

Přímá montáž do kovu s použitím závitotvářecích šroubů

podle DIN 7500

Na co je třeba dbát při dimenzování a konstruování?

- Šrouby podle DIN 7500 (trilobulární průřez) tvářejí beztržskově kalibrováný, metrický vnitřní závit.
- Šrouby jsou zušlechťovány po cementování na pevnost v tahu cca 800 N/mm².
- Tváření závitu je možné v tvářitelných kovech jako ocel, nezelezná a lehké kovy do ca 140 až 160 HV.
- Pro křehké kovy jako šedá litina není tváření závitu vhodné.
- Šrouby z nerezové ocele Inox A2 lze bezpečně použít pouze do lehkých kovů.
- Nejsou nutné žádné další zajišťovací prvky jako např. pojistné pružné podložky. Odolnost proti vibracím je zaručena třením v závitech.
- Mohou být znovu použity 10–20 krát.

Poznámka

Předpokladem bezpečného šroubového spoje je funkční provedení konstrukčních částí a volba správného spojovacího prvku. Mechanické a funkční vlastnosti závitotvářecích šroubů dle normy DIN 7500 a ISO 7085.

- U tenkých plechů zlepší protlačované otvory mechanické vlastnosti šroubového spoje.
- U otvorů vyřezaných laserem se doporučuje provést zkoušky zašroubování (plochy řezu mohou být příliš tvrdé).
- Zkoušky je třeba provést i u kritických aplikací. Pokud možno co nejdříve ve stádiu vývoje výrobku kontaktujte naše technické oddělení.
- Pro správnou funkci závitotvářecích šroubů by mělo být použito vhodné mazivo. Pro tento účel se používá mazivo integrované již v povrchové úpravě či samostatné mazivo.
- U závitotvářecích šroubů s galvanickými povlaky existuje riziko vodíkové křehkosti. Ke snížení tohoto rizika musí být takové zpracování provedeno podle ISO 4042. Vysoce pevnostní šrouby s třídou pevnosti 8.8 a vyšší nesmí být nahrazeny cementačně kalenými závitotvářecími šrouby bez příslušných zkoušek.

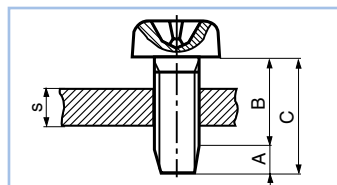
A = kuželový konec šroubu, max. 4 P

B = využitelná délka závitu

C = celková délka, tolerance js 16

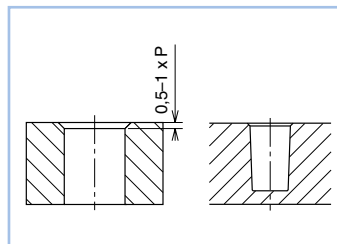
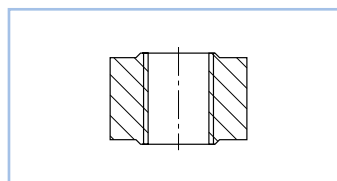
s = tloušťka materiálu

Při určování délky šroubu je třeba zohlednit délku ne plně nosného, kuželového konce šroubu.

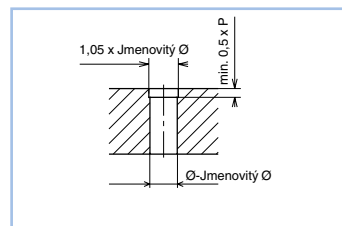


Provedení otvorů

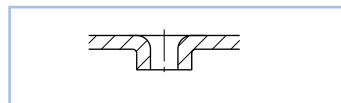
Přemístěním materiálu při tváření závitu vzniká na hraně otvoru malý výstupek. To může vadit při smontování hladkých a rovných dílů. Je proto doporučeno 90° sražení hran otvorů do hloubky 0,5 až 1x stoupání závitu P nebo zhotovení válcového zahloubení.



Vhodným osazením otvoru ze strany montáže šroubu může být dosaženo konstantní délky zašroubování jednotlivých spojovacích dílů. Za předpokladu, že rozměr šroubu a materiál zůstává je neměnný, šroubovací moment bude vždy stejný.



Prolis v tenkém plechu zlepšuje nosnost spoje.



» Podrobnější informace si můžete vyžádat na technickém oddělení fy. Bossard.

Doporučené hodnoty pro otvory v oceli

Technické údaje		Jmenovitý průměr závitu							
		M2	M2,5	M3	M3,5	M4	M5	M6	M8
Rozteč závitu P	[mm]	0,4	0,45	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,25
max. utahovací moment	[Nm]	Přibližně 80% minimálního kroučícího momentu							
min. kroučící moment ¹⁾	[Nm]	0,4	1	1,8	2,8	4,1	8,7	15	37
min. síla v tahu ¹⁾	[kN]	1,65	2,7	4	5,4	7	11,4	16	29
tloušťka materiálu s	[mm]	pro závit d – H11 pro ocel, HB max. 135; vyvrtáno nebo vyraženo							
2 a menší		1,8	2,25	2,7	3,2	3,6	4,5	5,4	–
4		1,85	2,3	2,75	3,2	3,65	4,55	5,5	7,3
6		–	2,35	2,75	3,2	3,7	4,6	5,5	7,4
8		–	–	–	–	3,7	4,65	5,55	7,4
10 a větší		–	–	–	–	–	4,65	5,6	7,5

¹⁾ Krouticí moment svorníků a šroubů dle ISO 898, část 7:

Krouticí moment je určován upevněním ve zkušebním přípravku podle ISO 898, část 7. Šrouby musí být výhradně zkoušeny na krut, kdy by mělo být dosaženo minimálního krouticího momentu podle ISO 898, část 7

Otvory pro závit v odlitcích

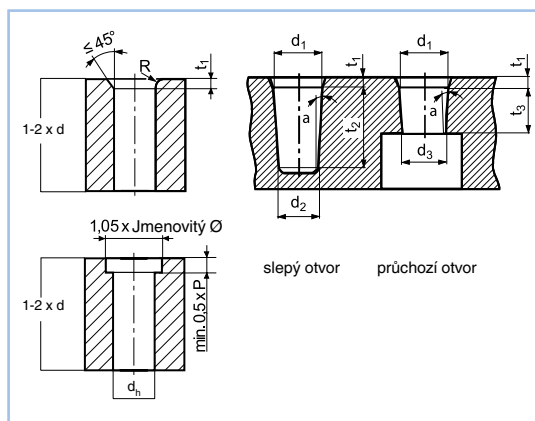
Všechna doporučení je vždy třeba zkontrolovat montážními pokusy v podmínkách co nejvíce odpovídající praxi.

