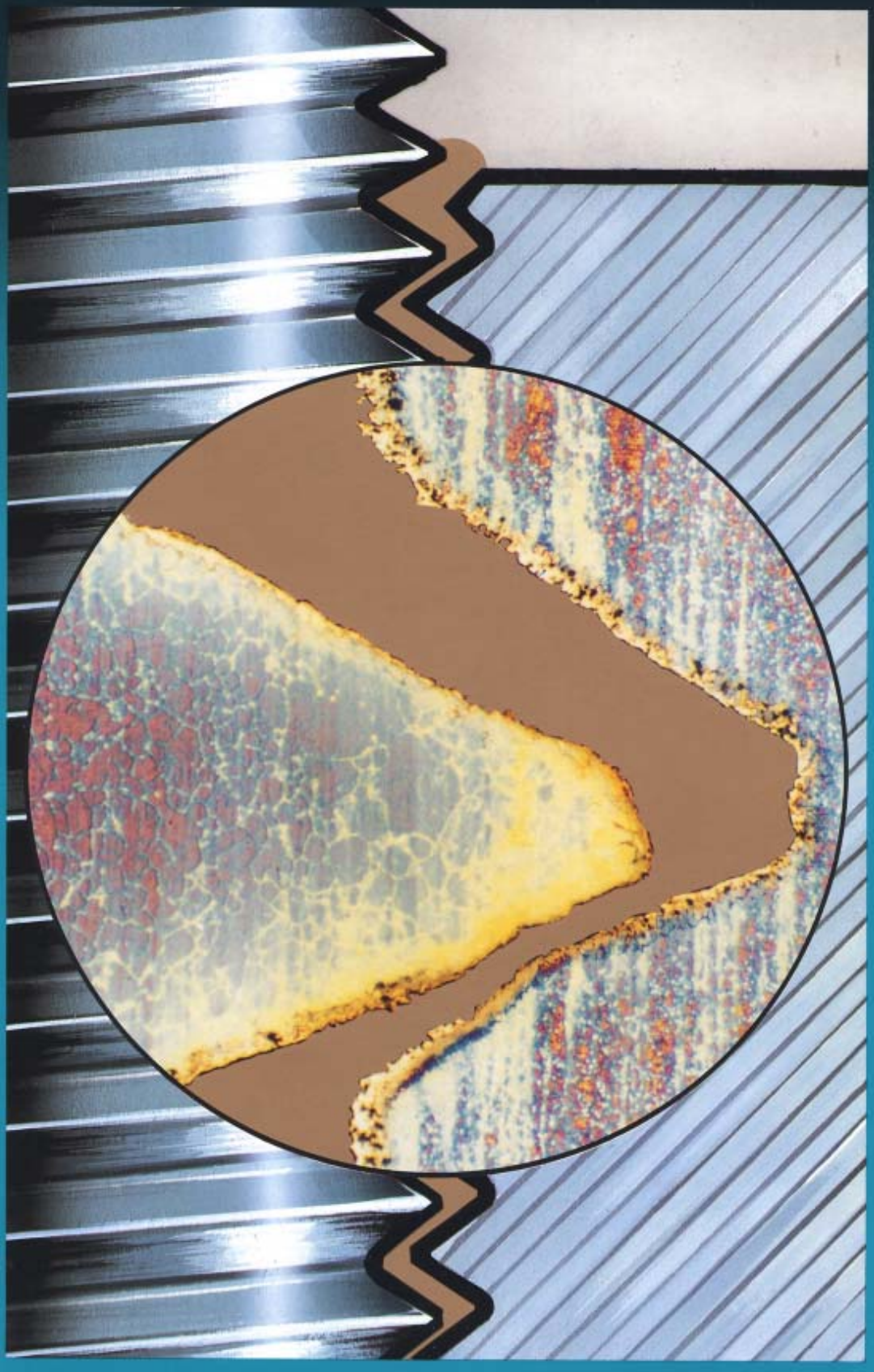
MOLYKOTE®

Skruvsmörjning når perfektion



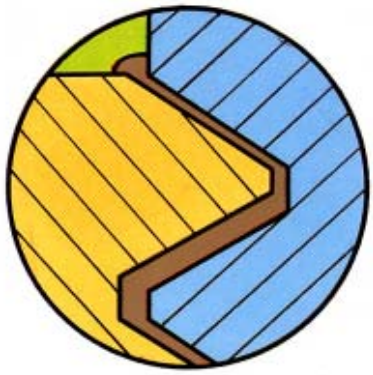
Skruv-smörjning når perfektion

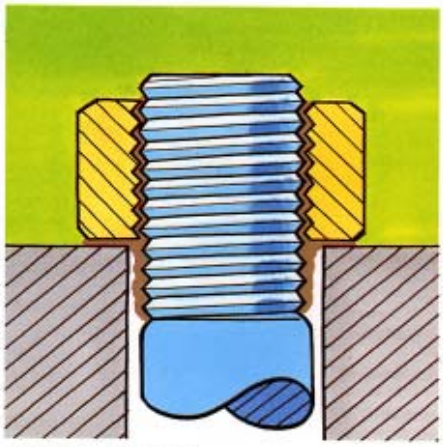
Skruven är ett av det äldsta och mest använda maskinelementet inom dagens teknik. Trots det så har smörjning av skruvförband hittills ängnats rätt liten uppmärksamhet, och skador på grund av felaktig eller dålig smörjning är inga sällsyntheter.

Varför skall skruvar smörjas?

Det viktigaste kriteriet för ett skruvförbands kvalite är förspänningskraften. Det är på den det beror hur bra klämmkraften blir. Förspänningen erhålles av åtdragninsmomentet, men 60–90 % av kraften förloras på grund av friktion i gängor och under skruvskallen.

Skruvsmörjningen har till uppgift att reducera och stabilisera friktionen och därmed säkerställa skruvförbandets funktion och även efter längre tid göra det möjligt att demontera förbandet.





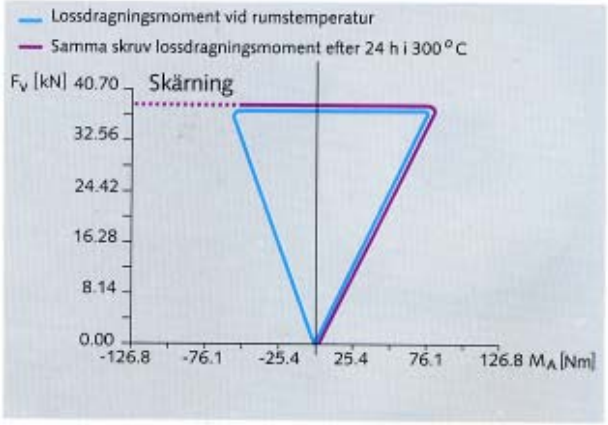
Tribologiskt system av ett skruvförband

Fall: Åtdragning av mutter	Tribosystem I Mutter – skruv	Tribosystem II Mutter – Arbetsstycke
Grundstycke	Muttergänga	Mutterns anliggsyta
Motstycke	Skruvgänga	Arbetsstycket anliggsyta
Mellanliggande material	Smörjmedel	Smörjmedel
