

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMOBILOVÉHO A DOPRAVNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

STROJE A NÁSTROJE POUŽÍVANÉ VE TVÁŘENÍ

FORMING MACHINES AND TOOLS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

LUBOŠ STRÁNSKÝ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. KAMIL PODANÝ, Ph.D.

BRNO 2010



Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student: Luboš Stránský

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Stroje a nástroje používané ve tváření

v anglickém jazyce:

Forming machines and tools

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Jedná se o vytvoření přehledu stávajících a moderních strojů a nástrojů používaných v technologii tváření. V práci by měl být uveden přehled a stručný popis a příklady praktického využití.

Cíle bakalářské práce:

Aktuální literární studie se zaměřením na stroje a nástroje používané v technologii tváření.



Seznam odborné literatury:

1. FOREJT, M. Teorie tváření a nástroje. 1. vyd. Brno, Rekrorát Vysokého učení technického v Brně, 1991. 187 s. Edit. Nakladatelství VUT v Brně. ISBN 80-214-0294-6.
2. NOVOTNÝ, Karel, MACHÁČEK, Zdenek. Speciální technologie I : Plošné a objemové tváření. 2. vyd. Technická 2, Brno : Nakladatelství Vysokého učení technického Brno, 1992. ISBN 80-214-0404.
3. NOVOTNÝ, Karel. Tvářecí nástroje. 1. vyd. Brno : Nakladatelství VUT v Brně, 1992. 186s. ISBN 80-214-0401-9.
4. KOTOUC, Jiří. Teorie a metodika tváření: Návod pro cvičení. 1. vyd. Praha : Ediční středisko CVUT, 1992. 84 s.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Kamil Podaný, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2009/2010.

V Brně, dne 16.11.2009

L.S

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
Ředitel ústavu

doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty



ABSTRAKT

STRÁNSKÝ Luboš: Stroje a nástroje používané ve tváření.

Bakalářská práce obsahuje stručný přehled jednotlivých typů strojů a nástrojů používaných ve tváření. V práci jsou rozebrány dnes i dříve používané typy strojů a nástrojů. Mezi základní typy strojů patří: mechanické lis, hydraulické lis, buchary a rotační tvarovací stroje. U každého typu jsou vysvětleny principy činnosti, vlastnosti, výhody a nevýhody.

Klíčová slova: stroj, nástroj, síla, buchar, lis, tváření

ABSTRACT

STRÁNSKÝ Luboš : Forming machines and tools

The Bachelor thesis provides a brief overview of the various types of machines and tools used in metal forming. The paper discussed today and earlier used types of machines and tools. The basic types of machines are: a mechanical presses, hydraulic presses, hammers and rotary thermoforming machines. For each type are explained principles, characteristics, advantages and disadvantages.

Keywords: machine, tool, power, hammer, press, forming



BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

STRÁNSKÝ, L. *Stroje a nástroje používané ve tváření*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 28s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Kamil Podaný, Ph.D.



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

FSI VUT v Brně

Stránský Luboš

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Tímto prohlašuji, že předkládanou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně, s využitím uvedené literatury a podkladů, na základě konzultací a pod vedením vedoucího bakalářské práce.

V Králíkách dne 25.5.2010

.....

Podpis



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

FSI VUT v Brně

Stránský Luboš

PODĚKOVÁNÍ

Tímto děkuji panu Ing. Kamilu Podanému, Ph.D. za cenné připomínky a rady týkající se zpracování bakalářské práce.



OBSAH

Zadání

Abstrakt

Bibliografická citace

Čestné prohlášení

Poděkování

Obsah

1	ÚVOD	11
2	MECHANICKÉ LISY	12
2.1	Klikové lisy	12
2.2	Výstředníkové lisy	13
2.3	Kolenové lisy	14
2.4	Vřetenové lisy	14
2.5	Tvářecí automaty	14
3	HYDRAULICKÉ LISY	15
4	BUCHARY	17
4.1	Mechanické buchary	18
4.1.1	Pružinové buchary	18
4.1.2	Padací buchary	18
4.2	Protiběžné buchary	19
4.3	Hydraulické buchary	19
4.4	Kombinované buchary	20
4.5	Plynové buchary	20
5	ROTAČNÍ TVAROVACÍ STROJE	21
5.1	Rotační stroje na plošné tváření	21
5.1.1	Ohýbací stroje (Ohýbačky)	21
5.1.2	Zakružovací stroje (zakružovačky)	21
5.1.3	Rovnačky na plech	22
5.2	Rotační stroje na objemové tváření	22
5.2.1	Redukovačky	22
5.2.2	Stroje na rotační tlacení	22
5.2.3	Válcovací stolice	23
6	TVÁŘECÍ NÁSTROJE	24
6.1	Stříhadla	24
6.2	Tažidla	24
6.3	Ohýbadla	25
6.4	Kovací nástroje	26
6.5	Protlačovací nástroje	27
7	ZÁVĚR	28

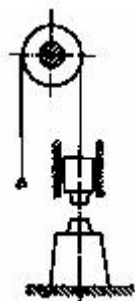
Seznam použitých zdrojů

Seznam použitých symbolů a značek

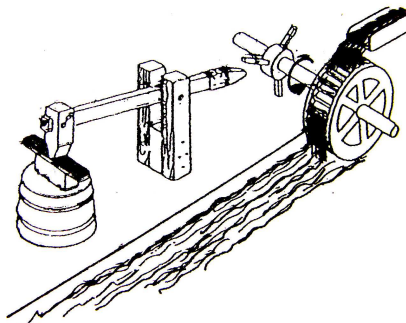
Seznam příloh

1 ÚVOD [1] [2] [3] [13]

S poznáním kovů se lidé začali zabývat technologií zpracování. Mezi první technologie patří kování a slévárenství. Těmito technologiemi se snažili vytvořit kovový nástroj. Postupně přes ruční kování došlo i k vývoji tvářecích strojů. První tvářecí stroje, objevované na počátku 16. století, byly obyčejná „visící kladiva“, která pro svůj pohon využívala lidskou sílu (obr.1.1). Pro



Obr.1.1 Visící kladivo [13]



Obr.1.2 Buchar s vodním pohonem [1]

výrobu větších a objemnějších kusů musela přijít na řadu změna ve způsobu kování. Postupně docházelo k mechanizaci ruční práce. Přišel pohon visícího kladiva a objevují se strojní buchary např. pákový buchar s vodním pohonem (obr.1.2), který splňoval požadavky na výrobu těžkých výkovků.

K dalšímu vývoji tvářecích strojů došlo s příchodem vodní páry a jejího využití pro parní stroje. S nástupem parních strojů přicházejí parní buchary. První parní buchar postavil skotský nástrojař James Nasmyth. Následně byl zdokonalen o řídicí ústrojí. Později se začaly objevovat tvářecí stroje za použití hydrauliky – hydraulický lis. Hydraulické lisy se začaly objevovat také proto, že padací buchary nebyly schopny regulovat práci. Jejich výhodou je snadné ovládání na větší vzdálenosti. S rozšiřujícím se používáním elektromotoru se začaly objevovat také mechanické lisy (výstředníkové, kloubové a šroubové).

Mezi základní požadavky kladené na tvářecí stroje patří: tuhost stroje, produktivita, jakost práce, která je podmíněna požadavkem na výkrese, dále pak snadná a bezpečná ovladatelnost, spolehlivost a účinnost.

Rozdělení tvářecích strojů

Tvářecí stroje rozdělujeme podle dvou základních hledisek:

- podle relativního pohybu výstupního členu (nástroje) tvářecího stroje
- podle způsobu realizace energetických a silových veličin

Podle způsobu realizace energetických a silových veličin (jaký mechanismus je použit k přenosu energie) se rozdělují na:

-  *stroje silové* - hlavní představitel - hydraulický lis
-  *stroje zdvihové* - hlavní představitel - mechanický lis
-  *stroje energetické* - hlavní představitel - buchar

2 MECHANICKÉ LISY [12] [14]

Mechanické lisy patří mezi nejvíce používané tvářecí stroje. Jejich nevýhodou je největší tvářecí síla, které dosáhnou až těsně u dolní úvratí (DÚ). Lis může být zatížen pouze tak velkou silou, která nepřevýší sílu jmenovitou, aby nedošlo k porušení stroje. Základní pohon je realizován pomocí klikového mechanismu. Ostatní jsou odvozené nebo kombinované. Mechanické lisy dělíme podle několika kritérií:

Podle převodového systému na:

- ⊙ výstředníkové
- ⊙ klikové
- ⊙ kolenové
- ⊙ šroubové
- ⊙ hřebenové

Podle velikosti jmenovité síly F_j :

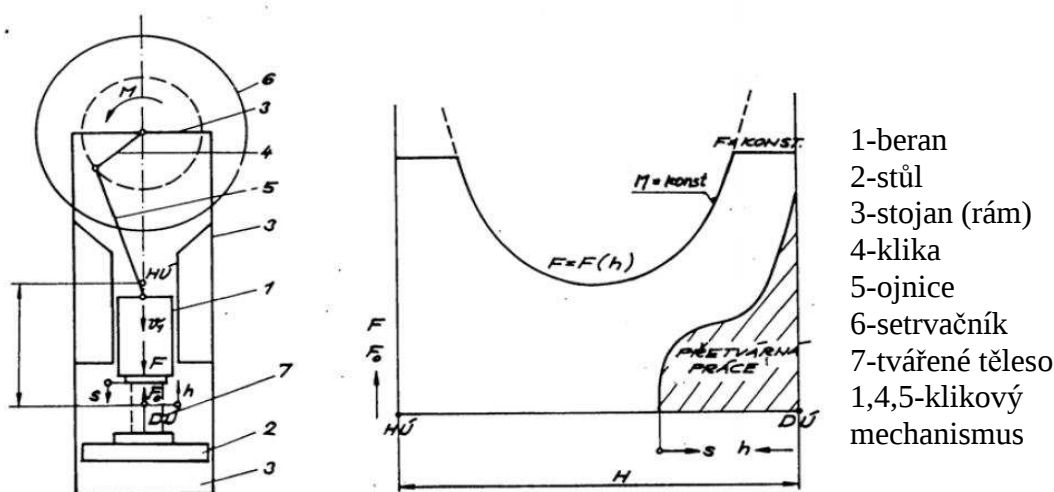
- lehké - jmenovitá síla $F_j < 500$ kN
- těžké - $F_j > 5000$ kN

Podle tvaru stojanu na:

- ⊙ jedno stojanové otevřené - tvar stojanu C
- ⊙ dvou stojanové - otevřené - tvar stojanu CC
- uzavřené - tvar stojanu O
- ⊙ sloupové
- ⊙ ostatní

2.1 Klikové lisy [1] [3] [14] [11]

Princip činnosti klikových lisů spočívá v klikovém mechanismu (obr.2.3). Díky otáčení klikového hřídele, na kterém je uložena ojnice, dochází k přeměně rotačního pohybu na pohyb přímočarý. Oproti výstředníkovým lisům se liší tím, že mají konstantní zdvih beranu.

