

ZÁVITY A JEJICH VÝROBA

Rok vydání: 2021

Autor: Tomáš Foltánek

OBSAH

ÚVOD	3
1 Základní informace.....	4
1.1 Parametry závitu.....	4
1.2 Druhy závitů.....	6
2 Závity na výkresech.....	9
2.1 Zobrazení závitů na výkresech.....	9
2.2 Zápis závitů na výkresech	11
2.3 Tolerování závitů.....	12
3 Výroba závitů	14
3.1 Výroba vnějších závitů.....	15
3.2 Výroba vnitřních závitů.....	18
4 Montážní zásady	22
4.1 Kontrola závitů.....	23
4.2 Šroubový spoj.....	25
5 Vyhodnocení kontrolních otázek.....	27
SEZNAM ZKRATEK	29
SEZNAM KNIŽNÍ LITERATURY.....	30
SEZNAM INTERNETOVÝCH ZDROJŮ	32
SEZNAM VÝUKOVÝCH VIDEÍ.....	35

ÚVOD

Tento výukový materiál je vytvořen na základě výzkumného šetření, které probíhalo ve školním roce 2020/2021. Výzkumným vzorkem byli žáci všech tří ročníků učebního oboru „Opravář zemědělských strojů“ na Střední škole technické a zemědělské, Nový Jičín.

Obsahová výplň tohoto výukového materiálu respektuje svým ztvárněním Vaše požadavky, které byly zjištěny na základě výzkumného šetření. Text je psaný v krátkých pasážích a je doprovázen velkým zastoupením obrázků a hypertextových odkazů na výuková videa.

Výukový materiál je realizován pro zobrazení výhradně v elektronické formě, jelikož obsahuje hypertextové odkazy na výuková videa. Videá představují teoretický text v praktické formě, kterou lze využít především v odborném výcviku. Videá jsou krátká a výstižná, představují pouze podstatné části a nezahlučují přebytečnými informacemi. Ve většině případů jsou videa bez komentáře, pouze ilustrativní. Pokud je komentář ve videu obsažen, je pak pouze český.

Po prostudování budete zvládat základní informace o závitech. Dokážete rozeznat různé druhy závitů na výkrese, také budete znát základní výrobní operace, které závit vyrábí. Na závěr se dozvíte několik zásad, jak se závity v rámci montáže pracovat.

Veškeré informace jsou založené na základě odborné literatury a za odborného vedení pana doc. PaedDr. Jiřího Kropáče, CSc., z Univerzity Palackého v Olomouci. Autorem tohoto výukového materiálu je Tomáš Foltánek, jenž tento výukový materiál zahrnul do tvorby vlastní kvalifikační práce.

1 Základní informace

Pro rychlou orientaci ve výukovém materiálu si všimněte ikon v pravém horním rohu, které symbolizují zaměření dané kapitoly. V této kapitole bude předloženo několik základních informací, které se týkají závitů. Dozvíte se také, že závit má několik charakteristických parametrů. Na základě parametrů poté rozeznáváme různé druhy závitů. Tato moudra jsou nezbytná pro pochopení dalších kapitol. Věnujte tedy těmto základním informacím velkou pozornost. Slibuji, že v dalších kapitolách budou informace o závitech předloženy atraktivnější formou.



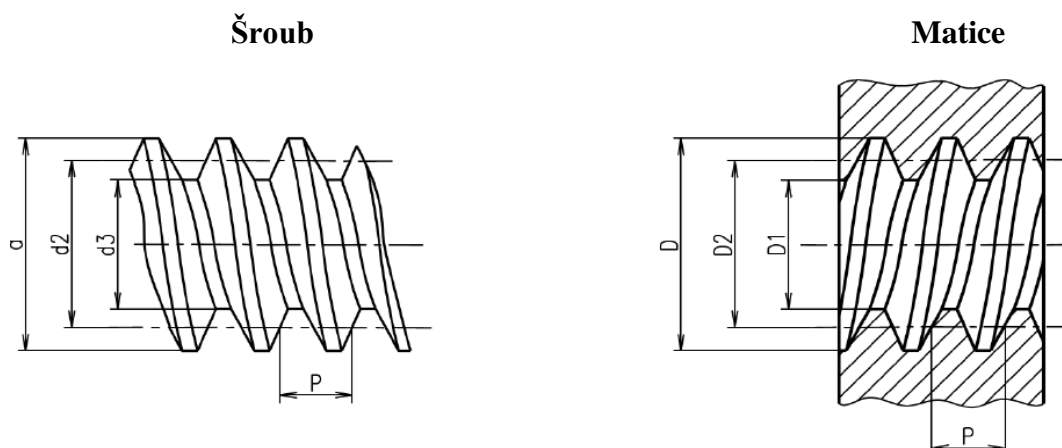
Obrázek 1 Ikona zamyšlení

- Závit je profil vnutý po šroubovici. Šroubovice vzniká tak, že se nakloněná rovina navine na povrch válce.
- Sklon šroubovice (stoupání) musí být takový, aby nemohlo dojít k samovolnému povolení spoje při klidovém zatížení.
 - ↪ Třecí síly spojovací a spojované součásti jsou tedy velké a zajišťují samosvornost.
 - ↪ Třecí síly zabraňují vzájemný pohyb těchto součástí.
- Vnutí šroubovice může být pravotočivé či levotočivé. Rozlišujeme tak pravostranný a levostranný závit.
- Podle počtu šroubovic rozlišujeme závity jednochodé či vícechodé.
- Závit se využívá zejména pro rozebíratelné spoje.
- Montáž i demontáž spojovací a spojované součásti probíhá bez poškození závitu.
- Závitový spoj nám také dovoluje stálou či přestavitelnou polohu spojovaných součástí.

1.1 Parametry závitu

Vnější i vnitřní závit má několik charakteristických rozměrů, dle profilu závitu šroubu či matice. Na následujícím obrázku jsou uvedeny jednotlivé průměry a rozteč závitu šroubu a matice.

Jmenovité rozměry závitu šroubu a matice

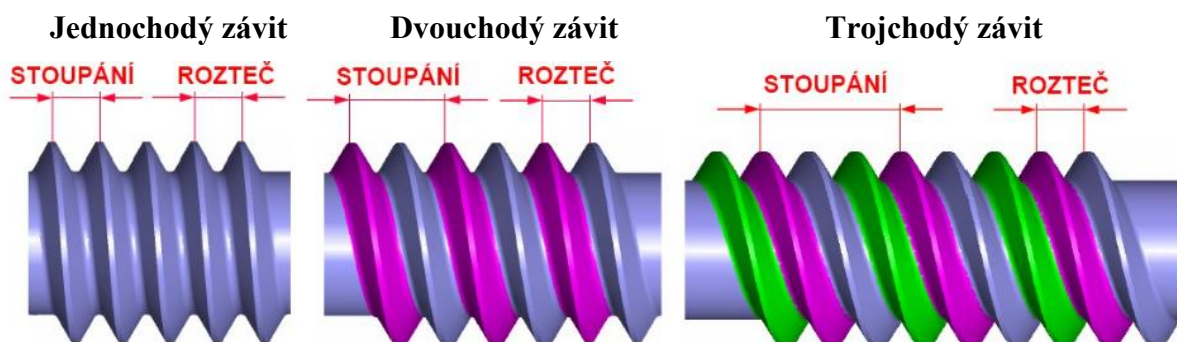


Obrázek 2 Jmenovité rozměry závitu šroubu a matice

- d – velký průměr závitu šroubu
- d_2 – střední průměr závitu šroubu
- d_3 – malý průměr závitu šroubu
- D – velký průměr závitu matice
- D_2 – střední průměr závitu matice
- D_1 – malý průměr závitu matice
- P – rozteč závitu

Stoupání a rozteč závitu

- **Rozteč** – Vzdálenost dvou stejnohlých boků sousedních závitů.
- **Stoupání** – Vzdálenost dvou stejnohlých boků jednoho vinutí závitu.