Omgivning	Gas Vätska	Gas Vätska

I betraktande av de många olika material som skruvar och muttrar tillverkas av och därtill omgivningens påverkan (se bild "Tribologiskt system"), så är det förståligt att det ej finns något allround smörjmedel för alla typer av skruvförband. Destomer måste, på grund av de olika fordringarna, "skräddarsydda" smörjmedel användas vid montage så att skador och problem under drift kan elimineras och senare säkerställa ett problemfritt demontage.

Om man i detta sammanhang talar om standardsmörjmedel, är det olja. Skruvar och muttrar levereras vanligen inoljade. Det ger dem ett temporärt korrosionsskydd och en gynnsam friktions-koefficient. För skruvförband med ej för höga krav och användningstemperatur upp till ca +80 °C, är detta också tillräckligt. Dock ej för förband med hög förspänning, som utsatts för höga temperaturer eller korrosiv omgivning, som visas i följande exempel.

Dimension: M12x60x1,75
Material: 8.8 svart



Åt- och lossdragningsmoment för en 8.8 svart skruv M 12x1,75 avoljad, utan andra smörjmedel. Vid temperaturer upp till ca +80° C ger oljan en utmärkt smörjeffekt. Vid högre temperaturer koksar oljan och kan vid lossdragning föranleda gängskärning och skruvbrott.

