

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

<i>Předmět:</i>	<i>Ročník:</i>	<i>Vytvořil:</i>	<i>Datum:</i>
Praxe	2. ročník	Rybka Herbert	29. 3. 2014
<i>Název zpracovaného celku:</i>			
Kování			

1 Kování

-je tváření zahřátých kovů

-materiál neztrácí na pevnosti, ba naopak se jeho houževnatost zvětšuje

-před kovářím se materiál ohřeje v kovářské výhni či peci na kovací teplotu

(ocel : 800 až 1000 °C, při této teplotě se mění struktura oceli a ocel je lépe tvářitelná, říkáme, že materiál dosáhl rekrytalizační teploty)

2 Základní pojmy

Tvárný, plastický stav kovů umožňuje přesuny jejich částí, aniž by byla celistvost materiálu porušena. Kovy jsou zpravidla dobře tvárné při vyšších teplotách, do značné míry snesou tváření i v chladném stavu.

2.1 Mechanické vlastnosti

Mechanické vlastnosti kovů mají velký význam při jeho použití. Jsou to:

-pevnost v tahu

-mez průtažnosti

-tažnost

-zúžení

-mez únavy

-mez tečení

-vrubová houževnatost

-pevnost v tlaku, ohybu, kroucení a smyku

-tvrdost

2.2 Chemické vlastnosti

Jako chemickou vlastnost označujeme odolnost proti chemickým činidlům, mj. taky proti vlivům atmosféry (rezavění), opalu apod.

2.3 Přetvárná pevnost materiálu (tvářecí napětí)

Je to napětí, které je nutno způsobit, aby materiál dosáhl při malé rychlosti trvalých změn tvaru, tj. trvalých deformací.

2.4 Přetvárná rychlost

Je to rychlost, s jakou se blíží jednotlivé průřezy tvářeného kovu. Neshoduje se s rychlostí tvářecího nástroje, nýbrž je taky závislá na výšce stlačovaného materiálu. Je dána přírůstkem deformace za časovou jednotku v procentech. Je-li např. stlačovaná výška 500 mm a stlačíme-li tuto výšku za jednu vteřinu na 480 mm, ubude na výšce 20 mm, tj. 4% za sekundu. U lisů se pohybuje přetvárná rychlost mezi 4 až 10 %, u bucharů mezi 5000 až 10000 % za sekundu.

2.5 Přetvárný odpor

Je přetvárná pevnost zvětšená o odpory, které vznikají značnou přetvárnou rychlostí a třením tvářeného materiálu o stěny nástroje. Přetvárný odpor je větší než přetvárná pevnost pro práci na lisu přibližně o 30 % a pro práci na bucharu o 150 až 250 %. Přetvárný odpor se při kovářím mění a závisí (kromě pevnosti materiálu na rychlosti tváření) zejména na velikosti plochy stýkající se s nástrojem a na jejím poměru

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

k tlačené výšce. Je-li tato plocha velká a výška malá, je přetvárný odpor mnohem vyšší. Přetvárný odpor dosahuje pěti až desetinásobku přetvárné pevnosti.

2.6 Přetvárná práce

Je práce potřebná i přeměně tvaru kovu. Lisujeme-li např. kovový válec, nastane pohyb materiálu tehdy, jestliže je určitou silou překonán jeho přetvárný odpor. Abychom dosáhli změny tvaru, musí použitá síla neustále překonávat odpor. Síla působí po dobu tváření na určité dráze, tuto dráhu nazýváme deformační drahou.

2.7 Tvářitelnost za tepla a její zkoušení

Tvářitelnost kovů za tepla se zkouší jednoduchými kovářskými nástroji (zkoušky rozkováním, děrováním, rozštěpením, ohýbáním) na obvyklém zkušebním zařízení (zkouška pěchováním) nebo laboratorními přístroji (zkouška krutem).

3 Metody kování

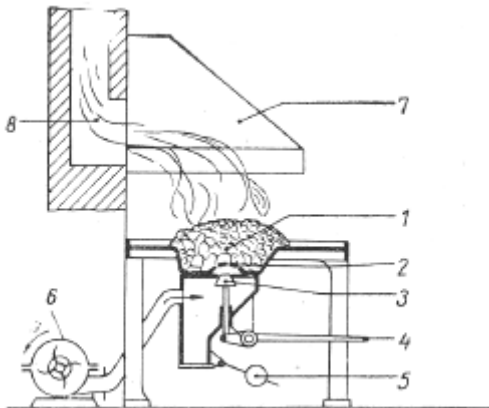
- ruční
- strojní
- zápustkové

3.1 Ruční kování

3.1.1 Výheň

- slouží k ohřátí oceli na kovací teplotu
- může být stabilní či přenosná

Stabilní výhně jsou zděné (šamotové cihly či litina) s jímkou pro ohniště. Zděné udržují lépe teplo, litinové lze snadněji postavit (přemístit).



Obr. 1 Litinová výheň [3]:

1 - jímka pro ohniště opatřená roštem, 2 - rošt, 3 – ventil, 4 – popel, který propadl do vzduchové komory (vypustíme jej otevřením uzávěrky), 5 – ventilátor, kterým se vhání pod rošt vzduch, 6 – klobouk (dýmník), který slouží jako sběrač kouře (má být co nejnižší, aby kováři nepřekážel, 8 – otvor do komína (co nejbližší ohništi)

Pod rošt vháníme vzduch o tlaku 50 až 150 mm vodního sloupce. Vzduch lze regulovat ventilem.

Obvykle se výhně staví u zdi, kde je komín, ale ve větších kovárnách se staví do volného prostoru (dvě až čtyři výhně pak mají společný klobouk a odvod do komína. Výška stolu výhně: 800-900mm. Nejvhodnějším palivem je drobné kamenné a spékavé uhlí nebo drobný koks.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tabulka 1: Přehled chyb při ohřevu oceli [5]

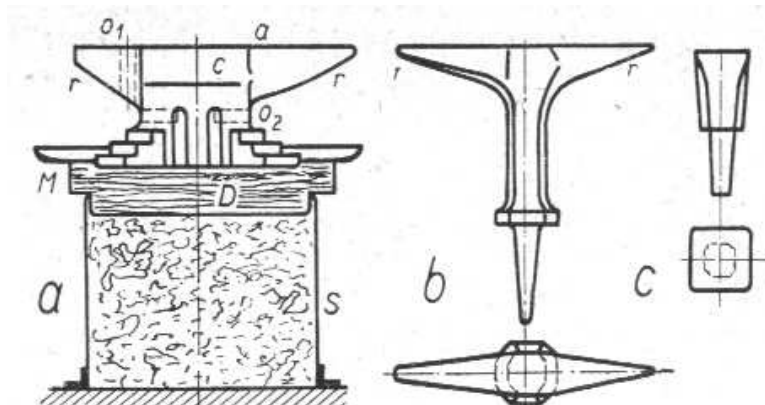
Chyba	Následek	Náprava
příliš vysoký ohřev	přehřátí, struktura hrubozrnná, pevnost snížena, spáleno	opatrně a pozorně překovat, regenerovat, žíhat
příliš nízký ohřev	změna struktury dosud neproběhla, vysoký přetvárný odpor, nebezpečí lomu	znovu ohřát na vyšší teplotu
polotovár založen hluboko v ohni	dmýchaný vzduch ofukuje polotovár, dochází k oduhlíčení povrchových vrstev	založit výše do ohně, dobře prokovat
polotovár ohřát velkou rychlostí	jádro se neprohřeje, kus se se dobře neprokovává, vzniká nerovnoměrné pnutí	ohřívat pomaleji, žíhat
polotovár se dlouho ohřívá	povrchové vrstvy se oduhlíčí, struktura hrubozrnná, snížení pevnosti	ohřívat rychleji, především nad teplotou překrystalizace

3.1.2 Kovářské nářadí, pomůcky a měřidla pro ruční kování

A) Kovadlina

Pokud bychom kovali ručně, položili bychom materiál na kovadlinu, která může mít různý tvar i velikost. Kovadlina je většinou odlitá z oceli (nebo méně často se vyskytující - svařovaná z ocelových desek). Střední kovářská kovadlina váží přibližně 140 kg. Vrchní plocha kovadliny (dráha) je kalená (hrany ale musí zůstat měkké), v příčném řezu vypouklá. Kovadlinu umísťujeme na dřevěný dubový špalek (zapuštěný asi 0,5m do země) nebo plechový sud „S“ (obr. 2a) vyplněný dřevem nebo pískem, s dřevěnou podložkou „D“ a plechovou mísou „M“, která slouží k odkládání nástrojů. Po stranách má kovadlina rohy různého tvaru a otvory „o₁“ pro vkládání zápustek a „o₂“ pro přenášení.

Na obrázku 2b je zobrazena rohatina, na které kováme drobné věci. Jedná se o vysokou štíhlou kovadlinu se dvěma tenkými rohy. Rohatinu vložíme do otvoru v kovadlině, nebo ji narazíme do špalku. Na babce (obr. 2c) naklepáváme plech, srpy a kosy.

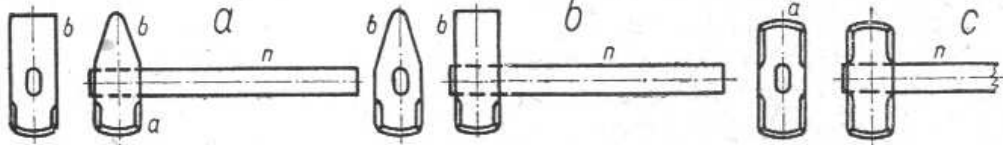


Obr. 2 Kovadlina, rohatina a babka [2]

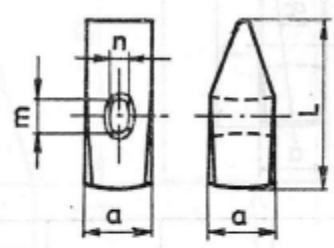
B) Kladiva

Kladiva, které používáme pro kování jsou jednoruční nebo dvouruční (obr. 3a) s mírně vypuklou ploskou na straně jedné a zaobleným nosem na straně druhé. Příčné kladivo má rovnoběžný nos s násadou (obr. 3b), perlík má po obou stranách plošky (obr. 3c). Nos a ploska jsou zakaleny. Násadu je nejvhodnější použít jílmovou či jasanovou. Rozměry kovářských přtloukacích kladiv – viz tabulka 2.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 3 Přítloukácká kladiva [2]: a-jednoruční či dvouruční kladiva, b-příčné kladivo, c- perlík

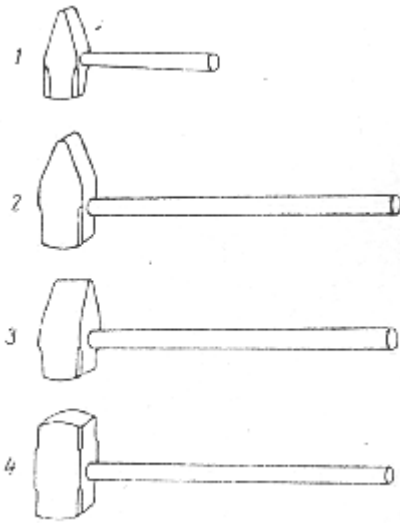


Hmotnost (kg)	3	4	5	6	8	10
L (mm)	160	174	184	194	208	222
a (mm)	56	62	68	70	80	86
m (mm)	40	40	40	45	50	50
n (mm)	22	22	22	25	28	28

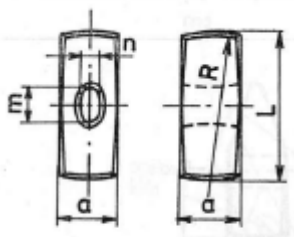
Tabulka 2: Rozměry kovářských přítloukáckých kladiv [5]

- Jednoruční kladivo
 - váha 0,75 - 2kg
 - délka násady 350 - 400mm
 - čelo nebo ploška je vypouklé, nos napříč k násadě je plochý
- Dvouruční přítloukácké kladivo
 - váha 3 – 10kg
 - délka násady 600 – 900mm
- Dvouruční kladivo příčné či křížové
 - nos rovnoběžný s násadou
- Perlík
 - váha 2kg (Perlíky o hmotnosti 2-10 kg se nazývají palice)
 - přítloukácké kladivo s ploškou na obou stranách
 - hotoví se z tvrdé oceli při obsahu uhlíku 0,7 – 1%, obě strany kladiva se musí zakalit
 - kladivo pevně nasadíme na násadu, oválný otvor pro násadu se směrem ke středu zužuje
 - ocelový klínek se zpětnými záseky vrážíme uprostřed do násady (ta byla rozříznuta, aby ji klín nerozštípl)
 - dřevo násady by mělo být tvrdé, vysušené a houževnaté (hloh, jasan)

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



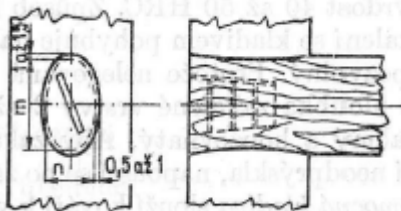
Obr. 4 Hlavní druhy kovářských kladiv [3]: 1 -jednoruční, 2 -dvouruční přtloukáci kladivo, 3 -dvouruční kladivo příčné či křížové, 4 – perlík



Hmotnost (kg)	1	2	3	4	5	6	8	10
<i>L</i> (mm)	105	128	142	158	166	176	186	196
<i>a</i> (mm)	38	50	58	62	68	72	80	90
<i>m</i> (mm)	25	36	40	40	44	44	50	50
<i>n</i> (mm)	16	21	23,5	23,5	26	26	29	35
<i>R</i> (mm)	100	150	160	174	184	194	208	208

Tabulka 3: Rozměry ocelových palic [5]

Důležitou částí všech kladiv je „oko“. Oko má oválný tvar, od středu se oboustranně rozšiřuje. Správné upevnění násady a základní tvar oka je zřejmý z obr. 5



Obr. 5 Oko kladiva a upevnění násady [5]

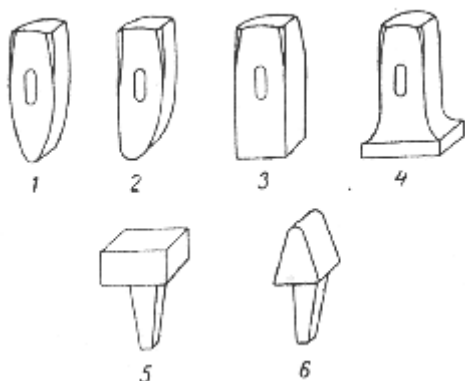
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Oka kladiv opracováváme pilníkem a ze strany, ze které nasazujeme násadu, nesmí mít oka ostré hrany či ostřiny, a to z důvodu, aby do násady při úderech nevymačkaly záseky nebo vruby. Pokud by se tak stalo, došlo by k narušení pevnosti násady.