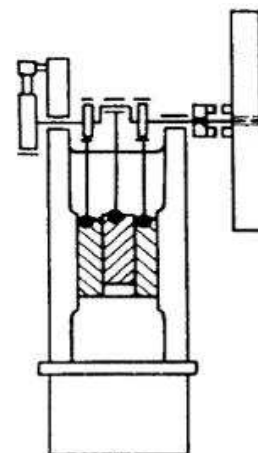


Obr.2.3 Mechanický lis (klikový) [1]

Klikové lisy se vyrábějí v rozsahu jmenovité síly 0,63 až 10 MN. Vyznačují se poměrně velkými zdvihy. Mezi jejich výhody patří konstantní zdvih. Mohou být konstruovány jako jednobodové, dvoubodové a čtyřbodové. Jsou vhodné jak pro běžné tvářecí operace, tak i pro zařazování do tvářecích linek, např. pro výrobu karoserií. Řadí se mezi univerzální stroje, které se používají na plošné tváření (stříhání, vystřihování, ohýbání, děrování, kalibrování atd.).

Ve velké míře se používají v automobilovém průmyslu, ale i např. při výrobě radiátorů. Některé typy kovací lisů jsou vhodné i pro objemové tváření jako např. kování nebo kalibrování různých výkovků za tepla. Klikového mechanismu využívá celá řada strojů jako např. kovací, děrovací, ohraňovací, ohýbací a tažné lisy.

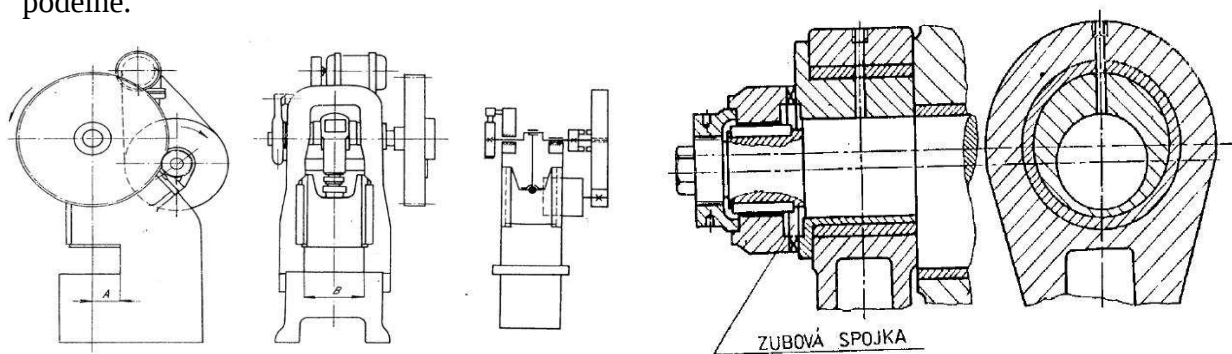
- Kovací lisy mohou být jak ve svislém, tak ve vodorovném provedení. Vodorovné kovací stroje jsou určeny především ke kování výkovků z tyčového polotovaru.
- Tažné lisy (obr.2.4) jsou využívány na tažení (mělké i hluboké), ale i pro stříhání a ohýbání. Pro hluboký tah mají lisy dva berany. Pracovní beran (vnitřní) a přidržovací beran (vnější). Přidržovací beran brání zvlnění plechu při tažení.
- Děrovací lisy se využívají k postupnému děrování různých tvarů v tabulích plechu. Využívají se v elektrotechnickém průmyslu, zejména pro výrobu skříní ovládacích panelů a různých krytů.
- Ohraňovací a ohýbací lisy slouží např. k výrobě ocelových zárubní nebo různých krycích kovových lišt. Mají rovněž široký pracovní prostor. Klikového mechanismu může být využito i u lisů se spodním pohonem, které mají nízko položené těžiště a mohou tedy pracovat s vyšším počtem zdvihů.



Obr.2.4 Schéma dvojčinného tažného lisu [14]

2.2 Výstředníkové lisy [1] [3] [14] [12] [11]

Výstředníkové lisy využívají k přenosu síly výstředníkového mechanismu, a to: výstředníkového hřídele, ojnice a beranu. Pracují na stejném principu jako lisy klikové. Zdvih beranu je nastavitelný a dá se měnit natočením výstředníkového pouzdra. Díky změně zdvihu se změní rychlost pohybu beranu a průběhu síly. U většiny výstředníkových lisů je výška zdvihu nastavována elektrickým pohonem. Do beranu je možnost zabudování vyhazovače. Výstředníková hřídel může být umístěna jak v poloze příčné, tak v poloze podélné.



Obr.2.2 Změna zdvihu beranu natočením výstředníkového pouzdra [12]

Při podélném uložení není stojan lisu namáhán tak jako při uspořádání příčném. Lis může být jak s pevným, tak naklápěcím strojem. Pohon stroje je umístěn v horní nebo dolní části lisu. Vyrábějí o velikosti jmenovité síly 250 až 4000 kN, ale i vyšší. Nejčastěji se výstředníkové lisy využívají pro operace jako je stříhání, ohýbání, mělké tažení, protlačování a ražení. Mohou rovněž pracovat v automatizovaných tvářecích linkách.

2.3 Kolenové lisy [1] [2] [11]

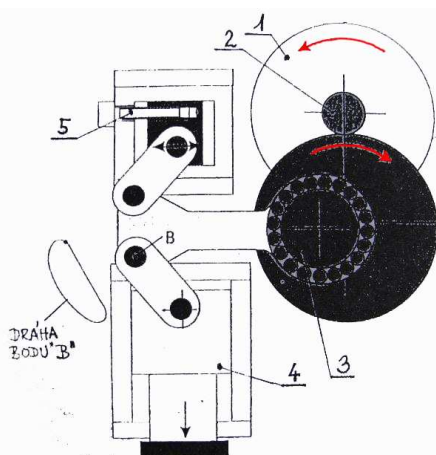
K přenosu síly je použit klikový mechanismus. Lisy mají konstantní zdvih a možnost přestavovat výšku beranu. Jsou určeny pro tváření za tepla i za studena.

Dokáží zpřevodovat síly do takové míry, že na výstupu můžeme dosáhnout síly až 5x větší než u klikového lisu, který má stejné rozměry.

Dosahují jmenovité síly až 40 MN.

Mohou být jak ve

vertikálním, tak v horizontálním provedení. Používají se pro přesné kalibrování a ražení, také pro rovnání a protlačování rovných součástí.

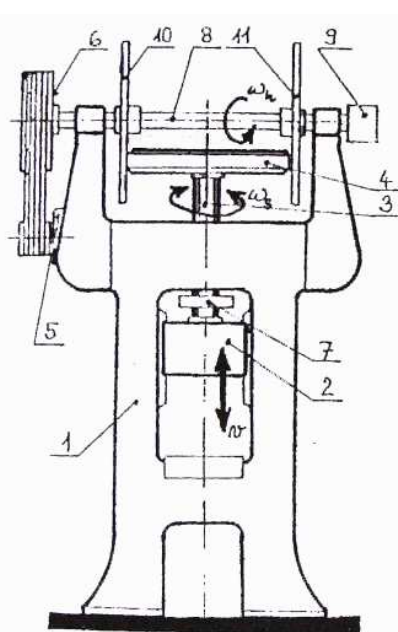


- 1-setrvačnick
- 2-poháněný hřídel
- 3-výstředníkový pohon
- 4-beran
- 5-zařízení pro nastavení zdvihu beranu

Obr.2.5 Schéma kolenového lisu [2]

2.4 Vřetenové lisy [1] [2]

Pohyb šroubového vřetene je uskutečněn díky poháněným diskům, které jsou v těsném kontaktu s vřetenem (obr.2.6). Zvedání či spouštění je realizováno levým nebo pravým diskem. Oproti výstředníkovému a klikovému lisu umožňuje tento typ lisu tvářet polotovary i pomocí několika po sobě jdoucích úderů díky neomezené dráze výstupního členu. K tváření materiálu dochází pomocí nahromaděné kinetické energie, která je uchovávána v pohybujících se hmotách a v setrvačnicku. Díky tomu by se daly zařadit do skupiny bucharů. Mají však malou



- 1-rám lisu
- 2-beran lisu
- 3-vřeteno
- 4-setrvačnick
- 5-motor
- 6-řemenový převod
- 7-brzda
- 8-předlokový hřídel
- 9-přesouvací hřídel
- 10-levý disk pro spouštění beranu
- 11-pravý disk pro zvedání beranu

Obr.2.6 Dvoudisková konstrukce vřetenového lisu [2]

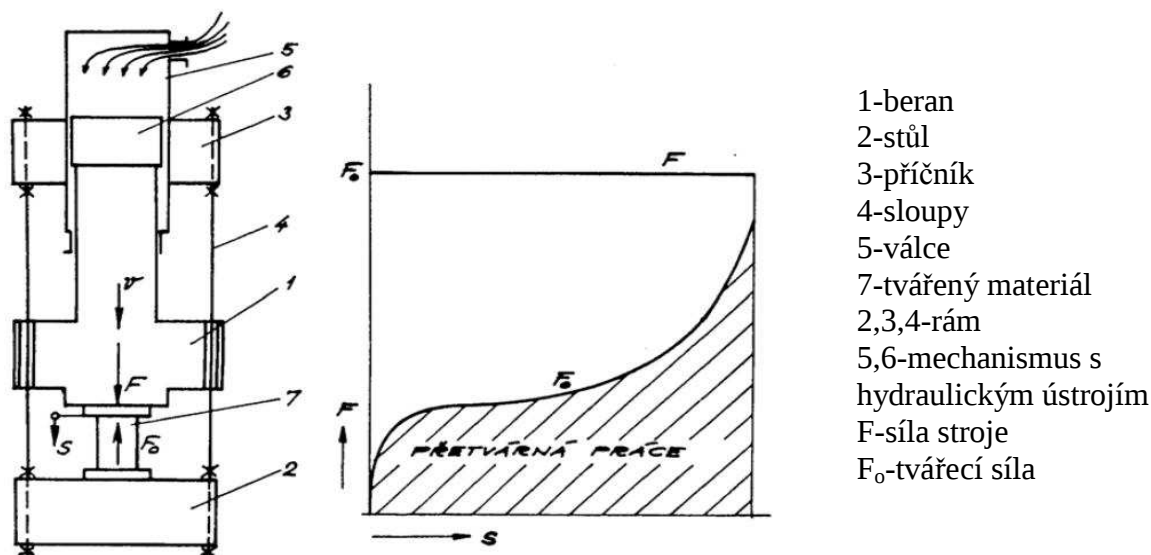
rychlost beranu ($0,5$ až $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$), a proto jsou řazeny do skupiny lisů. Rozdělují se na bezdiskové, dvoudiskové a třídiskové. Používají se jak pro tváření za tepla, tak za studena při ostříhování, děrování, rovnání a zápusťkovém kování.

2.5 Tvářecí automaty [1]

Tvářecí automaty se používají v automatizované výrobě. Rozdělujeme je na jednoduché (např. pro pěchování hlavy nýtů), na kterých se provádí pouze jedna operace, nebo postupové (např. na výrobu plechových výlisků). U postupových je postupně prováděno několik operací, díky kterým je na konci finální výrobek.

3 HYDRAULICKÉ LISY [1] [3] [5] [10] [11] [12] [13] [15]

Hydraulické lisy jsou první mechanismy, kde byl použit hydraulický pohon. Princip hydraulického lisu je založen na rovnoměrném šíření kapaliny všemi směry (Pascalův zákon).



