

Zadírání nerezových spojovacích materiálů

White Paper

Zadírání nerezových spojovacích materiálů

od expertního týmu Bossard

Bossard Group

www.bossard.com

Všechna práva vyhrazena © 2023 Bossard

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

The logo consists of several overlapping, slightly offset square outlines in shades of blue and orange, creating a sense of depth and movement. The text 'ASSEMBLY TECHNOLOGY EXPERT' is centered within the overlapping squares.

ASSEMBLY
TECHNOLOGY
EXPERT

ZADÍRÁNÍ NEREZOVÝCH SPOJOVACÍCH MATERIÁLŮ

Úvod

Spojovací materiály vyrobené z nerezové oceli, hliníku a titanu, jsou nejčastěji náchylné k zadírání, když jsou utaženy. Spojovací materiály z nerezové oceli jsou dostupné v jakosti austenitické, feritické a martenzitické. V průmyslu jsou nejčastěji používané spojovací materiály z austenitické oceli. Nerezové oceli mají na povrchu vrstvu oxidu chromu (pasivační vrstva), která jej chrání proti korozi.

Když jsou utaženy dva spojovací prvky, mezi povrchy závitů šroubu a matice se vytváří povrchový tlak a ochranná pasivační vrstva se může poškodit. Vysoké tření mezi styčnými plochami spojovacích prvků, kde je základníkovnechráněný (v důsledku poškozené pasivační vrstvy), může způsobit vzájemné spojení povrchů - tento jev je známý jako zadírání. Vyšší koeficient tření zvyšuje riziko zadírání.

Zadírání se projevuje jako zadření nebo odírání závitů, ve kterých se buď spojovací prvky zadřou během montáže nebo dojde k poškození závitů. Je také známé jako místní studený spoj (třecí spojení) boků profilu závitů. Obvykle se vytváří, když boky profilu závitů drhnou o sebe delší dobu.

Různé typy materiálů z nerezové oceli s různou tepelnou úpravou se z hlediska zadírání chovají odlišně. Následující tabulka porovnává charakteristiky zadírání sedmi typů nerezové oceli. Uvádí, že doba zadírání může trvat od 7 sekund do 58 sekund při specifikovaném zatížení.



Obr. 1: Zadřený upevňovací prvek

Typ	Stav	Počáteční tvrdost	Povrchová úprava	Zatížení (libry)	Doba výskytu zadírání (sekundy)
416	Tepelně upravená	43 Rc	Žádná	400	12
416	Tepelně upravená	43 Rc	Tufftride*	1000	37
440C	Tepelně upravená	59 Rc	Žádná	800	17
440C	Tepelně upravená	59 Rc	Tufftride*	1100	41
440A	Žíhaná	96 Rb	Žádná	650	15
440A	Žíhaná	96 Rb	Tufftride*	1000	47
303	Žíhaná	85 Rb	Žádná	(pouze před-pětí)	3
303	Žíhaná	85 Rb	Tufftride*	750	25
303MA	Žíhaná	88 Rb	Žádná	300	2
303MA	Žíhaná	88 Rb	Tufftride*	1350	58
317	Žíhaná	85 Rb	Žádná	500	7
317	Žíhaná	85 Rb	Tufftride*	750	27
347	Žíhaná	89 Rb	Žádná	600	8
347	Žíhaná	89 Rb	Tufftride*	500	22

Tabulka 1: Srovnávací charakteristiky zadírání

ZADÍRÁNÍ NEREZOVÝCH SPOJOVACÍCH MATERIÁLŮ

Zadírání a jeho příčiny

Tento odstavec uvádí různé příčiny zadírání a metody prevence za těchto podmínek.

Utahovací moment a zadírání

VDI 2230 (technická směrnice pro spojovací materiály) uvádí, že šrouby mají být utaheny pouze do 90 % jejich meze kluzu. Pokud bude utahovací moment příliš vysoký, dojde k přílišnému prodloužení šroubu nebo dokonce k jeho roztržení. Šrouby mohou být poškozeny také krouticími střížnými silami způsobenými zadíráním závitů.

Koeficient tření nerezové oceli je relativně vysoký ve srovnání s koeficientem tření mnoha dalších materiálů. Pro dosažení stejného předpětí musejí šrouby vyrobené z austenitického nerezového materiálu A1-A4 být utaheny vyšším utahovacím momentem než běžné ocelové šrouby se stejnou pevností.

V případě zadírání závitů se utahovací moment zvýší a předpětí není dosaženo. Někdy mají pracovníci tendenci použít dodatečný utahovací moment pro viditelné správné usazení spojovacích materiálů, aniž jsou si vědomi výskytu zadírání. Tato poškození je obtížné detekovat během postupu utahování a mohou být z vnějšku neviditelná. Během oprav nebo údržby se zdá, že již nelze spojovací materiál uvolnit.

