



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

REŠERŠE SVISLÝCH KOVACÍCH LISŮ SEARCHES OF VERTICAL FORGING PRESSES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

PETR GAVENDA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAN PAVLÍK, Ph.D.

BRNO 2014

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství

Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Petr Gavenda

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

obor: **Stavba strojů a zařízení (2302R016)**

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:

Rešerše svislých kovacíh lisů

v anglickém jazyce:

Searches of vertical forging presses

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Práce je zaměřena na vytvoření rešerše a uceleného roztrídění svislých kovacíh lisů.

Cíle bakalářské práce:

Práce má přiblížit historii vývoje kovacíh lisů, dále analyzovat současný stavu dané oblasti, výhledu do budoucnosti a požadavky na kovací lis. Vytvoření uceleného třídění používaných svislých kovacíh lisů.

Seznam odborné literatury:

Kamelander, I: Tvářecí stroje, skriptum VUT v Brně

<http://www.smeral.cz/>

<http://www.zdas.cz/cs/>

<http://www.ajax-ceco.com>

<http://www.fagorarrasate.com>

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jan Pavlík, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2013/2014.

V Brně, dne 19.11.2013

L.S.

prof. Ing. Václav Pištěk, DrSc.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.
Děkan fakulty

Abstrakt

Tato práce shrnuje základní princip konstrukčního provedení svislého kovacího lisu s důrazem na popis jeho stěžejních částí. Dále je v textu pojednáno o základních parametrech lisů a standardních perifériích, poslední kapitola je věnována porovnání reprezentativních produktů jednotlivých výrobců.

Abstract

This thesis summarizes the basic principles of structural design of vertical forging press with emphasis on the description of its main parts. In addition, the text discusses the basic parameters of presses and standard peripherals, the final chapter is devoted to the comparison of representative products of individual manufacturers.

Klíčová slova

Svislý kovací lis, beran, stojan, vyhazovač, zápustka

Keywords

Vertical forging press, ram, stand, bouncer, dies

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Gavenda,P. *Rešerše svislých kováčích lisů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2014. 31s. Vedoucí diplomové práce Ing. Jan Pavlík, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma Rešerše svislých kovacíh lisů jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně dne 27.5.2014

.....

Petr Gavenda

Poděkování

Rád bych na tomto místě poděkoval svému vedoucímu práce Ing. Janu Pavlíkovi, Ph.D. za jeho přístup, trpělivost, invenci a rady.

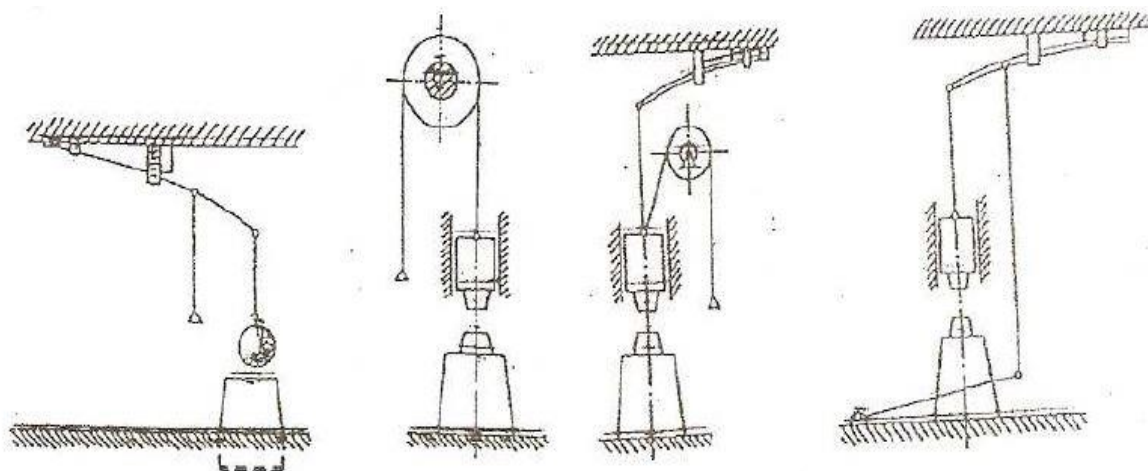
Petr Gavenda

Obsah

Úvod.....	6
1 Tvářecí stroje	7
1.1 Buchary.....	8
1.2 Hydraulický kovací lis.....	9
2 Princip a základní charakteristiky lisu	10
2.1 Funkce lisu.....	10
2.2 Základní technické parametry	11
3 Konstrukce lisu	12
3.1 Uložení hřídele zprava doleva	12
3.2 Uložení hřídele zepředu dozadu	13
4 Hlavní částí lisu.....	13
4.1 Stojan.....	13
4.2 Beran.....	15
4.2.1 Berany se spodním a horním vedením	17
4.2.2 Berany s jednoduchým vedením	17
4.3 Ojnice.....	18
4.4 Výstředníkový hřídel	18
4.5 Spojka	19
4.6 Brzda.....	21
4.7 Vyhazovače	21
4.8 Držák zápustek	22
4.9 Automatizace	22
5 Lisy jednotlivých výrobců	24
5.1 Šmeral Brno.....	24
5.2 SMS-Eumuco.....	26
5.3 Ajax	27
5.4 Porovnání parametrů.....	29
6 Závěr	30
Seznam použité literatury.....	31

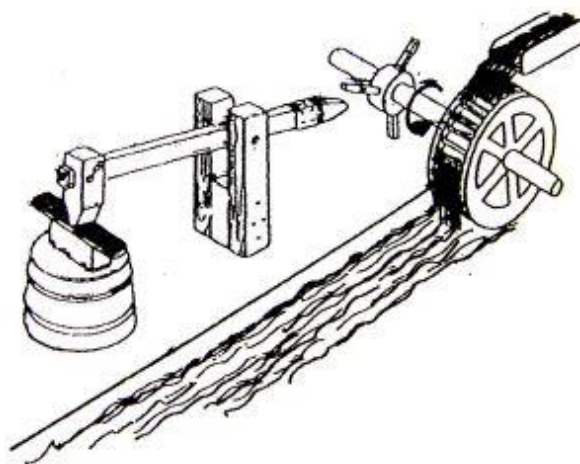
Úvod

Spolu s poznáním kovu si člověk postupně začal osvojovat základní hutní technologie, především pak kování a slévárenství. První zmínky o ručním kování pochází už z dob Homérových. Přibližně 350 let př. n. l. pak dochází (pravděpodobně v Řecku) k prvnímu použití šroubových lisů na ruční pohon při výrobě vína. V 9. století byla vyvinuta takzvaná mechanizovaná kladiva (Obr. 1.1).



Obr. 1.1: Mechanizovaná kladiva [9]

S potřebou zpracovávat stále rozměrnější dílce docházelo k postupnému nahrazování lidské síly nejrůznějšími mechanismy. Ve středověku například vznikala celá řada zařízení pracujících na principu využívání vodní energie či síly větru. Nejznámějšími z nich jsou například buchary na vodní pohon (Obr. 1.2).



Obr. 1.2: Buchar s vodním pohonem [9]

S vynálezem parního stroje dochází v 18. století k rozmachu směrem k prvním konstrukcím bucharů na parní pohon, kdy je beran bucharu zvedán pomocí tlaku páry. V roce 1795 pak Angličan Joseph Bramah patentoval první hydraulický lis na ruční pohon. Dalším významným mezníkem při vývoji tvářecích strojů je sestavení elektromotoru. V této době dochází k výrobě prvních mechanických tvářecích strojů.

V Československu zaznamenáváme významnější rozvoj tvářecích strojů především po roce 1935. Hlavními představiteli výroby jsou té době firmy Storek, Mach a Fišer, jejichž největší rozmach je pochopitelně spojen s obdobím po druhé světové válce. V současnosti existuje v České republice mnoho výrobců, kteří se specializují na výrobu tvářecích strojů. K tradičním výrobcům patří zejména společnosti Žďas a.s., Šmeral Brno a.s., TS Plzeň a.s., nebo Metalpres Zastávka [4,9].

Oblast tváření je jedním z nejdůležitějších odvětví strojího průmyslu, o čemž svědčí i množství projektů schválených pro rozvoj a výzkum v této oblasti v posledních letech. Díky dotačním programům MPO, specializovaných agentur (TAČR, CzechInvest) a v neposlední řadě EU se úroveň produkce tvářecích strojů vyrobených v ČR drží na velmi solidní (konkurenceschopné) úrovni.

1 Tvářecí stroje

Tvářecími stroji rozumíme zařízení určená k provádění trvalé změny tvaru materiálu pomocí působení mechanické síly bez odběru třísek, a to ve stavu polotovaru za tepla i za studena. Cílem tohoto procesu je především výhodnější uspořádání vláken zpracovávaného polotovaru – tedy „vytvarování“ polotovaru, zlepšení mechanických vlastností a úspora materiálu [8].

Podle pracovního principu můžeme tvářecí stroje rozdělit do čtyř základních kategorií [5]:

- Lisy - beran lisu koná přímočarý vratný pohyb, ke tváření materiálu dochází převážně tlakem beranu
- Buchary - beran bucharu koná přímočarý vratný pohyb, ke tváření materiálu dochází rázem beranu
- Rotační tvářecí stroje – dráha nástroje je tvořena kruhem nebo jeho částí
- Ostatní - do této kategorie patří například vypínací stroje a tažné stolice

Z hlediska druhu využívané energie klasifikujeme tvářecí stroje jako [4]:

- Silové - používají k překonání odporu tvářeného materiálu potenciální energii, hlavním představitelem silového stroje je hydraulický lis
- Energetické - k překonání odporu tvářeného materiálu využívají kinetickou energii, typickým představitelem takových strojů je buchar
- Zdvihové - využívají ke tváření materiálu obou forem uvedených energií, představitelem tohoto stroje je klikový lis

Dalším možným rozlišením tvářecích strojů je druh tvářecí operace, které lze na daném stroji provádět. Lze pak hovořit o strojích [4]:

- pro plošné tváření
- objemové tváření
- stříhací stroje
- stroje na dělení materiálu
- univerzální a speciální stroje

Tato bakalářská práce se dále zabývá především svislými kovacími lisami, které jsou řazeny do kategorie zdvihových tvářecích strojů. Tyto stroje jsou určeny k objemovému tváření materiálu za tepla. Nejčastější používanou technologií na těchto strojích je zápusťkové kování.