Abychom upevnili násadu v kladivu, používáme ocelových klínů. Klíny jsou opatřeny zpětnými záseky a při zaražení do násady kladiva by měly sahat zhruba do dvou třetin tloušťky kladiva. Pokud se kladivo na násadě uvolní, může se znovu utáhnout jedině větším klínem, nebo se musí násada vyměnit. V žádném případě nelze jeho nové utážení provádět namočením do vody!

Osazovací a hladící kladiva

1. Oblé osazovací kladivo čili oblík je v některých kovárnách označován jako pólovací kladivo
 2. Jednostranný oblík
 3. Ostré osazovací kladivo (úzký sedlík)
 4. Sedlík (hladící) má rovnou pracovní plochu, která vyrovnává a hladí při přitloukávání povrch výkovku
 5. Babka (rovná podložka) – pomocná malá kovadlina, která se vsazuje do otvoru v rohu kovadliny
 6. Oblá podložka – malá pomocná tvarová kovadlina, kterou vsazujeme do otvoru kovadliny
- Osazovací kladiva zhotovujeme ze stejné oceli jako plochá kladiva. Kalíme pouze pracovní plochu. Plocha, na kterou přitloukáme, se nekálí.

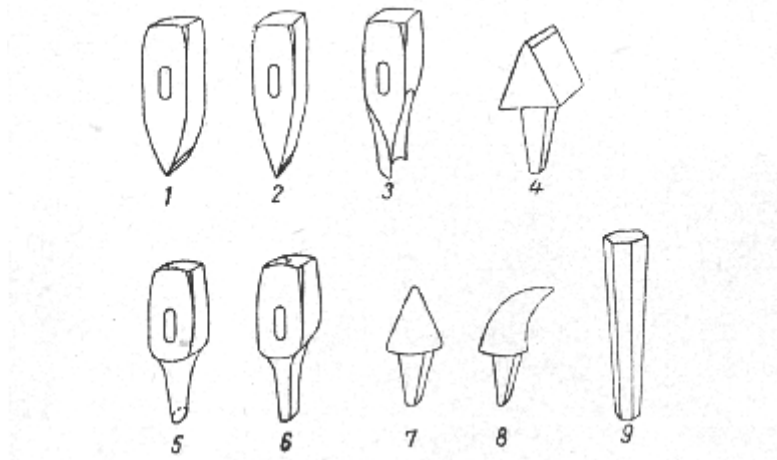


Obr. 6 Osazovací a hladící kladiva [3]: 1 –oblík, 2 –jednostranný oblík, 3 –úzký sedlík, 4 –hladící sedlík, 5 –babka (rovná podložka), 6 –oblá podložka

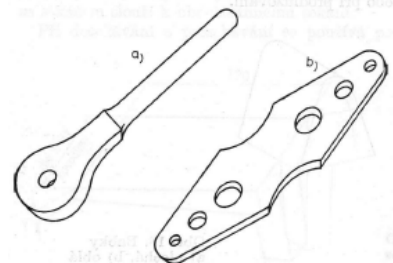
Sekáče a průbojníky

1. Sekáč pro sekání za studena (silnější ostří)
2. Sekáč pro sekání za tepla (tenčí ostří)
3. Sekáč s oblým ostřím (pro vysekávání trhlin z materiálu)
4. Útinka (vkládá se do otvoru v dráze kovadliny, používáme ji k odsekávání materiálu)
5. Kruhový průbojník (k probíjení kruhových otvorů)
6. Čtvercový průbojník (jeho pracovní část má čtvercový průřez)
7. Vlček (růžek) – je nástroj ve tvaru trnu, slouží pro vsazování do dráhy kovadliny
8. Růžek (podobný vlčku, ale je zahnutý)
9. Rozšiřovací trn (k rozhánění otvorů o různých profilech)
10. Hřebovnice – používá se k rozrážení a kování hlav čepů, šroubů atd., z napěchovaných konců kruhových tyčí. Jedná se o různé upravené podložky s jedním nebo více otvory s požadovanými průměry (Obr. 8)

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 7 Sekáče a průbojníky [3]



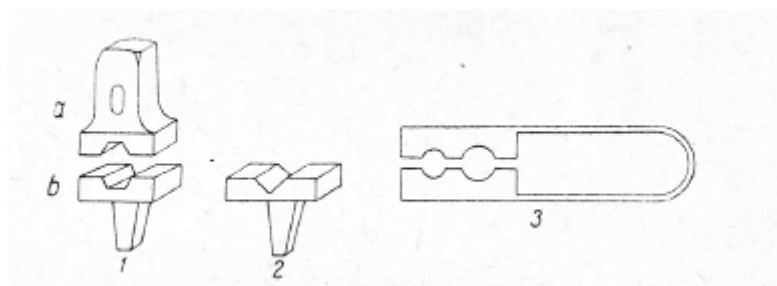
Obr. 8 Hřebovnice [5]: a – jednoduchá, b -vícečlenná

Sekáče vyrábíme z uhlíkové oceli (0,8-1,0% uhlíku), ostří kalíme po ohřevu na 760 - 870°C do vody. Strana, na kterou se přitlouká, se nekalí.

Zápustek

-použití pro ohýbání nebo pro stejnoměrné kování a hlazení tyčí různých průřezů

1. Zápustka pro šestihran (a-vršek, b-spodek)
2. Zápustka s ostrým rohem pro pomocné práce a ohýbání
3. Zápustky spojené pružným třmenem (tzv. klapky)



Obr. 9 Zápustky [3]

Přehled základních druhů pomocných kladiv, jejich provedení a použití viz Příloha 1 tohoto dokumentu.

C) Kleště

Kleště musíme přizpůsobit materiálu, který kleště drží. Jeden díl kleští se nazývá kleština.

- Hlavní části kleští:
- čelisti
 - zámek
 - rukojeť

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Abychom nemuseli kleštiny držet přitisknuté k sobě, sevřeme je sponou (svírací očko)

Na obrázku 10 jsou: 1. kleště s čelistmi pro materiál čtvercového či plochého profilu

2. kleště s čelistmi rovnými (kleště výhňové (dlouhé či krátké)

3. kleště se zahnutými čelistmi

4. kleště pro kulatinu

5. kleště pýchovací

Přehled základních druhů kleští, způsob provedení a účel použití je uveden v Příloze 2 tohoto dokumentu.

Kleště koveme z měkké nekalitelné (či mírně kalitelné) oceli, obsah uhlíku nesmí překročit 0,35%.

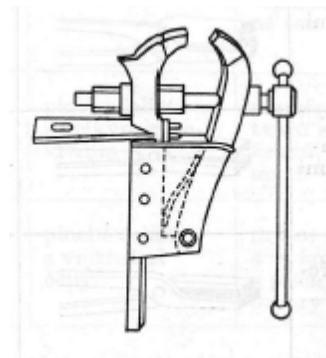


Obr. 10 Kleště [3]

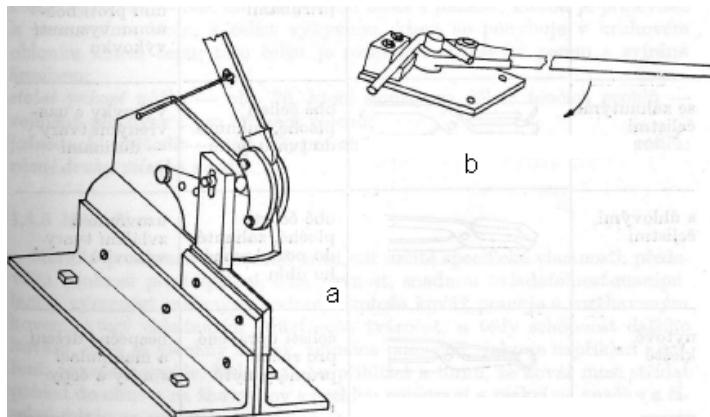
D) Pomocná zařízení pro kovárny

K nejdůležitějším pomocným zařízením patří:

1. Kovářský svěrák – skládá se z pevné čelisti s patkou, kterou je přichycen k pracovnímu stolu a z čelisti výkyvné, která se pohybuje v kruhovém oblouku kolem čepu a je rozevírána listovým perem a svírána šroubem (Obr. 11)
2. Stolní pákové nůžky – slouží pro dělení menších profilů a k stříhání plechů (Obr. 12a)
3. Jednoduché ohýbadlo – slouží k ohýbání plochých a kruhových profilů (Obr. 12b)
4. Pilníky – různé druhy



Obr. 11 Kovářský svěrák [5]



Obr. 12 [5]: a – stolní pákové nůžky, b – jednoduché ohýbadlo

E. Měřidla

Požadované vlastnosti měřidel:

- odolnost proti spálení
- pevnost
- snadná manipulace
- výraznost měřených hodnot

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Všechny kovářské úkony (hlavní i pomocné - např. měření) je třeba provádět rychle a to z důvodu ztráty tvárnosti chladnoucího zpracovávaného kovu. Je třeba přihlížet i k tomu, že kovář stírá pohled do ohně na žhavý kov s rychlou registrací a reakcí na značky a číselné údaje na měřidlech.

Je třeba pamatovat na to, že teplý výkovek má větší rozměry než výkovek vychladlý (zhruba o 1%).

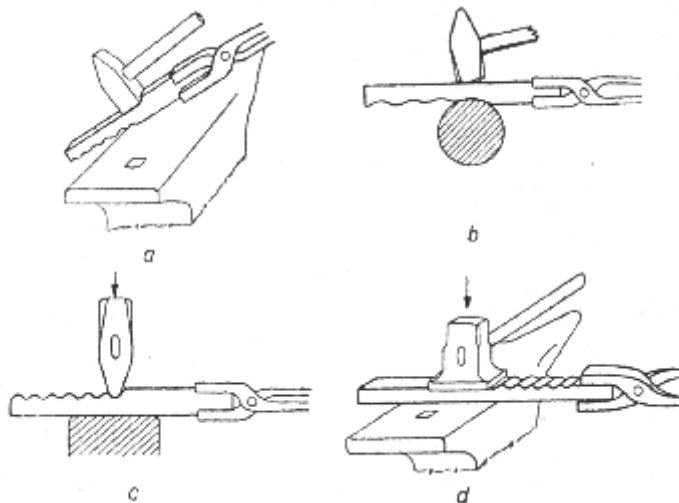
V příloze 3 tohoto dokumentu naleznete přehled nejčastěji používaných měřidel v kovárnách, a to měřidla s přímým odečítáním měřených rozměrů a měřidla pro přenášení a porovnávání určitých pevných rozměrů.

3.1.3 Základní kovářské práce

1. Prodlužování

Neboli kování do délky, vytahování, je způsob kovářské práce, při níž se materiál prodlužuje na úkor svého průřezu

- Provádíme jej
- přes hranu kovářiny (obr. 13a)
 - přes roh kovářiny (obr. 13b)
 - s přitloukáním prodlužujeme (obr. 13c)
 - hlazení provádíme přitloukáním na sedlák (obr. 13d)
- ostření tvarů-pomocí kladiva na dráze kovářiny



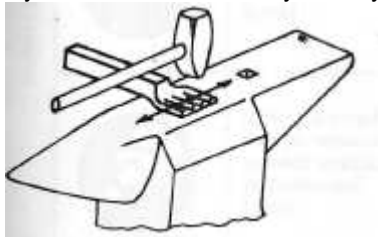
Obr. 13 Prodlužování nebo kování do délky [3]

2. Rozšiřování

Jedná se o prodlužování materiálu v příčném směru (kolmo na podélnou osu výkovku).

Kovář při tomto způsobu kování rozhání materiál do stran, takže se zvětšuje šířka polotovaru, zmenšuje se jeho tloušťka a jen nepatrně se zvětšuje jeho délka (Obr. 14).

Význam rozšiřování – výroba výkovek pro stavbu vagónů a zemědělského nářadí.



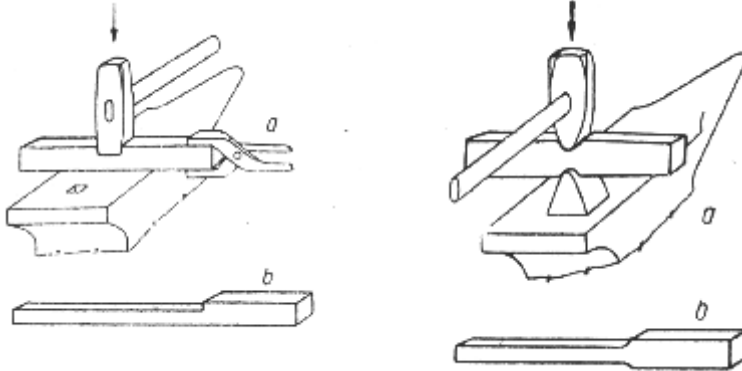
Obr. 14 Rozšiřování [5]

3. Osazování







Jedná se o zmenšování průřezu v určitém místě kovaného polotovaru, popř. změna průřezu na jiný geometrický tvar.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Zaškrtneme polotovar oblíkem či osazovacím kladivem (jednostranně, či oboustranně-v tomto případě následně prodloužíme osazené části).



Obr. 15 Osazování [3]: vlevo – jednostranné osazování osazovacím kladivem (b-osazený výkovek), vpravo – dvoustranné osazování (b-dvoustranně osazený kus)

Způsob	Provedení	Potřebné nářadí	Přednosti	Nedostatky
s ostrým přechodem		hrana kovadliny, nebo osazovací sedlík	ostrý přechod profilu v pravém úhlu	v ostrém přechodu nebezpečí vrubu, snížení pevnosti
		hrana kovadliny a osazovací sedlík (s pomocníkem)	ostrý přechod profilu v pravém úhlu	v ostrém přechodu nebezpečí vrubu, snížení pevnosti
		hrana kovadliny a osazovací sedlík (s pomocníkem)	ostrý přechod profilu v pravém úhlu	v ostrém přechodu nebezpečí vrubu, nižší pevnost
s oblým přechodem		oblá babka, nebo oblík	pozvolný přechod profilu, neporušená vlákna	nelze použít pro součásti, kde je nutný ostrý přechod pro líčování
		oblá babka a oblík (s pomocníkem)	pozvolný přechod profilu, neporušená vlákna	nelze použít pro součásti, kde je nutný ostrý přechod pro líčování
		oblá babka a oblík (s pomocníkem)	pozvolný přechod profilu, neporušená vlákna	nelze použít pro součásti, kde je nutný ostrý přechod pro doraz

Tabulka 4: Způsoby osazování, jejich provádění a vlastnosti [5]

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

4. Pěchování

Jedná se o kovářskou operaci, při které se průřez pěchovaného materiálu zvětšuje a jeho délka se zmenšuje. Tato operace může probíhat buď v celé délce materiálu, nebo pouze v jeho části (na koci nebo v určených místech mezi konci).