Obr.3.1 Silový stroj – Hydraulický lis [1]

Výhody hydraulických lisů v porovnání s mechanickými lisy:

- mohou dosahovat sil až 10^3 MN
- regulace rychlosti beranu (10^{-3} až $0.5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ výjimečně vyšší)
- velikost pracovního zdvihu lze nastavit v kterémkoli místě celkového zdvihu
- možnost plynulé regulace tlaku a rychlosti
- snadná reverzace pohybu pracovního pístu
- maximální sílu lze odebrat v libovolném místě zdvihu
- možnost automatizace celého pracovního cyklu

Nevýhody hydraulických lisů v porovnání s mechanickými lisy:

- ⊗ nižší účinnost
- ⊗ složitější konstrukce
- ⊗ pomalejší chod beranu vede k menšímu počtu zdvihu a tím k menší výrobě
- ⊗ složitější údržba
- ⊗ vyšší pořizovací náklady až o 30 % vzhledem ke stejné jmenovité síle

Díky eliminaci nevýhod nacházejí hydraulické lisy daleko větší uplatnění.

Podle uspořádání rozdělujeme hydraulické lisy na:

- svislé (s horním nebo spodním pohonem)
- vodorovné
- kombinované

Podle uspořádání lisu na:

- ⊗ stojanové
- ⊗ rámové
- ⊗ sloupové
- ⊗ skříňové



Podle použitého pohonu na:

- s přímým pohonem (čerpádlovým)
- s nepřímým pohonem (akumulátorovým)
- s kombinovaným pohonem

Podle technologického použití na:

- Ⓢ kovací
- Ⓢ tažné
- Ⓢ vytlačovací
- Ⓢ protlačovací
- Ⓢ dílenské
- Ⓢ razící
- Ⓢ zpracování odpadu
- Ⓢ tváření plastů
- Ⓢ rovnací

Pohony hydraulických lisů jsou rozděleny do dvou skupin, a to na přímý (čerpádlový) nebo nepřímý (akumulátorový). Přímý pohon využívá většinou hydraulický olej, který je pomocí čerpadla stlačován a vyvozuje pohyb pístu. Nepřímý pohon se používá u lisů o jmenovité síle větší jak 25 MN. Jako pracovní médium využívá olejovou emulzi (voda+olej). Jako pracovní médium akumulátoru se používá vzduch nebo dusík. Rychlost pracovního zdvihu je závislá na stlačitelnosti pracovního média v akumulátoru a přetvárným odporem tvářeného kusu. U lisů s nepřímým pohonem jsou dosahovány vyšší rychlosti. Je tedy možné tvářený materiál zpracovat na menší počet mezirohrevů. Hydraulické lisy se používají jako kovací, dílenské, tažné, razící a protlačovací.

Kovací lisy se používají na zápustkové a volné kování. Vyrábějí se jedno nebo vícesloupové. Lisy s jednosloupovým stojanem se vyrábějí o jmenovité síle 5 až 12 MN. Lisy čtyřsloupové do jmenovité síle až 150MN. Používají se pro objemové tváření a zápustkové kování.

Dílenské (univerzální) lisy jsou používány pro běžné dílenské operace jako např. lisování a různé montážní práce. Využívají se především v sériové a hromadné výrobě. Lisy je možno ohýbat, stříhat, protahovat, rovnat, razit, nýtovat atd.

Tažné lisy slouží především k lisování součástí z plechu. Používají se však i pro běžné tvářecí operace, jako např. ohýbání, rovnání, lemování a rovnání.

Razící lisy jsou především určeny pro výrobu dutin ve formách a v zápustkách, a to vtlačováním tvarového lisovníku do ocelových polotovarů za studena. Jsou také vhodné na lisařské operace, které vyžadují vysoké tlaky. Používají se i na ražení kovových mincí a medailí.

Protlačovací lisy se používají k výrobě nástrojů, jako např. výhrubníků, výstružníků, vrtáků a fréz při protlačování za tepla. Protlačují se také dráty, tyče, trubky a profily obtížně tvařitelných kovů, např. slitiny hořčíku a wolframu. Vyrábějí se do jmenovité síle až 120 MN.



Obr.3.2 Univerzální hydraulický lis[15]

4 BUCHARY [1] [2] [3] [14]

Buchary řadíme mezi tvářecí stroje, které přetvárnou práci vytvářejí pomocí přeměny kinetické energie padajícího nebo urychleného beranu, který působí na tvářený materiál. Průběh síly při tváření je vidět na (obr.3.1). Pro zápusťkové kování je maximální energie úderu bucharu přibližně 1220 kJ.

Buchary se rozdělují na:

- šabotové (se stolem)
- bezšabotové (protiúderové bez stolu)

Šabota (stůl) je blok oceli do něhož se upevňují pevné části kovacího nástroje. Pokud je šabota umístěna v základu stroje (nezávisle na stojinách, které jsou určeny k vedení beranu), jsou buchary určeny spíše k volnému kování. Pokud je šabota pevně spojena se stojinami, je spolu s protiúdernými buchary určena spíše pro zápusťkové kování. Je to dáno přesnějším vedením. Šabotové buchary mohou být jednočinné (padací) nebo dvojčinné (s urychlením bucharu). Bezšabotové buchary jsou s přímým pohonem jednoho nebo obou beranů. Šabotu mají nahrazenou spodním beranem, jehož pohyb může být s pohybem horního beranu svázán.

Pokud je beran nějakou silou urychlen (použití tlaku páry, vzduchu, pružiny atd.) říkáme těmto bucharům dvojčinné. Jedná se o buchary, kdy pohon koná práci jak při zvedání, tak při spouštění bucharu.

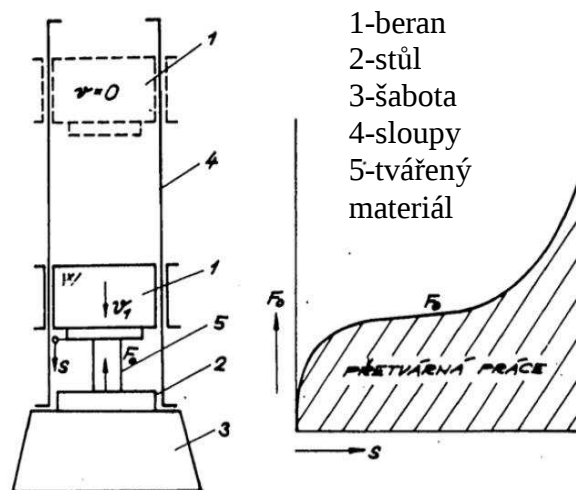
Podle ústrojí k přenosu energie, použitého k pohonu beranu, se buchary rozdělují na:

- mechanické (pružinové, padací, třecí, lanové, řemenové, řetězové)
- hydraulické
- plynové
- pneumatické
- elektromagnetické - Elektromagnetické buchary jsou využívány pouze pro lehké kování. Lze na nich provádět operace jako ohýbání, stříhání, nýťování, děrování, rovnání a různé lehčí operace. Základem stroje je elektromagnet.
- kombinované (např. parovzdušní, pneumaticko-hydraulické)

Podle způsobu práce bucharu:

- ⊗ jednočinné (neurychlené a jejich pohon je v činnosti pouze při zvedání beranu)
- ⊗ dvojčinné (urychlené a jejich pohon je v činnosti jak při spouštění, tak při zvedání beranu)

Při kování na bucharu je vyvozená energie až 3x větší než při kování na lise. Práce na bucharu není vykonána náraz, ale přerušovaně. Rázová práce, kterou buchar vyvodí, není dostatečně velká, aby stačila na tváření výkovku na jeden úder. Největší síly buchar dosáhne při posledním úderu.



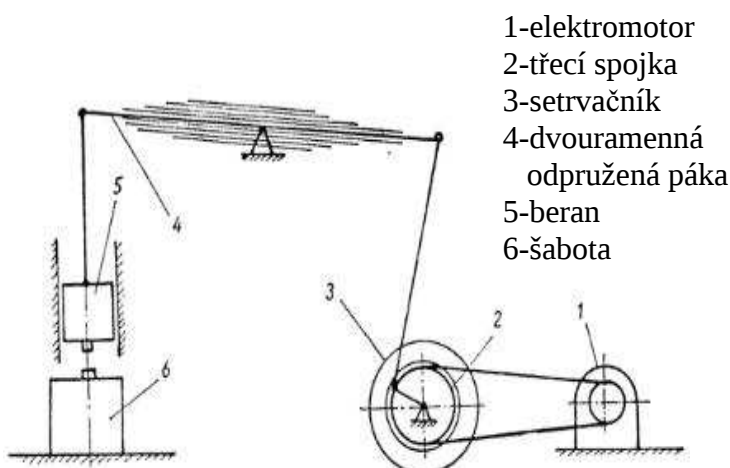
Obr.4.1 Energetický stroj – buchar [1]

4.1 Mechanické buchary [3]

Mechanické buchary pohání elektromotor. Energie je přenášena pomocí různých kinematických mechanismů. Mezi nejrozšířenější patří buchary pružinové a třecí. U deskových, řetězových a řemenových bucharů lze nastavit výšku zdvihu v případě, není-li stroj v provozu.

4.1.1 Pružinové buchary [1] [3] [14]

Pružinové buchary patří k jednomu z nejjednodušších tvářecích strojů. Patří do skupin bucharů, u kterých je vázaný pohyb beranu. Je možné docílit většího počtu zdvihů za minutu. Je tedy možné vykovat výkovek na jeden ohřev. Používají se především pro volné kování. Vyrábějí se s menšími hmotnostmi beranů. Dvouramenná páka je tvořena svazkem listových pružin a díky tomu se nám zvětšuje rázová energie, potažmo rychlost beranu. Velikost rázové práce lze měnit otáčkami kliky.



Obr.4.2 Schéma pružinového bucharu [14]

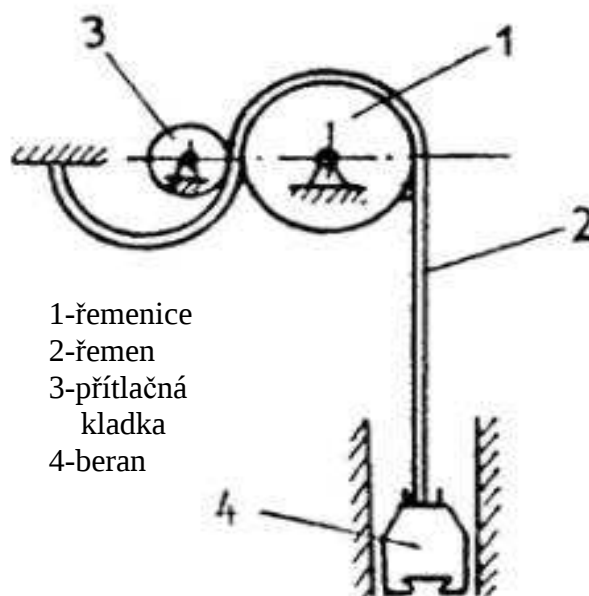
4.1.2 Padací buchary [1] [3] [14]

Princip padacích bucharů spočívá ve zvedání beranu do určité výšky, ve které je následně uvolněn a padá volným pádem na tvářený materiál. Používají se v řemenovém, deskovém a řetězovém provedení.

Řemenové buchary (obr.4.3) zvedají beran pomocí řemene. Jejich nevýhodou je, že dochází k rychlému opotřebení řemene. Hmotnost padacích částí může být až 2500 kg.

