

Zabránění uvolňování spojovacích prvků

White Paper

Zabránění uvolňování spojovacích prvků

od Michael Kaas

Expertní tým Bossard,
Bossard United States

www.bossard.com

Všechna práva vyhrazena © 2020 Bossard

Uvedená doporučení a rady musí být čtenářem v praxi náležitě zkontrolována a pro konkrétní aplikaci musí být schválena jako vhodná. Změny vyhrazeny.



ASSEMBLY
TECHNOLOGY
EXPERT

ZABRÁNĚNÍ UVOLŇOVÁNÍ SPOJOVACÍCH PRVKŮ

Úvod

Všichni se s tím setkáváme. Šrouby nebo matice se uvolňují – třeba na kole nebo na brýlích. Takže jaká je příčina tohoto uvolňování? A jak tomu můžeme zabránit?

Abychom tomu zabránili, musíme znát více o funkci spoje a jak na sebe vzájemně působí závity spojovacích prvků. Abychom plně porozuměli příčinám uvolňování, potřebujeme analyzovat také přítomná mechanická napětí. Pouze pak můžeme určit nejlepší řešení pro minimalizování nebo zabránění uvolňování. Během utahování jsou závity spojovacích prvků a dosedací plochy vystaveny účinkům tření. Je to právě toto tření, které následně brání uvolňování utahovaných spojovacích prvků. Takže pokud tření drží spoj pohromadě, proč se uvolňuje?

Spoj

V perfektním světě by samotný spoj vydržel dynamické síly a neuvolňoval by se. Upevňovací prvky by byly utaheny příslušným utahovacím momentem a šroubové spoje by byly vystaveny pouze tažným silám. Uvolňování by mohly vyvolávat dynamické síly. Pro zabránění uvolňování upevňovacích prvků musí konstrukce bránit klouzání smontovaných součástí v důsledku bočních provozních zatížení. Z tohoto důvodu je důležitá upínací délka. Spojovací prvky s upínacími délkami kratšími než 5x průměr závitu nereagují nezbytně pružně. Jsou velmi tuhé a jejich odolnost vůči vibracím je slabá. Pokud je to možné, provedení spoje musí být upraveno k dosažení upínací délky 5x průměr závitu d. Tyto šroubové spoje reagují mnohem pružněji a jejich odolnost vůči vibracím je lepší. Ale v mnoha aplikacích je obtížné toto pravidlo splnit.

Vnější síly

Pro zabránění uvolňování musí konstruktér stanovit vliv vnější síly. Vnější síly pak určí, zda je tření spoje trvale udržitelné nebo zda musí být přijata jiná opatření. To může být rozděleno do dvou kategorií, statické a dynamické síly.

Dynamické síly

Dynamická síla může působit několika způsoby – ať už samotným zařízením, matkou přírodou nebo okolím. Když působí dynamická síla, tření v závitech a tření v dosedacích plochách pomáhá udržet spoj utahovaný. V případě závitů standardních šroubů s šestihrannou hlavou je tření pouze na jedné straně závitů, s mezerou na zadních bocích profilu. Pokud jsou síly dostatečně velké, tření v závitech může značně klesnout a zůstane pouze tření dosedací plochy hlavy šroubu nebo matice, které zabraňuje uvolnění spoje.

Statické síly

Pokud je konstrukce spoje vystavena účinkům pouze statických sil, uvolňování obvykle není problém. Ale často jsou výrobky přepravovány na zaoceánských nákladních lodích, které jsou vystaveny konstantním vibracím. Těžké dieselové motory vytváří vibrace, které jsou cítit v celém nákladu, který loď veze. Upevňované spoje se tudíž mohou uvolnit. Celé sestavy se rozpadají, protože šrouby a matice se uvolnily, vyšroubovaly a eventuálně ztratily.

Tření

Často definované jako koeficient tření. Velikost aplikovaného tření závisí na použitých materiálech a povlacích. Některé materiály, například nerezové a hliníkové, vytváří velké tření, kdy ocel má obvykle dodatečnou povrchovou úpravu, která určuje jeho koeficient tření. Často se pro řízení koeficientu tření používá modifikátor tření v povlacích pro minimalizování rozptylu během utahování a následnou regulaci upínací síly. Zde stojíme před dilematem. Použitím modifikátoru tření můžeme často zajistit dosažení správné upínací síly a tím dosažení maximální účinnosti upevňovacích prvků. Ale současně snižujeme koeficient tření a tím zvyšujeme riziko uvolnění spoje během působení dynamických sil. Použitím upínací síly pro maximální účinnost upevňovacích prvků a tím aplikací co největší možné síly na boky profilu závitů a dosedací plochy může spoj vydržet dynamičtější síly. Ale v některých případech toto není vždy dosažitelné, například utahování na měkčích materiálech jako jsou plasty, hliník, atd. Proto je nutné použít jiné prostředky zajištění proti uvolňování.