Skador på skruvförband och dess orsaker

Vid viktiga förskruvningar är en kontrollerad åtdragning absolut nödvändig för att komma den beräknade förspänningen så nära som möjligt. Dock förloras ca 60–90 % av åtdragningsmomentet på grund av friktion i gängor och mutter/skalle. Och när dessutom spridningen på grund av olika ytor och smörjförhållande kan vara mycket stor och obekant för användaren, kan även vid kontrollerad åtdragning, skillnader mellan skruvförspänning och slutligen också klammkraften bli farligt stor.

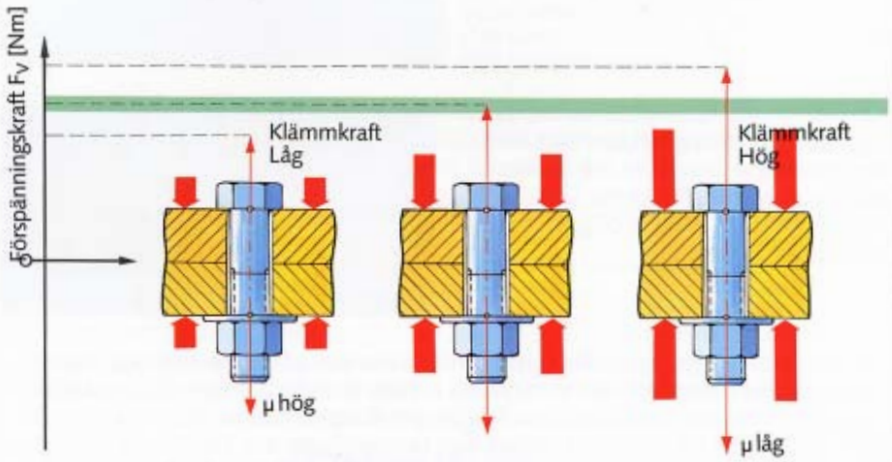
Spänningar och otätheter

Skilda förspänningar på lika skruvar kan ge upphov till spänningar och otäthet.

Om den antagna friktionen stiger kraftigt vid åtdragningen av skruven, så erhålles ej den beräknade spännkraften och då kan skruven eller muttern lossna. Det är vid sidan om skruvbrott den vanligaste skadan på skruvförband.

Är däremot friktionen väsentligt lägre än den beräknade, överskrids den beräknade förspänningen. Vid ytterligare dynamiska belastningar under drift, kan skruvens sträckgräns överskridas och den förlorar sin elastisitet och brister.

Skillnader i friktionskoefficient



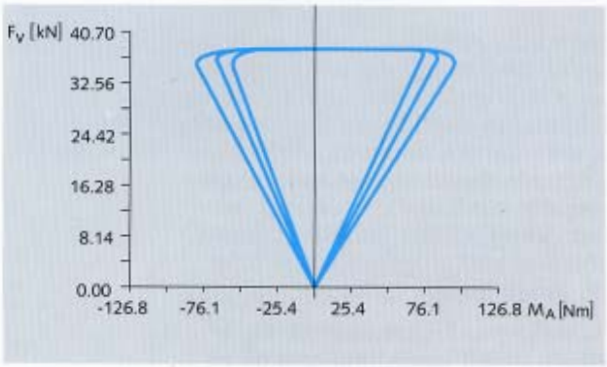
Spridning av F_V vid bestämd friktionskoefficient. Åtdragningsmoment M_A = konstant.

För att få en definierad förspänningskraft är ett bestämt åtdragningsmoment nödvändigt, detta är beroende av skruvdimension och material. Värdena finns vanligen i tabeller från skruvfabrikanten där man utgår från genomsnittliga friktionsvärden. I praktiken är spridningen av friktionskoefficienten, och därmed också förspänningskraften vid lika åtdragningsmoment så stor att skruvens driftsäkerhet äventyras.

Gängsvetsning

Gängsvetsning kan ha två orsaker. Vid skruvar av temperaturhållfasta stål får man vid åtdragningen eller, när skruven i förspänt tillstånd vid värmeutvidgning utsatts för så höga specifika yttryck på gängsflankerna, att man överskrider materialets flytgräns och saknas då ett lämpligt smörjmedel blir det kallsvetsning i gängorna.

