

Správná volba spojovacího materiálu ve fázi projektování

White Paper

Správná volba spojovacího materiálu ve fázi projektování

Autor: Joe Tee

Vedoucí technického oddělení
Bossard Asia Pacific

www.bossard.com

Všechna práva vyhrazena © 2024 Bossard

Čtenář musí uvedená doporučení a rady náležitě zkontrolovat v praxi a musí je schválit jako vhodné pro danou konkrétní aplikaci. Změny vyhrazeny.



ASSEMBLY
TECHNOLOGY
EXPERT

SPRÁVNÁ VOLBA SPOJOVACÍHO MATERIÁLU VE FÁZI PROJEKTOVÁNÍ

Úvod

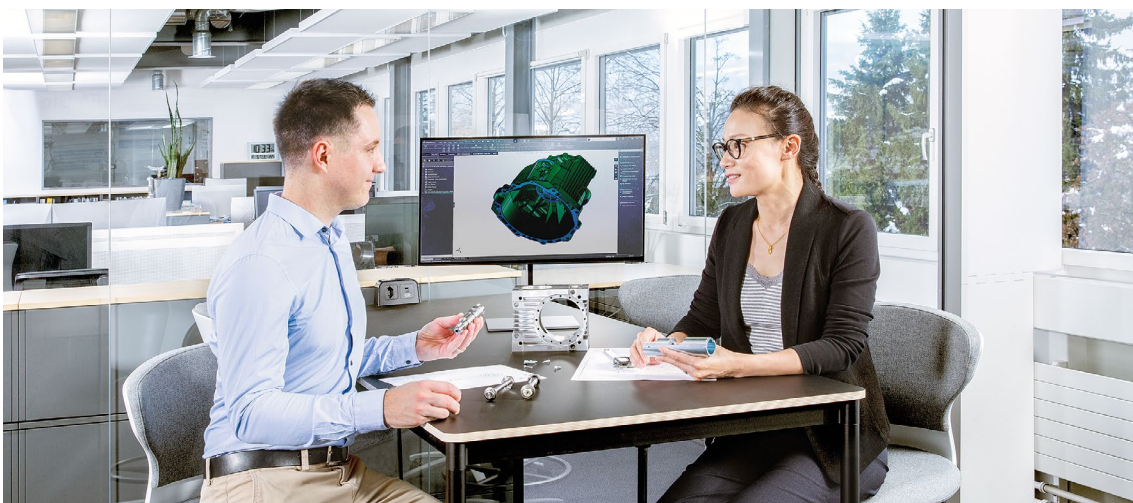
Následující dokument „Správná volba spojovacího materiálu ve fázi projektování“ byl sepsán hlavně pro konstruktéry, kteří mají znalosti ve strojírenství a zabývají se rozhodováním o volbě montážního materiálu. Účelem je poskytnout cenné poznatky a pokyny, které budou přínosem pro techniky – od čerstvých absolventů až po zkušené odborníky v různých odvětvích průmyslu.

Upozorňujeme, že každé diskutované téma, každý požadavek a každá charakteristika spojovacího materiálu by mohly vydat na samostatnou kapitolu. Tato zpráva však představuje krátký přehled daného tématu.

Konstruktéři zabývající se montážními sestavami se spojovacími prvky se mohou rozhodovat na základě předchozích konstrukcí nebo jiných výrobků. Pokud však výrobek prochází mnoha fázemi změn a úprav, nemusí již být rozhodnutí o původní montážní sestavě relevantní. Revize potřeb konstrukce je v takových případech rozhodně moudrá. Rozhodování na základě jiných podobných výrobků s sebou nese riziko, že konstrukce nebude zahrnovat důležité faktory, které možná nebyly původně zvaženy.

Jak víme, jedním z hlavních důvodů, pro volbu použití demontovatelných spojovacích prvků je umožnit následné, potenciální opravy a údržbu výrobku. Jinak by mohla být zvolena i jiná řešení, například lepení, pájení nebo svařování.

V tomto dokumentu se pokusíme dosáhnout rovnováhy tím, že se budeme zabývat jak postupy projektování výrobků, tak i rozhodováním při výběru spojovacích materiálů. Cílem je zvýšení produktivity při současné minimalizaci rizik.



SPRÁVNÁ VOLBA SPOJOVACÍHO MATERIÁLU VE FÁZI PROJEKTOVÁNÍ

Úkoly

Volba vhodného spojovacího materiálu úzce souvisí s dobře definovanou strategií používání spojovacího materiálu a z dlouhodobého hlediska může být přínosná v mnoha ohledech. Inteligentní rozhodování od samého počátku nejenže zajistí kvalitu i efektivitu konstrukce, ale vede také k úsporám výrobních a procesních nákladů.

Současné výrobky, které v dnešní době běžně používáme, mohou zahrnovat věci na jedno použití, nebo takové, které vyžadují každodenní údržbu. Například letadla, přepravující na svých pravidelných linkách statisíce pasažérů, potřebují pro svůj bezpečný a spolehlivý provoz důkladnou kontrolu před každým odletem.

