

7 råd til at undgå løsdrejning

White Paper

7 råd til at undgå løsdrejning

I dette White Paper kan du læse om:

1. Samlingen, eksterne, dynamiske og statiske kræfter og friktion
2. Hovedtyper
3. Møtrikker
4. Gevindlåsende egenskaber
5. Limbelægninger
6. Skiver, f.eks. riflede sikringskiver
7. Gevindformende skruer

Det handler i alt sin enkelthed om, at vælge de rigtige løsninger fra start. Vi ved også, at det er nemmere sagt end gjort, men der er et stort potentiale at hente allerede i produktudviklingsfasen, ved at designe de rigtige løsninger ind.

Hvis du har brug for et godt råd, kan du altid kontakte en vores eksperter på +45 44 50 88 20.

White Paperet er skrevet af Bossards ingeniører
www.bossard.dk



ASSEMBLY
TECHNOLOGY
EXPERT

7 RÅD TIL AT UNDGÅ LØSDREJNING

Introduktion

Vi har alle prøvet det. Skruer eller møtrikker drejer sig løse over tid – uanset om det er på en cykel eller et par briller. Så hvad er årsagen til dette? Og hvordan forhindrer vi det?

Vi er nødt til at vide mere om hvordan befæstelsers gevind interagerer med hinanden. Vi skal også analysere spændingerne, der introduceres, for at få en klar forståelse af, hvad der forårsager at samlingen løsner sig. Først da kan vi finde de bedste løsninger til at minimere eller forhindre løsdrejning. Under tilspænding opstår der friktion i gevindet og på anlægsfladerne. Det er denne friktion, der efterfølgende burde forhindre de fastgjorte befæstelser i at dreje sig løse. Så hvis friktion skulle holde samlingen sammen, hvorfor løsner den sig alligevel?

Samlingen

I den perfekte verden skal samlingen i sig selv modstå de dynamiske kræfter og forhindrer at samlingen løsner sig. Befæstelserne bør tilspændes til en passende forspænding, og boltsamlingerne kun belastes af trækkræfter. Dynamiske kræfter kan fremprovokere løsdrejning. For at forhindre befæstelserne løsner sig, bør designet forhindre forskydning af de samlede dele pga. laterale arbejdsbyrder. Til dette er klemmelængden vigtig. Befæstelser, hvor klemmelængden er mindre end $5xd$ (d =gevinddiameter), reagerer ikke nødvendigvis elastisk. De er stivere og vibrationsmodstanden er ubetydelig. Hvis muligt ændres designet sådan at der opnås klemmelængde på $5xd$. Sådanne bolteforbindelser reagerer på en meget mere elastisk måde, og vibrationsmodstanden forbedres betydeligt. Men i mange applikationer kan det være svært at leve op til denne regel.

Eksterne kræfter

For at forhindre løsdrejning er konstruktøren nødt til at bestemme de eksterne kræfter. De eksterne kræfter vil afgøre, om friktionssamlingen er holdbar eller om der skal tages andre forholdsregler. Dette kan opdeles i to kategorier, statiske og dynamiske kræfter.

Dynamiske kræfter

Dynamisk kraft kan sætte ind på flere måder – hvad end det er udstyret selv, Moder Natur eller omgivelserne. Når dynamiske kræfter sætter ind, hjælper friktion i gevind og på anlægsflader med at fastholde samlingen. I tilfælde af standard metrisk gevind er der kun friktion på én side af gevindet, og afstand på bagsiden af gevindet. Hvis kræfterne er store nok, kan friktionen i gevindet forringes dramatisk, så der kun er friktionen mellem skruehovedets eller møtrikkens anlægsflader til at forhindre samlingen i at dreje løs.

Statiske kræfter

Hvis en samling kun udsættes for statiske kræfter, er løsdrejning normalt ikke et problem. Men ofte transporteres produkterne med fragtskibe, som udsættes for konstante rystelser. Skibets tunge dieselmotorer genererer vibrationer, som også mærkes i hele skibets lastrum. Tilspændte samlinger kan dreje sig løse på grund af disse vibrationer. Det sker at hele samlinger er faldet fra hinanden, fordi skruerne eller møtrikkerne har løsnet sig, og i sidste ende falder ud.

Friktion

Ofte betegnet som friktionskoefficient (μ). Omfanget af friktionen, afhænger af de anvendte materialer og belægnings. Nogle materialer, såsom rustfast stål og aluminium, giver høj friktion, hvor stål typisk har en overfladebehandling, der er bestemmende for friktionskoefficienten.

