



Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola technická Brno, Sokolská 1

Šablona: Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Název: Svařování

Téma: Svařitelnost, technologické zásady, příprava materiálu

Autor: Ing. Kubíček Miroslav

Číslo: VY_32_INOVACE_21 – 03

Anotace: Slouží jako podklad pro výuku svařování. Rozdělení a druhy svařitelnosti. Technologičnost konstrukce pro svařování. Text určen pro studenty 3. ročníku střední odborné školy oboru strojírenství. Vytvořeno v 7/2013.

SVARŽITELNOST

- je technologickou vlastností materiálů; je to **komplexní charakteristika materiálu**, která určuje za jakých daných podmínek svařování je, nebo není materiál vhodný pro svařované spoje předepsané jakosti
- **Druhy svařitelnosti**
 - ◆ tavná
 - ◆ odporová-tlaková
- **Tavná svařitelnost** : závisí na chemickém složení, způsobu výroby, tepelném zpracování a tloušťce svařovaného materiálu. Tavná svařitelnost je rozdělena do čtyř skupin - viz tab.č.1.

SVAŘITELNOST – tavná

tab.č..1

Stupeň svařitelnosti	Označení	Rozsah záruky	Příklad použití
Zaručená	1a	zaručuje svařitelnost při svařování za okolních teplot až 0°C	pro dynamicky namáhané svarky i při nižších venkovních teplotách
Podmíněně zaručená	1b	zaručuje svařitelnost při dodržení předem určených podmínek uvedených v normě jakosti oceli	pro svarky staticky namáhané
Dobrá	2	nezaručuje svařitelnost, ale tyto oceli dávají ve většině případů vyhovující svarové spoje	na podřadné, staticky namáhané konstrukce; na opravy
Obtížná	3	nelze zpravidla dosáhnout vyhovující jakosti svarových spojů ani při dodržení zvláštních opatření při svařování	nedoporučuje se používat na svařování, jen na nutné opravy

SVAŘITELNOST - tavná

- **U uhlíkových ocelí svařitelnost nejvíce ovlivňuje obsah uhlíku a tloušťka materiálu**

dobře svařitelné oceli mají **obsah uhlíku okolo 0,2 až 0,25 %**

OCELI PŘÍMO KALITELNÉ JSOU ŠPATNĚ SVAŘITELNÉ

- oceli s vyšším obsahem C jak 0,5 % se svařovat nedoporučuje
 - pro tloušťky materiálu větší jak 25 mm se doporučuje předehřev)
- **u ocelí slitinových** je vliv prvků vyjádřen tzv. **ekvivalentním obsahem uhlíku C_e**

SVAŘITELNOST - tavná

- ekvivalentní obsah uhlíku C_e
- $C_e = C + Mn/6 + Cr/5 + Ni/15 + Mo/4 + Cu/13 + P/2 + 0,0024 \times t$
- kde v čitateli zlomku je vždy vyjádřen patřičný legující prvek
- symbol t vyjadřuje tloušťku svařovaného materiálu
- dobře svařitelné oceli mají uhlíkový ekvivalent C_e menší jak 0,5
- přičemž obsah C musí být menší jak 0,3 %

SVAŘITELNOST - odporová -tlaková

- i tuto svařitelnost je možno vyjádřit uhlíkovým ekvivalentem C_e

$$C_e = C + Mn/6 + Cr/5 + Ni/15 + Mo/6 + V/4$$

- Uvedené vztahy jsou informativní a nemusí vždy platit
- **pro správnou volbu svařování je nutná znalost diagramů IRA**

SVAŘITELNOST

- Svařitelnost ocelí na odlitky je obdobná jak u ocelí tvářených
- Odlitky se před svařováním normalizují popř. zušlechťují
- Svařitelnost litiny – obtížná – dáno vysokým obsahem uhlíku – svár praská – před svařováním nutno předehřívání – po svaření žíhání
- Neželezné kovy a jejich slitiny lze svařovat téměř všemi způsoby tavného a odporového svařování

SVARĚTELNOST

- Svaritelnost **Cu** a jejich slitin – lze svařovat všemi způsoby tavného svařování
- Svaritelnost **Al** a jejich slitin – se svařují všemi běžnými způsoby tavného svařování – **pozor** – Al se taví, aniž se změní jeho barva (jak u ocelí) – často se uplatňuje svařování za studena (spojování vodičů)
- Svaritelnost **hořčíku** a jeho slitin – obtížná – vhodná metoda TIG – vhodný mírný předehřev
- Svaritelnost titanových slitin – nutno použít vhodný přídavný materiál