Při rozhodování o hlavních funkcích a vzhledu konstrukce výrobku jsou spojovací materiály obvykle na posledním místě pozornosti. To může často vést např. k omezení technologického prostoru pro spojovací materiál, kdy pak není možné použít standardní spojovací prvky. Místo nich jsou potom vyžadovány nestandardní spojovací materiály, které jsou v průmyslu často označovány jako „speciální“. Nedostatečné zaměření na specifikaci spojovacích materiálů může mít navíc po uvedení nového výrobku do výroby za následek nízkou efektivitu a vysoké náklady na následně vynucené konstrukční změny.

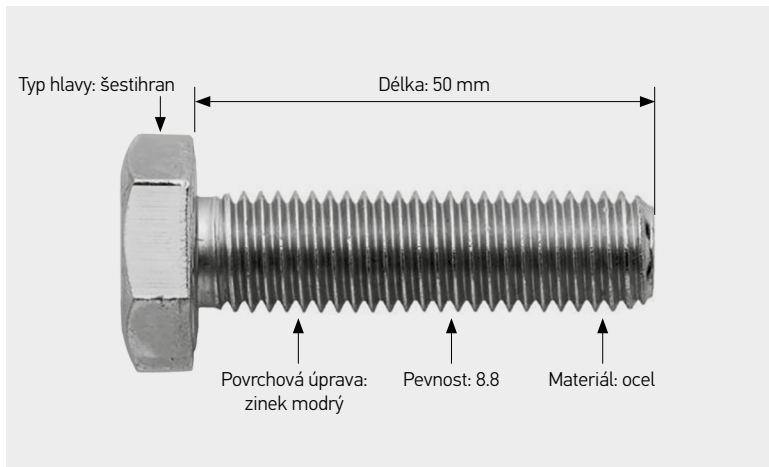
Zajištění hlavních funkcí výrobků

Pro vedoucí pracovníky v oblasti konstrukce výrobků je nejvyšší prioritou zajistit, aby produkt plnil své hlavní funkce a také splňoval požadavky trhu – na tom úzce spolupracují s týmy řízení marketingu a distribuce výrobků. Pokud montážní sestava vyžaduje spojovací materiály, jsou vyžadovány následující informace a charakteristiky o dané sestavě:

- Typ materiálu (např. ocel, hliník, kompozit apod.)
- Architektura materiálu (např. voštinová, sendvičová apod.)
- Rozměry
- Účel použití a prostředí, ve kterém bude používána,
- Informace o vnějších vlivech, kterým bude vystaven
- ... apod.

V dalším kroku je zapotřebí získat podrobnější informace o spojovacích materiálech s ohledem na konečné použití výrobku a zohlednit následující kritéria, jako jsou požadavky na povrchovou úpravu nebo rizikovost spojů. Tím můžeme ideálně definovat:

- Pevnost spojovacího materiálu
- Typ spojovacího materiálu
- Materiál a ochranu proti korozi



Obr. 1: Šroub se šestihrannou hlavou (DIN 933 M10 x 50 mm), třída pevnosti 8.8, zinek modrý

Obrázek 1 znázorňuje příklad dostatečně rozsáhlého popisu spojovacího materiálu, na základě kterého je dodavatel schopen porozumět potřebě zákazníka a zajistit dodávku požadovaných dílů. Schéma „Vlastnosti spojovacího materiálu“ poskytuje úplný popis šroubu se šestihrannou hlavou. Jedním z obvyklých nedorozumění při citování průmyslových norem, například DIN 933 je, že tyto normy určují pouze základní charakteristiky upevňovacího prvku, ale neřeší méně podstatné detaily jeho designu. Například co se vzhledu týče norma DIN 933 prezentuje „obecný vzhled“ upevňovacího prvku, ale nezahrnuje pevnost a povlak finálního prvku.

Další ohledy

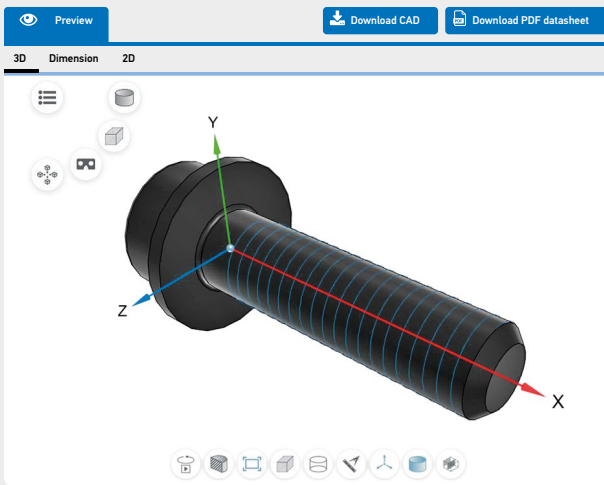
Může být zapotřebí zvážit další upřesnění na základě následujících bodů:

