

**Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity**  
**Katedra technické a informační výchovy**



**Praktikum kovy**

**Petr Vybíral**

**2007**

# 1. Praktikum kovy

## 1.1 Osnova předmětu

- Měření a orýsování součástí
- Řezání
- Pilování
- Stříhání
- Rovnání a ohýbání
- Sekání
- Řezání závitů
- Nýtování
- Pájení
- Vrtání
- Soustružení
- Technologické postupy k výkresové dokumentaci



Cílem předmětu je osvojení pracovních operací a získání základních dovedností při práci s ručním nářadím, schopnost číst technický výkres a technologický postup s následnou aplikací těchto znalostí v praxi.

## 1.2 Doporučená literatura ke studiu

- BOTHE, O. *Strojírenská technologie I a II*. Praha: SNTL, 1996.
- DOSEDLA, Z. *Materiály a technologie*. Brno: MU, 2000.
- STIBOR, K. a kol. *Praktikum materiálů a technologie kovů*. Brno: MU, 2003.
- FISCHER, U. *Základy strojnictví*. Praha: Sobotáles, 2004.
- HRDLIČKOVÁ, D. *Strojírenská technologie III*. Praha: Sobotáles, 2000.

**Studijní opory:**

- STIBOR, K. Materiály a technologie – kovy.
  - Dostupné z: <http://www.ped.muni.cz/wtech/index.php?pg=elearning>

## 2. Měření a orýsování součástí

Některé polotovary, jako např. odlitky, válcovaný materiál a výkovky, je potřeba před obráběním proměřit a v některých případech na nich označit budoucí hrany a středy děr.

Vlastní orýsování součástí je práce velmi přesná a odpovědná a vyžaduje od rýsovačů kromě pečlivosti i nezbytné základní vědomosti z geometrie a matematiky. Při orýsování se rýsují nejprve osy, pak obrysy a díry, jejichž středy se označují důlky. Kružnice rýsujeme kružítkem se dvěma ostrými hroty.

### 2.1 Měření

Měřidla a měřicí přístroje lze v zásadě rozdělit na:

- **Měřidla stavitelná**, udávající zpravidla skutečný rozměr podle zvoleného měřítka (obvykle v milimetrech).
- **Měřidla srovnávací** (komparační), u nichž se naměřený rozměr porovnává s přesnou měrkou.
- **Měřidla mezní** zhotovená pouze pro kontrolu jednoho určitého rozměru, tzv. kalibry.
- **Měřidla tvarová**, která představují různé šablony a zařízení ke kontrole tvaru.

Je však třeba rozlišovat mezi měřením a kontrolou. Tak zatímco při měření většinou zjišťujeme skutečné rozměry nebo hodnoty (např. úhly, délky apod.), při kontrole pouze zjišťujeme zda nebyla překročena dovolená úchylka kontrolovaného rozměru, úhlu nebo tvaru.

Výběr měřicích pomůcek je závislý na tom, s jakou přesností je potřeba měřený rozměr odečítat; dále na vybavenosti příslušného pracoviště a na druhu výroby.

#### 2.1.1 Měření délek

Mezi nejběžnější dílenská měřidla patří **ocelové - ploché měřítko** (dlouhé 20,30 nebo 50 cm), **posuvné měřítko s noniovou stupnicí** (s přesností měření 0,1 mm), **pásmové měřidlo** – tzv. „svinovací metr“ délky 1 až 5 m, dále **posuvný hloubkoměr**, popř. **výškoměr**, a z přesnějších měřidel s mikrometrickým šroubem se stoupáním 0,5 mm to jsou např. **třmenový mikrometr**, **mikrometrický hloubkoměr**, **dutinový mikrometr**, anebo **mikrometrický odpich**.

### **2.1.2 Měření úhlů**

Při měření úhlů se většinou vychází z goniometrických a trigonometrických metod. Kromě toho se pro měření a orýsování používají nejrůznější pomůcky, z nichž nejznámějšími jsou : **Univerzální úhloměr s nonickou stupnicí**, dále **pokosníky** pro úhly  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  a  $90^\circ$ , a **příložníky** s pravým úhlem ( $90^\circ$ ).

K přesnému měření sklonu kuželů a úhlů se používá **sinusového stolku**, který se skládá ze základního tělesa, na němž jsou připevněny dva rotační broušené válečky stejného průměru.

## **2.2 Orýsování**

Orýsování je rozměřování, jímž se v kusové výrobě řídí obrábění strojních součástí. Rozeznáváme orýsování rovinné a prostorové.

### **2.2.1 Rovinné orýsování**

Při rovinném orýsování se obvykle používá měřítka, pravítka, úhelníků, úhloměrů, kružidel, šablon a jehel. Jehlami se vyznačují rysky, jejichž poloha se rozměřuje nejlépe podle koncové hrany měřítka. Jehly jsou obvykle ocelové, ale pro různé práce mohou být též mosazné. Na hliníkové a zinkové plechy, jež se při ohybu podle rysek lámou, je vhodná měkká tužka. Jehla se drží mírně skloněná ve směru pohybu a kromě toho odkloněna od horní hrany pravítka, aby hrot těsně sledoval hranu přiléhající k obrobku.

### **2.2.2 Prostorové orýsování**

Při prostorovém orýsování je výchozí rovinou rýsovací deska. Viditelnost rysek se podporuje nátěrem. A to u odlitků a výkovků roztokem křídý a klišu a u hladce obrobených součástí roztokem modré skalice.

Kružnice oblouky a rozteče se rýsují kružidly, která jsou obvykle kloubové a pružinové konstrukce.

K zřetelnějšímu vyznačení rysek a k ustavení jakož i k vedení kružidla se používá důlčků.

## 2.3 Otázky a úkoly:



1. Jaké druhy nářadí a pomůcek použijete při plošném orýsování ocelového plechu tl. 1,5mm, máte-li vrchní část nádoby tvaru pravidelného šestiúhelníku?
2. Proveďte orýsování čtverce o délce strany 50mm na ocelový plech tloušťky 1,2mm. Popište postup práce a do technologického postupu zapište seznam použitého nářadí a pomůcek.
3. Která základní pravidla je nutno dodržet při měření?
4. Jaké druhy měření rozlišujeme?
5. Stručně charakterizuj nejčastěji používaná měřidla, způsob měření s nimi a uveď hodnoty přesnosti těchto měřidel.
6. Které jsou pomůcky a nářadí k orýsování?
7. Kdy provádíme při orýsování označení důlčkem?
8. Jaké druhy orýsování znáte?

## 2.4 Doporučená literatura ke studiu

- BOTHE, O. *Strojírenská technologie I a II*. Praha: SNTL, 1996.
- DOSEDLA, Z. *Materiály a technologie*. Brno: MU, 2000.
- STIBOR, K. a kol. *Praktikum materiálů a technologie kovů*. Brno: MU, 2003.
- FISCHER, U. *Základy strojnictví*. Praha: Sobotáles, 2004.
- HRDLIČKOVÁ, D. *Strojírenská technologie III*. Praha: Sobotáles, 2000.

### Studijní opory:

- STIBOR, K. *Materiály a technologie – kovy*.
  - Dostupné z: <http://www.ped.muni.cz/wtech/index.php?pg=elearning>

### 3. Řezání

Řezání patří mezi základní druhy třískového obrábění kovů, při kterém materiál oddělujeme mnohabřitým nástrojem-**pilou**. Na tvaru zubů pilového listu se určují základní řezné úhly, které jsou totožné pro všechny obráběcí nástroje.

- **Úhel čela** je úhel mezi rovinou kolmou k řezné ploše a čelu ostří, pohybuje se u pilových listů pro řezání kovů v rozmezí 0-10°.
- **Úhel břitu** je úhel mezi rovinou čela a rovinou hřbetu. Má vliv na pevnost zubů a volí se pro obrábění tvrdých materiálů větší než pro obrábění materiálů měkkých.
- **Úhel hřbetu** je úhel mezi rovinou řezu a rovinou hřbetu. Pohybuje se v rozmezí 5-10°.

Vznikající třísky jsou odváděny v zubových mezerách trojúhelníkového tvaru. Velikost zubové mezery je závislá na rozteči zubů pilového listu. Při řezání měkkých kovů vzniká velké množství třísek a hrozí nebezpečí ucpání zubových mezer. Z tohoto důvodu se pro řezání tvrdých materiálů volí jemné rozteče zubů a pro měkké materiály rozteče hrubé.

**Hustota ozubení** se udává počtem zubů na délku jednoho anglického palce (25,4mm). Pilové listy s **hrubým ozubením** mají na jeden palec 14-16 zubů, pilové listy z **jemným ozubením** 25-32 zubů. Aby pilový list při práci nedřel o stěny spáry, musí být vznikající řezná spára širší než je tloušťka pilového listu. Proto se ozubení buď tzv. **rozvádí** (jednotlivé zuby se vyhnou střídavě vlevo a vpravo) nebo je pilový list **zvlněný**.

Pilový list se upíná do rámové **ruční pilky na kov**. List, který má na obou koncích oválné otvory se zasouvá do výřezu v pevné a posuvné upínací hlavě. Utahování křídlové matice se pilový list vypne. Pilové listy se upínají do rámu tak, aby špičky zubů směřovali směrem od rukojeti (tj. ve směru řezání) a vyrábí se z chromových ocelí. Pro řezání materiálů o vysoké pevnosti se používají **pilové listy** vyrobené z **kvalitní rychlořezné oceli**.

### 3.1 Upínání obrobku při řezání

Obrobky upínáme nejčastěji do čelisti svěráku nebo do speciálních čelistových vložek vždy tak, aby místo řezu z čelistí co nejméně přesahovalo. Při větším vysunutí by materiál při řezání příliš pružil a chvěl se. Řez by byl nerovný a hrozilo by také zlomení pilového listu.

Součástí, které nesmíme při upnutí povrchově poškodit upínáme do čelistí svěráku s měkkými vložkami nebo do speciálních přípravků.

Tenké plechy upínáme mezi dřevěné destičky a řežeme je zároveň s plechem.

Válcové součástky a trubky upínáme buď do prizmatických vložek upnutých mezi čelisti svěráku nebo do speciálního montážního svěráku.