Deskové buchary využívají zpravidla dřevěné desky pro zvedání beranu. Deska je sevřena mezi dvěma kladkami, které jsou za pomoci řemenů poháněné dvěma elektromotory. Kladky mohou být k desce přitlačovány pomocí pákového mechanismu nebo pomocí dvou přitlačných kladek. Po odsunutí přitlačných kladek beran padá směrem dolů (uskutečňuje se pracovní zdvih). Hmotnost beranu může být až 2500 kg.

Řetězové buchary zvedají berana pomocí řetězu. Jejich výhodou je, že pracují s vyšší účinností než buchary předchozí.



Obr.4.3 Schéma pohonu padacího bucharu (řemenového) [14]

4.2 Protiběžné buchary [1] [3] [14]

Protiběžné buchary se v jiných literaturách uvádějí rovněž jako buchary protiúderové. Používají spodního beranu místo šaboty (stolu). Berany se pohybují proti sobě.

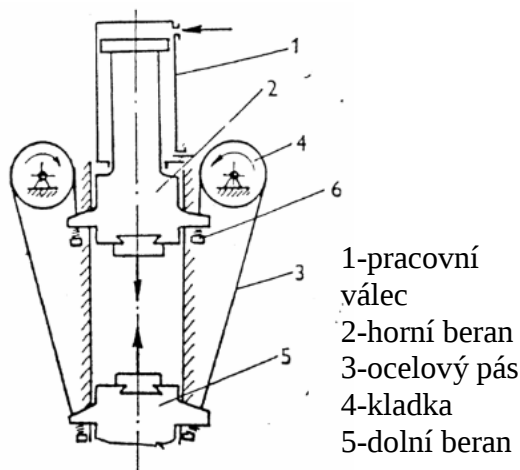
Podle způsobu pohybu spodního a horního beranu vůči sobě se rozdělují na:

- protiběžné se svázaným pohybem
- protiběžné s nezávislým pohybem

Dalším kritériem pro rozdělení je vazba vzájemného pohybu dvou beranů:

- ⊗ parovzdušná
- ⊗ mechanická
- ⊗ hydraulická

Principem činnosti parovzdušných bucharů je, že do pracovního válce (1) je pouštěna pára střídavě pod píst a nad píst. Válec (1) a beran (2) je jedna odlitá součást. Přes kladky (4) jsou vedeny ocelové pásy přes které je zvedán beran (5). Berany se pohybují proti sobě. Dolní beran je zpravidla lehčí oproti hornímu, přibližně o 5 až 15 %. Protiběžné buchary mohou být jak ve vertikálním, tak v horizontálním provedení.



Obr.4.4 Buchar protiběžný (bezšabotový), mechanické propojení horního a spodního beranu [14]

4.3 Hydraulické buchary [3] [21]

U hydraulických bucharů je jako nositel energie použita kapalina. Nejčastěji se používá různých emulzí a minerálních olejů.

Jednočinné buchary se mohou používat např. na kování jednoduchých vícedutinových zápustek. Princip činnosti jednočinného hydraulického bucharu je podobný jako u jednočinného mechanického padacího bucharu. Díky hydraulickému pohonu je beran zdvižen do pracovní polohy, ze které je poté uvolněn a dolů padá volným pádem vlivem své hmotnosti. Hmotnost beranu může být až 3500 kg pracovní zdvih až 1350 mm. Energie úderu do 50 kJ. Hydraulické buchary mají největší účinnost ze všech bucharů. Mohou dosahovat až 75 % účinnosti a až 60 úderů za minutu. Buchar se používá pro přesné zápustkové kování, kalibrování a volné kování.

Dvojčinné buchary mají podobnou konstrukci jako buchary jednočinné. Pracovní zdvih je vyvozen pomocí pracovní kapaliny, která je pod tlakem vháněna do pracovního válce a urychluje ho.



Obr.4.5 Jednočinný buchar s hydraulickým zvedáním beranu [21]

4.4 Kombinované buchary [3] [4]

Parovzdušní buchary využívají jako nositele energie horký vzduch nebo páru. Dělí se na: jednočinné a dvojčinné. Konstruuji se v jedno stojanovém nebo dvoustojanovém provedení. Jednočinný parovzdušní buchar se vyskytuje také pod názvem vzduchový padací buchar. Ke zvedání beranu je využíván stlačený vzduch. Vyrábějí se s hmotností beranu do 4000 kg. Práce úderu je zde vykonána pouze vlastní hmotností beranu a jeho součástí, které padají volným pádem. Dvojčinné buchary mají hmotnosti bucharu do 2000 kg. Používají se na zápusťkové i volné kování výkovků větších rozměrů a také na postupové kování prováděné přímo z tyčí.

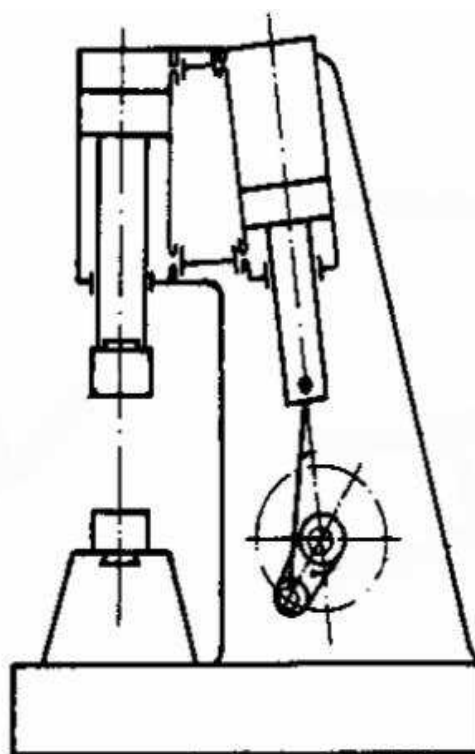
Pneumaticko - hydraulický buchar je využíván k urychlení pohybu beranu stlačený vzduch. Stojan je hydraulicky nadzvedáván. Beran, který je urychlován stlačeným vzduchem, vlní tlakovou kapalinu k hydraulickým válcům, které současně s pohybem beranu dolů zvedají stojan nahoru. Energie odrazu stojanu po úderu je zachycena kapalinou v hydraulickém obvodu a přeměněn energii na energii tlakovou, která bude sloužit ke zvednutí beranu. Současně se zvedáním beranu do horní polohy dochází ve válci nad beranem ke stlačení vzduchu. Používají se např. pro zápusťkové kování a kalibrování.

4.5 Plynové buchary [3] [13]

Pneumatické buchary jsou známy také pod názvem kompresorové nebo vzdušné. Rozdělují se na jednočinné a dvojčinné.

Na jednočinných bucharcích je pouze jedna strana válce spojena s kompresorem. Beran se směrem dolů pohybuje díky vlastní váze a tlaku vzduchu vyvozeného kompresorem. Pohyb nahoru je vykonáván atmosférickým tlakem na spodní straně a podtlakem, který vznikl nad pracovním pístem. Mezi nejvíce používané však patří dvojčinné. Buchar je v podstatě dvouválec, u kterého je stlačený vzduch na obou stranách pístu. Mají dobrou účinnost a mohou regulovat energii úderu. Používají se k přechování a volnému kování za tepla.

Vysokorychlostní buchary patří také do skupiny pneumatických bucharů. Jsou určeny na tváření obtížně tvařitelných materiálů, které mají velký deformační odpor. Používají se na kování např. slitinových vysokopevnostních ocelí, antikoročních ocelí Mo, W, Cr. Nevýhodou je, že výrobek může být vyroben pouze na jeden úder beranu. Dopadová energie je až patnáctkrát větší oproti běžným bucharům. Díky tomu je docíleno dobrého zatékání materiálu do hlubokých a úzkých otvorů zápusťky.



Obr.4.6 Schéma pneumatického bucharu [13]

5 ROTAČNÍ TVAROVACÍ STROJE [3] [13]

Rotační tvarovací stroje se vyznačují tím, že pracovní operace se vykonávají v době pohybu polovýrobku. Což vede k nezbytné automatizaci, např. podávání. Jejich výhodou je, že mohou dosáhnout nepřerušovaného procesu tvarování polovýrobku. Vyznačují se delším pracovním časem oproti bucharům či mechanickým lisům. Jako základní parametr u mechanických a hydraulických strojů slouží jmenovitá síla. Zatímco u rotačních tvarovacích strojů je to jmenovitý krouticí moment na hlavní hřídeli. Například u kovacích válců je jedním ze základních parametrů také jmenovitá síla a průměr válců. Z technologického hlediska se rotační tvarovací stroje rozdělují na:

- rotační tvarovací stroje na plošné tváření (ohýbací, zakružovací, rovnací, obrubovací stroje a stroje na rotační vytlačování)
- rotační tvarovací stroje na objemové tváření (redukované stroje, kovací válce, stroje na rotační vytlačování, rozválcování stroje a stroje na válcování závitů)

5.1 Rotační stroje na plošné tváření

5.1.1 Ohýbací stroje (Ohýbačky) [3]

Ohýbačky jsou ruční, motorické nebo hydraulické. Používají se například na ohýbání trubek, plechů, vytváření různých tvarových profilů a prvků atd. Mohou ohýbat plechy o tloušťce 1 až 16mm. Ve speciálních případech mohou být tloušťky i větší. V dnešní době se ohýbačky vyrábějí i v CNC provedení, na kterých je možné naprogramované tvary profilů ukládat do paměti a následně zpětně vyvolat.

5.1.2 Zakružovací stroje (zakružovačky) [2] [19]

Zakružovačky se rozdělují na:

- dvouválcové - konstruuje se jen zřídka. Jeden ze dvou válců je z části tvořen z polyuretanu, do kterého je plech pomocí druhého válce vtlačován a dochází k zakroužení dílce.
- tříválcové
- čtyřválcové

Tříválcové zakružovačky symetrické mají nevýhodu v tom, že po průchodu plechu jsou oba jeho konce nezakroužené díky malému ohybovému momentu. Nezakroužení okrajů se dá předejít tím, že konce plechů se předechnou na lise. Zakružují se plechy o různé tloušťce. V případě tenkých plechů může dojít k prolomení.

Tříválcová zakružovačka asymetrická je nejpoužívanější univerzální zakružovačkou, která odstraňuje problém s jedním nezakrouženým koncem. Druhou stranu plechu zakroužíme tak, že plech otočíme. Hodí se i pro tenké plechy, nehrozí zde prolomení.

Čtyřválcová zakružovačka je schopna vytvořit ideálně zakroužený dílec. Nehrozí zde prolomení plechu. Není však univerzální. Nedají se na ní zakružovat kužele. Stejně jako se na zakružovačkách zakružují plechy, tak se dají zakružovat tvarové profily na tzv. zakružovačkách profilů.



Obr.5.1 Zakružovací stroj na tvarové profily řady HPK 50 [19]

5.1.3 Rovnačky na plech [13] [16]

Rovnačky jsou určeny k rovnání plechů (tabule, pásy) a profilů za studena. Mezi hlavní parametry patří rozestup válců, průměry válců, počet válců a rychlost rovnání. Čím menší je rozestup válců, tím je na válce vyvíjen větší tlak. Pro přesné rovnání se používají víceválcové rovnačky. Při větší délce válců jsou používány i válce opěrné, které sníží ohybové napětí. Rovnačky jsou jak s vodorovně, tak s šikmo uloženými válci. S vodorovně uloženými válci se používají na přerovnání plechů větší tloušťky. Se šikmo uloženými válci se používají pro rovnání tenkých plechů.