- Povrchová úprava
- Třídy/stupně pevnosti
- Právní předpisy, jako jsou směrnice RoHS, REACH a WEEE
- Sériovost výroby
- Snadnost údržby
- Bezpečnost a rizika (např. povolování spojů)
- Udržitelnost

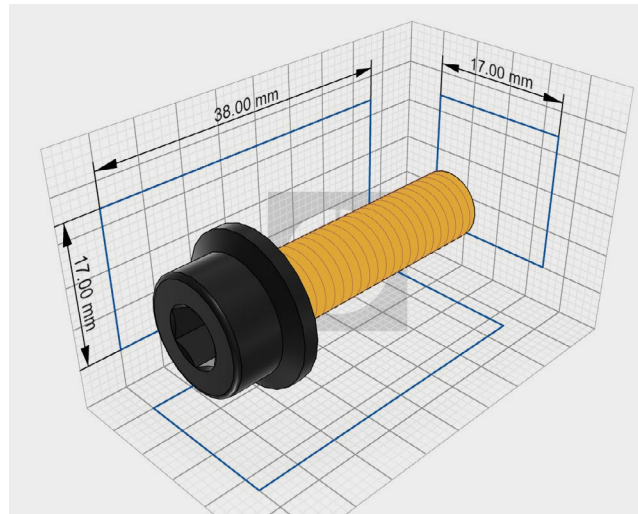
Podpůrné nástroje – sada CAD Bossard a technická sekce

Standardní informace o výrobcích a výkresy je možné snadno dohledat v katalozích. Společnost Bossard navíc nabízí i podrobné technické detaily a spojovací materiály jsou přehledně označeny technickými údaji. Ve své technické sekci (T-sekce) společnost Bossard uvádí příslušné průmyslové normy, funkčnost a informace pro použití.

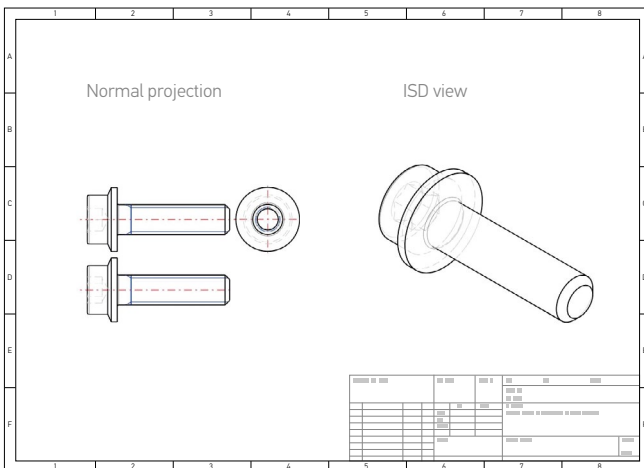
Sada CAD je online nástroj s komplexními funkcemi. Níže uvedené vizuální podklady popisují přírubový šroub BN 1392 s vnitřním šestihranem M8 x 30 mm, 12.9 vyrobený z černé oceli.



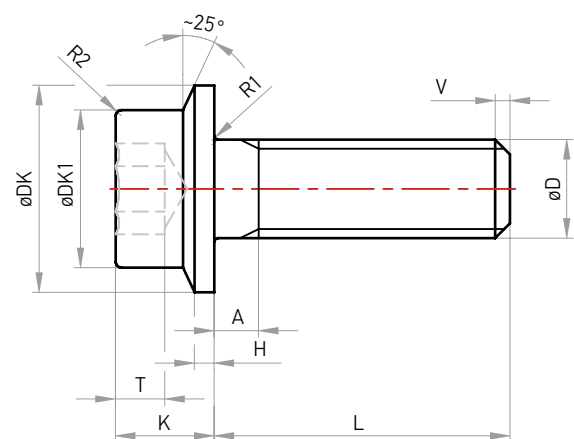
Obr. 2: Náhled s možností přiblížení



Obr. 3: Možnosti měření



Obr. 4: 2D, např. tři pohledy s izometrickými výkresy v rámečku (DIN)



Obr. 5: Rozměry (např. pohled zepředu)

Technická sekce je dostupná online a nabízí informace ohledně technologií spojovacích materiálů, elektrického inženýrství, ovládacích a řídicích prvků, technologií v oblasti těsnění, regulace průtoku ... apod.