### 3.2 Technologie ručního řezání kovů

Při řezání vykonává pilový list přímočarý vratný pohyb. Abychom zajistily pevné vedení pilky během řezu, je nutné při řezání zaujmout správný postoj a pilku pevně a správně uchopit. Držíme ji volně jednou rukou za rukojeť a druhou rukou ji vyvažujeme v místě upnutí pilového listu.

Při řezání kovů pila řeže pouze při pohybu směrem vpřed. Proto je nutné ji při zpětném pohybu odlehčovat.

### 3.3 Kontrolní otázky a úkoly:



1. Vyberte vhodný pilový list pro řezání Al kulatiny průměru 40mm. Zdůvodněte váš výběr. Upněte zvolený pilový list do rámu pilky a proveďte řez ve vzdálenosti 50mm od okraje. Provedené úkony zpracujte do technologického postupu.
2. Jaký je účel a podstata řezání?
3. Které jsou základní řezné úhly a jaký mají význam v procesu oddělování třísky?
4. Jak se udává hustota ozubení u pilového listu?
5. Jak se rozvádí ozubení u pilového listu?
6. Jaký je popis jednotlivých částí ruční pilky?
7. Jak upínáme řezaný materiál?
8. Jak upínáme tenký plech při řezání?

### **3.4 Doporučená literatura ke studiu**

- BOTHE, O. *Strojírenská technologie I a II*. Praha: SNTL, 1996.
- DOSEDLA, Z. *Materiály a technologie*. Brno: MU, 2000.
- STIBOR, K. a kol. *Praktikum materiálů a technologie kovů*. Brno: MU, 2003.
- FISCHER, U. *Základy strojnictví*. Praha: Sobotáles, 2004.
- HRDLIČKOVÁ, D. *Strojírenská technologie III*. Praha: Sobotáles, 2000.

#### **Studijní opory:**

- STIBOR, K. Materiály a technologie – kovy.
  - Dostupné z: <http://www.ped.muni.cz/wtech/index.php?pg=elearning>

## 4. Pilování

Pilování slouží k upravování povrchu materiálu na požadovaný tvar po předchozích operacích, jako je řezání či sekání a nebo pro úpravu výchozího polotovaru.

Pilování se provádí **mnohabřitým nástrojem. – pilníkem.**

Pilník je řezný nástroj, který ubírá z obrobku část materiálu – drobné třísky – po malých vrstvách.

Pilníky obvyklého typu se skládají z těla, stopky a rukojeti.

Pilníky dělíme také podle **druhů seků.**

Základní druhy seků jsou **jednoduchý a křížový.** Pilníky s jednoduchými zuby vytváří nedělenou třísku a proto se většinou používají k obrábění měkkých kovových materiálů.

Pilníky s křížovými zuby mají dva seky a dochází tím k lepšímu oddělování a odvádění vznikající třísky.

**Hustota zubů** (seků) pilníku se udává počtem zubů na 10mm délky.

### 4.1 *Upínání obrobku při pilování*

Pilované kusy materiálu upínáme podle jejich váhy a velikosti, většinou však do svěráku. Pilovaná část má nad čelist svěráku vyčnívat co nejméně, aby se nechvěl a nepružil. Při upínání si můžete pomoci vloženými čelistmi.

### 4.2 *Technologie pilování*

Postup při pilování sestává ze dvou základních fází – z **hrubování a hlazení.**

Při pilování se ke svěráku postavíme levým bokem, levou nohu předsuneme vpřed. Pilník při práci držíme za rukojeť a druhou ruku za hlavu pilníku. Palec ruky, která drží pilník za rukojeť, je nahoře ve směru podélné osy pilníku. Pilujeme celou délkou pilníku a plynule jím pohybujeme vpřed a vzad. Pilníkem nesmíme kolébat. Vznikl by vypouklý povrch. Tlak obou rukou na pilník není stejnoměrný. Nejdříve je větší tlak u hlavy pilníku. Uprostřed těla pilníku se tlak na pilník obou rukou a nakonec u rukojeti zesiluje a u hlavy zeslabuje. Při zpětném pohybu na pilník netlačíme a jen ho zvolna po materiálu táhneme.

Velikost a tvar pilované plochy je určující ke zvolení vhodného pilníku. Měl by být nejméně 2x delší, než je pilovaná plocha. I jeho tvar by měl odpovídat tvaru pilované plochy.

Rovinnou plochu vypilujeme, pilujeme-li křížem a směry pilování střídáme. Při každém zdvihu ujíždíme na stranu jen asi o polovinu šířky pilníku. To proto, aby na pilované ploše nevznikly rýhy. Při některých pracích, jako je např. srážení hran, držíme malý pilník jednou rukou. V tomto případě se rukojeť vloží do dlaně tak, aby ukazovák byl nahoře v podélné ose těla pilníku.

Pilování vypouklých a zaoblených ploch je závislé na tvaru a rozměrech materiálu, ze kterého se má vypouklá plocha vypilovat. Vypouklé vypilujeme tak, že hlava pilníku se dotýká odlehle části pilované plochy. Rukojeť je nahoře při začátku pohybu. Vyduté zaoblené plochy pilujeme kruhovými nebo úsečovými pilníky tak, že pilníkem pohybujeme tam a zpět a současně jím podél jeho osy pootáčíme do stran. Pilníkem také přejíždíme celou šíří pilované plochy.

Při pilování hliníku nebo jiných měkkých materiálů potřeme pracovní plochu pilníku křídou, aby piliny nezůstávaly mezi zuby. Zanesené zuby pilníku čistíme drátěným kartáčem, a to ve směru horního seku. Zuby pilníku zanesené od měkkých kovů nejdříve očistíme kouskem ocelového plechu.

### 4.3 **Kontrolní otázky a úkoly**



1. Narýsujte podložku s vnějším a vnitřním nosem a vypilujte
2. Jaký je účel a podstata pilování?
3. Popište pilník a podle jakých kritérií je rozdělujeme
4. Jak je udávána hustota seků pilníku?
5. Vysvětlete technologii pilování rovinných ploch.

#### **4.4 Doporučená literatura ke studiu**

- BOTHE, O. *Strojírenská technologie I a II*. Praha: SNTL, 1996.
- DOSEDLA, Z. *Materiály a technologie*. Brno: MU, 2000.
- STIBOR, K. a kol. *Praktikum materiálů a technologie kovů*. Brno: MU, 2003.
- FISCHER, U. *Základy strojnictví*. Praha: Sobotáles, 2004.
- HRDLIČKOVÁ, D. *Strojírenská technologie III*. Praha: Sobotáles, 2000.

#### **Studijní opory:**

- STIBOR, K. Materiály a technologie – kovy.
  - Dostupné z: <http://www.ped.muni.cz/wtech/index.php?pg=elearning>

## 5. Stříhání

Stříháním oddělujeme tenký, většinou plochý materiál. Geometrie břitů je shodná s geometrií, kterou jsme si popsali v kapitole řezání kovů. Důležitý je v tomto případě především **úhel břítu nožů**, který se volí :

- **pro měkké materiály 65°**
- **pro středně tvrdé materiály 70-75°**
- **pro tvrdé materiály 80-85°**

Pro správnou funkci nůžek je nutné, aby mezi oběma protilehlými noži byla **vůle a úhel hřbetu asi 2-3°**.

### 5.1 Typy nůžek

- **Nůžky s otevřenými nebo uzavřenými držadly** pro stříhání přímých úseků a vnějších oblouků.
- **Nůžky s držadly vyhnutými nahoru** pro stříhání nad tabulí plechu.
- **Nůžky s noži zahnutými do oblouku** k vystřihování oblouků a otvorů.
- Ručními nůžkami stříháme plech do tloušťky asi 1 mm u oceli, asi 1,2 mm u hliníku, mědi, mosazi. Větší tloušťky plechů se stříhají **pákovými a tabulovými nůžkami**.

Při stříhání nedochází ke vzniku třísky. Jde o dělení materiálu dvěma noži pohybujícími se proti sobě tak, že oba klínové břity nožů po sobě kloužou. Nože nesmí mít mezi sebou mezeru, protože by pak docházelo k ohýbání (žvýkání) a ne ke stříhání materiálu. Postavení materiálu k nožům musí být kolmé. Při stříhu je třeba materiál v této poloze přidržovat.

#### 5.1.1 Technologie stříhání

Nůžky držíme tak, abychom vhodně využívali délku rukojeti, tj. co nejdále od otočného čepu nůžek. Je to proto, abychom využili páku a působili co největším momentem sil.

Prsteník a malík pomáhají při rozevírání rukojetí čelistí nůžek. Hřbety prstů pomáhají odtlačovat vnitřní stranu dolní rukojeti. Při stříhu naopak tyto dva prsty přehmatávají a pomáhají vyvinout větší sílu k přestřižení materiálu.

Při stříhání nerozevíráme čelisti nůžek na maximum. Materiál by klouzal ke špičce. Nože začínají stříhat jen při určitém úhlu rozevření (asi 12°) přibližně v prostřední třetině čelistí nůžek.

Stříháme-li podle rysky držíme nůžky vždy tak, aby čelisti rysku nezakrývaly.

Také **nedostřihujeme** až do úplného sevření čelistí, protože špičky nůžek pak deformují a natrhávají plech.

Při vystřihování kruhů materiál posouváme proti čelistem nůžek (proti směru pohybu hodinových ručiček).

Při stříhání křivek odstřiháváme nejprve materiál okolo rysky, aby zbyl ještě alespoň 5 mm široký přídavek. Teprve potom zbývající materiál podle rysky odstřihneme.

Při delším stříhu je nutno odstřihávaný materiál odklonit od čelistí nůžek, abychom mohli nůžkami dál vnikat do materiálu.

## 5.2 Kontrolní otázky a úkoly:



1. Jaké druhy nůžek lze použít pro vystřihování otvoru průměru 120mm v ocelovém plechu tloušťky 0,7mm. Zpracujte technologický postup operace.
2. Patří stříhání do třískového nebo beztřískového obrábění kovů
3. Jaký je účel a podstata stříhání?
4. Jak rozdělujeme ruční nůžky na kov?
5. Vysvětlete technologii stříhání?