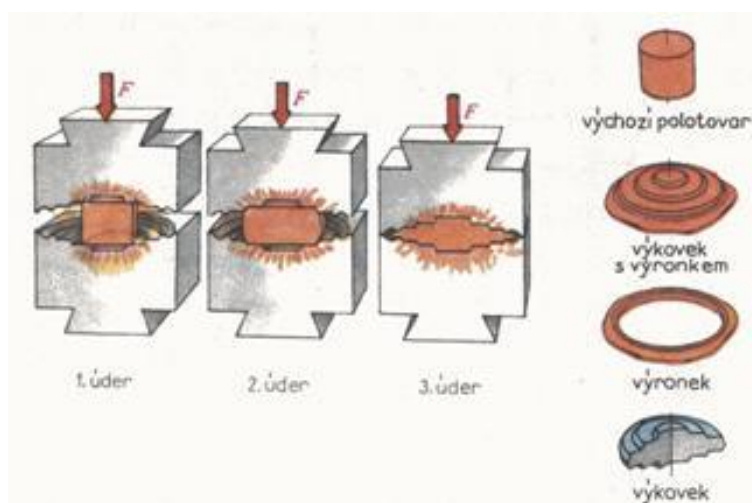
K této technologii se kromě svislých kovacích lisů (které budou podrobně popsány v kapitole číslo 3) používají také buchary a hydraulické kovací lisy.

1.1 Buchary

Buchary patří do kategorie strojů energetických nebo zdvihových - dle použitého pohonu a konstrukce. Pro zápustkové kování se používají převážně buchary padací, pneumatické, protiběžné a vysokorychlostní.



Obr. 2.1: Pneumatický buchar KHZ firmy Šmeral Brno [7]



Obr. 2.2: Postup kování v jednodutinové zápustce [3]

U zápustkového kování na bucharu (Obr. 2.1) dochází k vyplňování zápustky postupně na několik úderů beranu (Obr. 2.3). Čas kování tedy může být značně vyšší než zápustkové kování na lisu, kde je zápustka vyplněna během jednoho zdvihu beranu. Buchary navíc nevyužívají vyhazovače - je tedy nutné realizovat větší úkosalypustek.

Výhody bucharu oproti lisu:

- částečné odstranění okují vlivem otřesu při kování
- cena stroje

Nevýhody bucharu jsou:

- větší úkosity na výkovku
- přenos rázu a otřesů do okolí
- délka kování

1.2 Hydraulický kovací lis

Hydraulické lisy (Obr. 2.3) pracují na principu Pascalova zákona a jsou jedním z typických představitelů silových tvářecích strojů.



Obr. 2.3: Model hydraulického lisu CKV1200 firmy Žďas a.s. [6]

Hlavní výhodou těchto lisů oproti lisům mechanickým jsou [4]:

- větší tvářecí síla
- větší zdvih beranu
- regulace tlaku a rychlosti
- konstantní tlak a rychlost při tváření
- snadná reverzace pohybu beranu

Nevýhody hydraulických lisů jsou [4]:

- menší rychlost beranu
- složitější a méně účinný pohon
- větší cena stroje při stejné jmenovité síle

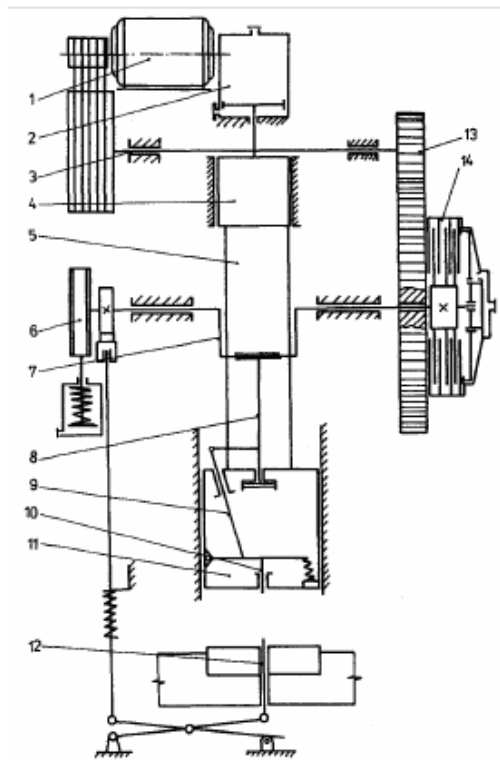
2 Princip a základní charakteristiky lisu

Princip svislých kovací lisů je založen na takzvaném klikovém mechanismu. Pro přesný chod stroje je nutné zaručit jeho dostatečnou tuhost. Toho je dosaženo masivní konstrukcí stojanu, použitím relativně krátké ojnice u klikového mechanismu a v neposlední řadě vhodným klikovým – excentrickým hřídelem.

2.1 Funkce lisu

Základní kinematické schéma lisu je uvedeno na Obr. 3.1. Krouticí moment je od motoru (1) přenášen řemenovým převodem na předlokový hřídel (3). Odtud ozubeným převodem (13) pomocí spojky (14) na excentrickou hřídel (7), z hřídele pomocí ojnice (8) na beran (11). Při vratném pohybu beranu dochází přes mechanismy horního vyhazovače (10) a spodního vyhazovače (12) k uvolnění výkovku ze zápustky.

Pro lisy s menší kovací silou se používá princip přímého pohonu - s vynecháním předlohového hřídele.

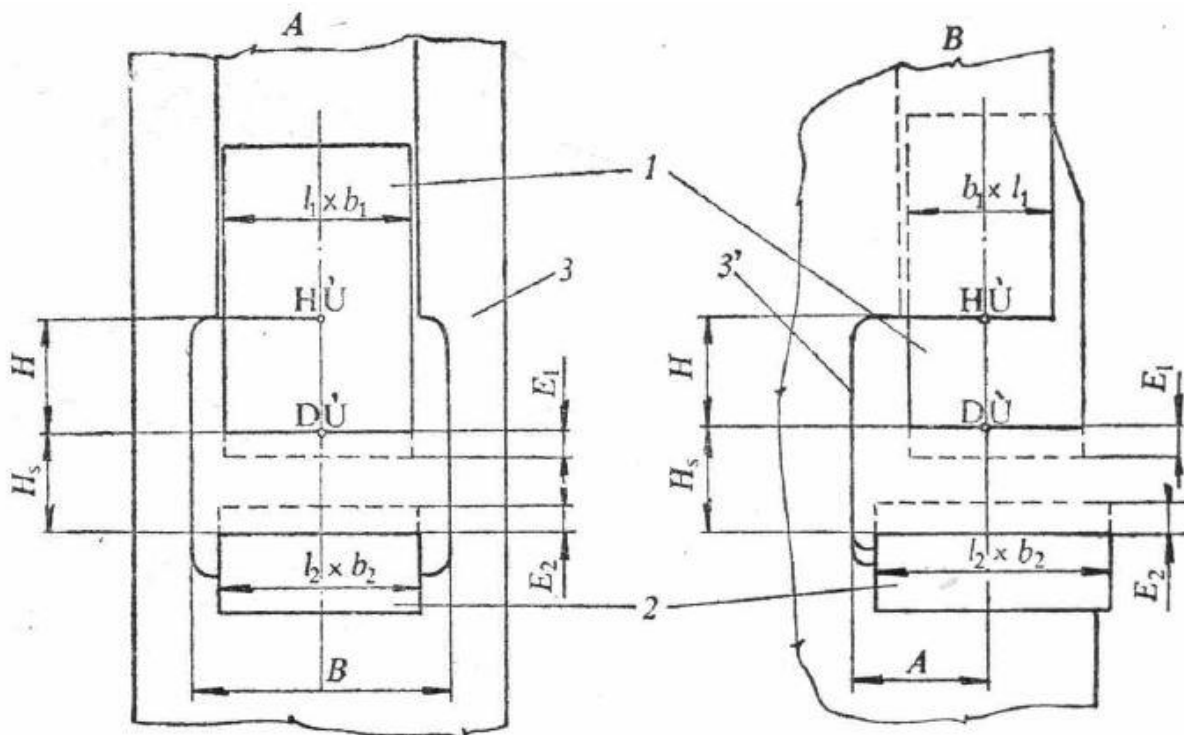


Obr. 3.1: Kinematické schéma lisu [3]

1- motor, 2- vyvažování beranu, 3- předlohový hřídel, 4- pomocné vedení beranu, 5- chobot beranu, 6- brzda, 7- excentrická hřídel, 8- ojnice, 9 - mechanismus horního vyhazovače, 10- horní vyhazovač, 11- beran, 12- spodní vyhazovač, 13- ozubený převod, 14- spojka

2.2 Základní technické parametry

Základními parametry lisu rozumíme fyzikální veličiny, které určují velikost a rozměry tvářeného materiálu, velikost pracovního prostoru a hlavní rozměry stroje. Hlavní rozměry stroje jsou dány především jeho konstrukcí. Velikost pracovního prostoru pak určuje maximální velikost výrobku s ohledem na použité nástroje [4]. Rozměry pracovního prostoru jsou popsány na Obr. 3.2.



Obr. 3.2: Rozměry pracovního prostoru lisu [4]

A - uzavřený stojan, B - otevřený stojan

1 - beran, 2 - stůl, 3 - rám

H - zdvih beranu, $l \times b$ - rozměry stolu beranu a stojanu, E - Přestavení stolu a beranu

Základní technické parametry uvádí každý výrobce ve svých katalogích a webových stránkách. Jedná se nejčastěji o následující údaje:

A) **Jmenovitá síla**

Jde o maximální sílu, kterou může být stroj zatěžován. Bývá součástí názvu stroje, zpravidla se vyrábí stroje s jmenovitou silou 6300kN – 120MN [1].

B) **Zdvih**

Charakterizuje maximální možnou dráhu pohybu beranu. Běžně se tento parametr pohybuje mezi 200 – 500mm [3].

C) **Sevření**

Udává minimální/maximální vzdálenost beranu a stolu stojanu v dolní úvratí stroje.

D) **Přestavení**

Charakterizuje maximální vzdálenost, o kterou se může měnit sevření stroje.

E) **Rozměry stolu a beranu**

Rozumíme tím rozměry upínacích ploch beranu a stolu stojanu.

F) Počet zdvihů

Jedná se o maximální počet zdvihů (úderů), které je stroj schopen vykonat za jednu minutu.

Dalšími parametry, které bývají zpravidla udávány, jsou například maximální rozměry stroje, vzdálenost mezi sloupy stroje, výška stolu nad podlahou a podobně.

