



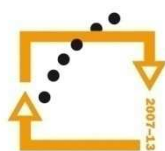
evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

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

Šablona: Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Název: Tváření

Téma: Konstrukce ohýbacích nástrojů

Autor: Ing. Kubíček Miroslav

Číslo: VY_32_INOVACE_20 – 14

Anotace: Slouží jako podklad pro výuku tváření. Hlavní hlediska při konstrukci ohýbadel . Text určen pro studenty 3. ročníku střední odborné školy oboru strojírenství.

KONSTRUKCE OHÝBACÍCH NÁSTROJŮ

- HLEDISKA PŘI NÁVRHU KONSTRUKCE
 - ◆ **materiálové** [mechanické a technologické vlastnosti stříhaného materiálu - např. mez kluzu R_e (σ_{kt}), mez pevnosti v tahu R_m (σ_{pt}), poměr veličin R_e/R_m a ostatní]
 - ◆ **konstrukční** (geometrické rozměry a poměr jednotlivých činných částí tvářecích nástrojů - např. u ohýbadla to jsou poloměr zaoblení pohyblivé části r_{ook} , poloměr zaoblení nepohyblivé části r_{ooe} , dále vůle mezi pohyblivou a nepohyblivou činnou částí ohýbadla)
 - ◆ **technologické** (zde tvar ohybu aj.)
 - ◆ **přesnost výroby** – přesnost výlisku

KONSTRUKCE OHÝBACÍCH NÁSTROJŮ

PŘI NÁVRHU OHÝBADLA SE URČUJE:

- ◆ **nejmenší poloměr v ohybu r_{ohmin}**
- ◆ **délka polotovaru l_{pol}**
- ◆ **úhel odpružení γ_{oh} a zamezení odpružení**
- ◆ **síla lisu F_l**
- ◆ **nejmenší délka ohýbaného ramene a_{ol}**
- ◆ **otvory v blízkosti poloměru ohybu (pokud existují) - vzdálenost b_{ol}**
- ◆ **zaoblení hran čelistí r_{ook} a r_{ooe}**
- ◆ **vůle mezi pevnou a pohyblivou čelistí v_{ov} nebo v_{ou}**
- ◆ **výlisky se šikmými rameny (pokud existují) - rozměr y_v**
- ◆ **zamezení posuvu materiálu při ohýbání**
- ◆ **koncepce ohýbadla - konkrétní konstrukční řešení (viz ohýbadlo)**
- ◆ **jednotlivé části ohýbadla (viz ohýbadlo).**

KONSTRUKCE OHÝBACÍCH NÁSTROJŮ

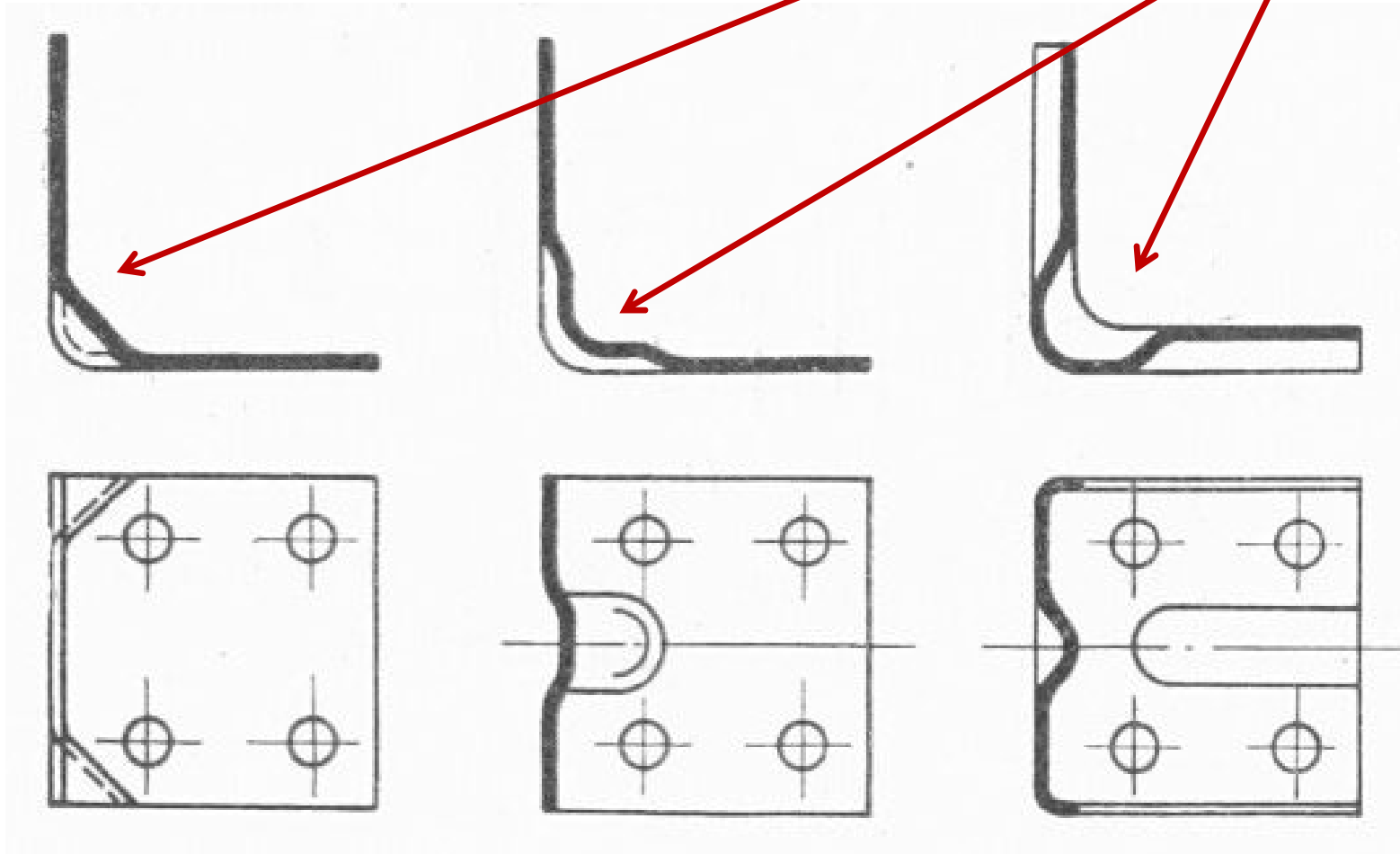
- **Nejmenší poloměr ohybu** je nutné určit vzhledem k plastičnosti materiálu - nesmí dojít ke vzniku trhlin
- **Výpočet délky polotovaru** složen z několika dílčích kroků
 - určení délek všech jednotlivých přímých úseků
 - součet všech délek přímých úseků
 - určení délek všech jednotlivých ohnutých úseků
 - součet délek všech ohnutých úseků
 - určení délky polotovaru – součet všech délek přímých i ohnutých úseků (viz DUM13)
 - ... přídavek na ostřížení: $p_{os} = 2 \div 6 \text{ mm}$
 - ◆ **nutno ověřit** praktickou zkouškou v nástroji!

