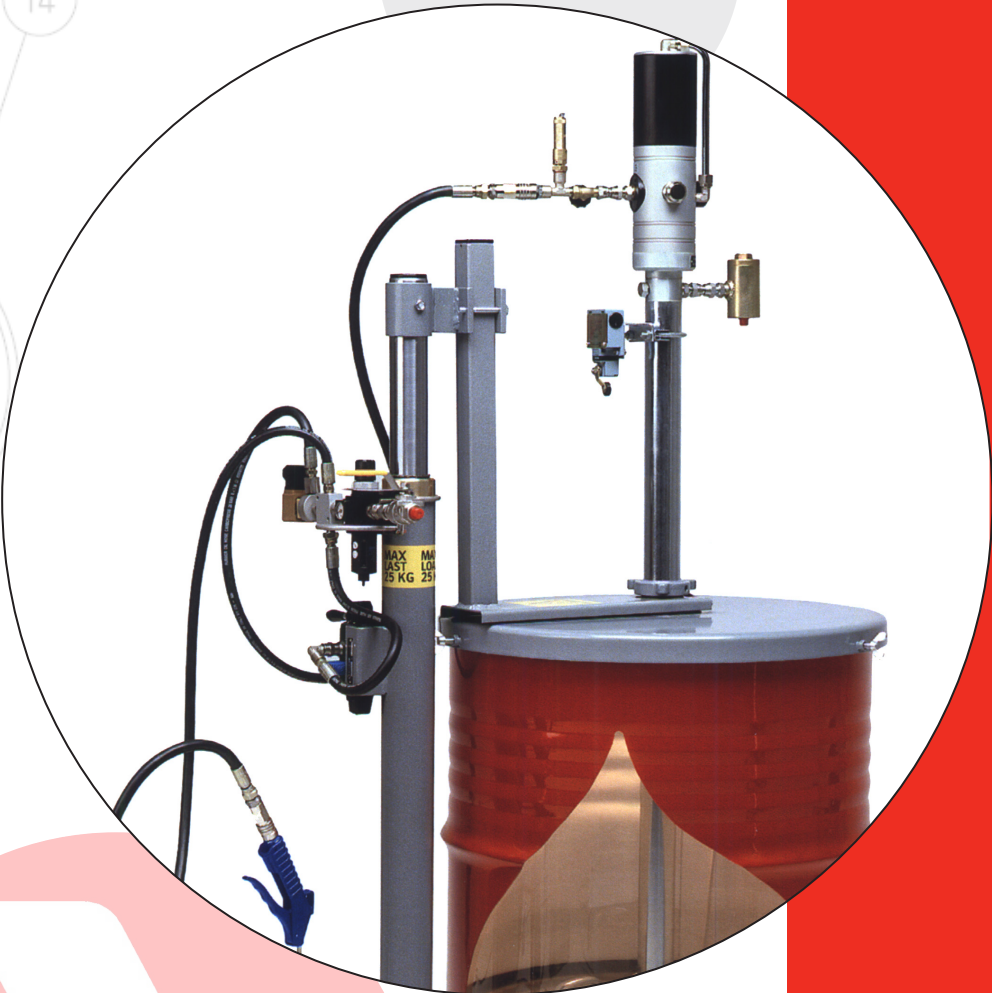
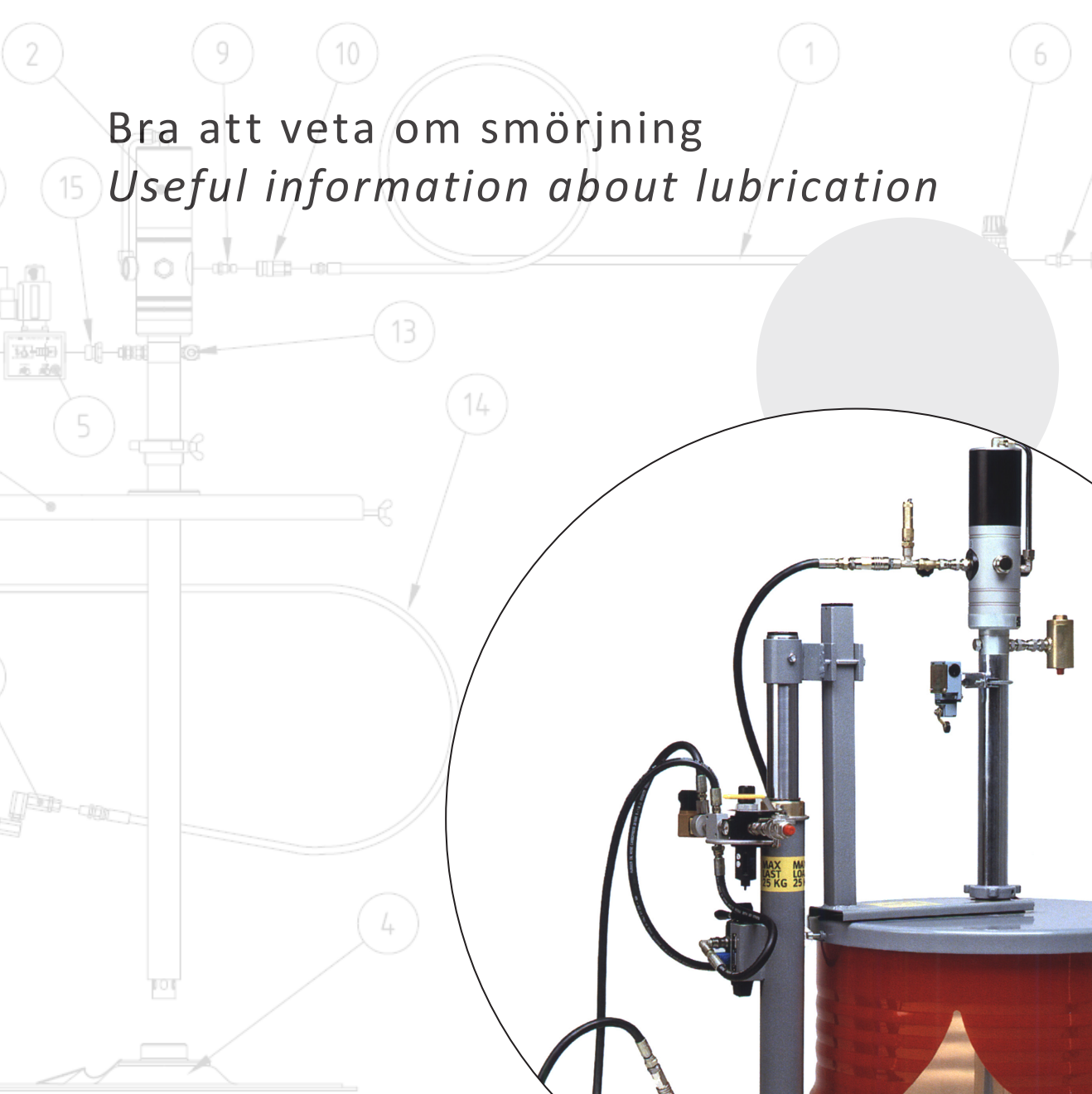


Bra att veta om smörjning  
*Useful information about lubrication*



# Fettsmörjning *Grease lubrication*

## Fett

### Uppbyggnad av smörjfett

Ett modernt smörjfett består av en flytande olja och ett förtjockningsmedel som ger fettet sin gelaktig struktur. Därutöver innehåller det vanligtvis olika additiv som förstärker vissa egenskaper.

En typisk sammansättning är 85 % basolja, 10 % förtjockningsmedel och 5 % additiv.

Flerfasset systemet ger produkten en lämplig konsistens så att den stannar kvar där den skall vara. Detta säkerställer en effektiv smörjning och tätning samtidigt som de aktiva ämnen i additiven förs fram till de rörliga ytorna i maskinerna.

Under drift utsätts fettet för betydande skjuvningskrafter, förvandlas till en flytande vätska som ger den smörjning som krävs, och sedan återgår till den ursprungliga fasta konsistensen när skjuvningen upphör.