### **5.3 Doporučená literatura ke studiu**

- BOTHE, O. *Strojírenská technologie I a II*. Praha: SNTL, 1996.
- DOSEDLA, Z. *Materiály a technologie*. Brno: MU, 2000.
- STIBOR, K. a kol. *Praktikum materiálů a technologie kovů*. Brno: MU, 2003.
- FISCHER, U. *Základy strojnictví*. Praha: Sobotáles, 2004.
- HRDLIČKOVÁ, D. *Strojírenská technologie III*. Praha: Sobotáles, 2000.

#### **Studijní opory:**

- STIBOR, K. Materiály a technologie – kovy.
  - Dostupné z: <http://www.ped.muni.cz/wtech/index.php?pg=elearning>

## 6. Rovnání a ohýbání

Rovnáni je pracovní postup, při němž je snahou a cílem dosažení původního tvaru materiálu. Materiál, který chceme rovnat musí být dostatečně tvárný a houževnatý jako běžná ocel.

Pro ruční rovnání se používá **kladiv, palic, rovnacích desek, rovnacích zápustek případně podložek pro rovnání**. Palice mohou být dřevěné, pryžové, plastové, olověné nebo měděné.

Pro strojní rovnání se používá **rovnacích lisů**.

### 6.1 Technologie rovnání

Dráty srovnáme nejčastěji přetahováním přes dřevěnou kulatinu upnutou do čelistí svěráku.

Při rovnání plechů a pásů nejčastěji používáme palice a rovné ocelové desky. Vyklepáváme směrem od vypoukliny ke kraji plechu.

Tyčový materiál nejčastěji rovnáme na kovadlině s použitím kladiva.

### 6.2 Ohýbání

Ohýbání je činnost, při které údery nebo tlakem ohýbáme materiál.

Rozlišujeme dva základní způsoby ohýbání:

- Za normální teploty, nazývané též ohýbání **za studena**
- Ohýbání při zvýšené teplotě materiálu nazývané ohýbání **za tepla**

Měníme-li údery kladiva nejen tvar, ale i tloušťku, hovoříme o **vyklepávání**.

Materiál ohýbáme přes hranu čelistí svěráku, přes vložky upnuté do svěráku či přes hranu desky **úderem kladiva nebo paličky**. Ohýbání je možno provádět i **kleštěmi**. Aby přímými údery kladiva nedošlo k poškození povrchu materiálu, chráníme ho tím, že údery vedeme přes dřevěný špalík.

### 6.3 Technologie ohýbání

**Nářadí**, které se používá při ohýbání je **shodné jako při rovnání**.

Při ohýbání je ohýbaný materiál v místě ohybu namáhán na vnitřní straně tlakem a na vnější straně tahem. To znamená, že na vnitřní straně ohybu se materiál zkracuje a na vnější prodlužuje. Délka ohýbaného materiálu zůstává neměnná pouze v jedné části ohýbaného materiálu - v průřezu, který se při ohýbání nemění a označuje se jako **neutrální délka**.

Dráty, plechy a pásový materiál ohýbáme nejčastěji ve svěráku nebo kleštěmi.

Podle tvaru čelistí kleští můžete provést ohyb. Plynulý oblouk zhotovíme kleštěmi s kulatými čelistmi, kdežto ostrý ohyb provádíme kleštěmi s plochými čelistmi.

Kleště držíme za rukojeť tak, že jedna rukojeť je obepínaná palcem, druhá rukojeť je zvnějšku obepínána ukazováčkem a prostředníkem. Prsteník a malík dolní rukojeti při rozevírání kleští odtlačují.

Při štípání držte kleště na konci rukojeti, abychom docílili maximálního stisku na břitech čelistí kleští.

Drát můžeme také stáčet – splétat. Splétáním se drát zpevňuje a stává se tvrdším.

## 6.4 Kontrolní otázky a úkoly



1. Jak je namáhán materiál při ohýbání?
2. Vysvětlete pojem neutrální délka.
3. Vysvětlete technologii rovnání a ohýbání.
4. Popište technologii rovnání plechů.
5. Popište technologii ohýbání drátu.

## 6.5 Doporučená literatura ke studiu

- BOTHE, O. *Strojírenská technologie I a II*. Praha: SNTL, 1996.
- DOSEDLA, Z. *Materiály a technologie*. Brno: MU, 2000.
- STIBOR, K. a kol. *Praktikum materiálů a technologie kovů*. Brno: MU, 2003.
- FISCHER, U. *Základy strojnictví*. Praha: Sobotáles, 2004.
- HRDLIČKOVÁ, D. *Strojírenská technologie III*. Praha: Sobotáles, 2000.

### Studijní opory:

- STIBOR, K. *Materiály a technologie – kovy*.
  - Dostupné z: <http://www.ped.muni.cz/wtech/index.php?pg=elearning>

## 7. Sekání

Sekání představuje technologickou operaci, sloužící k úplnému oddělení materiálu.

Nástroj, kterým provádíme se kání se nazývá **sekáč**

Základní typy sekáčů, se kterými se běžně setkáváme:

- **Plochý sekáč** je nejpoužívanější, k plošnému opracování, k oddělování a odstranění otřepů.
- **Dělicí sekáč** k vysekávání částečně odvrtných děr (přepážky).
- **Vysekávací sekáč** má ostří prohnuté. K vysekávání tvarů a kruhových oblouků z plechů.
- **Křížový sekáč** má ostří a šířku stopky tvořící kříž. K vysekávání drážek.

### 7.1 Technologie sekání

Při dělení materiálu držíme sekáč pevně v levé ruce a pravou rukou údery kladiva na plochou hlavou sekáče provádíme oddělování materiálu. Sekaný materiál máme položený na tvrdé ocelové podložce. Nikdy nedosekáváme až do konce, aby se materiál nevylomil. Dosekáváme opatrně z druhé strany.

### 7.2 Sekáče

Existuje několik základních druhů sekáčů, a to podle jejich použití na:

- **Sekáč pro sekání za tepla**, jenž má štíhlé ostří a úhel břitu  $20^\circ - 40^\circ$ ; jejich ostří je kalené a popuštěné.
- **Sekáč pro sekání za studena**, který má mohutnější těleso a širší břit s úhlem  $60^\circ - 80^\circ$ , neboť odpor materiálu při tváření za studena je větší a vyžaduje větší sílu, potřebnou k přeseknutí (oddělení materiálu).
- **Sekáč s tvarovým ostřím**, sloužící k vysekávání tvarových závad, k vysekávání žlábkových drážek, apod. Tvar ostří si pak můžeme vyrobit podle potřeby, v závislosti na charakteru příslušné operace.

**Dělicí působení sekáče** je závislé na působící síle a na úhlu břitu.

Čím větší je úhel břitu:

- tím větší je vynaložení síla, sekáč vniká těžce do materiálu
- tím více sekáč pěchuje materiál
- tím menší je namáhání ostří sekáče (vyšší trvanlivost břitu)
- tím méně se láme ostří sekáče

Hodnoty dané zkušeností pro **úhel břitu ostří sekáče** jsou:

- hliník a měkké slitiny hliníku 30° - 40°
- měkká uhlíková ocel, šedá litina, ocelolitina 65° – 70°
- legovaná ocel, tvrzená litina 75° – 85°

### 7.3 Kontrolní otázky a úkoly



1. Popište nástroje na sekání.
2. Popište typy sekáčů.
3. Vysvětlete technologii sekání.
4. Vysvětlete vliv úhlu břitu sekáče na kvalitu materiálu.

### 7.4 Doporučená literatura ke studiu

- BOTHE, O. *Strojírenská technologie I a II*. Praha: SNTL, 1996.
- DOSEDLA, Z. *Materiály a technologie*. Brno: MU, 2000.
- STIBOR, K. a kol. *Praktikum materiálů a technologie kovů*. Brno: MU, 2003.
- FISCHER, U. *Základy strojnictví*. Praha: Sobotáles, 2004.
- HRDLIČKOVÁ, D. *Strojírenská technologie III*. Praha: Sobotáles, 2000.

**Studijní opory:**

- STIBOR, K. Materiály a technologie – kovy.
  - Dostupné z: <http://www.ped.muni.cz/wtech/index.php?pg=elearning>

## 8. Řezání závitů

Principem výroby závitu je vytváření šroubovitě drážky na základním válcovém tělese šroubu – dříku. Drážky můžeme vytvářet obráběním (odstraňováním materiálu ze závitové drážky) nebo tvářením (vytlačováním materiálu ze závitové drážky).

Závity šroubů se v průmyslu vyrábějí sériově nebo hromadně obráběním, nebo tvářením. Obráběním se vyrábějí závity soustružením, frézováním nebo broušením. Tvářením se vyrábějí závity lisováním nebo válcováním. Šrouby a matice se vyrábějí z různých konstrukčních materiálů. Šrouby ze zvláštních materiálů (s určitou pevností) jsou zvlášť označeny.

Jednotlivě pro účely montáže, údržbu a opravy se vyrábějí závity i ručně.

Podstatou ručního řezání závitů je vytvoření závitových drážek obráběním ručními závitořeznými nástroji.

### 8.1 Vnitřní závity

K ručnímu řezání vnitřních závitů se používá nástrojů nazývaných závitníky. Závitník je stopkový nástroj, který vykonává při práci šroubový pohyb podle řezaného závitu. Tvarem se závitník podobá šroubu. Má tři nebo čtyři podélné drážky, které tvoří zuby závitníku s řezacími břity. Má dvě části : stopku a činnou (závitovou) část. Závitník řeže postupně závit řeznou kuželovou částí, která je na začátku jeho závitové části. Závitová válcová část závitník vede. Silový účinek od vratidla se přenáší čtyřhranem na konci stopky nástroje. Vratidla jsou pevná nebo představitelná. Závitníky se vyrábějí z kvalitní nerezové oceli.

Pro ruční řezání závitu zásadně rozlišujeme **sadové a maticové závitníky**.

Při řezání závitu sadovými závitníky ubírá první závitník (je na stopce označen 1 proužkem) asi 60% materiálu a nazývá se **předřezávací**,

druhý závitník (se dvěma proužky) odebírání asi 30% a nazývá se **řezací** a

závitník třetí (označením třemi proužky nebo bez označení) odebírání pouze asi 10% a nazývá se **dořezávací**. Svým kratším řezným kuželem jsou vhodné pro neprůchozí díry.