KONSTRUKCE OHÝBACÍCH NÁSTROJŮ

- **Zpětné odpružení výlisků** je způsobeno vlivem pružné deformace materiálu kolem neutrální vrstvy.
 - Při ohybu do **V** je úhel odpružení **menší**
 - Při ohybu do **U** je úhel odpružení **větší**
- **Zamezení odpružení při ohýbání:**
 - ◆ materiál se ohne více právě o hodnotu úhlu odpružení γ_{oh} (nejčastější řešení)
 - ◆ zkosením pohyblivé čelisti
 - ◆ zaoblením pohyblivé čelisti a přidržovače
 - ◆ odstupňováním pevné čelisti (pro plechy do $t = 1$ mm)
 - ◆ ztenčením materiálu v blízkosti ohybu
 - ◆ vylisováním výztužných žeber v místě ohybu
 - ◆ kalibrováním bočními čelistmi

KONSTRUKCE OHÝBACÍCH NÁSTROJŮ

- **Zamezení odpružení při ohýbání – zkosením a prolisy**



KONSTRUKCE OHÝBACÍCH NÁSTROJŮ

Síla lisu F_{IV} (N) pro výlisky tvaru V:

$$F = F_{oV} + F_{kV}$$

kde F_{oV} ... ohýbací síla pro výlisky tvaru V (N)

F_{kV} ... síla pro kalibraci (vyrovnání) výlisku pro výlisky tvaru V (N) – pokud se provádí

Sílu lisu F je po výpočtu nutno zaokrouhlit (např. na desítky kN), podle této síly **určit lis - vyzkoušet!**

KONSTRUKCE OHÝBACÍCH NÁSTROJŮ

Síla ohýbání F_{oV} (N) pro výlisky tvaru V:

$$\blacklozenge \quad F_{oV} = \frac{c_{FoV} \times R_m \times b_{om} \times t^2}{l_{oV}}$$

kde

c_{FoV} ... Součinitel

R_m (σ_{pt}) ... mez pevnosti v tahu (MPa)

b_{om} ... šířka ohýbaného materiálu (mm)

t ... tloušťka ohýbaného materiálu

(mm)

l_{oV} ... vzdálenost ohýbacích hran (mm)