### Förtjockningsmedel

Utvecklingen av olika typer av förtjockningsmedel har varit av oerhörd betydelse för fetteknologin. Förtjockningsmedlet har spelat så stor roll att olika fetter klassificeras beroende på vilket förtjockningsmedel som använts för att ge struktur och konsistens.

De två huvudgrupperna av förtjockningsmedel är metalltvålar och oorganiska gelbildare. Fett baserade på tvålar är mest förekommande.

### Kalciumtvålar

De allra första typerna av smörjfett tillverkades genom att reagera kalk med naturliga fettsyror som vegetabiliska oljor eller animaliska fetter i närvaro av vatten. Denna typ av förtjockad olja räckte till för att smörja enkla element såsom vagnshjul och vattenhjul. Dessa enkla kalciumfetter konstaterades vara otillräckliga först när utvecklingen av ångmaskinen medförde högre driftstemperaturer. Smältpunkten för kalciumbaserade fetter är omkring 100 °C och högre temperaturer utgjorde en svår utmaning vid denna tiden. Trots detta används liknande kalciumfetter ännu idag för mindre krävande applikationer. Tillverkningen sker i en process snarlik den man använt sig av för mer än hundra år sedan.

Kalciumfett tillverkas med en liten vattenrest som stabiliserar tvålkomponenten och på detta sätt ger förtjockaren den önskade strukturen. Under vissa driftförhållanden då temperaturen konstant ligger över 50 °C, kan vattnet förångas så att hela fettstrukturen förstörs och det övergår i flytande form.

Konventionella kalciumfetter har goda vidhäftande egenskaper och är extremt vattentåliga. Till relativt låga kostnader fortsätter man använda dessa produkter i kalla och våta miljöer som olika marina appliceringar, tätning av propelleraxlar och i vattenpumpar.

## Grease

### The Grease Matrix

*A modern grease consists of a physical matrix containing a fluid base oil, a thickener which provides its gelled structure and, in most cases, additives which offer a range of additional benefits.*

*Typically, a grease might contain 85% base fluid, 10% thickener and 5% additives.*

*The multiphase grease structure gives the product a suitable consistency which enables the grease to remain in place under the conditions of use. This ensures effective lubrication, provides a sealing capability and enables the grease to position functional additives close to the working surfaces of the equipment.*

*Depending on the shear conditions at the moving surfaces, the grease will deform and flow to provide lubrication and then regain its structured consistency as the shear decreases.*

### Thickeners

*Developments in thickeners have been fundamental to the advances in grease technology. The contribution of thickeners has been so central to developments that many greases are often classified by the type of thickener used to give the structured matrix and consistency.*

*The two principal groups of thickeners are metal soaps and inorganic gellants, soap based greases being by far the most widespread.*

### Calcium Soaps

*The earliest greases were made by reacting lime with vegetable oils, or animal fats, in the presence of water, to produce a calcium soap of the natural fatty acid. The resulting thickened oil was adequate for simple lubrication tasks such as cartwheel and waterwheel shafts and bearings. These simple calcium greases were only found to be inadequate when the development of the steam engine led to higher operational temperatures. The melting point of a calcium grease is around 100 °C and higher running temperatures proved to be too challenging at that time. Nevertheless, calcium greases of this type are still in use today for less demanding applications and their manufacture is very similar to the processes used over one hundred years ago.*

*Calcium soap is produced with a small residual water content which acts as a stabiliser for the soap matrix and thus provides the required structure of the thickener. In some operating conditions, when the temperature is constantly above 50 °C, water evaporation may result in the complete breakdown of consistency in the grease and it will revert to a fluid state.*

*Conventional calcium greases have good adhesive properties and they are extremely water resistant. At relatively low cost, their use today continues in cool, wet*



**Natriumtvålar**

Natriumbaserade tvålar – liknande de tvålar vi använder hemma för tvätt och hygien - har en högre smältpunkt än kalciumtvålarna. Natriumbaserade fett hade en nyckelroll vid smörjning av ångmaskiner och annan utrustning under den industriella revolutionen. Natriumfett fungerar upp till temperaturer kring 110 °C och blev den dominerande typ av högtemperaturfett under början av 1900-talet.

Tyvär har natriumfett tre väsentliga nackdelar. De är vattenlösliga precis som tvättvålar och de har en tendens att hårdna vid lagring. Dessutom (beroende på den stora fiberstorleken hos traditionella natriumtvålar) bidrar de knappast till själva smörjförmågan hos fett. Denna olägenhet resulterar i en sämre förmåga att uppta laster och innebär att man tvingas använda en tjockare basolja för att säkerställa denna egenskap.

Användandet av natriumfett avtar snabbt, men har fortfarande en och annan tillämpning i slutna växlar och kopplingar.

**Aluminiumtvålar**

Aluminiumbaserat fett utvecklades samtidigt som natriumfett när teknikerna strävade efter bättre smörjning av ångmaskinerna.

Förtjockningsmedel baserade på aluminium och speciellt på aluminiumstearat erbjöd ett fett med god vattenresistens och som klarade höga temperaturer. Men tyvärr har aluminiumbaserade fett en väsentlig svaghet i och med att de är extremt skjuvningskänsliga. De bryts lätt ner mekaniskt och förlorar både konsistens och smörjförmåga.

Smörjfett på aluminiumstearatbas används fortfarande i enkla glidlager där skjuvningskraften är låg och i smörjning av chassi, men har generellt blivit ersatta av modernare produkter.

**Litiumtvål – ett viktigt steg framåt.**

Under den första hälften av 1900-talet hade teknikerna ett relativt begränsat urval av olika fetter för ett allt ökande antal utmanande smörjapplikationer. Traditionella kalcium-, natrium- och aluminiumfett skulle klara alla krav.

Utvecklingen av litiumbaserade fetter, huvudsakligen driven av nya behov som uppstod inom flygindustrin under senare delen av 30-talet, innebar ett viktigt steg framåt (senare patenterad av Clarence Earle 1942-43). För första gången hade smörjteknikerna tillgång till ett fett som kunde klassas som ett "universalfett" användbart för många olika appliceringar.

Tidiga litiumfett tillverkades av ren stearinsyra, mest från nöttalg. Idag är nästan alla litiumfett baserade på ett speciellt ricinolja-derivat, 12-hydroxy-stearinsyra (i enlighet med Clarence Earles patent). Litiumfett har en utmärkt mekanisk stabilitet, en god vattenresistens samt en relativt god förmåga att tåla höga temperaturer – upp till 120 °C. Denna kombination av fördelar existerade inte tidigare under 40-talet. Under den andra hälften av 1900-talet ersatte litiumfett de allra flesta tidigare fettyper i de flesta appliceringar.

Den enda nackdelen med litium-12-hydroxystearat baserat fett är pumpbarheten vid låga temperaturer. Detta kan

conditions such as in marine applications, propeller housings and water pumps.

**Sodium Soap**

Sodium soaps, which are very similar to domestic soap used for washing, were found to have higher melting points than calcium soaps. Greases based on sodium soaps were fundamental in the lubrication of steam engines and the early machinery of the industrial revolution. Sodium grease has an operating capability up to temperatures of approximately 110 °C and it became the foremost high temperature grease at the beginning of the 20<sup>th</sup> century.

Unfortunately sodium greases have three significant weaknesses. They are water soluble like washing soap and also suffer from hardening in storage. Furthermore, due to the large fibre size of traditional sodium soaps, they do not contribute lubricity to the grease. This inadequacy results in poorer load carrying capabilities and means that a base oil of higher viscosity is needed to provide heavy duty properties.

The use of sodium grease is declining rapidly, but occasional applications are still found in enclosed gears and couplings.

**Aluminium Soap**

Greases based on aluminium thickeners were developed at the same time as sodium greases as engineers searched for improved lubrication for steam engines.