Ofte anvendes der anti-friktionsadditiver i belægnings til at styre friktionskoefficienten, hvorved spredningen minimeres under tilspændingen og dernæst styrer klemkraften.

Det sætter os i et dilemma. Ved at bruge friktionsstyring sikres, at der opnås den rigtige klemkraft og dermed det maksimale potentiale for befæstelses-elementerne. Men samtidigt sænker vi derigennem friktionskoefficienten, og øger dermed risikoen for at samlingen løsner sig under dynamiske belastninger. Udnyttes det fulde potentiale af befæstelsens klemkraft, og dermed udsætter gevindflanker og anlægsfladerne for så meget kraft som muligt, kan samlingen modstå flere dynamiske kræfter. Men i visse tilfælde, f.eks. ved tilspænding mod blødere materialer såsom plast, aluminium, osv., kan dette ikke altid lade sig gøre. Der skal derfor bruges andre metoder til at sikre mod løsdrejning.

7 RÅD TIL AT UNDGÅ LØSDREJNING

Hovedtype

Flangehoved/Panhoved med flange

Ved at anvende større hoveder, såsom flangehoveder eller panhoved med flange, tilfører vi også mere friktion mellem skruehovedet og emnets overflade. Dette reducerer fladetrykket og sætningerne i skrueforbindelsen, og den øgede friktion fører til højere sikring af samlingen mod dynamiske kræfter.

Fortandet/riflet flangehoved

Ved at bruge skruer med flangehoved der har en fortanding eller rifler på anlægsfladen, opnås en låsende funktion. Under tilspænding vil fortanding/rifler presse sig ned i kontaktfladen på emnet og skabe en låsende effekt. Der kan opstå skader på kontaktfladerne med denne type sikring mod løsdrejning, især hvis emnerne er lakeret eller malet.

Hvis der anvendes skruer med fortanding, så skal der tilsvarende anvendes møtrikker med fortanding, for at bevare høj friktion på alle samlingens grænseflader. Der bør ikke bruges plane skiver sammen med skruer eller møtrikker med fortanding/rifler, da den låsende effekt i så fald udebliver.



Møtrikker

Som alternativ til fortanding, der skaber friktion på anlægsfladen, kan der bruges gevindlåsende egenskaber i møtrikker. Men disse møtrikker bruges ofte ikke korrekt, hvilket kan føre til løsdrejning. "Låsemøtrikker med metallisk eller ikke-metallisk

indsats". Selve titlen kan være misvisende, da disse møtrikker ofte kaldes "låsemøtrikker". Ved at sætte en nylonring ind eller ved en metallisk deformation i toppen af gevindet, undgås friktionstab i samlingen. Men møtrikker med et klemmende element i gevindet kan ikke modstå løsdrejning.



Det klemdelement strækker sig aldrig over møtrikkens samlede højde, men er begrænset til et par af møtrikkens øverste gænger, mens det resterende møtrikgevind forbliver frit.

Hvis de dynamiske kræfter er store nok til at reducere samlingens forspænding, vil møtrikkens klemmende egenskaber forhindre at møtrikken går tabt. Den vil dog ikke forhindre møtrikken i at rotere en smule og yderligere tab af forspændingen, som kun kan genvindes ved at efterspænde.

Dette kan medføre forskydninger af de samlede dele og efterfølgende udmattelsesbrud. Ved brug af låsemøtrikker skal man også tage genanvendelighed i betragtning, da den klemmende effekt vil aftage med hver genanvendelse.



