

Modernizace kovacího lisu

Bc. Jitka Rumanová

Diplomová práce
2021



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Jitka Rumanová**
Osobní číslo: **T17390**
Studijní program: **N3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Výrobní inženýrství**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Modernizace kovacího lisu**

Zásady pro vypracování

1. Vypracujte literární studii na dané téma
2. Navrhněte řešení modernizace stávajícího kovacího lisu
3. Vyhodnotte návrhy řešení
4. Proveďte ekonomické zhodnocení

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

Kemka, V, Barták, J, Milčák P, Žitek, P.: Stavba a provoz strojů, stroje a zařízení, Informatorium, Praha, 2009, ISBN 978-80-7333-075-0

Staněk, J :Tvářecí stroje, ZČU Plzeň, 2004, ISBN 80 – 7082 – 738 – 6

Vedoucí diplomové práce: **Ing. František Volek, CSc.**
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání diplomové práce: **5. ledna 2021**
Termín odevzdání diplomové práce: **14. května 2021**

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D. v.r.
děkan

L.S.

prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D. v.r.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 1. dubna 2021

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Předmětem diplomové práce je modernizace kovacího lisu. Dělí se na teoretickou a praktickou část. První kapitola teoretické části se věnuje rešerši technologii tváření kovů. Druhá část práce se zabývá problematikou daného tématu. V praktické části popisuje komplexní technickou opravu a modernizaci jednotlivých skupin na stroji. V určitých skupinách je možnost výběru opravy z několika možností. Závěrem práce je ekonomické zhodnocení a porovnání s novým strojem

Klíčová slova:

Kovací lis, objemové tváření, modernizace, zápustkové kování

ABSTRACT

Subject of the thesis is modernization of forging press. The thesis is divided into two parts, theoretical one and practical one. The first chapter of the theoretical part is devoted to the search of metal forming technology.

The second part deals with the issue of the topic. The practical part describes the complex technical repair and modernization of individual groups on the machine. In certain groups, you can choose from several options. The conclusion of the work is an economic evaluation and comparison with a new machine.

Keywords:

The mechanical press, volumetric forming, modernization, die forging

Ráda bych tohle cestou vyjádřila poděkování panu Ing. Františku Volkovi, CSc. za jeho rady a trpělivost při vedení mé diplomové práce.

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 TECHNOLOGIE TVÁŘENÍ KOVŮ	12
1.1 PLOŠNÉ TVÁŘENÍ.....	13
1.1.1 Stříhání	13
1.1.1.1 Síly při stříhání.....	13
1.1.2 Ohýbání	14
1.1.3 Tažení.....	14
1.1.4 Rovnání	15
1.2 OBJEMOVÉ TVÁŘENÍ.....	15
1.2.1 Tažení, vytlačování a protlačování	16
1.2.2 Pěchování	16
1.2.3 Válcování	17
1.3 KOVÁNÍ.....	18
1.3.1 Historie kování	18
1.3.2 Volné kování	19
1.3.3 Zápustkové kování	20
II PRAKTICKÁ ČÁST	22
2 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE	23
3 POUŽITÝ LIS	24
3.1 POPIS NAKOUPENÉHO STROJE	25
3.2 ZÁKLADNÍ DATA	26
4 POPIS A STAV SKUPIN NAKOUPENÉHO STROJE	28
4.1 STOJAN.....	28
4.2 BERAN.....	29
4.3 PŘESTAVENÍ BERANU	30
4.4 SPOJKA.....	31
4.5 BRZDA.....	33
4.5.1 Princip brzdy	33
4.6 VYVAŽOVÁNÍ BERANU	34
4.7 VYHAZOVAČE	35
4.8 PŘEDLOHA.....	36
4.9 PODPĚRA BERANU / ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ	37
4.10 ELEKTRINA, MAZACÍ SYSTÉMY, ROZVODY	37
5 ZPŮSOB OPRAVY	38
5.1 STOJAN.....	38
5.1.1 Varianta č. 1	38
5.1.2 Varianta č. 2	38
5.1.3 Varianta č. 3	38
5.1.4 Seřízení stojanu	39
5.1.5 Škrábání bronzových pouzder.....	40
5.1.6 Montáž skupiny	41