SVAŘITELNOST

- Vhodnost kovu ke svařování je podmíněna (změna vlastností materiálu v důsledku svařování)
 - Chemickým složením
 - Metalurgickým způsobem výroby
 - Způsobem lití a tváření
 - Tepelným zpracováním
- Hodnocením svařitelnosti se určuje
 - Vhodnost materiálu na svařování
 - Jaké technologické podmínky jsou vhodné pro dosažení funkčně vyhovujícího spoje

TECHNOLOGICKÉ ZÁSADY

- Konstruktor musí u svařovaných konstrukcí vždy úzce spolupracovat s technologem specializovaným na svařování
- Postup při návrhu svařované konstrukce
 - Studium požadavků na konstrukci
 - Vymezení funkce konstrukce
 - V jakém prostředí bude pracovat
 - Zatížení
 - Volba materiálu
 - Volba polotovarů pro konstrukci
 - Návrh optimálního konstrukčního řešení
 - Stanovení přístupnosti svarů
 - Volba druhů svarů a metody svařování
 - Rozměry svarových spojů
 - Návrh - metoda odstranění pnutí a deformací
 - Podrobný výpočet konstrukce
 - Návrh kontrolních a zkušebních metod jakosti svarů

TECHNOLOGICKÉ ZÁSADY

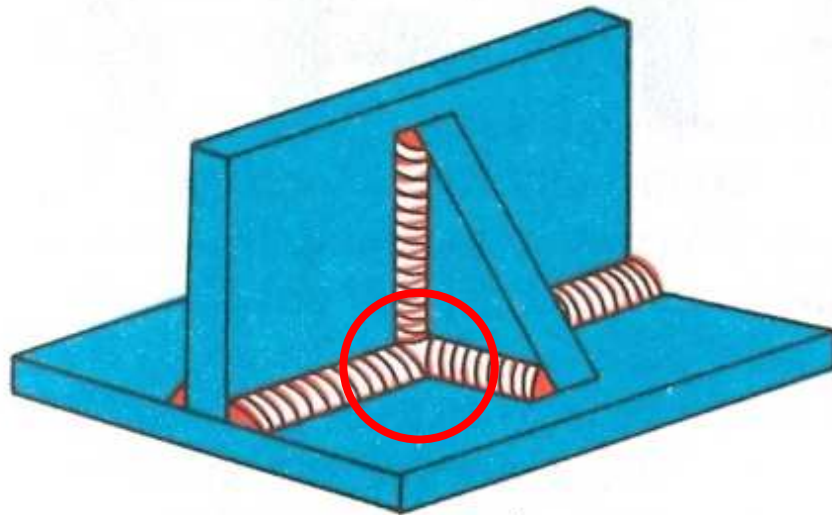
- Správná konstrukce má malou pravděpodobnost poruchy po celou dobu životnosti
 - dostatečnou spolehlivost
 - hospodárnost
 - přiměřenou trvanlivost
- Technologičnost svařované konstrukce je dána
 - Vhodností pro zvolený způsob výroby
 - Má min. svarů
 - Přístupná svařovaná místa
 - Vyhýbáme se hromadění svarů v jednom místě
 - Jednotlivé části svařované konstrukce se nejdříve spojí krátkými svary tzv. nastehují se