Dimension: H12x60x1,75
Material: 8.8. svart



Stor spridning av åtdragningsmomentet (28 %) då bestämd spännkraft F_V = 36 kN, på grund av olika friktionskoefficienter. Erichson-tester, första åtdragningen av fem lika skruvar M12x1,75 8.8 svart, smorda med olämplig skruvförbandspasta.

Gängsvetsning på grund av obefintligt skruvsmörjmedel.

Har det skurit, får man oftas stora svårigheter att lossa förbandet.

Gängsvetsning

Den andra orsaken är i sammanhang med austenitiska stål av krommolydben och nickelhaltiga legringar. Dessa används huvudsakligen på grund av korrosionsbeständigheten. Dessa material har i motsats till låglegrade stål endast ett relativt tunt oxidskikt. Detta "medfödda" skydd mot skärning är också mycket svagt utbildat och bryts igenom redan vid åtdragningen av skruven resp. muttern. Resultatet blir kallsvetsning på gängflankerna, om det inte finns ett högtrycksbeständigt specialsmörjmedel som förhindrar metall/metall kontakt.

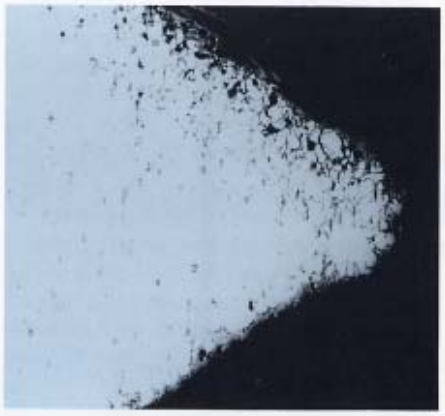
I båda fallen är det svårt eller omöjligt att lossa skruvförbandet och det måste förstöras.

Korroderade gängflanker

Om ett smörjmedel ej har den nödvändiga tätningsfunktionen kan fukt eller korrosiva gaser tränga in och orsaka korrosion på gängflankerna. Det resulterar i fastrostning och omöjliggör en fackmässig demontering.

Sprickor och materialsprödhet

Sprickor och materialsprödhet uppstår när materialskadliga element, vid höga temperaturer diffunderar in i skruvytan. I många skruvförbandspastor används exempelvis bly eller zink som fasta högtemperatursmörjmedel. Dessa så kallade lodmetaller smälter redan vid relativt låga temperaturer och kan tränga in längs korngränserna i skruvmaterialets yta och bilda lodsprödhet. Vid vibrationer utbreder sig denna sprödhet i skruvens inre och orsakar sprickbildning, som slutligen resulterar i skruvbrott.



Lodsprödhet, gängan på en skruv av högtemperaturfast stål smord med en blyhaltig skruvförbandspasta.

Skruvbrott till följd av lodsprödhet i gängan.

Spänningskorrosion

En annan orsak till skruvbrott är spänningskorrosion. Även den orsakas av metallurgiska förändringar i skruvytan, på grund av att främmande element tränger in i materialet. Exempelvis av svavel (som finns i många smörjmedel), som förenar sig med nicklet i högtemperaturlegeringar och bildar nickelsulfidkristaller, som orsakar spänningar och slutligen sprickbildning. Liknande skador orsakar även halogener, klor och fluor. De förorsakar i närvaro av vatten eller hetånga korrosiva förändringar i ytstrukturen som leder till sprickbildning.

Tillverkare av kraftverksutrustning är därför särskilt uppmärksamma på att skruvförbandssmörjmedel ej innehåller lodmetaller och bara i begränsad omfattning ett flertal andra komponenter.

Spänningskorrosion på grund av materialskadliga material diffunderat in i skruvytan.

Denna skruv (material 8.8 svart) delvis behandlad med MOLYKOTE HSC plus, utsattes under 1 timme för en temperatur av + 300° C och därefter för 24 timmars saltspray test. Den halvan som skyddas med HSC plus visar inga korrosionsangrepp.

Förebygga skador med riktiga smörjmedel

När det handlar om att utesluta risker och säkerställa ett senare demontage, skall man inte smörja med fett eller olja, utan speciella skruvförbandssmörjmedel skall användas. Det är heller ingen kostnadsfråga. En skruvförbandspasta eller glidlackering kostar något öre per skruv, utborrning av en avdragen skruv kostar hundratals kronor.
MOLYKOTE har den optimala lösningen färdig för dessa problem.