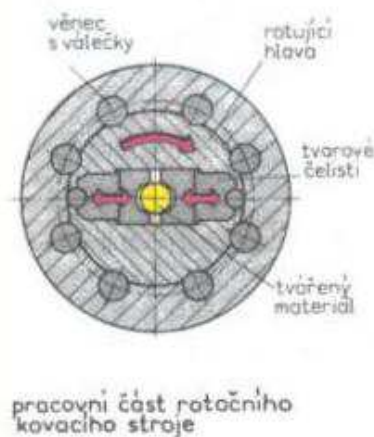


Obr.5.2 Rovnačka na plech [16]

5.2 Rotační stroje na objemové tváření

5.2.1 Redukovačky [1] [17]

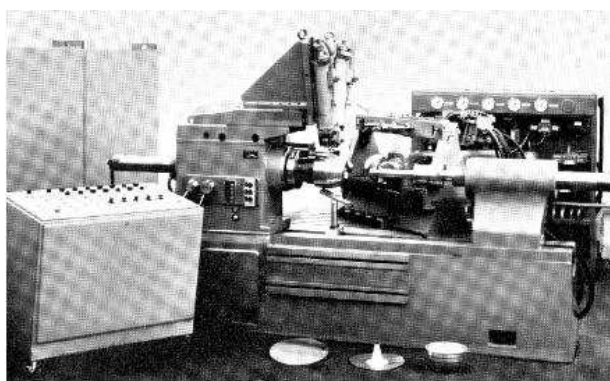
Jedná se o kovací stroj, na kterém dojde ke kování materiálů jedinou operací. Redukovačky jsou stroje určené k tváření (redukci) plného materiálu kruhového průřezu. Redukovat lze jak za studena, tak za tepla. Při redukci za studena je dosaženo vyšší přesnosti. Princip spočívá ve dvou volně uložených válečkách, které se mohou posouvat. Odstředivou silou jsou přitlačovány k obvodu, kde však narážejí na zakalené válce (narážky). Díky nárazu jsou suvně uložené válečky vymrštnuty do středu, kde je tyč určená k redukování. Povrch redukované tyčové součásti je vzhledem k vysokým otáčkám stroje hladký.



Obr.5.3 Redukovací hlava [17]

5.2.2 Stroje na rotační tlačení [3]

Metoda rotačního tlačení vznikla na základě principu činnosti univerzálních soustruhů. Soustružnický nůž je zde nahrazen tlačným válečkem. Tvarování se provádí na trnu, který má tvar budoucího výrobku. Tlačení se provádí za pomoci suportu, na kterém je umístěn pracovní válec, kterým tvarujeme plech. Lze tvarovat bez ztenčení nebo se ztenčením tloušťky plechu. Vyrábějí se na nich např. různé nádoby, hrnce nebo součásti svítilen pouličních lamp.



Obr.5.4 Stroj na kovotlačení [13]

5.2.3 Válcovací stolice [2]

Válcovací stolice jsou stroje zpracovávající materiál (za tepla nebo za studena) válcováním. Nástroj zde koná rotační pohyb. Jako nástroj se používá dvojice pracovních válců, které mají většinou rovnoběžné osy. Válcování patří mezi první operaci, která přetváří materiál ze slévárny na polotovár, který je následně technologickými operacemi upraven na konečný výrobek. Vstupní materiál (ingot) se válcuje na bloky, bramy nebo sochory. Můžeme mít několik válcovacích stolic v řadě (válcovací tratě), na kterých se potom např. z bram válcují plechy. Válcují se jak plechy, tak i tvarové profily. Pracovní válce jsou nastavovány pomocí válcovací stolice.

Podle smyslu otáčení se stolice rozdělují na:

- jednosměrné (válce se otáčí stále stejným směrem)
- vratné (nebo také reversní-mohou měnit smysl otáčení)

Podle konstrukčního uspořádání jsou rozděleny na:

- ⊙ vertikální
- ⊙ horizontální

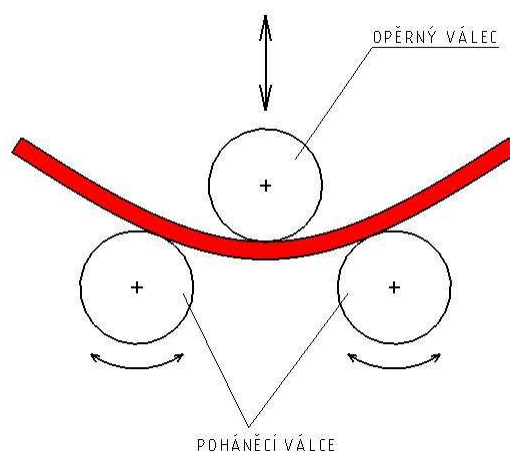
Dvouválcová stolice DUO je konstruována jako vodorovná, svislá a univerzální. Stolice obsahuje dva pracovní válce, které slouží zároveň jako válce poháněcí. Nevýhodou pracovních válců je, že nedovedou vyvinout takový přítlak. Díky tomu dochází k menším úběrům materiálu. Stolice mohou být vodorovné, svislé univerzální.

Univerzální DUO je kombinace vertikálního a horizontálního DUA. Dvojice válců se dají nastavovat.

Válcovací stolice TRIO má většinou horní a spodní válec uložen pevně. Prostřední je stavitelný a opotřebovává se dvakrát více než válce krajní. Je to zapříčiněno tím, že materiál projede mezi spodním a prostředním válcem, poté je vrácen mezi prostřední a horní válec a jede nazpět. Všechny tři jsou válce pracovní a zároveň poháněcí.

Lauthovo TRIO je v podstatě stejné jako běžné trio. Rozdíl je průměr prostředního válce, který má velikost $\frac{2}{3}$ průměru válců krajních. Pracovní válce jsou ve styku s materiálem a slouží zároveň jako poháněcí. Horní válec je opěrný a vyvíjí přítlak.

QVARTO používá dva válce pracovní (poháněné), které jsou ve styku s materiálem a dva opěrné na krajích. Po qvartu se vyskytují tzv. mnohonásobné stolice (6, 12, 14, 20, planetová). Čím více válců použijeme, tím můžeme dosáhnout menší tloušťky plechu.



Obr.5.5 Schéma třívalcové symetrické zakružovačky [2]

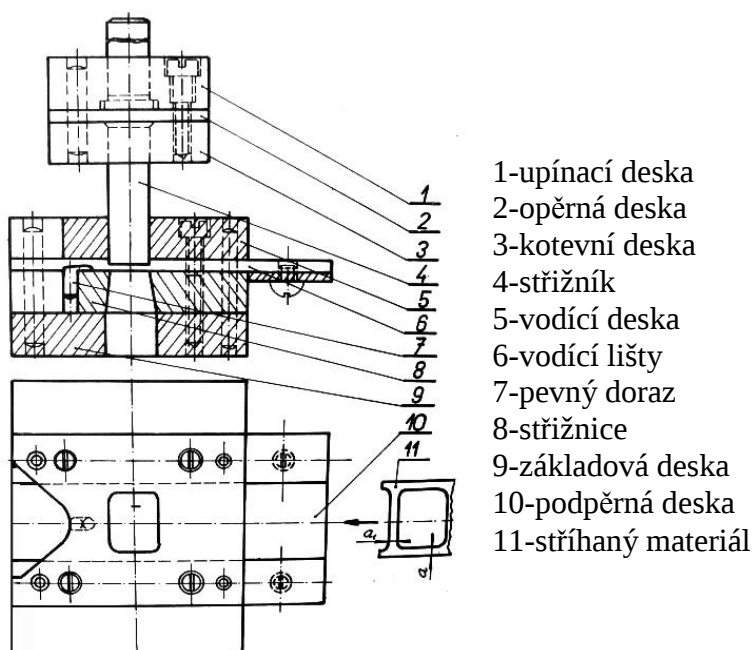
6 TVÁŘECÍ NÁSTROJE

6.1 Stříhadla [6] [7]

Stříhání je jedním z nejrozšířenějších způsobů zpracování plechu. Provádí se za pomoci střížných nástrojů (stříhadel). Střížné nástroje se rozdělují podle:

- charakteru vykonávaných prací: prostřihování, děrování, vystřihování, nastřihování
- počtu úkonů na jeden zdvih: jednoduché, postupové, sloučené a sdružené
- podle omezení posuvu materiálu: se stavitelným dorazem, pevným dorazem a s hledáčky
- podle druhu vedení: otevřené, s vodící deskou, s vodícími sloupky a se sdruženým vedením

Jako hlavní části stříhadla nástroje jsou střížník a střížnice. Nejjednodušší nástroj je takový, kde je střížník i střížnice z celistvého materiálu. Zvýšení bezpečnosti a přesnosti práce lze dosáhnout použitím vodící desky. Tím se eliminuje vůle beranu a také se zvyšuje životnost nástrojů. Střížník v tomto případě neopouští vodící desku (obr.6.1), což vede také ke zvýšení bezpečnosti práce. Střížnice je pevná, skoličovaná a sešroubovaná se základovou deskou. Vodící lišty mají za úkol vedení a centrování plechu. Kromě vedení vodící deskou se také používá vedení vodícími sloupky, které mají buď kluzné nebo valivé vedení. Kromě nástroje s vedením se používají i nástroje bez vedení, které se používají na menší série a vedení je v tomto případě zajištěno vedením lisu. Na složitější součásti se používají tzv. sdružené nástroje, na kterých se nejen stříhá, ale i tvaruje, ohýbá, stříhá obvod atd. Konstrukce nástroje je vždy dána nástřihovým plánem pro danou součást. Pomocí střížného nástroje se vyrábějí například řetězová kolečka jízdního kola nebo podložky. Sdruženými nástroji jsou vyráběny součásti složitější, které nacházejí uplatnění například v elektrotechnice.



Obr.6.1 Střížný nástroj s vodící deskou [6]

Kromě nástroje s vedením se používají i nástroje bez vedení, které se používají na menší série a vedení je v tomto případě zajištěno vedením lisu. Na složitější součásti se používají tzv. sdružené nástroje, na kterých se nejen stříhá, ale i tvaruje, ohýbá, stříhá obvod atd. Konstrukce nástroje je vždy dána nástřihovým plánem pro danou součást. Pomocí střížného nástroje se vyrábějí například řetězová kolečka jízdního kola nebo podložky. Sdruženými nástroji jsou vyráběny součásti složitější, které nacházejí uplatnění například v elektrotechnice.

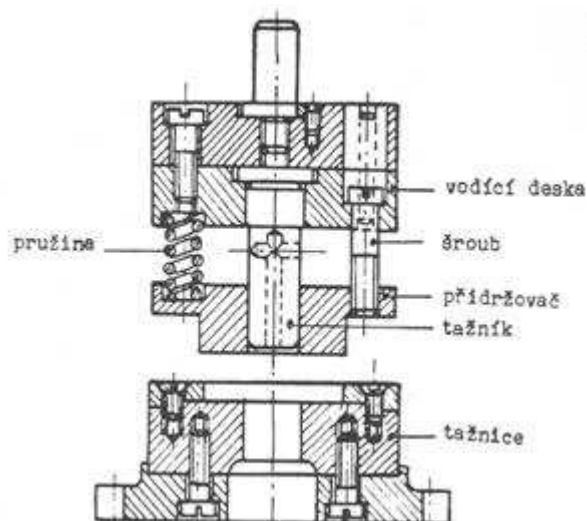
6.2 Tažidla [7] [8] [9] [20]

Hlavní části tažného nástroje jsou tažník a tažnice. Dále také přidržovač, který zabraňuje zvlnění plechu při tažení mělkých nádob na běžných výstředníkových lisech. U druhého a dalšího tahu také usměrňuje výtažek proti tažnici. Může být pružinový, pryžový, pneumatický a nebo hydraulický. Přidržovací síla nesmí být příliš velká, aby nedošlo k utržení výtažku. Tažidla se vyrábějí s přidržovačem i bez. Podle charakteru vykonané práce se tažidla rozdělují na: nástroje pro první tah a na nástroje pro další tahy. Podle druhu na: nástroje určené pro jednočinné, dvojčinné, trojčinné a postupové lisy.