TECHNOLOGICKÉ ZÁSADY

- Vychází z prosazování správného konstruování a návrhu svarku

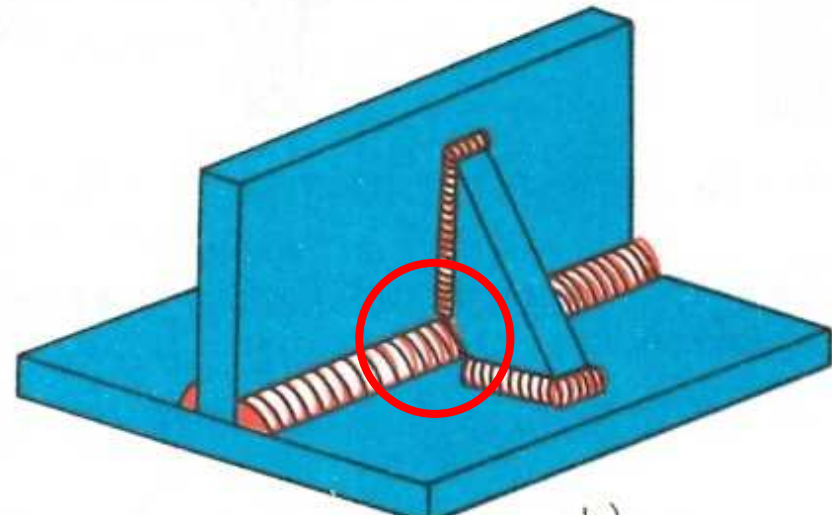
Přivařování výztuh ke konstrukci

a) chybně



a)

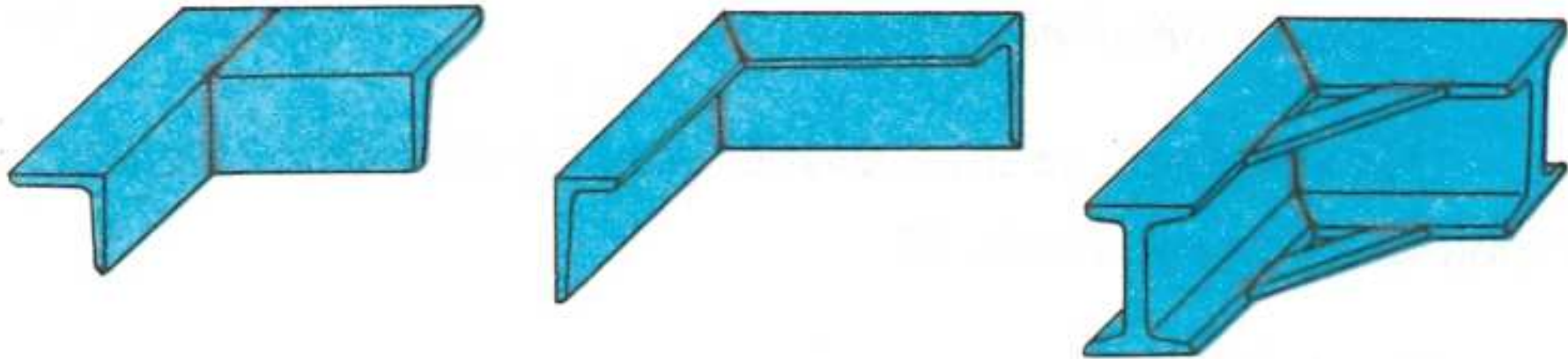
b) správně



b)