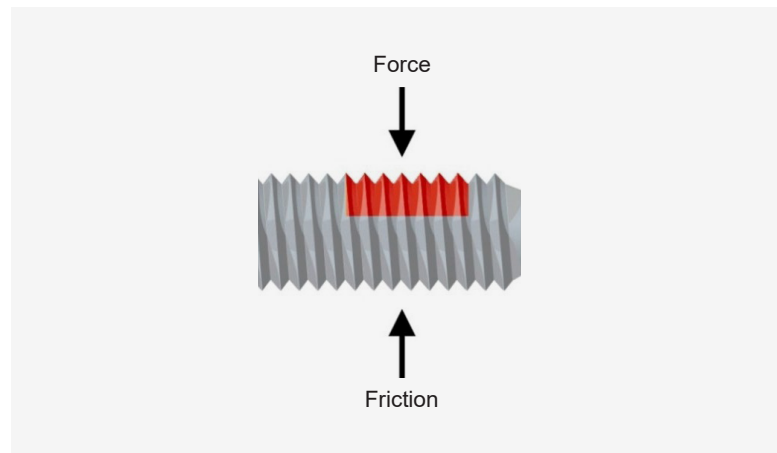
7 RÅD TIL AT UNDGÅ LØSDREJNING

Gevindlåsende egenskaber

Polyamid-pletter

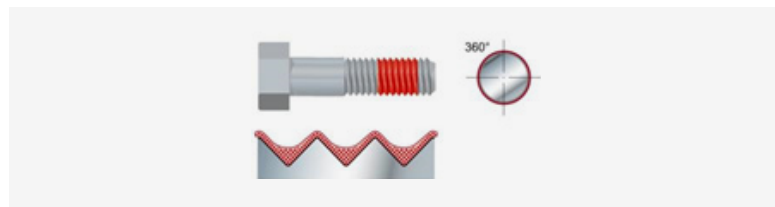
Ikke-metalliske klemmende elementer til gevind er lavet af polyamid. Polyamid er en termoplast, der bliver blød ved opvarmning over 120°C. Ved og over denne temperatur forsvinder den klemmende effekt. Klemmende elementer til gevind fremstilles ved at der lokalt blæses en polyamidbelægning, i form af et fint pulver, på et foruddefineret og opvarmet område på gevindet. Overfladen på gevindet har så høj temperatur, at pulveret straks klæber sig fast på gevindet. Dette efterlader en lille, blød polyamid-plet på skruens gevind, hvilket skaber en klemmende effekt på den modsatte side af gevindet. En allerede løs skrue vil altså ikke fortsætte sin løsdrejning pga. vibrationer.

Hvis skruen drejes, mens belægningen påføres, dannes en polyamidbelægning 360° rundt om gevindet. Belægningen klemmer ikke kun, men tætnes samtidigt gevindet – hvilket er vigtigt til skrue, der er designet til tætning af beholdere. Polyamidbelægningen kan påføres direkte på området, hvor det skal virke, dvs. hvor de eksterne/interne gevind går i indgreb. Belægningens tykkelse kan til en vis grad tilpasses, og derfor også den klemmende effekt. Normalt holdes 2-3 gænger for enden af gevindet fri for belægning. På den måde kan man starte iskruningen i møtrikgevinde, uden problemer. Skrue med klemmende belægning anvendes ofte som justeringsskrue.



Limbelægninger

Mellemrum i gevindet mellem skrue og møtrik, eller indvendigt gevind, kan også fjernes ved brug af en limbelægning. Under montering udfylder disse produkter mellemrummene, hærdner og forhindrer gevindflankerne i at glide i forhold til hinanden. Friktionen opretholdes og skrue/møtrikkerne er vibrationsbestandige. Fuld hærdning kan tage op til 72 timer, men i de fleste tilfælde er samlingen låst allerede efter kort tid. Tilpasning af befæstelser efter montering skal derfor undgås, da det kan ødelægge låseeffekten. Af samme grund kan limbelægningen kun bruges én gang. Hvis demontering er nødvendig, skal befæstelsen kasseres. Da limbelægninger altid påføres 360°, vil dette også give en tættende effekt. Vær forsigtig hvis limens styrke er tilsvarende befæstelsens styrke. Hvis belægningens låsende effekt er "meget stærk", kan det føre til brud under demontering.



Skiver

Skiver tilhører befæstelsesfamilien, men har dog intet direkte befæstelsesformål. Skiver bruges tit forkert verden over, og resulterer ofte i nedsat styrke af samlingen eller øget risiko for løsdrejning i en dynamisk samling.

Flade skiver

Flade skiver kan (hvis brugt korrekt) hjælpe med at mindske overfladetryk på blødere materialer, og dermed minimere tabet af klemkraft pga. sætninger i det underliggende materiale. Skivens anlægsflade er typisk større end for en skrue og/eller en møtrik. Kontaktfladens større diameter giver øget friktionsmodstand. Bolthovedet vil derfor altid rotere på skiven under tilspænding fremfor skiven på den sammenspændte komponent. Den vil derfor beskytte det blødere materiale og derved mindske risikoen for løsdrejning pga. dynamiske kræfter. Afhængigt af den valgte styrkeklasse for befæstelsen skal man vælge den korrekte hårdhed på skiven. Vælges den forkerte hårdhed på skiven, kan det også føre til større risiko for løsdrejning, hvis skivens materiale er for blødt til at understøtte bolthovedet uden sætninger.