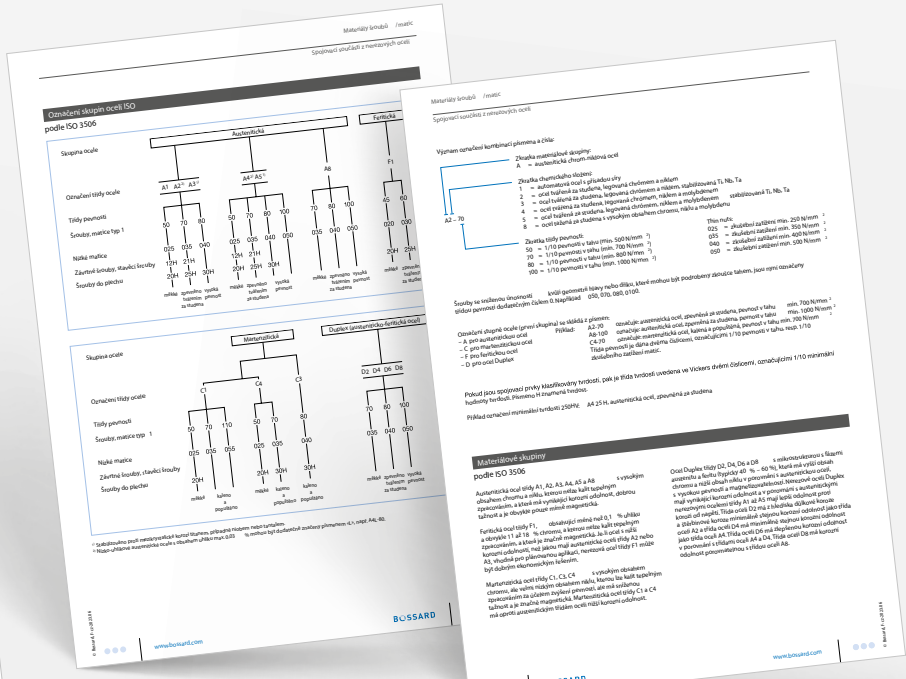
Mechanické a fyzikální vlastnosti ocelí podle ISO 998, část 1

Skupina ocelí	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	1.11	1.12	1.13	1.14	1.15
Průměr v tahu R _m [N/mm ²]	510	570	620	680	735	785	835	885	935	985	1035	1085	1135	1185	1235
Průměr v tahu R _{eH} [N/mm ²]	355	405	455	505	555	605	655	705	755	805	855	905	955	1005	1055
Průměr v tahu R _{0,2} [N/mm ²]	355	405	455	505	555	605	655	705	755	805	855	905	955	1005	1055
Průměr v tahu R _{0,01} [N/mm ²]	355	405	455	505	555	605	655	705	755	805	855	905	955	1005	1055
Průměr v tahu R _{0,005} [N/mm ²]	355	405	455	505	555	605	655	705	755	805	855	905	955	1005	1055
Průměr v tahu R _{0,002} [N/mm ²]	355	405	455	505	555	605	655	705	755	805	855	905	955	1005	1055
Průměr v tahu R _{0,001} [N/mm ²]	355	405	455	505	555	605	655	705	755	805	855	905	955	1005	1055
Průměr v tahu R _{0,0005} [N/mm ²]	355	405	455	505	555	605	655	705	755	805	855	905	955	1005	1055
Průměr v tahu R _{0,0002} [N/mm ²]	355	405	455	505	555	605	655	705	755	805	855	905	955	1005	1055
Průměr v tahu R _{0,0001} [N/mm ²]	355	405	455	505	555	605	655	705	755	805	855	905	955	1005	1055
Průměr v tahu R _{0,00005} [N/mm ²]	355	405	455	505	555	605	655	705	755	805	855	905	955	1005	1055
Průměr v tahu R _{0,00002} [N/mm ²]	355	405	455	505	555	605	655	705	755	805	855	905	955	1005	1055
Průměr v tahu R _{0,00001} [N/mm ²]	355	405	455	505	555	605	655	705	755	805	855	905	955	1005	1055
Průměr v tahu R _{0,000005} [N/mm ²]	355	405	455	505	555	605	655	705	755	805	855	905	955	1005	1055
Průměr v tahu R _{0,000002} [N/mm ²]	355	405	455	505	555	605	655	705	755	805	855	905	955	1005	1055
Průměr v tahu R _{0,000001} [N/mm ²]	355	405	455	505	555	605	655	705	755	805	855	905	955	1005	1055

Obr. 6: Mechanické a fyzikální vlastnosti šroubů



Podívejte se na naše užitečné online kalkulatory a technickou sekci:



Obr. 7: Skupiny ocelí označené podle ISO a jejich popis, spojovací materiály z nerezové oceli

Podívejte se na naše užitečné online kalkulatory a technickou sekci:

Obr. 8: Předpětí a uťahovací moment podle definice ve VDI 2230

Metrický šroub	Metrický šroub		Metrický šroub		Metrický šroub		Metrický šroub		Metrický šroub		Metrický šroub		Metrický šroub		Metrický šroub	
	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48	M56	M64	M72	M80	M90	M100	M110
Uťahovací moment (Nm)	17	27	50	78	109	177	255	354	453	604	755	906	1057	1208	1359	1510
Předpětí (kN)	1,7	2,7	5,0	7,8	10,9	17,7	25,5	35,4	45,3	60,4	75,5	90,6	105,7	120,8	135,9	151,0

Obr. 8: Předpětí a uťahovací moment podle definice ve VDI 2230

Postup volby spojovacího materiálu je často opakovaným rozhodovacím procesem. Důležité je, aby byla rozhodnutí o montážní sestavě a volbě spojovacích prvků uvážena již ve fázi projektování a aby se neodkládala až na konec procesu, kdy by přizpůsobení se navrženému technologickému prostoru mohlo být problematické. Pro rozhodování na základě potřebných informací pomůže znalost eventuální situace výroby. Jedná se například o dostupné nástroje, omezení kapacity nebo kalibrační proces.