5.2	BERAN.....	41
5.2.1	Ojnice	42
5.2.1.1	Varianta č.1	42
5.2.1.2	Varianta č. 2	43
5.2.2	Excentrická hřídel	43
5.2.3	Montáž skupiny	44
5.3	PŘESTAVENÍ A UVOLNĚNÍ BERANU	45
5.3.1	Montáž skupiny	45
5.4	BRZDA PŘESTAVENÍ	46
5.4.1	Varianta č. 1	46
5.4.2	Varianta č. 2	48
5.4.3	Seřízení brzdy přestavení	49
5.4.4	Montáž skupiny	50
5.5	SPOJKA.....	51
5.5.1	Seřízení spojky	52
5.5.2	Píst spojky	52
5.5.2.1	Varianta č. 1	53
5.5.2.2	Varianta č. 2	53
5.5.2.3	Varianta č. 3	53
5.5.3	Postup montáže spojky.....	54
5.6	BRZDA.....	54
5.6.1	Montáž skupiny	55
5.7	CHLAZENÍ BRZDY	55
5.7.1	Parametry	56
5.8	VYVAŽOVÁNÍ.....	57
5.9	VYHAZOVAČE	57
5.9.1	Provedení opravy	57
5.9.2	Varianta s pneumatickým válcem	58
5.9.2.1	Montáž vyhazovače	58
5.9.3	Varianta s hydraulickým vyhazovačem	59
5.10	PŘEDLOHA.....	59
5.11	ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ.....	60
5.12	OSTATNÍ SKUPINY	61
6	EKONOMICKÉ HODNOCENÍ.....	62
6.1	STOJAN.....	63
6.2	BERAN.....	64
6.3	PŘESTAVENÍ BERANU A BRZDA PŘESTAVENÍ.....	65
6.4	SPOJKA.....	65
6.5	BRZDA.....	66
6.6	PŘEDLOHA.....	66
6.7	OSTATNÍ NÁKLADY	67
6.8	SOUHRNNÝ ROZPOČET.....	67
	ZÁVĚR	68
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	70

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	72
SEZNAM OBRÁZKŮ	73
SEZNAM TABULEK.....	75

ÚVOD

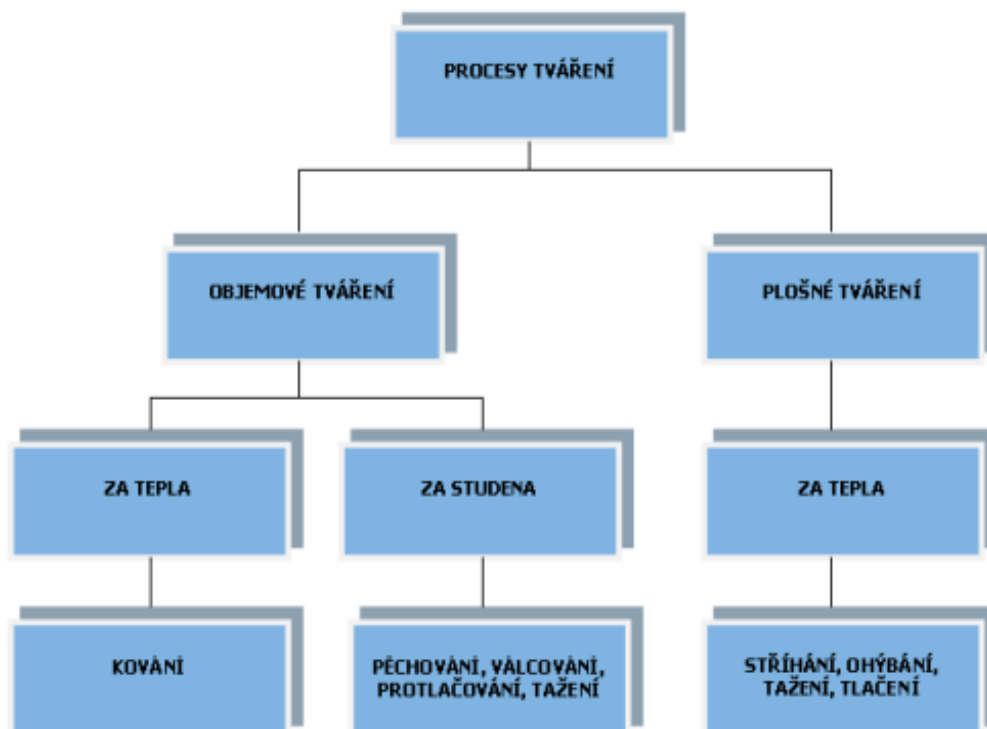
V dnešní době je absolutně běžné využívat plasty v nejrůznější podobě. Je to způsobeno vlivem jeho vlastností – cena granulátu, úprava struktury, hustoty a pevnosti, přizpůsobivost a taky tvarová flexibilita. Využívá se od potravinářského průmyslu, přes zemědělství, strojní či automobilový průmysl. Ve své podstatě vše zmíněné můžeme říci i o kovu a kovové výrobě. Stejně jako plast, tak i kov je v dnešním světě stále nenahraditelný a o kovu můžeme říci, že je hlavním materiálem v odvětvích jako železnický, letecký či automobilový průmysl. Zde se například excentrické hřídele neustále vyrábějí poctivým kovárenským řemeslem, které ke všemu ještě patří mezi nejstarší technologii pro zpracování kovů. Historicky tepelné zpracování kovů patří až do 3. tisíciletí před naším letopočtem. V dnešní době automatizace se velkosériová výroba kovárenských prvků bez moderních strojů nedá představit. Ve strojírenství se již výroba na zápustkových kovacíh lisech omezila na bezmála 5% celkové výroby, ale přesto je stále hojně využívána z hlediska příznivých vlastností materiálu po kování. Jako příklad můžeme uvést materiálovou strukturu v místě přechodů příčných rozměrů, která je neporušená.