Tažník tvoří aktivní část nástroje a jeho vnější průměr je současně vnitřním průměrem výtažku. Upínání je podobné jak u střižníku za stopku. Konstrukce se může lišit vzhledem k taženému průměru a hloubce. Stejně jako střižník je i tažník vyroben z nástrojové oceli.

Tažnice je část nástroje, na kterém se vytváří kruhový výlisek, mající prstencový tvar s funkčním otvorem a potřebným tvarem tažné hrany, která bývá vložkována, což umožňuje výměnu opotřebovaných hran aniž by došlo ke změně tvaru.

Technologií tažením se vyrábějí různé druhy kalíšků, nádob nebo krytů.

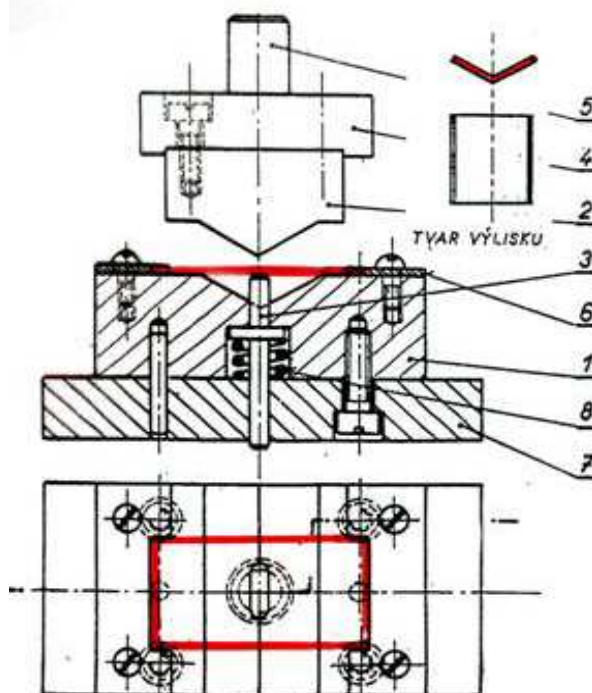


Obr.6.2 Tázný nástroj s horním přidržovačem [20]

6.3 Ohýbadla [18]

Ohýbací nástroj (ohýbadlo) slouží k ohýbání, popřípadě ohraňování součástí různých tvarů. Hlavní částí ohýbacího nástroje je ohybník a ohybnice. Nástroj se rozděluje podle technologie ohýbání na: ohýbání do tvaru „V“ a „U“. Většinou nekonstruuji samostatně, ale spíše jako sdružené nástroje. Princip činnosti se skládá z pohybu ohybníku (2), upevněného k opěrné desce, který postupně sjíždí do ohybnice, kde již dochází k profilování ohýbané součásti. Poloměr, zaoblení hrany ohybnice a ohybníku, má vliv na ohýbací sílu a na jakost povrchu součásti. Síla je tím větší, čím je menší poloměr hran ohybnice. Při ohybu dochází také k odpružení ohýbané součásti, kterému však lze částečně zabránit podbroušením ohybníku a vytvoření tzv. záporné vůle. Další způsob je také zaoblení dolní části ohýbadla nebo vyhazovače.

Ohýbací nástroje pro ohraňovací lisy jsou převážně univerzální. Slouží k vyrábění součástí z různých tenkostěnných profilů o různých délkách, které jsou však omezeny délkou ohraňovacího lisu. Princip ohýbání je stejný jako na běžném lise.

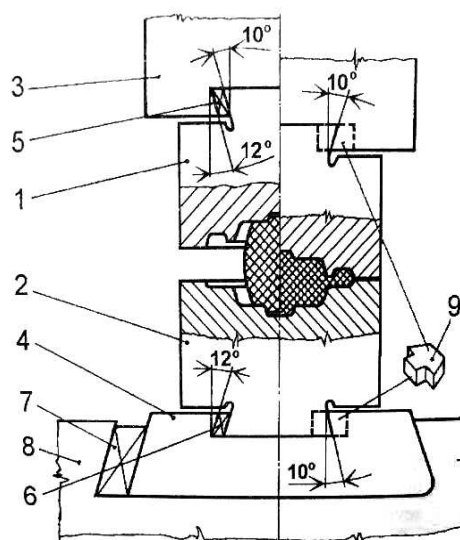


Obr.6.3 Ohýbací nástroj [18]

6.4 Kovací nástroje [7] [8] [9] [17] [18]

Pro kování na bucharech se používá tzv. zápustka (tvarová dutina), ve které je kovaný materiál pěchován a tvarován. Kování v jednodutinových zápustkách je vhodné pro těžké nebo rozměrné výkovky. Předkování se provádí volným kovářím. Jednodutinové zápustky se používají v malosériové výrobě, kde se nevyplatí zápustky postupové.

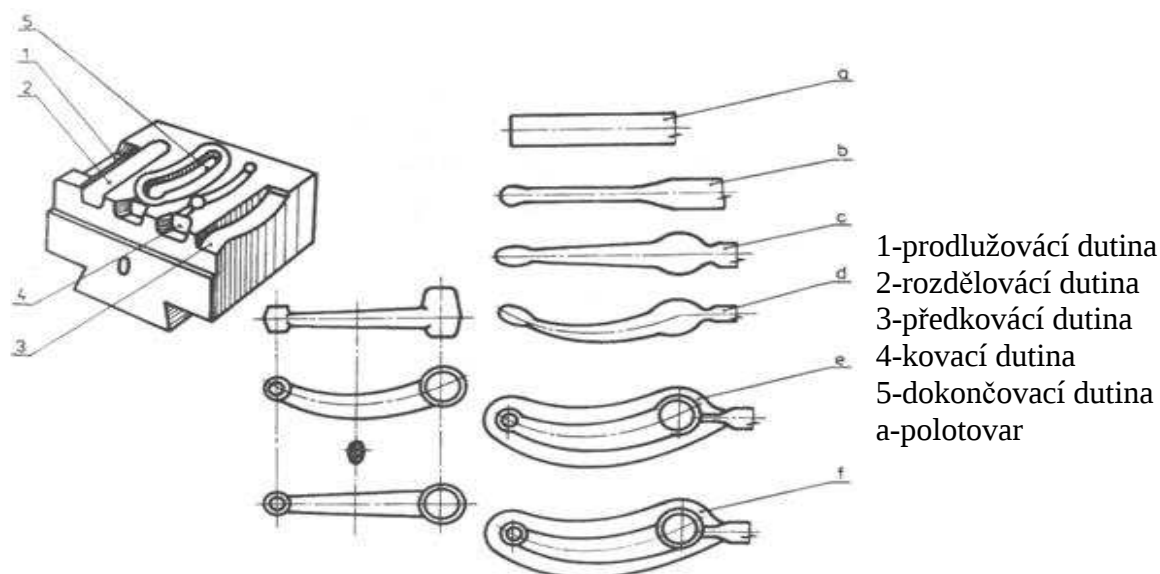
Při kování v zápustkách několika dutinových je výkovek vyráběn postupně až do konce bez předchozího volného předkování. Konstrukce zápustky vychází z výkresu součásti výkovku, jeho materiálu, přirozených přetvárných odporů ocelí za kovacích teplot, tvaru a rozměru výronkové drážky.



- 1-horní polovina zápustky
- 2-dolní polovina zápustky
- 3,4-držák zápustky
- 5,6,7-klíny
- 8-šabota
- 9-pero

Obr.6.4 Jednodutinová zápustka pro buchar [8]

Konstrukce zápustky vychází z výkresu součásti výkovku, jeho materiálu, přirozených přetvárných odporů ocelí za kovacích teplot, tvaru a rozměru výronkové drážky.



- 1-prodlužovací dutina
- 2-rozdělovací dutina
- 3-předkovací dutina
- 4-kovací dutina
- 5-dokončovací dutina
- a-polotovar

Obr.6.5 Postupová zápustka pro buchar [17]

Na (obr.6.4) je schéma jednodutinové dvoudílné zápustky, kde horní (1) a dolní (2) polovina zápustky opatřena rybinami. Zápustka je upevněna v beranu a v šabotě pomocí klínů (5,6,7). Podélný posun je zamezen pomocí pera (9).

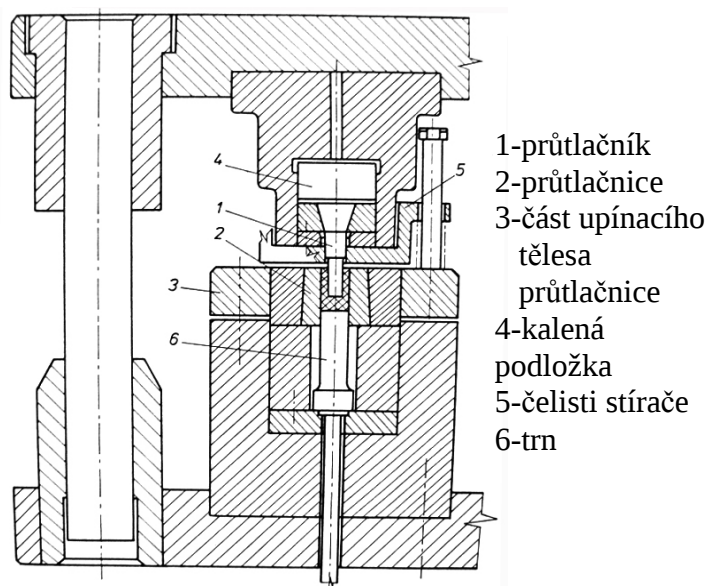
Postupová zápustka (obr.6.5) může být konstruována za pomoci výměnných vložek. Tím dojde k úspoře materiálu zápustky. Jedná se o kování v uzavřených zápustkách. Dutiny nejsou umístěny podle sledu technologických operací. Kovací (dokončovací), tj. poslední dutina je umístěna doprostřed zápustky tak, aby její těžiště bylo co nejbližší těžišti celého bloku. Je to kvůli síle, která je větší než u kování předkovků. Ostatní dutiny jsou rozmístěny kolem dutiny

dokončovací. Při kování na bucharu dochází k větším rázům, které mají za následek větší stupeň prokování. Díky úderu bucharu dochází k odlétávání okují, což vede k čistšímu povrchu výkovku.