ZABRÁNĚNÍ UVOLŇOVÁNÍ SPOJOVACÍCH PRVKŮ

Typ hlavy

Hlava s přírubou / podložkou

Zavedením větších hlav, například s přírubou nebo integrovanou podložkou, aplikujeme větší tření mezi hlavou a povrchem součásti. To sníží povrchový tlak na dosedací plochy a tím se zmenší zapuštění do materiálu a vytvoří větší tření, které zlepší zajištění proti dynamickým silám.

Hlava se zoubkovanou / žebrovanou přírubou

Umístěním zoubků/žeber na dosedací plochu hlavy s přírubou je realizována pojistná funkce. Během utahování se zoubky/žebra vtisknou do dosedacích ploch a zajistí vysoký pojistný účinek. Poškození dosedacích ploch může u tohoto typu pojistné funkce představovat problém, zvláště v případě nátěru.

Pokud jsou použity zoubky na šroubu, musí být použity také na přidružené matici pro zajištění velkého tření na všech stykových plochách spoje. Podložky také nesmí být použity se zoubkovanými montážními materiály.



Matice

Jako alternativa k zoubkům, které zvyšují tření na dosedacích plochách, může být přidána pojistná funkce závitů na maticích. Často jsou tyto matice používány nevhodně, což může vést k uvolňování. „Samojistné matice s kovovou nebo nekovovou vložkou“. Samotný název může být zavádějící, protože tyto matice jsou často nazývané jako „pojistné matice“. Zavedením nylonového

kroužku nebo deformací závitů je zabráněno ztrátě tření ve spoji. Ale matice se svíracím prvkem v závitě nejsou odolné proti rotačnímu uvolňování. Samojistný prvek se nikdy nedostane přes celou výšku těchto matic.



Svírací účinek je vždy pouze na několika závitech na horní straně matice, zatímco zbývající závity matice jsou volné.

Když jsou dynamické síly pro uvolnění předpětí spoje dostatečně velké, pojistná funkce zabráni uvolnění matice, ale nemůže zabránit mírnému otáčení matice a další ztrátě předpětí, které nelze obnovit bez opětovného utažení. To může vést k posunu spojovacích prvků a eventuálnímu poškození v důsledku únavy. Rovněž když jsou používány samojistné matice, musí být zvažována opakovatelná použitelnost, protože pojistný účinek postupně slábne s každým opakovaným použitím.