KONSTRUKCE OHÝBACÍCH NÁSTROJŮ

Síla pro kalibraci výlisku F_{kV} (N) pro výlisky tvaru V:

$$F_{kV} = S_{kV} \times p_{kV}$$

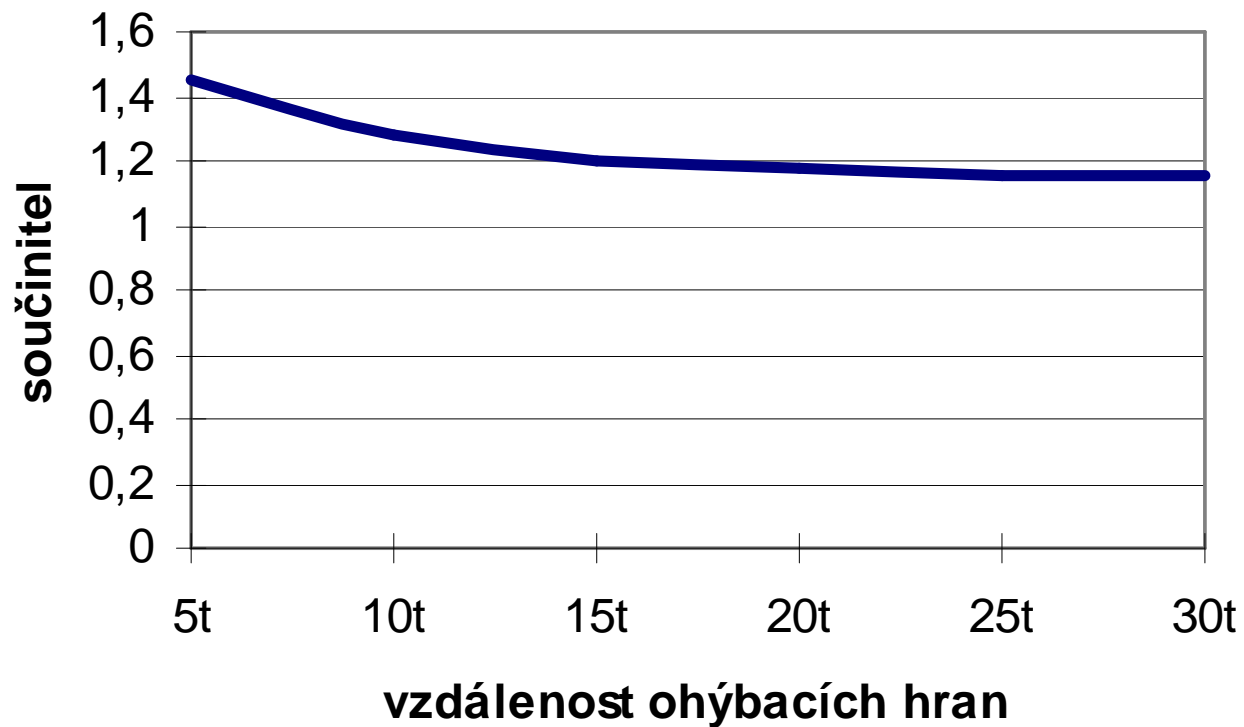
kde S_{kV} ... vyrovnávaná plocha (mm²):

kde p_{kV} ... měrný tlak (MPa)

KONSTRUKCE OHÝBACÍCH NÁSTROJŮ

Součinitel pro výpočet síly ohýbání pro výlisky tvaru V

t – tloušťka ohýbaného materiálu



KONSTRUKCE OHÝBACÍCH NÁSTROJŮ

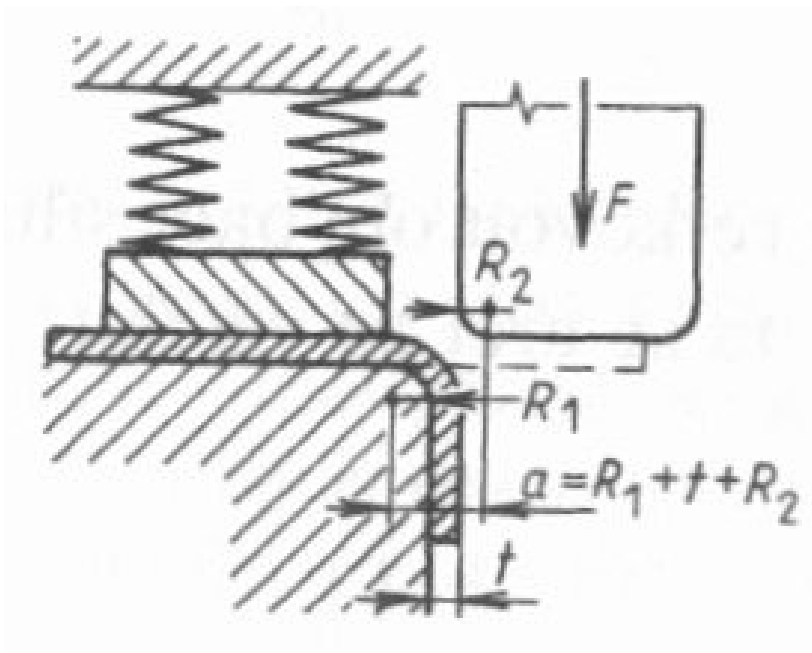
- **Síla ohýbání F_{oU} (N) pro výlisky tvaru U**

$$F_{oU} = \frac{c_{FoU} \times R_m \times b_{om} \times t^2}{a_{oU}}$$

kde c_{FoU} ... součinitel : $c_{FoU} = 0,4$
 R_m (σ_{Pt}) ... mez pevnosti v tahu (MPa)
 b_{om} ... šířka ohýbaného materiálu (mm)
 t ... tloušťka ohýbaného materiálu (mm)
 a_{oU} ... rameno, na kterém působí ohýbací
síla F_{oU} (mm)

