

## Uppbyggnad av Smörjfett

Ett modernt smörjfett består av en flytande olja och ett förtjockningsmedel som ger fettet sin geléaktiga struktur. Därutöver innehåller det vanligtvis olika additiv som förstärker vissa egenskaper. En typisk sammansättning är 85 % basolja, 10 % förtjockningsmedel och 5 % additiv.

Flerfasssystemet 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 driftsförhållanden 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.

### 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. Tyvärr 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 fettet. 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 skjuvningen 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 ricinoljaederivat, 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 medföra problem i centralsmörjsystem vid temperaturer under -10°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°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, litiumkalciumfett som används idag i vissa specialappliceringar. 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°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°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 har en effektiv lastupptagningsförmåga. Smörjförmågan vid mer normala driftstemperaturer 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 driftstemperaturer 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 centralsmörjssystem 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 faller 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 ger liknande egenskaper som leror vid fettillverkning. Dessa speciella fettyper utvecklades ursprungligen för smörjning av små mekaniska enheter som används vid låga temperaturer (t.ex. i flygplan). Då man började använda centralsmörjsystem 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 oljeblödning 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 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 litiumbaserade universalfett:

- förbättrade stabilitet (oljeblödningsegenskaper)
- dramatiskt utökad livslängd och omsmörjningsintervaller
- bättre resistens mot vatten och aggressiva kemikalier
- utökad additivrespons och sist men inte minst, en
- högre filmtjocklek mellan lagerytorna (ger effektivare ytseparation och lägre friktion).