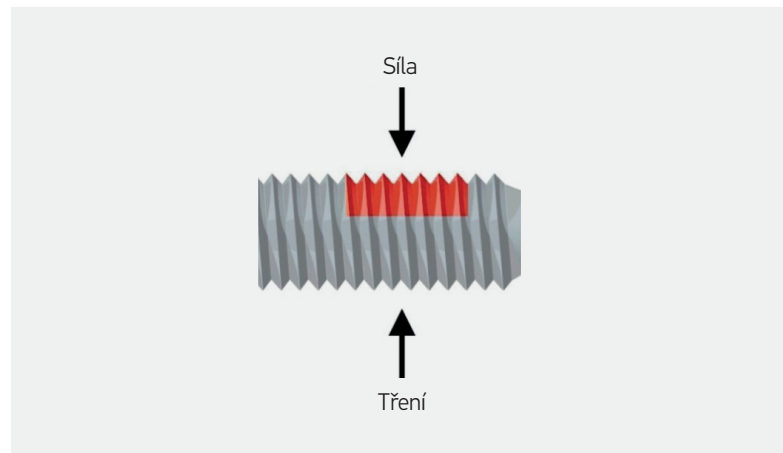
ZABRÁNĚNÍ UVOLŇOVÁNÍ SPOJOVACÍCH PRVKŮ

Pojistné funkce závitů

Polymerové potahy

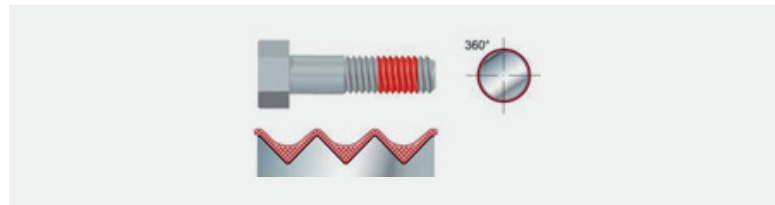
Nekovové samojistné prvky závitů jsou vyrobeny z polyamidu. Polyamid je termoplastická pryskyřice, která měkne při 120 °C. To je hodnota, při které samojistný účinek mizí. Samojistný závitový prvek je obvykle místní polyamidový potah, který je nafoukán na předem určený zahřátý povrch závitů jako jemný prášek. Vysoká teplota povrchu závitů způsobí okamžité roztavení vrstvy prášku a její přilnutí k závitům šroubu. Nakonec se na závitech šroubů vytvoří malý měkký polyamidový potah, který způsobuje tření v předružených závitech. Již uvolněný šroub se nebude v důsledku vibrací dále sám otáčet.

Jestliže se šroub při nanášení povlaku otáčí, vytvoří se polyamidový povlak na 360°. Ten zajistí nejenom řádné upevnění, ale současně utěsní závity – to je důležité u šroubů, které jsou navrženy pro těsné uzavření nádob. Polyamidový povlak může být nanášen přímo na povrch, na kterém má být účinný, tj. kde do sebe zabírají vnější/ vnitřní závity. Tloušťka povlaku, na které závisí samojistný účinek, je do určité míry nastavitelná. Obvykle jsou 2 - 3 závity na konci ponechány bez povlaku. Takže šroub lze bez problému začít šroubovat do předruženého závitového protikusu. Samojistný šroub se často používá jako nastavovací šroub.



Lepicí potahy

Vůle v závitech mezi normálními šrouby a díly s vnitřními závity může být také eliminována použitím „lepícího povlaku“. Během montáže vyplňuje lepidlo meziprostory, tvrdne a brání posunu boků profilu závitů vůči sobě. Tření je zachováno a šrouby/matice jsou odolné proti vibracím. Úplné zatvrdnutí trvá až 72 hodin. Ale ve většině případů je součást zajištěna po krátké době. Proto po montáži nesmí být prováděno nastavování upevňovacích prvků, protože by mohlo dojít k narušení pojistného účinku. Ze stejného důvodu mohou být lepicí pojistné prvky použity pouze jednou. Pokud je demontáž nezbytná, upevňovací prvky musí být nahrazeny novými. Protože tyto lepicí povlaky jsou vždy aplikovány na 360°, jsou vhodné i pro těsnící účinek. Pozornost musí být věnována tomu, jak „pevnost lepení“ odpovídá pevnosti upevňovacích prvků. Pokud je pojistný účinek potahu „velmi silný“, může během montáže způsobit poškození montážních materiálů.



Podložky

Podložky patří do skupiny spojovacích prvků, nicméně nemají přímý upevňovací účel. Nesprávné používání podložek se vyskytuje téměř všude na světě a často způsobuje snížení pevnosti spoje nebo zvýšení rizika uvolnění v dynamickém spoji.

Ploché podložky

Ploché podložky (pokud jsou zvoleny správně) pomáhají snižovat povrchový tlak na měkčí materiály a tím minimalizují ztrátu upínací síly způsobenou sesednutím. Dosedací plocha podložky je obvykle větší než dosedací plocha šroubu a/nebo matice. Větší průměr dosedací plochy vytváří větší tření. Takže během utahování se bude vždy otáčet hlava šroubu na podložce a nikoli podložka na upevňovaném komponentu. Následně bude chránit měkčí materiál a tím snižovat riziko uvolňování v důsledku dynamických sil. V závislosti na zvolené třídě pevnosti upevňovací prvku musí být zvolena správná pevnost podložky. Volba nesprávné pevnosti podložky může také vést k vyššímu riziku uvolňování, pokud je materiál příliš měkký.