Obecně

t₁ [mm]: zahloubení usnadňují vystředění šroubu,
zabraňují vydutí materiálu a jsou šitá na míru běžným,

t₂ [mm]: nosná část otvoru pro závit, úhel úkosu α max. 1°

t_3 [mm]: délka zašroubování, úhel úkosu α max. 1°



Doporučené hodnoty geometrie otvoru v hliníkové a zinkové slitině

Rozměry mm	Závit							
	M2	M2,5	M3	M3,5	M4	M5	M6	M8
d _H H11	1,81	2,3	2,75	3,25	3,65	4,65	5,5	7,5
d ₁	min. 1,85	2,33	2,84	3,31	3,74	4,72	5,66	7,61
	max. 1,91	2,39	2,90	3,39	3,82	4,80	5,74	7,69
d ₂	min. 1,75	2,22	2,70	3,13	3,56	4,50	5,40	7,27
	max. 1,81	2,28	2,76	3,21	3,64	4,58	5,48	7,35
d ₃	min. 1,80	2,28	2,75	3,22	3,65	4,61	5,5	7,44
	max. 1,86	2,34	2,83	3,30	3,73	4,69	5,61	7,52
t ₁	variabilní, minimálně 1 x rozeč z závitu P							
t ₂	4	5	6	7	8	10	12	16
t ₃	2	2,5	3	3,5	4	5	6	8

Na co je třeba dávat pozor při montáži?

- Bezpečné a hospodárné spoje lze vytvořit pouze utahovací nástroje s řízeným momentem a/nebo úhlem otáčení.
- **Rozsah otáček při utahování by měl být v rozmezí 300 až 1000 ot/min.** Lze použít utahovací nástroje s elektrickým i pneumatickým pohonem.
- Při pokusech s montážními díly by měla být zkontrolována přesnost opakování šroubování, aby bylo možno zohlednit případné dosud nepodchycené vlivy.

– Chcete-li montovat pomocí šroubovacích automatů, spojte se s námi co nejdříve, abychom Vám mohli správně nadefinovat a nechat vyrobit šrouby v potřebné automatové kvalitě.

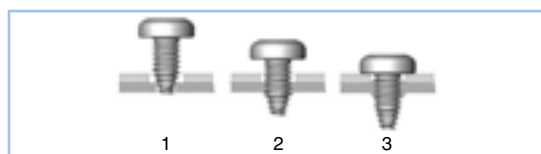
► Výpočet momentů
Strana F.072

SHEETracs® – Závitotvářecí šrouby s čočkovou přírubovou hlavou

Doporučené průměry otvorů ¹⁾

SHEETracs®	Velký-Ø d ₁ [mm]	Tloušťka plechu s [mm]	Ø otvoru d _v (tolerance + 0,1) [mm]	Utahovací moment M _A [Nm]
30	3	0,5–0,63	2	1
		0,63–0,88	2,1	1,2
35	3,5	0,63–0,88	2,2	1,3
		0,88–1	2,4	1,5
		1–1,25	2,6	1,5
40	4	0,63–0,88	2,6	2
		0,88–1	2,8	2,5
		1–1,25	3	2,5
50	5	0,63–0,75	3,8	2,5
		0,75–0,88	4,1	3
		0,88–1	4,2	3,5
		1–1,25	4,3	3,5
		1,25–1,5	4,4	4
60	6	0,88–1	4,8	4
		1–1,25	4,9	5
		1,25–1,5	5,1	6

¹⁾ Doporučení platí pro plechy/spoje za studena válcovaných plechů z měkké ocele dle DIN EN 10130 (DC 01–DC 04)



Fáze

- 1 Umístění
- 2 Tváření závitu
- 3 Utažení

Přímá montáž do nerezových ocelí se závitotvářecími šrouby

podle DIN 7500

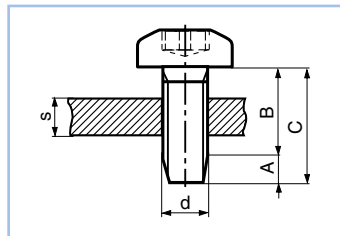
Na co je třeba dbát v procesu navrhování a konstrukce?

- Šrouby ecosyn®-IMX Bossard zjednoduší vaše výrobní procesy, zvýší bezpečnost spoje a vykazují osvědčenou antikorozi odolnost.
- Díky martenzitické ušlechtilé nerezové oceli, použité při výrobě šroubů, lze šrouby ecosyn®-IMX zašroubovat i do korozivzdor-

ných druhů oceli jako například 1.4301 / AISI 304. Šrouby podle DIN 7500 (trilobulární průřez) tvářejí beztržiskově metrický vnitřní závit.

Návrh pilotních otvorů

Pamatujte vždy na to, že průměr pilotního otvoru závisí na tvrdosti a tloušťce materiálu a na způsobu zhotovení otvoru. Závitotvářecí šrouby mají na čele naváděcí závit. Ty usnadňují navedení šroubu do otvoru a zahajují tváření závitů v materiálu. Tato ne zcela nosná oblast A činí $4 \times P$ (P = rozteč závitů).



A = kuželový konec šroubu, max. $4 P$

B = využitelná délka závitů

C = celková délka

d = průměr otvoru (H11)

s = tloušťka materiálu

Referenční hodnoty pro otvory v nerezových ocelích

Lisovací procesy mohou zpevnit okrajovou vrstvu pilotního otvoru. Pro zaručení procesně bezpečného použití jsou montážní zkoušky bezpodmínečně nutné.

Tloušťka materiálu s [mm]	Průměr otvoru d (H11)			
	M2,5	M3	M4	M5
1	2,25	–	–	–
2	2,3	2,75	–	–
3	2,35	2,8	3,7	4,6
4	–	2,85	3,75	4,65
5	–	–	3,8	4,7
6	–	–	–	4,75

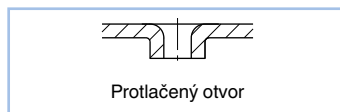
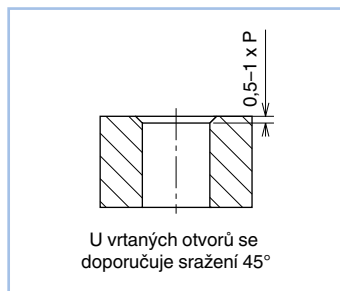
Referenční hodnoty jsou založeny na laboratorních testech a pro příslušné použití se musí odzkoušet a schválit. V případě zvláštních podmínek v praxi mohou být nutné další úpravy!

Všechna doporučení musí být vždy ověřena praktickými montážními zkouškami.

Zhotovení otvorů

- Prostřihováním
 - Řezání laserem
 - Vrtáním (doporučené sražení $0,5 - 1,0 \times P$)
 - Protlačováním otvorů do plechu ~DIN 7952-1
- Zvětšení délky pro montáž do tenkých plechů. Není nutné sražení.

Chybějící sražení může způsobit vytlačení materiálu směrem k upínané součásti a vytváření nerovných povrchů a mezer.