Obrázek 3 Stoupání a rozteč závitu

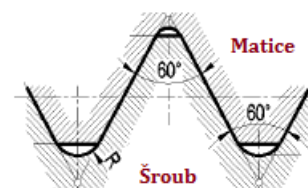
- ↻ **Jednochodé závity** – stoupání závitu je rovno rozteči závitů.
- ↻ **Vícechodé závity** – stoupání závitu je vyšší než rozteč závitu.

1.2 Druhy závitů

- Dle profilu závitu můžeme rozlišit několik základních druhů závitů. Odlišují se zejména svým tvarem a vrcholovým úhlem (α).
 - Díky tomu mají různé druhy závitů své vlastní využití.
- Druhy závitů se také odlišují značením či měrnými jednotkami.

Metrický závit

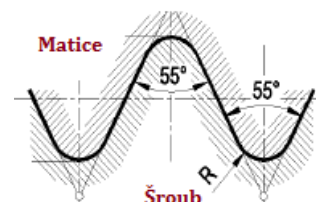
- Označení: „M“.
- Rozměry se udávají v milimetrech.
- Vrcholy závitu jsou sražené do roviny, dna závitu jsou zaoblena (trojúhelníkový závitový profil).
- Vrcholový úhel závitu: $\alpha = 60^\circ$.
- Použití: Šrouby a matice.



Obrázek 4 Metrický závit

Whitworthův závit

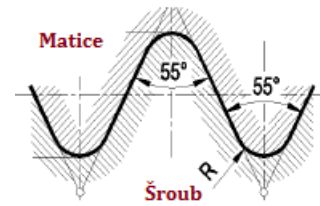
- Označení: „W“.
- Rozměry se udávají v palcích.
- Vrcholy i dna závitů jsou zaobleny (trojúhelníkový závitový profil).
- Vrcholový úhel závitu: $\alpha = 55^\circ$.
- Profil je podobný trubkovému závitů, má pouze větší stoupání.
- Použití: pro spojování trubek, přírub, armatur.



Obrázek 5 Whitworthův závit

Trubkový závit

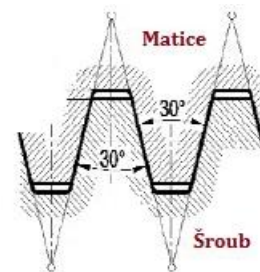
- Označení: „G“.
- Rozměry se udávají v palcích.
- Vrcholy i dna závitů jsou zaobleny (trojúhelníkový závitový profil).
- Vrcholový úhel závitu: $\alpha = 55^\circ$.
- Profil je podobný Whitworthovu závit, má pouze jemnější stoupání.
- Použití: pro spojování trubek, přírub, armatur.



Obrázek 6 Trubkový závit

Lichoběžníkový rovnoramenný závit

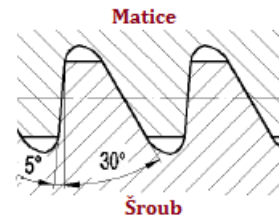
- Označení: „Tr“.
- Rozměry se udávají v milimetrech.
- Vrcholový úhel závitu: $\alpha = 30^\circ$.
- Použití: vodící šrouby u soustruhu.



Obrázek 7 Lichoběžníkový rovnoramenný závit

Lichoběžníkový nerovnoramenný závit

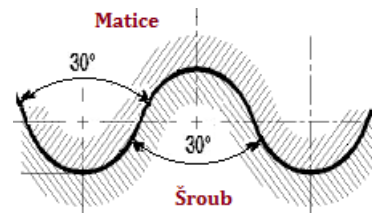
- Označení: „S“.
- Rozměry se udávají v milimetrech.
- Vrcholový úhel závitu: $\alpha = 30^\circ$.
- Úhel boku závitu: $\alpha_b = 5^\circ$.
- Použití: pohybové šrouby zatížené jednostrannou silou.



Obrázek 8 Lichoběžníkový nerovnoramenný závit

Oblý závit

- Označení: „Rd“.
- Rozměry se udávají v milimetrech.
- Vrcholový úhel závitu: $\alpha = 30^\circ$.
- Použití: spojovací táhla.



Obrázek 9 Oblý závit

Pokud jste uvedenému textu věnovali dostatečnou pozornost, tak jste se dozvěděli o závitech veškeré základní informace, na kterých budeme stavět. Pojmy šroubovice, rozteč či stoupání Vám již nedělají problém a dokážete je správně charakterizovat. Také jste se dozvěděli, že závit není pouze jeden a dokážete rozeznat jeho různé druhy. Své získané znalosti si můžete ověřit následujícími kontrolními otázkami.

Kontrolní otázky

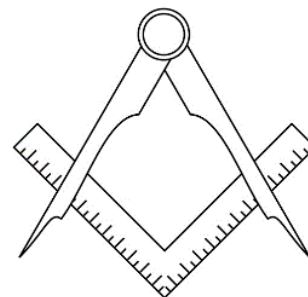
- 1) Popiš funkci samosvornosti.
- 2) Podle počtu šroubovic rozlišujeme závity na?
- 3) Vrcholový úhel $\alpha = 60^\circ$ má který závit?
- 4) U kterých závitů se udávají rozměry v palcích?



Obrázek 10 Ikona kontrolních otázek

2 Závity na výkresech

V úvodu jste se dozvěděli, jaké důležité parametry má závit. Dokážete také rozeznat několik druhů závitů. Nyní se zaměříme na výkresovou dokumentaci. S výkresovou dokumentací jste se již střetli v rámci technického kreslení a také v odborném výcviku. Věděli jste však, že závity mají v technické dokumentaci své vlastní zobrazení a zápis? Vše se v následujících stránkách dozvíte a naučíte se závity doslova číst.



Obrázek 11 Ikona rýsování

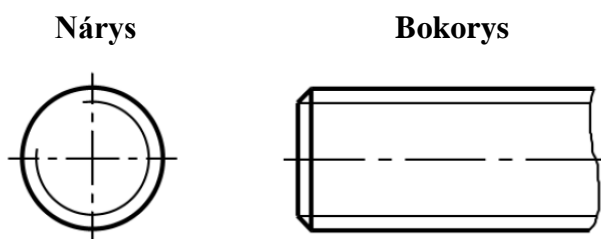
- Technická dokumentace závitů se řídí zejména podle normalizačních pravidel.
 - ↪ Jedná se o řadu předpisů definující podobu závitů.
 - ↪ Normalizovaný závit se vyrábí ve stejné podobě u místních i světových výrobců.
 - ↪ Normalizace závitů nám zaručuje snadnou vyměnitelnost dílů.
- Normalizační normy působí v různých oblastech.
 - ↪ ČSN – Česká státní norma (působnost na celém území státu).
 - ↪ EN – Evropská norma (působnost na území států Evropské unie).
 - ↪ ISO – Mezinárodní norma (působnost celosvětově).
- Nenormalizované závity nenalezneme ve strojnických tabulkách.
 - ↪ Nenormalizované závity mají své vlastní výrobní výkresy.
 - ↪ Nenormalizované závity se řídí podnikovými normami (PO).

2.1 Zobrazení závitů na výkresech

Normalizované závity se v rámci technického kreslení zobrazují zjednodušeně. Zobrazuje se velký a malý průměr závitů.