Výroba tvářecích strojů má v České republice dlouholeté tradice a je uznávaná ve světovém průmyslu kovárenství. Výroba nových strojů na zápustkové kování je nejen kvůli velkým rozměrovým parametrům, vysokým rázům, ale i obtížnosti sehnání kvalitních surovin a výroby, náročná, nákladná a pro většinu firem je ekonomicky nevýhodná, proto jsou stále více vyhledávány způsoby modernizace a opravy stávajících strojů. Často se může jednat například i o výměnný obchod, kde zákazník nabídne stávající, i nefunkční stroj jiné společnosti a ta mu za to poskytne repasovaný stroj se všemi nutnými, funkčními prvky a požadovanými osvědčeními. Tuhle činností se zabývá také společnost DEL a.s., se kterou jsem mohla spolupracovat na této diplomové práci. Společnost DEL a.s. má velkou konkurenční výhodu ve spojení kovovýroby, elektroinstalace a automatizace technologických postupů a díky této komplexnosti nabídky je pro zákazníky velmi zajímavým obchodním partnerem.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 TECHNOLOGIE TVÁŘENÍ KOVŮ

Tváření kovů rozumíme výrobní (technologický) proces, při kterém dochází k požadované změně tvaru výrobku nebo polotovaru, případně vlastností, v důsledku působení vnějších sil bez odběru třísek. Základy tváření jsou již z druhé poloviny předminulého století. Jejich podstatou je vznik plastických deformací, ke kterým dojde v okamžiku dosažení napětí na mezi kluzu pro daný materiál. Tento děj je provázen fyzikálními změnami struktury materiálu, což ovlivňuje mechanické vlastnosti materiálu. [1] Na rozdíl od jiných výrobních metod, tvářecí technologie probíhá pod rekristalizační teplotou spolu s působením prostorové napjatosti, která vytváří výborné podmínky pro trvale velké deformace, při kterých nedojde k porušení soudržnosti materiálu. Právě proto při této technologii dochází k nejlepšímu využití hmoty a zlepšení mechanických vlastností původního materiálu. Lze použít výchozí materiál s nižší pevností, protože díky vlivu přetvoření se zvýší mez pevnosti a mez kluzu. Také velmi důležité u těchto výrobků jsou vlastnosti metalografické. Při srovnání s obráběním vznikne příznivý systém vnitřního pnutí a také není porušen průběh vláken. Základní rozdělení procesu tváření je zobrazen v následujícím obrázku. [1]



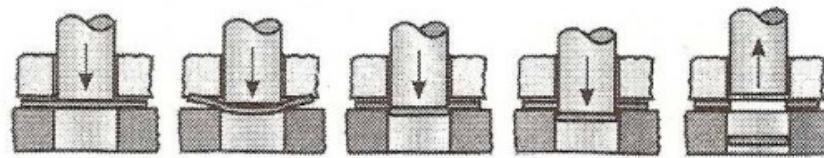
Obrázek 1: Základní rozdělení procesu tváření

1.1 Plošné tváření

Podle tvaru tvářeného materiálu rozlišujeme plošné a objemové tváření. Mezi plošné tváření počítáme tváření plechů a trubek nebo úpravu polotovarů větší tloušťky. Při tomhle druhu tváření mluvíme o dvouosé napjatosti. K plošnému tváření dochází spíše za studena.