Pěchovat můžeme krátký kus celý nebo u delších kusů čela na dráze kovadliny.

Čelo dlouhých tyčí pěchujeme na desce – úderý provádíme vlastní tyčí.

Tímto způsobem kovářské práce připravujeme výchozí polotovary pro další zpracování rozšiřováním, ohýbáním, svařováním, děrováním či pro tvarování hlav, nákovků nebo nábojů atd.

Postup při pěchování

Při pěchování krátkých kusů pracuje kovář sám nebo s pomocníkem, který volně přitluká na kovadlině.

Pokud pěchujeme konec polotovaru, ohřejeme na příslušnou teplotu pouze příslušnou část výkovku.

Touto ohřátou částí jej položíme na kovadlinu a pomocí úderů na studený konec pěchujeme.

Pokud pěchujeme polotovary v celé délce, mělo by být dodrženo pravidlo, že pěchovaná délka nesmí být větší než dvouapůlnásobek průměru nebo tloušťky výchozího materiálu. Pokud toto pravidlo dodrženo není, dochází při pěchování ke zkřivení výkovku.

Pokud je potřeba pěchovat dlouhou tyč, pak se využívá její vlastní váhy. Kovář chytí tyč za studenou část a úderý o pomocnou desku na zemi pěchuje tyč v té části, ve které je ohřáta. Dlouhou tyč můžeme pěchovat také ve vodorovné poloze a to tak, že ji položíme na kovadlinu a pomocí úderů kladivem pěchujeme.



Obr. 16 Pěchování dlouhých tyčí [5]

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Pěchování je kovářská výrobní operace, při níž se průřez pěchovaného materiálu zvětšuje na úkor jeho délky, která se zmenšuje. Tento proces může probíhat v celé délce pěchovaného kusu nebo jen v jeho části, a to buď na konci, nebo v požadovaném místě mezi konci. Uvedené možnosti pěchování jsou znázorněny na obr. 57,

kde h je délka polotovaru před pěchováním,

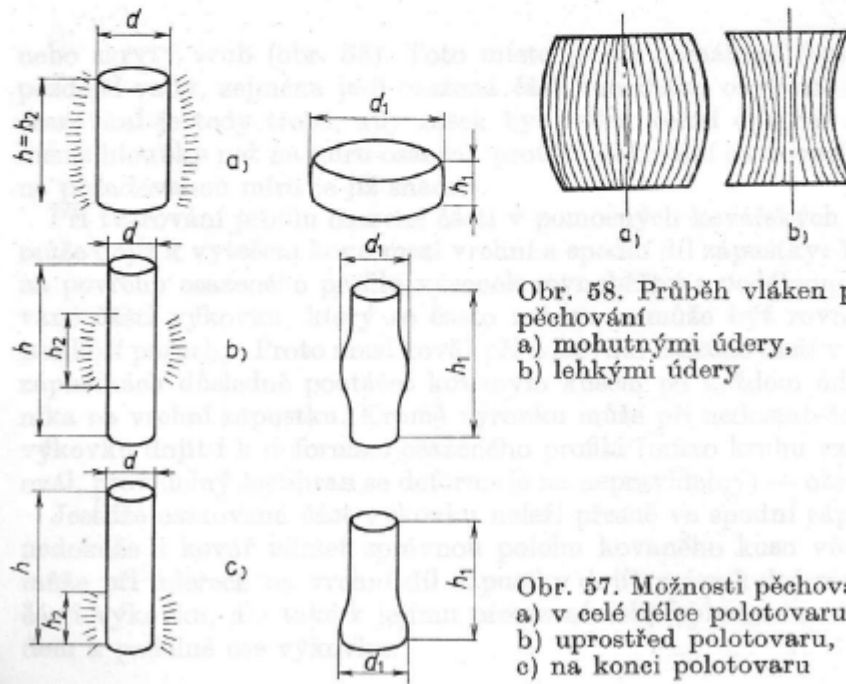
h_1 — délka polotovaru po pěchování,

h_2 — potřebná délka ohřevu pro pěchování,

d — průměr polotovaru před pěchováním,

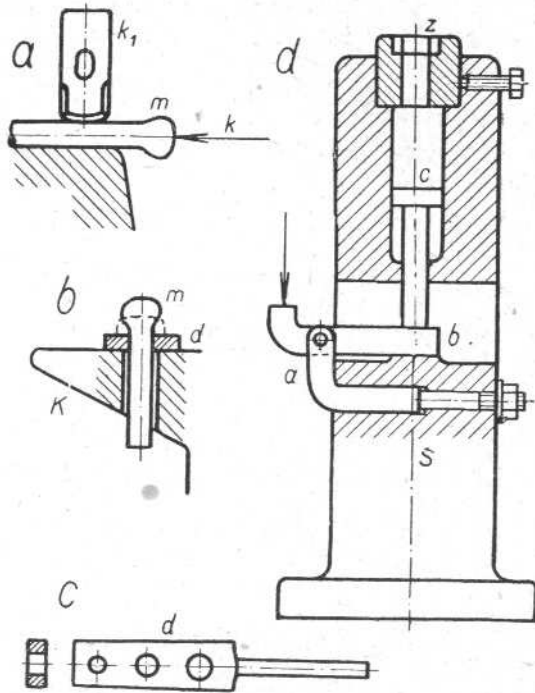
d_1 — průměr polotovaru po pěchování.

Pěchováním se v požadovaném místě připravuje výchozí polotovar pro další zpracování rozšiřováním, ohýbáním, děrováním, svařováním, nebo pro tvarování hlav, nákovků, nábojů aj.



Obr. 17 Pěchování, vč. obr. 57 a 58 [5]

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

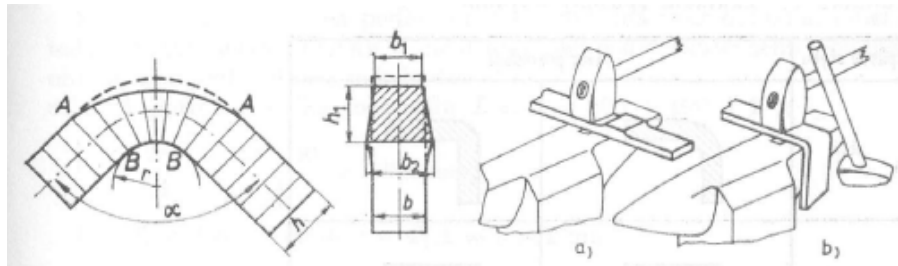


Obr. 18 Srážení materiálu [2]: d – srážecí podložka, z – zápusťka, S – srážecí stojan, b – páčka

5. Ohýbání

Jedná se o změnu směru osy polotovaru v určité jeho části tak, že po ohnutí má osa ostrohranný nebo obloukovitý průběh. Změna může probíhat ve směru podélné i příčné osy polotovaru.

Při ohýbání rovné tyče vzniknou v průřezu místa ohybu napětí, která původní průřez v tomto místě mění. viz. Obr. 19 - vlevo.

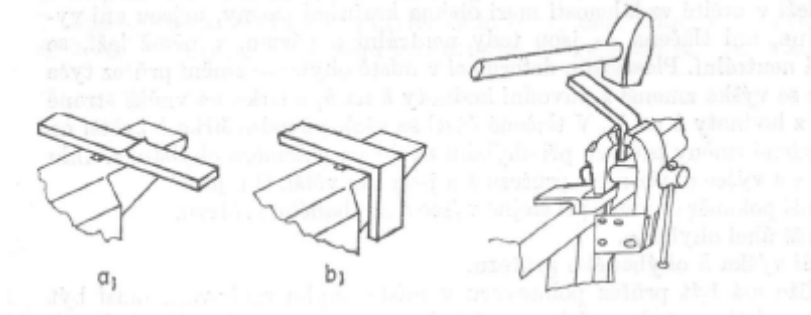


Obr. 19 Ohýbání [5]: vlevo – změna průřezu při ohýbání, vpravo – ohýbání bez zeslabení v místě ohybu, a – napěchovaný materiál, b – ohnutí přes roh kovadliny

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Ohýbání provádíme - přes hranu kovadliny
- přes roh kovadliny

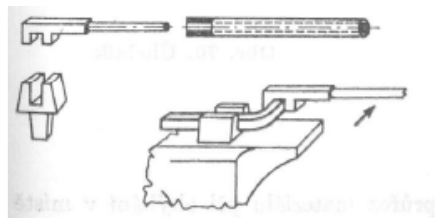
Pokud má být průřez polotovaru v místě ohybu zachován, je nutné ho v tomto místě nejdříve napěchovat. Do menších poloměrů či do určitých úhlů můžeme ohýbat pomocí zápustky.



Obr. 20 Ohýbání [5]: vlevo – ohýbání do ostrého rohu, a – tyč předkovaná, b – ohnutí přes roh kovadliny, vpravo – ohýbání ve svěráku

způsob ohybu	tvar provedení	
oblý		
ostrá hrana		
oblouk		

Tabulka 5: Základní způsoby ohýbání [5]

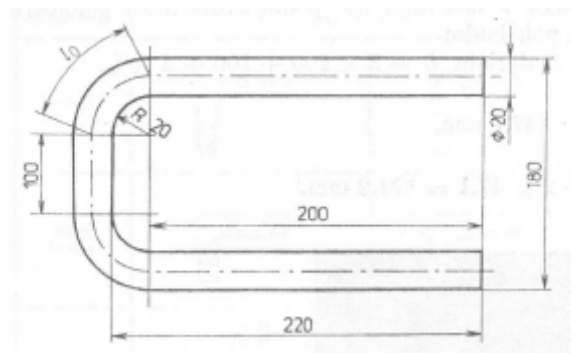


Obr. 21 Pomocný přípravek pro ohýbání [5]

Výpočet délky materiálu při ohýbání:

a) Výpočet potřebné délky materiálu při ohýbání v oblouku
Zadání – má být vyroben třmen dle obr. 22

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 22 Třmen [5]

Řešení - ohyb má tvar oblouku, musíme tedy počítat délku oblouku v neutrálné ose podle skutečného poloměru ohybu. V tomto případě bude tedy celková potřebná délka materiálu:

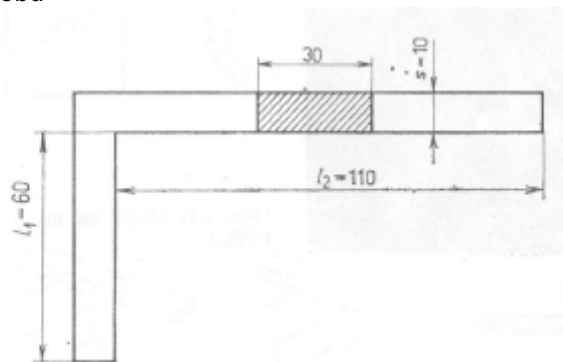
$$L = 2 \times 200 + 100 + 2 \times l_0,$$

$$l_0 = \frac{2\pi r}{4} = \frac{2\pi \cdot 30}{4} = 47,1 \text{ mm},$$

$$L = 2 \times 200 + 100 + 2 \times 47,1 = 594,2 \text{ mm}.$$

b) Výpočet potřebné délky materiálu při ohýbání ostrohranném

Zadání – má být vyroben úhelník z ploché oceli 30 x10 mm podle obr. 70, určete délku materiálu, který bude potřeba pro jeho výrobu



Obr. 23 Úhelník [5]

Řešení - při ohýbání do ostrého úhlu je třeba, aby v místě ohybu bylo více materiálu pro dosažení určitého průřezu. Proto je potřeba pře ohýbáním polotovar v místě ohybu napěchovat. Tím se zvýší potřeba kovu, který se musí při výpočtu délky materiálu uvažovat. Dle provozních zkušeností se počítá při tomto typu ohýbání s přídatkem jedna a půl tloušťky polotovaru k základní délce vnitřních rozměrů součásti pro vytvoření potřebného ohybu. V tomto případě bude tedy celková potřebná délka materiálu:

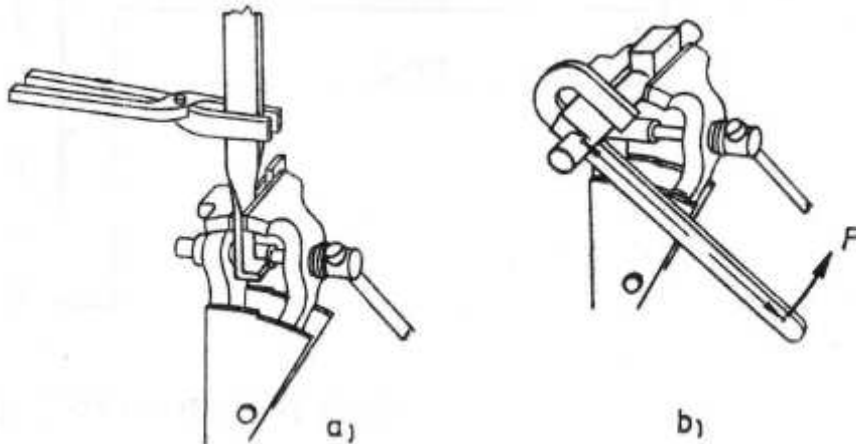
$$L = l_1 + l_2 + 1,5 \times s,$$

$$L = 60 + 110 + 1,5 \times 10 = 185 \text{ mm}.$$

6. Natáčení

Jedná se o pootočení průřezu výkovku o určitý úhel v určitém místě. Je třeba označit místo, kde bude natočení provedeno, v jakém smyslu a v jakém úhlu. Většinou je ohřátý materiál upnut do svěráku a pomocí plochých kovářských kleští zvolna natočen do určené polohy, popř. se natáčení provádí pomocí pomocných nakrucovadel.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 24 Natáčení - nakrucování [5]: a – natočení průřezu u zednické spony, b – natočení průřezu předkovku klikového hřídele

7. Sekání

Tento druh kovářské práce provádíme na útince

Při jednostranném sekání na útince se tyč v určeném místě položí na stůl a pomocí kladiva se nasekne do určité hloubky. Poté tyč otočíme o 180° (zásek útinky je nahoře) a přes hranu kovadliny se naseknutá část urazí úderem kladiva (obr. 24a).

Tento způsob sekání může provádět kovář sám, bez pomocníka.

Je nutné dbát na to, aby nedošlo k zásahu ostří útinky kladivem. Mohlo by tak dojít ke zničení ostří útinky.

Tento způsob se uplatňuje při sekání kovových tyčí tenčích průřezů za tepla i za studena.