KONSTRUKCE OHÝBACÍCH NÁSTROJŮ

- URČENÍ RAMENE PRO PRO F_{ou}



a – rameno na kterém působí síla F

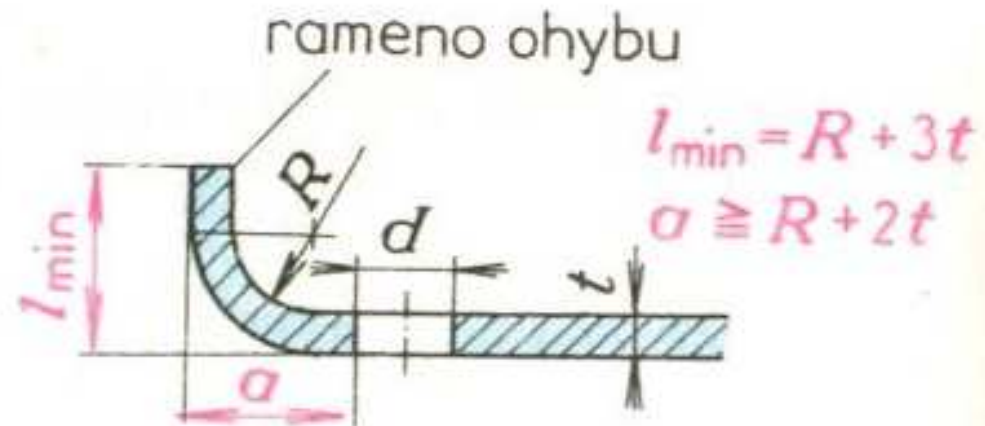
R_1 – poloměr ohybnice

R_2 – poloměr ohybníku

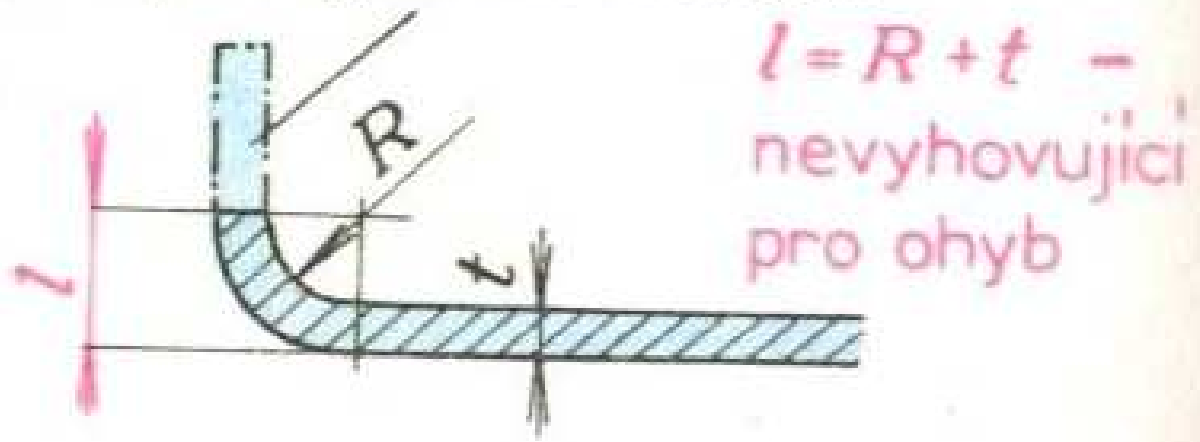
t - tloušťka materiálu

KONSTRUKCE OHÝBACÍCH NÁSTROJŮ

- **nejmenší délka ohýbaného ramene l_{\min}**
umístění děr



po ohybu ostříhnout



KONSTRUKCE OHÝBACÍCH NÁSTROJŮ

- **Zaoblení hran čelistí** má vliv na velikost ohýbací síly, na velikost odpružení a na jakost výlisku (na rozměrovou přesnost výlisku)
 - ◆ **poloměr zaoblení činné části pohyblivé čelisti R_2**

— $R_2 = r_{oh}$

kde

r_{oh} ... vnitřní poloměr ohybu výlisku (mm)