1.1.1 Stříhání

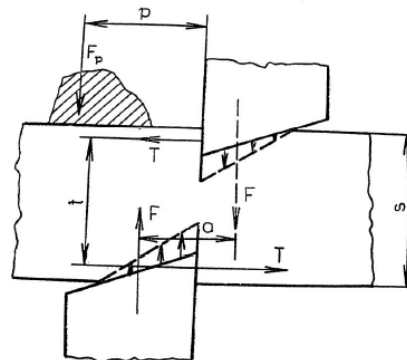
Stříhání je pravděpodobně nejrozšířenější tvářecí operací a ta je používána například na přípravu polotovarů nebo finální vystřížení konkrétních součástí z plechu. Touto technologií rozumíme oddělování materiálu díky působení řezných protilehlých hran, což způsobí smykové napětí v řezné rovině. Je to tedy jediná tvářecí operace, která směřuje k žádoucímu porušení materiálu. Stříhání se provádí za studena na tenké plechy či měkké oceli a za tepla na tlusté, tvrdší a tužší profily. Rozděluje se na stříhání ruční a strojní a stříhá se mezi rovnými nebo šikmými noži. [3]



Obrázek 2: Princip stříhání pomocí stříhadla

1.1.1.1 Síly při stříhání

Působí-li stříhaný plech dvojice sil, musí se plech naklonit ve směru působení momentu dvojice sil o úhel alfa. Přitom nože, které síly přenášejí, zatlačí do materiálu (obrázek 3). Působením momentu sil na rameni se stříhaný materiál natočí o úhel alfa. Moment střížných sil je eliminován buď momentem přidržovače, nebo silami působícími na hřbety nožů. Za předpokladu trojúhelníkového rozložení tlaků na hřbetu nožů bude moment sil roven $T \cdot t$. [4]



Obrázek 3: Síly při stříhání [4]

1.1.2 Ohýbání

Při ohybu dochází k trvalé deformaci materiálu do různého úhlu a zaoblení hran. Výrobek z technologie ohýbání se nazývá ohybek nebo také výlisek. Jako nástroje k této tvářecí operaci používáme ohýbadla, která se skládají z ohybníku a ohybnice. U ohýbání se využívá stejných zákonů plasticity jako u jiných způsobů tváření. Plastické deformace dosáhneme překročením meze kluzu, nesmí se však překročit mez pevnosti. Na průřezu vzniká pružná plastická deformace, u které se mění její průběh od povrchu materiálu až k neutrální ose. Rozlišuje se prosté ohýbání, ohraňování, zakružování a lemování. [1]



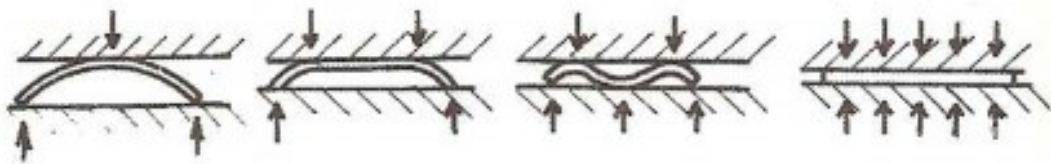
Obrázek 4: Příklad ohýbání [9]

1.1.3 Tažení

Tažení je přetvoření rovinné plochy polotovaru na prostorovou uzavřenou rovinu. [5] Využívá se k tažení pásů a plechů. Touto operací vznikají prostorové výlisky nerozvinutelného tvaru. Výchozí polotovar je plech, kde je spočítán obsah dle tvaru výlisku a určen dle délky na celou plochu výtažku. Tažení se dělí dle tvaru na tažení hluboké a mělké, tažení rotačních a nerotačních tvarů. Také existuje tažení bez a se ztenčením stěny nebo tažení nepravidelných tvarů. [6]

1.1.4 Rovnání

Technologie rovnání je využívána k odstranění nežádoucí deformace vznikající předchozí manipulací nebo ve výrobě. Rovnání tlakem je princip „obráceného“ ohybu, při kterém se uvádí křivé části do roviny, viz obrázek 5. Platí zde pravidlo současného působení elastických deformací s plastickými – takže po zrušení vnějších sil rovnané těleso odpruží – což se projeví zbytkovým zakřivením [6].



Obrázek 5: Rovnání výlisku tlakem mezi rovnými deskami

Při manipulaci s tvrdým materiálem nebo také velmi tenkým, kde je možnost, že by vzrostla síla do extrémně vysokých hodnot, se užívá rovnání, kde se neuvádí těleso do plastického stavu v celém jejím objemu ale jen v daných, pravidelně položených místech. Nazývá se tento proces bodové nebo bradavkové rovnání. Používá se při výrobách, z velmi tvrdého materiálu nebo kde nevádí vpichy a jsou využity čelisti s ostrými hroty.