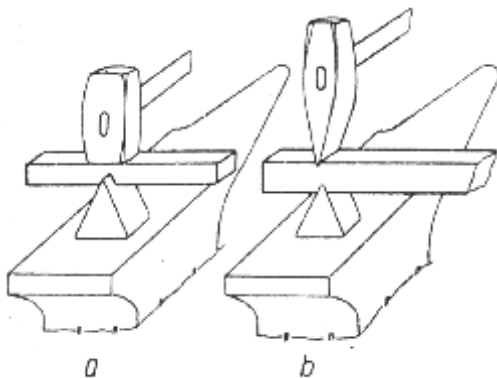
Při oboustranném sekání na útince používáme sekáč.

Při tomto způsobu se na hraně kovadliny opatrnými údery kladiva urazí naseknutý kus. Nasazení sekáče na dané místo musí být přesné, tzn. hrana ostří sekáče musí být přesně proti ostří útinky (Obr. 24b).

V opačném případě by byly záseky při naseknutí přesazeny a došlo by k deformaci dělicí plochy.

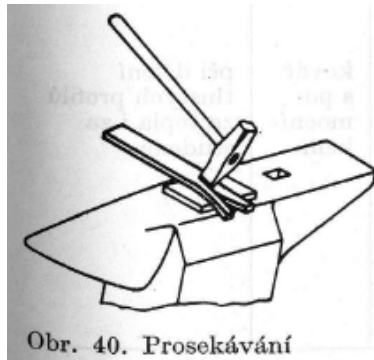
Tento způsob sekání provádí kovář s pomocníkem.

Tento způsob se uplatňuje při sekání velmi tlustých profilů za tepla i za studena.

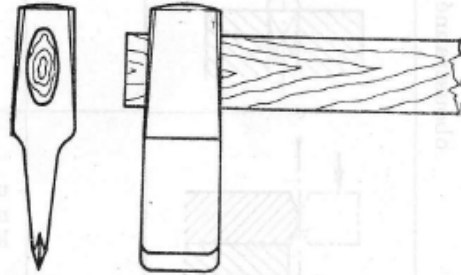


Obr. 24 Sekání [3]

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

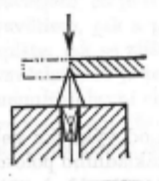
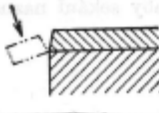
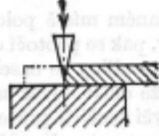
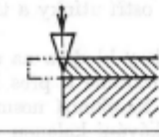
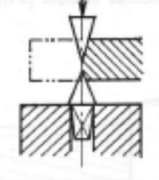
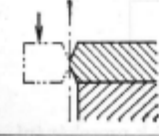


Obr. 40. Prosekávání



Obr. 41. Sekáč k prosekávání

Obr. 25 Prosekávání [5]: vpravo – sekáč k prosekávání

popis	Způsob sekání	Použité nářadí	Výrobní operace	Kdo provádí	Uplatnění
	náčrt				
jednostranné		utínka	naseknutí na utínce	kovář	při dělení tenkých profilů za tepla i za studena
			uražení na hraně kovadliny		
		sekáč	naseknutí na dráze kovadliny	kovář s pomocníkem	při dělení tlustších profilů za tepla i za studena
		sekáč	doseknutí na hraně kovadliny		
oboustranné		utínka a sekáč	naseknutí na utínce	kovář s pomocníkem	při dělení tlustších profilů za tepla i za studena
			uražení na hraně kovadliny		

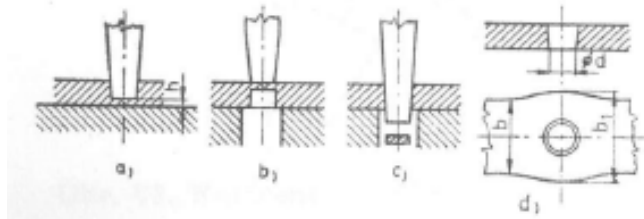
Tabulka 6: Způsoby a provádění sekání [5]

8. Děrování

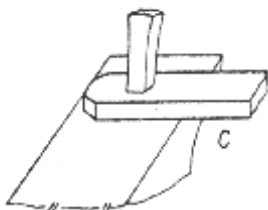
- je prorážení otvorů, které provádíme průbojníkem
- otvory mohou mít různé profily

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

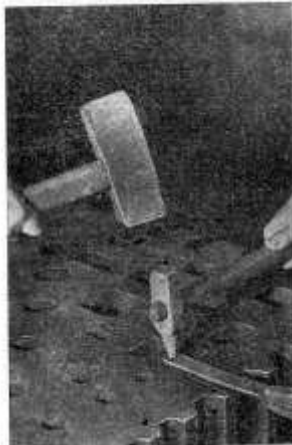
- průbojník narazíme z jedné strany materiálu (obr. 26a)
- proražený otvor kalibrujeme pomocí kuželového či jehlanového trnu (obr. 26c)



Obr. 26 Postup při proražení děr [5]



Obr. 27 Děrování [3]



Obr. 28 Proražení díry na děrovací desce [5]

Shrnutí:

nevýhody ručního kování: pracnost, lze vyrobit jen poměrně malé a jednoduché výkovky v nepatrném množství

nářadí: sekáč, kleště, nůžky, měřidla

3.2 Strojní kování

-méně pracné

-tvářecí stroje zpracovávají materiál tlakem nebo rázem

-tvářením se mění struktura materiálu a tím i jeho vlastnosti, které se výrazně zlepšují správným kovááním za vhodných teplot

-kováním za tepla se zjemňuje krystalizace, zvětšuje se houževnatost, pevnost i mez průtažnosti

-tvářením se dosáhne značně vyšší produktivity práce než obráběním, odpad materiálu je mnohem menší

-lze vyrábět součásti z plechu, které by se jinou metodou vyrobit nedaly

-pro snížení deformační práce se tváří vždy za vhodné teploty

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

3.2.1 Určení deformačních sil a tlaků

Největší vliv na velikost tvářecích sil má vnější tření mezi nástrojem a materiálem. Dále také rychlost deformace materiálu, která se liší od rychlosti nástroje. Buchar pracuje rychlostí 5-7 m/s, klikové a hydraulické kovací lisы rychlostí 0,4-0,7 m/s.

V tab. 7 jsou pro stanovení síly a práce při tváření za tepla uvedeny vzájemné závislosti meze pevnosti σ_{p1} na teplotě a vlivu rychlosti deformace v závislosti na pracovní teplotě (tab. 8)

Mez pevnosti σ_{p1} (MPa)						
za studena	za teploty t (°C)					
	800	900	1 000	1 100	1 200	1 300
400	66	45	30	22	19	14
600	111	75	54	36	22	20
800	165	111	75	51	36	24
1 000	230	159	109	68	50	30

Tabulka 7: Závislost meze pevnosti na teplotě [1]

Pracovní teplota θ	$0,3\theta_t$	$(0,3 \text{ až } 0,5) \theta_t$	$(0,5 \text{ až } 0,7) \theta_t$	$0,7\theta_t$
ω	1,1 až 1,25	1,25 až 1,75	1,75 až 2,5	až 3,5

θ_t je teplota tavení.

Tabulka 8: Vliv rychlosti deformace v závislosti na pracovní teplotě [1]

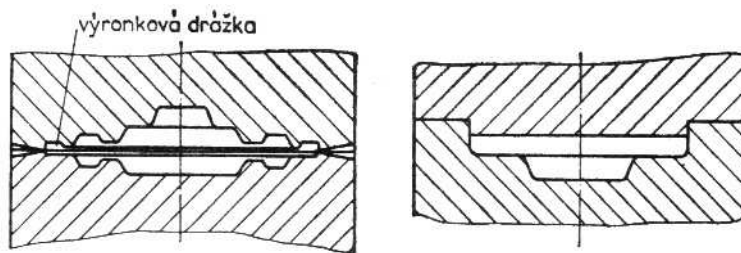
3.3 Zápustkové kování

- pro výrobu většího počtu tvarově stejných součástí
- zápustka je nejčastěji dvoudílná forma, která je vyrobena z nástrojové oceli se zvýšenou odolností proti otěru a také proti vysokým teplotám
- dutina zápustky má tvar shodný s výkovkem
- dutina zápustky je zhotovena obráběním nebo vytlačováním, je zvětšena o hodnoty smrštění vychladlého kovu, popř. o přídávky na obrábění
- touto metodou kování dosáhneme přesnějších tvarů výkovků, lepší jakosti povrchu a vyššího stupně prokování než u volného kování
- rozměry a velikost výkovku jsou omezeny použitím kovacího stroje
- při této metodě kování vložíme ohřátý materiál do dutiny spodní zápustky a horní zápustka se pomocí úderu bucharu nebo tlakem lisы přitlačuje na spodní zápustku
- materiál vložený do zápustky má větší objem než výkovek, a to proto, aby dokonale vyplnil dutinu zápustky
- materiál potřebný pro zápustkové kování má mít přibližně tvar dutiny, vhodné pro rychlejší plnění formy

3.3.1 Rozdělení zápustek

- a) podle kovacího stroje
- zápustky pro buchary
 - zápustky pro lisы
 - zápustky pro kovací stroje
- b) podle dutiny
- zápustky s otevřenou dutinou
 - zápustky s uzavřenou dutinou

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 29: vlevo – dutina s výronkovou drážkou, vpravo – bez výronkové drážky [1]

Zápustky s otevřenou dutinou kovou polotovaru poněkud hmotnější než je výkovek. Přebytečný kov vyplní výronkovou drážku kolem zápustkové dutiny a vytvoří na výkovku výronek. Výronek se při úpravě výkovku oddělí. Zápustky s uzavřenou dutinou nemají výronkovou drážku. Odměřené množství kovu polotovaru právě stačí na výkovek a proto nevznikne odpad způsobený výronkem.

- c) podle operace
- zápustky předkovací
 - zápustky tvarovací
 - zápustky dokončovací
 - zápustky kalibrovací
 - zápustky ostříhovací

3.3.2 Konstrukce zápustek

Při konstrukci se vychází z podkladů, které ovlivňuje již volba kovacího stroje.

U zápustek pro svislé kovací stroje se vychází z těchto podkladů:

- z výkresu požadovaného výkovku
- z údajů o materiálu polotovaru (jakost, rozměry)
- z navrženého kovacího stroje

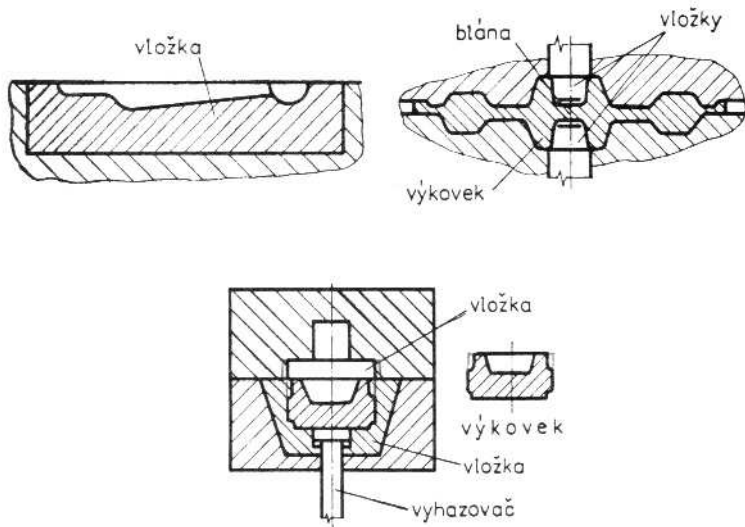
Vypočítají se tvářecí síly podle velikosti stroje a určí se:

- počet operací potřebných k zhotovení výkovku
- rozměry zápustky
- rozměry dutiny
- tvar a rozměry výronkové drážky
- odstraňování výkovků
- upínání zápustek
- vedení zápustek
- vložkování zápustek
- obrobení dutiny a ostatních ploch zápustek
- materiál a tepelné zpracování zápustek

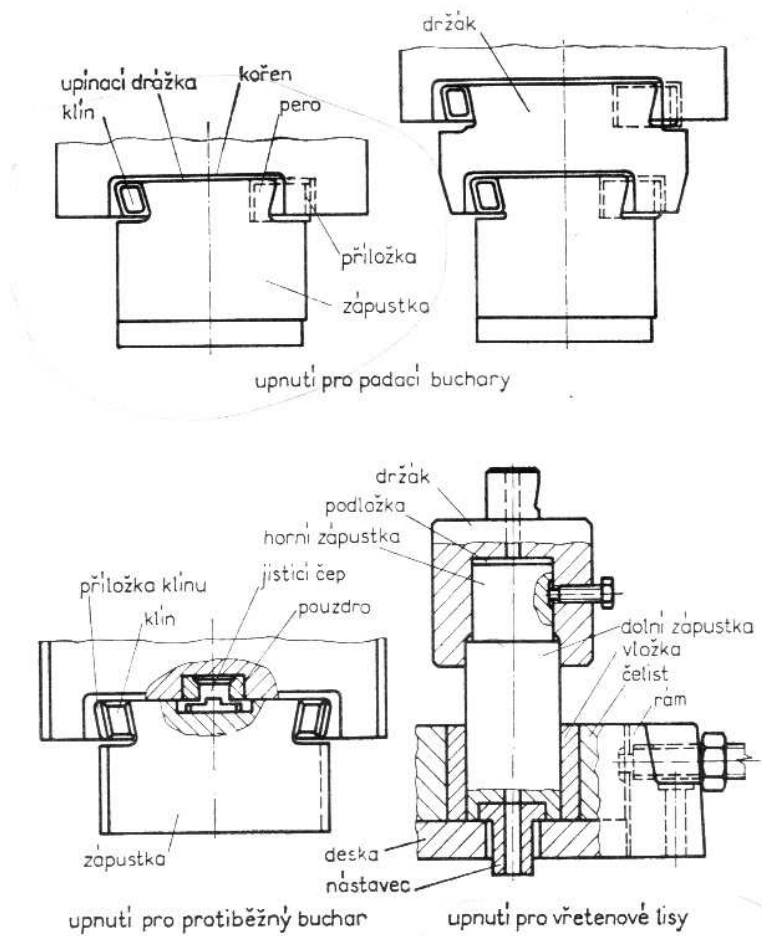
U zápustek pro vodorovné kovací stroje se stanoví:

- velikost stroje
- velikost čelistí
- tvar a rozměry kovacích dutin
- tvar a rozměry lisovníků
- tvar a rozměry výronku
- tvar a rozměry přidržovacích dutin
- vložkování zápustek
- obrobení zápustek, jejich materiál a tepelné zpracování

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 30 Vložkování zápustek [1]



Obr. 110. Upínání zápustek

Obr. 31 Upínání zápustek [1]

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

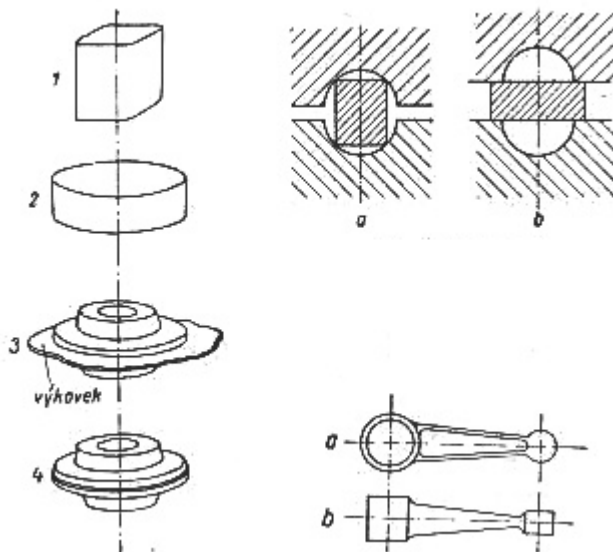
3.3.3 Základní operace

- 1) Předkování
- 2) Vlastní kování
- 3) Ostřížení výronku

Předkování provádíme tzv. volně, ve formách či na kovacích válcích. Složitě výkovky nelze vyrobit najednou, musíme je kovat postupně. Používáme postupové zápustky.