Poznámka

Funkčně správná konstrukce dílů a volba typu upevňovacího prvku jsou základními požadavky pro bezpečný šroubový spoj. Šrouby ecosyn®-IMX z martenzitické kalené ušlechtilé nerezové ocele jsou určeny zejména pro přímou montáž do nerezových tenkých plechů (INOX A2 atd.). Šrouby lze šroubovat do všech

plasticky tvarovatelných materiálů s rozsahem tvrdosti od 135 HV do 250 HV. Při použití v agresivním prostředí a v určitých materiálových kombinacích je možná korozí od napětí!

Referenční hodnoty pro montáž**Pevnost v krutu**

Moment při tváření závitu musí být vždy menší než minimální krouticí moment.

Pro montáž doporučujeme motorický utahovací nástroj se spolehlivou vypínací funkcí. Doporučený montážní počet otáček odpovídá hodnotě 400 ot./min. Určení utahovacího momentu se provádí v praktickém případě použití.

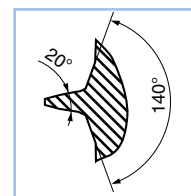
Jmenovitý průměr	Minimální krouticí moment [Nm]
M2,5	1,2
M3	2,1
M4	4,5
M5	9,4

Přímé šroubování do termoplastů použitím šroubů Delta PT®

Šrouby Delta PT® mají všechny známé vlastnosti šroubů PT®.

Šrouby Delta PT® mají navíc následující výhody:

- Nová geometrie boku závitu s hlavním bočním úhlem 20° usnadňuje přetváření plastu
- Při stejném jmenovitém $\varnothing d_1$ až o 50 % vyšší pevnost v tahu a v krutu díky zvětšenému průřezu jádra
- Zvýšená odolnost proti vibracím díky menšímu stoupání závitu
- Podstatně vyšší životnost spoje
- Menší tolerance $\varnothing$
- Robustní spojovací prvek, který může přenést větší síly předpětí
- Program DELTACALC® pro výpočet šroubů Delta PT® umožňuje konstruování orientované na sílu předpětí (~ VDI 2230).

**DELTA PT****Nákladově příznivější spojení**

Z následujícího příkladu je zřejmé, že pro stejnou hloubku zašroubování o nosném průřezu závitu A_{FL} , je díky menší rozteči závitu P možné navrhovat spoje s kratší délkou zašroubování t_e . Potřebná hloubka zašroubování Delta PT® šroubů může být vypočtena z daných hodnot nosného průřezu závitu.

Z porovnání šroubu Delta PT® a šroubu PT® vyplývá: **Použití Delta PT® šroubů umožňuje aplikaci hospodárnějších, kratších šroubů.**

	A_{FL} [mm ²]	P [mm]	d [mm]	t_e [mm]
PT® K 50	35	2,24	4	13,24
Delta PT® 50	35	1,8	4	10,42
Delta PT® 40	35	1,46	3,2	11,75

$$A_{FL} = (d_1^2 - d^2) \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \frac{t_e}{P}$$

Doporučení pro konstrukci

- Uvedená doporučení jsou dostatečná pro jednoduché šroubové spoje.
- V případě šroubových spojů s dodatečnými s provozními silami Vám s dimenzováním rádi pomůžeme, mj. také za podpory programu DELTACALC®
- Při spojování plastových dílů volte raději větší průměr hlavy (BN20040). Tření pod takovou hlavou zvyšuje bezpečnost při montáži, nižší plošný tlak má pak za následek nižší relaxaci materiálu, tudíž i větší zbytkovou sílu sevření.
- U spojovaných plastových dílů se vyvarujte použití šroubů se zápusťnou hlavou. Úhel 90° vyvolává nejen radiální, ale také axiální relaxaci, což při malé vzdálenosti od okraje způsobuje velké ztráty předpětí a může vést až k prasknutí spojované části.
- U spojovaných plastových dílů se vyvarujte podélným (oválným) otvorům. Pro nedostatečné dosednutí hlavy může být moment tváření závitu větší než třecí moment hlavy, což může znesnadnit bezpečnou montáž.
- Střížné síly by měly být zachyceny tvarovým stykem dílů.
- Pamatujte na odlehčovací otvor d_e (zabráňte trhlínkám v důsledku prnutí).

Tvar otvoru pro šrouby Delta PT®

Kritériem pro optimální $\varnothing$ otvoru d je maximální dosažitelná síla předpětí při překroucení. Není závislá ani na materiálu tubusu a délce zašroubování t_e , především na rozteči závitu P a jmenovitém $\varnothing$ závitu d_1 šroubu. Stanovení rozměrů je platné pro všechny běžné plasty s modulem pružnosti $E = 15000 \text{ N/mm}^2$ ($\varnothing$ otvoru d pro speciální plasty na vyžádání):

$$d = 0,8 \cdot d_1$$

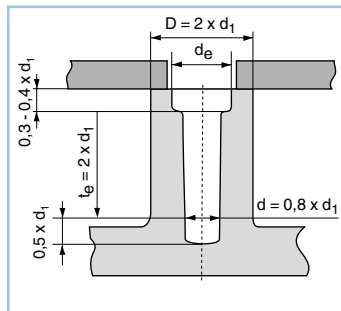
$$d_e = d_1 + 0,2 \text{ mm}$$

Odlehčovací otvor d_e je velmi důležitý, protože umožňuje příznivé rozložení okrajového prnutí a tím zabráňuje prasknutí tubusu zejména u plastů citlivých na prnutí, jako je např. polykarbonát. Zaručuje také rovné dosednutí upevňovaného dílu a vyrovnává vypouknutí plastu při tváření prvního stoupání závitu.

Při optimalizaci spoje by neměl být překročen $\varnothing$ otvoru $d = 0,88 \times d_1$.

V praxi může dojít k odchylkám od uvedených doporučení z následujících důvodů:

- podmínky při zpracování plastového materiálu
- provedení formy vstříkolisu
- poloha bodu vstříku
- tvorba švů
- místní textury, např. vlivem přísad a plniv jako barevných pigmentů a vláken
- možná rozdílná úprava plastů podle jednotlivých výrobců



- D vnější $\varnothing$
- d $\varnothing$ otvoru
- t_e délka zašroubování
- d_e $\varnothing$ zapuštění
- d_1 jmenovitý $\varnothing$ závitu šroubu

! Poznámka

Doporučujeme provedení zkušební zašroubování s prvními dostupnými díly.

Pro další informace se obraťte na Bossard Engineering.

Výpočet šroubového spoje

Předběžný návrh šroubového spoje v termoplastech lze simulovat pomocí výpočtového programu DELTACALC®, který umožňuje návrh spoje ve vztahu k předpětí na základě VDI 2230. Možnosti programu sahají od návrhu únosnosti až po životnost spoje.

Pokud jsou známy provozní síly, jsou pro technickou pomoc důležité údaje v kontrolním listu.