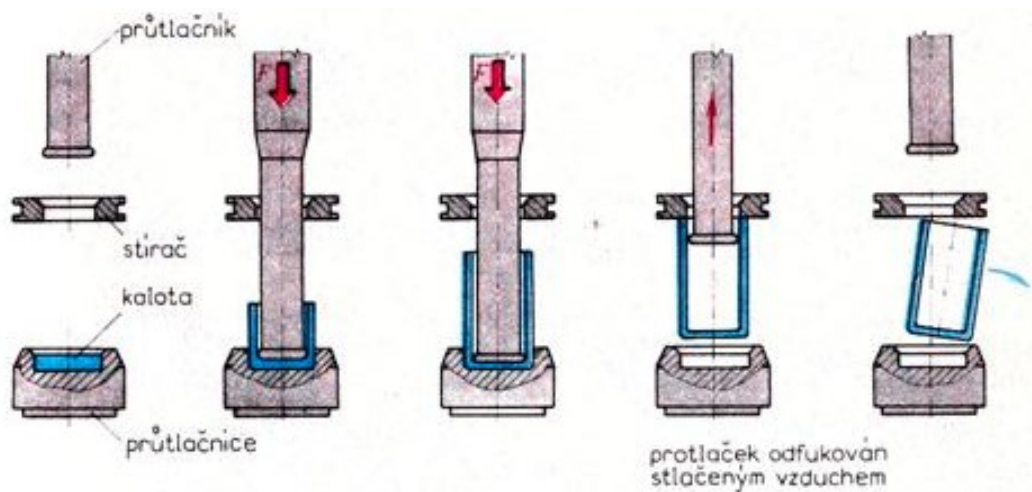
1.2 Objemové tváření

Objemové tváření je stále více používáno při sériové a hromadné výrobě symetrických součástí, díky jejich velkým výhodám oproti obrábění. Hlavní výhodou je úspora výrobního materiálu a také lepší produktivita práce, snížení výrobních časů a nákladů a lepší kvalita výrobků.

Využití objemového tváření za studena se využívá v odvětvích jako je automobilový průmysl, elektrotechnický či letecký, potravinářský ale i hodinářský. [6]

1.2.1 Tažení, vytlačování a protlačování

Protlačování je technologie, která může probíhat za studena, poloohřevu i tepla. Vzniká zde trojosá napjatost. Výchozím polotovarem se nazývá přístřih, kalota nebo špalíček a je podroben tlaku průtlačníku a průtlačnice. Materiál se přemísťuje, směr pohybu, tvar a velikost jsou určeny konstrukcí protlačovadla. Výrobek se nazývá protlaček. Principem protlačování je deformace materiálu v důsledku působících sil do předem stanoveného směru s konečnými výhodami mechanickými a rozměrovými vlastnostmi konečného výrobku. Protlačování je jedním z procesů, které přispěly k výraznému snížení vlastních nákladů ve výrobě, tedy i k racionalizaci výroby. Přesnost průtlačků je obvykle velmi vysoká. Rozdělení technologických způsobů protlačování jsou na dopředné, zpětné, kombinované a stranové a radiální protlačování. [1]



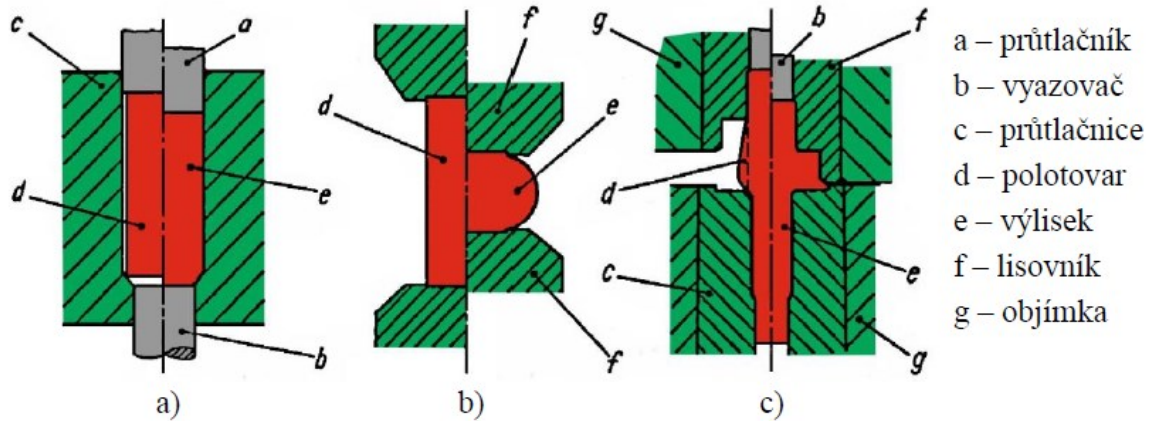
Obrázek 6: Princip technologie protlačování