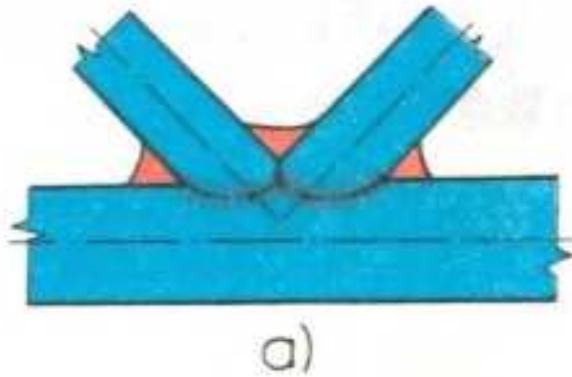
TECHNOLOGICKÉ ZÁSADY

- Příhradový spoj nosníku

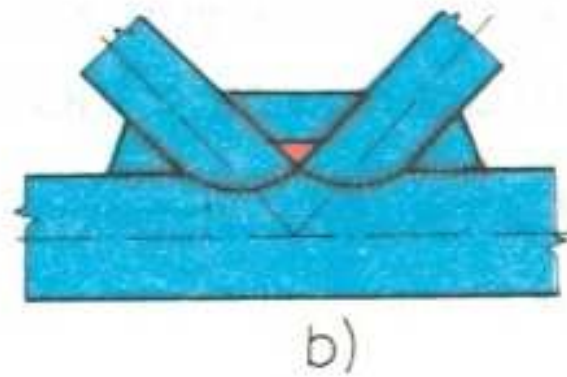


- Svařování trubek

a) spoj ve styčnicku

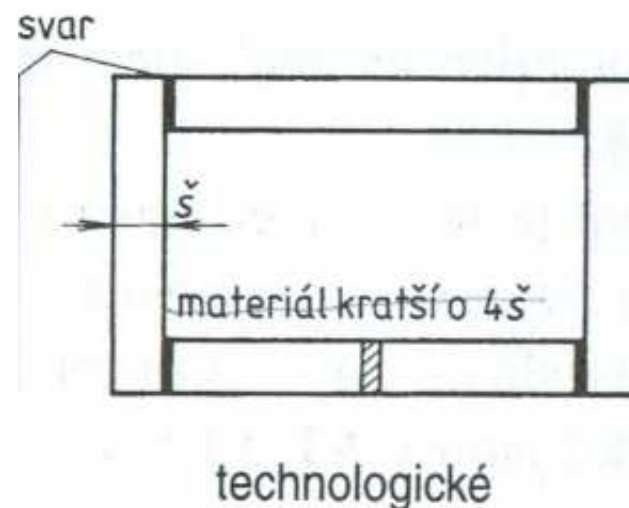
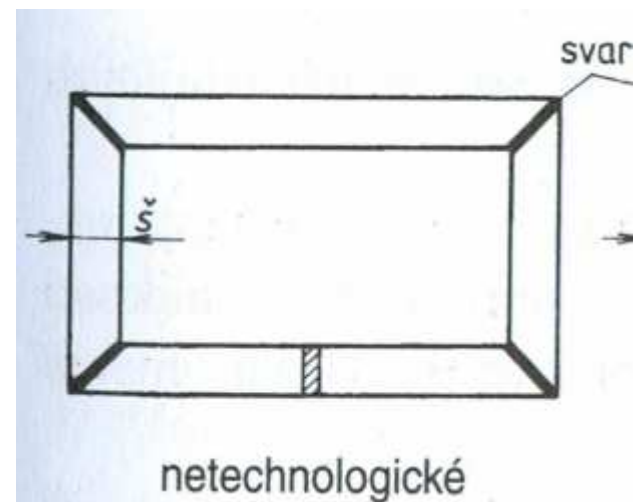
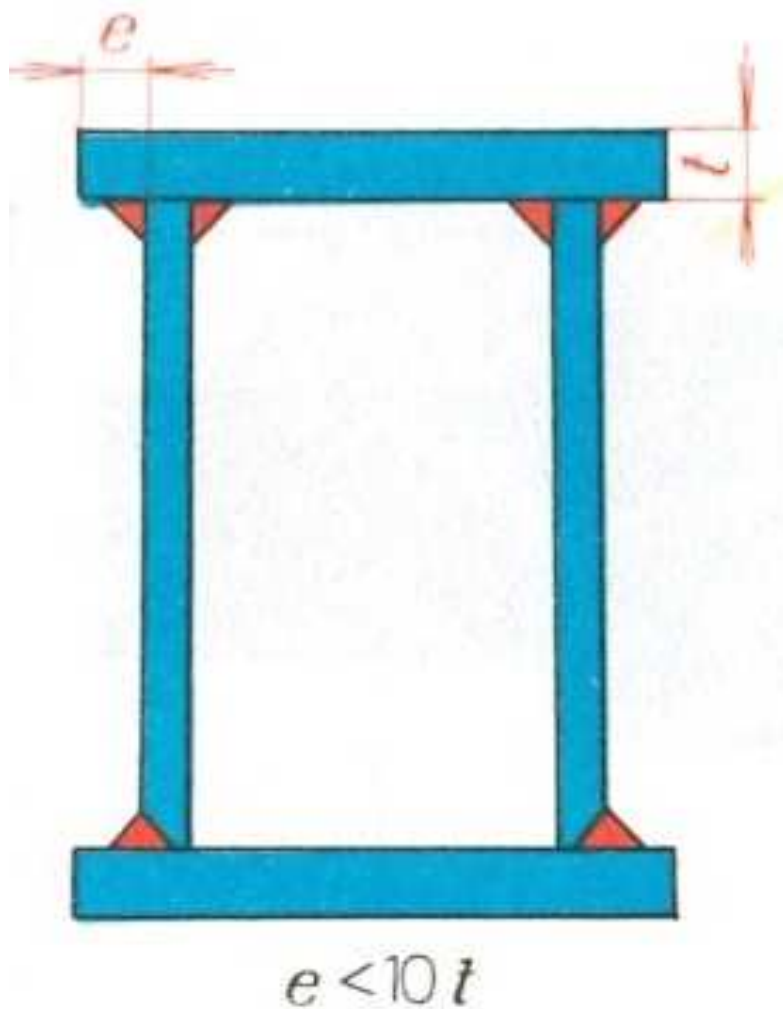