Po zadírání se šroub/matice určitě nebude otočně uvolňovat a neztratí se, ale spoje, které nejsou správně předepjaté se mohou poškodit v důsledku únavy, když budou vystaveny provozním zatížením.

Je prokázáno, že mazání spojovacích materiálů z nerezové oceli před montáží pomáhá proti zadírání. (Viz níže oddíl „Prevence zadírání“)

Výrobní proces a zadírání

Povrch závitů různých profilů může vypadat hladký při pohledu prostým okem. Ale pod mikroskopem může profil závitů vykazovat záhyby na vrcholech závitů. Toto poškození je způsobeno nesprávným nastavením válcovací čelisti při tváření závitů. Tupé vrcholy závitů snižují schopnost tvoření závitů samořezných šroubů.



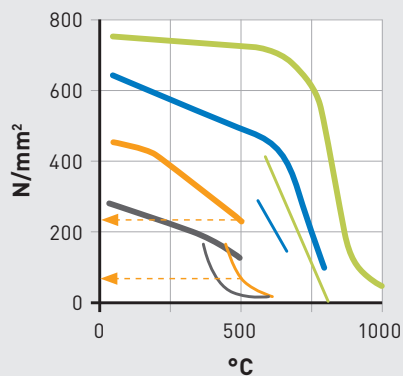
Obr. 2: Otřepy na závitech

Závit samojistné matice by mohl mít podobné problémy vedoucí k zadření závitů. Tyto typy poškození jsou považovány za „neviditelné“. Výrobci si dávají zvláštní pozor při výrobě samořezných upevňovacích prvků ze stejných důvodů. Tvorba otřepů (jak je znázorněno na obr.) během válcování závitů je jeden z častých problémů, které mohou způsobovat zadírání.

Spojovací materiály vystavené vysokým teplotám a jejich zadírání

Plynové turbíny a dieselové motory jsou typickými představiteli strojů, kde jsou spojovací materiály vystaveny vysokým teplotám. Vysoká teplota může změnit fyzikální vlastnosti materiálu. V důsledku vysoké teploty mohou agresivní plyny vytvářet šupiny na povrchu šroubů a matic. Tepelná roztažnost může vést k trvalé deformaci. Bez ohledu na tyto vnější dopady musí být ve spoji zachováno požadované předpětí. Navíc spojovací materiály musí zůstat demontovatelné pro účely údržby a oprav.

Zadírání se může také vyskytovat, když jsou spojovací materiály a konstrukční prvky vyrobeny z rozdílných materiálů. Konstruktor musí při navrhování spoje uvážit důsledky vysokých teplot.



Obr. 3: Mez kluzu / teplota

Příklady (obr.) meze kluzu při zvýšené teplotě pro některé teplotvzdorné materiály šroubů.

- Ck 35: ocel
- 24CrMo 5: nízkolegovaná ocel
- X5 NiCrTi 2615: austenitická nerezová ocel
- NiCr 20 Co 18 Ti: slitina niklu-chromu-kobaltu s titanem

Vysoká teplota je častokrát zdrojem zadírání závitů během údržby a oprav. Pro zabránění zadírání závitů mají závity teplotvzdorných šroubů větší vůli.



Obr. 4: Spojovací materiály vystavené vysokým teplotám

ZADÍRÁNÍ NEREZOVÝCH SPOJOVACÍCH MATERIÁLŮ

Prevence zadírání

Výrobní proces

Během výrobního procesu může být drát potažen mědí pro zajištění kluznosti jako prevence zadírání v čelistech. Měděný povlak působí na drátu jako tuhé mazivo. Po válcování závitu je tento povlak odstraněn mořením.

Krycí povlak (top coat)

Zadírání lze minimalizovat nebo mu lze zabránit, pokud je zabráněno kontaktu závitů kov na kov.

- Mazání pomocí „Molylub“. Tuhé částice síranu molybdeničitého brání kovovému styku a tím minimalizují odírání. Použití normálního oleje nebo maziv někdy nemusí být dostatečné pro zabránění zadírání.
- Vhodná mohou být také tuhá maziva obsahující částice stříbra, hliníku nebo mědi. Tato maziva pomáhají snižovat koeficient tření. Většina maziv proti zadření, která jsou používána na montážní lince, tyto kovové částice obsahují. Maziva obsahující grafit se nedoporučují, protože se při vysokých teplotách mohou vyskytnout nebezpečné reakce mezi uhlíkem a chromem.
- Ochranu proti zadírání může poskytovat také tenká teflonová těsnicí páska. V případě velkých závitových komponentů, například potrubí a ventily, mohou být závity těchto součástí omotány tenkou teflonovou těsnicí páskou.

Zadírání mohou zabránit také povlaky Polyseal, Xylan, Delta®-Seal nebo vosk.