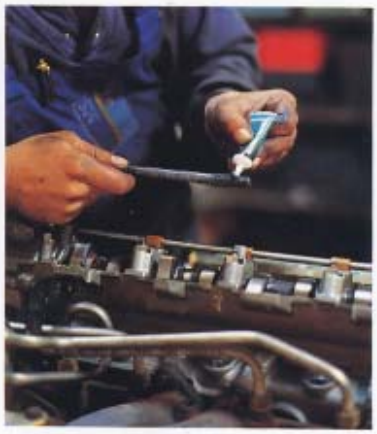
För en låg friktionskoefficient

Där det är viktigt att med minsta möjliga kraft erhålla största möjliga spännkraft, där en är MoS_2 haltig montagepasta, MOLYKOTE G Rapid plus eller en AF coating (glidlack) MOLYKOTE D 321 R eller 7405 det bästa.

Dessa produkter förhindrar metallkontakt i gängflankerna och åstadkommer en glättning av ytornas ojämnheter utan att kallsvetsning uppstår. De är avsedda att användas vid låga till medelhöga temperaturer och är idealiska för vinkel- och sträckgräns styrda åtdragningar av skruvar och muttrar.

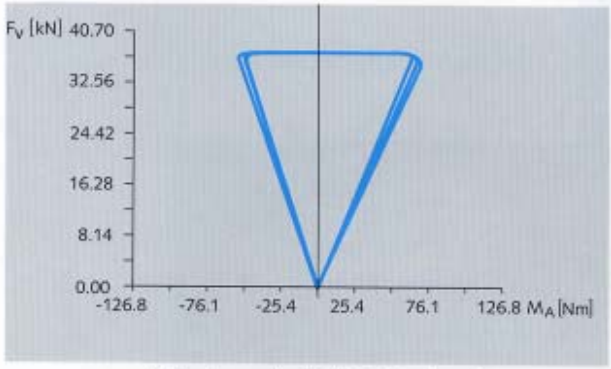
Skruvförband på flänsar, cylinderhuvuden, huslock etc, måste för att förhindra läckage, ha lika förspänning även efter flera åt- och lossdragningar. Detta får man bäst genom att smörja med MOLYKOTE pasta 1000, den utjämnar även stora skillander i friktionskoefficient på anoljade skruvar, ofta även inom samma serie.

Med MOLYKOTE pasta 1000 kan man vara säker på att få små spridningar av gängornas friktionskoefficent. Vid t ex 8.8 skruvar svarta ej mer än 4 % från medelvärde. Lika åtdragningsmoment betyder också faktiskt ungefär lika förspänning – från första till sista åtdragning.



MOLYKOTE G-Rapid plus på topplocksskruvar till dieselmotorer underlättar montage och demontage av cylindertoppar.

Dimension: M12x60x1,75
Material: 8.8 svart



Tack vare likvärdig friktionskoefficient, mycket liten spridning av åtdragningsmomentet för att erhålla spännkraften F_V = 36 kN. Erichson-tester, först åtdragningen av fem lika skruvar M12x1,75 8.8 svarta, smorda med MOLYKOTE 1000.

För liten spridning av friktionskoefficienten

Lika förspänning av skruvarna på flänsar, ventiler, huslock är förutsättning för likvärdig klämkraft och täta detaljer.

Förhindrar skärning och korrosion

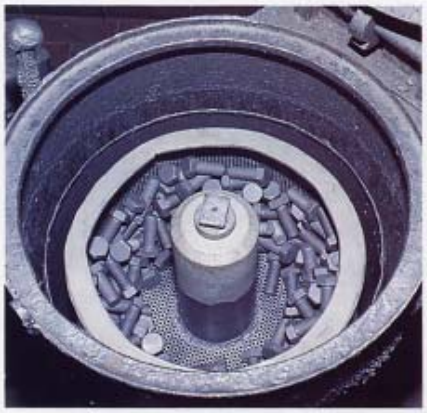
Bara en högtemperaturfast och högtrycksbeständig skiljefilm kan skydda gängflanker mot hopsvetsning, som kan hända redan vid åtdragningen av skruven eller muttern eller om skruven utsätts för temperaturer över + 500 gr C.

MOLYKOTE HSC plus är bäst för sådana fall. Den är därutöver också den produkt som bäst tätar mot fukt och oxiderande gaser och skyddar mot korrosion. Det resulterar i problemlös demontering även efer lång tid i hög temperatur.