Pro získání informací ohledně výpočtů DELTACALC®, kontaktujte Vaši kontaktní osobu Bossard (bossard@bossard.com).



Pevnost v tahu

Provedení PT 10

(ocel, kaleno a popuštěno, analogová pevnost v tahu 10.9)

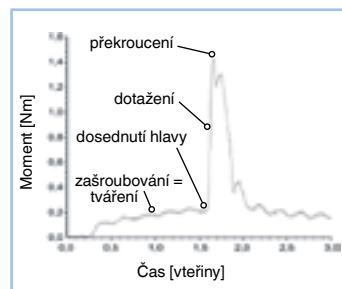
Jmenovitý rozměr Delta PT®	Jmenovitý Ø (d1) [mm]	Min. zatížení v tahu [kN]
20	2	1,6
22	2,2	1,9
25	2,5	2,7
30	3	3,8
35	3,5	5,2
40	4	6,8
45	4,5	8,6
50	5	10
60	6	15
70	7	21
80	8	28
100	10	44

Na co je třeba dbát při montáži?

- Bezpečné a hospodárné spoje lze vytvořit pouze šroubovacími nástroji s řízeným utahovacím momentem a/nebo úhlem otočení. Teplo, potřebné pro tvorbu závitu v plastu, vzniká třením při šroubování.
- **Otáčky utahovacího nástroje by měly být v rozmezí od 300 do 800 ot/min.**
- Lze použít šroubovací nástroje s elektrickým i pneumatickým pohonem.
- Při zkouškách s montážními díly by měly být opakovaným šroubováním zkontrolovány vypočítané hodnoty, aby bylo možno zohlednit případné dosud nepodchycené vlivy.
- Při požadavku na montáž pomocí šroubovacích automatů nás co nejdříve kontaktujte, abychom mohli vaše šrouby definovat a nechat vyrobit v potřebné automatové kvalitě (je třeba vzít v úvahu dodací lhůty). Automatická montáž «šroubů ze skladových zásob» nebývá zpravidla hospodárná.

Výpočet momentu

K zajištění optimální bezpečnosti během montáže musí být rozdíl mezi momentem zašroubování (M_e) a momentem překroucení (M_u) co největší. Reálné parametry sešroubování lze zjistit pomocí originálních konstrukčních dílů v «technologické laboratoři» u fy. Bossard. Optimální montážní utahovací moment M_A , který je třeba nastavit na utahováku, se určuje na základě specifických požadavků zákazníka. Výsledky aplikačních zkoušek jsou poté zdokumentovány ve formě «technické zprávy».



«Check list» pro návrh šroubového spoje

i Poznámka

Doporučené hodnoty Bossard musí být potvrzeny praktickými zkouškami s díly, které jsou určeny pro hromadnou výrobu.

Parametry šroubu

šroub
 odkaz na normu
 tvar hlavy
 Ø hlavy [mm]
 jmenovitý Ø závitu [mm]
 délka [mm]

Parametry montážního dílu

specifikace materiálu
 obchodní název
 tloušťka montážního dílu [mm]
 Ø otvoru [mm]

Parametry tubusu

specifikace materiálu
 obchodní název
 Ø otvoru pro šroub [mm]
 vnější Ø tubusu [mm]
 délka zašroubování [mm]
 Ø reliéfu okraje [mm]
 výška reliéfu okraje [mm]

Parametry montáže

požadovaný utahovací moment [Nm]
 předpětí/svěrná síla [kN]
 provozní zatížení (axiální) [N]
 podmínka dynamického zatížení [ano/ne]
 podmínka statického zatížení [ano/ne]
 provozní teplota [°C]
 výška reliéfu okraje [mm]
 perioda obsluhy [h]

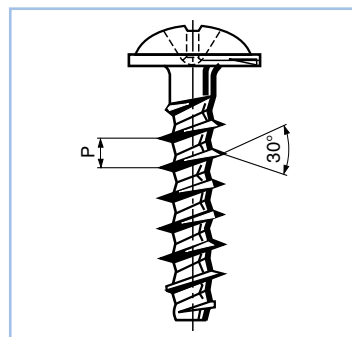
» Detail tubusu
Strana F.076

Přímé zašroubování do termoplastů pomocí šroubů PT®/ecosyn®-plast



Výhody šroubů PT®/ecosyn®-plast

- nízký moment zašroubování, vysoký moment překroučení
- vysoká bezpečnost montáže a spoje
- vynikající odolnost proti vibracím
- malé nebezpečí trhlinek způsobených pnutím
- žádné sesedání spoje v důsledku nadměrné relaxace plastu
- hospodárný spojovací prvek pro přímé šroubování do termoplastů



Šroub PT®/ecosyn®-plast je schopen při přímé montáži do termoplastů vytvořit velmi bezpečné a vysoce pevnostní šroubové spoje.

Doporučení pro konstrukci

- Volba většího průměru hlavy (BN 13578). Tření pod hlavou zvyšuje bezpečnost při montáži. Větší hlava rovněž snižuje plošný tlak, což má za následek minimalizaci relaxaci spoje a tím zvyšuje zbytkovou sílu sevření.
- Nepoužívejte šrouby se zápusťnou hlavou. Úhel 90° má za následek nejen axiální, nýbrž také ještě radiální relaxaci, což při malé vzdálenosti od okraje vyvolává velké ztráty síly předpětí.
- U spojovaných plastových dílů se vyvarujte podélným (oválným) otvorům. Pro nedostatečné doléhání hlavy může být moment zašroubování větší než třecí moment pod hlavou. Takový spoj není bezpečný.
- Střížné síly by měly být zachyceny tvarovým stykem dílů.
- Otvor v plastovém dílu má mít odlehčovací otvor (kvůli trhlinkám v důsledku pnutí).

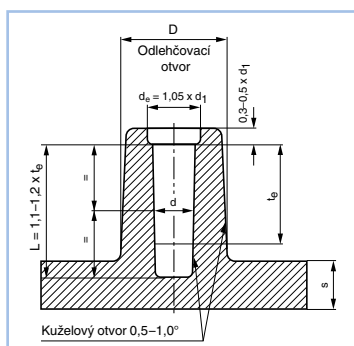
Provedení otvoru pro šrouby PT®/ecosyn®-plast

Pro optimální návrh konstrukce s vysokou životností je nutné navržení otvoru s přihlédnutím na druh použitého materiálu plastového dílce. Údaje ve vedlejší tabulce jsou založeny na laboratorních zkouškách s modelovými tělesy. Praxe si může vyžádat změny. Doporučujeme provést montážní zkoušky použitím prototypů.