Vnější závit

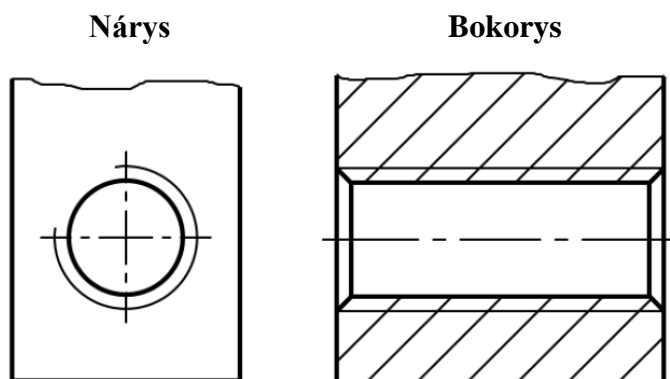
- Velký průměr závitů šroubu se zobrazuje souvislou tlustou čarou.
- Malý průměr závitů šroubu se zobrazuje souvislou tenkou čarou.
 - ↪ V nárysu se malý průměr závitů šroubu zobrazuje kružnicí ze tří čtvrtin obvodu.



Obrázek 12 Zobrazení vnějšího závitu

Vnitřní závit

- Velký průměr závitu matice se zobrazuje souvislou tenkou čarou.
 - ↪ V nárysu se velký průměr závitu matice zobrazuje kružnicí ze tří čtvrtin obvodu.
- Malý průměr závitu matice se zobrazuje souvislou tlustou čarou.

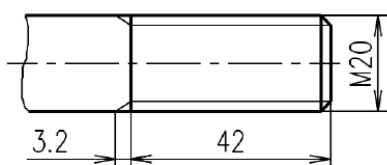


Obrázek 13 Zobrazení vnitřního závitu

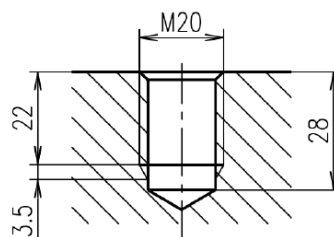
Výběh závitu

- Pro montážní důvody můžeme na výkresech nalézt kromě průměru a délky závitu také zakótovaný výběh závitu.
- Jedná se o povrch díku šroubu či matice, který je narušen částí závitu.
 - ↪ Závit ve výběhu ještě nemá plný profil.

Výběh vnějšího závitu



Výběh vnitřního závitu



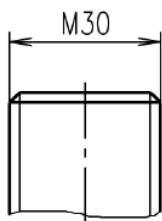
Obrázek 14 Výběh vnějšího a vnitřního závitu

2.2 Zápis závitů na výkresech

- Nejprve je označen druh závitů.
- Následně je označen velký průměr závitů.
 - ↪ U vnějších i vnitřních závitů se vždy zapisují pouze velké průměry závitů.
- Případně se uvádějí další charakteristiky jako je stoupání, rozteč, levý směr šroubovice či toleranční pole.
- Rozměry závitů se až na toleranční pole udávají v milimetrech.
 - ↪ Ojedinele v palcích s charakteristickým označením (“).
 - ↪ Toleranční pole se udává v mikrometrech.

Závit s hrubým stoupáním

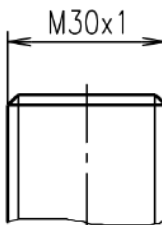
- M30 – M označuje druh závitů, následuje rozměr závitů



Obrázek 15 Závit s hrubým stoupáním

Závit s jemným stoupáním

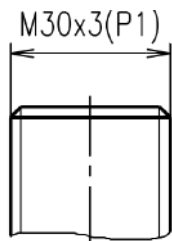
- M30 – M označuje druh závitů, následuje rozměr závitů
- 1 – hodnota stoupání závitů



Obrázek 16 Závit s jemným stoupáním

Vícechodý závit

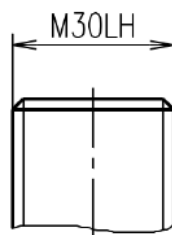
- M30 – M označuje druh závitů, následuje rozměr závitů
- 3 – hodnota stoupání závitů
- P1 – hodnota rozteče závitů



Obrázek 17 Vícechodý závit

Levý závit

- M30 – M označuje druh závitů, následuje rozměr závitů
- LH – označení levostranného závitů („Left Hand“)

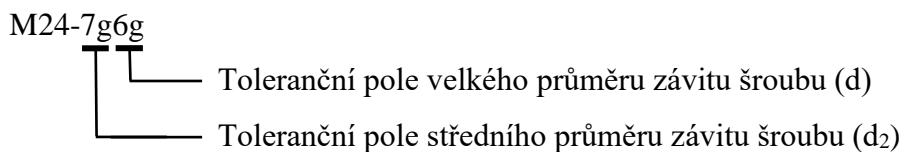


Obrázek 18 Levý závit

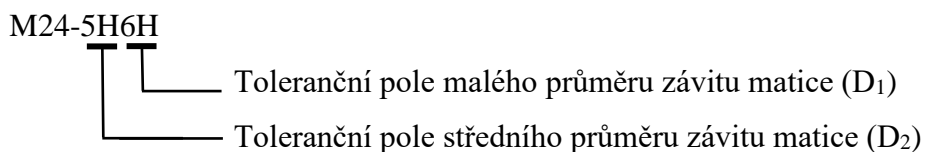
2.3 Tolerování závitů

- Značka tolerančního pole se udává za pomlčkou rozměru a druhu závitů šroubu či matice.
- Číselné označení tolerančního pole se udává v mikrometrech.
- Pro tolerování závitů využíváme obvyklá uložení.
 - ↻ Tolerování pro uložení s vůlí.
 - ↻ Tolerování pro uložení přechodná.
 - ↻ Tolerování pro uložení s přesahem.

Označení tolerančního pole závitu šroubu



Označení tolerančního pole závitu matice



Shodné označení

Pokud se obě toleranční pole šroubu či matice shodují, zapisuje se pouze jedno označení tolerančního pole.



V této kapitole jste se dozvěděli, že běžné strojní závity se řídí ve výkresové dokumentaci dle normalizačních norem. Dokážete správně nakreslit nárys či bokorys vnějšího i vnitřního závitu. Také jste se dozvěděli, že zápis parametrů závitu má na kótě určité pořadí. V rámci technického kreslení jste se již dříve setkali s pojmy uložení s vůlí, přechodné či s přesahem. Nyní již víte, jak se tato toleranční pole označují u závitu. Pokud jste byli dostatečně pozorní, nebude pro Vás problém zodpovědět následující kontrolní otázky.

Kontrolní otázky

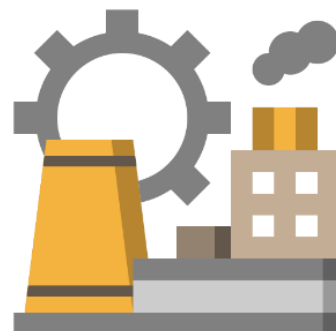
- 1) Co znamená zkratka ISO?
- 2) Nakresli nárys a bokorys vnějšího závitu.
- 3) Co můžeme vyčíst z označení M30x3(P1)?
- 4) Co znamená 6g u označení M24-6g?



Obrázek 19 Ikona kontrolních otázek

3 Výroba závitů

Nyní nastává pravděpodobně nejzábavnější část výukového materiálu. V předchozích kapitolách jste se dozvěděli o závitech vše podstatné. Dokážete závity číst na výkresech a také rozeznáte různé druhy závitů, které se vyrábějí. K samotné výrobě se dostáváte nyní. Ve strojírenství se setkáváme především s ocelovými a litinovými materiály. Zaměříme se tedy na výrobní operace, které na těchto materiálech závit zhotovují. Některé výrobní operace Vám budou známé z odborného výcviku, objevíte však také nové, dosud nepoznané. V následujících pasážích využívejte ikony symbolu videa. Stiskem ikony symbolu videa Vás odkáží na praktickou ukázkou dané výrobní metody.