Förhindar skärning

För att skydda skruvförband av rostfria austenitiska stål mot skärning vid åtdragning eller vid värmeutvidgning, skall gängorna behandlas med pasta MOLYKOTE D eller Anti-Friction-Coating (glidlack) MOLYKOTE D 321 R.

Varmförzinkade skruvar har det bästa korrosionsskyddet. Nackdelen är att de lätt skär på grund av materialöverföring. Det finns hjälp för detta, MOLYKOTE D 3484, MOLYKOTE D 321 R eller MOLYKOTE G Rapid plus. Dessa produkter utbildar en vidhäftande glidfilm, som varaktigt skiljer zinkskikten på gängorna från varandra. Därigenom uppnås den fordrade förspänningen och en problemfri demontering även efter längre tids drift.



Behandling av varmförzinkade skruvar med MOLYKOTE D 3483 Anti-Friction-Coating i en doppcentrifug, svarar för att de är lätt demonterbara även efter längre driftstid.

MOLYKOTE D 321 R skyddar skruvar av austenitiska stål mot skärning.

Ett alternativ till galvanisk förzinkning, som på grund av miljöskäl mer och mer undviks, är en behandling med MOLYKOTE Anti-Friction-Coating 7443.

Skydd mot spänningskorrosion och lodsprödhet

Ett viktigt krav vid skruvförband av högtemperaturfasta stål är att skruvförbandspastans innehåll skall vara förenligt med skruvmaterialet. Pastan får ej innehålla något som vid höga temperaturer kan diffundera in i materialet och därvid orsaka spänningskorrosion och lodsprödhet.

Den högrena skruvförbandspastan P 37 uppfyller dessa krav. Den innehåller mindre än 200 ppm svavel, klor och fluor och är helt fri från metaller eller metallföreningar, alltså helt fri från sådana kända hälsoskadliga ämnen såsom bly och nickelpulver. Trots saknaden av sådana högtemperaturbeständiga fasta smörjämen har omfattande grundforsking och utvecklingsarbete resulterat i en komplett ny produkt med exelenta smörjegenskaper som även kvarstår efter lång tid i högtemperatur.

Varje produktionsbatch analyseras att innehållet överensstämmer med specifikationen. Certifikat tillhandahålles på begäran.

MOLYKOTE P 37 rekommenderas av Siemens AG Kraftverksunion som smörjmedel för skruvförband vid höga temperaturer i kraftverk. Enligt TLV 9600 02/01.

Det senaste inom skruvsmörjningstekniken: den högrena smörjpastan MOLYKOTE P 37.

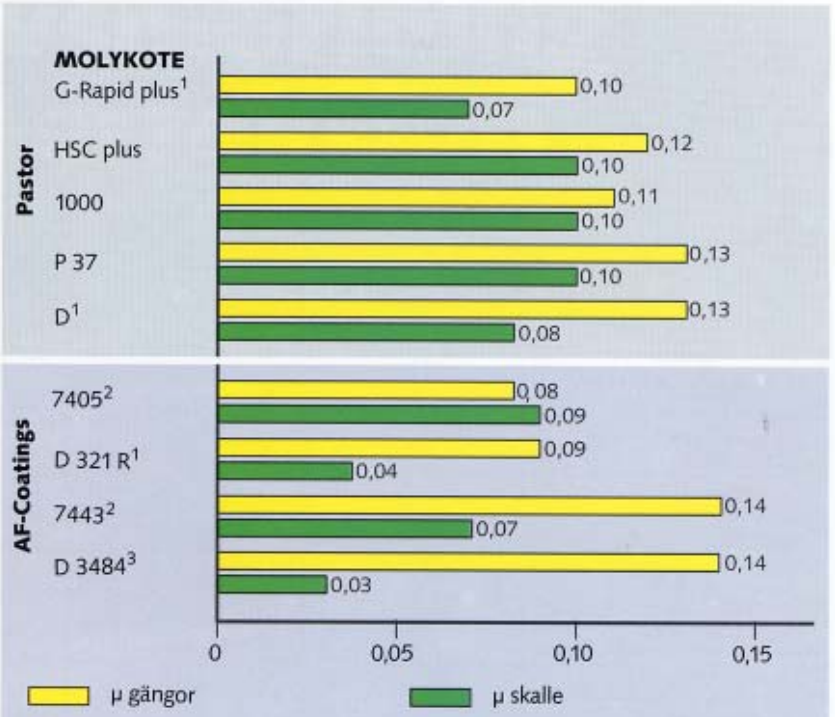
Demontagehjälp

När skruven skurit eller rostat fast därför att det saknas, eller ett olämpligt smörjmedel används, då hjälper MOLYKOTE Multigliss. Den löser rosten och smörjer skruven så att den i de flesta fall går att lossa.