3 Konstrukce lisu

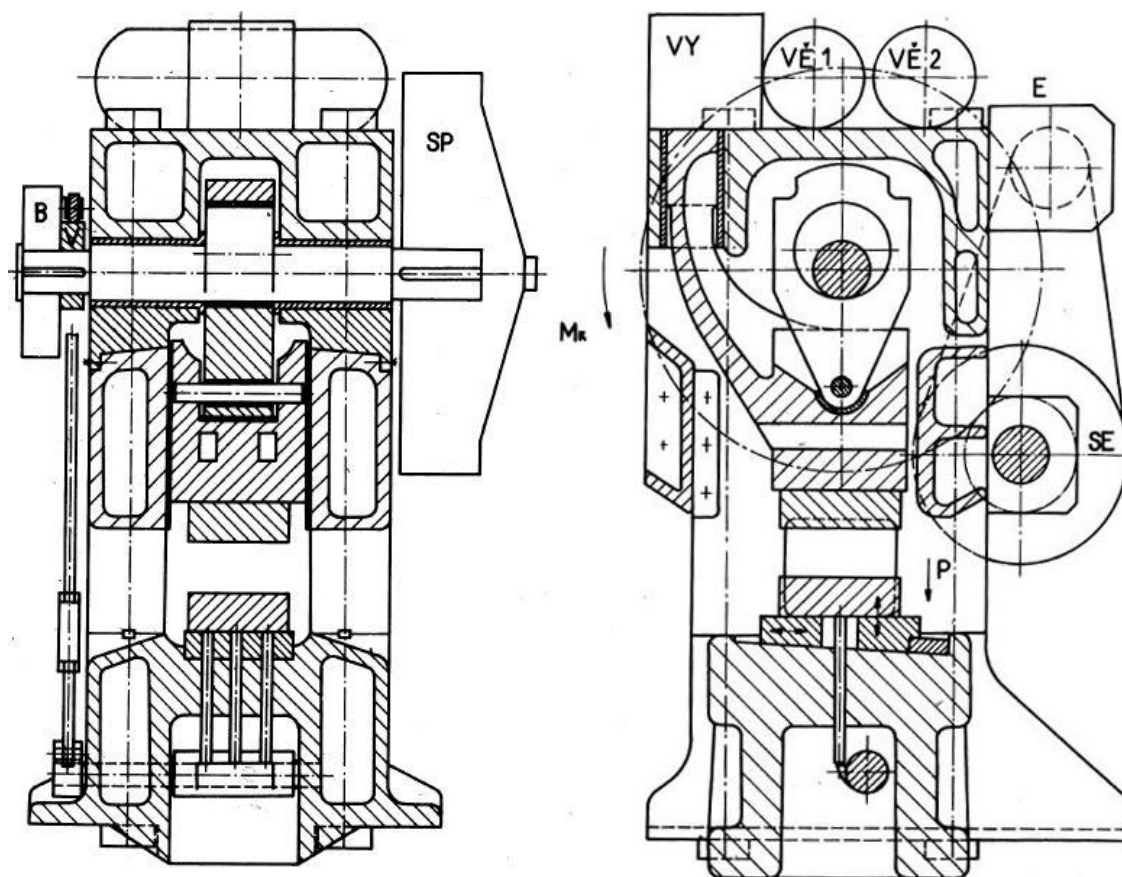
Každý výrobce pochopitelně používá své osvědčené konstrukční postupy a koncepce. Dochází k neustálým vylepšením a inovacím, ať už za účelem zefektivnění provozu stroje, snížení poruchovosti, nebo nárokům na údržbu, obsluhu apod.

Obecně jsou ale rozlišovány dva základní typy konstrukce lisů:

- uložení hřídele zleva doprava
- uložení hřídele zepředu dozadu

3.1 Uložení hřídele zprava doleva

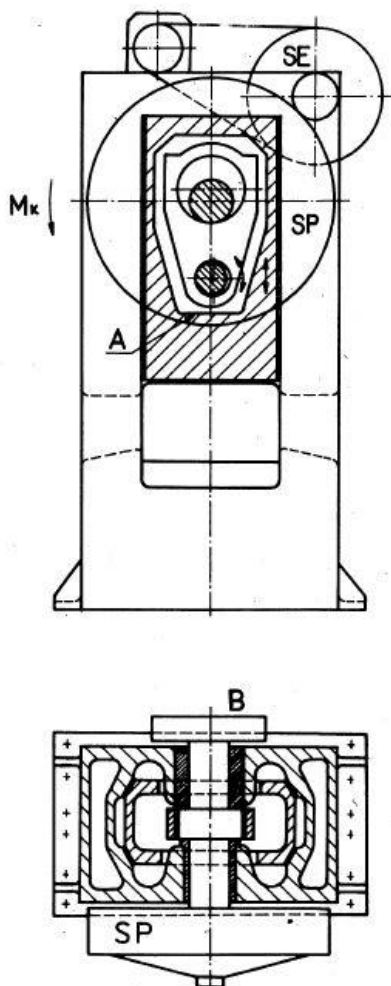
Konstrukční uspořádání tohoto provedení je uvedeno na Obr. 4.1. Při tomto řešení je síla z ojnice na beran přenášena pomocí pánve a čepu ve spodní části ojnice, což má za následek zvýšení tuhosti lisu. Změna sevření je prováděna přesazením klínu na stole lisu [1].



Obr. 4.1: Kovací lis s hřídelí uloženou zprava doleva [1]

3.2 Uložení hřídele zepředu dozadu

Konstrukční provedení tohoto řešení je uvedeno na Obr. 4.2. Síla je z ojnice na beran přenášena pomocí výstředného čepu. Natáčením tohoto čepu pak dochází ke změně výšky sevření lisu. Výhodou tohoto provedení je dosažení potřebné tuhosti při úspoře hmotnosti, zejména díky výrazně kratšímu excentrickému hřídeli [1].



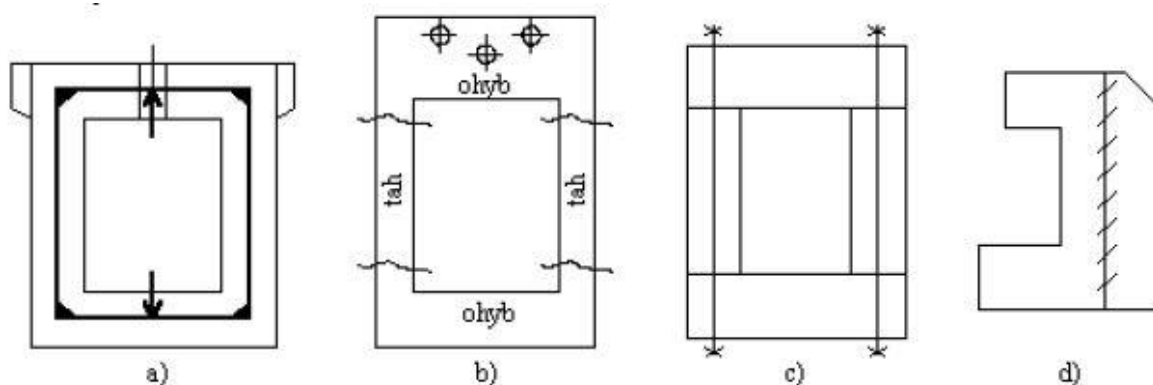
Obr. 4.2: Kovací lis s hřídelí uloženou zepředu dozadu [1]

4 Hlavní částí lisu

4.1 Stojan

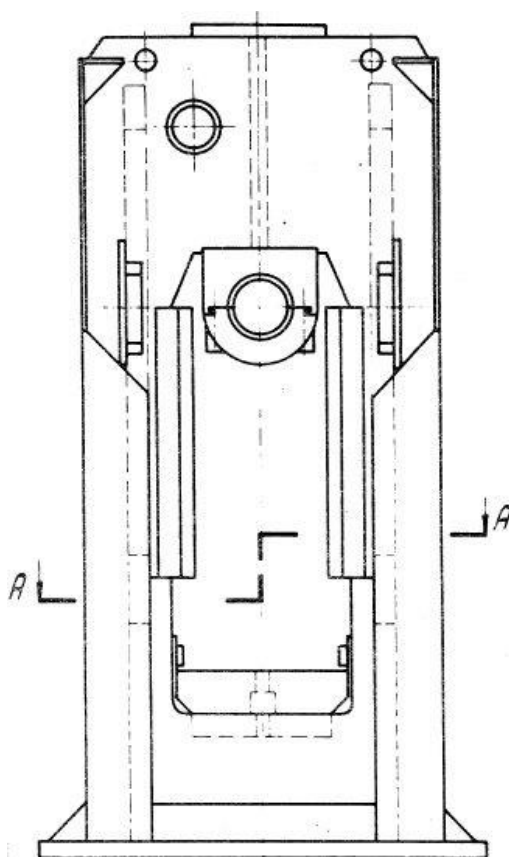
Konstrukce stojanu kovacího lisu je realizována jako uzavřená do tvaru „O“ (Obr 5.1.1). Může být provedena jako celistvá nebo jako dělená - stažená kotvami. Dělené provedení se používá převážně u lisů s vyšší kovací silou za účelem zmenšení hmotnosti a rozměrů pro jednodušší přepravu a manipulaci se stojanem. U děleného provedení je namáhání stojanu od kovací síly zachyceno předepnutými kotvami, které zachycují namáhání vzniklé kovací silou [5].

Princip kotvení se v některých případech provádí i u celistvých stojanů. Díky tomu lze volit konstrukci s menšími průřezy stojanu, což má za následek úsporu materiálu [5].

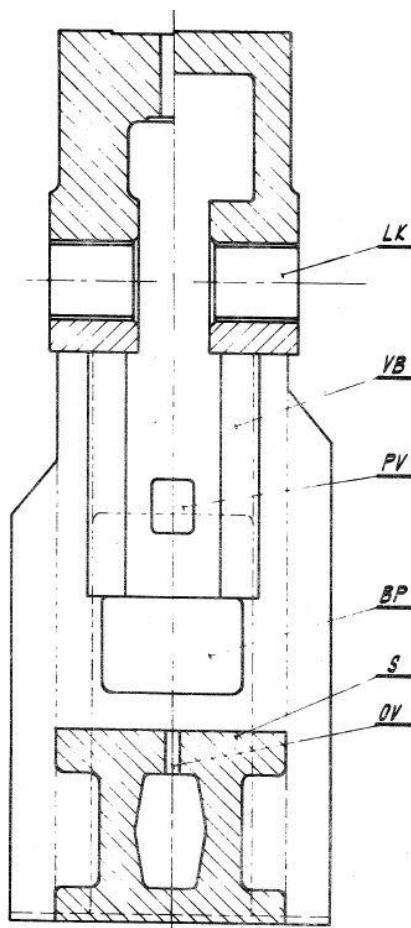


Obr. 5.1.1: Uzavřené stojany tvaru „O“ a,b) celistvý c) dělený d) svařovaný [8]

Stojany kovací lisů jsou vyráběny buďto jako odlitky (Obr. 5.1.3) nebo svařence (Obr. 5.1.2). Z praxe vyplývá, že je z hlediska životnosti a spolehlivosti stroje vhodné volit odlévaný stojan, nicméně jeho vysoká cena v mnoha případech přesvědčí spotřebitele k volbě stojanu svařovaného. Model pro litinový stojan je navíc velmi rozměrný a složitý, což způsobuje problémy zejména se lhotou pro výrobu modelu a otázkou jeho pozdějšího skladování.