Materiál	Ø otvoru d	vnější Ø D	délka zašroubování t _s
směs ABS/PC	0,80 x d _i	2,00 x d _i	2,00 x d _i
ASA	0,78 x d _i	2,00 x d _i	2,00 x d _i
PA 4.6	0,73 x d _i	1,85 x d _i	1,80 x d _i
PA 4.6 - GF 30	0,78 x d _i	1,85 x d _i	1,80 x d _i
PA 6	0,75 x d _i	1,85 x d _i	1,70 x d _i
PA 6 - GF 30	0,80 x d _i	2,00 x d _i	1,90 x d _i
PA 6.6	0,75 x d _i	1,85 x d _i	1,70 x d _i
PA 6.6 - GF 30	0,82 x d _i	2,00 x d _i	1,80 x d _i
PBT	0,75 x d _i	1,85 x d _i	1,70 x d _i
PBT - GF 30	0,80 x d _i	1,80 x d _i	1,70 x d _i
PC	0,85 x d _i	2,50 x d _i	2,20 x d _i ¹⁾
PC - GF 30	0,85 x d _i	2,20 x d _i	2,00 x d _i ¹⁾
PE (měkký)	0,70 x d _i	2,00 x d _i	2,00 x d _i
PE (tvrdý)	0,75 x d _i	1,80 x d _i	1,80 x d _i
PET	0,75 x d _i	1,85 x d _i	1,70 x d _i
PET - GF 30	0,80 x d _i	1,80 x d _i	1,70 x d _i
PMMA	0,85 x d _i	2,00 x d _i	2,00 x d _i
POM	0,75 x d _i	1,95 x d _i	2,00 x d _i
PP	0,70 x d _i	2,00 x d _i	2,00 x d _i
PP - TV 20	0,72 x d _i	2,00 x d _i	2,00 x d _i
PPO	0,85 x d _i	2,50 x d _i	2,20 x d _i ¹⁾
PS	0,80 x d _i	2,00 x d _i	2,00 x d _i
PVC (tvrdý)	0,80 x d _i	2,00 x d _i	2,00 x d _i
SAN	0,77 x d _i	2,00 x d _i	1,90 x d _i

d_i = jmenovitý Ø závitů

¹⁾ Jelikož se jedná o materiály podléhající korozi od napětí, měly provedeny zkoušky doporučené výrobcem materiálu. Odlehčovací otvor zajišťuje příznivé rozložení okrajového pnutí.

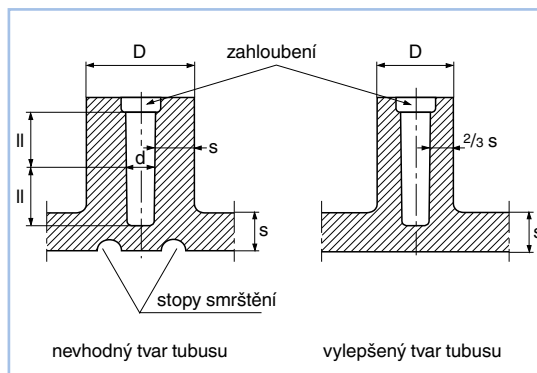


Změny tvaru

Pokud při uvedeném tvaru tubusu dochází ke stažením, vtažením nebo prodlouženým vstřikovacím cyklům, lze tvar změnit následovně:

- zmenšení vnějšího průměru D tubusu
- zvětšení průměru otvoru d
- zvětšení hloubky otvoru pro závit a tím i zvětšení hloubky zašroubování šroubu, aby se vyrovnala ztráta odolnosti proti vytržení.

Zvolte otvory pro závit o dostatečné hloubce, aby se použité šrouby nikdy nedotkly dna otvoru.



Pevnost v tahu šroubů PT® šrouby

Ocel, kalená a popuštěná, pevnost blízká 10.9

Jmenovitý rozměr PT®	Jmenovitý Ø d _i [mm]	Min. pevnost v tahu [kN]
K18	1,8	1,1
K20	2	1,3
K22	2,2	1,6
K25	2,5	2
K30	3	2,7
K35	3,5	3,6
K40	4	4,6
K50	5	7
K60	6	9,8
K70	7	13
K80	8	16
K100	10	25

» Na co je třeba myslet při montáži?
Strana F.077

» Výpočet momentů
Strana F.077

Spojování plechů

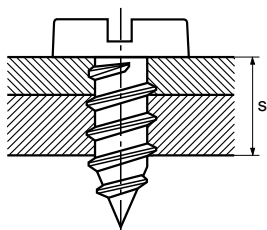
podle DIN 7975

Informace uvedené níže prezentují obecná doporučení pro používání šroubů do plechu. Níže jsou uvedeny příklady šroubových spojů.

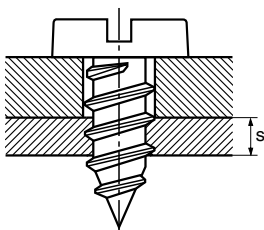
Převážně se používají šrouby do plechu typ C se špičkou (zvanou též naváděcí špička). Její význam je především u šroubování více plechů s přesazenými otvory.

! Minimální tloušťka plechu s , která má být spojena.

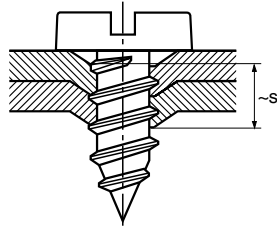
Tloušťka plechu pro zašroubování musí být větší než je rozteč závitů zvoleného šroubu. Jinak není možno kvůli výběhu závitů pod hlavou použít dostatečný utahovací moment. Není-li splněna tato podmínka, musí se použít spojení pomocí šroubů do plechu podle obr. 3 až 6.



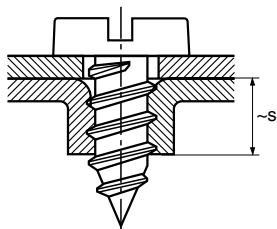
1. Jednoduché sešroubování
(dva otvory pro závit)



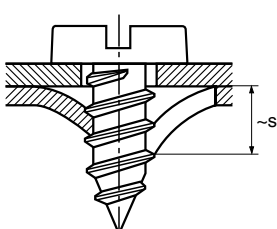
2. Jednoduché sešroubování s průchozím tloušťce nebo na materiálu



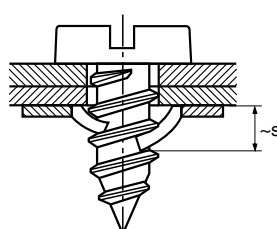
3. Prostřížený otvor
(tenké plechy)



4. Protážený otvor
(tenké plechy)



5. Sešroubování s prolisovaným otvorem



6. Sešroubování s pružnou maticí

! Poznámka

- Šrouby do plechu nejsou určeny pro přenos vyšších sil. Proto nejsou stanoveny žádné hodnoty předpětí.
- U tenkých plechů se může šroub šroubovat do prolisovaných otvorů (zejména v hromadné výrobě). Lisovaný otvor je zhotoven proražením, prolisováním a tvářením do spirály podle stoupání (obr.5).
- Použití «klecových matic» umožňuje použití šroubů do plechu nezávisle tloušťce nebo na materiálu plechu.
- Pro montáž do austenitických ocelí musí být montážní momenty ověřeny zkouškami.
- Kvůli dosažení dostatečné bezpečnosti se šrouby do plechu z nerezové ocele, je třeba takové šrouby použít jen do kovů z lehkých slitin. V případě použití do ocele nebo nerezové ocele je možno montážní parametry definovat pouze praktickými zkouškami.