Provning av lossningsbarhet hos skruvförband av högtemperaturfasta stål. Med beaktande av fastställda friktionsvärden åtdrages skruvförbandet med en momentnyckel, och efter 4 veckor i värmekammare med 4 avkylningscykter lossas det åter.

För undesöking av friktionsvärden används en Erichson M_A-F_V provmaskin. Här fastställs förspänningskraften F_V beroende av åtdragningsmomentet M_A, som i sin tur påverkas av friktionsvärdet. Maskinens mätelektronik ger praktiskt tillämpbara tester och mätvärden på skruvförband.

Friktionskoefficienter för alla skruvsmörjmedel uppmätta med 8.8 skruvar M 12 x 1,75



[1] I huvudsak för rostfria austenitiska stål, då mycket låg friktionskoefficient önskas
[2] Fosfaterade gängor
[3] I huvudsak för varmförzinkade skruvar

Medelvärde friktionskoefficient μ gängor och μ skalle efter 5 åtdragningar.

Urvallstabell för MOLYKOTE skruvförbandssmörjmedel

Fordringar	Temperaturområde				
	−30 °C till +125 °C	**+125 °C till +300 °C**	**+300 °C till +600 °C**	**+600 °C till +1100 °C**	**+1100 °C till +1400 °C**
Låg friktionskoefficient[1]	D G-Rapid plus 1000 7405	G-Rapid plus D 321 R	HSC plus 1000	HSC plus	P 37
Korrosionsskydd[2]	D HSC plus 1000 7443	HSC plus 1000			
Hög belastbarhet[2]	D G-Rapid plus D 321 R D 3484	G-Rapid plus D 321 R D 3484	HSC plus	HSC plus	P 37
Liten spridning av förspänningskraften	1000 7405	1000 P 37	P 37	P 37	P 37
Förhindrar spänningkorrosion och lodsprödhet		P 37	P 37	P 37	P 37
Skyddar mot skärning vid montage av rostfria austenitiska skruvar	D D 321 R				
Skyddar mot skärning på varmförzinkade skruvförband	G-Rapid plus D 321 R D 3484				
Rostlösning	Multigliss				

[1] Exakta värde se sid 7 överst. [2] Exakta värden se sid 8.