1.2.2 Pěchování

Pěchování je operací objemového tváření, při kterém dochází ke zmenšování výšky polotovaru a zároveň zvětšování plochy příčného průřezu polotovaru. Tento způsob tváření se nejčastěji používá při výrobě normalizovaných spojovacích součástí (šroubů, matic, nýtů). Pokrok ve vývoji tvářecích lisů umožňuje pěchovat součásti delší než 300 mm a těžší než 3 kg. [2, 10, 11, 12]

U výroby složitějších strojních součástí objemovým tvářením se s pěchováním setkáváme například při kalibraci výchozího špalíku, aby se zarovnal čela zdeformovaná při stříhu (viz obrázek 7a).

Přípravné tvářecí operace, při níž se mění tvar i rozměr výchozího polotovaru pro další tvářecí operaci (viz obrázek 7b). Víceoperačním tvářením S, a to v samostatné nebo sloučené tvářecí operaci (viz obrázek 7c). [2, 10, 11, 12]

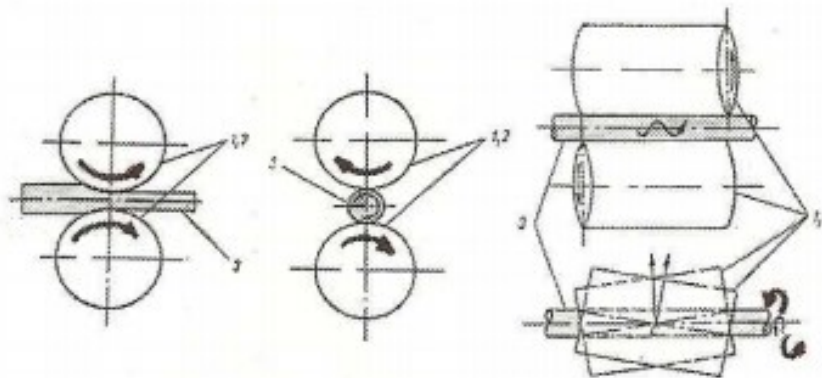


Obrázek 7: Způsoby využití pýchování v objemovém tváření [2]

1.2.3 Válcování

Válcování je principem kontinuálním. Kde tvářený materiál se deformuje mezi pracovními válci, které se otáčejí a kde musí převažovat všestranný tlak a vzniká vývalek. Při takovém procesu vzniká deformace materiálu, snižování výšky, prodlužování a měnění rychlosti na výstupu z válcovacích stolic. Otvor mezi pracovními válci je menší než vstupní rozměr materiálu. Proces válcování může probíhat za jakékoliv teploty, tím pádem lze využívat válcování za tepla i studena. [7]

Rozlišujeme válcování příčné, podélné a kosé a to díky směru, uložené os nebo vzniklým deformacím.



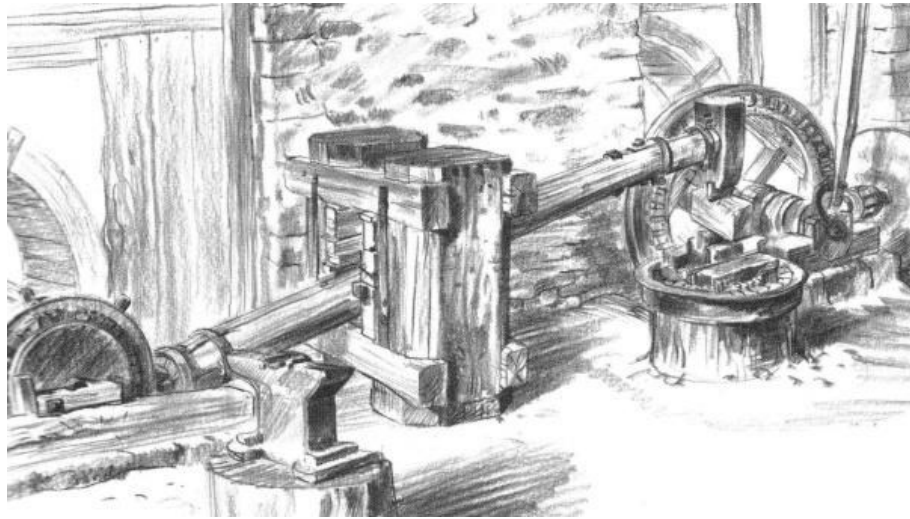
Obrázek 8: Princip podélného, příčného a kosého válcování