Fjederskiver

Den generelle misforståelse er, at fjederskiver anvendes for at mindske risikoen for rotationsløsning. I de fleste tilfælde er denne antagelse forkert. Formålet med en fjederskive er at mindske tabet af klemkraft pga. sætninger. Så hvis brugt korrekt, vil den mindske risikoen for løsdrejning pga. dynamiske kræfter. Men styrken af disse typer skiver er ofte overvurderet, hvilket resulterer i endnu større risiko for løsdrejning pga. sætninger og/eller dynamiske kræfter.

Fjederskiver, som vi kender dem, er styrkemæssigt kun i stand til at modstå klemkræfter, fra befæstelser op til styrkeklasse 5.8 (ved brug af befæstelsernes fulde potentiale). Hvis brugt med disse befæstelser vil fjederskiver mindske tabet af klemkraft, og derved mindske risikoen for løsdrejning pga. dynamiske kræfter. Desuden vil kanten på de fleste fjederskiver danne en mekanisk låsning på bløde overflader, som vil forbedre låseeffekten.

Det er vigtigt at forstå, at fjederskivers effektivitet er meget lav eller ikke-eksisterende, hvis de bruges med gennemhærdede befæstelser fra styrkeklasse 8.8 (grad 5) og højere. Skivens fjederevne er for lav, og kanten af skiven vil ikke bore sig ind i overfladen på det hårdere befæstelseselement. Hvis brugt med befæstelser med højere styrkeklasse, er der faktisk større risiko for, at skiverne ødelægges og knækker under høje belastninger.

Stjerneskitter, tandskiver

Denne type skiver er ikke sikringskiver. Men skiver, hvis funktion det er at fremme den elektriske ledeevne. De anvendes ofte til at skabe stelforbindelse, f.eks. til bilbatterier. De vredne tænder på skiven kan synes at have en låsende egenskab, men i virkeligheden er de ikke designet modstå det tryk, der påføres under sammenspænding. Der vil være øget risiko for sætninger og dermed øget risiko for løsdrejning. Selvom tænderne burde øge friktionen i blødere materialer, er overfladehårdheden på de fleste befæstelser (styrkeklasse 8.8 og derover) for høj til, at dette kan være en effektiv metallisk låseegenskab. I nogle tilfælde, såsom ved befæstelser op til styrkeklasse 6.8, kan der opnås en vis låseeffekt, da fladetrykket og klemkraften er begrænset.



Riflede sikringskiver

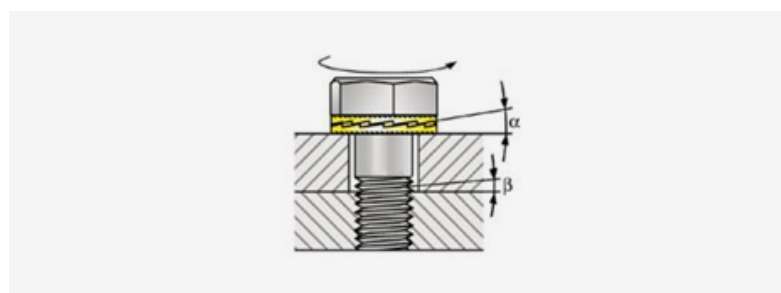
Riflede sikringskiver er riflet på mindst én side. Sammen med friktionen i gevindet forhindrer friktionen på anlægsfladen spontan løsdrejning af skruer og/eller møtrikker ved at øge friktionen mellem anlægsfladerne markant.

Rifflerne (tænderne) er designet således, at de forankrer sig i de sammenspændte dele og i boltens eller møtrikkens anlægsflade, og modstår derved løsdrejning. Ligesom fjederskiver og den koniske fjederskive, så er riflede sikringskiver designet til at reducere risikoen for sætninger. Ligesom med flade skiver findes der forskellige typer riflede sikringskiver, der har forskellige funktioner iht. deres former. Den riflede sikringskive har en udvendig diameter, der har ca. samme størrelse skruens og/eller møtrikkens diameter. Den er riflet på begge sider.