b) spoj zpevněný výztuhami



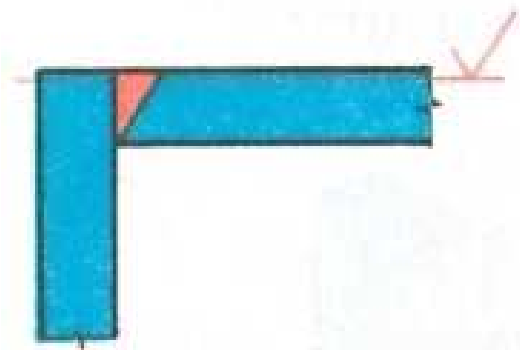
TECHNOLOGICKÉ ZÁSADY

- Svařování skříňovitých konstrukcí – konstrukce svařovaného rámu

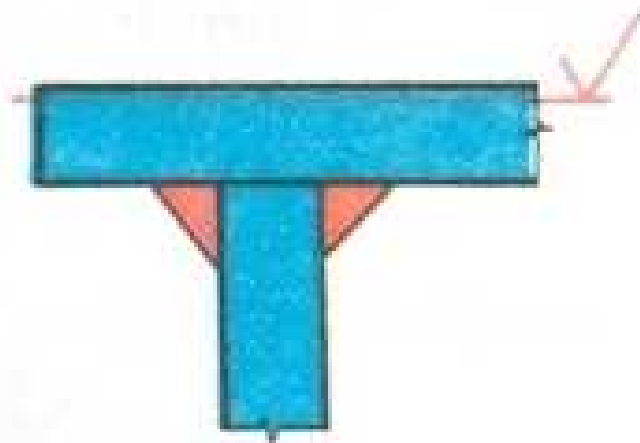


TECHNOLOGICKÉ ZÁSADY

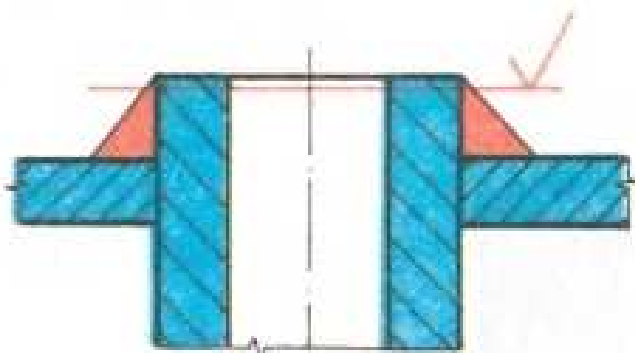
- Úprava svarků s ohledem na obrábění
- a) nevhodná b) vhodná



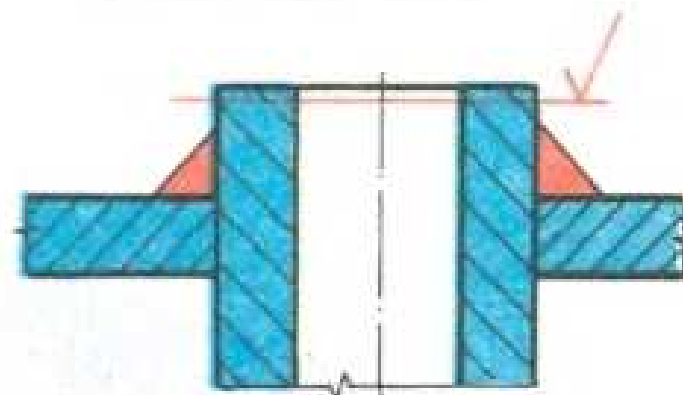
a)



b)



a)



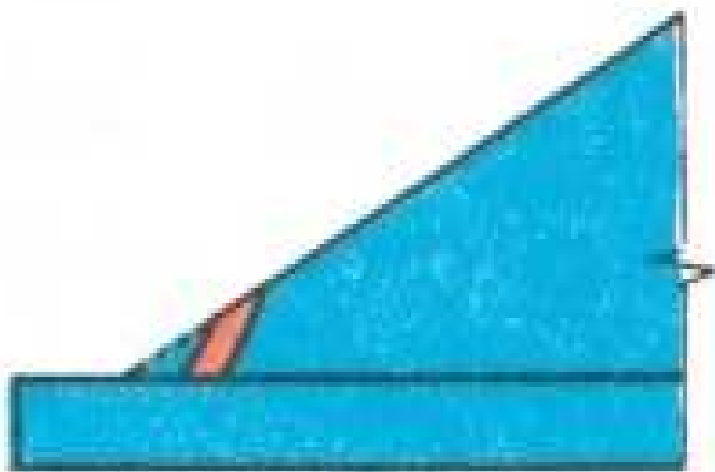
b)