Obr. 5: Drát potažený mědí

Tribologický povlak

Fluoropolymerové povlaky jsou směsí pryskyřic a fluoropolymerových maziv. PTFE, PVDF, PFA a FEP poskytují nízké tření, chemickou a korozní odolnost a nelepivé vlastnosti při teplotách do 550° F.

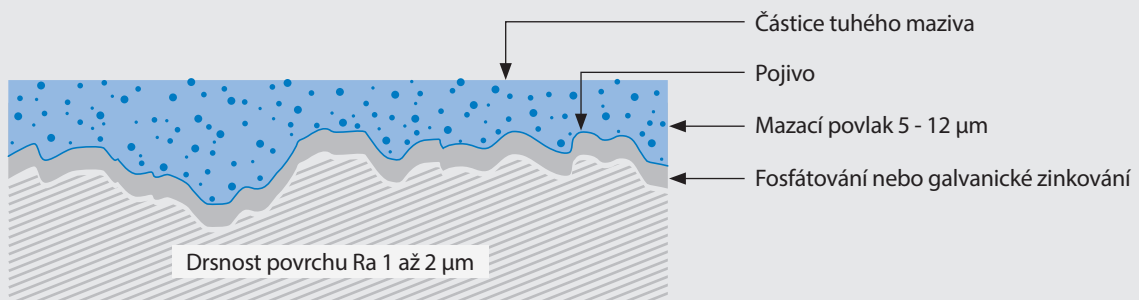
Antifrikční povlaky jsou tribologické suché povlaky určené pro mechanicky namáhané spojovací prvky a součásti (například šrouby, matice, podložky). Povlak tvoří tenká neelektrolyticky nanášená vrstva s integrovanými mazacími vlastnostmi a dodatečnou ochranou proti korozi.

Povlak obsahuje směs fluoropolymerů a částic organického tuhého maziva, které jsou rozptýlené ve specificky zvolených syntetických pryskyřicích a rozpouštědlech. Je známý jako antifrikční povlak (AFC), který vytváří hladký film, který vyrovnává jakékoli nerovnosti povrchu a tím optimalizuje tření i za extrémního zatížení a extrémních pracovních podmínek. Syntetická pryskyřice zajišťují také zlepšenou ochranu proti korozi.

Tenká, suchá vrstva maziva, která pevně ulpívá na podkladu, se vytváří po vytvrzení mazacího laku. Tato vrstva působí jako oddělující a mazací vrstva snižující tření a opotřebení mezi třecími tělesy, které jsou ve vzájemném kontaktu.

Tribologický povlak poskytuje vynikající řešení pro aplikace, které vyžadují řízený koeficient tření a ochranu proti opotřebení. Tribologické vlastnosti povlakových řešení s antifrikčním povlakem minimalizují zadírání spojovacích materiálů. Povlak také pomáhá udržovat předdefinovaný moment k dosažení správného předpětí spoje.

Pro cílené výkonové charakteristiky se stále častěji používají komplexní řešení koncepcí povlakování. V nabídce jsou zejména různé základní vrstvy s krycími vrstvami (např. systémy povlakování zinkových lamel). Takzvané antifrikční povlaky s předepsanými součiniteli tření jsou aplikovány stejným výrobcem, což je v těchto případech smysluplnější. Pro určení rozsahu koeficientu tření je u tribologických povlaků bezpodmínečně nutné předem zjistit požadavky.



Obr. 6: Struktura povlaku Antifrikční povlak

ZADÍRÁNÍ NEREZOVÝCH SPOJOVACÍCH MATERIÁLŮ

Shrnutí

Technologie povlakování se mění a musí se přizpůsobovat podmínkám příslušného tržního regionu. Bossard se při tom opírá o odborné kompetence výrobců chemických přípravků, držitelů jejich licencí a místních povlakovacích provozů. V technologii povlakování se stále více dává přednost systémovým řešením s vhodnou základní a krycí vrstvou pro cílené výkonové charakteristiky.

Spojovací materiály z nerezové oceli jsou často náchylné k zadírání během montáže. Nadměrné tření a generované teplo během utahování vytváří plastickou deformaci povrchu (povrchů), která vede k zadření prvků spoje. Použití maziv a či povlaků, v kombinaci s optimálními podmínkami montáže mohou pomoci zadírání snížit nebo odstranit.

Pokud budete věnovat pečlivou pozornost prevenci zadírání, může být nerezová ocel velmi užitečným materiálem spojovacích prvků díky její vysoké odolnosti proti korozi a všeobecně vyšší pevnosti v tahu než má běžná nízkouhlíková ocel.

Literatura

Budinski, K. G. (1991). Tribological Properties of Titanium Alloys. International Conference on Wear of Materials.

Producers, C. o. (1978). Review of the Wear and Galling Characteristics of Stainless Steel. American Iron and Steel Institute, 2-19.

Summers, G. V. (2011). Galling of Stainless Steel Fasteners. Pencom.



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