1.3 Kování

Kování je jednou z nejstarších technologií. Ruční kování, kdy se používá kladivo a kovadlina je známo již tisíce let. Jedná se o přetržitý způsob a výkovek má požadovaný tvar, příznivou makrostrukturu, výhodnou mikrostrukturu a zvýšené mechanické a fyzikální vlastnosti. Kováním lze zpracovávat téměř všechny kovy. Strojní kování zproduktivňuje výrobu malých a středně velkých výkovků a umožňuje zpracování těžkých odlitků. Hlavní důraz při kování se klade na nejmenší spotřebu materiálu, optimální přesnost výkovku, vysokou jakost tvářeného kovu, příznivý průběh vláken a na ekonomii provozu. Kování nejen umožňuje vyrábět tvary požadovaného rozměru, ale zároveň i zlepšovat původní mechanické vlastnosti a strukturu – kování má velký význam nejenom pro tvarování výrobku, ale i pro zlepšení mechanických vlastností. [1]

1.3.1 Historie kování

Poprvé bylo kování použito v době měděné. Vedle odlévání se železo zpracovávalo ručním kováním pomocí kladiva, kovadliny a kovářských kleští. Ohřev materiálu probíhal v kovářské výhni, topilo se dřevěným uhlím a pomocí měchů byl do výhně ručně vháněn vzduch. Největší význam mělo kování v době železné. Železo bylo využíváno k výrobě šperků, ozdobných předmětů a zbraní. Díky vynálezu střelného prachu se výroba ve 13. století ještě více zdokonalila. Ke zhotovení střelných zbraní bylo zapotřebí daleko větších výkovků, než tomu bylo u starých ručních zbraní. Na přelomu 15. století se technika kování ještě více zdokonalila, a to díky sestrojení hamrů. Hamry jsou jednoduché buchary poháněné přes páku vodním kolem. Na hamrech se vyráběly radlice k pluhům, sekery, kosy, srpy i obruče. [7]



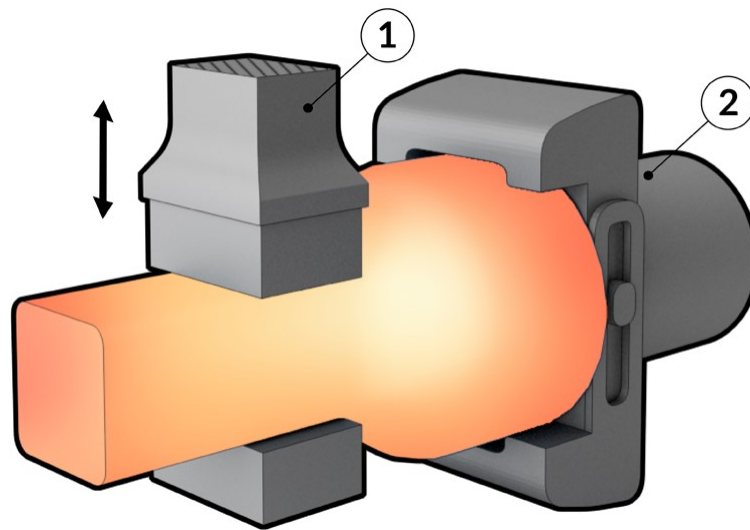
Obrázek 9: Ukázka pákového bucharu [8]

Na počátku 19. století se hamry přestávají používat, z důvodů vynálezu parního stroje. V této době se nejvíce používá jednočinný parní buchar, který umožnil výrobu velkých ocelových výkovků. Tyto buchary byly používány v hutích ke kování svazků svářkového železa používaného při stavbě železnic. Intenzivní vývoj technologie tváření a tvářecích strojů nastal během první světové války, kdy převládal automobilový a letecký průmysl, který vyžadoval ocelové součásti, nebo součásti z hliníkových slitin. Pro menší výkovky se rozšířili pružinové buchary, později pneumatické. Na počátku 20. století se začínají používat mechanické, vřetenové a hydraulické lisy. [7]

1.3.2 Volné kování

Volné kování se používá ke kusové výrobě malých a středních výkovků u oprav, údržby, zámečnictví a uměleckém kování. Rozdělujeme na ruční a strojní. Pro ruční kování je zapotřebí kovadlina, kovářské nástroje a výheň. Na strojní je zapotřebí padacích bucharů nebo hydraulických lisů. Při volném kování se působí opakovanými údery pouze na část povrchu materiálu. Buchary působí na materiál rázy beranu, které prokovou jen do určité hloubky. Proto buchar působí více rázy a díky tomu je možné dosáhnout vyššího stupně prokování. Při úderech beranu odpadají z materiálu okuje, a povrch výkovku je díky tomu čistý. Lisy působí na materiál klidným tlakem a prokovou materiál v celém průřezu [1].