Aluminium thickeners and, in particular aluminium stearate, seemed to offer a grease with both water tolerance and a higher temperature capability. Unfortunately, aluminium thickened greases have a major weakness in that they are extremely sensitive to shear. They are easily broken down mechanically, losing both their consistency and lubricating capability.

Aluminium stearate grease can still find applications in low shear simple plain bearings and as a chassis grease but has generally been replaced by more modern products.

**Lithium Soap - A Major Step Forward**

In the first half of the 20<sup>th</sup> century, mechanical engineers had a relatively limited choice of grease types to cater for an increasingly challenging set of lubrication needs. Traditional calcium, sodium and aluminium greases were asked to cover all of the requirements.

Catalysed principally by developments in the aircraft industry during the late 1930's, the introduction of lithium based greases came as a very significant step forward, (with patents issued to Clarence Earle in 1942-43). For the first time, lubrication engineers had access to a grease which could be classified as truly multipurpose.

Early lithium soaps were made from simple stearic acid, derived principally from beef tallow. Today, almost all lithium greases are based on the castor oil derivative, 12-hydroxy stearic acid (according to the Clarence Earle patents). The capabilities of lithium grease include excellent mechanical stability, good water resistance and reasonably good high temperature performance, up to 120 °C. This combination of benefits did not previously exist in the 1940's. During the second half of the 20<sup>th</sup> century, lithium greases replaced the earlier greases in the great majority of applications.



medföra problem i centralsmörjssystem vid temperaturer under  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Litiumtvålar är mycket elastiska vilket kan öka motståndet vid pumpning i långa rörsystem.

### Vattenfria kalciumtvålar

En senare utveckling av kalciumfett är den som inte alls är vattenstabiliserad. Den klarar en maximal kontinuerlig driftstemperatur upp till  $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ , samma som både natrium och litiumfett. Utöver fördelen med temperaturen erbjuder dessa vattenfria kalciumfett samma fördelar som traditionella kalciumfetter – en utomordentlig adhesionsförmåga vid låga temperaturer och resistens mot vatten.

De vattenfria kalciumförtjockarna baseras normalt på 12-hydroxy-stearinsyra, precis som i litiumfett och motsvarande fettyper uppvisar en utmärkt mekanisk stabilitet. Dessa används ofta för appliceringar inom den marina sektorn, inom jord- och skogsbruk samt för entreprenadmaskiner.

### Komplexfett

Tillgången på flera olika tvålar baserade på enstaka metaller uppmuntrade teknikerna att undersöka effekterna av att blanda olika tvåltyper. Inga stora fördelar upptäcktes med dessa blandbasfett med en möjlig undantag, litium-kalciumfett som används idag i vissa special-appliceringar.

En mer lyckad utveckling under de senaste trettio åren har lett till ett antal s.k. komplexa tvålar. Enskilda metaller kan reageras med en kombination av olika typer av syror och samkristalliseras till en och samma fibrösa förtjockningssystem.

Den största fördelen med komplexa fetter är att de klarar höga driftstemperaturer.

### Aluminiumkomplexfett

Aluminiumkomplexfett har en droppunkt över  $240\text{ }^{\circ}\text{C}$ , är mycket vattenresistent samt smörjer bra vid höga temperaturer. Dessutom krävs små mängder av förtjockaren för att erhålla den önskade fettkonsistensen vilket ger en utmärkt pumpbarhet. Denna kombination av egenskaper har t.ex. inneburit att aluminiumkomplexfett blivit populärt som smörjmedel inom stålindustrin.

Nackdelarna är att de hårdnar under skjuvning och att de inte är lika mekaniskt stabila som litiumfett. I dessa hänseenden är de likvärdiga med konventionella aluminiumstearatbaserade fetter.

### Kalciumkomplexfett

Kalciumkomplexfett utvecklades samtidigt som aluminiumkomplexfett och jämfört med dessa har de en bättre lastupptagningsförmåga och klarar högre tryck. Högtemperatur-egenskaperna ligger i paritet med aluminiumkomplexfett – med en droppunkt över  $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Den extrema trycktålighet är ett resultat av komponenter inbyggda i tvålstrukturen; kalciumacetat, kalciumsulfonat och motsvarande kalciumderivater kan samkristalliseras in i förtjockarens struktur. I direkt motsats till aluminiumkomplexfett krävs en mycket hög tvålhalt för önskad konsistens, vilket i sin tur försämrar pumpbarheten. Kalciumkomplexfett har också en tendens att hårdna vid lagring.

Moderna kalciumsulfonatkomplexfett erbjuder en utmärkt vattenresistens, fungerar bra vid höga temperaturer och

*The only real disadvantage with lithium 12-hydroxy stearate grease is pumpability at low temperatures; this can present a difficulty in centralised lubrication systems at temperatures below  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Lithium soaps are very elastic and this property can affect mobility in long supply pipes.*

### Anhydrous Calcium Soap

*A more recent development in calcium grease is the use of a soap that is not stabilised by water. This allows an upper operating temperature of  $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ , similar to sodium or even lithium greases. In addition to the temperature benefit, anhydrous calcium greases offer the advantages of traditional calcium greases, excellent adhesion, low temperature lubricity and water resistance.*

*Anhydrous calcium thickeners are normally based on 12-hydroxy stearic acid, just like their lithium counterparts and the resulting grease offers excellent mechanical stability. These greases are used widely in Europe for applications such as marine, agriculture, forestry and construction equipment*

### Complex Greases

*The availability of a range of soaps, based on different metals encouraged grease formulators to investigate the effect of mixtures in the final grease. Little benefit was found from this mixed-based approach, although compromise mixtures such as lithium-calcium have found some special applications.*

*A much more rewarding approach over the past thirty years has led to a range of so-called complex soaps. Derivatives of a single metal reacted with a combination of different types of acids can be crystallised into the same fibrous thickener structure.*

*The principle advantage of complex greases is their ability to withstand high operating temperatures.*

### Aluminium Complex

*Aluminium complex greases have dropping points above  $240\text{ }^{\circ}\text{C}$ , are highly water resistant and offer good lubricating properties at high temperatures. Furthermore, a low thickener concentration can provide the required grease consistency and this leads to excellent pumpability. This combination of properties has made aluminium complex grease popular as a steel mill lubricant.*

*Their disadvantages centre on a tendency to harden under shear and their poorer mechanical stability in comparison to lithium greases. In this respect, they are similar to conventional aluminium stearate greases.*

### Calcium Complex

*Developed at the same time as aluminium complex greases, calcium complexes found favour due to their load carrying and extreme pressure capabilities. Their high temperature performance was also found to be similar to aluminium complex greases with dropping points above  $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Their extreme pressure capability is provided by integral components of the co-crystallised soap structure; calcium acetate, calcium sulphonate or similar calcium derivatives are crystallised into the thickener structure. In contrast to aluminium complexes, a very high soap content is required to provide a given grease consistency and this can detract from pumpability. Calcium complex greases also have a tendency to harden in storage.*



har en effektiv lastupptagningsförmåga. Smörjförmågan vid mer normala drifttemperaturer kan dock vara något sämre.

#### **Litiumkomplex – ytterligare ett steg framåt.**

Under de senaste åren har det blivit mer populärt att använda olika sorters litiumkomplexfett. Med dropppunkter över 300 °C, kan dessa fetter klara temperaturtoppar upp till 240 °C. Kontinuerliga temperaturer upp till 150 °C innebär inget problem för sådana fett på mineraloljebas och dessutom är drifttemperaturer på upp till och i vissa fall överskridande 200 °C möjliga med speciella syntetiska basvätskor. Denna utomordentliga egenskap att utstå höga temperaturer beror på en hög smältpunkt i kombination med tvålens mycket tjocka fiberstruktur. Mycket små polära fibrer stabiliserar basoljan och skapar på så sätt ett utmärkt skydd mot oxidation i och med att värmeöverföringen begränsas på ett mycket effektivt sätt.

Enligt NLGI (NLGI Grease Production Survey Report, 2005) representerade litiumkomplexfett ungefär 15 % av all fettproduktion i världen, 10 % i Europa och mer än 33 % i USA.