Ke stanovení průměru vrtáku k předvrtání díry pro vnitřní závit o velkém průměru do 8mm, vyhovuje tato učební pomůcka

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

Maticové závitníky mají dlouhý řezný kužel a jsou vhodné pro průchozí díry nebo matice, neboť vyříznou závit na jeden průchod.

### **8.1.1 Technologie řezání vnitřního závitu**

Při ručním řezání vnitřního závitu se nejprve vyvrtá otvor odpovídajícího průměru a je vhodné u otvoru odstranit otřep po vrtání.

Dále se čtyřhran závitníku nasadí na vratidlo a závitník se zavede kolmo do díry. Při zařezávání vratidlem pomalu otáčíme a zároveň vyvozujeme přiměřený tlak ve směru osy závitníku.

Po zařiznutí se již závitník vtahuje do díry sám. Souosost závitníku a díry kontrolujeme nejčastěji přiložením úhelníku.

Abychom při práci usnadnili ulamování a odvádění třísek, pootáčí se při řezání závitníkem vždy po určité době nazpět.

Při řezání závitníky mažeme, čímž šetříme nástroj a zároveň získáme kvalitnější povrch závitu. K mazání používáme nejčastěji oleje.

## **8.2 Vnější závity**

Vnější závity řežeme závitovými čelistmi, popřípadě hlavami. Ruční závitová čelist je několikabřítý nástroj, který se podobá kruhové matici. Na válcovém obvodu má otvory pro upevnění ve vratidle. V drážce může být čelist rozříznuta, aby se mohla seřizovat. Má několik mezizubních mezer, které vytvářejí zuby. Řeznou – kuželovou částí, která je na začátku závitu, čelist řeže. Ostatní (válcová) závitová čelist ve vyříznutém závitu vede. Kruhová čelist řeže celý závit na jeden průchod. Čelisti jsou celistvé, rozříznuté, popřípadě dělené.

### **8.2.1 Technologie řezání vnějšího závitu**

Závitové čelisti se upínají do vratidla pomocí tří až čtyř upínacích šroubů. Kruhová dutina v těle vratidla buď přímo odpovídá vnějšímu průměru kruhové závitové čelisti nebo pro závitovou čelist s menším vnějším průměrem se používá vložky – pouzdra. Technologie řezání vnějšího závitu je pak stejná jako při řezání závitu vnitřního.

### 8.3 Označování závitů

Metrický závit se označuje písmenem M a číslicí, vyjadřující velký průměr závitu, tedy M3 apod. Palcový závit se označuje písmenem W (Whitworthův) a číslicí udávající rozměr v palcích nebo jeho zlomcích, např. W ½.

### 8.4 Kontrolní otázky a úkoly



1. Zhotovte závit M5 do ploché oceli o tloušťce 5mm. Zpracujte technologický postup.
2. Zhotovte vnější závit na konci ocelové kulatiny průměru 8mm. Délka závitu má být 4x větší než průměr materiálu. Stejný závit vyřežte nyní do materiálu ze slitiny Al. Porovnejte obě technologické operace a vystihněte v čem je jejich rozdílnost.
3. Popiš technologii řezání vnějšího a vnitřního závitu.
4. Vyjmenujte typy a značení závitníků pro řezání vnitřních závitů.
5. Vyjmenujte druhy závitů.

### 8.5 Doporučená literatura ke studiu

- BOTHE, O. *Strojírenská technologie I a II*. Praha: SNTL, 1996.
- DOSEDLA, Z. *Materiály a technologie*. Brno: MU, 2000.
- STIBOR, K. a kol. *Praktikum materiálů a technologie kovů*. Brno: MU, 2003.
- FISCHER, U. *Základy strojnictví*. Praha: Sobotáles, 2004.
- HRDLIČKOVÁ, D. *Strojírenská technologie III*. Praha: Sobotáles, 2000.

#### Studijní opory:

- STIBOR, K. Materiály a technologie – kovy.
  - Dostupné z: <http://www.ped.muni.cz/wtech/index.php?pg=elearning>

## 9. Nýtování

Nýtování představuje nerozebíratelné spojení dvou nebo více strojních dílců (součástí) prostřednictvím **nýtů nebo čepů**.

### 9.1 Druhy nýtů

Rozlišujeme několik základních druhů nýtů a čepů. Nýt svírá spojené součásti tak, že **tření mezi** nimi a hlavami nýtů zabraňuje jejich vzájemnému posunutí.

Nýty tak můžeme rozdělit na plné a duté, přičemž plné nýty se vyrábějí z měkké oceli, mědi, mosazi, hliníku i jiných materiálů.

### 9.2 Základní nýtové spoje

S těmito nýty můžeme vytvořit následující druhy nýtovaných spojů. **Jednořadý, dvouřadý – rovnoběžný nebo střídavý, anebo spoj se stykovou deskou.**

Existuje ovšem i celá řada dalších nýtovaných spojení, jako jsou spoje třířadé, profilové (u nichž se plechy nebo úhelníky nýtují k profilům U, L, V, apod.).

### 9.3 Technologie nýtování:

Při nýtování obvykle používáme kladivo, ocelovou podložku (případně kovadlinu), podpěrný hlavičkář a zatahovák, anebo nýtovací kleště. Pro nýtování musí mít kladivo přiměřenou hmotnost. Nejprve se jím tluče na zatahovák a následně se pěchuje část nýtu, vyčnívající z díry, přičemž se vykovává přibližný tvar nýtové hlavy. Hlava nýtu se pak dokončí závěrným hlavičkářem.

K utěšňování nýtových spojů se používá tužlíků. Je-li u hlavy nýtu otřep nebo výronek, odsekne se sekáčem, a pak se okraj hlavy zatlačí do plechu. Tupý břit tužlíku, na nějž se tluče kladivem, je přiměřeně zakřivený. Tužlíku s přímým břitem se používá k tužení okrajů tlustších plechů, které se mírně skosí.

Je-li třeba vytvořit u nýtů s půlkulovou hlavou zapuštěnou hlavu závěrnou, použije se podpěrného hlavičkáře a zatahováku. Potom se dřík silnými údery kladiva napěchuje tak, aby vyplnil celou díru. Pak se stejnoměrnými údery dále pěchuje tak dlouho, až vyplní i příslušné

zahloubení. Přitom je třeba údery kladiva přesně umisťovat, aby nedošlo k poškození povrchu součásti.

Oboustranné zápusťné nýtové spojení lze provést nýtovými čepy přiměřeného průměru a přesné délky. S použitím stupňové podložky vyplní přechovaný čep díru, a následně rozpěchujeme a roznýtujeme hlavy postupně na obou stranách nýtu.

## 9.4 Vady nýtovaného spoje

Během nýtování můžeme způsobit tyto **vady**:

- nedostatečně stažený nýt
- nedosednutí přípěrné hlavy
- deformace nýtů z důvodu špatné souososti děr
- pokřivení nýtu v důsledku malého průměru
- šikmé napěchování nýtu, anebo plochá hlava v důsledku použití krátkého nýtu

Proto bychom měli provádět nýtování vždy pečlivě, spojované součásti by měly na sebe navzájem těsně přiléhat, díry pro nýty musí být přesné a rovné, přiměřeného průměru, tak, abychom vytvořili kvalitní nýtový spoj.

## 9.5 Kontrolní otázky a úkoly



1. Popište technologii nýtovaného spojení.
2. Popište typy nýtovaných spojů.
3. Jaké znáte druhy nýtů?
4. Popište vady nýtovaného spojení.

## 9.6 Doporučená literatura ke studiu

- BOTHE, O. *Strojírenská technologie I a II*. Praha: SNTL, 1996.
- DOSEDLA, Z. *Materiály a technologie*. Brno: MU, 2000.
- STIBOR, K. a kol. *Praktikum materiálů a technologie kovů*. Brno: MU, 2003.
- FISCHER, U. *Základy strojnictví*. Praha: Sobotáles, 2004.
- HRDLIČKOVÁ, D. *Strojírenská technologie III*. Praha: Sobotáles, 2000.

### Studijní opory:

- STIBOR, K. Materiály a technologie – kovy.
  - Dostupné z: <http://www.ped.muni.cz/wtech/index.php?pg=elearning>

## 10. Pájení

Pájením rozumíme **spojení součástí za pomoci roztaveného kovu** – pájky – nižších mechanických vlastností a nižší tavicí teploty než materiál spojovaných součástí. V praxi používáme dva typy pájení. Pájení měkké a pájení tvrdé. Při **měkkém pájení** se používá pájka s bodem tání nižším než 500 °C a při **pájení tvrdém** s bodem tání vyšším než 500 °C.

### 10.1 Pájky

Pájky jsou **slitiny cínu, olova a dalších kovů**.

Pro **pájení měkké** se používá pájka cínová, která je slitinou cínu a olova s přísadou malého procenta antimonu. Obsahuje-li pájka více než 50% cínu a 1% antimonu její tavicí teplota podle složení se pohybuje v rozmezí 180-220 °C.

Pro **pájení tvrdé** se používá pájky mosazné, měděné a stříbrné. Teplota tavení těchto pájek činí asi 600 °C. Tvrdé pájení se používá především v případech kdy požadujeme pevný spoj vyšších mechanických vlastností.

### 10.2 Tavidla

Každý kovový povrch (i pájka, s výjimkou zlata a platiny) obsahuje v normálním prostředí vrstvu oxidů. Proto je nutné používat tavidlo, které dokáže takové vrstvy rozrušit. S vhodnými tavidly lze pájet většinu kovových povrchů, dokonce i řadu nekovů (skla, keramiky).

**Tavidla umožňují pájení.** Po zahřátí **odstraňují oxidy z povrchu spojů**. Nedokáží odstranit hrubé nebo mastné nečistoty. Po zapájení se musí zbytky tavidla ze spojů odstranit. Tzv. bezoplachová tavidla nechávají pouze malé elektricky nevodivé zbytky. Spoj se opláchne vhodným rozpouštědlem (líhem, toluenem, trichlóretylénem).

Nejčastěji používaným tavidlem při měkkém pájení je **kalafuna**. Chemicky jde o směs slabých organických kyselin. Při pokojové teplotě nerozpustná ve vodě, s vysokým izolačním odporem a netečná vůči kovům. Taje mezi 60 - 80 °C, plně tekutá je při 120 °C. Moderní tavidla se vyrábějí ve formě **pryskyřice, pasty, gelu, tekutiny, laku**.