Tekniska data för MOLYKOTE skruvförbandspastor

Produkt	MOLYKOTE D	MOLYKOTE G-Rapid plus	MOLYKOTE HSC plus	MOLYKOTE P 37	MOLYKOTE 1000
Beskrivning	Vit smörjpasta med fasta smörjämnen, renlig speciellt för skruvar av nickellegeringar eller austenitiskt stål. Skyddar mot skärning vid åt- och lossdragning.	Pasta med hög halt av MoS_2, därför mycket låg friktionskoefficient och hög belastbarhet. Idealisk för skruvar av rostfria austenitiska stål och varmförzinkade.	Skruvförbandspasta för höga temperaturer med hög kopparhalt. Blyfri. Välkänd för smörjning av pinnskruvar och muttrar i gas- och ångturbiner. Problemfri demontering även efter lång tid i hög temperatur.	Skruvförbandspasta för höga temperaturer. Neutral, helt metallfri. Mindre än 200 ppm svavel, klor, fluor. Därför ingen risk för indiffundering av materialskadliga element i skruvytan.	Skruvförbandspasta för höga temperaturer. Konstant friktion. Liten spridning av friktionskoefficienten även efter flera åt- och lossdragningar och även vid större mängder av samma skruvar.
Färg	Vitaktig	Svart	Kopparfärgad	Grå-svart	Brun
Sammansättning	Mineralolja förtjockare, fasta smörjämnen	Mineralolja, förtjockare, fasta smörjämnen	Mineralolja, förtjockare, fasta smörjämnen metallpulver	Syntetisk olja förtjockare, fasta smörjämnen	Mineralolja, förtjockare, fasta smörjämnen, metallpulver
Temperaturområde °C	−25 till +250[1]	−35 till +450[1]	−30 till +1100[1]	−30 till +1400[1]	−30 till +600[1]
Täthet vid 20°C, DIN 53217 g/ml	1,27	1,40	1,34	1,21	1,26
Flampunkt DIN 51 376 °C	210	210	210	210	210
Belastbarhet FKA DIN 51 350 T4 N	2800	5300	3200	4800	4800
Korrosionsskydd Början av rostangrepp h	3	3	5	5	5
Täckning m^2/kg	44	40	36	40	36
Användning på högtemperaturfasta stål:					
Material 1.4913, X 19 Cr Mo V Nb N 11 1					
Åtdragningsmoment[3] Nm	[2]	[2]	99	ej tillämpligt	89
Lossdragningsmoment Nm	–	–	223[4]	–	183[4]
Material 1.7709, 21 Cr Mo Ni V 57					
Åtdragningsmoment[3] Nm	[2]	[2]	43	49	[2]
Lossdragningsmoment Nm	–	–	126[5]	121[5]	–
Material 1.4986, X 8 Cr Ni Mo B Nb 16 16					
Åtdragningsmoment[3] Nm	[2]	[2]	55	93	[2]
Lossdragningsmoment Nm	–	–	222[6]	253[6]	–
Materiale 2.4952, Nimonic					
Åtdragningsmoment[3] Nm	[2]	[2]	[2]	56	[2]
Lossdragningsmoment Nm	–	–	–	102[7]	–

[1] Fasta smörjmedlets temperaturområde.
[2] Av metallurgiska skäl ej att rekommendera.
[3] Åtdragningsmomentet M_A fastställs först beroende på material för en konstant förspänningskraft F_V. Den ändras sedan beroende på smörjmedlets friktionskoefficient.
[4] Medelvärde av 5 tester efter 4 veckor under värme 580 °C
[5] Medelvärde av 5 tester efter 4 veckor under värme 540 °C
[6] Medelvärde av 5 tester efter 4 veckor under värme 650 °C
[7] Medelvärde av 5 tester efter 4 veckor under värme 850 °C

Tekniska data för MOLYKOTE skruvbehandling

Produkt	MOLYKOTE D 321 R	MOLYKOTE D 3484	MOLYKOTE 7405	MOLYKOTE 7443
Beskrivning	AF-Coating med hög halt av MoS_2, låg friktionskoefficient, speciellt avsedd för rostfria austenitiska stål.	AF-Coating med det lägsta skallfriktionstal av alla MOLYKOTE skruvsmörjmedel. Skyddar mot gängskärning på varmförzinkade skruvar och muttrar.	AF-Coating med det lägsta gängfriktionstal av alla MOLYKOTE skruvsmörjmedel. Liten spridning även vid flera åt- och lossdragningar.	Långtids-korrosionsskydd. Kan ersätta förzinkning. Friktionskoefficienten motsvarar anoljade skruvar.
Färg	Grå-svart	Mörkgrå	Gul-transparent	Gul-transparent
Sammansättning	Fasta smörjämnen, bindemedel, lösningsmedel	Fasta smörjämnen, lösningsmedel, bindemedel	Fasta smörjämnen, lösningsmedel, bindemedel	Fasta smörjämnen, lösningsmedel, bindemedel
Temperaturområde °C	−180 till +450	−70 till +250	−70 till +200	−60 till +300
Täthet vid 20°C, DIN 53217 g/ml	1.30	1.19	1.04	1.09
Torktid min	5	10–15	120	120
Härdtid h	3–16 vid 20 °C	1 vid 120 °C	1 vid 120 °C	1 vid 150 °C
Belastbarhet (Falex) ASTM-D-2625 N	11250	15500	6500	3300
Korrosionsskydd Början på rostangrepp h	1	3	24	24
Täckning m^2/kg	7	15–20	16	14

Din samarbetspartner för produktion och underhåll – välkommen att kontakta oss!

Ingeniörsfirman G A LINDBERG

ChemTech AB

Box 6044, SE-164 06 KISTA
Tel 08-703 02 00 • Fax 08-703 02 48
E-post: info@galindberg.se • www.galindberg.se