Typiska tillämpningar finns i metallverk och pappers- och cellulosaindustrin där förhöjda temperaturer allmänt förekommer. I bilar används litiumkomplexfett i t.ex. hjullager där temperaturerna som alstras i moderna bromssystem har stigit kraftigt. Den utmärkta pumpbarheten hos litiumkomplexfett har resulterat i att de används allt oftare i centralsmörjsystem på lastbilar och entreprenadmaskiner speciellt vid låga temperaturer. I allt högre grad anses litiumkomplexfett vara den nya generationens universalfett som kan arbeta inom ett brett temperaturområde och som ersätter traditionella litiumprodukter. Denna trend förstärks av den goda blandbarhet med andra sorters fett.

#### **Oorganiska och andra förtjockare**

Partiklar som själva är olösliga i basoljan kan också användas som förtjockare vid fettframställning. Grafit, silikagel, olika sorters leror som bentonit och hektorit, och även polymera material som polyetylen och polytetrafluoroetylen (PTFE) har alla använts i olika sammanhang.

#### **Leror**

Fina leror, och speciellt bentonitlera, användes i fettillverkning redan i början av 1900-talet, huvudsakligen i syfte att förbättra högtemperatur-egenskaperna hos smörjfett. Med lera som förtjockningsmedel erhålls ett fett som varken smälter eller mjuknar vid höga temperaturer. Avsaknad av en fibrös struktur begränsar emellertid stabiliteten hos lerbaserade fett. Vidare kan basoljan vid förhöjd temperatur utsättas för oxidationens skadeverkningar. Oxidation och en kraftig oljeblödning kan dessutom resultera i att abrasiv lera fälls ut och fungerar som ett slipmedel på lagerytorna.

Trots detta används leror som förtjockare av högviskösa basvätskor som asfalt för tillverkning av t.ex. smörjmedel för öppna kugghjul.

#### **Silikagel**

Metylerade kiseldioxidger liknande egenskaper som leror vid fettillverkning. Dessa speciella fettyper utvecklades ursprungligen för smörjning av små mekaniska enheter som

*More recent calcium sulphonate complexes also offer excellent water resistance, coupled with good high temperature performance and load carrying capacity. Their lubricating performance at more usual operating temperatures can be somewhat poorer however.*

#### **Lithium Complex - A Further Step Forward**

*Over the past decade, lithium complex greases have been finding increasing popularity. With dropping points above 300 °C, this type of grease can withstand peak operating temperatures of up to 240 °C for short periods of time. Continuous temperatures of 150 °C should not present a problem for grease formulated with mineral oils; service temperatures of up to and in some cases exceeding 200 °C are possible using synthetic base stocks.*

*This excellent high temperature performance results from a high melting point coupled with the very dense fibre structure of the soap matrix. Very small polar fibres strongly bind the base lubricant providing excellent protection against oxidation due to low heat transfer throughout the matrix.*

*According to the 2005 NLGI Grease Production Survey Report, 2004 statistics say that Worldwide 15%, in Europe 10% and in North America >33% of the grease market is now held by lithium complex products.*

*Typical applications are in the steel and paper industries, where elevated temperatures are commonplace. In cars and trucks, the grease is used in hub units, where the temperatures generated in modern brake systems have increased significantly.*

*The excellent pumpability of lithium complex grease has led to its use in centralised lubrication systems on trucks and heavy equipment, particularly for cold climate applications. Increasingly, lithium complex grease is regarded as the new generation, multipurpose grease with a wide temperature range, replacing traditional lithium products. This trend is enhanced by the broad compatibility of lithium complex with other grease types.*

#### **Inorganic and Other Thickeners**

*Solids which are essentially insoluble in the base oil can also be used as thickeners in grease formulations. Bentonite and hectorite clays, silica gel, graphite, polyethylene and polytetrafluoroethylene (PTFE) have all found applications.*

#### **Clays**

*Fine clays, particularly bentonite clays, were used in grease formulations from the beginning of the 20<sup>th</sup> century, primarily in an attempt to improve high temperature performance. The use of clay as the gelling agent results in a grease that does not melt or drop at high temperatures. However, the lack of a fibrous matrix structure does limit the stability of clay based greases. Furthermore, the deleterious effects of oxidation can still occur in the base oil at elevated temperatures. Oil oxidation and separation can result in a residue of abrasive clay being deposited on the machine surfaces.*

*However, clays still find applications for the gelling of highly viscous base fluids, such as bitumen, to produce compounds for use in open gear systems.*

#### **Silica Gel**

*The methyl derivative of silicon dioxide offers similar properties to a clay in grease formulations. These greases*



används vid låga temperaturer (t.ex. i flygplan).

Då man började använda centralsmörjssystem på tunga fordon och entreprenadmaskiner blev smörjfett baserat på både silikagel och lera mycket populära tack vare att de inte är elastiska vilket i sin tur främjade pumpbarheten. I gengäld resulterade den naturliga instabiliteten hos dessa typer av oorganiska partikulära förtjockare i en kraftig oljebildning och både rör och doserare blockerades av kvarvarande partikelmassor. Sådana fett övergavs till fördel för andra mer fibrösa typer som litiumkomplex.

Silikagelfett används fortfarande för smörjning av aluminium och vissa plaster. I sådana fall vill man undvika tvålar eftersom metalljonerna från tvålen skulle kunna reagera med lagerytorna.

### Grafit

Fett baserade på grafit används nästan uteslutande i appliceringar där extremt höga temperaturer förekommer. Grafiten fungerar som själva smörjmedlet och vätskan är här enbart en bärare som bryts ned eller avdunstar under drift. De mest använda vätskorna är polyglykoler. Lagringsstabiliteten är dålig eftersom materialet har en tendens att hårdna med tiden. Typiska appliceringar är ugnslager och andra processutrustningar i stålverk.

### PTFE

Inerta basvätskor såsom perfluoropolyeter används som smörjmedel i aggressiva miljöer och kräver en PTFE förtjockare som är lika inert.

Bland appliceringar finns sådana där det förekommer aggressiva lösningsmedel samt starka syror och baser. Sådant fett används också för smörjning av pumpar för syre och lustgas i sjukhus där kontakt med andra sorters fett skulle kunna innebära risk för brand eller explosion. Komponenter av känsligt reaktionsbenäget plast, gummi eller keramer kan också smörjas med denna typ av fluorinerat fett. PTFE-fetter fungerar bra vid låga tryck som förekommer i vakuumpumpar och höghastighetslager i vakuum (rymdteknologi).

### Polyurea

Detta speciella polymera förtjockningssystem är vanligtvis en produkt av en reaktion mellan isocyanater och aromatiska aminer. De flesta polyureafett uppvisar extremt goda egenskaper vid höga temperaturer och har i många fall blivit förstahandsalternativ för engångsmorda lager och i drivknutar. Å andra sidan har de vissa nackdelar som sämre smörjförmåga vid mer normala omgivningstemperaturer och att råmaterialet är mycket giftigt. Dessa negativa egenskaper har begränsat användandet av polyureafett som ett mer universalsmörjmedel för många olika appliceringar. År 2004 representerade polyurea mindre än 5 % av den globala fettmarknaden, dock i Japan stod den för en imponerande 21 %. Den pågående utveckling av färdigreagerad polyureapulver kan för fettillverkarna underlätta själva framställningen då risken vid hantering av toxiska ämnen kan undvikas.