Při tvrdém pájení se používá sloučenina **bóru se sodíkem**, která se nazývá **borax**.

### 10.3 Pájedla

V současnosti jsou nejvýhodnější ( z hlediska ceny ) pro měkké pájení, odporová **pájedla s regulací teploty**. Při nenáročných operacích můžeme použít **transformátorovou páječku**. Pro správně provedený spoj je důležitý **pájecí hrot**. Na jeho kvalitě přímo závisí kvalita spoje. Ze silně znečištěným hrotem nelze vytvořit vyhovující spoj. V současnosti se používají tzv. "věčné hroty". Jsou to složité výroby. Jejich povrch obsahuje celou řadu galvanicky nanesených vrstev které zlepšují přenos a rozdělení tepla a zabraňují nebo zpomalují rozpouštění materiálu hrotu v roztavené pájce. Takové hroty se nesmí čistit mechanicky - poškodili by se povrchové vrstvy. Povolené je pouze čištění vlhkým hadrem nebo houbou. Pro silně znečištěné hroty se vyrábí aktivátory hrotu. Jsou to tablety z kterých se působením vyšších teplot uvolní látky které dokáží odstranit nečistoty z hrotu. Předchůdcem aktivátorů byl **salmiak**, který se pro čištění odporových pájek s měděnými hroty používá dodnes. U tvrdého pájení se ohřev provádí **kyslík-acetylénovým plamenem** podobně jako u svařování. Ve výrobním procesu se používá také frekvenční ohřev.

### 10.4 Technologie pájení

První podmínkou je čistota pájených povrchů. Nelze pájet povrchy se silnou vrstvou oxidů nebo znečištění. Rovněž některé materiály jsou nepájitelné.

**Pájitelnost** - schopnost povrchu být smáčen tekutou pájkou - můžeme hrubě určit podle úhlu který svírá stěna kapky pájky k povrchu:

- Smáčecí úhel  $<10^\circ$  - velmi dobrá spájitelnost
- Smáčecí úhel  $>20^\circ$  - nejistá pájitelnost
- Smáčecí úhel  $>80^\circ$  - povrch nepájitelný

Vlastní zhotovení spoje vyžaduje určitou zručnost.

- Očistíme pájený spoj.
- Silně zoxidované spoje předem opájíme.
- Přiložíme součásti k sobě.
- Na spoj naneseme přiměřené množství tavidla.
- Přiložíme hrot páječky a prohříváme spoj.
- Po ohřátí přidáme do spoje pájku.

- Oddálíme páječku a počkáme na vychladnutí spoje.

Očištění spoje provádíme pomocí jemného brusného prostředku. Nepoužíváme žádné hrubé prostředky, nejvýhodnější jsou čisticí prášky a saponáty. Použijeme takové množství tavidla, aby bylo pájení dostatečné. Tavidlo můžeme přidat i v průběhu vlastního pájení.

Doba prohřívání spoje musí být dostatečná, aby došlo k prohřátí celého spoje. Při příliš krátké době prohřátí se nestačí pájka spojit s vývody nebo deskou vznikne studený spoj. Pájku nepřidáváme na hrot, ale na pájený spoj. Pájka musí pokrývat celé pájené místo, v případě větších otvorů musí pájka překrýt celou plochu otvoru. Po dobu chladnutí pájky se nesmí ze spojením hýbat, ani se nesmí chladnutí spoje urychlovat například ofukováním.

## 10.5 Kontrolní otázky a úkoly



1. Popište technologii měkkého pájení.
2. Popište technologii tvrdého pájení.
3. Vyjmenujte typy tavidel pro měkké a tvrdé pájení.

## 10.6 Doporučená literatura ke studiu

- BOTHE, O. *Strojírenská technologie I a II*. Praha: SNTL, 1996.
- DOSEDLA, Z. *Materiály a technologie*. Brno: MU, 2000.
- STIBOR, K. a kol. *Praktikum materiálů a technologie kovů*. Brno: MU, 2003.
- FISCHER, U. *Základy strojnictví*. Praha: Sobotáles, 2004.
- HRDLIČKOVÁ, D. *Strojírenská technologie III*. Praha: Sobotáles, 2000.

### Studijní opory:

- STIBOR, K. Materiály a technologie – kovy.
  - Dostupné z: <http://www.ped.muni.cz/wtech/index.php?pg=elearning>

# 11. Vrtání

Vrtání je třískové obrábění válcových děr nástrojem – **vrtákem**, který koná všechny řezné pohyby najednou.

## 11.1 Vrtáky

Vrtáky jsou dvoubřité nástroje z oceli na vyrábění děr kruhového průřezu.

Nejčastěji používaný šroubovitý vrták je výkonný nástroj. Vrtání je vlastně hrubovací postup s velkým výkonem obrábění. Dodatečnou přesnou úpravu provádíme obrobením pomocí výhrubníku a výstružníku.

Pracovní části šroubovitého vrtáku tvoří dvě šroubovitě drážky, které umožňují odvádění třísek a přístup chladicí kapaliny k břitům.

**Fazetka** ( zbytek původního válcovitého průřezu ) vede vrták ve vrtané díře. Čelní plochu vrtáku tvoří **dvě hlavní ostří** spojená příčným ostřím a vytváří hlavní **břity**.

**Úhel čela** nástroje je dán stoupáním šroubovice vrtáku, ale směrem k ose vrtáku se zmenšuje. Jako u všech obráběcích nástrojů je nutné volit pro měkké materiály kladné úhly, pro tvrdé menší úhly čela.

Vrcholový úhel ( špičky ) je tvořen **hlavními břity**.

**Úhel stoupání šroubovice** závisí na druhu vrtaného materiálu. U materiálu s velkým řezným odporem a malou tepelnou vodivostí ( plastické hmoty ) je nutné volit šroubovitý vrták s menším úhlem.

Obě hřbetní plochy vrtáku musí být podbroušeny ( úhel hřbetu ), aby nedocházelo k tření o materiál.

## 11.2 Technologie vrtání

Posuvem vrtáku ve směru jeho osy vnikají hlavní břity do materiálu a oddělují třísky. Rozlišujeme **hlavní řezný pohyb a vedlejší pohyb posuvný**. Jako výslednice obou pohybů se vyznačuje v diagramu činný řezný pohyb. Ve směru tohoto pohybu leží rovina řezu. Je šikmá, a tím se mění při vrtání úhel čela a úhel hřbetu.

Výběr řezné rychlosti a posuvu se uskutečňuje podle vrtaného materiálu a podle zkušenosti. Hodnoty jsou zahrnuty v tabulkách.

**Řezná rychlost a posuv** určují výkon vrtáku. **Řezná rychlost** udávaná v m/min, je obvodová rychlost, kterou urazí bod na obvodu nástroje za minutu. Posuv je rozměr, o který se posune vrták do záběru v průběhu jedné otáčky ( mm/ot. ). Počet otáček v *l/min* se může vypočítat nebo odečíst z diagramu otáček.

### **11.3 Orýsování při vrtání**

Orýsování středu díry se určuje pomocí osových čar. Orýsování se provádí od základních hran nebo os obrobků.

Důlek ve středu díry se provádí pomocí důlkovače. Vrcholový úhel důlkovače je 60°. Kuželovitý tvar důlku dává vrtáku první vedení (vystředění vrtáku).

Orýsování kružnice díry a kontrolních kružnic se provádí pomocí kružítka.

Kontrolní důlek musí být přesně na středu os kružnice ve středu průsečíku. Při přesném vrtání musí být na okraji díry ještě viditelná polovina důlků a zakreslená kontrolní kružnice musí ležet přesně soustředně k vyvrtané díře.

### **11.4 Upínání vrtáků**

Vrtáky s válcovou stopkou se vyrábějí až do průměru 16 mm. Zvláštní provedení s unašečem pro větší síly kroutícího momentu jsou vhodné pouze pro odpovídající vrtací sklíčidlo.

Tříčelistové sklíčidlo je samostředící, se třemi čelistmi, které mají ostré upínací plochy.

Vrtáky s kuželovou stopkou mají zpravidla větší průměry. Rozměry kuželové stopky a vnitřního kužele jsou normalizovány ( Morseův kužel ). Unašeč vrtáku neslouží k unášení, nýbrž k vyražení vrtáků z vřetene pomocí vyřezacího klínu. Jeli stopka vrtáku menší než vnitřní kužel vřetene vrtačky, musí být použito redukční pouzdro vhodné velikosti.

### **11.5 Upínání obrobků**

Otáčivé síly vrtacího vřetene působí na obrobek. Aby se zabránilo úrazům ( poranění ruky ), musí být obrobek při vrtání pevně upnut.

## **11.6 Chladící prostředky a mazadla**

Při vrtání se vyvíjí teplo, vzniké hlavně třením a oddělováním třísky. Při obrábění se zpravidla používají kapaliny, které v sobě spojují mazací a chladící účinky.

## **11.7 Broušení vrtáků**

Broušení se provádí na nástrojové nebo na stolní brusce v přípravku nebo ručně. Kvalitní nabroušení lze dosáhnout jen pomocí speciálních brusek nebo na brusných zařízeních s přípravkem.

## **11.8 Vrtačky**

### **11.8.1 Ruční elektrické vrtačky**

Jsou přenosné a používají se všude tam, kde není možno použít jiné vrtačky, používají se při montážních pracech, v domácnostech, pro vrtání ve všech polohách různých materiálů. Mohou být upínány do stojanu.

### **11.8.2 Stolní vrtačky**

Používají pro malé až střední průměry vrtáků (asi do 13 mm), pro vrtací práce které vyžadují vysoký počet otáček, nejjemnější cit pro vrtání a vysokou přesnost, dají se lehce instalovat a připojovat.

### **11.8.3 Sloupové vrtačky**

Mají pevný kruhový sloup, který nese svisle přestavitelný a otočný vřeteník s motorem a převodovkou. Stůl vrtačky je rovněž otočně upevněn na sloupu vrtačky.

Rychloběžné jsou sloupové vrtačky s vysokým počtem otáček vřetene (až 12 000 1 ot./min) k vrtání nejmenších děr od průměru 0,2 mm. Použití v dílnách jemné mechaniky a převážně tam, kde se zpracovávají lehké kovy.