- ◆ **poloměr zaoblení činné části pevné čelisti R_1**

$$R_1 = (2 \div 6) \times t$$

KONSTRUKCE OHÝBACÍCH NÁSTROJŮ

- **Vůle mezi pevnou a pohyblivou čelistí** ovlivňuje velikost ohýbací síly (menší vůle = větší ohýbací síla a naopak) a v případě výlisků tvaru U má vliv i na velikost odpružení:

◆ **vůle mezi pevnou a pohyblivou čelistí pro výlisky tvaru V:**

$$v_{oV} = t$$

◆ **vůle mezi pevnou a pohyblivou čelistí pro výlisky tvaru U:**

$$v_{oU} = t + t \times c_t$$

kde c_t ... součinitel vlivu tření ohýbané součásti o pevnou čelist s ohledem na délku ramene:

$c_t = 0,1 \div 0,15$ pro délku ramene $10 \div 200$ mm.

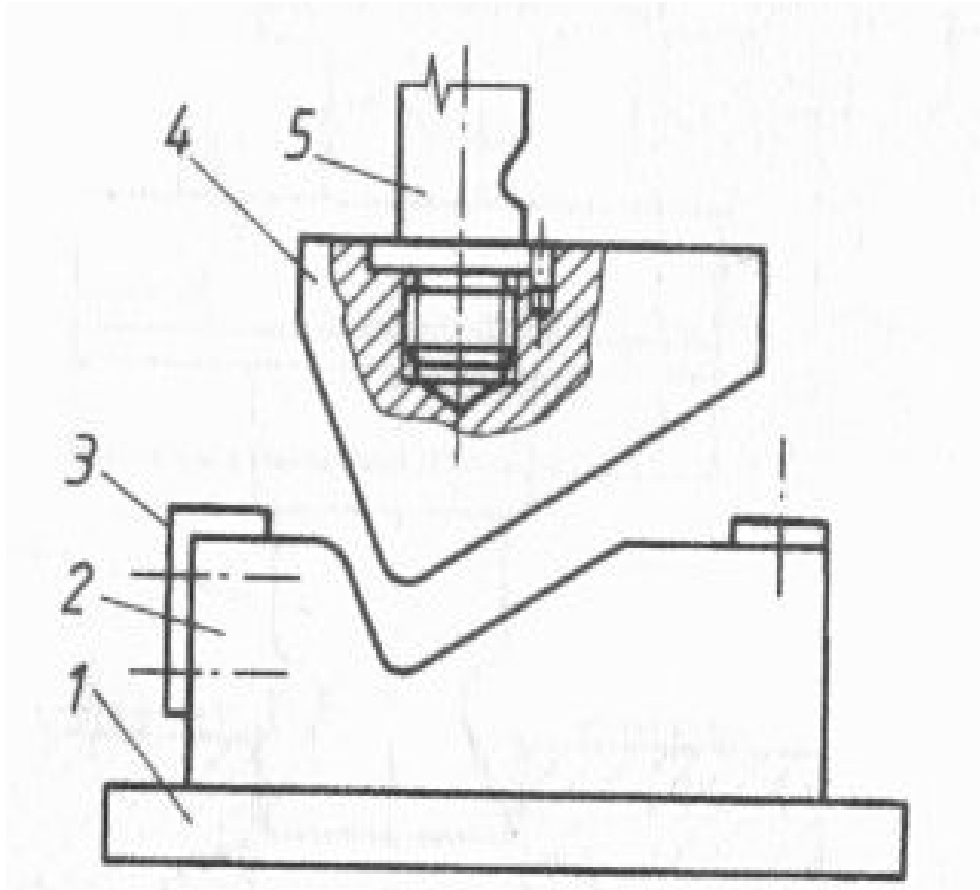
KONSTRUKCE OHÝBACÍCH NÁSTROJŮ

- **Zamezení posuvu materiálu při ohýbání** - posuv polotovaru lze vyloučit

- silným protitlakem přidržovače
- zdrsněním povrchu pohyblivé čelisti nebo povrchu přidržovače
- zalisováním kalených hrotů do ohýbací hrany pohyblivé čelisti
- zajištěním ohýbané součásti jedním nebo více kolíky, které jsou pevně nebo odpruženě uloženy v některé z činných částí ohýbadla a drží ohýbanou součást proti posunutí za předem vystřižený otvor