Šrouby do plechu/tloušťka plechu/průměry otvorů

Následující doporučené hodnoty platí pouze pro šrouby do plechu zušlechťené po cementování a v typu šroubového spoje podle obr. 2 na straně **F.080**. Utahovací momenty zašroubování se

volí max. 50 % minimálních kroutících momentů. U šroubů nebo plechů z jiných materiálů musí být provedeno ověření zkouškami. Proražené otvory musí být zvoleny o 0,1 až 0,3 mm větší než vrtané otvory. Šrouby musí být šroubovány ve směru ražení.

Průměr závitu	Rozteč P [mm]	Pevnost materiálu R_m [N/mm ²]	Průměr otvoru d_o pro závit ST 2,2 až ST 6,3																	
			Tloušťka plechu s [mm]																	
			0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,5	2,8	3,0	3,5
ST 2,2	0,8	od 100	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	–	–	–	–	–	–	–
		přibl. 300	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8	–	–	–	–	–	–	–
		až do 500	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	–	–	–	–	–	–	–
ST 2,9	1,1	od 100	–	–	–	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	–	–	–	–
		přibl. 300	–	–	–	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	–	–	–	–
		až do 500	–	–	–	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,5	–	–	–	–
ST 3,5	1,3	od 100	–	–	–	–	–	2,6	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	–	–
		přibl. 300	–	–	–	–	–	2,6	2,7	2,7	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	3,0	–	–
		až do 500	–	–	–	–	–	2,7	2,8	2,9	2,9	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	–	–
ST 3,9	1,4	od 100	–	–	–	–	–	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	–	–
		přibl. 300	–	–	–	–	–	2,9	2,9	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,2	3,2	3,3	3,4	–	–
		až do 500	–	–	–	–	–	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3	3,3	3,3	3,3	3,4	3,4	3,5	–	–
ST 4,2	1,4	od 100	–	–	–	–	–	–	3,1	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	–	–
		přibl. 300	–	–	–	–	–	–	3,1	3,2	3,2	3,2	3,3	3,3	3,4	3,4	3,5	3,6	–	–
		až do 500	–	–	–	–	–	–	3,4	3,4	3,4	3,4	3,5	3,5	3,5	3,6	3,6	3,7	–	–
ST 4,8	1,6	od 100	–	–	–	–	–	–	–	–	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	–	–
		přibl. 300	–	–	–	–	–	–	–	–	3,6	3,7	3,8	3,8	3,9	3,9	4,0	4,1	–	–
		až do 500	–	–	–	–	–	–	–	–	3,9	4,0	4,0	4,0	4,1	4,1	4,2	4,2	–	–
ST 5,5	1,8	od 100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	–	–
		přibl. 300	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4,3	4,4	4,4	4,5	4,7	–	–
		až do 500	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4,6	4,7	4,7	4,8	4,8	–	–
ST 6,3	1,8	od 100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	–	–
		přibl. 300	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	–	–
		až do 500	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5,4	5,4	5,5	5,6	5,6	–	–

Minimální kroutící moment pro šrouby do plechu

ISO 2702 (stará norma DIN 267, část 12)

jmenovitý Ø [mm]	ST 2,2	ST 2,6	ST 2,9	ST 3,3	ST 3,5	ST 3,9	ST 4,2	ST 4,8	ST 5,5	ST 6,3	ST 8	ST 9,5
Minimální kroutící moment ¹⁾ [Nm]	0,45	0,9	1,5	2	2,7	3,4	4,4	6,3	10	13,6	30,5	68

¹⁾ Pevnost v krutu s předepsaným sevřením podle ISO 2702.

Utahovací moment pro šrouby do plechu

Přibližné hodnoty musí být odvozeny od ISO 2702 (stará DIN 267, část 12).

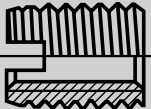
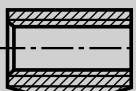
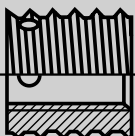
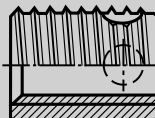
Referenční hodnoty utahovacího momentu:

M_A = přibližně 80 % minimální pevnosti v krutu resp. momentu stržení závitu šroubu nebo montovaného dílu.

Maximální tvářecí moment nesmí být vyšší než 50 % momentu stržení závitu (minimální pevnost šroubu v krutu).

Kritéria výběru samořezných závitových vložek Ensat®

Rozdělení podle materiálů, typů a povrchových úprav

				
Ensats® Typ 302	Ensats® Typ 305	Ensats® Typ 307/308	Ensats® Typ 337/338	Ensats® Typ 309

Skupina materiálu	Materiál aplikace	Doporučené podnikové normy	Doporučený typ Ensats®
I	Zušlechtěné slitiny lehkých kovů pevnost v tahu vyšší než 350 N/mm ²	302/337 307/338 308	Cementačně kalená ocel pozinkováno
	Litina vyšší tvrdosti Mosaz, bronz a jiné neželezné kovy	302	Cementačně kalená ocel pozinkováno
II	Slitiny lehkých kovů až do pevnosti v tahu 350 N/mm ²	302/337 307/338 308	Cementačně kalená ocel pozinkováno
	Litina	302	Cementačně kalená ocel pozinkováno
	Tvrdé, křehké plasty z kondenzačních pryskyřic a ušlechtilé umělé pryskyřice	302/337 307/338 308	Cementačně kalená ocel pozinkováno nebo mosaz
III	Slitiny lehkých kovů až do pevnosti v tahu 300 N/mm ²	302/337 307/338 308	Cementačně kalená ocel pozinkováno
	Měkká litina	302	Cementačně kalená ocel pozinkováno
	Plasty z kondenzačních pryskyřic střední tvrdosti	302/337 307/338 308	Cementačně kalená ocel pozinkováno
		302	Mosaz
IV	Slitiny lehkých kovů až do pevnosti v tahu 250 N/mm ²	302	Cementačně kalená ocel pozinkováno
	Měkké kovy a slitiny lehkých kovů až do pevnosti v tahu 180 N/mm ²	302	Cementačně kalená ocel pozinkováno nebo nerezová ocel A1
	Měkké plasty z kondenzačních pryskyřic, lamináty spojené umělou pryskyřicí	302	Cementačně kalená ocel pozinkováno nebo mosaz nebo nerezová ocel A1
	Měkké polymerační, polykondenzační a polyaditivní plasty Tvrdé dřevo	302	Cementačně kalená ocel pozinkováno nebo mosaz nebo nerezová ocel A1
V	Tvrdé dřevo	309	Mosaz
VI	Měkké dřevo a překližka Dřevovláknité materiály	309	Mosaz
VII	Měkké polymerační, polykondenzační a polyaditivní plasty	305	Mosaz

Doporučené průměry otvorů pro závit a tloušťka materiálu / hloubka slepého otvoru pro samořezné závitové vložky Ensats®

Doporučený průměr otvoru pro závit závisí na vnějším závitu nástroje Ensats®, na pevnosti a na fyzikálních vlastnostech materiálu montované součásti.