### **11.8.4 Stojanové vrtačky**

Pracovní stůl i vřeteník lze posunovat po vodících lištách (saních) stojanu skříňového průřezu.

### 11.8.5 Otočné vrtačky

Používají se pro všechny typy vrtacích operací na středních a velkých obrocích.

### 11.8.6 Souřadnicové vrtačky

Jsou velmi přesné stroje, které se používají pro výrobu přesných děr s velmi přesnými roztečemi (až 0,001) bez předchozího orýsování.

## 11.9 Kontrolní otázky a úkoly



1. Popište vrták a jeho úhly.
2. Jaké znáte typy vrtaček.
3. Jaký je technologický postup při vrtání.

## 11.10 Doporučená literatura ke studiu

- BOTHE, O. *Strojírenská technologie I a II*. Praha: SNTL, 1996.
- DOSEDLA, Z. *Materiály a technologie*. Brno: MU, 2000.
- STIBOR, K. a kol. *Praktikum materiálů a technologie kovů*. Brno: MU, 2003.
- FISCHER, U. *Základy strojnictví*. Praha: Sobotáles, 2004.
- HRDLIČKOVÁ, D. *Strojírenská technologie III*. Praha: Sobotáles, 2000.

### Studijní opory:

- STIBOR, K. *Materiály a technologie – kovy*.
  - Dostupné z: <http://www.ped.muni.cz/wtech/index.php?pg=elearning>

## 12. Soustružení

Soustružení je strojní třískové obrábění jednobřitovým nástrojem zvaným soustružnický nůž. Soustružením obvykle zhotovujeme součásti kruhového průřezu.

### 12.1 Pracovní pohyby nástroje a obrobku

Hlavní pohyb, který je vždy otáčivý, koná při soustružení obrobek. Nástroj vykonává posuvný pohyb, buď ve směru osy obrobku - **podélný posuv** (stopa nože na obrobku je šroubovice) nebo ve směru kolmém na osu obrobku – **příčný posuv** (stopa na obrobku je spirála). Při obrábění obecných tvarových ploch se oba pohyby dějí současně. Řezná rychlost  $v$  je v podstatě **obvodová rychlost** obrobku. Její velikost vypočteme z rovnice:

$$v = \pi \cdot D \cdot n$$

kde  $D$  je průměr obrobku a  $n$  je počet otáček

Velikost podélného a příčného posuvu je dráha nože za jednu otáčku obrobku.

### 12.2 Nástroje

Nástroje používané při soustružení nazýváme **soustružnické nože**. Nože dělíme podle několika hledisek:

- **podle materiálu** na nože z nástrojové rychlořezné oceli, nože s břitovými destičkami ze slinutých karbidů a keramických materiálů a diamantové nože.
- **podle tvaru a upnutí v nožovém držáku** na nože radiální, tangenciální a kotoučové
- **podle směru posuvu** na pravé, levé a souměrné
- **podle druhu obráběcího stroje** na soustružnické, revolverové a automatické
- **podle způsobu obrábění** na ubírací, zapichovací, upichovací, vyvrtávací a tvarové
- **podle charakteru obrábění** na hrubovací a hladící.

### 12.3 Nože s břitovou destičkou

Břítové destičky z rychlořezné oceli se k tělesu nože **připájí**. Tvar a poloha destičky se řídí předepsanými úhly geometrie břitu, řeznými podmínkami, předpokládaným řezným odporem a způsobem ostření.

Stále častěji se používají destičky ze **slinutých karbidů**, které jsou k tělesu nože připájeny nebo mechanicky upnuty.

Důležitým požadavkem u soustružnických nástrojů je spolehlivé upínání nástroje a jeho rychlá výměna, aniž by bylo nutné nástroj znovu seřizovat. Tento požadavek splňují **nožové držáky** s vyměnitelnými břitovými destičkami. Mají tři až šest ostří a připevňují se mechanicky k tělesům nože. Po otupení nože se destičky pootočí a pracovní polohu zaujme nové ostří.

Nože s **keramickými destičkami** se vyrábějí buď s pevně lepenou nebo s mechanicky upnutou destičkou. Pro toto upnutí je možné použít stejný držák jako pro destičky ze slinutých karbidů.

Pro dokončovací operace, zvláště pro bronz, litiny, mosaz a plasty jsou vhodné **diamantové nože**. Jejich použitím se dosahuje značné přesnosti a hladkosti povrchu. Diamant se upevňuje do speciálních držáků. V poslední době se uplatňují **polykrystalické nože**. Řezná část nože je kubického nitridu boru. Tyto nože jsou vhodné pro dokončovací operace na těžkoobrobitelných materiálech např. kalené oceli.

### 12.4 Tvarové nože

Tvarové nože mají význam zejména při výrobě drobných součástek ve velkých sériích na revolverových soustružích nebo automatech. Jejich výhodou je vysoká produktivita práce, velká životnost břitu a přesnost obráběných ploch.

### 12.5 Upínání nástrojů a obrobků

Nože se upínají na soustružích **upínkami** různých konstrukcí a **nožovými hlavami**.

Nožové hlavy jsou otočné a dovolují upnout až čtyři nože. Někdy jsou řešeny jako revolverové otočné hlavy.

Způsob upnutí obrobku je závislý na tvaru obrobku, jeho délce, průměru, velikosti, požadované přesnosti a na druhu soustruhu.

Obrobky s větším průměrem se upínají **mezi hroty**. Před upnutím se do čel obrobku navrtají středící důlky. Jeden opěrný hrot se upevní **do vřetena** soustruhu, druhý **do koníku**. V koníku se obvykle používá otočný hrot.

Nejobvyklejším upínacím zařízením na soustruzích je univerzální **tříčelist'ové sklíčidlo**. Pohyb čelistí je ruční, hydraulický, pneumatický nebo elektromechanický. Tyčový materiál menších a středních průměrů se upíná na revolverových soustruzích a automatech pomocí **kleštin**.

Dlouhé obrobky o velkém poměru délky k průměru se při soustružení podepírají zvláštními opěrami – **lunetami**.

## 12.6 Druhy soustruhů

Rámcové soustruhy rozdělujeme na hrotové, čelní, revolverové, svislé, poloautomatické, automatické a číslicově řízené.

- **Hrotové soustruhy** jsou určeny k obrábění rotačních ploch obrobků upnutých v hrotech, ve sklíčidle na trnech, upínací desce apod.
- **Univerzální hrotové soustruhy** mají velký rozsah otáček i posuvů. Jsou vybaveny vodícím šroubem, který umožňuje řezat závity. Základní konstrukční skupiny hrotových soustruhů jsou lože, vřeteník, suport, koník, vřeteníková a posuvná převodovka.
- **Čelní soustruhy** slouží k obrábění obrobků velkých průměrů a malé délky.
- **Revolverové soustruhy** jsou určeny k obrábění malých a středních součástí vyráběných v menších a středních sériích. Charakteristickou částí těchto soustruhů je revolverová hlava.
- **Svislé soustruhy** slouží k obrábění rozměrných a těžkých obrobků jejichž průměr je větší než výška.
- **Poloautomatické soustruhy** se uplatňují ve středně sériové a velkosériové výrobě. Mají automatický pracovní cyklus, ale ruční upínání materiálu.
- Charakteristickým znakem **automatických soustruhů** je samočinné opakování pracovního cyklu po obrobění jedné součásti. Uplatňují se ve velkosériové a hromadné výrobě.

## 12.7 Základní práce na soustruhu

Soustružnické obrobky mají kruhové průřezy. Jsou to např. čepy, hřídele, pouzdra, vřetena, příruby, šrouby. Podle tvaru soustruženého uvnitř nebo vně obrobku mluvíme o soustružení **vnějším a vnitřním**. Při **podélném soustružení** se nůž posouvá rovnoběžně s osou vřetena. Při **čelním soustružení** je posuv nože kolmý na osu vřetena. Vytvářejí se tak rovinné plochy, např. zarovnávání čel obrobků, zapichování, upichování

Krátké kuželové plochy se soustruží **natočením nožových saní**, dlouhé kužele **vyosením koníku**.

Díry se na soustruhu zhotovují buď **vrtáky** upnutými do pinoly koníku nebo **vnitřními soustružnickými noži**.

Tvarové plochy se soustruží tvarovými noži **pomocí přípravku nebo kopírováním**. Závity se na soustruhu řežou **závitníky, závitovými čelistmi nebo se soustruží závitovými noži**.

## 12.8 Kontrolní otázky a úkoly



1. Vyjmenujte a popište nejpoužívanější typy soustružnických nožů
2. Popište základní části hrotového soustruhu
3. Jaké další typy soustruhů znáte?
4. Jaké jsou nejčastější způsoby upnutí obrobku?

## 12.9 Doporučená literatura ke studiu

- BOTHE, O. *Strojírenská technologie I a II*. Praha: SNTL, 1996.
- DOSEDLA, Z. *Materiály a technologie*. Brno: MU, 2000.
- STIBOR, K. a kol. *Praktikum materiálů a technologie kovů*. Brno: MU, 2003.
- FISCHER, U. *Základy strojnictví*. Praha: Sobotáles, 2004.
- HRDLIČKOVÁ, D. *Strojírenská technologie III*. Praha: Sobotáles, 2000.

### Studijní opory:

- STIBOR, K. Materiály a technologie – kovy.
  - Dostupné z: <http://www.ped.muni.cz/wtech/index.php?pg=elearning>

## 13. Technologické postupy k výkresové dokumentaci

### 1. **PTK – 1 Háček na mapy**

1. Zkontrolujeme rozměr rozvinuté délky.
2. Opatříme si váleček o  $\varnothing$  30mm a 40mm.
3. Ustříhneme požadovanou délku drátu.
4. Stočíme konce drátu okolo válečků.
5. Upravíme délku konců háčků a začistíme je.

### 2. **PTK – 2 Háček na obrazy**

1. Zkontrolujeme rozměr rozvinuté délky.
2. Opatříme si váleček o  $\varnothing$  22 mm a kulatinu o  $\varnothing$  8 mm.
3. Ustříhneme požadovanou délku drátu.
4. Začistíme jeden konec drátu a skružíme jej okolo válečku o průměru 22 mm a zbývající konec ohneme tak, aby byl k němu kolmý.
5. Provedeme ohyb okolo kulatiny o  $\varnothing$  8 mm, zařozneme na požadovanou délku a konec začistíme.