Obr. 5.1.2: Pohled zepředu na svařovaný stojan [1]



Obr. 5.1.3: Řez odlévaným stojanem lisu [3]
 LK – uložení excentrického hřídele, VB – vedení beranu,
 PV – vyvažování beranu, BP - boční průchod, S – stůl, OV – otvory
 vyhazovače

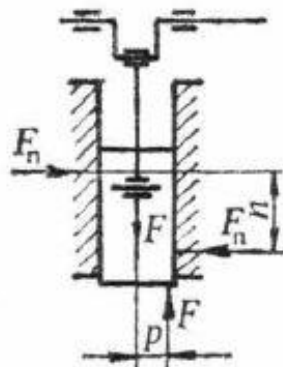
Stojan je základní nosnou částí lisu. V horní části lisu je v bronzových dělených kluzných pouzdrech pomocí vík a šroubů uložená výstředníková hřídel. Na sloupech stojanu je pak umístěno na stavitelných lištách kluzné vedení beranu. Předlohový hřídel bývá zpravidla uložen ve valivých ložiscích pomocí vík. Na předlohový hřídel se umísťuje setrvačnick k akumulaci energie.

Základní vlastnosti stojanu vychází z požadavků na přesnost a manipulaci s výkovkem v pracovním prostoru. Charakteristikami těchto vlastností rozumíme [8]:

- tuhost
- dynamická stabilita
- snadný odvod výlisků
- malá hmotnost a rozměry stojanu

4.2 Beran

Berany kovací lisů jsou konstruovány jako jednobodové – s jedním výstředníkem. Pro správnou funkci beranu je důležité zachycení momentových dvojic při výstředním zatížení (Obr. 5.2.1). Toho je dosahováno vhodnou volbou délky vedení a šířky beranu - správný poměr délky vedení ku šířce beranu by se měl pohybovat v rozmezí 2,5-3 [2,4].

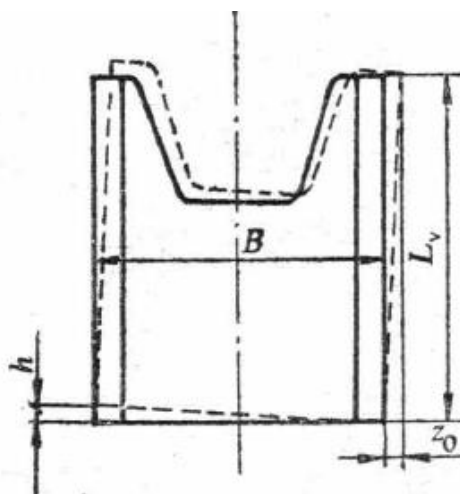


Obr. 5.2.1: Výstředné zatížení jednobodového lisu [4]

Vzhledem k vůlím ve vedení beranu dochází k nerovnoběžnosti čelní plochy beranu a roviny stolu stojanu. Tím dochází k natočení beranu o délku h (Obr. 5.2.2). Tu je možné spočítat ze vztahu [4]:

$$h = z_0 \frac{B}{L_v}, \text{ kde}$$

h natočení beranu
 z_0 statická vůle vedení
 B šířka vedení
 L_v délka vedení



Obr. 5.2.2: Natočení beranu při výstředném zatížení [4]

V horní části beranu bývá umístěno takzvané vyvažování beranu. To slouží k vyvážení sil klikového mechanismu. Jeho účinkem je pak vymezována vůle v uloženíh ve směru pracovního tlaku, aby nedocházelo k rázovému namáhání částí klikového mechanismu.

Z hlediska konstrukce jsou na beran kladeny tyto základní požadavky:

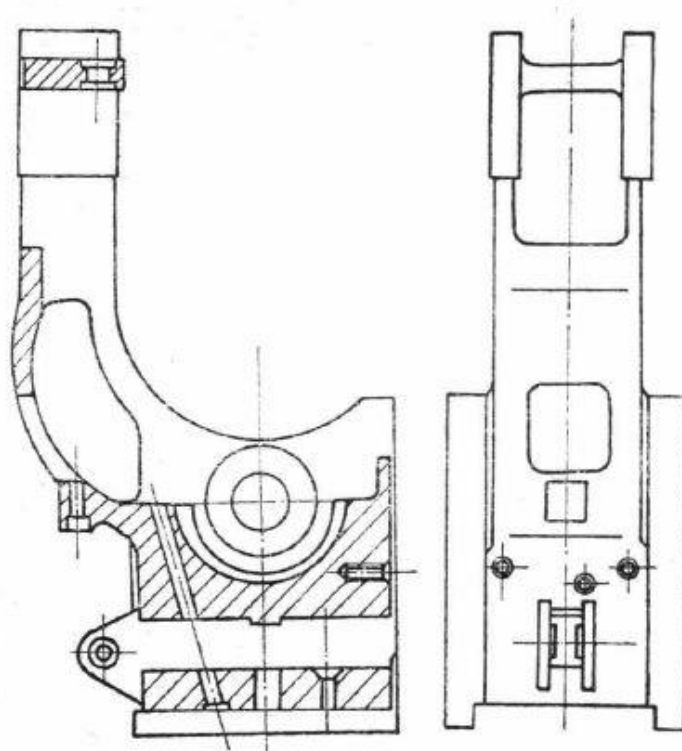
- velká tuhost v ohybu a tlaku
- malá hmotnost s ohledem na dynamické účinky
- dokonalé vedení k zajištění vzájemné polohy obou částí tvářecího nástroje

Berany se vyrábí jako litinové nebo ocelolitinové, tvar beranu je tzv. skříňového typu s vodícími plochami prodlouženými nad výstředníkový hřídel[4]. Můžeme je rozdělit do dvou základních skupin:

- berany se spodním a horním vedením
- berany s jednoduchým vedením

4.2.1 Berany se spodním a horním vedením

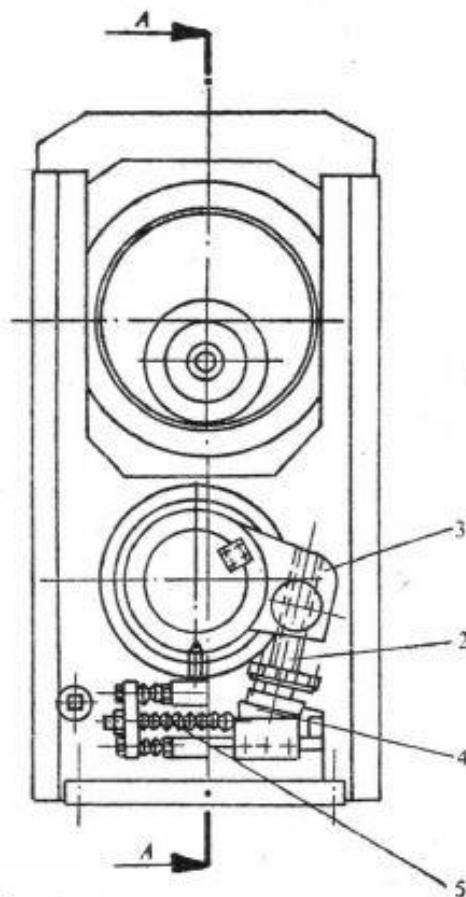
Prodloužení vedení beranu nad výstředníkovou hřídel je dosaženo rozdělením vedení na dvě části - spodní a horní (Obr. 5.2.3), horní vedení je umístěno na takzvaném chobotu. Provedení obou vedení bývá obvykle osmiboké [2]. Uložení dolního čepu ojnice je zpravidla u tohoto provedení realizováno přes jednoduchý čep a bronzovou pánev ve spodní části ojnice, přičemž se pánev opírá přímo do válcového vybrání beranu. Tím dochází k přenášení tvářecí síly z ojnice na beran. Čep beranu pak slouží zejména ke zvedání beranu z dolní úvratě klikového mechanismu.



Obr. 5.2.3: Beran se spodním a horním vedením [4]

4.2.2 Berany s jednoduchým vedením

Jednoduché vedení beranu bývá provedeno ve tvaru X nebo O (Obr. 5.2.4), někdy se používá i osmiboké vedení, které je prodloužené až nad výstředníkovou hřídel [2]. Uložení spodního čepu ojnice v beranu se provádí pomocí bronzových pouzder. Přes čep je pak přenášena síla z ojnice na beran. Zároveň slouží tento čep i ke zvedání beranu z dolní úvratě.



Obr. 5.2.4: Beran s jednoduchým vedením [4]

4.3 Ojnice

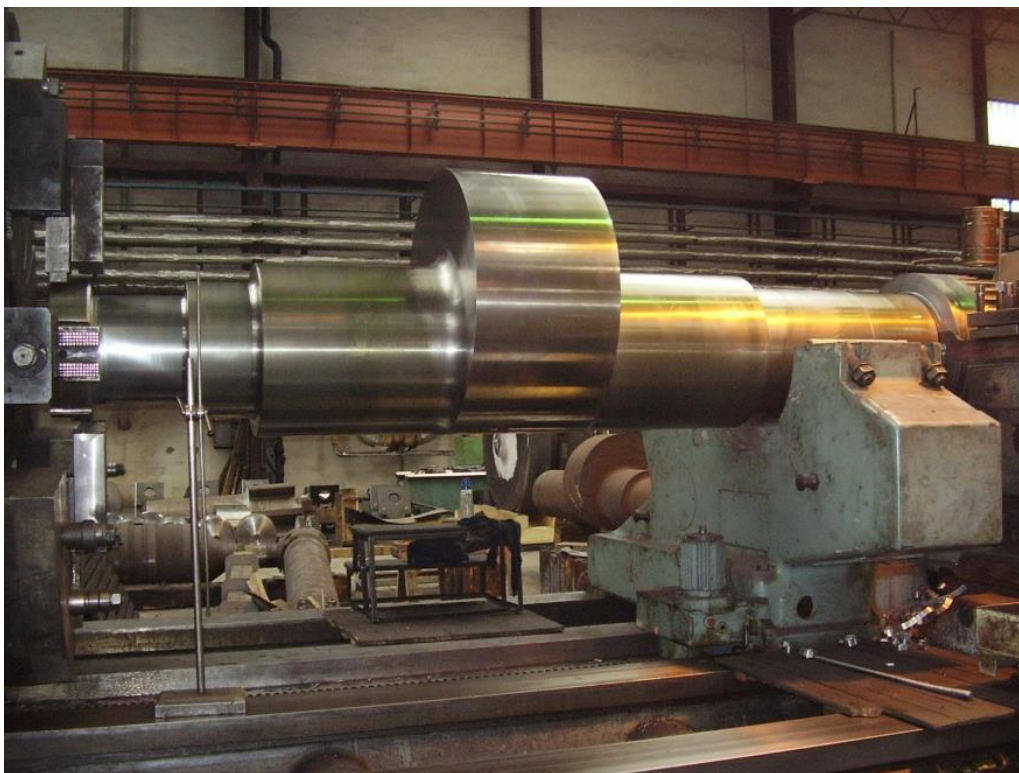
Ojnice slouží k přenosu síly z výstředníkového hřídele na beran lisu. Uložení výstředníkového hřídele a beranového čepu v ojnici bývá provedeno pomocí kluzných pouzder. Při nesouososti beranového čepu s výstředníkovým hřídelem je tato soustava staticky neurčitá a pohyb mechanismu je možný jen za určitých deformací. Z tohoto důvodu je kladen nárok na výrobu beranového čepu co nejmenší délky, aby se mechanismus blížil statické rovinné úloze. Ojnice je namáhána tlakem a momenty vznikajícími díky čepovému tření v uloženích výstředníkového hřídele a beranového čepu. Hlava ojnice je zatěžována dynamickou silou na počátku vratného pohybu v dolní úvrati [4].