TECHNOLOGICKÉ ZÁSADY

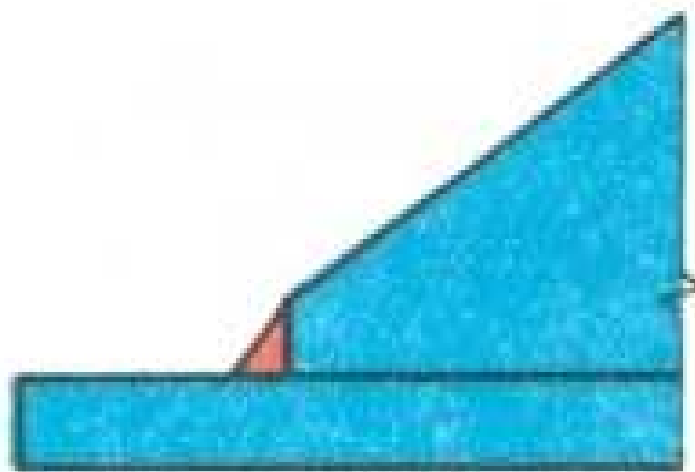
- Úprava konstrukce žeber

a) nevhodná (nastává odtavení)

b) vhodná



a)

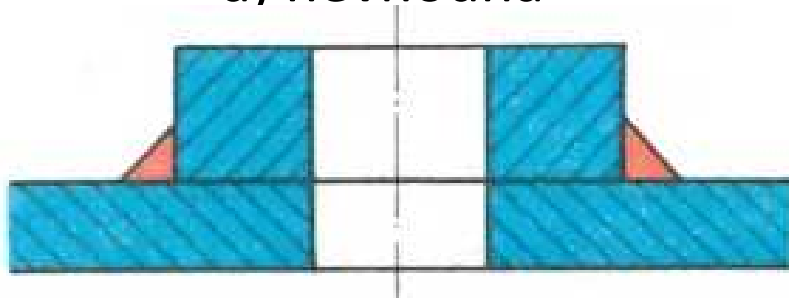


b)

TECHNOLOGICKÉ ZÁSADY

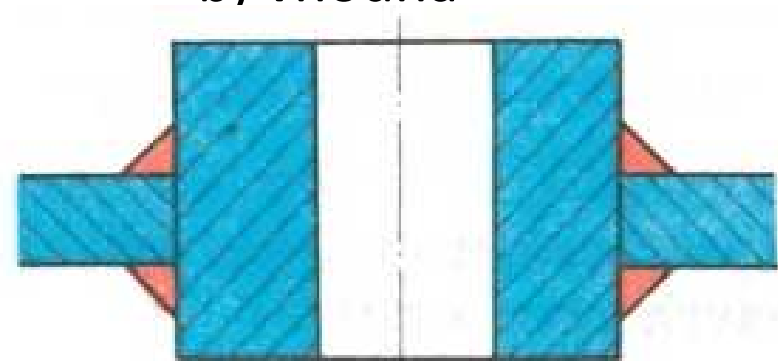
- Úprava zesílení stěny

- a) nevhodná



a)

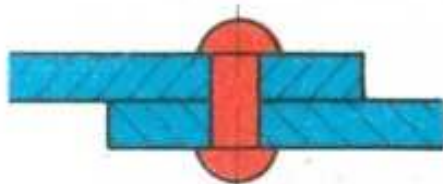
- b) vhodná



b)

- Spojení plechů

- a) nýtovými spoji b) svařením c) svařením – vyhovuje
zásadám pro navrhování svarků



a)



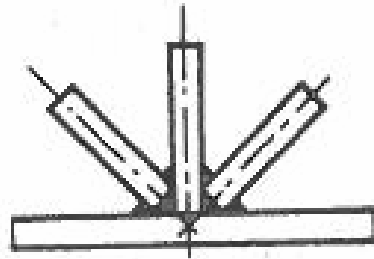
b)