### 3. **PTK – 3 Háček na tabuli**

1. Zkontrolujeme rozměr rozvinuté délky
2. Opatříme si kulatinu o  $\varnothing$  8 mm
3. Ustříhneme požadovanou délku drátu s přídavkem 10mm
4. Drát upneme do svěráku tak, aby přesahoval přes čelisti asi 55mm a provedeme ohyb o  $90^\circ$ .
5. Drát posuneme v čelistech svěráku o 30mm tak, aby z konce přesahoval pouze 25mm a provedeme hyb. Mezi ohnutými částmi by měla zůstat mezera 30mm.
6. Dosud volný konec upneme s kulatinou do svěráku a provedeme ohyb.

7. Konce zkrátíme na požadovanou délku a provedeme začištění.

#### **4. PTK – 4 Šablonka**

Výrobek je určen ke kontrole při broušení vrtáku.

1. Z tabule plechu odstříhneme požadovaný kus materiálu.
2. Orýsujeme tvar na materiál.
3. Opatrně stříháme.
4. Hrany začistíme a vytvoříme stupnici.

Pozn. Výrobek není nutno vyrábět z předepsaného materiálu. Lze použít plech ocelový, hliníkový i pozinkovaný o síle od 0,5 - 1,5 mm.

#### **5. PTK – 5 Otvírák Omnia**

1. Z tabule plechu odstříhneme požadovaný kus materiálu.
2. Orýsujeme tvar.
3. Vystříhneme tvar.
4. Vypilujeme zaoblení o poloměru R 30 a R 5.
5. Vyvrtáme otvor o  $\varnothing$  4 mm.
6. Začistíme hrany.

#### **6. PTK – 6. Podložka s nosem**

1. Z tabule odstříhneme požadovaný kus materiálu.
2. Orýsujeme požadovaný tvar.
3. Vnitřní tvar budeme vysekávat. Odvrtáme vnitřní tvar tak, že narýsujeme soustřednou kružnici o  $\varnothing$  19mm minus  $\varnothing$  vrtáku. Označíme středy otvorů a vrtákem vyvrtáme otvory. Materiál mezi otvory prosekneme sekáčem..
4. Na narýsovaném obvodu podložky důlčkářem uděláme důlčíky.
5. Vystříhneme vnější tvar.

6. Půlkulatým pilníkem vypilujeme vnitřní tvar a plochým pilníkem tvar vnější.

## **7. PTK – 7. Otvírák lahví**

1. Z tabule odstříhneme potřebný rozměr materiálu.
2. Orýsujeme tvar součástky.
3. Orýsovaný tvar si označíme důlky pomocí důlčičkáře.
4. Vyznačíme si důlky pro odvrtání vnitřního tvaru.
5. Odvrtáme vnitřní tvar.
6. Materiál mezi jednotlivými otvory prosekneme.
7. Vypilujeme vnitřní a vnější tvar. Obvodové hrany srazíme.
8. Hranu, kterou budeme tlačit na korunkový uzávěr spilujeme pod úhlem 30°.

## **8. PTK – 8. Podložka**

1. Z ocelového plechu na tabulových nůžkách odstříhneme pásy požadované šířky.
2. Z pásu odstříhneme 4 pruhy.
3. Pruhy vyrovnáme a ostré hrany opilujeme.
4. Provedeme ohyb na koncích pruhů. Na dvou pruzích by měl být ohyb kratší o sílu plechu tak, aby se podložka na rovné ploše nekývala.
5. Orýsujeme otvory, důlčičkářem označíme středy a vrtákem vyvrtáme otvory.
6. Sestavíme, nasadíme nýty, stáhneme přitažníkem a provedeme roznytování – zatažení nýtu.
7. Zapilujeme čelní plochy a na rovné ploše podložku srovnáme.

## **9. PTK – 9. Krabička**

Cvičný výrobek. Může sloužit k odkládání drobného spojovacího materiálu

1. Zkontrolujeme rozměr rozvinutého materiálu.
2. Odstříhneme požadovaný rozměr. Výhodné je použít pocínovaného nebo pozinkovaného plechu.

3. Orýsujeme.
4. Vystříhneme požadovaný tvar. Střížné plochy začistíme.
5. Na ohýbače provedeme ohyb na dvou protilehlých stranách o 90°.
6. Pomocí ohýbací kostky provedeme ohyb dvou zbývajících stran.
7. V rozích provedeme zapájení cínovou pájkou.
8. Vymyjeme od pájecí vody.

## **10. PTK – 10. Miska**

1. Zkontrolujeme rozměr rozvinutého tvaru.
2. Odstříhneme požadovaný rozměr. Výhodné je použít pocínovaného nebo pozinkovaného plechu.
3. Orýsujeme.
4. Vystříhneme požadovaný tvar. Střížné plochy začistíme.
5. Provedeme ohyb o 60° tak, aby se postupně plochy horního okraje stýkaly v rozích a tak vytvořily rovinu.
6. Pomocí ohýbací kostky provedeme ohyb poslední strany a misku uzavřeme.
7. V rozích zapájíme cínovou pájkou.
8. Vymyjeme od pájecí vody.

## **11. PTK – 11. Kónusový klíč**

Cvičný výrobek, který při pečlivém provedení může sloužit jako montážní náradí ke kolu.

1. Odstříhneme požadovaný rozměr a na rovníkové desce vyrovnáme.
2. Velmi pečlivě orýsujeme.
3. Hrany označíme důlčíky.
4. Vnitřní tvary odvrtáme.
5. Vypilujeme vnitřní tvary za stálého kontrolování rozměru posuvným měřítkem.
6. Ostré hrany srazíme pilníkem a drátěným kartáčem.

## **12. PTK – 12. Pinzeta**

1. Odstříhneme 2 kusy ramének a na rovnací desce vyrovnáme.
2. Orýsujeme.
3. Odstříhneme přebytečný materiál.
4. V každém raménku vyvrtáme jeden otvor.
5. Osadíme nýtem a sevřeme svěrkou. Vyvrtáme druhý otvor.
6. Sesazená raménka zapilujeme.
7. Rozebereme sesazená raménka a provedeme sražení hran.
8. Provedeme ohyby podle výkresu.
9. Sestavená raménka snýtujeme.
10. Upravíme tak, aby hroty byly proti sobě.

## **13. PTK – 13. Šroubovák**

Za podmíněk, že výrobek je vyroben z kvalitnějšího materiálu, je možné jej spolu s kónusovým klíčem používat pro výbavu kola.

### **PTK - 13/1 Plochý šroubovák**

1. Z ploché oceli odřízneme požadovanou délku.
2. Začistíme řezné plochy.
3. Orýsujeme.
4. Vypilujeme požadovaný tvar a vyvrtáme otvor.
5. Umožňuje-li to kvalita použitého materiálu provedeme zakalení obou konců.
6. Na brusce vybrousíme funkční tvar šroubováku – ostří.

### **PTK - 13/2 Pouzdro**

1. Odstříhneme požadovanou délku plechu.
2. Odstraníme ostrou hranu a na rovnací desce vyrovnáme.
3. Ohneme do požadovaného tvaru.
4. Spájíme a očistíme od pájecí vody.
5. Vyvrtáme otvor.
6. Vsadím nýt a roznýtujeme jej tak, aby šroubovákem bylo možno otáčet.

## **14. PTK – 14. Otvírák**

1. Odřízneme požadovaný rozměr materiálu.
2. Orýsujeme tvar.
3. Hrany označíme drobnými důlky.
4. Označíme střed otvoru průměru 7,5mm a vyvrtáme.
5. Odřízneme přebytečný materiál.
6. Vypilujeme požadovaný tvar.
7. Začistíme ostré hrany pilníkem a drátěným kartáčem.

## **15. PTK – 15. Maticový klíč**

1. Odřízneme požadovaný rozměr materiálu.
2. Orýsujeme tvar.
3. Hrany označíme důlky.
4. Odřízneme přebytečný materiál.
5. Vypilujeme požadovaný tvar.
6. Za stálé kontroly posuvným měřítkem vypilujeme rozměr pro šestihran.
7. Začistíme ostré hrany pilníkem a drátěným kartáčem.

## **16. PTK – 16. Nůž**

Uplatnění bude záležet na kvalitě čepele. Sloužit může ke strhávání izolace vodičů, ale i k oddělování materiálu.

### **Pozice 1. Čepel**

1. Oddělíme potřebný kus materiálu.
2. Orýsujeme požadovaný tvar.
3. Opracujeme tvar pilníkem nebo bruskou.
4. Broušením vypracujeme ostří.

Pozor! Průměry 3mm nevrtáme.

## **Pozice 2. Střenka**

1. Z tvrdého dřeva uřízneme požadovaný rozměr.
2. Orýsujeme.
3. Opracujeme pilníkem a vyhladíme brusným papírem.
4. Pilkou provedeme zářez pro čepel.
5. Usadíme čepel a v označených místech vyvrtáme otvor o  $\varnothing$  3mm.
6. Z obou stran provedeme zahloubení pro hlavu šroubu a matici.
7. Po sešroubování provedeme začištění a napuštění střenky.

## **17. PTK – 17. Svícen I.**

Jednoduchý svícen pro malé svíčky. Miska má větší rozměr z důvodu bezpečnosti. Velká variabilnost při volbě materiálu – ocelový plech síla 0,6-1 mm, hliníkový plech 1-1,5 mm.

### **Pozice 1. Podstavec**

1. Odstříhneme požadovaný rozměr.
2. Orýsujeme.
3. Důlčíky označíme styčné hrany.
4. Nůžkami na plech vystříhneme.
5. Začistíme hrany.
6. Vyvrtáme otvor o  $\varnothing$  4mm.
7. Provedeme ohyby ve svěráku. Doporučeno na  $\varnothing$  podstavy 110 –150 mm tak, aby horní základna byla vodorovná.

### **Pozice 2. Miska**

1. Odstříhneme požadovaný rozměr.
2. Orýsujeme.
3. Vystříhneme kruh  $\varnothing$  100 mm.
4. Vytvarujeme misku vyklepáním pomocí 100 mm dlouhé trubky s  $\varnothing$  60 mm a vyklepávacím kladivem.
5. Uprostřed vyvrtáme otvor
6. Začistíme hrany.