KONSTRUKCE OHÝBACÍCH NÁSTROJŮ

- OHÝBADLO JEDNODUCHÉ



1 – ZÁKLADOVÁ DESKA

2 – OHYBNICE – PEVNÁ ČÁST

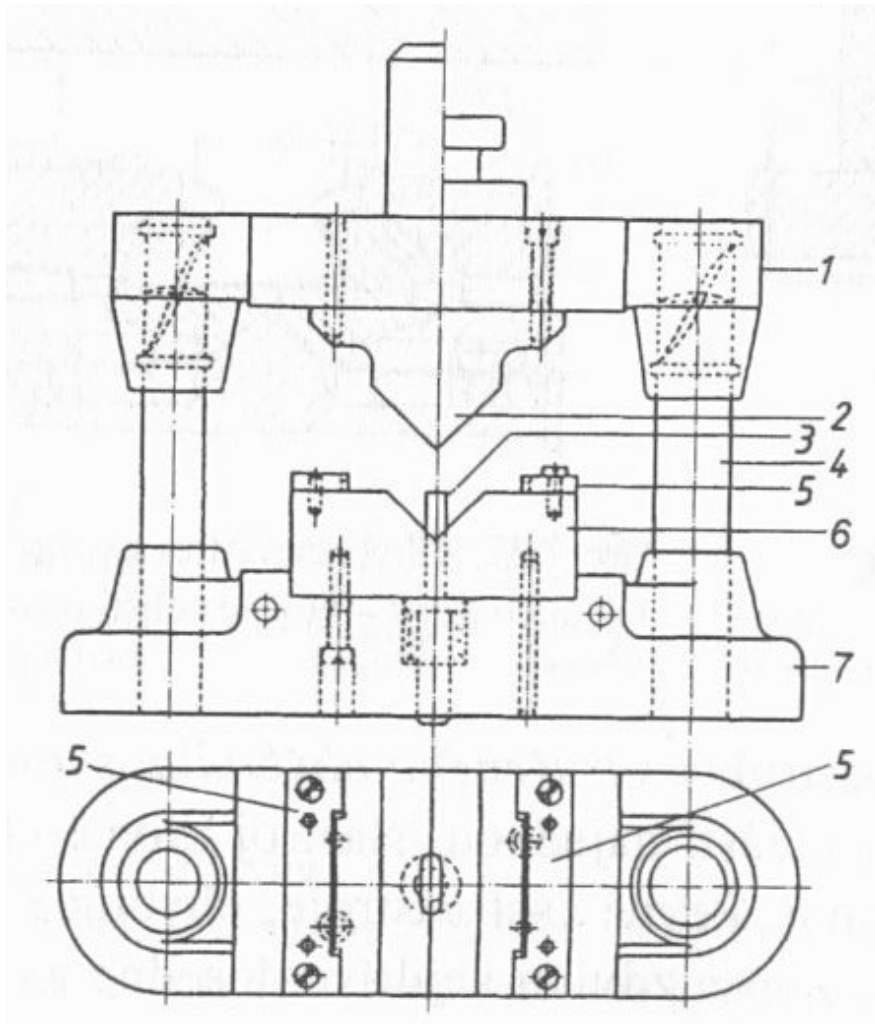
3 – DORAZ

4 - OHYBNÍK – POHYBLIVÁ ČÁST

5 - STOPKA

KONSTRUKCE OHÝBACÍCH NÁSTROJŮ

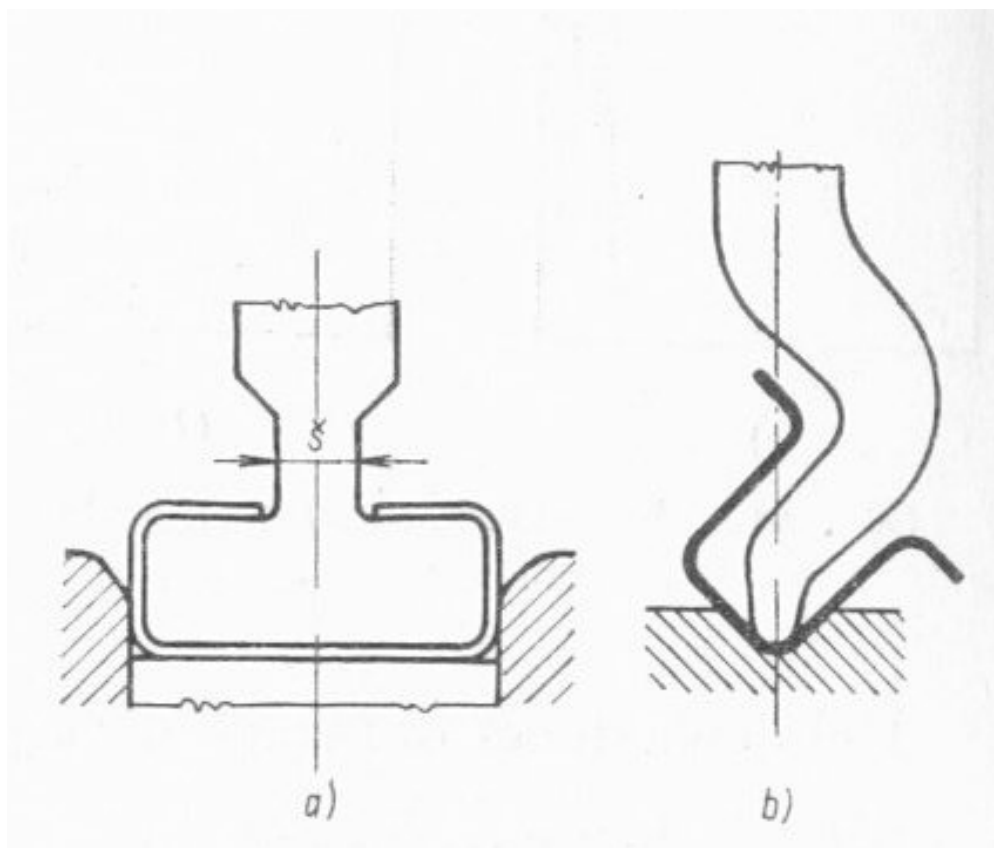
- OHÝBADLO S VODÍCÍMI SLOUPKY



- 1 – HLAVICE
- 2 – OHYBNÍK
- 3 – VYHAZOVAČ
- 4 – VODÍCÍ SLOUPEK
- 5 – DORAZ
- 6 – OHYBNICE
- 7 – ZÁKLADOVÁ DESKA

KONSTRUKCE OHÝBACÍCH NÁSTROJŮ

- RŮZNÉ TVARY OHYBNÍKŮ



Úprava výlisků k snadnému vyjímání a k vhodné konstrukci pohyblivé čelisti

KONSTRUKCE OHÝBACÍCH NÁSTROJŮ

- **Pevná čelist** tzv. ohybnice je základní nejdražší funkční součást ohýbadla.; vyrábí se jako:
 - ◆ celistvé
 - ◆ skládané - objímka je z levnější konstrukční oceli (11 500) a činné vložky jsou z nástrojové oceli (např. NO legovaná pro práci za studena 19 436)