U postupové zápustky rozlišujeme: dutiny předkovací (otevřené)
dutiny dokončovací (uzavřené)

Výkovky s minimálními přídávky na obrábění se vyrábějí v uzavřených zápustkách (bez výronku) tj. přesným kováním. U přesného kování musí být přesně stanoveno množství potřebného materiálu. Tato metoda kování se provádí na lisech i bucharech. Takto se vyrábějí nejčastěji výkovky rotačních tvarů.



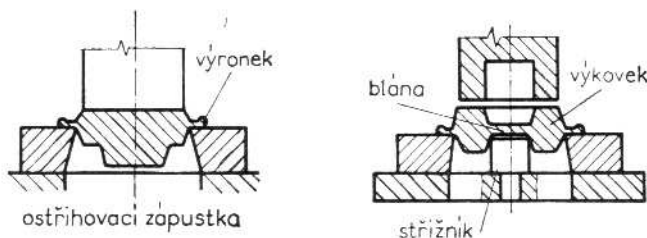
Obr. 32 [3]: Vlevo – zápustkové kování, vpravo nahoře – předkování, vpravo dole – výroba ojnice

a) předkování – přizpůsobení polotovaru 1 k tvaru 2 (zhruba odpovídá požadovanému tvaru zápustkového výkovku)

b) kování do zápustky – zatlačení předkovku do dutiny, vypracované ve spodním a vrchním díle zápustky, do prostoru, který necháme mezi zápustkami, vteče přebytečný materiál (výronek). V budoucích otvorech výkovku je nutné nechat slabou vrstvu materiálu (blánu)

c) ostřížení – oddělení výronku od výkovku protlačením střížnicí

Přímočaré výronky se mohou odstříhnout nůžkami nebo ostříhovacími zápustkami, a u velkých výkovků i pálením hořákem. Dolní část ostříhovací zápustky má otvor tvaru obrysu výkovku (obr. 33. horní část ostříhovací zápustky vtlačí výkovek do dolní zápustky, přičemž je výronek ostřížen. Výronky se ostříhují hned po kování, u výkovků z měkčích kovů i za studena. U menších výkovků z tvrdších kovů bývá někdy nutné výronek před ostříhováním vyžítat.



Obr. 33 Ostříhování výronku [1]

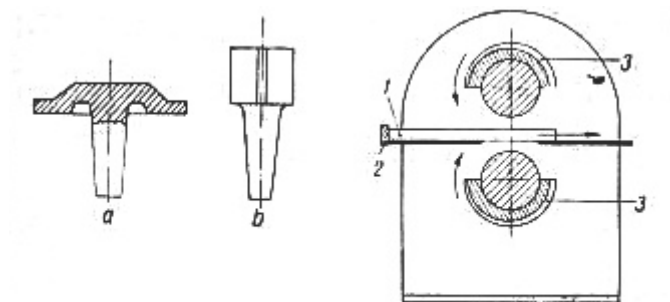
d) úprava výkovku – moření, tryskání pískem, kontrola a odstranění vad vysekáváním nebo broušením, zkřivené kusy opravujeme rovnáním

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Předkovek musí mít takový tvar a váhu, aby po zmáčknutí vyplnil dutinu a aby co nejméně materiálu teklo do výronku (obr. 32 vpravo nahoře), nesprávný předkovek je naznačen na obr. 32 vpravo nahoře, kdy do výronku uniká velká část materiálu.

Př. Máme zhotovit ojnicí (obr. 32 vpravo dole)

Musíme zhotovit předkovek viz obr. 32 vpravo dole. P o vykování výkovku podle obr. 70a použijeme předkovku zhotovenou prodloužením polotovaru (obr. 34 vlevo). Předkování provádíme na bucharu pro volné kování nebo na kovacích válcích.



Obr. 34 [3]: Vlevo – vykování výkovku, vpravo – kovací válce

Při postupném zápustkovém kování, provádíme předkování přímo na zápustkovém bucharu, kde je část zápustky vytvořena jako tvarové kovadlo pro předkování. Tohoto způsobu užíváme zejména při kování z tyče.

Kovací válce (obr. 34 vpravo) používáme pro předkování části při zápustkovém kování. Válce neválcují plynule, ale po přítržích. Válce otáčející se proti sobě v ložiskách, uložených ve stojanech mají dutinu vypracovanou jen na jedné polovině obvodu válce, zatímco druhá polovina obvodu válce je volná.

Tyč (obr. 34-1), kterou máme válcovat, uložíme na stůl stroje do mezery mezi válce v okamžiku, kdy je mezi nimi volný prostor a opřeme ji o narážku. Rotující válce (obr. 34-2) uchopí tyč do svého kalibru (obr. 34-3) a vytlačují ji opět zpět (z válců ven ve směru šipky), přitom dávají tyči tvar určený v účinné polovině dutinou. Válce menších strojů se otáčejí plynule, větší stroje jsou opatřeny pneumatickou lamelovou spojkou a válce je možné po vykonání jedné nebo půl otáčky zastavit.

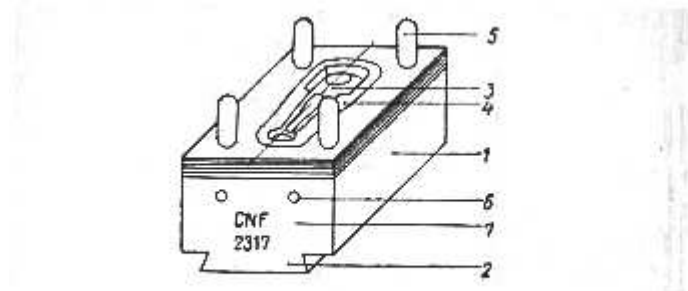
Profil je vypracován na celém obvodu válce tak, aby periodicky vytvořil úplný a hotový výkovek, jako matkové klíče nebo předkovky pro kování strojních částí, např. ojnic. Periodické vývalky zbavíme výronku na ostříhovacích lisech.

3.3.4 Způsoby zápustkového kování

- Kování zápustkových výkovků do dvoudílných zápustek na bucharu a lisu
- Kování zápustkových výkovků rotačních tvarů otáčivým kováním (rolováním) na bucharu a speciálních strojích
- Kování výkovků pěchováním na kovacích strojích nebo na elektroodporových strojích
- Kování a lisování výkovků protlačováním
- Kování do uzavřených zápustek na jednoduchých a vícecestných lisech
- Kování zvláště velkých výkovků na oběhových hydraulických lisech

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Zápustkové kování do dvoudílných zápustek



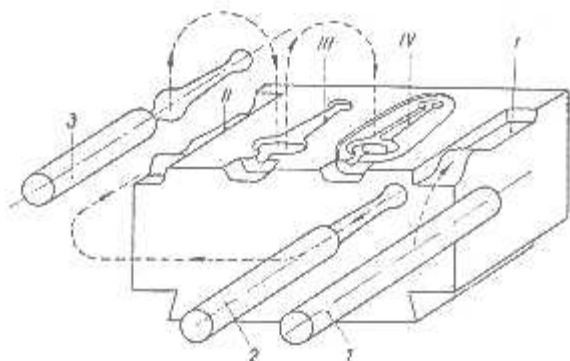
Obr. 35 Běžný tvar zápustky pro kování jednotlivých kusů na bucharu [3]:

1-zápustkový blok, 2- rybina pro upevnění zápustky klínem, 3-dutina, 4-vyfrézovaná drážka, 5-vodicí kolíky pro správné dosednutí vrchní zápustky na spodní, 6- manipulační otvory na čele zápustky, 7-identifikační číslo se značkou materiálu

Zápustky pro postupové kování na bucharu

Postupové kování provádíme na rychloběžných bucharech. Používáme jako výchozího polotovaru tyče, s níž zůstane výkovek po celou dobu kování spojen krčkem, který nakonec oddělíme od tyče přeseknutím. V zápustce je vypracováno několik dutin, a to jak pro předkování, tak pro kování do zápustky.

Typická postupová zápustka pro kování viz obr. 36 Tyč (1) předkoveme v dutině I na tvar (2). Tento předkovek zdokonalíme v další v další předkovávací dutině II na tvar (3). získaný předkovek vykoveme zhruba v dutině III a na hotovo v dutině IV.



Obr. 36 Postupová zápustka pro kování na bucharu [3]

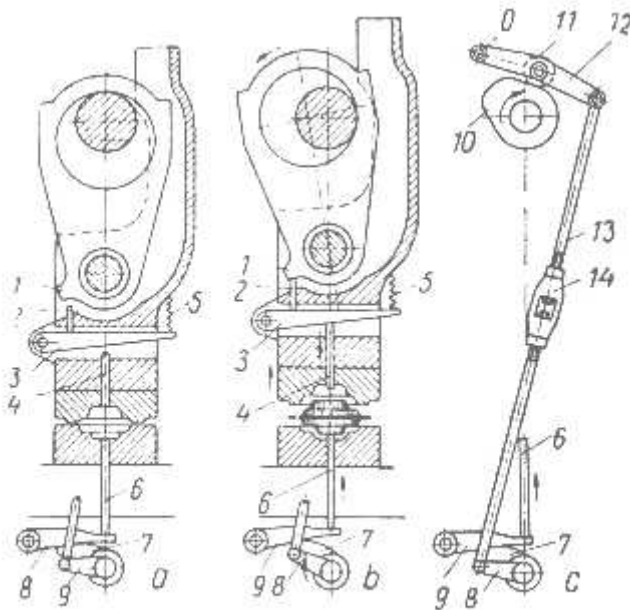
Výhodou tohoto druhu kování je, že získáme přesné výkovky a předkovek a vlastní výkovek kujeme téměř vždy v jednom žáru. Nevýhodou je, že je tato práce pro kováře namáhavá a poměrně pomalá. Proto rozdělujeme u velkých sérií předkování a kování v zápustce na dva stroje téhož typu, uspořádané pro plynulou práci v lince.

Zápustky pro kování na lisech

Zápustkovým kovááním na mechanických lisech dosáhneme přesných výkovek, s malými úkosity, což znamená úsporu kovu. Také zápustky nemusí být tak masivní jako při práci na bucharech. Používáme vložky, které jsou připevněné do univerzální objímky nebo postupové zápustky.

Typické uspořádání zápustky na klikovém lisu viz obr. 37. Zápustky jsou upraveny jako vložky do mohutné objímky, která je opatřena dvěma silnými vodicími kolíky. V objímce může být upevněno několik vložek vedle sebe, takže můžeme kovat postupově. Vrchní i spodní dutiny jsou opatřeny vyrážeci. Vrchní vyrážec je uváděn do pohybu výstupkem (1) na ojnici, spodní vyrážec (6) je uváděn do pohybu pákovým ústrojím a vačkou (10) upevněnou na hlavním hřídeli.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



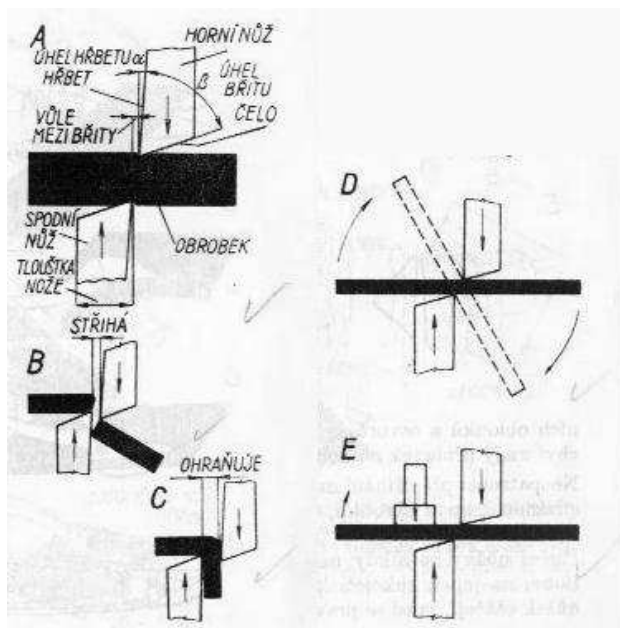
Obr. 37 Zápustka pro klikový lis [3]

Na obr. 37a je poloha zápustky znázorněna v okamžiku doražení zápustky, na obr. 37b je poloha zápustek a vyrážecí při zpětném pohybu, kdy se zápustky od sebe vzdalují a vrchní a spodní vyrážecí vyráží výkovek z dutiny.

4 Další rozdělení kování

- stříhání (pro tvrdší a tlustší materiály při ohřevu na teplotu asi 700 °C)
- ohýbání a rovnání
- sekání (pomocí sekáčů)
- nýtování

4.1 Stříhání



Obr. 38 Stříhání [1]

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- A - nože se k sobě pohybují jako klíny
- B,C – pokud je vzdálenost příliš velká, plech se neodstříhne ale pouze ohraní
- D – stříhaný materiál má sklon se vlivem tlaků nožů vyhnout nahoru a nůžky nemohou stříhat
- E – materiál se musí přidržovat ve vhodné poloze, nože musí být ostré

Stříhání je beztržkové dělení materiálu dvěma noži, které se proti sobě pohybují jako klíny. Tímto rychlým a hospodárným způsobem se stříhají plechy, tyče i profilový materiál. Tento materiál se stříhá ručními či strojními nůžkami.