### Polyetylen

Polyetylen och andra liknande polymerer och vaxer används idag enbart i speciella appliceringar. Då mycket starka centrifugalkrafter eller snabba accelerationskrafter råder är det svårt för fett med traditionella fibrösa förtjockningssystem att fungera. Separering av förtjockaren och basvätskan sker snabbt under sådana förhållanden

*were originally developed for the lubrication of small mechanical devices operating at low temperatures, in aircraft, for example. When centralised lubrication systems in heavy vehicles were introduced, silica gel and clay based greases gained popularity due to their lack of elasticity and the resulting ease of pumpability. However, oil bleed, separation and the inherent instability of inorganic thickened formulations caused blockages in feeder lines and dosing modules. The use of these thickeners was abandoned in favour of other greases such as lithium complex.*

*Silica gel greases still find applications in the lubrication of aluminium and some plastics. In these cases, the use of metal soap thickeners is avoided, due to the possibility of a reaction between the soap metal ion and the machine component.*

### Graphite

*Greases based on graphite as the thickener are used almost exclusively for extremely high temperature applications. The graphite is dispersed in a carrier fluid that decomposes or evaporates in use, leaving the graphite as a lubricant. The fluids frequently used are polyglycols. Storage stability is limited as this type of formulation hardens with time. Typical applications are bearings in ovens and process equipment in steel mills.*

### PTFE

*Inert base fluids, such as perfluoropolyethers, are used as lubricants in aggressive environments and require a PTFE thickener that is equally inert.*

*Applications for this type of grease include contact with aggressive solvents and strong acids and alkalis. Inert grease of this type is also used to lubricate pumps for oxygen and nitrous oxide in hospitals, where contact with other greases could pose a fire or explosion risk. Components containing sensitive or reactive plastics, rubbers, or ceramics can also be lubricated with this type of fluorinated grease. PTFE greases operate well under low pressure, such as in vacuum pumps and high speed bearings in vacuum environments (space).*

### Polyurea

*This special polymer thickener system is normally a reaction product between different types of iso-cyanates and amines. Polyurea greases exhibit extremely good high temperature performance and have, in many cases, become the preferred choice for filled-for-life applications in both bearings and joints. On the other hand, drawbacks such as poorer performance at ambient temperatures and the toxic nature of raw materials have limited their development into a more multipurpose product. In 2004, they represented less than 5 % of the global market but, locally, in Japan, an impressive 21%. New developments in preformed polyurea powders can facilitate production for greasemakers in that the risks in the handling of toxic raw materials can be totally eliminated.*

### Polyethylene

*Although not very common, polyethylene and other similar polymers and waxes are used in very specific applications. In circumstances where very high centrifugal force or very rapid acceleration prevail, a traditional matrix grease fails. Separation of the thickener and base fluid components occurs rapidly, immediately reducing lubricating ability. Polyethylene can be produced with a density very close to*



vilket omedelbart minskar smörjförmågan. Polyetylen kan däremot tillverkas med en densitet som ligger mycket nära den olja som använts som basvätska, och risken för separationen kan minskas väsentligt. Flexibla kopplingar med höga varvtal smörjs vanligtvis med denna typ av fett.

### **Polypropylen**

Ännu en ny och innovativ typ av fett på väg in i marknaden baseras på en polymer (polypropylen) förtjockare med en optimerad balans mellan dess kristallina och amorfa egenskaper. Denna typ av fett erbjuder många fördelar jämfört med standard litumbaserade universalfett: förbättrade stabilitet (oljebildningsegenskaper), dramatiskt ökad livslängd och omsmörjningsintervaller, bättre resistens mot vatten och aggressiva kemikalier, ökad additivrespons och sist men inte minst, en högre filmtjocklek mellan lagerytorna (ger effektivare ytseparation och lägre friktion).

Av: Graham Gow

*that of the chosen mineral base oil and separation does not occur. High speed flexible couplings are lubricated with this type of grease.*

### **Polypropylene**

*Yet another new and innovative type of grease being introduced into the market is based on a polymer (polypropylene) thickener with an optimised crystalline-amorphous balance. This type of grease offers many advantages over standard multipurpose greases, controlled oil bleed, extended service life, resistance to water and aggressive chemicals, enhanced additive response and not least a high film thickness in the track (efficient surface separator).*

*By: Graham Gow*

# Oljesmörjning *Oil lubrication*

### Smörjteknik

Smörjmedel är något som man måste använda till i stort sett alla maskiner, maskinelement och rörliga delar. Smörjningens huvudsyfte är att hålla isär de rörliga ytorna för att minska friktion och förhindra ytkontakt. Men smörjmedlet har flera uppgifter att fylla.

Smörjmedlets viktigaste funktioner är att:

- minska friktion.
- reducera slitage.
- minimera energiförluster.
- kyla eller leda bort värme.
- ta hand om föroreningar.
- hålla smörjstället rent.

### Friktion

Friktion uppstår i en kontakt mellan två ytor i rörelse eller vila. Vid kontakten mellan ytorna i rörelse bildas det friktionsvärme som i vissa fall kan bli så hög att det bildas en mikrosvets i kontaktpunkten.

Genom att applicera ett smörjmedel mellan de kontaktytor som är i rörelse minskas friktionen mellan kontaktytorna mycket kraftigt. Och minskar friktionen minskar slitaget. Det blir också energivinster när man minskar friktion med hjälp av smörjmedel eller rättare att det blir lägre energiförluster.

### Slitage

Nu är det inte så lätt att bara man har en oljefilm mellan metallytorna så får man inga problem med friktion eller slitage. I verkligheten är det ganska vanligt att det uppstår slitage av olika anledningar. Slitaget uppstår när något stör oljefilmens uppbyggnad.

Det finns fem huvudtyper av slitage.

- "Adhesiv nötning" eller mikrosvetsning uppkommer vid direkt kontakt mellan ytorna.
- "Ytutmattning" eller gropbildning uppkommer vid höga belastningar eller vid för tunn oljefilm.
- "Korrosion" eller rost uppkommer i närvaro av vatten.
- "Abrasion" eller rivning uppkommer i kontakt mellan hårda och mjukare material eller vid partiklar i oljan.
- "Erosion" eller blåstring uppkommer när partiklar med höga hastigheter slår på ytorna.

### Smörjfilmen

Smörjning kan mycket förenklat jämföras med vattenskidåkning där smörjoljan får bilda en bärande smörjfilm mellan de rörliga ytorna. Tjockleken på denna smörjfilm avgör hur bra eller dålig smörjningen blir. Om oljefilmen är för tunn blir det bl.a. slitage och om den är för tjock blir det energiförluster. Det som är avgörande för smörjfilmens storlek är oljans tjocklek eller trögflutenhet som också kallas viskositet.

### Lubrication Technology

*Lubricant is something that one must use on virtually all machines, machine elements and moving parts. The main purpose of a Lubricant is to separate the moving surfaces to reduce friction and prevent surface contact. However, the lubricant has to fulfil several criteria. The main functions are to:*

- *reduce friction.*
- *reduce wear.*
- *minimize energy loss.*
- *cool and remove heat.*
- *minimise pollution.*
- *ensure cleanliness of the workplace*

### Friction

*Friction occurs due to contact between two surfaces in motion or at rest. Contact between the surfaces in motion creates frictional heat, which in some cases can become so high that the formation of a micro-welding of the contact point takes place.*

*By applying a lubricant between the contact surfaces in motion, a significant reduction of friction between the surfaces and the subsequent wear will be achieved. There is also an energy gain when reducing friction resulting in lower energy costs.*

### Wear

*It is not sufficient to believe that to ensure an oil film is present between metal surfaces will reduce friction or wear. In reality it is quite common for wear to take place for different reasons. The wear occurs when something interferes with the oil film's structure.*

*There are five main types of wear.*

- *"Adhesive wear" or micro-welding which occurs due to direct contact between the surfaces.*
- *"surface fatigue" or pit formation occurs at high loads or the breaking down of a thin oil film*
- *"Corrosion", where corrosion occurs in the presence of water.*
- *"abrasion" or demolition occurs when there is contact between hard and soft materials or particles in the oil*

### Lubrication film

*Lubrication can very simplified be compared with water skiing where the lubricating oil forms a supporting lubricating film between the moving surfaces. The thickness of this lubrication film determines how good or bad the lubrication will be. If the oil film is too thin it will be wear and if it is too thick it will be energy losses. What determines the size of the lubrication film is the thickness of the oil or the flowability, also known as viscosity.*





## Viskositet

Oljans viskositet eller trögflutenhet mäts för industrismörjmedel i enheten "mm<sup>2</sup>/s" som vanligtvis benämns "centiStoke" eller "cSt". Mätningen sker som standard vid 40 °C och vid 100 °C. Man mäter tiden i sekunder för hur fort oljan rinner genom en kapillär och den tiden omvandlas i en formel till enheten "mm<sup>2</sup>/s". Andra mätapparater mäter t.ex. tiden då en kula faller i oljan.