Kovací nástroje mohou rovněž pracovat na vřetenových lisech, které jsou řazeny do stejné skupiny kovacích strojů jako buchary. Pracují totiž také rázem. Bere se u nich větší zřetel na přetížení. Dosedací rychlosti beranu je nižší oproti bucharům. Vřetenové lisy se používají především na kování v otevřených, jednodutinových zápustkách pro rovnání, kalibrování, děrování, ohýbání, stříhání a kování výkovků z oceli a neželezných kovů do hmotnosti asi 50 kg. Snažíme se kovat pokud možno na jeden úder kvůli opotřebení zápustky. Na vřetenových lisech lze kovat většinu výkovků jaké lze kovat na bucharách. Výjimku tvoří výkovky, kde dochází k vyššímu stoupání materiálu. Vzhledem k nižší dopadové rychlosti by bylo stoupání materiálu pomalejší. Používají se např. pro kování ozubených kol i s ozubením, s malým přídavkem na opracování.

6.5 Protlačovací nástroje [7] [10] [18]

Základní části protlačovacích nástrojů jsou průtláčník a průtláčnice. Nástroje se rozdělují podle typu protlačování na: dopředné, zpětné, stranové nebo kombinované. Nástroj je namáhán vysokými měrnými tlaky, proto se kladou velké požadavky na materiál, tepelné zpracování, drsnost povrchu a tuhost. Konstrukce průtláčníku má vliv na tvar součásti. Změnou zkosení či zaoblení dostáváme součásti libovolného tvaru. Životnost nástrojů se pohybuje v rozmezí 3000 až 50000 kusů. Vyrábějí se na nich součásti jako např. šroub, trubkové součásti s různými průměry, hřídele, kalíškové součásti se dnem a celé řada dalších.



Obr.6.6 Schéma nástroje pro zpětné protlačování [7]



7 ZÁVĚR [22]

Strojů a nástrojů používaných ve tváření je celá řada. Historie jejich vývoje přecházela přes ruční pohony mechanismů až ke strojům a nástrojům, u kterých se postupně začalo využívat technologií, které práci ulehčovali a automatizovali, jako např. voda či pára. Základní členění strojů závisí na principu jejich činnosti. Dělí se na: mechanické a hydraulické lisy a buchary.

Mechanické lisy patří mezi tzv. zdvihové. Základním typem je lis klikový, který využívá ke svému pohybu klikový mechanismus. Dají se dobře aplikovat v automatizovaných linkách. Jejich nevýhoda je, že nemohou největší tvářecí sílu odebrat v libovolném místě. Typů lisů je celá řada (excentrické, kolenové, vřetenové a další). Používají se na různé operace (ohraňování, ohýbání, tažení, děrování, ražení a další).

Hydraulické lisy patří mezi tzv. silové. Síla je vyvozena pomocí tlakové kapaliny. Jejich výhodou je, že mohou maximální tvářecí síly odebrat v kterémkoli místě. Díky pomalejším rychlostem pohybu beranu nejsou vhodné pro kování vysokých výkovků. V současnosti nacházejí čím dál větší uplatnění. Dají se snadno automatizovat a ovládat na větší vzdálenosti. Používají se na tvářecí různé tvářecí operace (ražení, kování, tažení, kování, tažení).

Buchary patří mezi tzv. zdvihové. Jsou charakterizovány energií úderu bucharu. Buchary jsou např. mechanické nebo hydraulické, ale i buchary kombinované. Jako samostatná skupina bucharů je skupina, která má beran urychlený pomocí plynů, což mohou být např. vysokorychlostní buchary, které jsou určeny na tváření vysokopevnostních ocelí. Vzhledem k vyšším rychlostem dochází při kování k dobrému zatékání kovu ve svislém směru. Jsou tedy vhodné pro tváření vysokých výkovků.

Rotační tvarovací stroje jsou stroje s nepřímým relativním pohybem výstupního členu. Rozdělují se podle plošného a objemového tváření. Jako stroje na plošné tváření patří rovnačky na plech zakružovačky nebo ohýbačky či ohraňovací stroje, kterými lze vytvořit celou řadu profilů různých tvarů. Mezi stroje na objemové tváření patří např. válcovací stolice, redukovačky nebo stroje na rotační tlačení.

K různým druhům tvářecích operací je zapotřebí celá řada tvářecích nástrojů, které jsou připevňovány ke strojům. Jsou to např. tažné, střižné, ohýbací, kovací a nebo protlačovací nástroje. Speciální jsou nástroje, kde dochází ke tváření materiálu pomocí pryže, elastomeru nebo za pomoci kapaliny. Díky nástrojům dostává výrobek požadovaný tvar a rozměry.

V současnosti se v čím dál větší míře uplatňují tvářecí postupové automaty, což vede ke zkracování výrobních časů a nákladů na výrobu. Využívají se zejména v automobilovém průmyslu pro výrobu různých výlisků částí automobilů. Jedni z předních výrobců tvářecích strojů jsou společnosti ŽĐAS, a.s., Šmeral Brno a.s., Schuler AG. V celosvětovém měřítku se mezi přední výrobce řadí Japonsko a Německo. Česká republika patří do první dvacítky vzhledem k celosvětovému měřítku.



Seznam použitých zdrojů

1. RUDOLF, Bedřich ; KOPECKÝ, Miloslav . *Tvářecí stroje : Základy výpočtů a konstrukce*. Vyd. 1. Praha : SNTL - Nakladatelství technické literatury, n. p. , 1979. 408 s.
2. STANĚK, Jiří . *Základy stavby výrobních strojů, Tvářecí stroje*. Vyd. 1. Plzeň : Západočeská univerzita v Plzni, únor 2004. 126 s. ISBN 80-7082-738-6.
3. KOVÁČ, Andrej; JENKUT, Milan. *Tvárniace Stroje*. Vyd. 1. Bratislava : ALFA vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatúry, n. p., 1978. 814 s.
4. HÝSEK, Rudolf. *Tvářecí Stroje 1971*. Vyd. 1. Praha : ANTL - Nakladatelství technické literatury, 1972. 600 s.
5. KOPECKÝ, Miloslav ; RUDOLF, Bedřich. *Tvářecí stroje : Mechanické a hydraulické lisy*. Vyd. 1. Praha : SNTL - Nakladatelství technické literatury, n. p., 1967. 328 s.
6. PETRŽELA, Zdeběk . *Tváření 2 : Strojírenská technologie a tvářecí stroje*. Ostrava : Brigáda socialistické práce Edičního střediska VŠB Ostrava, 1975. 335 s.
7. KOTOUČ, Jiří, et al. *Tvářecí nástroje*. Vyd. 1. Praha : Vydavatelství ČVUT, 1993. 349 s. ISBN 80-01-01003-1.
8. FOREJT, Milan; PÍŠKA, Miroslav . *Teorie obrábění, tváření a nástroje*. Vyd. 1. Brno : AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, s.r.o., 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9.
9. NOVOTNÝ, Karel . *TVÁŘECÍ NÁSTROJE*. Vyd. 1. Brno : Nakladatelství Vysoké učení technické v Brně, duben 1992. 186 s. ISBN 80-214-0401-9.
10. PETRUŽELKA, Jiří ; BŘEZINA, Richard . *Úvod do tváření 1* [online]. Ostrava : [s.n.], 2001 [cit. 2010-04-25]. Dostupné z WWW: <http://www.345.vsb.cz/jiripetruzelka/Texty/Uvod_TV1.pdf>.
11. Technická univerzita v Košiciach. *LISY : Študijní materiál* [online]. [s.l.] : [s.n.], 2005 [cit. 2010-04-25]. Dostupné z WWW: <http://www.sjf.tuke.sk/kvtar/1/files/09_Lisy.pdf>.
12. NOVOTNÝ, Karel . *Výrobní stroje a zařízení : Tvářecí stroje* [online]. [s.l.] : [s.n.], září 2002 [cit. 2010-04-25]. Dostupné z WWW: <http://ust.fme.vutbr.cz/tvareni/opory_soubory/vyrobní_stroje_a_zarizení__novotny.pdf>.
13. VARCHOLA, Michal ; MADÁČ, Kamil. *Tvárniace Stroje : Učebná pomocka pre predmet Výrobná technika* [online]. Košice : [s.n.], 2004 [cit. 2010-04-25]. Dostupné z WWW: <<http://www.scribd.com/doc/6768161/TS>>.
14. MAŇAS, Stanislav . *Výrobní stroje a zařízení : Tvářecí stroje* [online]. ČVUT v Praze : [s.n.], 2006/2007 [cit. 2010-04-25]. Dostupné z WWW: <<http://www.strojar.com/download/file.php?id=653>>.
15. ŽĎAS a.s. [online]. c2010 [cit. 2010-04-25]. Hydraulické univerzální lisy CTC. Dostupné z WWW: <<http://www.zdas.cz/content.aspx?id=44>>.
16. ŽĎAS a.s. [online]. c2010 [cit. 2010-04-25]. Rovnačky na plech. Dostupné z WWW: <<http://www.zdas.cz/content.aspx?id=95>>.
17. LENFELD, Petr. *Katedra tváření kovů a plastů - skripta* [online]. c2010 [cit. 2010-04-25]. Technologie objemového tváření - kování. Dostupné z WWW: <http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce/03.htm#034>.



-
18. LENFELD, Petr. *Katedra tváření kovů a plastů* [online]. c2010 [cit. 2010-04-25]. Technologie plošného tváření - ohýbaní. Dostupné z WWW: http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce/07.htm.
 19. *Fermatmachinery* [online]. c2010 [cit. 2010-04-25]. Zakružovací stroje řady PK a HPK. Dostupné z WWW: <http://www.fermatmachinery.com/cs/16-zakruzovacky-profilu/83-pk-35-f.html>.
 20. LENFELD, Petr. *Katedra tváření kovů a plastů* [online]. c2010 [cit. 2010-04-26]. Technologie plošného tváření - tažení . Dostupné z WWW: http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce/09.htm.
 21. *ZVU Kovárna* [online]. c2010 [cit. 2010-04-25]. Výrobní možnosti. Dostupné z WWW: <http://www.kovarna.cz/zvu-vyrobnni-moznosti.php>.
 22. *Obor obráběcích a tvářecích strojů je stále na vzestupu* [online]. 2008, poslední změna 9.9.2008 [cit. 2010-05-18]. Technik. Dostupné z WWW: <http://img.ihned.cz/attachment.php/640/16497640/ait348BCDE7IJKMl6PQWbegqySUw2AVm/TE68a.jpg>.
-



SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 - Označování tvářecích strojů

Příloha 2 - Rozměrové parametry tvářecích strojů

Příloha 3 - Mechanismy pohonů tvářecích strojů

Příloha 4 - Přímý a nepřímý pohon Hydraulických lisů

Příloha 5 - Rozdělení stříhadel dle funkce



Příloha 1 - Označování tvářecích strojů [3] [4] [14]

Tvářecí stroje jsou označeny určitým označením podle toho, do které skupiny patří. První písmeno nám určí a jaký typ stroje se jedná. Druhé a třetí písmeno nám stroj blíže specifikuje podle toho pro jakou technologickou činnost bude určen a také podle pohonu který je na stroji použit.

Mechanické lisy:

Prvním písmenem pro označení mechanických lisů je písmeno L.

- LK klikový lis (LKT-klikový lis tažný)
- LE výstředníkový lis (LEN-jednostojanový výstředníkový lis naklápěcí)
- LV vřetenové lisy
- LT tažné lisy (LTN)
- LL kolenové lisy (LLD-kolenový lis razící)
- LU univerzální lisy (LUD-dvoubodový klikový lis)
- LZK svislý kovací lis (výstředníkový hřídel)

Hydraulické lisy:

Prvním písmenem pro označení hydraulických lisů je písmeno C.