Utahovací tvary (drážky) u spojovacích prvků používaných například v elektrických přístrojích, jsou konstruovány tak, aby byly univerzální a vyhovovaly jak sériové výrobě, tak potřebám údržby. Typický příklad takového spojovacího materiálu je uveden na obrázku č. 9. Zde je zvolen takový utahovací tvar, který umožní povolení, či utažení spojovacího prvku i v situaci, kdy potřebné, standardní nástroje nemáme k dispozici. Jako jednoduchý a praktický nástroj zde můžeme použít třeba malou minci.

Základní pravidla pro spojovací materiál

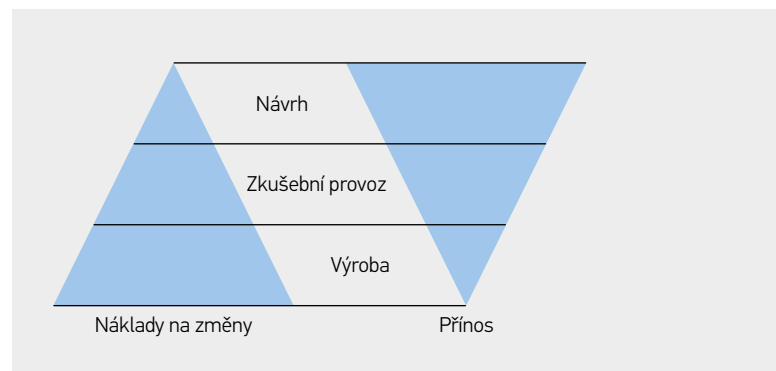
- Spojovací prvky by měly mít vždy stejnou nebo vyšší materiálovou kvalitu než spojované díly.
- Šroubové spoje nesmí nikdy představovat slabé místo konstrukce a musí si zachovat svou konstrukční integritu.
- Namontované spojovací prvky musí být vždy kontrolovatelné a vyměnitelné.

Spojovací materiály jsou primárně určeny k bezpečnému spojení dvou dílů a také k usnadnění případné údržby, aniž by bylo nutné provádět další složité postupy a operace. Nejlepší je „nezatěžovat“ jednoduché spojovací materiály dalšími funkcemi, jako je zvládání vysokého smykového zatížení, funkce lokátorů nebo otvorů na doplňování kapalin. Pro splnění těchto konkrétních potřeb byla vytvořena různá specializovaná řešení, která by měla být považována za samostatné komponenty nebo jednotky.



Fig. 9: Šroub s čokkovou hlavou "Freedriv" s přímou a křížovou drážkou Phillips typ H

Pokud dojde k zanedbání nebo přehlédnutí požadavků na spojovací materiál nebo pokud bychom těmto požadavkům ve fázi návrhu nevěnovali dostatečnou pozornost, mohlo by to vést k minimalizaci výhod a k požadavkům na nákladné změny, jakmile již nový výrobek bude ve výrobě nebo na trhu. To je patrné ze schématu nákladů a přínosů. Upřednostnění komplexních konstrukčních úvah včetně řešení upevnění od samého počátku může zabránit zbytečným následným úpravám a dlouhodobým výdajům.



Obr. 10: Čím dále se v procesu nacházíme, tím vyšší jsou náklady na změny a tím nižší jsou přínosy.

SPRÁVNÁ VOLBA SPOJOVACÍHO MATERIÁLU VE FÁZI PROJEKTOVÁNÍ

Dostupnost

Spojovací materiály se v průmyslu používají jako technické řešení již stovky let. Jedním z důležitých aspektů při procházení světa spojovacího materiálu, je dostupnost uvažovaných prvků, která může významně ovlivnit efektivitu nákladů i celkovou kvalitu výrobku.

V praxi se obecně doporučuje hledat nejprve spojovací materiály standardně používané v daném odvětví. Takový přístup přináší řadu výhod, mezi které patří, mimo jiné, dobře zdokumentované vlastnosti, dobrá dostupnost, více dodavatelů, příznivé dodací lhůty a zaměnitelnost. Samozřejmě vždy existují případy, kdy je lepší zvolit speciální díl. Z praxe a zkušenosti je však zřejmé, že používáním standardních dílů, které jsou obvykle tvářeny za studena, namísto speciálních dílů, které se často musí obrábět, lze omezit množství odpadu až o 70 %. Toto číslo navíc ani nezohledňuje dodatečné náklady na ochranu životního prostředí.

Dalším dobrým důvodem pro používání standardních spojovacích prvků, který je často opomíjen, je změnové řízení. V mnoha případech odpovědní techničtí pracovníci bagatelizují potřebu oznámení konstrukční změny pro spojovací prvky – je to podle nich příliš levný díl, aby bylo nutné realizovat nudné a nákladné změnové řízení.