För att klassa olika oljor finns en internationell standard, ISO 3448, som anger viskositeten i viskositetsklasser, ISO VG, se tabell.

Referenstemperaturen är 40 °C och ISO VG-klasserna fungerar så att när man går upp en klass, t.ex. från VG 150 till VG 220, så blir oljan 50% tjockare.

## Viscosity

The viscosity of an oil is determined with the use of a viscometer which is an instrument used to measure the viscosity of a fluid. Viscometers only measure under one flow. In general, either the fluid remains stationary or an object of known size and density moves through it, or the object is stationary and the fluid moves past it. The drag caused by relative motion of the fluid and a surface and the time it takes is a measure of the viscosity.

In order to classify the different oils an international standard, ISO 3448, indicates the viscosity in viscosity classes (ISO VG), see table The reference temperature is 40 °C and ISO VG class work so that when going up a class, eg from VG 150 to VG 220, then the oil is 50% thicker.

Viskositetsklasser enligt ISO 3448 <i>Viscosity classes acc. to ISO 3448</i>	Viskositet, cSt, vid 40 °C <i>Viscosity, cSt, at 40 °C</i>	Viskositetsgränser cSt <i>Viscosity limits cSt</i>	
		Min	Max
ISO VG 2	2.2	1.98	2.42
ISO VG 3	3.2	2.88	3.52
ISO VG 5	4.6	4.14	5.06
ISO VG 7	6.8	6.12	7.48
ISO VG 10	10	9.0	11.0
ISO VG 15	15	13.5	16.5
ISO VG 22	22	19.8	24.2
ISO VG 32	32	28.8	35.2
ISO VG 46	46	41.4	50.6
ISO VG 68	68	61.2	74.8
ISO VG 100	100	90	110
ISO VG 150	150	135	165
ISO VG 220	220	198	242
ISO VG 320	320	288	352
ISO VG 460	460	414	506
ISO VG 680	680	612	748
ISO VG 1000	1 000	900	1 100
ISO VG 1500	1 500	1 350	1 650



## Bra att veta om smörjning

### Viskositets-temperatur-diagram

Den "vanliga", kinematiska viskositeten definieras och anges i cSt vid temperaturerna 40 °C och 100 °C. Själva smörjställets eller kontaktpunktens arbetstemperatur kan vara helt annan. För att få reda på oljans viskositet vid en viss temperatur, använder man sig av ett viskositets-temperatur-diagram.

I det diagrammet är skalan för temperaturen på x-axeln linjär och angiven i °C och skalan på y-axeln för viskositeten är en s.k. dubbel-logaritmisk skala. Om man i diagrammet drar en rät linje vid en viss viskositet mellan skärningspunkten för 40 °C och för 100 °C och vidare ut till lägsta flytttemperaturen så kan man längs den linjen avläsa vilken viskositet oljan har vid viss temperatur.

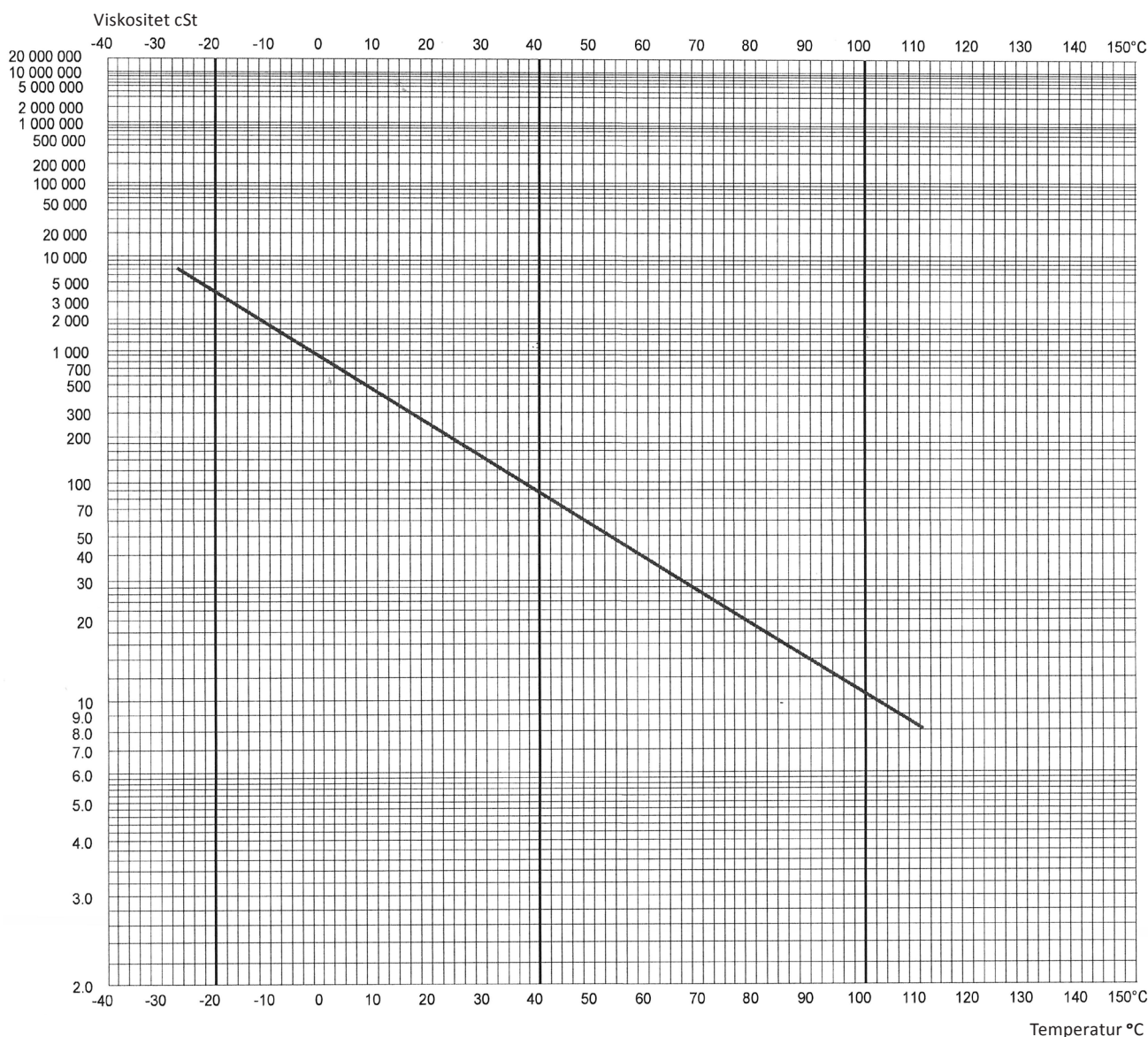
Detta diagram är ett mycket bra hjälpmedel då man skall välja smörjmedel för t.ex. både höga och låga arbetstemperaturer. Se exempel på ett viskositets-temperatur-diagram och observera att detta inte är ett generellt diagram utan varje olja har sin egen linje.

### Viscosity-temperature chart

The kinematic viscosity of an oil is normally expressed in centistokes (cSt) at temperatures of 40 and 100 °C. The actual operating temperature of the lubricant may be quite different. To learn about the viscosity at a given temperature, the use of a viscosity-temperature chart is essential.

The chart enables you to determine the viscosity of an oil at any given temperature; to achieve this you will require the viscosity of the proposed oil at 40 and 100 °C. Place a ruler on the chart and draw a line bisecting the 2 points. You can now determine the viscosity of that oil at any given temperature

This chart enables the correct choice of lubricant to be made for any application where temperature could have a significant impact on the oil's performance.