Tělo ojnice se vyrábí jako celistvý litinový nebo ocelolitinový odlitek. Provedení může být buď s dělenou nebo nedělenou ojnicí hlavou. Provedení víka ojnice může být také litinové nebo ocelolitinové, ojnicí šrouby se vyrábí ocelové [4].

4.4 Výstředníkový hřídel

Výstředníkový hřídel (Obr. 5.4.1) převádí rotační pohyb od pohonu lisu na přímočarý vratný pohyb. Excentricita výstředního průměru pak udává zdvih lisu. Vzhledem k velkým silám potřebným pro tvárnutí materiálu, jsou hřídele jednou z nejvíce namáhaných částí lisu [1]. Především jsou totiž zatíženy velkými kroutícími a ohybovými momenty.

Hřídele se vyrábí převážně jako zušlechtné výkovky z legované oceli, do stojanu bývá uložený pomocí kluzných pouzder. Na výstředném průměru je pak na hřídel přes ojnici zavěšený beran. Na jednom konci hřídele je umístěna spojka, na druhém brzda lisu.



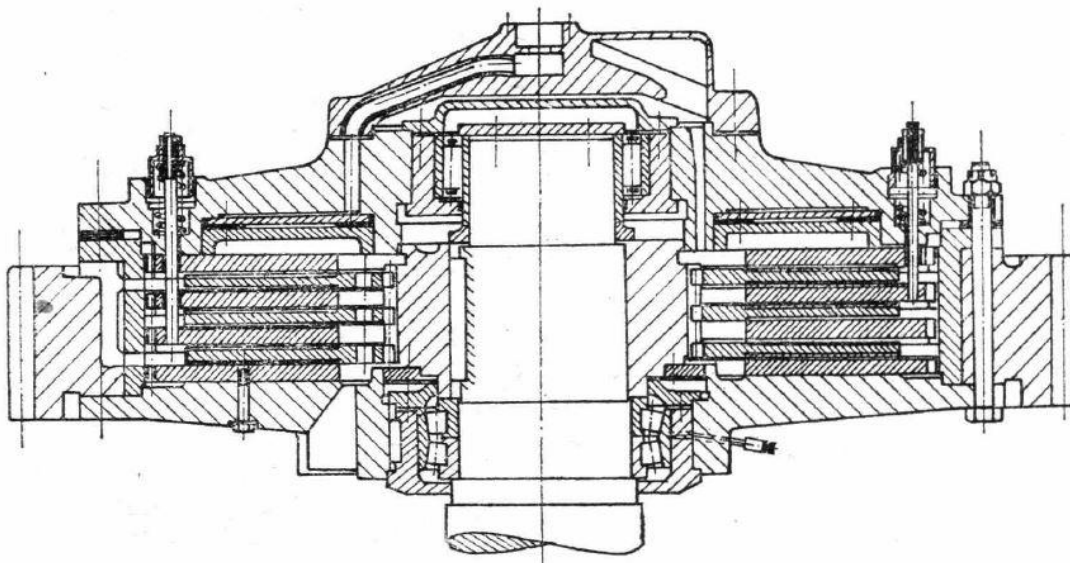
Obr. 5.4.1: Výstředníkový hřídel [10]

4.5 Spojka

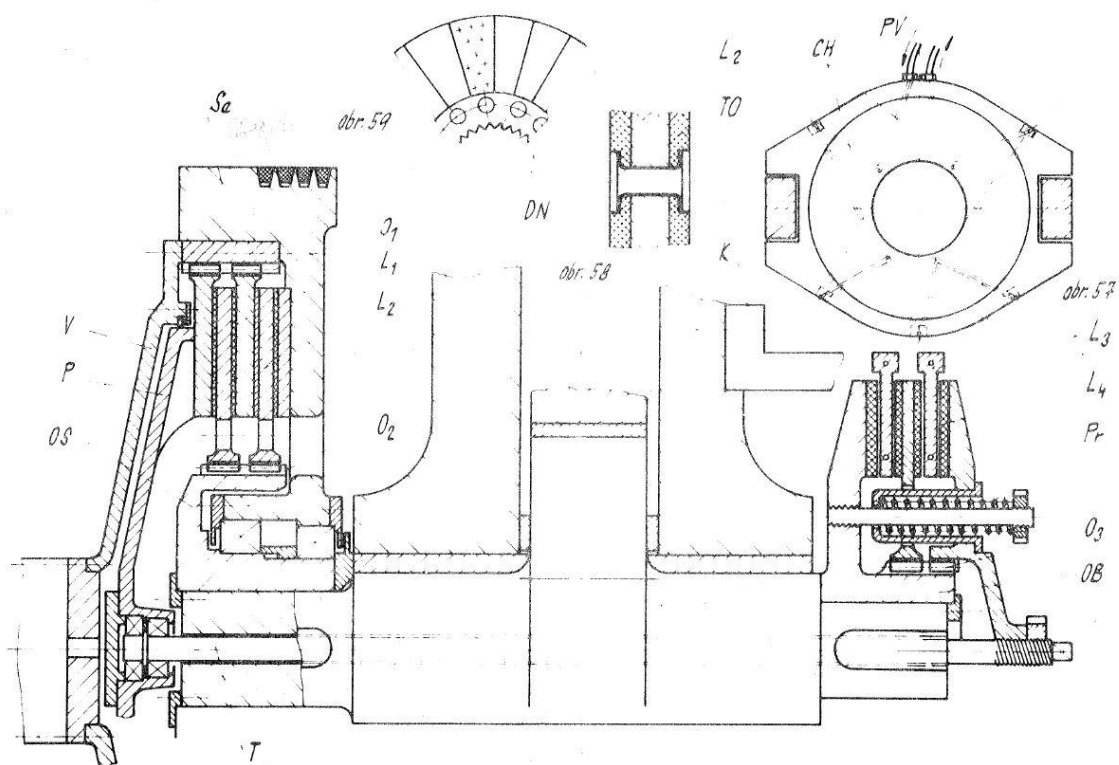
Spojka lisu spojuje výstředníkový hřídel s pohonem stroje. U svislého kovacího lisu se používají častěji třecí lamelové spojky (Obr. 5.5.1). Ovládání spojky bývá převážně realizováno jako pneumatické případně hydraulické. Spojka lisu přenáší vzhledem ke svému umístění na výstředníkovém hřídeli velký krouticí moment, z čehož pak vyplývají i její větší rozměry. Pro správnou funkci spojky je třeba zajistit především dostatečnou velikost třecí plochy a životnost obložení vzhledem k tepelnému zatížení spojky [4].

Spojka lisu musí splňovat následující požadavky [2]:

- spolehlivé spojení a rozpojení v krátkém čase
- přenos jmenovitého krouticího momentu s malým prokluzem a rázem spojky
- umožnit seřízení na přerušný či automatický cyklus
- zajištění ovládacího ústrojí proti:
 - a) opakování přerušného pracovního cyklu
 - b) nežádoucímu seřízení lisu na automatický pracovní cyklus
- spolehlivost při minimální údržbě a seřizování



Obr. 5.5.1: Spojka kovaciho lisu [4]



Obr. 5.6.1: Spojka a brzda kovaciho lisu [5]

4.6 Brzda

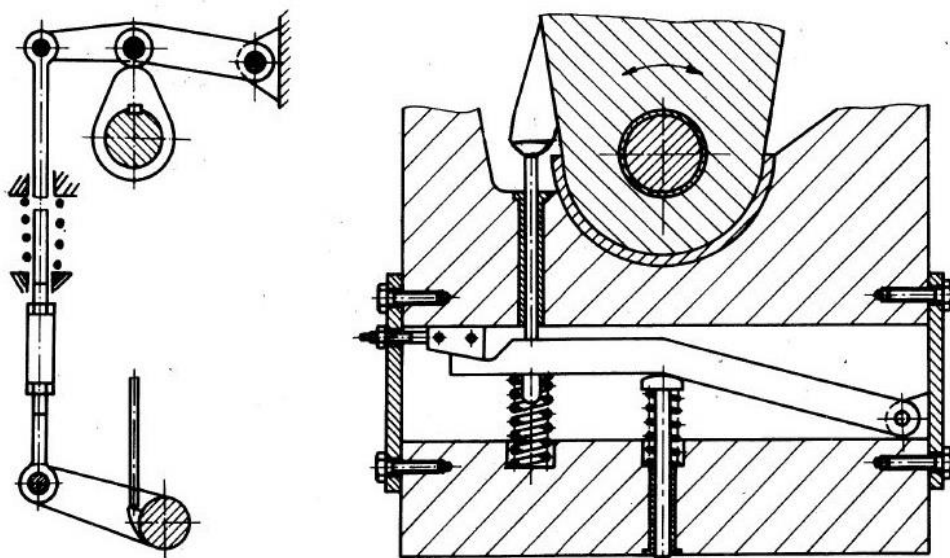
Provedení brzdy společně se spojkou je znázorněno na Obr. 5.6.1. Brzda slouží k udržení beranu v horní úvratí klikového mechanismu. K zastavení beranu je zapotřebí sepnout brzdu ještě před horní úvratí. Brzdný úhel je určen bezpečností provozu stroje a je závislý na vlastnostech výstředníkového hřídele, především pak na jeho otáčkách a velikosti setrvačných sil [4,5]. Sepnutí brzdy probíhá v součinnosti se spojkou. U kovacího lisu se zpravidla používá lamelová třecí spojka s pneumatickým ovládáním.