Den riflede sikringskive af typen Rip-Lock har en meget større udvendig diameter. Den dækker store frihuller og aflange huller. Skruens hoved eller møtrikken ligger altid oven på den riflede side. Undersiden af denne skive har ingen rifler. Den store diameter på skiven giver friktion nok på det sammenspændte dele til at forhindre skiven i at dreje.

Nord-Lock

Nord-Lock-skiven er en sikringskive med en speciel kilelåsning. Skiven leveres altid som 2 sammensatte skiver der giver den låsende effekt. Ydersiderne er riflede og vil trænge ned i selv de hårdeste materialer, mens indersidernes kamme passer præcist sammen. Når en skrue/møtrik spændes mod skiven, forbliver kammene mellem skiverne lukket og de 2 skiver er i tæt kontakt. Hvis samlingen udsættes for vibration og skruen som følge deraf forsøger at dreje sig løs, vil den øverste skive dreje med og skilles en smule fra den nederste skive. Men da kamvinklen β er større end gevindstigningen α , forhindres yderligere rotation af skruen, og klemkraften øges faktisk en smule ved denne rotation. Nord-Lock-skiver kan genbruges mange gange, og kræver et lidt større moment for at opnå den ønskede klemkraft. Anbefalingerne kan findes i Bossard-kataloget.



Den originale Nord-Lock-skive forhindrer ikke sætning ligesom de koniske riflede låseskiver. Men for nylig præsenterede Nord-Lock en konisk riflet Nord-Lock-skive, som udover de normale egenskaber også kompensere for sætninger.

Alle nævnte riflede låseskiver

- Skal bruges både på bolt/møtriksiden for at sikre låsning
- Kan bruges med hærdede befæstelser, men kun Nord-Lock-skiven kan modstå/bruges med styrkeklasse 12.9.

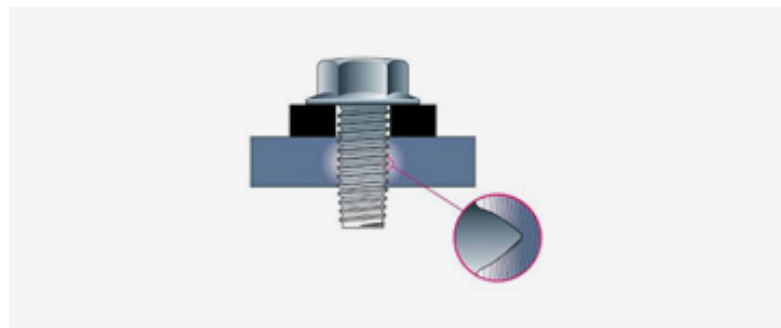


Gevindformende skruer

Ved at fjerne spillet i gevindene vil gevindformende skruer ikke arbejde sig løse under dynamiske belastninger (vibration). Der er normalt lidt spil imellem skrue- og møtrikgevind. Gevindformende skruer danner dog deres eget møtrikgevind, når de skrues ind i emnet, og har ikke noget gevindspil.

Selv ved kraftige vibrationer af de samlede dele kan gevindsiderne ikke glide mod hinanden. Den eksisterende friktion i gevindet bevares helt, og der er derfor ikke behov for ekstra sikringselementer. Vibrationsmodstanden bevares, selv efter demontering og genmontering. Gevindformende skruer bruges altid uden møtrikker i samlinger enten med gennemgående eller ikke-gennemgående huller. Da gevindformende skruer også er vibrationsresistente, bruges de ofte med gode resultater af designingeniører i maskiner og udstyr, der udsættes for intens rystelse og vibration.

Gevindformende skruer kan bruges i stål med lavt kulstofindhold, letmetallegeringer og de fleste plastmaterialer, selvom der anvendes forskellige typer gevind afhængig af materialetypen. Se det tekniske afsnit i Bossard-kataloget for anbefalinger om hulstørrelse og gevindindgreb for at sikre en god dynamisk låseeffekt.



7 RÅD TIL AT UNDGÅ LØSDREJNING

Opsummering

Der findes ikke én løsning, der egner sig til alle typer samlinger. Udviklingsingeniøren skal beregne/estimere muligheden for løsdrejning i samlingerne. Der skal tages flere faktorer i betragtning, såsom kræfter, materialer, sikkerhed, design, genanvendelighed, samling osv. før udviklingsingeniøren kan vælge den løsning, der passer til applikationen.



Hvis du har brug for yderligere hjælp eller har specielle krav til din applikation, kan du kontakte os på www.bossard.dk og vores ingeniører vil vende tilbage til dig.