Obrázek 20 Ikona výroby

- Výroba závitů probíhá **ručním** a **strojním** způsobem.
- Volba výrobní operace závisí na požadavcích, které jsou na vyráběný závit kladeny. Jedná se zejména o rozměrové tolerance, jakost povrchu či sériovost výroby.
- Pokud potřebujeme vyrábět závit na výrobcích v jednotkách několika kusů a nevyžadujeme vysokou výrobní přesnost, volíme nejčastěji ruční způsob výroby.
- Pokud je potřeba vyrobit závit na velkém objemu kusů s vysokou výrobní přesností, volíme strojní výrobu závitů. Mezi strojní operace zhotovující závity řadíme soustružení, frézování, broušení či tváření. Strojním způsobem výroby závitů dosáhneme, oproti ruční výrobě, především podstatné úspory výrobního času.
- Při výrobě musíme dbát na mazání a chlazení závitu pomocí řezných kapalin. Nejlépe za použití řepkového oleje, který disponuje mazacím i chladícím účinkem.
- Při nakládání s odpadem, vzniklým při výrobě závitů, se řídíme předpisem ČSN 42 0030. Norma určuje u ocelových a litinových materiálů všeobecné zásady pro nakládání se zpracovatelským odpadem.

3.1 Výroba vnějších závitů

Ruční výroba

Ruční výroba vnějších závitů probíhá za pomoci dělené závitové čelisti či kruhové závitové čelisti.

- **Dělená závitová čelist** je složena ze dvou částí, které se vkládají do vratidla. Za pomoci stavěcího šroubu je poté čelist stahována či roztahována, čímž se mění průměr řezaného závitu. Výhodou je univerzálnost použití čelistí, není nutné pro jiný průměr závitu měnit závitovou čelist. Nevýhodou je však větší nepřesnost výroby.



Obrázek 21 Dělená závitová čelist

- **Kruhová závitová čelist** má pevně stanovený průměr, který se vkládá do vratidla. Pro jiný rozměr závitu je pak nutné použít jinou závitovou kruhovou čelist, což je nevýhodou oproti dělené závitové čelisti. Výhodou je však vyšší přesnost výroby.



Obrázek 22 Kruhová závitová čelist



Obrázek 23
Symbol videa

Ukázkové video ruční výroby vnějšího závitu. Video se Vám spustí v čase 6:28, kde se hned v úvodu zaměřte na sražení hrany polotovaru, čímž se vytvoří náběh pro snadné nasazení závitové kruhové čelisti. Poslouchejte poté, jak s vratidlem při řezání závitu správně zacházet.

Soustružení

- Výroba závitů probíhá na strojním soustruhu. Jedná o strojní proces výroby, při němž dochází k velké produktivitě.
- Řezným nástrojem jsou soustružnické nože, které postupnými záběry vyřezávají závit. Postupným přibližováním či oddalováním nože dochází k výrobě závitů různých průměrů.
- Nože mohou být jednobřité či vícebřité.
 - ↪ Jednobřitý nůž má jeden profil závitů. Pomocí nožů vícebřitých vyrábíme víceprofilové závity.



Obrázek 24
Symbol videa

Ukázkové video výroby vnějšího závitů soustružením. Video se Vám spustí v čase 1:45. Sledujte výrobu závitů, která probíhá během několika záběrů soustružnického nože. Závit nelze vyrobit pouze jedním hlubokým záběrem soustružnického nože, došlo by totiž k jeho zlomení.

Frézování

- Frézování závitů patří mezi další druhy obvyklé strojní výroby závitů.
- Nástroj, který zhotovuje závit je fréza. Fréza má tvar závitové mezery a při výrobě se naklání o úhel stoupání šroubovice. Oproti soustružnickému noži vykonává nejen pohyb posuvný, ale i otáčivý.
- Nejčastější frézou, která takto závit zhotovuje je kotoučová fréza.
 - ↪ Kotoučovou frézou doprovázejí i další druhy fréz. Pro výrobu krátkých závitů se používají nástrčné a stopkové frézy. Naopak pro výrobu dlouhých závitů se používají okružní frézy.



Obrázek 25
Symbol videa

Ukázkové video výroby vnějšího závitů frézováním. V první polovině videa probíhá výroba vnějšího závitů. Zaměřte se především na řezný pohyb frézy, která koná pohyb posuvný a zároveň otáčivý. Obrobek je při této metodě výroby v klidovém stavu.

Broušení

- Broušení závitů patří mezi dokončovací operace, ale také jako výrobní metoda pro výrobu velmi přesných závitů.
- Podle profilu brusného kotouče, který závit zhotovuje, rozdělujeme broušení do dvou metod.
 - ✚ Pokud má brusný kotouč profil jedné závitové mezery, hovoříme o podélném broušení. Kotouč koná posuvný a otáčivý pohyb a vytváří v obrobku profil závitové mezery.
 - ✚ V případě víceprofilového brusného kotouče hovoříme o zapichovacím broušení. Z důvodů většího počtu profilů je zde kotouč širší, než je broušená plocha na obrobku.



Obrázek 26
Symbol videa

Ukázkové video výroby vnějšího závitu broušením. Broušení je velmi náročná metoda výroby závitu. Ve videu probíhá broušení brusným kotoučem o profilu jedné závitové mezery. Při této metodě výroby vzniká velké tepelné namáhání kotouče a polotovaru. Pozorujte broušenou závitovou mezeru, která je neustále chlazena.

Tváření

- Jedná se o beztřískovou metodu výroby závitů, vlákna materiálu nejsou přerušena. Vlákna materiálu jsou plasticky deformována a vytlačována do závitové mezery nástroje.
- Výroba závitů tvářením se děje za pomoci válcování. Plochými válcovacími čelistmi či válcovacími kotouči zhotovujeme profilu závitu.
- Tato moderní výrobní operace předbíhá svou produktivitou předchozí metody.
 - ✚ Dosahujeme u závitů vyšší pevnosti v tahu a meze únavy.
 - ✚ Jakost povrchu je také kvalitnější než u předchozích metod, při kterých se závit vyrábí obráběním.



Obrázek 27
Symbol videa

Ukázkové video výroby vnějšího závitu tvářením. Tato výrobní metoda závitu je velmi efektivní. Musíte tedy dávat velký pozor, jelikož je závit za doprovodu značného mazání válcovacích kotoučů vyroben během pouhých 5 sekund. Můžete také pozorovat, že při výrobě závitu nevznikají žádné třísky, jelikož vlákna materiálu nejsou přerušena díky plastické deformaci.

3.2 Výroba vnitřních závitů

Ruční výroba

- Při ruční výrobě se setkáváme se závitníky, které umístíme do vratidla.
- Na kuželovém povrchu závitníku se nacházejí pomocí závitových mezer bříty. Závitové mezery mohou mít tvar přímý či do tvaru šroubovice.
- Závitníky s přímou závitovou mezerou se používají nejčastěji, nevýhodou je však jejich dlouhá délka, při níž je horší odchod třísky. Z tohoto důvodu využíváme závitníky se šroubovitým tvarem závitové mezery.