- CZ zápusťkový lis (CZR-hydraulický vtlačovací lis)
- CB lis na plastické hmoty
- CD dílenské-montážní lisy
- CT tažné lisy (CTC-hydraulický lis tažný jednočinný)
- CX vytlačovací lisy
- CN hydraulické nůžky
- CKV hydraulický kovací lis

Buchary:

Prvním písmenem pro označení bucharů je písmeno K.

- KP padací buchary (KPH-hydraulický padací buchar)
- KK protiběžné buchary
- KD parní buchary
- KB kompresorové buchary
- KE elektrické buchary
- KA pružinové buchary

Ohýbací stroje:

Prvním písmenem pro označení ohýbacích strojů je písmeno X.

- XO ohýbačky
- XZ zakružovačky
- XR rovnačky

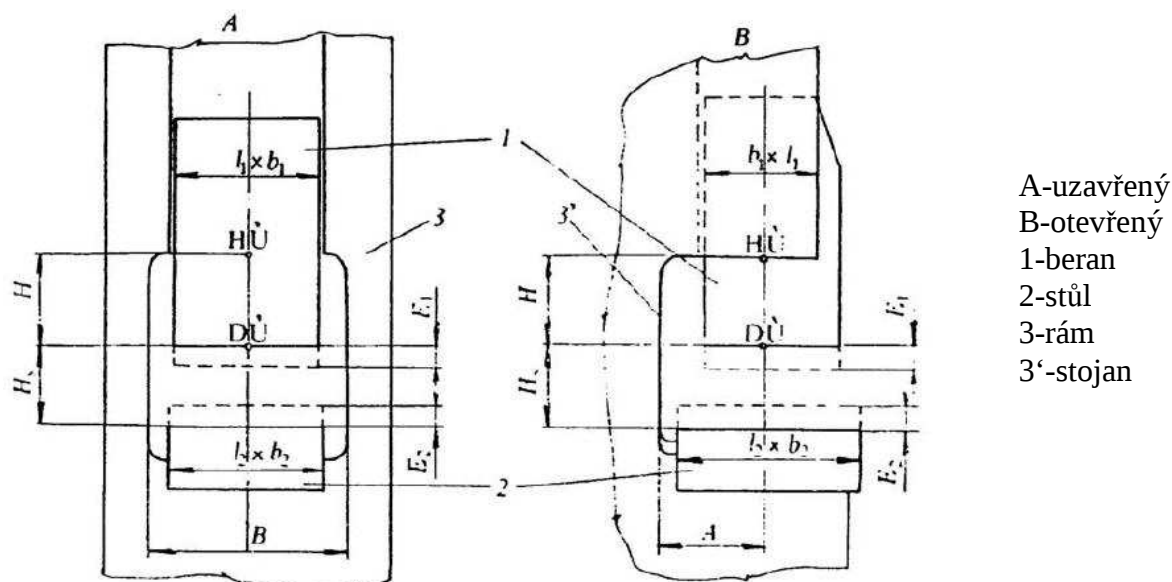
Nůžky:

Prvním písmenem pro označení nůžek je písmeno N.

- NT tabulové nůžky
- NO okružní nůžky
- NP nůžky na profily
- NU univerzální nůžky

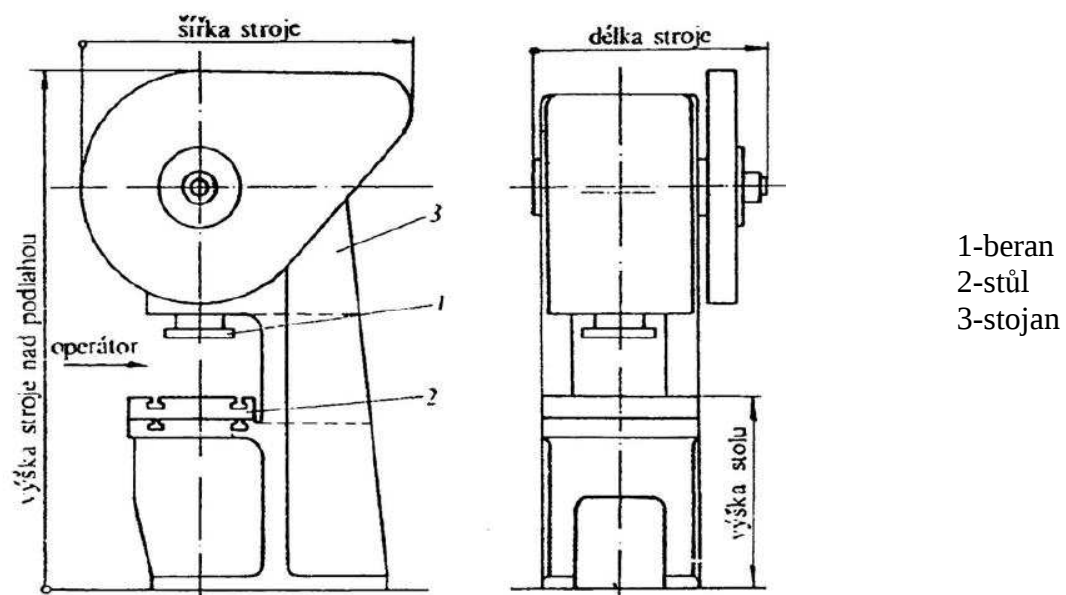
Příloha 2 - Rozměrové parametry tvářecích strojů [1]

Rozměry pracovního prostoru



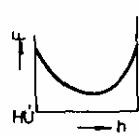
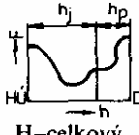
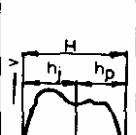
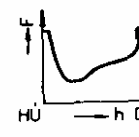
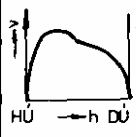
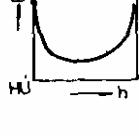
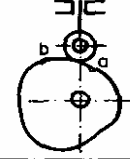
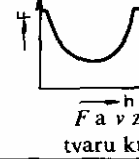
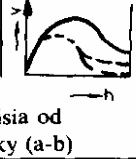
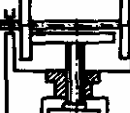
Obr.1.9 Rozměry pracovního prostoru [2]

- *Upínací plocha stolu $l_2 \times b_2$*
plocha sloužící k upínání spodní části nástroje nebo stolní desky.
- *Upínací plocha beranu $l_1 \times b_1$*
plocha k upínání horní části náboje.
- *Průchod **B***
nejmenší vzdálenost vnitřních ploch.
- *Vyložení **A***
kolmá vzdálenost osy beranu od čelní plochy v pracovním prostoru.
- *Zdvih **H***
vzdálenost beranu mezi jeho horní a dolní úvratí.
- *Přestavitelnost stolu E_2*
vzdálenost, o kterou lze zmenšit sevření.
- *Přestavitelnost beranu E_1*
vzdálenost, o kterou lze zmenšit sevření.
- *Sevření H_s*
vzdálenost mezi upínacími plochami stolu a beranu v jeho dolní úvratí při největším zdvihu, přestavitelnost beranu nahoře a stolu dole.

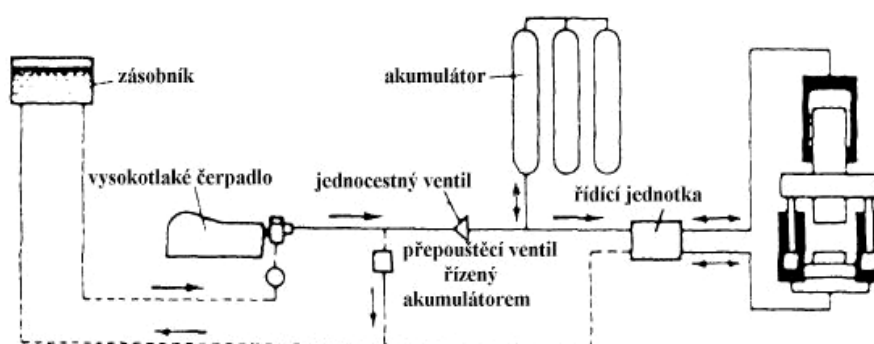


Obr.1.10 Rozměry stroje[2]

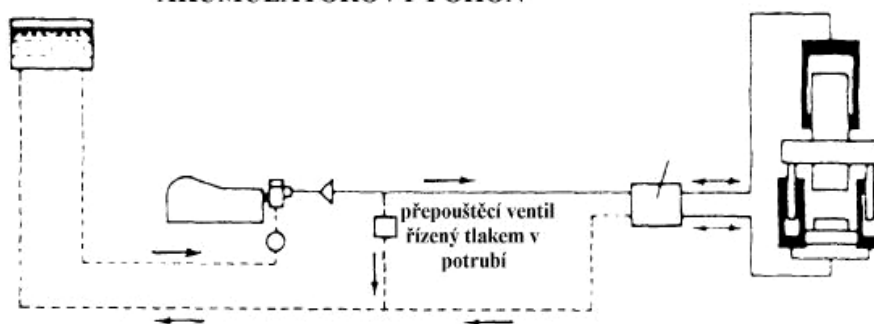
Příloha 3 - Mechanismy pohonů tvářecích strojů [13]

Druh pohonu	Schéma	Dovolené zaťaženie mechanizmu	Priebeh rýchlosti barana	Poznámky	
Kľukový mechanizmus	Axiálny				jednoduchý prevod vhodný na prenášanie veľkých technologických síl
	prevod s unášacou kľukou				viacčlenné pohonné mechanizmy vhodné pre stredné sily, umožňujú dosiahnuť žiadané závislosti sily a rýchlosti od dráhy šmýkadla
	dvojkľukový				
	kolenový				veľké konečné sily viazané na dráhu pohybu šmýkadla
Vačkové mechanizmy				vhodné pre malé sily, možnosť dosiahnutia ľubovoľnej závislosti rýchlosti na dráhe šmýkadla	
Vretenový mechanizmus		$F = \text{konšt}$ veľkosť závisí od spôsobu práce		veľké konečné sily možno dosiahnuť veľkou uhlovou rýchlosťou zotrvačníka	

Příloha 4 - Přímý a nepřímý pohon Hydraulických lisů [2]

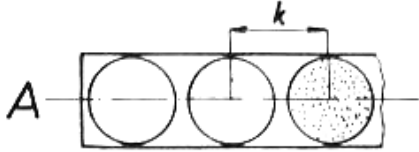
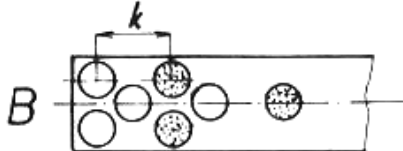
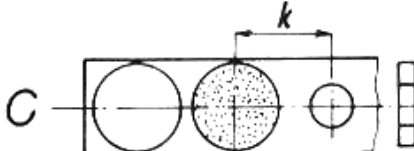
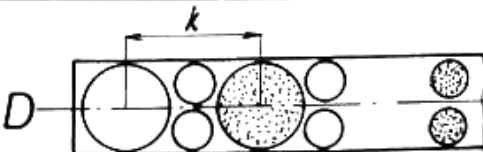


AKUMULÁTOROVÝ POHON



PŘÍMÝ POHON

Příloha 5 - Rozdělení stříhadel dle funkce [6]

1	jednoduchá	
2	vícenásobná (víceřadá)	
3	postupová	
4	sloučená	
5	sdružená	