Ruční nůžky mají kratší nože a delší rukojeti – páka, protože ke stříhání plechu je zapotřebí větší síly. Strojní nůžky používáme na stříhání tlustých plechů.

Zvláštními nůžkami, které řadíme mezi ruční a strojní nůžky jsou mechanizované ruční nůžky poháněné vestavěným elektromotorem nebo ohebným hřídelem od elektromotoru. Tyto nůžky jsou vhodné k ostříhování a vystříhování velkých plechových součástí. Nože musí mít přiměřenou tloušťku, aby se neohýbaly a vhodný tvar, aby správně řezaly.

Tvar nožů je určen:

- a) úhlem břitu β (75° - 85°)
- b) úhlem hřbetu α (2° - 3°)-tento úhel má zmenšovat tření mezi materiálem a nožem

Vůle mezi břity – je vzdálenost, ve které se míjejí břity nožů (jejich tlak nepůsobí v jedné rovině)

- je závislá na pevnosti a tloušťce stříhaného materiálu
- pokud by byla příliš velká, nůžky by plech neodstříhly, ale pouze ohranily
- pokud by naopak byla vůle příliš malá, nože by se navzájem předčasně otupily

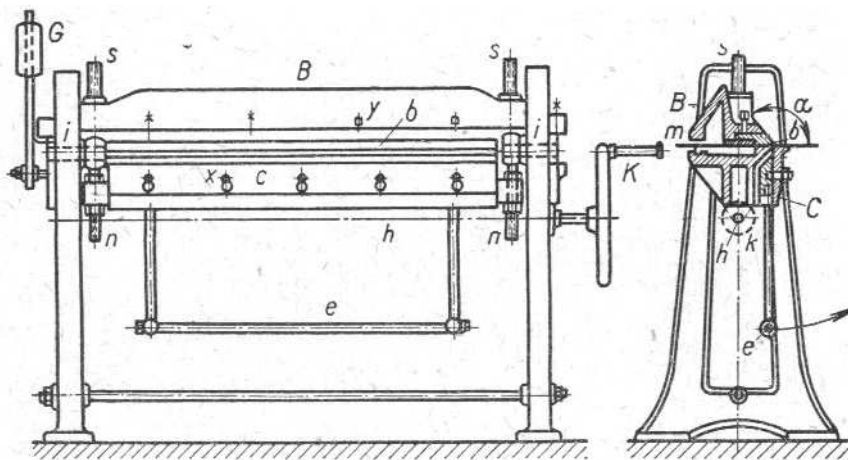
Materiál je nutné přidržet ve vhodné poloze, protože má sklon se vlivem tlaků nožů vyhnout nahoru a v tom případě by nůžky nemohly stříhat.

Nože musí být ostré !!!! (tupé nůžky zanechávají ostřiny a nečistý stříh, navíc spotřebují mnoho síly)

4.2 Ohýbání a rovnání

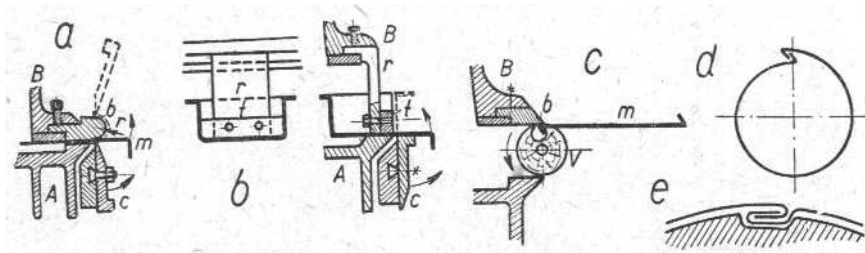
Při ohýbání se tvoří rozvinutelné plochy oproti plochám u tažení či tlačením. Materiál je namáhán jen v místě ohybu. Pokud provedeme ohyb s dostatečně velkým poloměrem (ocel: 2.t - 3.t), pak nebývá namáhání plechu nebezpečné a není třeba takové jakosti jako např. u tažení.

Menší plochy ohneme ve svěráku. Tenké plechy ohneme na klempířské ohýbačce.



Obr. 39 Klempířská ohýbačka [2]

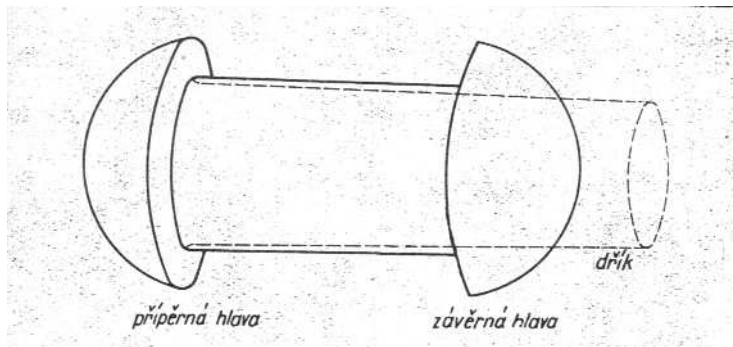
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 40 Práce na klempířské ohýbačce [2]

Obr. 40 - práce na klempířské ohýbačce: pokud vyměníme ostrou lištu (40a) b za oblou, získáme zaoblený ohyb. Při ohýbání krabic (40b) připevníme na příčku B rameno „r“ s tyčkou „t“. Pokud nahradíme příčku C dřevěným válcem V (40c) na tyči prostrčené otvory pro čepy „i“, tak můžeme na stroji i zakružovat. Válec s rýhou otáčíme a vytvoříme tím sdrápkovanou trubku (40d), kterou poté slisujeme (40e).

4.3 Nýtování

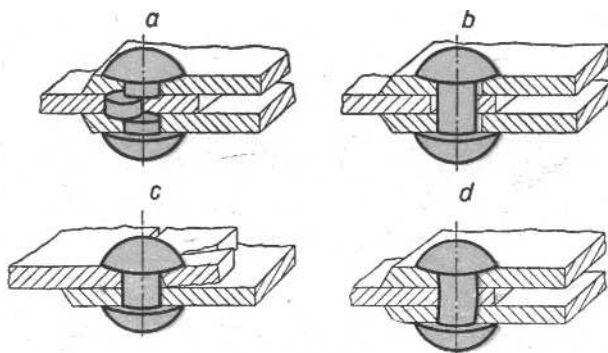


Obr 41. Části nýtu [4]

Nýt stahuje spojované součásti svými hlavami a vytváří tak mezi součástmi tření. Výše tření je důležitá - čím je větší, tím méně je namáhán dřík na stříh. Pokud nýty nýtujeme za tepla, dosáhneme tím většího sevření součástí, a tím i většího tření při chladnutí ohřátého nýtu vlivem lineárního smršťování materiálu nýtu.

Nýtové spojení se může vlivem sil porušit:

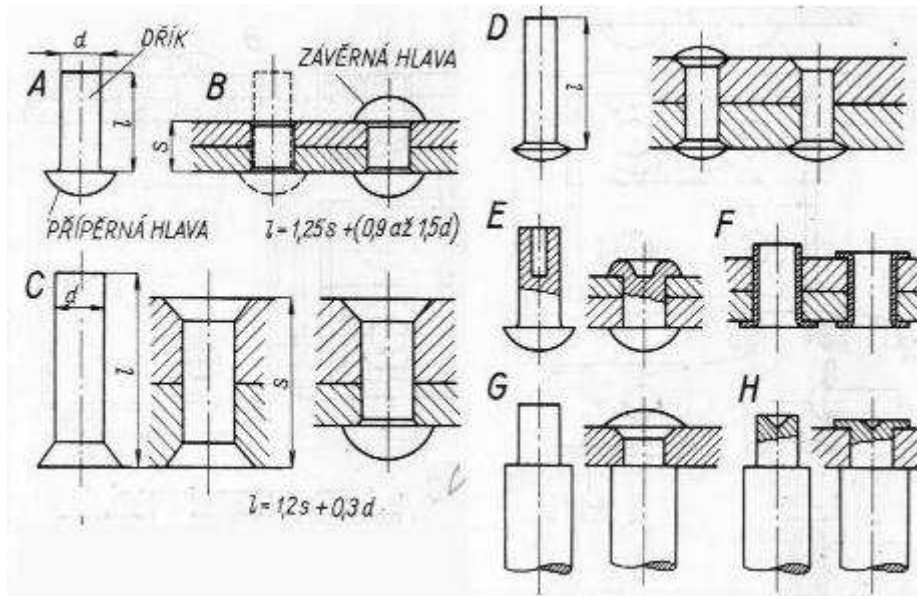
- prestřížením nýtu (obr. 42a)
- otlačením nýtu a okraje nýtové díry (obr. 42b)
- vytržením okraje plechu nebo přetržením plechu mezi nýty (obr. 42c)
- ohnutím a natažením nýtu (obr. 42d)



Obr. 42 Porušení nýtového spoje [4]: a-přestřížení nýtu, b-otlačení nýtu, c-vytržení okraje plechu, d-ohnutí a natažení nýtu

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Otlačení a přestřžení nýtu zabráníme správnou volbou nýtu a správně provedeným nýtováním. Důležité je stažení spojovaných součástí. Pokud totiž k sobě nejsou součásti dobře staženy, nevznikne v nýtu tahové napětí a nýt nese celé namáhání na stříh – tzn. součásti se k sobě posouvají a nýt přestřhne nebo otlačí.



Obr. 43 Tvary hlav nýtů [1]

Nýt svírá spojené součásti tak, že tření mezi nimi a hlavami nýtů zabraňuje jejich vzájemnému posunutí.

A, B – plné nýty s půlkulovou hlavou

C – plné nýty se zápustnou hlavou

D – plné nýty s čočkovitou hlavou

E - duté nýty s půlkulovou hlavou

F – duté nýty trubkové

G, H – spojují-li se dvě součásti přímo (bez nýtu) má jedna z nich osazený čep, který se roznýtuje jako dřík nýtu

Umístěním nýtu podle následujících zásad zabráníme vytržení okraje plechu nebo přetržení plechu:

a) pro jednořadové spoje:

- rozteč mezi nýty je rovna trojnásobku průměru nýtu $t = 3 \cdot d$

- vzdálenost středu nýtu od okraje nýtovaných plechů - u vrtaných děr min. $1,5 \cdot d$ (obr. 4a)

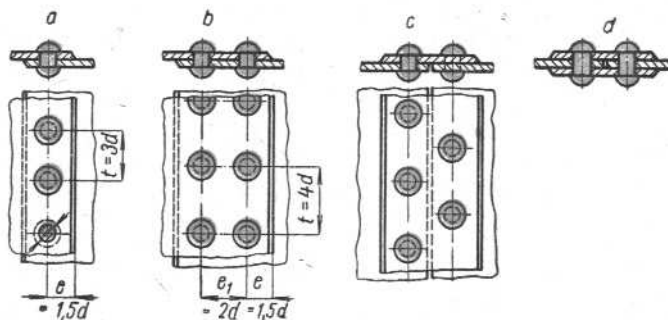
- u prorážených děr min. $2,5 \cdot d$

b) pro několikařadé spoje

- rozteč mezi nýty je čtyřnásobek průměru nýtu $t = 4 \cdot d$

- vzdálenost středu nýtů první řady od okraje nýtovaných plechů je min. $1,5 \cdot d$ (obr. 44b-b)

- vzdálenost mezi řadami nýtů se rovná dvojnásobku průměru nýtu $e_1 = 2 \cdot d$



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

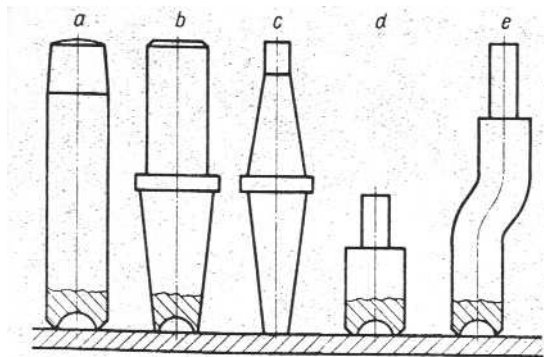
Obr. 44 Druhy nýtových spojů [4]: a-jednořadý přeplátovaný, b-dvouřadý přeplátovaný, c-dvouřadý s jednou stykovou deskou, d-dvouřadý se dvěma stykovými deskami

Ohnutí a natažení nýtu můžeme zabránit volbou správné délky nýtu a dodržáním předepsaných průměrů děr.

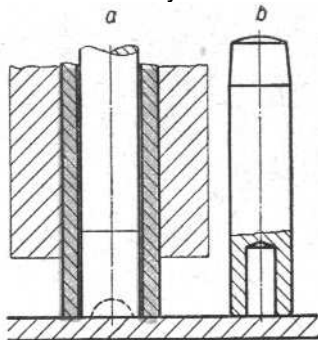
Pro ocelové nýty je průměr díry větší o 1 mm než je průměr nýtu. Pro nýty do průměru 9 mm jsou díry větší o 0,1 až 0,5 mm. Díry pro nýty musí být hladké, proto se vrtají, a nebo u důležitých spojů vystružují. Prorážení děr je vhodné pouze u málo namáhaných spojů.