- Při výrobě závitu v **průchozí díře** využíváme pouze jeden závitník, který za pomoci svého kuželovitého tvaru odebírá třísku a vytváří profil závitu v díře. Hovoříme zde o maticovém závitníku, jehož řezný kužel je krátký.
- Při výrobě závitu v **neprůchozí díře** využíváme sadu tří ručních závitníků. Jedná se o přerézávací, řezací a dořezávací závitník. Každý z jednotlivých závitníků prořezává postupně část závitu. Odebírání materiálu se děje za pomoci řezných závitových mezer řezného kužele, který má každý závitník ze sady jiný.
 - ✚ Řezný kužel je nejdelší u přerézávacího závitníku, dochází zde k největšímu úběru třísky.
 - ✚ Naopak řezný kužel je nejkratší u dořezávacího závitníku, dochází zde k nejmenšímu úběru třísky.



Obrázek 28
Symbol videa

Ukázkové video ruční výroby vnitřního závitu. S tímto videem jste se již setkali během ručního řezání vnějšího závitu, nyní Vás přesunu do jeho první poloviny. Poslouchejte pozorně postup výroby pomocí sadových závitníků. Přesné pořadí jednotlivých sadových závitníků je během ruční výroby vnitřních závitů nezbytné. Záměna pořadí by způsobila zalomení nesprávného závitníku.

Soustružení

- Probíhá za pomoci tvarového vnitřního soustružnického nože. Nůž je jednodílný či vícedílný.
- Při upnutí si musíme dávat pozor na tuhost nože, jelikož nám při špatném upnutí může dojít k prohnutí a tím k deformaci vyráběného závitu.
 - ✚ Při soustružení koná otáčivý pohyb obrobek, tudíž materiál, kde je závit vyráběn. Soustružnický nůž koná pouze posuvný pohyb, neotáčí se.



Obrázek 29
Symbol videa

Ukázkové video výroby vnitřního závitu soustružením. Ve videu můžete opět pozorovat, že i během soustružení vnitřního závitu koná rotační pohyb obrobek, soustružnický nůž koná pohyb pouze posuvný. Kontrolovat vnitřní závit během soustružení je velice složité. Upozorňuji, abyste si během kontroly dávali velký pozor a moc se nenakláněli, protože by mohlo dojít k namotání soustruhem a tím k těžkému úrazu.

Frézování

- Frézování vnitřních závitů se provádí stejným způsobem jako u frézování vnějšího závitu.
- Fréza provádí posuvný a zároveň rotační pohyb okolo své osy, čímž se vytváří profil závitu.
- Nástroji pro frézování vnitřních závitů jsou tvarové kotoučové frézy či závitové frézy se stopkou.



Obrázek 30
Symbol videa

Ukázkové video výroby vnitřního závitu frézováním. S tímto videem jste se také již setkali v rámci výroby vnějšího závitu frézováním. Nyní Vás přesunu do jeho druhé poloviny, kde probíhá výroba vnitřního závitu. Pozorujte frézu, která vykonává stejný řezný pohyb jako u výroby vnějšího závitu, tedy rotační a zároveň posuvný.

Broušení

- Broušení vnitřních závitů se provádí stejným způsobem jako u broušení vnějšího závitu.
- Kotouč má stejně jako u broušení vnějšího závitu profil jedné závitové mezery.
- Broušení je velmi náročnou operací pro břity nástroje.
 - ↪ Povlakováním řezného nástroje dosahujeme jeho vyšší kvality. Jedná se o povrchovou úpravu, díky které dosahujeme větší trvanlivosti břitu nástroje, řezivosti či zvýšení řezné rychlosti.



Obrázek 31
Symbol videa

Ukázkové video výroby vnitřního závitu broušením. Stejně jako u broušení vnějšího závitu, vzniká i při broušení vnitřního závitu velké tepelné namáhání. Zaznamenejte ve videu opět velmi progresivní chlazení broušené závitové mezery.

Tváření

- Tváření vnitřních závitů probíhá za pomoci speciálních tvářecích závitníků.
- Materiál polotovaru se vlivem teploty plasticky deformuje a vytlačuje se do závitové mezery závitníku. Tím vzniká velmi kvalitní závitový profil.
 - ↪ I v případě výroby vnitřních závitů dosahujeme operací tváření lepších mechanických i jakostních parametrů než v případě předchozích operací, při kterých se závit vyrábí obráběním.
- U tvářecího závitníku, oproti klasickému závitníku, odpadá nebezpečí ucpávání nástroje třískami. Snižuje se tak poškození nástroje i závitu samotného.



Obrázek 32
Symbol videa

Ukázkové video výroby vnitřního závitu tvářením. Ve videu se zaměřte především na plastickou deformaci materiálu. Zejména od času 0:30 můžete pozorovat vyplňování závitové mezery závitníku deformujícím se materiálem, čímž se vyrobí závit s velmi kvalitními parametry.

V úvodu této kapitoly jste se dozvěděli základní dělení výroby závitů, tedy ručním a strojním způsobem. Nyní znáte veškeré výrobní operace, které závit vyrábí. Závit se tedy nevyrábí pouze ručním řezáním či soustružením, jak se často domníváte. Objevili jste tak nové výrobní operace, se kterými sice v rámci odborného výcviku nepřijdete do styku, ale ve strojírenské praxi se běžně využívají. Výuková videa Vám poté představila textové pasáže v praktické formě. Svě získané znalosti si můžete opět ověřit kontrolními otázkami.

Kontrolní otázky

- 1) Jakou řeznou kapalinu využíváme pro mazání a zároveň chlazení závitu?
- 2) Jaké řezné nástroje využíváme při ruční výrobě vnějšího závitu?
- 3) Která výrobní operace je nejvhodnější pro výrobu velmi přesných závitů?
- 4) Popiš princip tváření vnitřního závitu.



Obrázek 33 Ikona kontrolních otázek

4 Montážní zásady

Se závity nepřijdete do styku pouze teoreticky. V rámci odborného výcviku budete se závity pracovat takřka denně. Berte tak na zřetel uvedené montážní zásady, které Vám zaručí správnou funkci daného spoje. Nejdůležitější parametr správné funkce je však výrobní přesnost závitů. Uvedeme si tedy možnosti, jak závity kontrolovat. V praxi se se závity setkáváme především u šroubového spoje, který si na závěr tohoto výukového materiálu rozebereme.



Obrázek 34 Ikona montáže

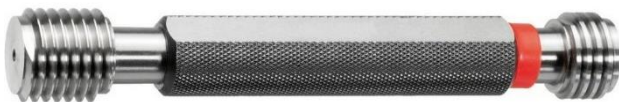
- Velmi častým utahováním a povolováním vzniká v dosedacích plochách závitu vlivem tření teplo. Tím dochází k opotřebením závitů. Není proto vhodné volit jemné stoupání závitu u šroubů a matic, které se budou často utahovat a povolovat. Řešením jsou šrouby a matice se závity vícechodými s větším stoupáním.
- Měrný tlak v závitu není rovnoměrně rozložen. Největší napětí se nachází na prvním nosném závitu. Celé zatížení je pak přenášeno na prvních čtyřech nosných závitech. Není proto účelné volit šrouby a matice s vyšším počtem závitů.
- Při montáži je nutná kontrola dosedací plochy hlavy šroubu a matice. V případě špatného styku dosedací plochy vzniká nežádoucí ohybové namáhání v závitu.
- Při montáži těsných spojů nesmí docházet k úniku těsněné kapaliny. Využíváme k tomu šrouby s menším průměrem dříku, než je samotný průměr vnějšího závitu, díky tomu zašroubujeme matici až k hlavě šroubu. V těsnicí ploše je poté nutné vyvinout takový tlak, aby neklesl pod velikost vnitřního tlaku kapaliny v nádrži či přírubě.
- Při utahování šroubů a matic působíme utahovacím momentem. Při utahování se vytváří velká tahová síla, díky které dochází v závitu k plastické deformaci. Vždy se tak řídíme předepsanými velikostmi utahovacích momentů šroubů a matic.