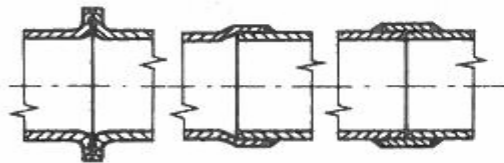
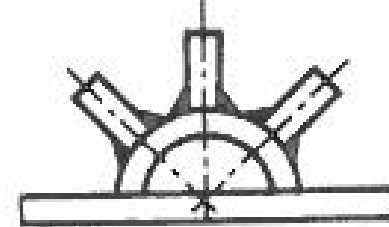
c)

TECHNOLOGICKÉ ZÁSADY

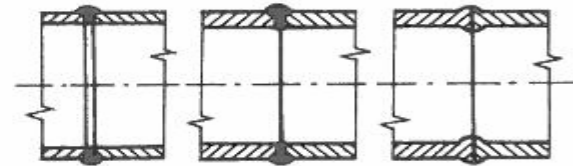
- Styk dvou a více částí
- a) nevhodné řešení



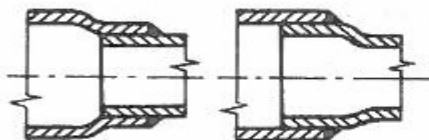
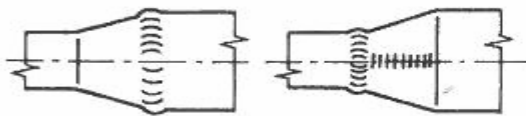
- b) vhodné řešení



a)



b)

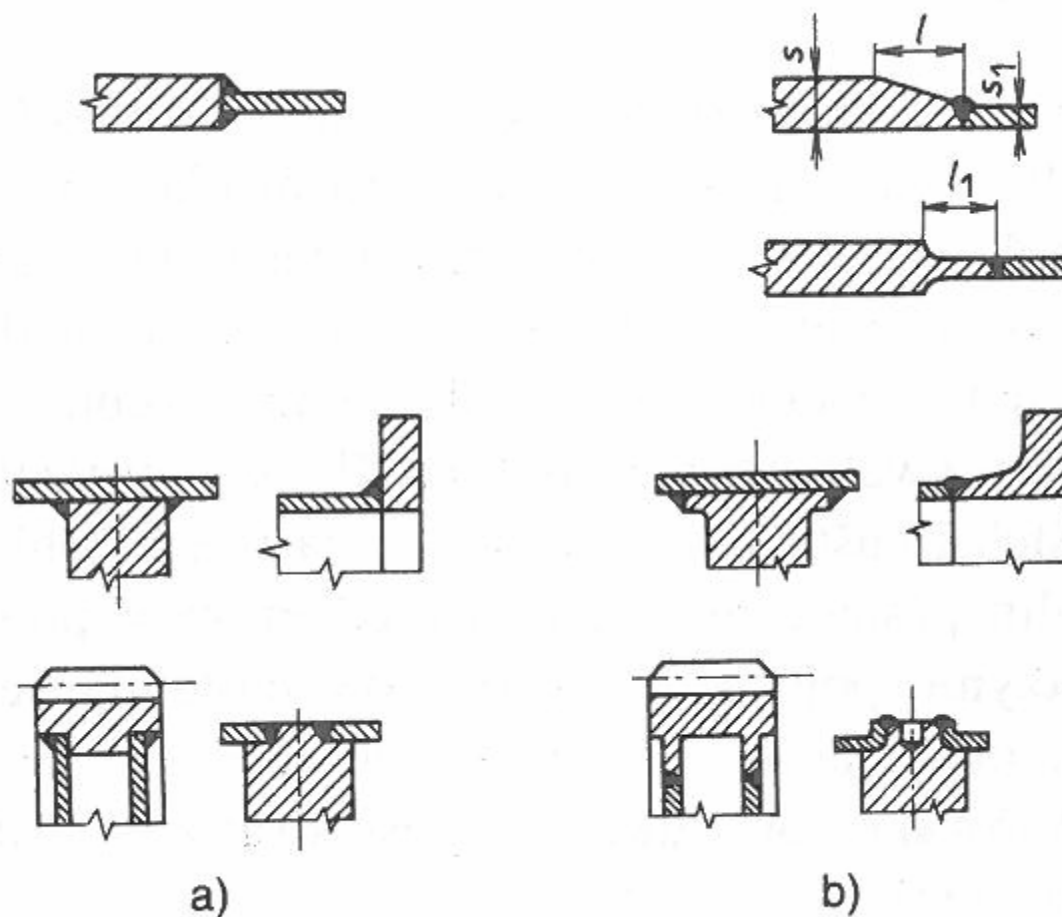


c)