Brzda by měla splňovat následující požadavky [2]:

- spolehlivá funkce
- rychlé sepnutí
- vyhovující brzdý úhel
- nesoučinnost se spojkou
- snadná údržba a seřízení
- přiměřené oteplení

4.7 Vyhazovače

Funkcí vyhazovače je uvolnění výkovku z dutiny zápustky. V praxi jsou běžně využívány vyhazovače jak pro horní tak i pro spodní zápustku. Horní vyhazovač je umístěn v beranu, spodní pod stolem lisu. K uvolnění kovaného materiálu z horní zápustky by mělo dojít ideálně těsně za dolní úvratí beranu. Dolní vyhazovač musí být precizně časově sladěn s pohybem kleští při přenášení kusu do horní zápustky [1]. Pohon vyhazovače může být buď mechanický (Obr. 5.7.1), častěji je ale přistupováno k pohonům pneumatickým či hydraulickým.



Obr. 5.7.1: Mechanický horní a dolní vyhazovač [1]

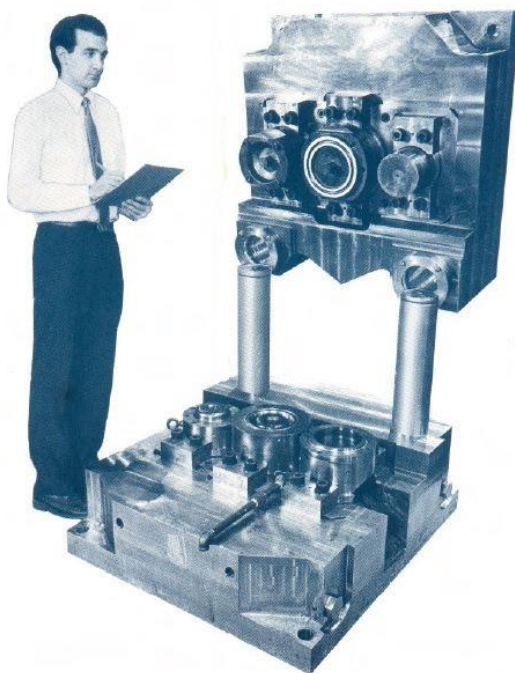
U mechanického pohonu je horní vyhazovač poháněn náklonem ojnice v beranu. Spodní vyhazovač pak pákovým mechanismem v souvislosti s natočením výstředníkového hřídele při návratu do horní úvratí. Výhodou tohoto provedení je zejména malá poruchovost.

U pneumatických a hydraulických pohonů se používá na každý vyhazovací kolík samostatný válec. Výhody tohoto provedení spočívají hlavně v jednodušším nastavení časování průběhu

a regulaci zdvihu vyhazovacích kolíků. Nevýhodou je naopak složitější přívod tlakové energie, zejména pak do horního vyhazovače umístěného na beranu stroje.

4.8 Držák zápustek

Hlavní funkcí držáku zápustek (Obr. 5.8) je umožnění snadné a rychlé výměny nástrojů při přechodu na jiný druh výroby. Součástí držáku jsou vyhazovací kolíky sloužící k uvolnění výkovku z jednotlivých operací. K pohonu těchto kolíků jsou používány výše zmíněné vyhazovače stroje. Zápustky se do držáku uchycují pomocí upínek a šroubů. Tvar hnízd a jejich rozmístění pro zápustky se volí s ohledem na druh výkovku a je odvislý od požadavků zákazníka. Držáky mívají obdélníkový tvar, těleso držáku se vyrábí jako ocelolitinový odlitek, případně z kovaného bloku [1].



Obr. 5.8: Držák zápustek firmy Ajax [11]

4.9 Automatizace

Automatizace kovacího lisu se provádí zejména za účelem zvyšování počtu vyráběných kusů. Automatizací samotnou je míněno například mazání zápustek mezi jednotlivými operacemi, nejruznější přípravné operace jako je zakládání, doprava, přesouvání výkovku mezi jednotlivými zápustkami, odebírání zpracovaného polotovaru, třídění výkovků, tepelné zpracování a podobně. Všechny tyto procesy musí probíhat ve velice krátkých časových úsecích (řádově v milisekundách) tak, aby bylo dosaženo minimálního času pro vykování jednoho kusu. V praxi se běžně dosahuje taktu patnácti až dvaceti kusů za minutu.

K mazání zápustek je přistupováno z důvodu snížení tření během tvářecího procesu. K tomu jsou používány vhodné oleje, jejich směsi s nejruznějšími přísadami apod. U automatizovaného procesu dochází k mazání zápustek při přenášení materiálu mezi jednotlivými zápustkami. Mazání je realizováno nejčastěji pomocí manipulátorů nebo robotů se sprchovacím zařízením.

K umístění materiálu do prostoru první operace jsou využívány takzvané zakladače, které materiál přenáší ze vstupního dopravníku nebo pece. Automatizovaný přívod materiálu do stroje bývá prováděn prostorem bočního okna stojanu. Druh zakladače je volen na základě tvaru a rozměru polotovaru.

K manipulaci s výkovkem mezi jednotlivými operacemi jsou určeny roboty nebo manipulátory - transfery opatřené čelistmi pro přenos kusů. Často se těchto zařízení používá k odebrání materiálu z poslední operace. Roboty (Obr. 5.9.1) bývají součástí stroje zejména u těch technologií, kdy nejsou zápustky řazeny za sebou popořadě, ale jsou na přeskáčku (například 1-3-2).



Obr. 5.9.1: Manipulační robot firmy Kuka [12]

Transfer (Obr. 5.9.2) je naopak vhodné použít tam, kde jednotlivé operace na sebe navazují. Tyto manipulátory mají čelisti umístěny na bočních lištách. Pohybem těchto lišt dochází k sevření a zvednutí kusu, přesunutí materiálu z prostoru jedné zápustky do druhé a k uvolnění kusu.

Podíl automatizace v tvářecím průmyslu pochopitelně (stejně jako v průmyslu obecně) neustále roste. Technologie a periferie lisů jsou vyvíjeny především za účelem úspory času, materiálu a lidské práce – tedy nákladů na výrobu.

Lisy samotné jsou zpravidla začleňovány do vysoce sofistikovaných linek a procesů, které jsou v ideálním případě naprosto samoříditelné. Manuální činnost spojená s provozem stroje je pak tedy potřebná pouze v souvislosti s údržbou a kontrolou jakosti.

V drtivé většině případů realizací takovýchto linek je zapotřebí přistoupit ke spolupráci mezi několika specializovanými firmami, zpravidla ve vztahu „hlavní dodavatel – subdodavatel“. Komplikovanost technického provedení totiž neustále roste.



Obr. 5.9.2: Transfer firmy GPA pro zápusťkové kování [13]

5 Lisy jednotlivých výrobců

Výrobou kovacíh lisů se zabývají například firmy SMS-Eumuco, Ajax, Erie, Blissbret, Šmeral, NKMZ. Tato bakalářská práce bude dále srovnávat svislé kovací lisy firem Šmeral Brno, SMS-EUMUCO a Ajax.

5.1 Šmeral Brno

Firma Šmeral Brno a.s. vyrábí své svislé kovací lisy pod typovým označením LMZ a LZK. Stroje jsou konstruované na jmenovitou sílu 10 až 80MN. Pro lisy této společnosti je typické uložení výstředníkového hřídele zepředu dozadu. Stojany těchto zařízení se vyrábí jako odlitky nebo svařence - dle požadavku zákazníka. Stojany o jmenovité síle 65MN a 80 MN jsou zpravidla kotvené ze 4 částí. Jednotlivé díly stojanů Šmeral Brno a.s. jsou odlitky.

Na stojanu lisu jsou namontovány lišty s bronzovým obložením pro vedení beranu. Vůle mezi lištami a kluznou plochou beranu je vymezována stavěcími šrouby. Vedení beranu je jednoduché ve tvaru „X“ u provedení LMZ, a ve tvaru „O“ u lisů LZK. U obou typů vedení je na výstředníkovém hřídeli v přední části stroje umístěna třecí lamelová brzda a v zadní části lamelová spojka. Ovládání spojky a brzdy je standardně pneumatické. Změna přestavení je prováděna pomocí excentrického beranového čepu, jehož natáčení je řízeno prostřednictvím páky hydraulickým válcem. K zamezení natočení čepu během kování slouží hydraulicky ovládaná brzda. K pohonu stroje slouží elektromotor umístěný na vršku stroje. Krouticí moment je přenášen řemenovým převodem na řemenici uloženou na předlohovém hřídeli a odtud dál ozubeným převodem na věnec spojky. Na předlohovém hřídeli je umístěn setrvačnický sloužící k akumulaci energie.

U svislých lisů Šmeral Brno a.s. se jmenovitou silou do 16MN je řemenovým převodem poháněn přímo věnec spojky sloužící současně jako setrvačnick. Provedení vyhazovačů je řešeno hydraulicky nebo pneumaticky dle požadavku zákazníka.