4.1 Kontrola závitů

Kontrola závitů probíhá velmi jednoduchou a rychlou kontrolou. Pro kontrolu vnitřních závitů využíváme závitové trny, pro kontrolu vnějších závitů využíváme závitové kalibrační kroužky. Pro kontrolu profilu závitu využíváme závitové šablony.

Závitový kalibr pro vnitřní průměry

- Používá se ke kontrole vnitřních závitů.
- Závitový trn má dvě strany – **dobrá** a **zmetková**.
- Dobrá strana musí jít zašroubovat v celé délce kontrolovaného závitu.
- Zmetková strana je označena nejčastěji červeným proužkem. Zmetková strana lze maximálně zašroubovat nejvýše v rozsahu dvou otáček. Pokud zmetková strana půjde zašroubovat v celé délce závitu, jedná se o špatně vyrobený závit.



Obrázek 35 Závitový kalibr pro vnitřní průměry

Závitový kalibr pro vnější průměry

- Závitové kalibrační kroužky se používají ke kontrole vnějších závitů.
- Ke kontrole musíme mít dva kroužky. Jeden je dobrý a druhý zmetkový.
- Dobrý závitový kalibrační kroužek musí jít zašroubovat v celé délce kontrolovaného závitu.
- Zmetkový závitový kalibrační kroužek je označen nejčastěji červenou tečkou. Zmetková strana lze maximálně zašroubovat nejvýše v rozsahu dvou otáček. Pokud zmetková strana půjde zašroubovat v celé délce závitu, jedná se o špatně vyrobený závit.

**Dobrý závitový
kalibrační kroužek**



**Zmetkový závitový
kalibrační kroužek**



Obrázek 36 Závitové kalibrační kroužky pro vnější průměry

Závitové šablony

- Profil závitů se kontroluje převážně vizuálně, závisí především na drsnosti a geometrii řezného nástroje závit zhotovující.
- Profil závitů o určitém stoupání rozeznáváme za pomoci závitových šablon. Jednotlivé závitové šablony budeme přikládat k závitům tak dlouho, než se bude šablona shodovat se závitovým profilem.

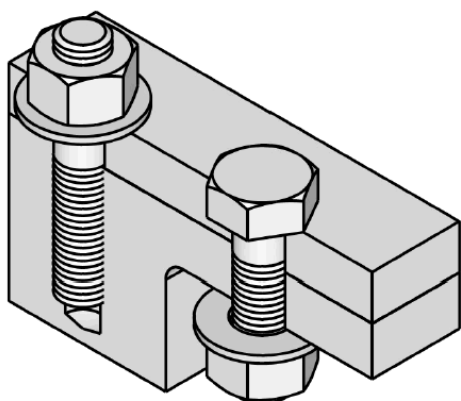


Obrázek 37 Závitové šablony

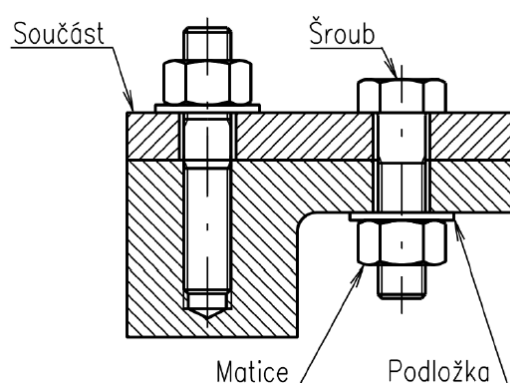
4.2 Šroubový spoj

- Šroubový spoj je zcela typickým a základním příkladem, kde se využívá závit. Šrouby a matice jsou totiž nejčastěji využívané strojní součásti, jelikož v každém strojním zařízení nalezneme řadu šroubových spojů. Proti deformování spojovaných součástí vkládáme ve šroubovém spoji pod hlavy šroubů či matic navíc také podložky.
- **Šroub** – závit se nachází na dřiku šroubu (vnější závit).
- **Matice** – závit se nachází v díře (vnitřní závit).

Šroubový spoj v reálné podobě



Šroubový spoj v rámci technického kreslení



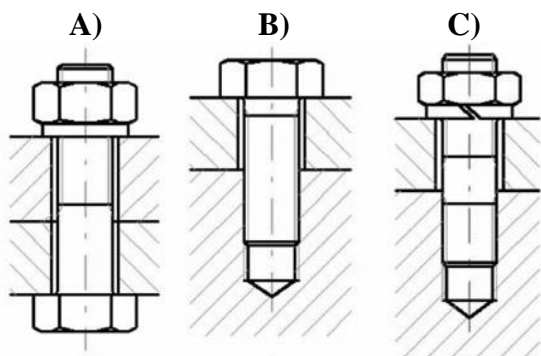
Obrázek 38 Zobrazení šroubového spoje v reálné podobě a v rámci technického kreslení

Využití šroubového spoje

Šroubový spoj je spoj bezprostřední, jelikož se ve spoji nenachází spojovací součást. Šroubový spoj se využívá pro **pevná** i **posuvná** spojení.

Pevná spojení

- A) spojení materiálů průchozí dírou šroubem s hlavou a maticí
- B) spojení materiálů neprůchozí dírou šroubem s hlavou bez matice
- C) spojení materiálů závrtným šroubem bez hlavy a maticí



Obrázek 39 Pevná šroubová spojení

Posuvná spojení

Šroubový spoj zaručuje vzájemný pohyb dvou součástí. Příkladem jsou vodicí šrouby, které konají rotační pohyb čímž se vytváří posuvný pohyb pohybujícího se tělesa.



Obrázek 40
Symbol videa

Ukázkové video funkce vodicího šroubu. Zaměřte svou pozornost na vodicí šroub a na těleso uchycené na šroubu. Šroub koná rotační pohyb, čímž těleso uchycené na šroubu koná pohyb posuvný. Nekoná tedy, stejně jako vodicí šroub, rotační pohyb.

Znalosti z této kapitoly využijete zejména v rámci odborného výcviku. Uvedené montážní zásady jsou velmi důležitým parametrem ke správné funkci daného spoje. Žádný spoj však nebude správně fungovat bez výrobní přesnosti. Dozvěděli jste se tedy, jakým způsobem můžete kontrolovat vnější i vnitřní závity. Taktéž víte, k čemu slouží závitové šablony. Na závěr jste zjistili, že se šroubový spoj využívá nejen pro pevná spojení, ale i pro posuvná. Pokud máte ještě dostatek energie, můžete zodpovědět závěrečné 4 kontrolní otázky tohoto výukového materiálu.

Kontrolní otázky

- 1) Jsou pro časté povolování vhodné šrouby vícechodé s větším stoupáním?
- 2) Využíváme závitové kalibrační kroužky pro kontrolu vnitřních závitů?
- 3) Co kontrolujeme závitovými šablonami?
- 4) Využívá se šroubový spoj také pro posuvná spojení?



Obrázek 41 Ikona kontrolních otázek

5 Vyhodnocení kontrolních otázek

Uvedli jsme si základní informace o závitech, dále jejich označování na výkresech, výrobu a také montážní zásady. Na konci každé kapitoly byly uvedeny 4 kontrolní otázky. Celkově se ve výukovém materiálu vyskytovalo 16 kontrolních otázek. Pro vyhodnocení uvádím na kontrolní otázky správné odpovědi.