Řešení problémů v oblasti pořizování spojovacího materiálu

S nakupováním spojovacího materiálu od nespolehlivého dodavatele mohou být spojeny různé problémy. Brát zde za hlavní argument pouze nízké pořizovací náklady, obvyklé u tohoto typu dodavatelů, může být velmi krátkozraké. Zatímco u jednorázových akvizic to může občas fungovat, pro opakované dodávky je třeba mít zajištěný stálý a spolehlivý zdroj.

Konstruktéři, kteří jsou odpovědní za design výrobku si musí být vědomi toho, že prvky, používané při výrobě prototypů, se mohou lišit od prvků, které se budou používat v sériové výrobě. Zpoždění při nakupování těchto komponentů mohou vést k nesrovnalostem a mohou znatelně zvyšovat výrobní náklady.

Klíčové odpovědnosti konstruktéra zahrnují návrh funkčně spolehlivého výrobku, který splňuje potřeby trhu. Je zde důležitá ideální korelace mezi návrhem řešení a kvalitou součástí. Pokud jsou součásti zvoleny správně a řešení není dobré, stále ještě existuje určitá šance na úspěch. Ale pokud je řešení dobré a součásti mají nekonzistentní kvalitu, šance na úspěch se mohou rapidně snížit. Neohrožujte dobré řešení použitím nekvalitních součástí. Zvláště u malých součástí (C díly), které nejsou drahé, jejichž hodnota je méně než 5 % celkových nákladů na výrobek, avšak jejichž funkční hodnota je mnohonásobně vyšší.

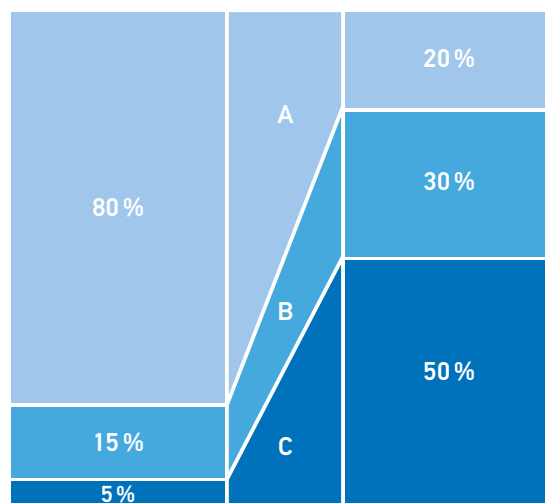
Dalším zásadním aspektem, který musí mít konstruktéři na mysli, je skutečnost, že prvek nebo řešení, které jsou dostupné v místě navrhování, nemusí být nutně dostupné také v místě sériové výroby. Je třeba vzít v úvahu přidané náklady, jež jsou nezbytné pro jejich zajištění.

Níže uvedené schéma „Obráběné a tvářené součásti“ znázorňuje náklady na spojovací materiály tvářené za studena ve srovnání se spojovacími materiály obrobenými. Konstruktérům se vyplatí věnovat čas k posouzení použití součástí tvářenými za studena a vyráběných hromadně na rozdíl od speciálních spojovacích materiálů obráběných strojně.

Součásti obráběné	Součásti tvářené
Malá objednáací množství	Min. objednáací množství 10 000 až 300 000
Ostré hrany	Vysoká rychlost výroby
Složitě tvary	Téměř žádný odpad
Žádné křížové drážky	Žádné ostré hrany
20 – 70 % odpadu	Méně složité tvary

Schéma na obrázku 11 přesně znázorňuje náklady na pořízení výrobku a je platné téměř pro všechna odvětví. Analýza ABC provedená na straně nákupu ukazuje, že 5 % nákladů připadá na C-díly, zatímco nákupní činnosti představují až 50 % nákladů. Pokud těchto 5 % převedeme na výpočet celkových nákladů na vlastnictví (TCO) celého procesu výroby C-dílů, vyjde nám z toho, že 15 % nákladů připadá na cenu samotného spojovacího materiálu, zatímco 85 % celkových nákladů zahrnuje všechny ostatní činnosti, mezi které patří vývoj, nákup, testování, skladování, montáž či logistika.

Konstruktéři tyto aspekty někdy nepovažují za svou hlavní odpovědnost. Poskytování jasných popisů spojovacích materiálů a dodržování průmyslových norem však může celý proces výrazně zdokonalit a ušetřit náklady. Tento přístup také umožňuje lépe řídit dostupnost spojovacího materiálu a zvyšuje efektivitu výrobních procesů.



Obr. 11: A-díly: vysoká hodnota, malé množství, nízké pořizovací náklady; C-díly: nízká hodnota, velké množství, vysoké pořizovací náklady

SPRÁVNÁ VOLBA SPOJOVACÍHO MATERIÁLU VE FÁZI PROJEKTOVÁNÍ

Rozhodnutí

Po výběru spojovacího materiálu pro danou aplikaci, s ohledem na pravidla upevňování, náklady a dostupnost, a před uvedením výrobku na trh je výrobek obvykle podroben rozsáhlému testování, které slouží k ověření správnosti zvoleného výběru a na jeho základě se učiní konečné rozhodnutí.