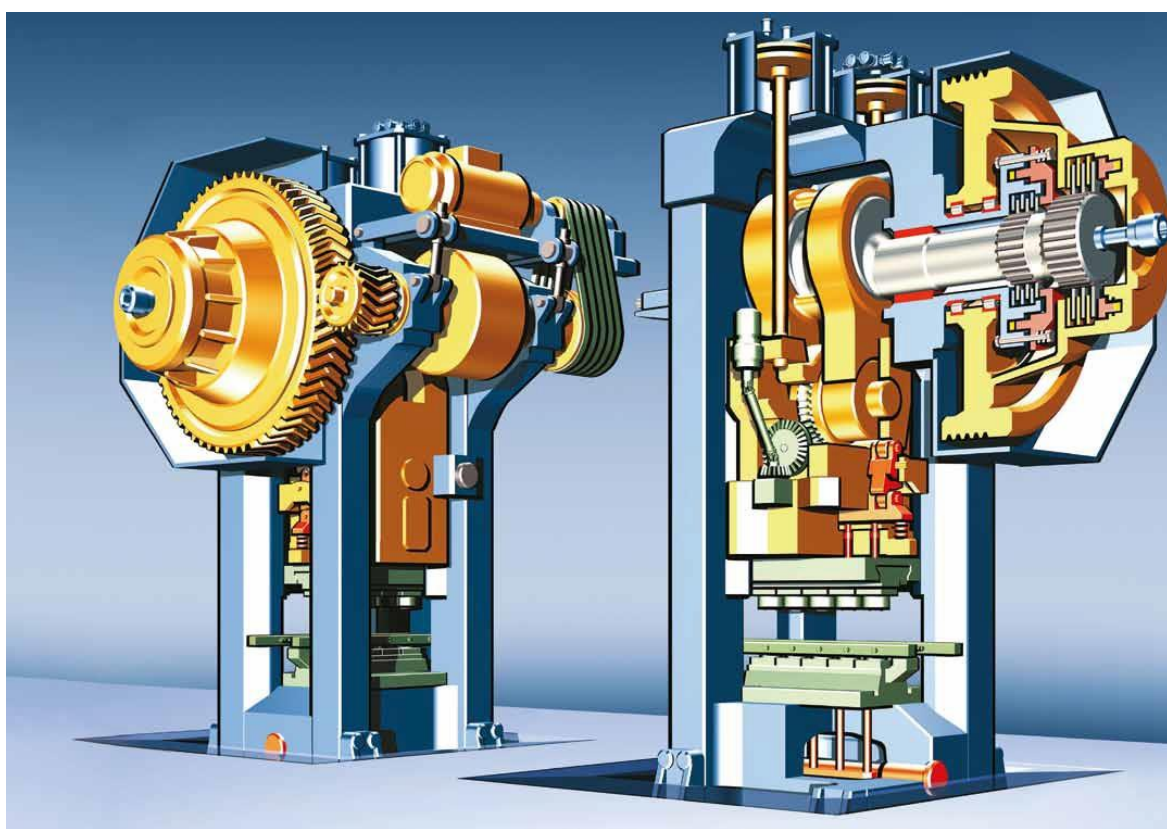
Obr. 6.1.1: Kovací lis firmy Šmeral Brno [14]

Výhodou koncepce uložení výstředníkového hřídele zepředu dozadu je především výrazně nižší délka hřídele samotné, což má za následek růst celkové tuhosti stroje při kování. Výhodou je také jednoduché řešení přestavování zdvihu stroje pomocí hydraulicky ovládaného válce přímo z ovládacího panelu stroje.

Nevýhodou tohoto provedení je zejména umístění brzdy a spojky. Zásadním způsobem totiž zvětšuje hloubku stroje, navíc je tak brzda umístěna v prostorech nad obsluhou lisu, což může mít za následek nadměrný hluk. Jako jedno z řešení se však nabízí volba automatizovaného provozu, kde hrozba případného nadlimitního hluku pro manuální obsluhu odpadá, a pokud je tok materiálu prováděn bočními okny ve stojanu, nevýhoda je eliminována. Dalším nedostatkem je ovšem i vedení beranu ve tvaru X a O. Pro kvalitnější vedení a zlepšení přesnosti stoje by bylo vhodnější použití osmibokého vedení. U beranu samotného je nevýhodou i prodloužení vedení beranu nad výstředníkový čep, které je v horní části provedeno pouze pomocí „nohavic“. To může mít vliv na nadměrné namáhání vedení beranu - zejména při mimostředním kování.

5.2 SMS-Eumuco

Tato německá firma praktikuje koncepci uložení hřídele zleva doprava, stojany lisu jsou vyráběny téměř výhradně jako celistvé odlitky. Vedení beranu je realizováno pomocí stavitelných lišt s bronzovým obložením, beran lisu má osmiboké vedení. Třecí spojka a brzda jsou na výstředníkovém hřídeli uloženy pouze na jedné straně, jejich ovládání je pneumatické případně hydraulické - dle požadavku zákazníka. Změna přestavení je provedena pomocí ozubeného převodu a excentrického pouzdra beranového čepu. Elektromotor stroje pohání řemenovým převodem předlohový hřídel, krouticí moment je pak ozubeným převodem přenášen na spojkový věnec. U lisů s menší jmenovitou silou je řemenovým převodem poháněn přímo věnec spojky. Setrvačník stroje je umístěn na předlohovém hřídeli, případně jeho funkci plní podobně jako v provedení firmy Šmeral Brno a.s. věnec spojky. Vyhazovače lisu bývají realizovány nejčastěji jako hydraulické nebo mechanicko-hydraulické.



Obr. 6.2.1: Kovací lisy firmy SMS-Eumuco [15]

Hlavní výhodou lisů SMS-Eumuco je provedení výstředníkového hřídele s výstředným průměrem děleným na dvě části (Obr. 6.2.2). Toto provedení výrazně snižuje nejen hmotnost hřídele, ale také jeho namáhání na ohyb. Současně ovšem vede toto provedení ke snížení tuhosti ojnice. Věnec spojky a části skupiny spojky a brzdy jsou uloženy pomocí valivých ložisek na náboj, který je součástí stojanu. Tento způsob uložení snižuje namáhání hřídele dodatečnými ohybovými momenty způsobenými vahou těchto skupin. Umístění spojky a brzdy pouze na jedné straně výstředníkového hřídele degraduje funkci druhé strany hřídele pouze na jeho uložení do stojanu. Obecně řečeno, tento princip uložení hřídele zleva doprava umožňuje volbu menších rozměrů výstředníkového hřídele.



Obr. 6.2.2: Výstředníkový hřídel lisu SMS-Eumuco [15]

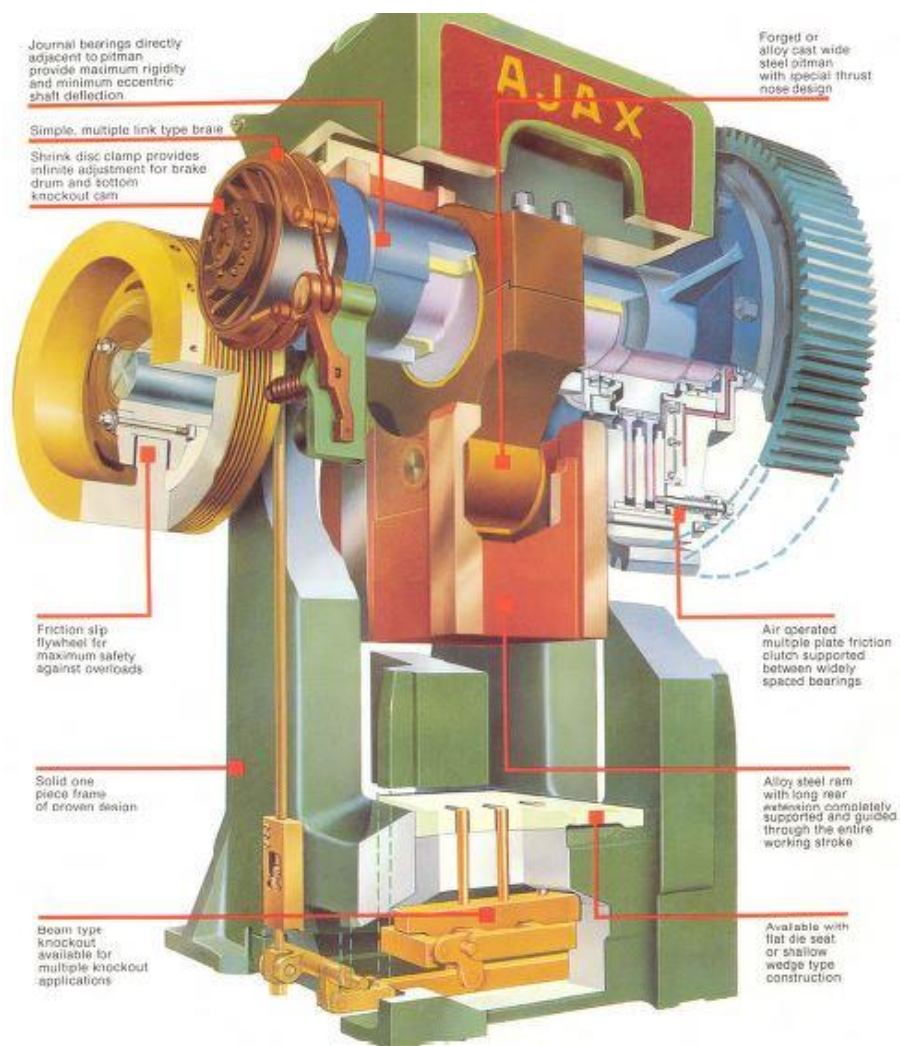
Vedení beranu lisů SMS-Eumuco (Obr. 6.2.3) je relativně krátké. Za účelem prodloužení vedení a vyvažování beranu jsou používány pneumatické válce s dlouhými vodícími tyčemi. Při mimostředním kování tak může docházet nejen ke značnému namáhání vodících tyčí, ale také k celkovému úpadku přesnosti stroje.



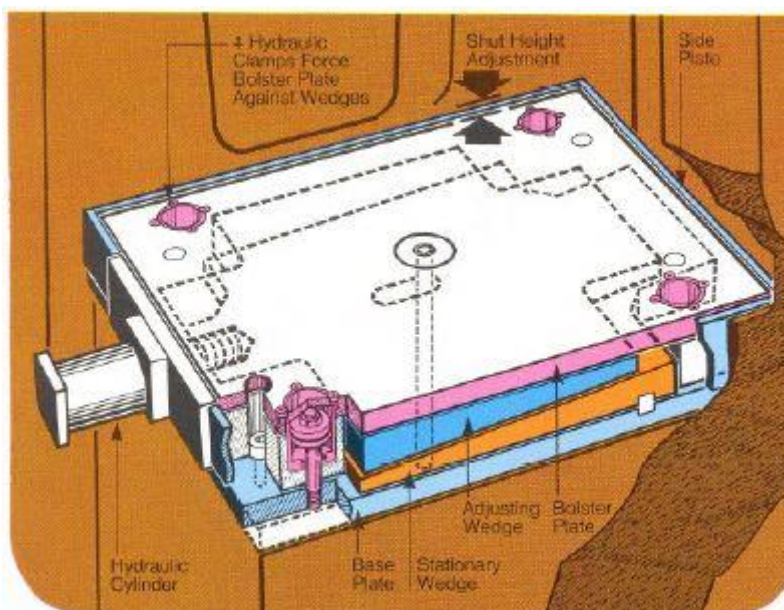
Obr. 6.2.3: Beran lisu s dělenou ojnicí lisu firmy SMS-Eumuco [15]

5.3 Ajax

Lisy americké společnosti Ajax jsou dalším typickým představitelem lisu s uložením hřídele zleva doprava. Stroje jsou konstruovány se jmenovitou kovací silou v rozmezí 3MN-80MN. Stojany lisu jsou vyráběny zpravidla jako odlitky - celistvé z jednoho kusu. Výstředníkový hřídel je uložen v bronzových ložiscích, která jsou nalisována do stojanu pomocí ocelových pouzder. Vedení beranu je stavitelné, osmiboké, se stavitelnými lištami na spodním a horním vedení. Síla je z ojnice na beran přenášena prostřednictvím bronzové pánve na patě ojnice. Beranový čep slouží ke zdvihání beranu z dolní úvratě. Spojka lisu je standardně realizována jako lamelová, brzda je buď čelistová, nebo lamelová. Oba prvky jsou řízeny pneumaticky. Přestavení lisu je řešeno pomocí klínového stolu (Obr. 6.3.2), jehož pohyb je ovládán pomocí hydraulického válce. Pohon stroje zajišťuje elektromotor, který pomocí řemenového převodu pohybuje předlohovým hřídelem. Na věnec spojky je pak energie přenášena ozubeným převodem. Vyhazovače lisu jsou nejčastěji mechanické, v posledních letech se ale firma pokouší i o první realizace pneumatického a hydraulického řízení.