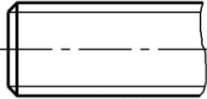


Obrázek 42 Ikona kontrolních otázek

Kontrolní otázky kapitoly „1. Základní informace“

- 1) *Popiš funkci samosvornosti.*
 - ✓ Třecí síly spojovací a spojované součásti zabraňují vzájemný pohyb.
- 2) *Podle počtu šroubovic rozlišujeme závity na?*
 - ✓ Jednochodé a vícechodé.
- 3) *Vrcholový úhel $\alpha = 60^\circ$ má který závit?*
 - ✓ Metrický závit.
- 4) *U kterých závitů se udávají rozměry v palcích?*
 - ✓ Whitworthův závit a trubkový závit.

Kontrolní otázky kapitoly „2. Závity na výkresech“

- 1) *Co znamená zkratka ISO?*
 - ✓ Mezinárodní normalizační norma (působnost celosvětově).
- 2) *Nakresli nárys a bokorys vnějšího závitu.*
 - ✓ Nárys  Bokorys 
- 3) *Co můžeme vyčíst z označení M30x3(P1)?*
 - ✓ Metrický závit o průměru 30 mm se stoupáním 3 mm a roztečí 1 mm.
- 4) *Co znamená 6g u označení M24-6g?*
 - ✓ Toleranční pole středního a velkého průměru závitu šroubu.

Kontrolní otázky kapitoly „3. Výroba závitů“

- 1) *Jakou řeznou kapalinu využíváme pro mazání a zároveň chlazení závitu?*
 - ✓ Řepkový olej.
- 2) *Jaké řezné nástroje využíváme při ruční výrobě vnějšího závitu?*
 - ✓ Dělená závitová čelist a kruhová závitová čelist.
- 3) *Která výrobní operace je nejvhodnější pro výrobu velmi přesných závitů?*
 - ✓ Broušení.
- 4) *Popiš princip tváření vnitřního závitu.*
 - ✓ Závitový profil vzniká tak, že se materiál polotovaru vlivem teploty při tření deformuje a vytlačuje se do závitové mezery závitníku.

Kontrolní otázky kapitoly „4. Montážní zásady“

- 1) *Jsou pro časté utahování a povolování vhodné šrouby vícechodé s větším stoupáním?*
 - ✓ Ano.
- 2) *Využíváme závitové kalibrační kroužky pro kontrolu vnitřních závitů?*
 - ✓ Ne, používáme je pro kontrolu vnějších závitů.
- 3) *Co kontrolujeme závitovými šablonami?*
 - ✓ Profil závitu o určitém stoupání.
- 4) *Využívá se šroubový spoj také pro posuvná spojení?*
 - ✓ Ano.

Nyní se nacházíte na konci výukového materiálu. Blahopřeji Vám k jeho úspěšnému přečtení a získání nových znalostí z této odborné oblasti. Přeji Vám také hodně štěstí při další práci se závity, ať už v rámci teoretického vyučování nebo během odborného výcviku. Pokud byste měli doplňující otázky či potřebovali něco dovysvětlit, neváhejte mne kontaktovat:
Tomas.Foltanek@email.cz

SEZNAM ZKRATEK

α	vrcholový úhel závitu
α_b	úhel boku závitu
ČSN	česká státní norma
ČSN 42 0030	norma určující u ocelových a litinových materiálů všeobecné zásady pro třídění, zkoušení, skladování, dodávání a dopravu zpracovatelského odpadu
d	velký průměr závitu šroubu
d_2	střední průměr závitu šroubu
d_3	malý průměr závitu šroubu
D	velký průměr závitu matice
D_1	malý průměr závitu matice
D_2	střední průměr závitu matice
EN	evropská norma
G	Trubkový závit
ISO	mezinárodní norma
LH	levostranný závit
M	Metrický závit
P	rozteč závitu
PO	podniková norma
Rd	Oblý závit
S	Lichoběžníkový nerovnoramenný závit
Tr	Lichoběžníkový rovnoramenný závit
W	Whitworthův závit

SEZNAM KNIŽNÍ LITERATURY

KLETEČKA, Jaroslav a Petr FOŘT, 2012a. Jmenovité rozměry závitu šroubu a matice [Obrázek 2]. In: *Technické kreslení*. Brno: Computer Press. ISBN 9788073151744.

KLETEČKA, Jaroslav a Petr FOŘT, 2012b. Levý závit [Obrázek 18]. In: *Technické kreslení*. Brno: Computer Press. ISBN 9788073151744.

KLETEČKA, Jaroslav a Petr FOŘT, 2012c. *Technické kreslení*. Brno: Computer Press. ISBN 9788073151744.

KLETEČKA, Jaroslav a Petr FOŘT, 2012d. Vícechodý závit [Obrázek 17]. In: *Technické kreslení*. Brno: Computer Press. ISBN 9788073151744.

KLETEČKA, Jaroslav a Petr FOŘT, 2012e. Výběh vnějšího a vnitřního závitu [Obrázek 14]. In: *Technické kreslení*. Brno: Computer Press. ISBN 9788073151744.

KLETEČKA, Jaroslav a Petr FOŘT, 2012f. Závit s hrubým stoupáním [Obrázek 15]. In: *Technické kreslení*. Brno: Computer Press. ISBN 9788073151744.

KLETEČKA, Jaroslav a Petr FOŘT, 2012g. Závit s jemným stoupáním [Obrázek 16]. In: *Technické kreslení*. Brno: Computer Press. ISBN 9788073151744.

KLETEČKA, Jaroslav a Petr FOŘT, 2012h. Zobrazení šroubového spoje v reálné podobě a v rámci technického kreslení [Obrázek 38]. In: *Technické kreslení*. Brno: Computer Press. ISBN 9788073151744.

KLETEČKA, Jaroslav a Petr FOŘT, 2012ch. Zobrazení vnějšího závitu [Obrázek 12]. In: *Technické kreslení*. Brno: Computer Press. ISBN 9788073151744.

KLETEČKA, Jaroslav a Petr FOŘT, 2012i. Zobrazení vnitřního závitu [Obrázek 13]. In: *Technické kreslení*. Brno: Computer Press. ISBN 9788073151744.

ŘEŘÁBEK, Antonín, 2006. *Stavba a provoz strojů 1: pro školu a praxi*. Praha: Scientia. ISBN 8086960021.

SVOBODA, Pavel a Jan BRANDEJS, 2020a. Pevná šroubová spojení [Obrázek 39]. In: *Základy konstruování*. Brno: Akademické nakladatelství CERM. ISBN 9788076230347.

SVOBODA, Pavel a Jan BRANDEJS, 2020b. *Základy konstruování*. Brno: Akademické nakladatelství CERM. ISBN 9788076230347.

SEZNAM INTERNETOVÝCH ZDROJŮ

BÍLEK, Jan, 2021. Ikona montáže [Obrázek 34]. In: *Panely GEO* [online]. [cit. 2021-01-20]. Dostupné z: <http://panely-geo.cz/uvodni-stranka>

FRAŠ, Karel, 2021. Závitový kalibr pro vnitřní průměry [Obrázek 35]. In: *E-nářadí: nástroje* [online]. [cit. 2021-01-09]. Dostupné z: <https://www.enaradinastroje.cz/mezni-zavitovy-kalibr-format-s-jemnym-stoupanim-trn-6h-m15x1/>

FREEPIK, 2021. Ikona výroby [Obrázek 20]. In: *Flaticon* [online]. [cit. 2021-01-21]. Dostupné z: https://www.flaticon.com/free-icon/manufacturer_2051445

JOHNSON, Susie, 2014. Ikona kontrolních otázek [Obrázek 10, 19, 33, 41, 42]. In: *Not your average mom* [online]. [cit. 2021-01-21]. Dostupné z: <https://not-your-average-mom.com/im-a-little-confused/question-mark-red/>