Pružné pojistné podložky

Všeobecným nedorozuměním je, že pružné pojistné podložky se přidávají pro snížení rizika uvolňování rotací. Ve většině případů není tento předpoklad správný. Účelem pružné pojistné podložky je snížení ztráty upínací síly v důsledku zakousnutí. Takže pokud je správně použita, snižuje riziko uvolňování způsobeného dynamickými silami. Ale pevnost těchto typů podložek je často předimenzovaná, což má za následek mnohem vyšší riziko uvolňování v důsledku zapuštění a/nebo dynamických sil. Pružné pojistné podložky, pokud je známo, jsou z hlediska pevnosti schopny vydržet pouze upínací síly zavedené upevňovacími prvky do třídy pevnosti 5.8 (při využití plné schopnosti spojovacích prvků). Když je pružná pojistná podložka použita s těmito spojovacími prvky, snižuje ztrátu upínací síly a tím snižuje riziko uvolňování v důsledku dynamických sil. Také hrany většiny pružných pojistných podložek vytváří mechanické pojištění na měkkých površích, které zlepšuje pojistný účinek.

Je důležité vědět, že účinnost pružných pojistných podložek je velmi nízká nebo není žádná, když jsou použity s tepelně upravenými spojovacími prvky s třídou pevnosti 8.8 (Gr. 5) a vyšší. Konstanta pružení podložky je příliš nízká a hrana podložky se nezatačí do tvrdého povrchu upevňovacího prvku. Když je použita s upevňovacími prvky s vyšší pevností, toto pak vytváří větší riziko, protože podložka se může roztahovat a prasknout v důsledku vysokých zatížení.

Vějířové pojistné podložky

Vlastní název je zavádějící. Jedinou funkcí těchto podložek je zajistit elektrickou vodivost. Tyto podložky se často používají v aplikacích uzemnění, například pro baterie vozidel. Může se zdát, že zkroucené vroubky podložky mají pojistnou funkci, ale realita je taková, že provedení podložky často nevydrží tlak vyvinutý během montáže. To má za následek vyšší riziko zapuštění a následně vyšší riziko uvolňování. I když vroubky zvyšují tření v měkkých materiálech, je povrchová tvrdost většiny upevňovacích prvků příliš vysoká (třída pevnosti 8.8 nebo vyšší), aby byla zajištěna účinná pojistná funkce kovu. V některých případech, například upevňovací prvky s třídou do 6.8, lze dosáhnout určitého pojistného účinku, protože povrchový tlak a upínací síla jsou omezeny.



Rýhované pojistné podložky

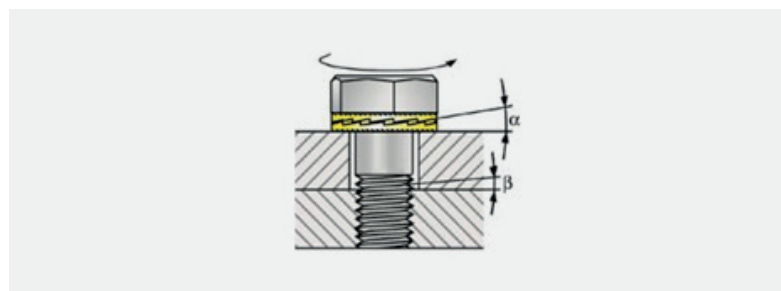
Rýhované pojistné podložky jsou rýhované minimálně na jedné straně. Tření na dosedací ploše společně s třením na hlavě brání samovolnému otočnému uvolňování šroubů a/nebo matic značným zvýšením tření mezi dosedacími plochami.

Rýhy (zoubky) jsou navrženy tak, aby se samy zakotvily do upevňovaných součástí a také do dosedací plochy šroubu a/nebo matice a tím zabraňovaly rozpojení. Podobně jako kuželové pružné podložky a pružné pojistné podložky jsou rýhované pojistné podložky určeny pro snížení rizika zapuštění. Jako v případě plochých podložek existují různé typy rýhovaných pojistných podložek, které mají různé funkce v závislosti na jejich tvaru. Rýhované pružné pojistné podložky mají vnější průměr, který je přibližně stejný jako průměr dosedací plochy šroubu a/nebo matice. Jsou rýhované na obou stranách.

Rýhované pružné pojistné podložky typu Rip-Lock mají mnohem větší vnější průměr. Pokrývají velké hladké otvory a obdélníkové otvory. Hlava šroubu nebo matice vždy spočívá na rýhované straně. Spodní strana této podložky nemá žádné rýhy. Velký průměr podložky vytváří dostatečné tření na upevňované součásti pro zabránění otáčení podložky.