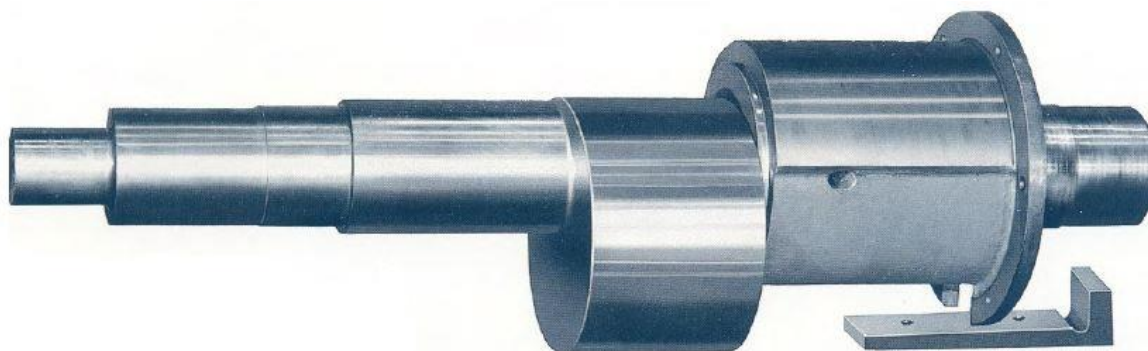
Obr. 6.3.1: Lis firmy Ajax [11]



Obr. 6.3.2: Klínový stůl přestavení firmy Ajax [11]

Výhodou lisů AJAX je (díky použití horního i dolního vedení beranu) velmi vysoká přesnost stroje i při mimostředním kování. Navíc disponují (díky přenosu tvářecí síly z ojnice na beran pomocí pouzdra na patě ojnice a volbou klínového stolu) poměrně vysokou tuhostí.

Nevýhodou je naopak nutnost delšího výstředníkového hřídele (6.3.3), na jehož konci je umístěna značně hmotná spojka a brzda. To má za následek poměrně vysoké namáhání hřídele na ohyb a zvýšení zatížení ložiska zejména na spojkové straně stroje. Opotřebení ložiskového otvoru je částečně řešeno pomocí ocelového pouzdra s vloženým kluzným ložiskem, což umožňuje také snazší opravu této části lisu.



Obr. 6.3.3: Výstředníková hřídel firma Ajax [11]

5.4 Porovnání parametrů

Při srovnávání základních technických parametrů strojů jsou uvažovány standardní provedení lisů (dříve uvedených výrobců) o jmenovité síle 25MN, vychází z výše popsaných konstrukčních principů. Velikostně se tyto stroje řadí ke středně velkým. Nashromážděné informace jsou shrnuty v tabulce 6.4:

Výrobce	Jmenovitá síla	Zdvih	Počet zdvihů	Rozměr stolu	Rozměr beranu	Sevření	Hmotnost	Motor
	[MN]	[mm]	[1/min]	[mmxmm]	[mmxmm]	[mm]	[t]	[kW]
Šmeral	25	320	70	1420x1400	1350x1250	910	140	120
SMS-Eumuco	25	320	70	1140x1250	960x1060	-	-	130
Ajax	25	350	50	1380x1520	1320x1240	1041	150	111,9

Tab. 6.4: Základní parametry lisů o jmenovité síle 25MN

Pro většinu uživatelů může být jedním z rozhodujících faktorů při volbě lisu velikost pracovního prostoru. Ta totiž ovlivňuje maximální rozměr použitelných zápusťek. U uvedených strojů je z tohoto pohledu nejvhodnější lis firmy Šmeral Brno, ovšem rozdíl velikosti prostoru je oproti lisu firmy Ajax minimální. Dalším faktorem pro výběr lisu je bezesporu maximální počet zdvihů za minutu. Tento parametr má nejvýraznější vliv na celkovou produkci. Zde lis firmy Ajax mírně zaostává (uvedený počet zdvihů v Tab. 6.4 odpovídá počtu zdvihů v režimu lisu v trvalém chodu). V praxi je obecně nutné mezi jednotlivými zdvihy uvažovat s dalšími nárůsty časů, například čas na založení materiálu do zápusťky apod. Skutečný počet pracovních zdvihů se tak v praxi pohybuje mezi 15-20 zdvihy za minutu.

Hlavním parametrem při nákupu lisu je pochopitelně jeho cena a náklady spojené s jeho provozem. V obchodních případech je ale samozřejmě celý proces výběru výrobce i stroje poměrně složitý. Kromě ceny hrají roli i vzájemné dosavadní vztahy a zkušenosti mezi zákazníkem a dodavatelem, nabízené záruky, servis, koncepce stroje (často „na míru“), technická vyspělost, dodací lhůta, životnost, reference apod.

6 Závěr

Hlavními požadavky na svislý kovací lis je jeho tuhost a přesnost. Z tohoto hlediska je u moderního kovacího lisu výhodnější použití uložení výstředníkového hřídele zleva doprava. Možným konstrukčním řešením pro zvýšení tuhosti zařízení v případě uložení výstředníkového hřídele zepředu dozadu je nahrazení odlitku svařovanou konstrukcí stojanu, a jeho stažením a předeprnutím stojanu pomocí takzvaných kotev. To umožní celkové odlehčení a zmenšení nosných průřezů stojanu. U beranu je současným trendem realizace horního a spodního osmibokého vedení, které zaručuje velmi vysokou přesnost stroje i při mimostředním kování. Jako nejvhodnější provedení výstředníkového hřídele a ojnice se jeví řešení firmy SMS-Eumuco, tedy s výstředným průměrem děleným na dvě části. Spojka a brzda by měly být ideálně lamelové a řízené hydraulicky, což bude mít za následek zvýšení přitlačných sil a zmenšení rozměrů (hmotnosti) těchto konstrukčních uzlů. Velký potenciál skrývají především aplikace automatizací samotného kování.

Za použití nejrozumnějších manipulátorů, robotů, dopravníků, ohřevů atd. lze dosahovat stále vyšších ekonomických úspor. Vzhledem k aktuální rychlosti vývoje elektroniky a robotiky se ale také může stát, že výrobci lisů nebudou schopni naplňovat nároky na takt stroje, který by zákazník vzhledem k ostatním automatizovaným periferiím výroby požadoval.

Svislé kovací lisy jsou určeny především ke kování menších dílů. Například v automobilovém průmyslu bývají často používány ke kování ozubených kol a součástí podobného charakteru. Velkou konkurencí těchto strojů jsou zejména hydraulické kovací lisy. Jejich nevýhodou je ovšem doba provedení jednoho zdvihu. Tato nevýhoda bude ale u hydraulického pohonu v budoucnu jistě vyřešena a stane se tak zřejmě pro mechanické provedení velkou konkurencí.

Seznam použité literatury

1. KAMELANDER, Ivan. *Tvářecí stroje II*. 1. vyd. Brno: Brno Rektorát VUT Brno, 1985, 341 s
2. KATEDRA STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE TECHNICKÉ UNIVERZITY V LIBERCI. *Technologie objemového tváření – kování* [online]. [cit. 29.3.2014]. Dostupné z: http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce/03.htm
3. TECHNICKÁ UNIVERZITA KOŠCE. *Lisy* [online]. [cit. 1.4.2014]. Dostupné z: https://www.sjf.tuke.sk/kvtar/2/files/09_Lisy.pdf
4. RUDOLF, B.; KOPECKÝ, M.: *Tvářecí stroje : Základy výpočtů a konstrukce*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1979. 408 s.
5. KAMELANDER, Ivan. *Tvářecí stroje I*. 1. vyd. Brno: Brno Rektorát VUT Brno, 1979, 206 s
6. ŽĎAS A.S. *Hydraulické lisy CKV* [online]. [cit. 2.4.2014]. Dostupné z: <http://www.zdas.cz/cs/content.aspx?id=16>
7. ŠMERAL BRNO A.S. *Buchary - Základní technické parametry* [online]. [cit. 6.4.2014]. Dostupné z: <http://www.smeral.cz/CZTvarBuch.htm>
8. POKORNÝ, Přemysl. TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI. *Výrobní stroje II: Mechanické lisy* [online]. [cit. 6.4.2014]. Dostupné z: http://www.kvs.tul.cz/download/vyrobni_stroje/tvareci.pdf
9. STANĚK, Jiří. *Základy stavby výrobních strojů, Tvářecí stroje*. Vyd. 1. Plzeň : Západočeská univerzita v Plzni, únor 2004. 126 s. ISBN 80-7082-738-6
10. ŠMERAL BRNO A.S. *Provoz Strojírna a provoz Nástrojárna - Příklady produkce* [online]. [cit. 5.5.2014]. Dostupné z: <http://www.smeral.cz/CZStNaProg.html>
11. AJAX-CECO. *Forging presses* [online]. [cit. 8.5.2014]. Dostupné z: http://www.ajax-ceco.com/applications/documentlibrary/documentlibrary_docs/forging_press_brochure.pdf
12. KUKA ROBOTICS. *Roboty podporující proces zápusťkového kování* [online]. [cit. 8.5.2014]. Dostupné z: http://www.kuka-robotics.com/czech_republic/cs/solutions/solutions_search/L_R267_Robots_Link_Drop_Forging_Process.htm
13. GPA-JAKOB. *Fully-programmable Electronic Transfer for Forging* [online]. [cit. 8.5.2014]. Dostupné z: <http://www.gpa-jakob.de/index.php?id=74&L=1>
14. ŠMERAL BRNO A.S. *Svislé kovací lisy* [online]. [cit. 11.5.2014]. Dostupné z: <http://www.smeral.cz/CZTvarKov.html>
15. SMS-EUMUCO. *Maximapresse* [online]. [cit. 11.5.2014]. Dostupné z: http://www.sms-meer.com/fileadmin/user_upload/pdf/publication/schmiedetechnik/gesenkschmieden/Dieformer.pdf