- **Materiál pevné čelisti a tepelné zpracování** - např. NO legované pro práci za studena **19 436**, 19 312; **kaleno** a popuštěno na **HRC 60÷61** (oproti střižnici je nutné, aby pevná čelist byla poněkud houževnatější, dále je vhodné aby pevná čelist měla o 2 HRC větší tvrdost než čelist pohyblivá - při případné kolizi je snazší vyrobit „ohybník“ než „ohybnici“).
- **Opracování činných ploch** - leštěno na $R_a = 0,4 \div 0,8$.

KONSTRUKCE OHÝBACÍCH NÁSTROJŮ

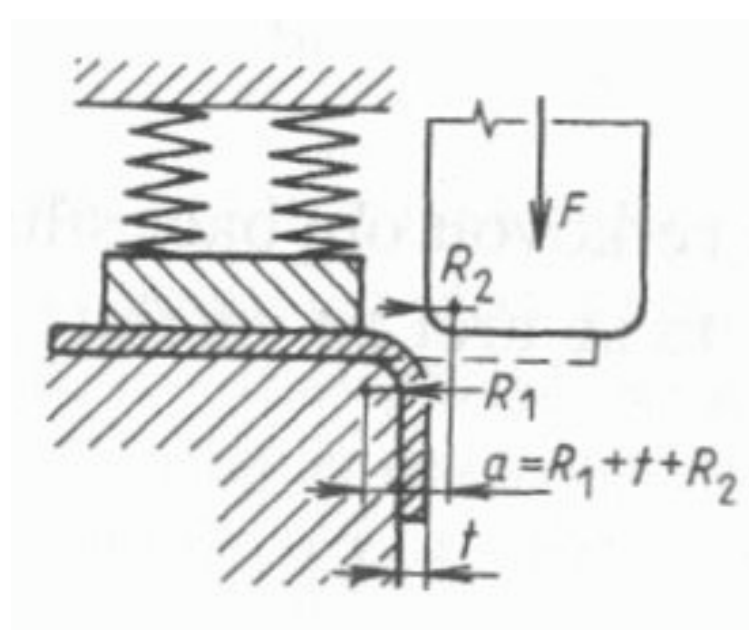
- **Pohyblivá čelist** - ohybník je základní činnou částí ohýbadla. Ohybníky mohou být:
 - ◆ celistvé
 - ◆ vložkované (rozměrnější ohybníky se vložkují z úsporných důvodů).
- **Materiál pohyblivé čelisti a tepelné zpracování:** např. NO legované pro práci za studena **19 436**, **19 312**; **kaleno** a popuštěno na **HRC 58÷59** (oproti střižníku je nutné, aby pohyblivá čelist byla poněkud houževnatější).
- **Opracování činných ploch** - leštěno na $R_a = 0,4 \div 0,8$.