KABÁT, Dušan, 2013a. Lichoběžníkový nerovnoramenný závit [Obrázek 8]. In: *Střední škola technických oborů Havířov* [online]. [cit. 2021-01-20]. Dostupné z: <https://www.ssto-havirov.cz/dumy/odborne-kompetence-525-5212.html>

KABÁT, Dušan, 2013b. Lichoběžníkový rovnoramenný závit [Obrázek 7]. In: *Střední škola technických oborů Havířov* [online]. [cit. 2021-01-20]. Dostupné z: <https://www.ssto-havirov.cz/dumy/odborne-kompetence-525-5212.html>

KABÁT, Dušan, 2013c. Metrický závit [Obrázek 4]. In: *Střední škola technických oborů Havířov* [online]. [cit. 2021-01-20]. Dostupné z: <https://www.ssto-havirov.cz/dumy/odborne-kompetence-525-5212.html>

KABÁT, Dušan, 2013d. Oblý závit [Obrázek 9]. In: *Střední škola technických oborů Havířov* [online]. [cit. 2021-01-20]. Dostupné z: <https://www.ssto-havirov.cz/dumy/odborne-kompetence-525-5212.html>

KABÁT, Dušan, 2013e. Trubkový závit [Obrázek 6]. In: *Střední škola technických oborů Havířov* [online]. [cit. 2021-01-20]. Dostupné z: <https://www.ssto-havirov.cz/dumy/odborne-kompetence-525-5212.html>

KABÁT, Dušan, 2013f. Whitworthův závit [Obrázek 5]. In: *Střední škola technických oborů Havířov* [online]. [cit. 2021-01-20]. Dostupné z: <https://www.ssto-havirov.cz/dumy/odborne-kompetence-525-5212.html>

KABÁT, Dušan, 2013g. Zvyšování kvality výuky technických oborů – základní části strojů, závity. In: *Střední škola technických oborů Havířov* [online]. [cit. 2021-01-20]. Dostupné z: <https://www.ssto-havirov.cz/dumy/odborne-kompetence-525-5212.html>

KREJČÍ, Vratislav, 2020. Závitové kalibrační kroužky pro vnější průměry [Obrázek 36]. In: *Toolzone: nástroje a nářadí* [online]. [cit. 2021-01-21]. Dostupné z: <https://www.toolzone.cz/produkt/zavitovy-kalibr-krouzek-zmetkovy-dil-din2299-m6x0-50-format-52245.htm>

ONUSCHAK, Gary, 2021. Ikona rýsování [Obrázek 11]. In: *Masonic emblems & logos* [online]. [cit. 2021-01-21]. Dostupné z: <https://www.masonicsupplyshop.com/masonic-emblems-logos/>

PETERS, Craig, 2021. Ikona zamyšlení [Obrázek 1]. In: *Getty images: iStock* [online]. [cit. 2021-01-21]. Dostupné z: <https://www.istockphoto.com/vector/modern-light-bulb-icon-idea-and-creativity-symbol-gm1014086090-273003054>

PEVNÝ, Roman, 2016. Závitové šablony [Obrázek 37]. In: *RP: vybavení autoservisu* [online]. [cit. 2021-01-21]. Dostupné z: <https://www.roman-pevny.cz/Merka-stoupani-zavitu-28-55-Whitworth-d4271.htm>

PROCHÁZKOVÁ, Petra, 2012a. Řezání závitů na soustruhu závitovými čelistmi, závitníky. In: *Anzdoc: Documents Professional Platform* [online]. [cit. 2021-02-24]. Dostupné z: <https://adoc.pub/ezani-zavit-na-soustruhu-zavitovymi-elistmi-zavitniky.html>

PROCHÁZKOVÁ, Petra, 2012b. Stoupání a rozteč závitu [Obrázek 3]. In: *Anzdoc: Documents Professional Platform* [online]. [cit. 2021-01-19]. Dostupné z: <https://adoc.pub/ezani-zavit-na-soustruhu-zavitovymi-elistmi-zavitniky.html>

RAYNOCH, Jindřich, 2020. Výroba závitů. In: *Střední průmyslová škola, Ostrava - Vítkovice* [online]. [cit. 2021-01-23]. Dostupné z: <https://www.spszengrova.cz/ucebni-texty/>

ŘASA, Jaroslav a Vladimír GABRIEL, 2005. *Strojírenská technologie 3*. Praha: Scientia. ISBN 8071833371.

SLÁDEČEK, Jaroslav, 2021. Kruhová závitová čelist [Obrázek 22]. In: *Nakol s.r.o.* [online]. [cit. 2021-01-23]. Dostupné z: <https://www.nakol.cz/zavitova-kruhova-celist-unc-no>

SMITH, Vicki, 2012. Dělená závitová čelist [Obrázek 21]. In: *Aircon Flange Ltd* [online]. [cit. 2021-01-23]. Dostupné z: <http://www.airconflange.co.nz/shop/item.aspx?itemid=3246>

SVOBODOVÁ, Magdalena, 2012. Spoje a spojovací součásti. In: *Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola Brno* [online]. [cit. 2021-01-25]. Dostupné z: <http://domes.spssbrno.cz/web/dumy/SPS,%20MEC,%20CAD/>

WOJCICKI, Susan, 2017. Symbol videa [Obrázek 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 40]. In: *YouTube* [online]. [cit. 2021-01-10]. Dostupné z: <https://developers.google.com/youtube/terms/branding-guidelines>

SEZNAM VÝUKOVÝCH VIDEÍ

Ruční výroba vnějšího a vnitřního závitu:

KOCH, Karel, 2016. Řezání závitů. In: *YouTube* [online]. [cit. 2021-01-23]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=V---WQccxpw&ab_channel=KarelKoch

Výroba vnějšího závitu soustružením:

SVOBODA, Evžen, 2014. Závitování. In: *YouTube* [online]. [cit. 2021-01-23]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=8_mKW-LiWa4&feature=emb_title&ab_channel=Ev%C5%BEenSvoboda

Výroba vnějšího a vnitřního závitu frézováním:

CRTOOLS, 2013. CMT Shell. In: *YouTube* [online]. [cit. 2021-01-23]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=xIbHFWduy9g&ab_channel=CRStools

Výroba vnějšího závitu broušením:

CHEN, Edcan, 2019. SWM1505 CNC External Thread Grinder. In: *YouTube* [online]. [cit. 2021-01-23]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=kyFv7Uo9ctE&ab_channel=EdcanChen

Výroba vnějšího závitu tvářením:

BAKALÁŘ, David, 2015. Válcování závitů Thread rolling. In: *YouTube* [online]. [cit. 2021-01-23]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=MA0U7Kk0Nzc&ab_channel=eMkoJesen%C3%ADkeMkoJesen%C3%ADk

Výroba vnitřního závitu soustružením:

MECHANICAL LAND, 2020. Internal thread cutting on lathe machine. In: *YouTube* [online]. [cit. 2021-01-23]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=gheAzzLVlhY&ab_channel=MECHANICALLAND

Výroba vnitřního závitu broušením:

IMT GRINDING GROUP, 2013. IMT Tacchella ELEKTRA UA - Internal Thread Grinder. In: *YouTube* [online]. [cit. 2021-01-23]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=PT8cLfZDTv8&ab_channel=IMTGrindingGroup

Výroba vnitřního závitu tvářením:

DC SWISS, 2013. DCS: Thread Forming - FAS/FPS/FS Series. In: *YouTube* [online]. [cit. 2021-01-23]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=yDkP2CIBGuE&ab_channel=DCSwissDCSwiss

Funkce vodícího šroubu:

IGUS, 2013. Drylin TR. In: *YouTube* [online]. [cit. 2021-01-20]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=hSoY6CXWjss&feature=emb_title&ab_channel=igusUKLtd