### **Pozice 3. Držák svíce**

1. Ustříhneme požadovaný rozměr.
2. Vyrovnáme.
3. Orýsujeme.
4. Vystříhneme tvar a začistíme.
5. Provedeme ohyby. Špičky držáku v délce 2 mm vyhneme ven tak, aby se při nasazování svíčky do ní nezarývaly.

### **18. PTK – 18. Závěs**

1. Ustříhneme požadovaný rozměr.
2. Vyrovnáme a začistíme hrany.
3. Od začátku hrany skružíme okolo trnu  $\varnothing$  4mm.
4. Srovnáme skružení tak, aby bylo rovnoběžné s protější stranou a kolmé k bočním stranám.
5. Vyjmeme trn.

### **Pozice 1.**

1. Orýsujeme.
2. Prořízneme pilkou na kov skružení do hloubky 6,5 mm tak, aby i po zapilování zůstala mezi pouzdry vzdálenost 20 mm.
3. Materiál mezi pouzdry plochým sekáčem odsekne.

### **Pozice 2**

1. Orýsujeme.
2. Prořízneme pilkou na kov skružení do hloubky 6,5 mm tak, aby i po zapilování mělo skružení délku 20 mm.
3. Krajiní skružení plochým sekáčem odsekne.
4. Provedeme zalícování.
5. Sestavíme a vsadíme čep o  $\varnothing$  4 mm.
6. Uřízneme jej tak, aby byl na každé straně delší o 1 mm.
7. Zapilujeme a provedeme mírné roztemování tak, aby se čep samovolně nevysunul.

8. V sestaveném stavu vyvrtáme otvory  $\varnothing$  4,3 mm a po rozevření provedeme zahloubení vrtákem  $\varnothing$  8 mm.
9. Pilníkem začistíme hrany a drátěným kartáčem upravíme.

## **19. PTK – 19. Petlice**

### **Díl A Oko petlice**

#### **Pozice 1. Krycí plech**

1. Ustříhneme požadovaný rozměr.
2. Na rovnací desce vyrovnáme.
3. Orýsujeme.
4. Prostříhnutím a vyseknutím vytvoříme zářez.
5. Ve svěráku prolisujeme trnem o  $\varnothing$  5mm pouzdro pro oko petlice.
6. Při pokřivení srovnáme podle tvaru základny.
7. Vyvrtáme otvory pro nýty.
8. Začistíme hrany.

#### **Pozice 2. Základna oka petlice**

1. Ustříhneme požadovaný rozměr.
2. Na rovnací desce vyrovnáme.
3. Orýsujeme a označíme důlky středy děr.
4. Vyvrtáme otvory pro nýty.
5. Začistíme hrany.

#### **Pozice 3. Oko petlice**

1. Uřízneme požadovanou délku kulatiny  $\varnothing$  4 mm.
2. Ohneme v polovině okolo trnu o  $\varnothing$  6 mm.
3. Posuneme trn o 25 mm a zkřížením ohneme ramena o 90°.
4. Rameno s trnem upneme samostatně a ohneme je do přímého směru.
5. Ramena přitáhneme k sobě.
6. Přihnutá ramena sevřeme ve svěráku a konce rozehneme.

7. Rozehnutá ramena zarovnáme podle pozice 2.

## **Montáž**

1. Jednotlivé díly sestavíme.
2. Zasuňme nýty, přitažníkem stáhneme a nýty roznýtujeme.
3. Vyvrtáme otvory pro vruty.
4. Provedeme zahloubení.
5. Začistíme hrany.

## **Díl B**

### **Pozice 1. Deska třmenu**

1. Odstřihneme požadovaný rozměr.
2. Na rovnací desce vyrovnáme.
3. Orýsujeme, označíme středy děr.
4. Vyvrtáme díry.
5. Začistíme hrany.

### **Pozice 2. Třmen**

1. Odřízneme požadovanou délku kulatiny.
2. Řezné plochy zarovnáme.
3. Kulatinu v požadované délce opilujeme.
4. Ohneme okolo trnu o  $\varnothing$  16 mm.

## **Montáž**

1. Třmen vsadíme do desky.
2. Roznýtujeme.
3. Provedeme zahloubení otvorů pro vruty.
4. Začistíme hrany.

## **20. PTK – 20. Svícen tepaný**

### **Pozice 1. Horní miska**

1. Odstříhneme požadovaný kus materiálu.
2. Na rovnací desce vyrovnáme.
3. Orýsujeme.
4. Střed misky označíme hlubším důlkem.
5. Nůžkami na plech vystříhneme tvar.
6. Zapilujeme obrys dle orýsování.
7. Tepeme na trubce zhruba o  $\varnothing$  60 mm upnuté ve svěráku.
8. Po částečném vytepání vrchlíku na rozevřeném svěráku, bombírujeme rukojeť.
9. Dokončíme tepání vrchlíku.
10. Začistíme hrany.
11. Vyvrtáme otvor pro závit.
12. Vyřežeme závit závitníky č.1 a 2.

### **Pozice 2. Dolní miska**

1. Odstříhneme potřebný kus materiálu.
2. Na rovnací desce vyrovnáme.
3. Orýsujeme a označíme střed.
4. Nůžkami na plech vystříhneme tvar.
5. Zapilujeme obrys.
6. Vyklepáváme na trubce  $\varnothing$  60 mm upnuté ve svěráku.
7. Začistíme hrany.
8. Vyvrtáme otvor pro šroub.

### **Pozice 3. Hrot**

1. Uřízneme potřebnou délku kulatiny.
2. Zapilujeme čela.
3. Srazíme hranu a vyřežeme závit v délce 10 mm.
4. V přípravku upneme do svěráku a vypilujeme hrot.

#### **Pozice 4. Kroužek**

1. Uřízneme potřebnou délku kulatiny.
2. Zapilujeme čela.
3. Skružíme na trnu o  $\varnothing$  20-22 mm.

Poznámka: Před sestavením je možno provést povrchovou úpravu, např. patinováním nebo nátěrem.

### **21. PTK – 21. Svěrka**

Cvičný výrobek. Při pečlivém provedení operací získáme kvalitní výrobek použitelný v mnoha oblastech technické a zájmové činnosti.

#### **Pozice 1. Čelist 1**

1. Uřízneme potřebnou délku ploché oceli.
2. Opilujeme na požadovaný rozměr.
3. Orýsujeme a důlčíkem označíme středy.
4. Vypilujeme zkosení.
5. Vyvrtáme otvory pro závit M8.
6. Větším vrtákem srazíme hranu otvorů.
7. Sadovými závitníky vyřežeme závit.

#### **Pozice 2. Čelist 2**

1. Uřízneme potřebnou délku ploché oceli.
2. Opilujeme na požadovaný rozměr.
3. Orýsujeme a důlčíkem označíme středy.
4. Vyvrtáme otvor o  $\varnothing$  8 mm a  $\varnothing$  9mm a zahloubíme.
5. Vypilujeme zkosení.

#### **Pozice 3. a 5. Šroub 1**

1. Uřízneme potřebnou délku z kulatiny o  $\varnothing$  8 mm.
2. Uřízneme potřebnou délku z kulatiny o  $\varnothing$  4 mm.

3. Zarovnáme čela kulatin a srazíme hranu.
4. U kulatiny o  $\varnothing$  8 mm vyvrtáme otvor  $\varnothing$  3,9 mm.
5. Na kulatině  $\varnothing$  8 mm vyřežeme závit.
6. Kolík 5 zalisujeme do otvoru šroubu 1.

#### **Pozice 4. a 5. Šroub 2**

1. Uřízneme potřebné délky z kulatin  $\varnothing$  4 a 8 mm.
2. Zarovnáme čela kulatin a srazíme hranu.
3. V kulatině  $\varnothing$  8 mm vyvrtáme otvor  $\varnothing$  3,9 mm, opilujeme na  $\varnothing$  6,6 mm a vyřežeme závit.
4. Kolík 5 zalisujeme do otvoru šroubu 2.

Před sestavením je vhodné provést povrchovou úpravu patinováním nebo napouštěním.

## **22. PTK – 22. Olovnice**

1. Uřízneme z kulatiny  $\varnothing$  10 mm požadovanou délku.
2. Opilujeme nebo osoustružíme hrot.
3. Pilkou seřízneme bok a zapilujeme plochy.
4. Vyvrtáme otvor a zakulatíme pilníkem konec kulatiny.

## **23. PTK – 23. Třmenová svěrka**

Cvičný výrobek, který může nalézt mnohé uplatnění jak v dílně tak i v domácnosti.

#### **Pozice 1. Třmen**

1. Uřízneme požadovanou délku z pásové oceli.
2. Provedeme dva ohyby.
3. Upravíme délky ramen a konce opilujeme a zapravíme.
4. Orýsujeme otvor pro závit a označíme důlčičkem střed.
5. Vyřežeme závit a vrtákem srazíme hrany.

## **Pozice 2. Přítlačný kotouč**

1. Z plechu vystříhneme kruh.
2. Pomocí přípravku vytlačíme miskový tvar.
3. Ve vrcholu misky vyvrtáme otvor a zahloubíme.

## **Pozice 3. Šroub**

1. Z kulatiny odřízneme požadovanou délku.
2. Vyvrtáme otvor pro kolík a oboustranně jej zahloubíme.
3. Provedeme zářez pilkou.
4. Upneme do soustruhu, zarovnáme čelo a srazíme hranu.
5. Upneme do sklíčidla druhou stranu kulatiny a vysoustružíme čep shodného průměru jako je otvor přítlačného kotouče. Je vhodné čelo navrtat navrtávkem.

## **Pozice 4. Kolík**

1. Uřízneme z kulatiny požadovanou délku.
2. Konce zapilujeme a ohraníme.

## **Pozice 5. Křídélko šroubu**

1. Na kousku plechu narýsujeme tvar křídélka. Důlčíkem označíme střed otvoru.
2. Křídélko vystříhneme, dopilujeme tvar, hrany zapilujeme a odstraníme břit.
3. Vyvrtáme otvor pro kolík.

Sestavíme pozici 3 šroub a pozici 5 křídélko. Zašroubujeme šroub s křídélkem do třmenu, nasadíme přítlačný kotouč a roznýtujeme tak, aby se kotouč volně otáčel. Navrtání čepu nám usnadní roznýtování.