Tvrdé a křehké materiály vyžadují větší otvor než měkké a pružné materiály. Optimální průměr otvoru pro závit je případně třeba zjistit na základě zkoušek.

Ensats® typ 302

Závit	Průměr otvoru pro závit D [mm]				Tloušťka materiálu A _{min}	Hloubka slepého otvoru B _{min}
	Pro materiálové skupiny					
	I	II	III	IV		
	Dosažitelné procento překrytí závitů					
	30%–40%	40%–50%	50%–60%	60%–70%		
M2,5	4,3–4,2	4,2–4,1	4,1	4,1–4	6	8
M2,6	4,3–4,2	4,2	4,1	4,1–4	6	8
M3	4,8–4,7	4,7	4,6	4,6–4,5	6	8
M3,5	5,7–5,6	5,6–5,5	5,5–5,4	5,4–5,3	8	10
M4	6,2–6,1	6,1–6	6–5,9	5,9–5,8	8	10
M5	7,6–7,5	7,5–7,3	7,3–7,2	7,2–7,1	10	13
M6a	8,6–8,5	8,5–8,3	8,3–8,2	8,2–8,1	12	15
M6	9,4–9,2	9,2–9	9–8,8	8,8–8,6	14	17
M8	11,4–11,2	11,2–11	11–10,8	10,8–10,6	15	18
M10	13,4–13,2	13,2–13	13–12,8	12,8–12,6	18	22
M12	15,4–15,2	15,2–15	15–14,8	14,8–14,6	22	26
M14	17,4–17,2	17,2–17	17–16,8	16,8–16,6	24	28
M16	19,4–19,2	19,2–19	19–18,8	18,8–18,6	22	27
M20	25,4–25,2	25,2–25	25–24,8	24,8–24,6	27	32
M24	29,4–29,2	29,2–29	29–28,8	28,8–28,6	30	36

Ensats® typ 307/308/337/338

Závit	Průměr otvoru pro závit D [mm]			Tloušťka materiálu A_{min}	Hloubka slepého otvoru B_{min}
	Pro materiálové skupiny				
	I	II	III		
	Dosažitelné procento překrytí závitů				
	50 % – 60 %	60 % – 70 %	70 % – 80 %		
M3,5	5,7–5,6	5,6	5,6–5,5	5/8	7/10
M4	6,2–6,1	6,1	6,1–6	6/8	8/10
M5	7,7–7,6	7,6–7,5	7,5–7,4	7/10	9/13
M6	9,6–9,5	9,5–9,4	9,4–9,3	8/12	10/15
M8	11,5–11,3	11,3–11,2	11,2–11,1	9/14	11/17
M10	13,5–13,3	13,3–13,2	13,2–13,1	10/18	13/22
M12	15,4–15,2	15,2–15,1	15,1–15	12/22	15/26
M14	17,4–17,2	17,2–17,1	17,1–17	14/24	17/28

Ensats® typ 309

Závit	Průměr otvoru pro závit D [mm]		Tloušťka materiálu $A_{\min}$	Hloubka slepého otvoru $B_{\min}$
	Pro materiálové skupiny			
	V	VI		
	Dosažitelné procento překrytí závitů			
	85 % – 90 %	90 % – 95 %		
M2,5	3,8–3,6	3,6–3,5	6	8
M3	4,3–4,2	4,2–4,1	6	8
M4	5,3–5,2	5,2–5,1	10	13
M5	6,9–6,7	6,7–6,6	12	15
M6	7,9–7,7	7,7–7,6	14	17
M8	10,3–10,1	10,1–9,9	20	23
M10	12,8–12,6	12,6–12,4	23	26
M12	15,8–15,6	15,6–15,4	26	30

Ensats® typ 305

Závit	Průměr otvoru pro závit D [mm]	Tloušťka ma- teriálu $A_{\min}$	Hloubka slepého otvoru $B_{\min}$
	Pro materiálové skupiny		
	VII		
M3	4,6–4,7	6	7
M4	6–6,1	8	9
M5	7,3–7,4	10	11
M6	9–9,2	14	15

Otvor může být vyvrtán nebo vytvořen již při odlévání

Zahloubení otvoru není zpravidla nutné, nicméně může usnadňovat montáž a chránit povrch dílu před poškozením. Rovněž umožňuje dobré lícování vložky a součásti.

Tloušťka materiálu:

Délka vložky Ensats® = nejmenší povolená tloušťka materiálu (A)

Hloubka slepého otvoru: minimální hloubka (B)

Minimální tloušťka stěny: tloušťka stěny závisí na tvrdosti a/nebo pevnosti materiálu součásti.

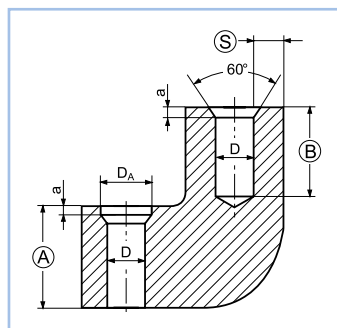
Doporučení pro lehké kovy:

$$\textcircled{S} \geq 0,2 \text{ až } \geq 0,6 d_2$$

Doporučení pro litinu:

$$\textcircled{S} \geq 0,3 \text{ až } \geq 0,5 d_2$$

d_2 = vnější průměr [mm] vložky Ensats®



$D_A = +0,2 \text{ až } +0,4 \text{ mm}$

$a = 1 \text{ až } 1,5 \times \text{rozeť vnějšího závitů}$

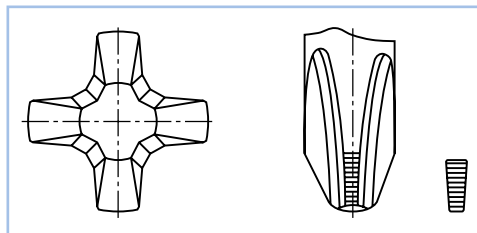
Vnitřní tvary pro utahování šroubů

Technický pokrok a hospodářská hlediska vyvolávají v celosvětovém měřítku stále větší přechod od šroubů s přímou drážkou ke šroubům s vnitřními tvary pro utahování.