Nástroje a stroje pro nýtování

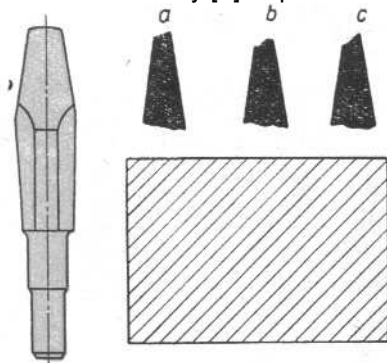
- hlavičkář – pro vytvoření závěrné hlavy nýtu
- přitažníky – stahují plechy dohromady
- tužlíky - používáme v případech, kdy se vyžaduje nepropustnost nýtového švu
- pneumatická kladiva – druh a velikost volíme dle způsobu nýtování



Obr. 45 Druhy hlavičkářů [4]: a-ruční hlavičkář, b- hlavičkář do pneumatického kladiva, c- hlavičkář do pneumatického kladiva pro nýtování plochých a zapuštěných hlav s kuželovou stopkou, d-hlavičkář do nýtovacího stroje, e- ohnutý hlavičkář

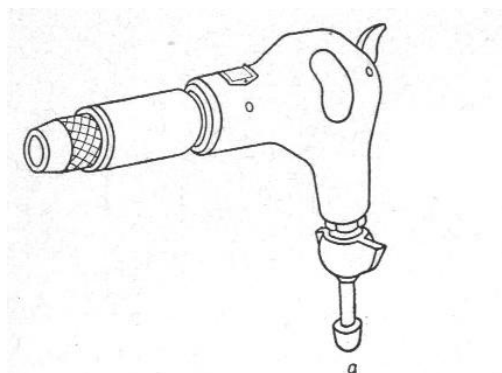


Obr. 46 Přitažníky [4]: a-přitažník nýtovacího stroje, b-ruční přitažník



Obr. 47 Tužlíky [4]: a,b -profily tužlíků pro tužení plechů, c-profil tužlíku pro tužení nýtů

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 48 Pneumatické kladivo [4]

Tabulka 9: Délky k-čnicích nýtů při půlkulové hlavě [4]

Průměr nýtů	10	12	14	18	20	22	24	27	30	33	36
Svěrnádélka	Délka nýtů										
6	18	20									
7	20	22									
8	22	25	25								
9	22	25	28								
10	25	25	28	30							
11	25	28	30	32							
12	28	28	30	32	35						
13	28	30	32	35	35						
14	30	30	32	35	38	38					
15	30	32	35	35	38	40	42				
16	32	32	35	38	38	40	42	45			
17	35	35	35	38	40	42	45	48			
18	35	35	38	40	42	42	45	48			
19	38	38	38	40	42	45	45	48			
20	38	38	40	42	42	45	48	50	52		
22	40	40	42	45	45	48	50	52	55		
24	42	42	45	48	48	50	52	55	55		
26	45	45	48	48	50	52	55	55	58	62	
28	48	48	48	52	52	55	55	58	60	65	
30	50	50	52	55	58	58	58	60	62	65	68

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tabulka 10: Délky kotlových nýtů při půlkulové hlavě [4]

Průměr nýtu	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
Svěrná délka	Délka nýtů									
6	25									
7	25	30	32							
8	28	30	32							
9	28	32	35							
10	30	32	35							
11	32	35	38							
12	32	35	38	40						
13	35	35	38	40						
14	35	38	40	42	45					
15	38	38	42	42	45					
16	38	40	42	45	45	48				
17	40	40	45	45	48	48				
18	40	42	45	45	48	48				
19	42	45	45	48	50	50				
20	45	45	48	48	50	52	55			
22	48	48	50	50	52	52	58	60		
24	48	50	52	55	55	55	60	65		
26	52	52	55	55	58	58	62	65	68	
28	55	55	58	58	60	60	65	68	70	
30	58	58	60	60	62	62	65	70	72	
32	60	60	62	62	65	65	68	72	75	78
34	62	62	65	65	65	68	70	75	78	80

Tabulka 11: Délky nýtů při zápusné ploché hlavě [4]

Průměr nýtu	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
Svěrná délka	Délka nýtů									
7	15									
8	15									
9	15									
10	18	18								
11	18	20	20							
12	20	20	22							
13	22	22	22							
14	22	22	22	25						
15	25	25	25	25						
16	25	25	25	28						
17	25	25	28	28						
18	28	28	28	28	30					
19	28	28	30	30	32					
20	30	30	30	32	32					
22	32	32	32	35	35	35				
24	35	35	35	35	38	38	38			
26	38	38	38	38	40	40	40	42		
28	40	40	40	40	42	42	42	45	45	
30	42	42	42	42	45	45	45	45	48	
32	46	45	45	45	45	45	48	48	48	48

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

5 Stroje pro kování

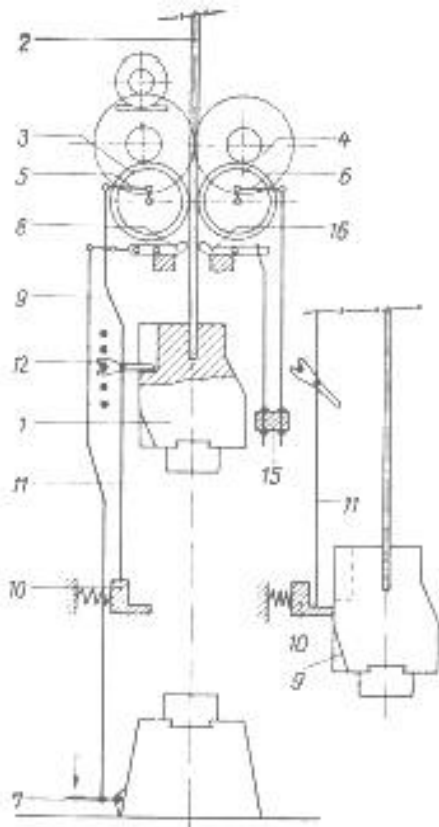
5.1 Stroje pro volné kování

Pro velké výkovky do hmotnosti 350000 kg, kované z ingotů, se používají k volnému kování hydraulické nebo parohydraulické lisy. Lisovací sílu vyvíjí jeden nebo několik válců s tlakovou vodou dodávanou z akumulátoru. Tyto lisy se vyrábějí až do jmenovité síly 117000 MN.

Protože lis deformuje materiál tlakem, kdežto buchar působí rázem, zjistí se porovnáním průběhu sil působících při úderu a při tlaku lisu, že pro stejnou deformaci se vystačí přibližně s poloviční silou lisu vzhledem k menšímu přetvárnému odporu a menší přetvárné rychlosti.

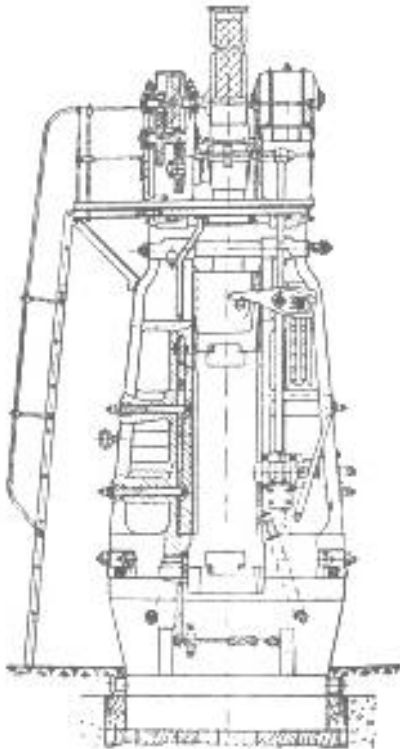
5.2 Stroje pro zápustkové kování

Zápustkové kování vyžaduje buchary upravené pro opakovaný ráz, aby mohl materiál vyplnit zápustkovou dutinu. Nejjednodušší je zápustkový buchar prknový (beran je upevněn na dolním konci prkna zdvihaného do výchozí polohy dvěma přitlačovanými kladkami).



Obr. 49 Prknový buchar [3]: 1- beran, 2-prkno, 3,4-kladky poháněné elektromotorem, 5,6- úhlové páky, 7- nožní páka, 8,16-palec, 9-zešíkmená plocha, 10-smykadlo, 11-tyč, 12-páka

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

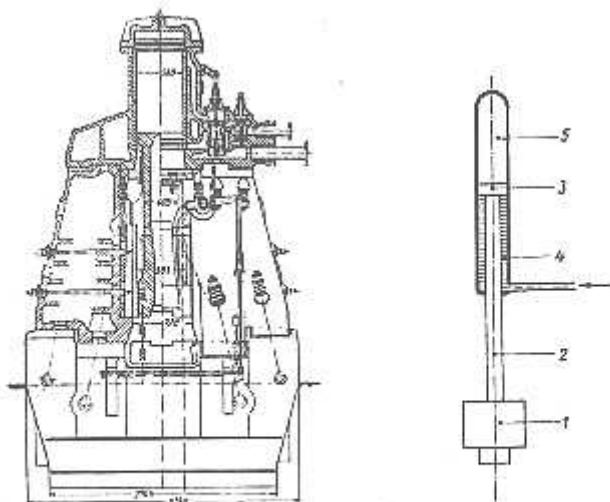


Obr. 50 Novější typ prknového bucharu [3]

Patří do skupiny padacích kladiv, podobně jako řetězové a řemenové buchary, kde beran je zavěšen na řetězu nebo řemenu, který je navíjen na buben opatřený lamelovou spojkou a elektropneumatikky řízenou brzdou. Hmotnost bucharu padacích kladiv je až 2500 kg.

Tyto buchary se používají pro kování méně náročných zápusťkových výkvočků.

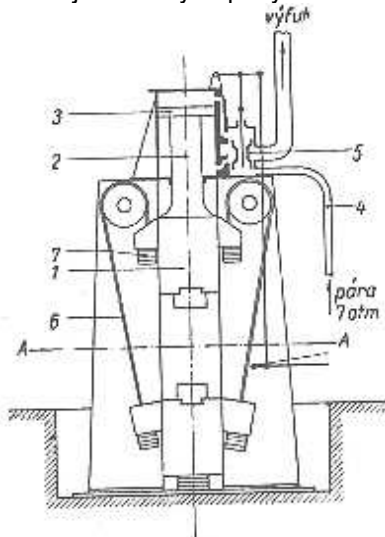
Nejvýkonnější jsou dvojčinné parní zápusťkové buchary, určené pro automaticky opakované úder. Tyto buchary jsou velmi citlivé na ovládání jednotlivých úderů řízených buď ruční pákou, nebo nožním pedálem.



Obr. 51 [3]: vlevo –řez dvojčinným šabotovým zápusťkovým buharem, vpravo – hydraulický buchar zápusťkový: 1-beran, 2-pístní tyče,3-píst, 4-prostor, do kterého přivedeme tlakovou kapalinu, 5- prostor, ve kterém je uzavřen vzduch

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

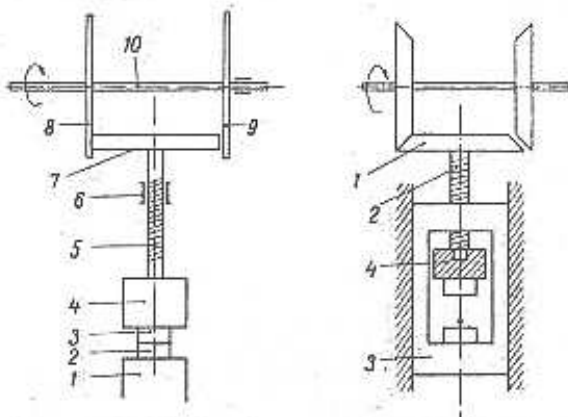
Pro omezení rázů přenášených šabotou do základů byly vyvinuty protiběžné buchary – rázovou práci vykonávají dva proti sobě se pohybující berany. Horní beran se pohybuje tlakem páry na píst a dolní beran je ocelovými pásy tažen nahoru.



Obr. 52 Protiúderný buchar [3]: 1-vrchní beran, 2-pístní tyč, 3-píst, 4-potrubí pro přívod tlakového vzduchu, 5-šoupátko, 6-ocelové pásy, 7-kladky

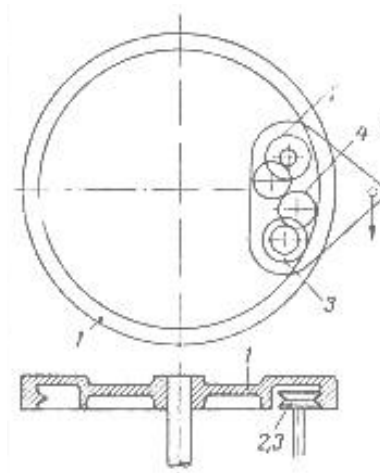
Vřetenové lisy se vyznačují tím, že energie je nahromaděna v rotujícím setrvačnicku. Při dosednutí je přebytek energie absorbován pružnou deformací stojanu. Dosedací rychlost beranu je menší než u bucharů.

Bezkotoučový vřetenový lis se používá pro běžné tvářecí práce v lisovnách a kovárnách, jako je pýchování, děrování, ostříhování a rovnání za studena i za tepla, i pro jednoduché zápustkové kování. Lisy jsou vybaveny předvolbou energie úderu.



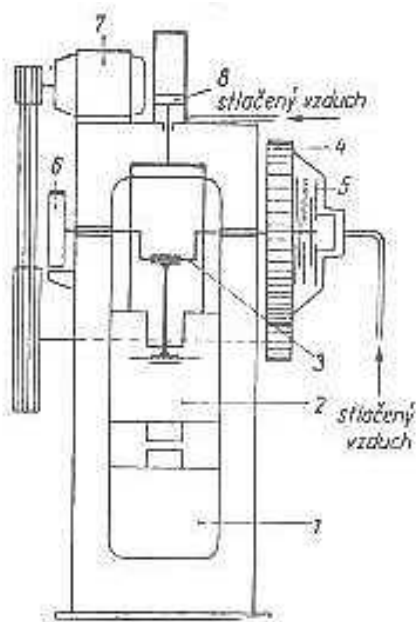
Obr. 53 [3]: vlevo – dvoukotoučový lis vřetenový, vpravo – lis Vincencův: 1-stůl, 2-spodní zápustka, 3-vrchní zápustka, 4-beran, 5-vřeten, 6-matice, 7-setrvačnick, 8,9-kotouč

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



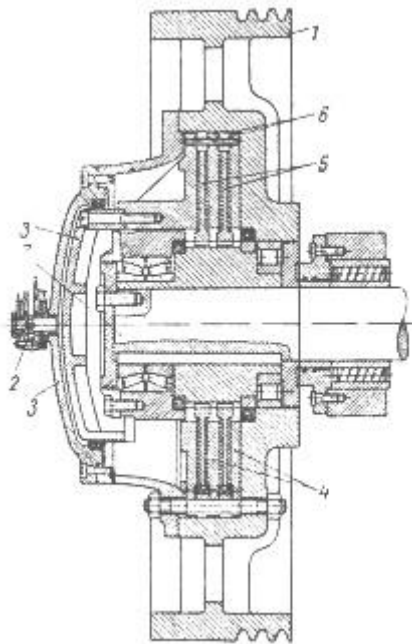
Obr. 54 Bezkotoučový lis [3]: 1-setrvačnick, 2,3-malé třecí kladky, 4-pastorek poháněný elektromotorem

Mechanické klikové kovací lisy využívají pro vykonání přetvárné práce energie rotujících hmot setrvačnicku. Pohyb beranu se děje ojnici od klikového hřídele nebo výstředníku. Na hřídeli se otáčí setrvačnick, spojený při práci elektropneumatickou spojkou. tím se přenáší pohyb setrvačnicku na hřídel a beran, který vykonává přetvárnou práci. Tyto lisy jsou určeny pro přesné zápusťkové kování v sériové a hromadné výrobě automobilů, letadel, zemědělských i železničních strojů. Hodí se do automatizovaných kovacích linek.