Spolehlivý, nezávislý a normám vyhovující proces zajištění kvality tvoří základ správného výběru spojovacího materiálu a zajišťuje dlouhodobě vysokou kvalitu výrobku. Pokrok v oblasti softwaru a zvyšování výpočetního výkonu celý proces testování zefektivňuje. Kvůli tlaku na rychlé uvádění výrobků na trh však někdy postupy testování nejsou prováděny náležitým způsobem.

Výběr vhodných testů

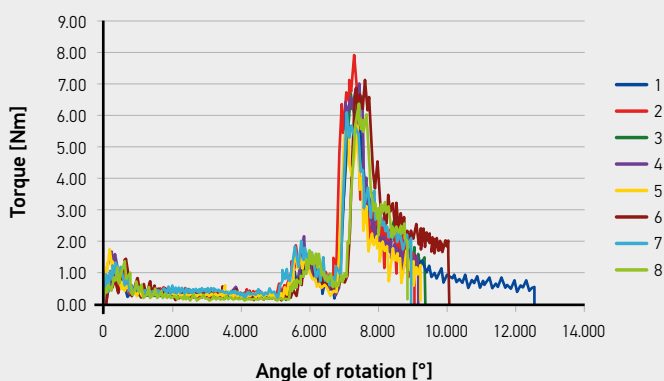
Některé spojovací materiály vyžadují testování, aby bylo možné stanovit optimální montážní parametry. To platí například pro závitotvářecí šrouby. Jelikož různé materiály, typy šroubů, hloubky zašroubování, geometrie otvorů a další parametry neposkytují univerzální informace o utahovacím momentu, je pro zajištění spolehlivosti šroubovaných spojů nezbytné provádět analýzu utahovacího momentu.



Obr. 12: Zkušebna



Obr. 14: Analýza utahovacího momentu



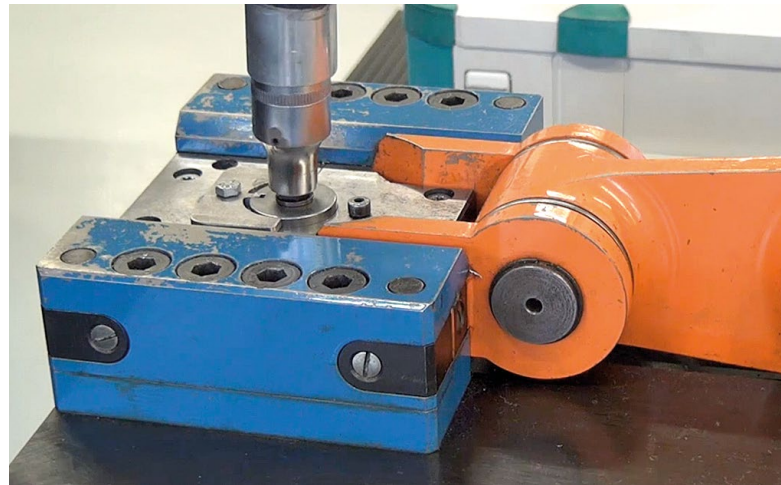
Obr. 13: Technicky optimální křivky utahovacího momentu/úhlu zašroubování

Jednu z možných simulačních zkoušek u sestavy lze provést na stroji Junker. Ten umožňuje během pouhých 30 sekund porovnat různé spojovací materiály a jejich schopnost udržet předpětí za extrémních podmínek. Zkouška se provádí pomocí příčné dynamické zátěže. Výsledky poskytnou konstruktérovi informace o bezpečnosti konstrukce daného spoje a také o tom, jak účinné jsou jím vybrané spojovací materiály při reálném použití.

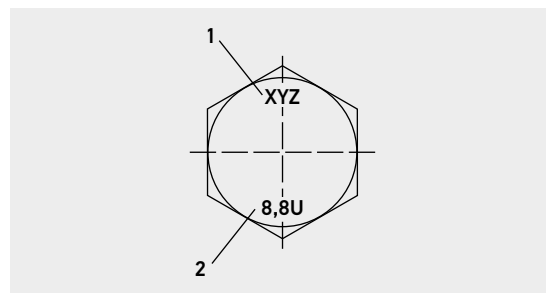
Pro konstruktéry dnes bývá značně obtížné stanovení životnosti výrobku v souvislosti s protikorozi ochranou. Při tomto rozhodnutí je třeba posoudit, jak dlouho může montážní celek fungovat, než dojde ke korozi a následným poruchám. Nerezová ocel sice představuje přímočaré řešení, ale v dnešní ekonomické situaci je její použití často považováno za příliš nákladné. Nalezení ideálního řešení pro uhlíkovou ocel s ohledem na odolnost vůči korozi je náročné a u vysokopevnostních uhlíkových ocelí je před nanesením korozivzdorného povlaku vždy nutné pečlivě zvážit, zda zde nehrozí riziko defektu díky potenciální vodíkové křehkosti.