Křížová drážka H (Phillips)

podle ISO 4757

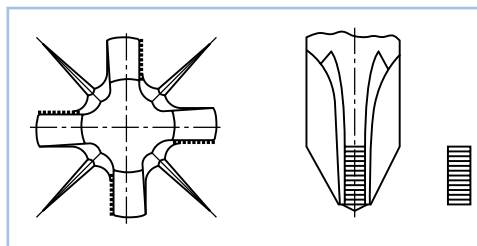
- Křížová drážka Phillips je v celosvětovém měřítku nejvíce rozšířena.
- Normální křížová drážka, u níž mají všechny stěny a žebra šikmý sklon, přičemž šroubovák je opatřen lichoběžníkovými křídélky.
- V informacích u produktů příslušné katalogové skupiny jsou uvedeny obecné rozměry křížové drážky.



Křížová drážka Z (Pozidriv)

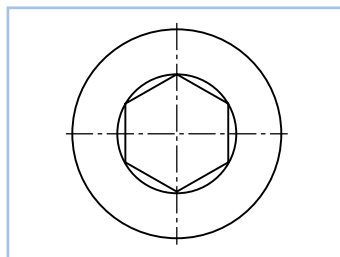
podle ISO 4757

- Křížová drážka Pozidriv se používá především v Evropě.
- Čtyři «utahovací stěny» v křížové drážce, k nimž při utahování doléhá šroubovák, jsou kolmé. Ostatní stěny jsou šikmé. To u optimálně zhotovených křížových drážek zlepšuje práci při montáži. Šroubovák Pozidriv má obdélníkové konce křidélek.
- Obecné rozměry křížové drážky jsou uvedeny v informacích u produktů příslušné katalogové skupiny.



Vnitřní šestihran

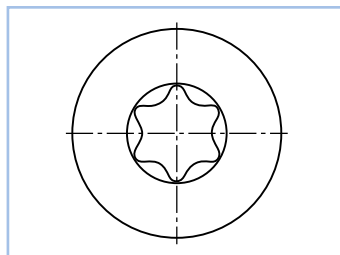
- Šrouby s vnitřním šestihranem jsou již léta osvědčeny ve strojírenství a při výrobě přístrojů.
- Průměr hlavy imbusových šroubů je menší než rozměr klíče u šestihranných šroubů, což umožňuje ekonomičtější konstrukce s menšími rozměry.
- Obecné rozměry vnitřního šestihranu jsou uvedeny v informacích u produktů příslušné katalogové skupiny.



Vnitřní hvězdice

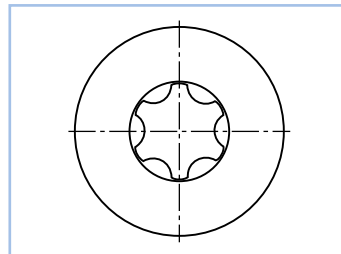
podle ISO 10664

- Vývoj vnitřní hvězdice znamenal významný předěl při vzniku aplikačně vhodného působení síly při ruční i automatické montáži a na celém světě se využívá stále více.
- V porovnání s běžnými křížovými drážkami nebo vnitřním šestihranem se tento systém utahování vyznačuje malým opotřebením a nižšími přitlačnými silami. Typické vyskakování nástrojů («cam out») je eliminováno a přenos síly je zlepšen.
- Obecné rozměry vnitřní hvězdice jsou uvedeny v informacích u produktů příslušné katalogové skupiny.

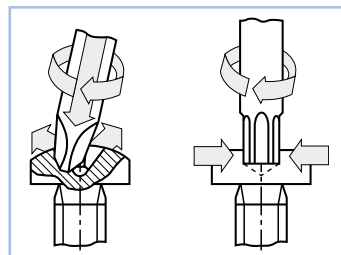
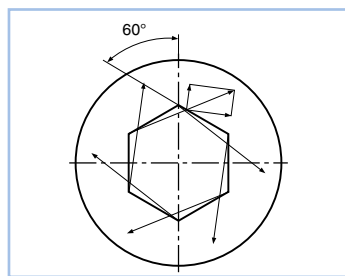


Torx plus®

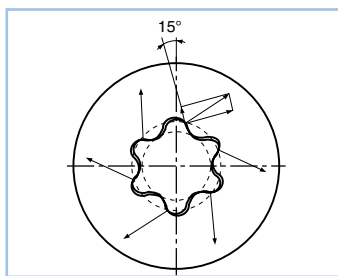
- Systém Torx plus® je oproti vnitřní hvězdici (Torx®), charakterizován elipsami a zlepšuje tak původní design vnitřní hvězdice.
- Systém Torx plus® je kompatibilní se stávajícími nástroji pro vnitřní hvězdici (Torx®).
- Specifické geometrické výhody Torx plus® se však uživateli projeví pouze při používání šroubovacích bitů (nářadí) Torx plus®.
- Obecné rozměry vnitřní hvězdice jsou uvedeny v informacích u produktů příslušné katalogové skupiny.

**Technické přednosti systému vnitřní hvězdice a Torx plus® a jeho hospodárné používání**

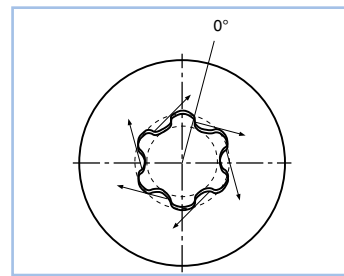
- Žádný axiální přítlak jako při montáži šroubů s křížovou drážkou.
- Vhodné pro utahovací momenty všech normovaných tříd pevností.
- Nedochází k poškození vnitřního utahovacího systému a tak lze šroub vždy bez problémů povolit. Mimořádně nízké opotřebení nástrojů.
- Velký racionalizační potenciál ve spojovací technice, bezpečný systém pro všechny typy šroubů.
- Ekonomická hlava z hlediska rozměru, tvaru a materiálu odpovídá šroubům s válcovou hlavou DIN 84 a DIN 7984, avšak je přesto plně zatížitelná a odpovídá všem požadavkům na maximální povolený měrný tlak.
- Žádné problémy při montáži šroubů s čtverečnou hlavou ISO 7380 a šroubů se zápusťnou plochou hlavou DIN 7991. Vysokopevnostní třída 010.9 u těchto šroubů s vnitřním šestihranem může být nahrazena třídou pevnosti 08.8.

**Vnitřní hvězdice a Torx plus® mají výhody díky parametrům konstrukce**

Úhel přenosu síly 60°
u vnitřního šestihranu



Úhel přenosu síly 15°
u vnitřní hvězdice



Úhel přenosu síly 0°
u Torx plus®

- Skutečný úhel přenosu síly je u vnitřní hvězdice 15°, zatímco u Torx plus® je 0°. Úhel 0° má tu výhodu, že celá vynaložená síla je využita k zašroubování. Geometrie vnitřní hvězdice a Torx plus® prodlužují životnost šroubovacích bitů až o 100 %.

- Průřez Torx plus® je oproti vnitřní hvězdici větší. Tím je dosažena větší pevnost nástroje v krutu.
- Dobrý přenos síly umožňuje použití menších hloubek drážek.