Podložky nord-lock

Speciální vroubkovaná pojistná podložka je podložka Nord-Lock. Tyto podložky jsou vždy dodávány jako 2 podložky spárované k sobě pro zajištění pojistného účinku. Vnější povrchy jsou rýhované a pronikají do ještě tvrdších materiálů, zatímco vnitřní povrchy mají přesná broušená zkosení. Když je šroub/matice utažena, zkosení mezi dvěma pojistnými podložkami zůstávají uzavřena a tyto 2 podložky jsou v pevném spojení. Pokud je šroub vystaven účinkům vibrací a v důsledku toho se snaží otáčením uvolnit, horní podložka se otočí a mírně se oddělí od spodní podložky. Protože je ale úhel zkosení větší než úhel šroubovice závitů, otočnému uvolňování šroubu je spolehlivě zabráněno, protože upínací síla se během otáčení mírně zvyšuje. Podložky Nord-Lock mohou být mnohokrát opětovně používány a vyžadují mírně vyšší utahovací moment pro dosažení požadované upínací síly. Doporučení jsou uvedena v katalogu Bossard.



Originální podložky Nord-Lock nebrání uvolňování jako kuželové rýhované pojistné podložky. Ale nedávno společnost Nord-Lock představila kuželovou rýhovanou podložku Nord-Lock, která kromě normálních vlastností snižuje také uvolňování.

Všechny uvedené rýhované pojistné podložky

- Musejí být používány na straně šroubu/matice pro zajištění pojistného účinku
- Mohou být používány s kalenými upevňovacími prvky. Ale pouze podložky Nord-Lock vydrží, když jsou používány s třídou pevnosti 12.9

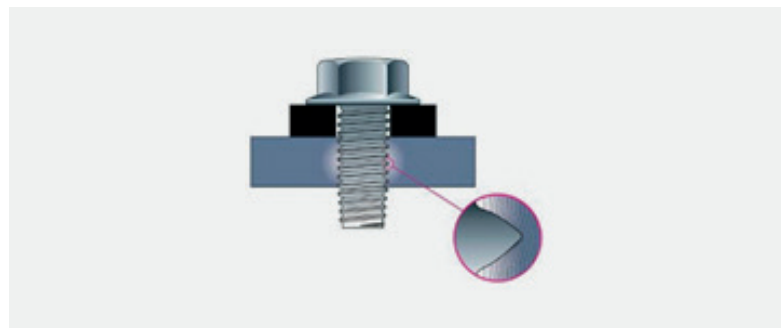


Závitotvářecí šrouby

Eliminací vůle v závitech se nebudou závitotvářecí šrouby uvolňovat v důsledku dynamických sil (vibrací). Mezi přidruženými závity šroubů a matic je obvykle určitá vůle. Nicméně závitotvářecí šrouby vytváří svůj vlastní přidružený vnitřní závit, když jsou šroubovány do obrobku a nemají žádnou vůli v závitech.

Dokonce i v případech silných vibrací smontovaných součástí se boky profilu závitů nemohou posouvat vůči sobě. Existující tření závitů je úplně dostačující a proto nejsou potřeba žádné dodatečné pojistné prvky. Odolnost proti vibracím je zachována dokonce i po demontáži a opětovné montáži. Závitotvářecí šrouby se vždy používají bez matic buď v sestavách se slepými otvory nebo průchozími otvory. Protože jsou závitotvářecí šrouby dobře odolné proti vibracím, konstruktéři je úspěšně používají ve strojích a zařízeních vystavených silným otřesům a vibracím.

Závitotvářecí šrouby mohou být používány do nízkouhlíkových ocelí, kovů z lehké slitiny a většiny plastů, i když pro každý typ materiálu je používán jiný typ závitu. V technickém oddíle v katalogu Bossard jsou uvedena doporučení pro velikosti otvorů a nosné závity pro zajištění dobrého dynamického pojistného účinku.



ZABRÁNĚNÍ UVOLŇOVÁNÍ SPOJOVACÍCH PRVKŮ

Shrnutí

Neexistuje jedno řešení, které by bylo vhodné pro všechny spoje. Konstrukteři musí kalkulovat/odhadovat možnost uvolňování spoje. Konstruktor musí zvolit řešení, které vyhovuje dané aplikaci, v závislosti na různých faktorech, například síla, materiál, bezpečnost, konstrukce, opětovné použití, montáž, atd.



Pokud potřebujete více informací, navštivte prosím naše stránky www.bossard.com/cs a kontaktujte vaši nejbližší obchodní jednotku.