Dalším souvisejícím problémem je např. řešení poddimenzování či předdimenzování rozměrů u šroubů, resp. matic, pro následné nanášení žárového zinku.

Cenný zdroj informací pro identifikaci slabých stránek výrobků a pro jejich zlepšování představuje zpětná vazba od zákazníků.

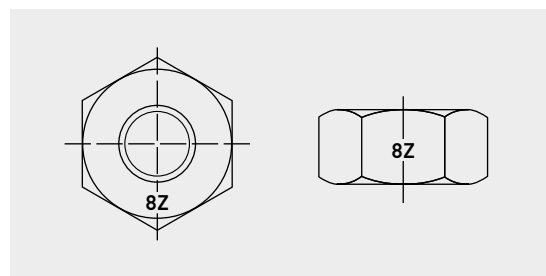


Obr. 15: Stroj Junker



Obr. 16: Příklad označení žárově pozinkovaných šroubů s předem poddimenzovanými rozměry závitů na třídu tolerance 6AZ před nanesením povlaku.

- 1) Identifikační značka výrobce
- 2) Třída pevnosti a dodatečné značení



Obr. 17: Příklad značení použitého na žárově pozinkovaných maticích se závity předdimenzovanými na třídu tolerance 6AZ po nanesení povlaku.

SPRÁVNÁ VOLBA SPOJOVACÍHO MATERIÁLU VE FÁZI PROJEKTOVÁNÍ

Shrnutí

Aby byla volba spojovacího materiálu provedena správně, neměl by být proces aplikace a výběru spojovacích prvků v seznamu priorit odsunut na samý konec tvorby projektu. Optimální design a způsob montáže spojovacích prvků je zapotřebí pečlivě zvážit již v rané fázi, aby se maximalizovaly šance na navržení nejideálnějšího řešení ještě před dokončením projektu a zahájením sériové výroby.

Rozhodování o výběru nejvhodnějšího spojovacího materiálu pro danou aplikaci nemusí být tak jednoduché, jak bychom si mohli myslet. Je to velice sofistikovaný proces. Když hovoříme o tzv. C-dílech, mezi které řadíme i spojovací prvky, mohli bychom předpokládat, že klíčovým rozhodovacím faktorem bude jejich cena. Pokud bychom se ale zaměřili výhradně na cenu jednotlivých spojovacích prvků, ignorovali bychom do značné míry procesní náklady spojené s jejich nákupem, skladováním, montáží apod. Je třeba vzít v úvahu výrazný dopad, jaký má správný výběr spojovacích materiálů na dlouhodobou kvalitu výrobku, efektivitu montáže a s tím související úsporu nákladů. Dodržování jasných cílů a stanovení ideálních kritérií a charakteristik pro spojovací materiál nám pomůže definovat jasná pravidla pro rychlejší rozhodování, týkající se konstrukce výrobků a v konečném důsledku může vést ke značnému zkrácení doby pro uvedení na trh.

Navržení takového konstrukčního řešení, které umožňuje použití standardních spojovacích prvků, zvyšuje jejich dostupnost a zaměnitelnost a přispívá k dlouhodobé optimalizaci výrobních nákladů. Pokud je třeba použít nestandardní, speciálně vyráběné díly, je vhodné zvolit

takového dodavatele spojovacího materiálu, který vám pomůže nejen s designem vlastního spojovacího prvku, ale také se zajištěním prototypů a testováním, aby byla u finálního výrobku zajištěna maximální úroveň funkčnosti a kvality.

Moudra týkající se spojovacích materiálů

1. Neexistují žádné levné ani drahé spojovací materiály či povrchové úpravy
2. Existují pouze konstrukčně a nákladově efektivní návrhy, řešení a metody
3. Nejlevnější spojovací materiál se může stát vaším nejdražším!

Informace o technických službách společnosti Bossard

Společnost Bossard poskytuje konstruktérům řadu technických služeb a podporu. Svým zákazníkům při projektování výrobků pomáháme přijímat ideální rozhodnutí týkající se volby spojovacích materiálů, např.:

- Určit optimální upevňovací technologii.
- Definovat strategii upevnění pro danou aplikaci a urychlit tak proces projektování.
- Vybrat nebo navrhnout a ověřit konkrétní spojovací materiály a upevňovací spoje, aby byla zajištěna nejvyšší kvalita a bezpečnost dané aplikace.
- Omezit ve výrobku množství spojovacích prvků a optimalizovat tak jeho výrobní náklady.

Nástroje společnosti Bossard

Podívejte se na naše užitečné online kalkulatory a technickou sekci:



- Kalkulátor momentu a předpětí
- Únosnost závitů
- Kalkulátor úspor nákladů
- Různé druhy převodníků

V neposlední řadě lze všechny kalkulatory stáhnout do Vašeho chytrého telefonu.



Pokud budete potřebovat další podporu při výběru spojovacích materiálů nebo během procesu navrhování konstrukce, podívejte se na naši stránku s kontakty na adrese www.bossard.com a poraďte se s nejbližším zástupcem zákaznického servisu společnosti Bossard.