Spojování trubek
a) tenkostěnné trubky, b) tlustostěnné
trubky, c) trubky různého průměru

TECHNOLOGICKÉ ZÁSADY

- Spojování součástí s velkými rozdíly tloušťek

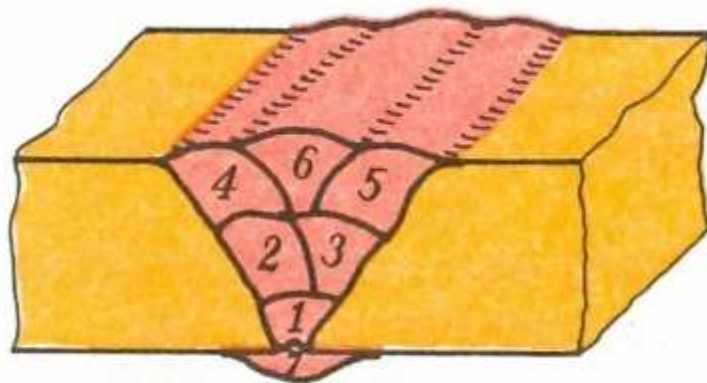


a) nevhodná řešení,
b) vhodná řešení
 l, l_1 – délka zúžení,
 s – tloušťka silnější
součásti,
 s_1 – tloušťka tenčí
součásti

TECHNOLOGICKÉ ZÁSADY

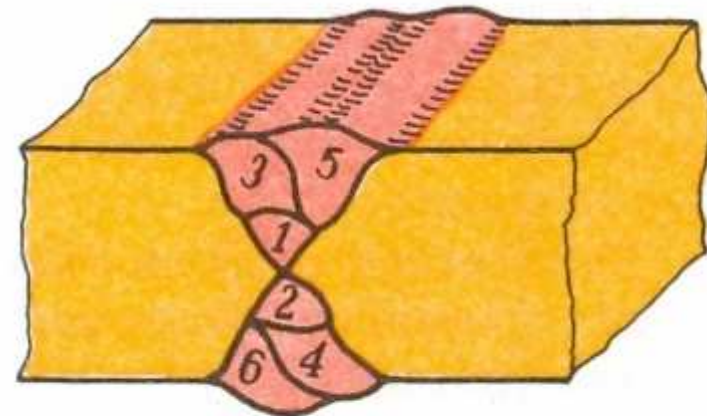
- Postup při svařování tlustých materiálů (nad 2 mm)

a) svar V



a)

b) svar X



b)

čísla označují postup při svařování – nanášení housenek

ZNAČENÍ SVARŮ NA VÝKRESECH

Na výkresech se musí označit:

- charakteristický rozměr svaru,
- značka svaru,
- tvar povrchu svaru,
- počet svarů,
- délka svaru,
- mezera mezi sousedními svary (u bodových a děrových svarů),
- označení drsnosti povrchu,
- další údaje potřebné k provedení svaru (označování přídavných materiálů, elektrod a další).

PŘÍPRAVA MATERIÁLU

- Před svařováním je nutné zbavit svarové plochy nečistot, barvy, rzi apod. Dále je nutná úprava svarových ploch úkosy podle tloušťky materiálu tak, aby bylo zajištěno dokonalé provaření. Úkosy se provádí buď hoblováním nebo řezacími hořáky. Správná poloha svařovaných dílců se zajistí buď mechanickým upnutím pomocí různých svěrek, šroubů atd., popř. nastehováním např. v polohovacím přípravku.

Zdroje:

- Hluchý M., Kolouch J., Paňák R., STROJÍRENSKÁ TECHNOLOGIE 2, 1.díl, SCIENTIA, PRAHA, 2001, ISBN – 80-7183-244-8
- Řasa J., Haněk V., Kafka J., STROJÍRENSKÁ TECHNOLOGIE 4, SCIENTIA, PRAHA, 2003, ISBN – 80-7183-284-7
- Hluchý a kol., STROJÍRENSKÁ TECHNOLOGIE 2, SNTL, PRAHA, 1979, 04-221-79