Obr. 55 Schéma mechanického klikového lisu [3]: 1- stůl, 2-beran, 3-klikový hřídel, 4-setrvačnick, 5-lamelová spojka, 6-pásová brzda, 7-motor, 8- píst

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 56 Řez spojkou mechanického klikového lisu [3]: 1 -setrvačnick, 2 -rotující kloub, 3 -pneumatický válec, 4 -lamely, 7 -hřídel

Pro zápuskové kování drobnějších součástí, jejich ostříhování, předkování, pýchování i děrování, jsou vhodné hydraulické kovací lisy s litým stojanem.

Kromě tvářecích strojů s hlavním pohybem svislým používají se i vodorovné kovací lisy pro pýchování, protahování, osazování a děrování výkovek. Používají se hlavně v hromadné výrobě přírubových dílů pro automobily, traktory, valivá ložiska, dopravní a zemědělské stroje.

Jako výchozí polotovary se používají buď tyče, nebo ústřížky, tváření probíhá postupně v několika dutinách, uspořádaných nad sebou nebo vedle sebe.

5.3 Volba tvářecího stroje

Stroje k tváření za tepla se volí podle stejných hledisek jako stroje k tváření za studena. Rozhodujícím pro volbu technologie je poměr ceny nástroje k počtu výrobků.

Vhodnost mechanického lisu se kontroluje závislostí síly beranu na jeho zdvihu.

Vhodnost hydraulického lisu se kontroluje nejen na F_{max} ale i na rychlost pohybu beranu, protože při lisování za tepla je nutno znát rychlost chladnutí, a tím i růst deformačního odporu.

U třecích vřetenových lisů se kontroluje maximální zatěžovací síla lisu a množství rezervní práce. Z toho se určí na jaké minimální dráze je možno práci spotřebovat. Tvářecí práce lisu = potřebná celková tvářecí práce pro určitou součást.

Velikost padacích kladiv a bucharů se volí podle potřebné zásoby energie. Protože kováme na několik úderů, můžeme použít i menší buchar.

Potřebná hmotnost padacích částí bucharu pro pýchování se určí ze vztahu:

$$L = A/\eta \quad \text{kde: } \eta \text{ je účinnost úderu (0,8-0,9)}$$



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

6 Bezpečnost práce v kovárně

Je nutné, aby zařízení kovárny a způsob práce odpovídali příslušným bezpečnostním předpisům. Podlaha kovárny musí být rovná, cesty musí být volné (nesmí se v nich povalovat výkovky či nářadí). Hlavní cesty jsou širší.

V kovárnách při ručním kování musí být rovněž dostatek místa mezi kovadlinou a výhni a mezi kovadlinou a stěnou. Kladiva musíme pevně naklínovat, pouze nástroje, na které se přitlouká, jsou na rukojeti volné. U nástrojů se plochy, na které se přitlouká, nekalí.

U strojního kování hrozí riziko těžkých úrazů. U bucharu může pracovat pouze zapracovaný kovář a řidič bucharu. Řidič bucharu musí být vždy na té straně, na které je hlavní kovář. Je-li pomocník kováře na druhé straně stroje, musí alespoň na hlavního kováře vidět.

Kus, který kováme, musí být pevně sevřen v kleštích. Kovář nesmí sahat rukou na nástroje pod zdviženým bucharem!! I při vyjímání výkovků kleštěmi je třeba dbát zvýšené opatrnosti. U kování na bucharu pracujeme s příložkami velmi opatrně. Při zápusťkovém kování nesmí být příložky k omezení zdvihu používány (vymrštěná příložka=střela).

Při zápusťkovém kování je nutné chránit oči před odstříkujícími okujemi. Při kování na trnu musíme vzít v úvahu možnost, že se trn může zlomit.

Co se týče práce s jeřáby, je nutné dodržovat příslušné předpisy. Jeřáb je opatřen automatickým vypínačem k omezení zdvihu. Pokud jeřáb právě dopravuje břemeno, nesmí pod toto břemeno nikdo stoupat. Jeřáb je obsluhován zkušeným jeřábníkem.

Co se týče hygieny práce v kovárnách, i této oblasti musíme věnovat pozornost. Týká se to především větrání. Aby bylo účinné, nestačí otevření žaluzií (v nejvyšším místě stropu) nebo úprava větrníků, ale také je nutné pamatovat na přívod vzduchu zdola okny ve zdi (těsně nad podlahou).

Plynové pece musí mít dobrý odtah. Kovárna má být světlá, prostorná a zbavená zbytečného hluku.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ








7 Použitá literatura

- [1] Augustin Frank a kolektiv, *Strojírenská technologie 4*, SNTL, Praha 1978
- [2] J. Outrata, *Technologie ručního zpracování kovů pro 1. ročník OU a UŠ kovodělných oborů*, SNTL, Praha 1981
- [3] F. Drastík, *Kovářství*, SNTL, Praha 1960
- [4] K. Němec, *Nýtování*, SNTL, Praha 1965
- [5] A. Jícha, *Volné ruční kování*, SNTL, Praha 1986

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





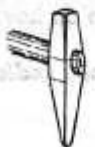
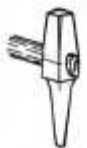
8 Příloha 1 – Přehled základních druhů pomocných kladiv, jejich provedení a použití [5]

Tabulka 4. Základní druhy pomocných kladiv

Název	Tvar	Provedení	Hmotnost (kg)	Použití
sekáč pro sekání za studena		pracovní část kladiva klínovitá ukončená ostřím v úhlu 60°	0,5 až 1,—	všeobecně pro sekání za studena
sekáč pro sekání za tepla		pracovní část kladiva klínovitá ukončená ostřím v úhlu 30°	0,5 až 1,—	pro sekání za tepla
sekáč půlkulatý		pracovní část kladiva klínovitá, prohnutá v požad. oblouku a ukončena ostřím	0,5 až 1,—	vysekávání kruhových otvorů, zasekávání konců výkovků
sekáč k prosekávání		pracovní část kladiva jako slabý klín ukončen ostřím v úhlu asi 50°, sražené hrany	0,5 až 1,—	k prosekávání materiálu pro velké otvory a při výrobě mříží
oblík		pracovní část zaoblena v různém poloměru	0,5 až 1,—	při vytahování a při osazování
sedlík osazovací		pracovní část čtvercová s rovnou plochou a ostrými hranami	1,— až 1,5	pro ostrohranné a přesné osazování
sedlík hladicí		pracovní plocha rozšířená, čtvercová, přesně rovná, hrany slabě sražené	1,— až 3,—	pro všechny práce hladicí




INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Pokračování tab. 4

Název	Tvar	Provedení	Hmot- nost (kg)	Použití
zápustkové kladivo kulaté		pracovní dutina v požad. poloměru kolmo na osu násady	1,— až 2,—	pro výrobu čepů a kruho- vých profilů
zápustkové kladivo čtyřhranné		pracovní dutina dvou stran čtverce požad. rozměru kolmo na osu násady	1,— až 2,—	pro výrobu čtyřhranných čepů, osazení a profilů
zápustkové kladivo šestihranné		pracovní dutina polovina šestihranu požad. rozměru kolmo na osu násady	1,— až 2,—	pro výrobu šestihranných čepů, osazení a profilů
průbojník kulatý		pracovní část jako kuželový čep kruh. profilu různých průměrů	0,5 až 1,5	k prorážení kruhových otvorů
průbojník čtyřhranný		pracovní část jako kuželový čep čtyř- hranného profilu různých velikostí	0,5 až 1,5	k prorážení čtyřhranných otvorů
průbojník oválný		pracovní část jako kuželový čep ovál- ného průřezu různých velikostí	0,5 až 1,5	k prorážení oválných otvorů

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





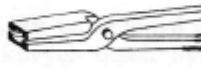


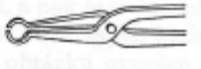
Pokračování tab. 4

Název	Tvar	Provedení	Hmotnost (kg)	Použití
průbojník plochý		pracovní část jako kuželový šep obdélníkového průřezu různých velikostí	0,5 až 1,5	k prorážení úzkých obdélníkových otvorů
záhlubník kulatý		konec pracovní části jako kužel o vrcholovém úhlu 60° až 150°	0,5 až 1,5	pro sražení hran prorážených otvorů a k záhlubování
záhlubník čtyřhranný		konec pracovní části jako čtyřboký jehlan o vrcholovém úhlu 60° až 150°	0,5 až 1,5	pro čtyřhranné záhlubování

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

9 Příloha 2 – Základní druhy kleští, způsob provedení a účel použití [5]

Tabulka 7. Základní druhy kovářských kleští

Název	Tvar	Provedení	Použití pro
s plochými čelistmi		plochý tvar čelistí	ploché i čtyřhranné profily
s kruhovými čelistmi		tvar čelistí kruhový	kruhové profily
se čtyřhrannými čelistmi		tvar čelistí kosočtverečný	čtyřhranné profily
s polouzavřenými čelistmi		jedna čelist plochá, druhá prosazená s postranními přírubami	ploché i čtyřhranné profily s bezpečným sevřením proti bočnímu vysunutí výkovku
s uzavřenými čelistmi		obě ploché čelisti prosazené s postranními přírubami	velké ploché profily s bezpečným sevřením proti bočnímu vysunutí výkovku
se zahnutými čelistmi		obě čelisti ploché, zahnuté do tvaru háku	výkovky s uzavřenými tvary — dutinami
s úhlovými čelistmi		obě čelisti ploché, zahnuté do požadovaného úhlu	uzavřené a zvláštní tvary výkovků
nýtové kleště		čelisti upravené pro různé průměry nýtů	bezpečné držení a manipulaci s nýty a čepy

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ


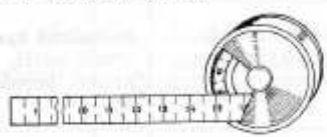
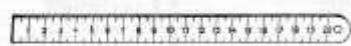
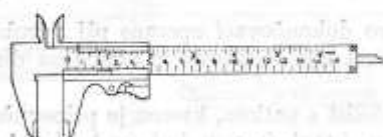
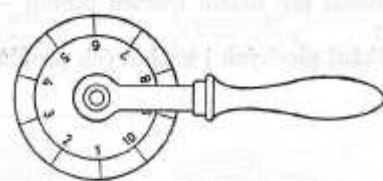
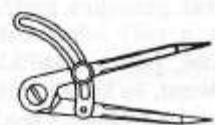
Pokračování tab. 7

Název	Tvar	Provedení	Použití pro
vířící tlama		tvar čelistí kruhový s příčnými kosočtverecnými vruby	bezpečné držení kruhových, čtyřhranných i vícehranných profilů v podélné i příčné ose
velko-rozměrové		ploché čelisti s velkým rozsvřením	rozměrné kusy tvarů zděří, kruhů, bandáží apod.
nástrojové		ploché čelisti s vnitřními čepy	držení nástrojů a výkovků s příčnými otvory

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

10 Příloha 3 – Přehled měřidel používaných v kovárnách [5]

Tabulka 8. Měřidla používaná v kovárnách

Název a tvar	Provedení	Použití pro
<p>skládaací metr</p> 	<p>ocelové články spojené otočně nýty</p>	<p>měření všech rozměrů, zejména delších kusů</p>
<p>ocelový metr svinovací</p> 	<p>ocelové pero svinuté v kulatém pouzdru</p>	<p>podobně jako metr skládaací</p>
<p>ocelové měřítko</p> 	<p>ocelový pásek v délce 200 až 1 000 mm</p>	<p>měření menších rozměrů a nanášení rozměrů pro rýsování</p>
<p>posuvné měřítko</p> 	<p>ocelové měřítko s pevnou čelistí, posuvná ocelová čelist s noniem pro měření na 0,1 mm spojená s hmatadlem pro měření do hloubky</p>	<p>přesné měření rozměrů vnitřních i vnějších i pro měření do hloubky s přesností 0,1 mm</p>
<p>kruhové měřítko</p> 	<p>ocelový kotouč s vodícím držadlem na obvodě s vyznačenými měrovými jednotkami</p>	<p>rychlé a přesné vynesení délkových rozměrů z kruhových tvarů (rozvinuté délky obručí a naopak)</p>
<p>kružidlo</p> 	<p>dvě ocelová ramena otočně spojená v kloubu, opatřená segmentem a stavěcím šroubem</p>	<p>přenášení rozměrů při děrování, sekání, osazování, prodlužování atd.</p>

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Pokračování tab. 8

Název a tvar	Provedení	Použití pro
<p>hmatadlo obkrožené</p>	<p>dvě ocelová ramena ve tvaru oblouků otočně spojená v kloubu; konce ramen upravené pro vnější měření</p>	<p>kontrolu vnějších rozměrů, zejména průměrů</p>
<p>hmatadlo dutinové</p>	<p>dvě ocelová ramena rovná, otočně spojená v kloubu; konce ramen upravené pro měření dutin</p>	<p>kontrolu vnitřních rozměrů dutin</p>
<p>odpich</p>	<p>ocelová tyč různých délek se zahrocenými konci ohnutými do tvaru skoby</p>	<p>přenášení, případně kontrolu pevně stanovených vzdáleností při děrování, sekání, osazování atd.</p>
<p>měřidla pro délky a tloušťky</p>	<p>plochá ocel s držadlem s přesně vypracovanými výřezy v určitých, předem stanovených rozměrech</p>	<p>rychlou kontrolu rozměrů na žhavých výkovicích</p>

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obsah

1	Kování	1
2	Základní pojmy	1
2.1	Mechanické vlastnosti	1
2.2	Chemické vlastnosti	1
2.3	Přetvárná pevnost materiálu (tvářecí napětí)	1
2.4	Přetvárná rychlost	1
2.5	Přetvárný odpor	1
2.6	Přetvárná práce	2
2.7	Tvářitelnost za tepla a její zkoušení	2
3	Metody kování	2
3.1	Ruční kování	2
3.1.1	Výheň	2
3.1.2	Kovářské nářadí, pomůcky a měřidla pro ruční kování	3
3.1.3	Základní kovářské práce	9
3.2	Strojní kování	18
3.2.1	Určení deformačních sil a tlaků	19
3.3	Zápustkové kování	19
3.3.1	Rozdělení zápustek	19
3.3.2	Konstrukce zápustek	20
3.3.3	Základní operace	22
3.3.4	Způsoby zápustkového kování	23
4	Další rozdělení kování	25
4.1	Stříhání	25
4.2	Ohýbání a rovnání	26
4.3	Nýtování	27
5	Stroje pro kování	32
5.1	Stroje pro volné kování	32
5.2	Stroje pro zápustkové kování	32
5.3	Volba tvářecího stroje	36
6	Bezpečnost práce v kovárně	37
7	Použitá literatura	38
8	Příloha 1 – Přehled základních druhů pomocných kladiv, jejich provedení a použití [5]	39
9	Příloha 2 – Základní druhy kleští, způsob provedení a účel použití [5]	42
10	Příloha 3 – Přehled měřidel používaných v kovárnách [5]	44