KONSTRUKCE OHÝBACÍCH NÁSTROJŮ

- **Dorazy** - ohýbadla nemají vedení materiálu. Poloha pásu plechu se zajišťuje dorazy
 - **pevné** - upevněny šrouby a kolíky k pevné čelisti, nebo mohou být vytvořeny přímo v pevné čelisti jako tzv. zapuštěné
 - **Nastavitelné** - umožňují seřízení polohy pro případ tvarově podobných, ale rozměrově poněkud odlišných výlisků
- **Materiál** – běžná konstrukční ocel

KONSTRUKCE OHÝBACÍCH NÁSTROJŮ

- **Přidržovače** se používají u ohýbadel, kde se polotovar při ohýbání zvedá a může se oddálit z dorazů, čímž by změnil svou původní polohu. Přidržovače mohou být pružinové nebo vzduchové; konstruované buď jako součást ohýbadla nebo jako přídavné zařízení k lisu



KONSTRUKCE OHÝBACÍCH NÁSTROJŮ

- **Stěrač** se používá pokud výlisek zůstává na pohyblivé části ohýbadla
- Stěrače se upevňují k nepohyblivé části nástroje a nesmí bránit práci obsluhy lisu

KONSTRUKCE OHÝBACÍCH NÁSTROJŮ

- HLEDISKA PŘI NÁVRHU KONSTRUKCE

1. Technologické - nejdůležitější
2. Konstrukční
3. Provozní
4. Konstrukční vybavení nástrojů

Ad 1. Správným vyřešením nástroje po stránce **technologické** splněn předpoklad – výlisek správných rozměrů bez povrchových vad, řeší se zde

- Lisovací poloha
- Tvar a velikost přídavek
- Seskupení výlisků
- středění

KONSTRUKCE OHÝBACÍCH NÁSTROJŮ

- Kvalita výlisku odráží i požadavky na kvalitu konstrukce a výrobu nástroje. Zde působí vlivy
 - Obtížnost výlisku
 - Velikost výlisku – tolerance , tažné vůle
 - Přesnost výlisku – trvanlivost pracovních ploch nástroje – středění pomocí technologických otvorů
 - Jakost povrchu výlisku – činné části nástroje jemně obrobena, popř. tvrdě chromovány

KONSTRUKCE OHÝBACÍCH NÁSTROJŮ

- Ad 2. **konstrukční** hledisko – správnou konstrukcí zajišťujeme požadovanou životnost lisovacího nástroje. Způsoby dosažení
 - Volba vhodného materiálu a tepelné zpracování činných částí – ohybník, ohybnice,
 - Správné dimenzování nástroje, aby odpovídal prováděné operaci i tlaku lisu
 - Vodící části dostatečně tuhé, aby zachovaly vůle mezi pevnou a pohyblivou částí a tím šetřily nástroj před „vytlučením“
 - Snadné zakládání a vyjímání výlisků – viditelné dorazy
 - snadná výrobitelnost a údržba nástroje

KONSTRUKCE OHÝBACÍCH NÁSTROJŮ

- Ad 3. **provozní** hledisko – vyřešit nástroj tak, aby splnil plánovanou pracnost. Zahrnuje úkony
 - Mechanizační prvky – zdvihače, skluzy, transportéry odstřižků, výsuvné dorazy umožňující použití mechanické ruky, transportéry výlisků
- Ad 4. **konstrukční vybavení nástrojů** – příklady
 - Využít max. jednočinné lisy
 - Pro dna nástrojů lze použít plastické hmoty
 - Upínat na univerzální stoličky
 - Celokovový nástroj z litiny (422425)
 - Kalené vložky
 - Pevné vodící části
 - Automatické upínání na lisy
 - Atd.

KONSTRUKCE OHÝBACÍCH NÁSTROJŮ

- **Stavebnicové nástroje** - nástroj se sestaví ze stálých, přestavitelných a vyměnitelných součástí
 - **Stálé součásti** tvoří nosné, vodící a upínací části
 - **Přestavitelné součásti** bývají funkční a opěrné
 - **Vyměnitelné součásti** jsou závislé na výlisku a zhotoví se podle jeho tvaru a velikosti
- **Upínání lisovacích nástrojů**
 - ◆ **spodní část nástroje** se upíná na stůl nebo spodní desku lisu zásadně upnutím základové desky nástroje (má-li základová deska výřezy pro šrouby, tak se upíná šrouby; jinak pomocí upínek)
 - ◆ **horní část nástroje** se upíná pomocí stopky v beranu (smýkadle) lisu

ZDROJE

- ČSN 01 0451, ČSN 22 7340, ČSN 22 7340, ČSN 22 7340,
- ČSN 01 7009, ČSN 22 6004
- Fiala J., Bebr A., Matoška Z., **Strojnické tabulky - materiály pro strojírenskou výrobu**, SNTL, Praha, 1990
- Hluchý M. a kol., **Strojírenská technologie 2 - polotovary a jejich technologičnost - základy obrábění**, SNTL, Praha, 1979
- Jech J., **Tepelné zpracování oceli - metalografická příručka**, SNTL, Praha, 1983
- Kotouč J. - Šanovec J. - Čermák J. - Mádle L., **Tvářecí nástroje**, ČVUT, Praha, 1993