**Viskositetsindex**

För att inte behöva byta olja för t ex sommar och vinter i de temperatur-växlingar som vi har i Sverige vill man ha en olja som inte ändrar sin viskositet så mycket med temperaturen. Ett värde att jämföra med har man genom det som kallas för oljans "Viskositetsindex" eller vanligare sagt oljans "VI". Viskositetsindex anger viskositetens temperaturberoende.

VI är framräknad ur en skala från 0 till 100. Idag finns oljor med högre värden - upp till 400. Högre tal visar på bättre viskositets-temperatur-förhållande och lägre tal visar på sämre.

För en paraffinbasolja utan VI-förbättrande tillsatsmedel ligger VI på ca 95-100. Hydrauloljor för utomhusbruk har ett VI på t.ex. 180. Syntetoljor som t ex poly-alfa-olefiner kan ha ett VI på ca 160. Det finns oljor som med VI-förbättrande tillsatser hamnar upp mot 400, som t.ex. oljor för flygplanshydraulik.

I viskositets-temperatur-diagrammet är det lutningen på linjen för viskositeten som anger VI. En brant lutning visar på ett lågt VI och en flack lutning på högre VI.

**Smörjoljor****Råolja**

Av de ca 4 miljarder ton råolja som världen tar upp ur jordens innandömen varje år blir det smörjoljor av ca 1.5 %. Denna smörjoljevolymer har i oljeraffinaderier gått igenom många raffinering- och reningsprocesser innan de som basoljor transporterats till en blandningsfabrik för smörjmedel.

I blandningsfabriken blandas olika basoljor till rätt viskositet och blandas sedan med olika tillsatsmedel som gör att de blir smörjmedel. Därefter fylls de på i olika förpackningar och levereras sedan ut för att användas i fordon, fartyg, flyg, industrier och mycket annat.

Vid raffinering av råoljan separeras olika kolväten vid olika kokpunkter. Kolväten med de högre kokpunkterna utgör den s.k. destillationsåterstoden och används som råmateriale för framställning av smörjoljor. För att inte de stora molekylerna i denna återstod skall falla sönder, krackas eller omdestilleras återstoden under vakuum. Genom att också sänka lufttrycket i destillations-kolonnen kokar oljan vid lägre temperatur.

Varje fraktion genomgår sedan någon typ av rening för att förbättra egenskaperna. I första steget av reningsprocessen görs en s.k solventextraktion (solvent betyder lösningsmedel). Genom att fraktionens olika komponenter har olika löslighet i vissa kemikalier kan man skilja komponenterna åt. Önskad aromater och hartsbildande ämnen separeras genom att tillsätta lösningsämnen som man sedan kan separera bort. Oljor som behandlas på detta sätt kallas solventraffinerade.

Fraktionerna från vakuumdestillationen innehåller ofta tjocka paraffiner med mycket hög kokpunkt. Då dessa samtidigt har hög stelningpunkt i kyla måste dessa avlägsnas för att förbättra oljans lågtemperaturregenskaper. Vanligtvis kyls man ner oljan så att dessa tjocka paraffiner

**Viscosity Index**

*Due to the temperature fluctuations that we have in Sweden and to avoid having to change the oil from summer to winter, you will require an oil that maintains its viscosity in spite of temperature changes. A value used to measure the temperature stability of an oil across a wide temperature band is called a viscosity index (VI). This index is used to determine the most appropriate oil at a given operating temperature.*

*VI was calculated on a scale from 0 to 100. However today there are oils with higher values - up to 400. The higher the number indicated the greater the resistance to a change of the oil's viscosity, the lower the number the greater the change. For paraffinic base oils without VI improver additives the VI number is circa 95-100. Synthetic hydraulic fluids for outdoor use have a VI in the order of 180, synthetic oils such as poly-alpha-olefins have a VI in the order of 160. There are oils with VI-improving additives up to 400, for example oils used in aircraft and hydraulics etc.*

*The viscosity-temperature chart illustrates the VI of the lubricant, the steeper the slope the lower the VI, the gentler the slope the higher the VI.*

**Lubricating Oils****Crude oil**

*The world extracts approximately four billion tonnes of crude oil each year of which only circa 1.5% is lubricating oil. This lubricating oil will have been through many oil refining and purification processes before it is transported as base oil stock to the lubricant manufacturing companies.*

*The lubricant manufacturers blend different base oils to formulate the right viscosity and then dissolve various additives into the oil, at this stage they are ready to be shipped in various pack sizes to the end user for use in vehicles, ships, aircraft, process plants and many other industries.*

*During the refining of crude oil, different hydrocarbons are separated at different boiling points. Hydrocarbons with higher boiling points 345 to 540 °C are used as raw material for production of lubricating oils. To prevent the large molecules of this residue falling apart further refining is necessary such as cracking or re-distillation under vacuum. By lowering air pressure in the distillation column boiling oil is at lower temperature.*

*Each fraction then undergoes some type of treatment to enhance performance. The first step of the purification process, is a so-called solvent extraction. By fraction different components have different solubility, certain solvents can distinguish the components. Unwanted aromatics and resin precursors are separated by the addition of solvents which can then be separated off. Oils treated in this way are known as highly refined.*

*Factions from the vacuum distillation often contain heavy paraffins with very high boiling point. They also simultaneously have a high pour point in cold weather which must be removed to improve the oil's low temperature qualities. Usually it cools down the oil so that these heavy paraffins fall out and can be removed. In the final refining steps, removal of some unwanted volatile*



faller ut och kan filtreras bort.

I de sista raffineringstegen avlägsnas vissa instabila oönskade fraktioner genom att oljan filtreras genom en speciell typ av lera, sk lerjordsfiltrering.

### Mineraloljor

Mineralolja är den vanligast använda smörjoljan och utgör nästan 90% av världsproduktionen. Mineralolja fungerar i de flesta applikationer och temperaturer. Mineraloljan tillverkas i två olika typer med olika egenskaper - paraffiniska och nafteniska oljor. Paraffiniska oljor har raka molekyler och har lätt för att häfta i sig själva och i metallytor och ger därmed en stark oljefilm och god smörjförmåga. Nafteniska oljor har ringformade molekyler och är därför lätttrörliga mot varann även vid mycket låga temperaturer och används bl.a. till kylmaskinolja och transformatorolja.

Mineralolja har emellertid begränsningar i temperaturlåglighet och belastning. En mineralolja har ett temperaturområde från ca -30 °C till ca +100 °C, utanför dessa temperaturer fungerar mineraloljan sämre. Vid låga temperaturer kan vaxartade ingredienser falla ut och ge problem. Vid temperaturer upp mot +100 °C kommer oljan att krackas sönder och falla ut kol. Man säger att oljan koksar. För att möta kraven för de maskiner och applikationer som arbetar vid högre temperaturer än ca +100 °C så har det utvecklats syntetiska oljor och man har även förädlat paraffiniska oljor för bättre egenskaper.

### Vidareförädling.

Under senare år har en speciell typ av vidareförädlad mineralolja utvecklats. Genom att kracka en fraktion från vakuumbeställningen under högt tryck med vätgas erhålls en basolja som efter omdestillation och avparaffinering har goda temperaturegenskaper. Denna typ av s.k. XHVI basolja (eXtra High Viscosity Index) används ofta i motorolja och vissa industriolja.

### Syntetolja

För att framställa en syntetisk olja utgår man i de flesta fall från en gas, eten, som man erhåller ur råoljan. Denna gas processas kemiskt genom bla polymerisation till att bli olika typer av syntetolja. Det finns ett antal olika typer av syntetolja med olika egenskaper och de ersätter mineralolja vid tex högre temperaturer och högre belastningar.

Nedan följer en kort beskrivning av de vanligast använda syntetiska oljorna.

**Poly-alfa-olefin (PAO)** är den mest använda, ca 90% av dagens syntetolja är PAO. Den är av samma kemiska typ som mineralolja och de är därför blandbara med varandra. PAO används där man har höga temperaturer upp till +160 °C, vid höga belastningar och där man vill ha långa bytesintervall och vid låga temperaturer. Den har mycket goda lågtemperaturegenskaper och kan användas ned till -50 °C för de med låg viskositet. PAO används till motorolja, transmissionsolja samt för industriellt bruk som pappersmaskinolja, kuggväxelolja, hydraulolja, cirkulationsolja, kompressorolja, livsmedelsindustri, öppna kuggväxlar etc.

**Polyglykoler (PG)** används där man har höga temperaturer och samtidigt höga belastningar. Polyglykol kan användas för temperaturer upp mot 180 °C. Man skall observera

*fractions takes place by the oil being filtered through a special type of clay, so-called clay filtration.*

### Mineral oils

*Mineral oil is the most commonly used oil and constitutes almost 90% of world production. Mineral oil is suitable for most applications and temperatures. Mineral oil is produced in two different types with different properties - paraffinic and naphthenic oils.*

*Paraffin oils are straight molecules and have a tendency to adhere to themselves and to metal surfaces and thus provide a strong oil film and good lubricity. Naphthenic oils have ring-shaped molecules and can therefore easily move towards each other even at very low temperatures and are used in cooling machine oils and transformer oils.*

*Mineral oils have, however, limitations in temperature resistance and load. A mineral oil has a temperature range circa -30 °C to approximately +100 °C, outside these temperatures the mineral oil deteriorates. At low temperatures the waxy ingredients fall out and cause problems.*

*At temperatures in excess of +100 °C, the oil may crack and carbonize. To meet the requirements for the machines and applications that work at temperatures higher than +100 °C, synthetic oils have been developed, along with refined paraffinic oils with improved features.*

### Processing

*In recent years, a special type of further refined mineral oil has been developed. By cracking a fraction from vacuum distillation under high pressure with hydrogen, a base oil is obtained which after rectifying and deparaffining has good temperature characteristics. This type of so-called XHVI base oil (Extra High Viscosity Index) is often used in engine oils and some industrial oils.*

### Synthetic Oils

*In order to produce a synthetic oil, it is assumed that in most cases it is from a gas, ethylene, which is obtained from the crude oil. This gas is processed chemically by bla polymerization to become different types of synthetic oils. There are a number of different types of synthetic oils with different characteristics and replace the mineral oil at high temperatures and pressures.*

*Below is a brief description of the most commonly used synthetic oils.*

***Poly-alfa-olefin (PAO)** is the most widely used, approximately 90% of today's synthetic oils are PAO. It is the same chemical nature as mineral oils and they are therefore immiscible with each other. PAOs are used where there are high temperatures up to +160 °C, with high loads and where long change intervals are required. It has very good low temperature properties and can be used down to -50 °C with the low viscosity. PAO is used for engine oils, transmission oils and for industrial use in paper machine oils, hydraulic oils, circulating oils, compressor oils, food, open gears, etc.*

***Polyglycol (PG)** is used where there are high temperatures and heavy loads. Polyglycol can be used for temperatures up to 180 °C. One should note polyglycols are not miscible with mineral oil or PAO, so when a change in oil quality is*



att polyglykoler inte blandbara med mineralolja eller PAO, så vid ett byte av oljekvalitet måste det beaktas. Användningsområden är tex till snäckväxlar, varma kalandrar, pappersmaskiner etc.

**Estrar** är en stor grupp olika ämnen som bl. a har sin användning som biologiskt nedbrytbara hydrauloljor och även som svårbrännbara hydraulvätskor. De flesta biologiskt nedbrytbara hydrauloljorna är byggda på någon form av ester dels som naturligt förekommande i rapsolja eller som tillverkade av syntetiska estrar.

**I Silikonoljor** har man bytt ut vissa kolatomer mot kiselatomer vilket gör att oljorna får mycket goda högttemperaturegenskaper och vissa kan användas upp till +400 °C. Silikonoljor har däremot jämfört med t ex mineraloljor mindre goda smörjegenskaper.

### Additiv eller tillsatsmedel

Moderna smörjoljor är en blandning av mycket noggrant raffinerade petroleumoljor eller syntetiska basoljor och funktionsförbättrande kemiska tillsatser, s k additiv. Dessa additiv är helt nödvändiga för att säkerställa smörjmedlets funktion, livslängd och förhindra dess nedbrytning.

Additiv är helt nödvändiga för smörjmedel för att skydda maskiner vid allt högre temperaturer, högre hastigheter och högre tryck.

För att ge önskade funktioner hos smörjmedlet tillsätts additiven med hänsyn till någon eller några av följande anledningar:

- Att förbättra en eller flera av basoljans grundegenskaper.
- Att ge helt nya egenskaper hos det färdiga smörjmedlet.
- Att minska den hastighet med vilken förändringar eller försämringar av smörjmedlet uppkommer under den förväntade livslängden.

En del additiv ger samtidigt flera av dessa funktioner medan i andra fall många additiv tillsätts för att ge en enda speciell egenskap. Vissa additiv kan ibland förstärka effekten av ett annat additiv eller kan försvaga en viss egenskap. Vid komponering av ett smörjmedel är det också väsentligt att veta att ett additiv kan ge olika effekt i olika basoljor.

Några olika additiv:

- Antioxidanter, för att minska oljans oxidation
- Antiwear (AW), för slitageskydd
- Demulsifier, för bättre vattenavskiljning
- Detergenter, för bättre renhållande egenskaper
- Dispersenter, för att hålla partiklar svävande
- Emulsifier, för att emulgera olja, t.ex. för motorolja
- Extreme pressure (EP), för högre slitageskydd i t.ex. kuggväxlar.
- Rostskydd, för smörjmedel i miljöer med vatten
- Skumdämpare, för att dämpa skumbildningen
- Vidhäftningsmedel, för smörjning av t.ex. gejdor och verktygsmaskiner.
- VI-improvers, för att ge bättre lågttemperaturegenskaper.

Av: Dan Hallgren

*made this must be considered.*

*Applications are eg the worm gears, hot presses, paper machines, etc.*

**Esters** emanate from a large group of different substances, eg rape seed and palm. Its biodegradability and high performance ensure many applications such as hydraulic oils in severe flammable hydraulic systems. Most biodegradable hydraulic oils are built on some form of ester and as naturally occurring in rapeseed oil or made from synthetic esters.

**The silicone oils** have replaced some carbon atoms with silicon atoms so that the oils are very good at high temperature properties and some can operate up to +400 °C. Silicone oils, however, when compared with mineral oils are less good lubricants.

### An additive or additives

Modern lubricants are a blend of carefully refined petroleum or synthetic base oils and proprietary performance chemical additives. These additives are essential to ensure the lubricant function, durability and prevent its degradation.

Additives are essential for the lubricant to protect machines at increasingly high temperatures, higher speeds and higher pressures.

In order to provide the desired functions of the lubricant the additives are selected for any of the following reasons:

- To improve one or more of the base oil properties.
- To provide completely new properties of the finished lubricant.
- To reduce the rate of change or deterioration of the lubricant which will improve the life expectancy.

Some additives will provide more of these features, while in other cases, many additives are added to give a single special feature. Some additives can sometimes increase the effects of a new additive or can weaken a particular property. In the composition of a lubricant it is also essential to know that an additive can produce different effects in different base oils.

Some different additives:

- Antioxidants, to reduce the oil oxidation
- Anti-Wear (AW), for wear protection
- Demulsifier, for better water separation
- Detergents, for better cleaning properties
- Dispersants, to keep the particles suspended
- Emulsifier, to emulsify the oil, such as Engine Oil
- Extreme pressure (EP), for greater wear protection, for example gears.
- Rust, for lubricants in environments with water
- Foam absorber, to cushion foam
- Adhesive, for the lubrication of such guides and machine tools.
- VI improvers, to provide better low temperature properties

By: Dan Hallgren