Volným kovááním se nejčastěji dosahuje pouze přibližného tvaru. Hotové součásti jsou následně připraveny pro zápuskové kování, nebo u větších výkovků pro obráběcí operace.

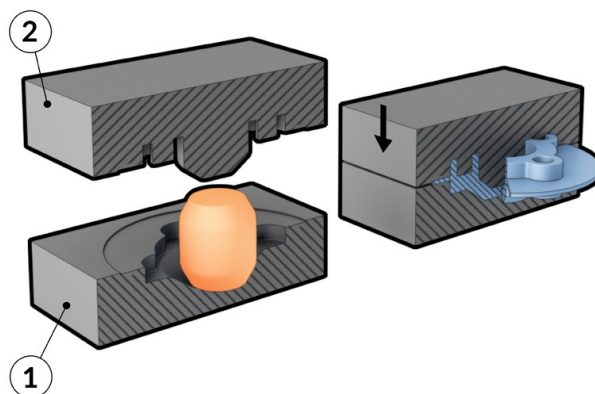


Obrázek 10: Schéma principu volného kování [13]

Na obrázku 10 je vidět schematicky princip volného kování. Beran bucharu či lisu (1) realizuje samotné kování, při kterém je výkovek upnut v manipulátoru (2), který je určen k pohybu a otáčení výkovku. Při úderu bucharu dochází k tomu, že tvárný materiál může volně téct ve směru působícího tlaku, i ve směru kolmém čili do stran. [14, 15, 16].

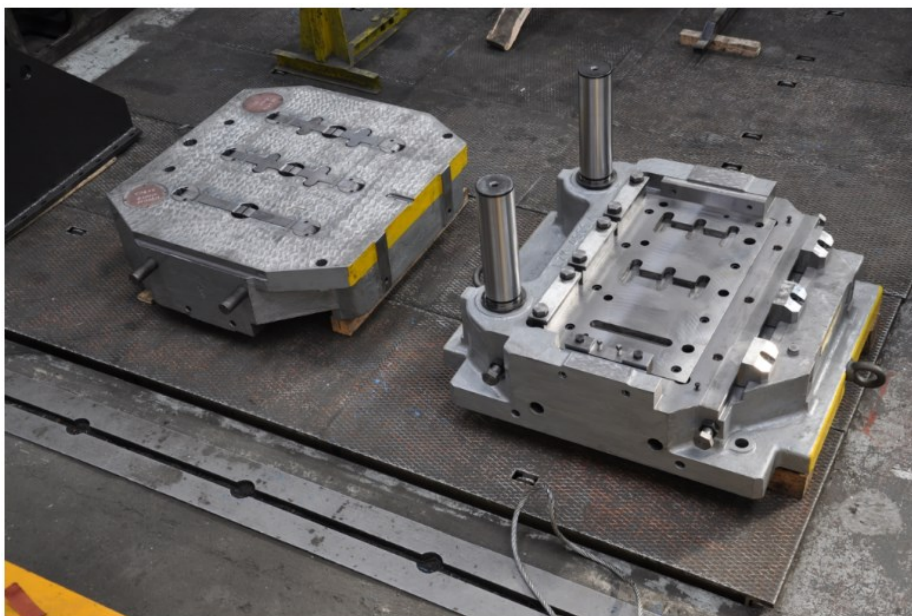
1.3.3 Zápustkové kování

Zápustkové kování je tváření polotovaru ohřátého na kovací teplotu v dutině nástroje – zápustky. Zápustka je předehřáta na provozní teplotu. Polotovar je vtlačován do dutiny zápustky a tzv. řízeným tečením dutinu zápustky vyplňuje. Materiál je většího objemu a po zaplnění zápustky zbylý materiál vteče přes můstky do dutiny výrobku.



Obrázek 11: Schéma principu zápustkového kování [17]

Tvářecí stroje mají sobě uzpůsobeny tvary zápustek a jeho upevnění. Nejvíce používány jsou zápustky ze dvou dílů – horní a spodní díl. Tvar zápustky je stejný se tvarem výkovku. Jen je o koeficient smrštění chladného výkovku zvětšen. Zápustkovým kovááním se dosahuje přesnějších tvarů výkovku než u volného kování. Dosáhne se zde vysokého stupně přetvoření a průběh vláken kopíruje tvar zápustkového výkovku. Při kováání na bucharu je potřeba pro vyplnění zápustkové dutiny několik úderů beranu. Kdežto u kováání na lisech je výkovek zhotoven v průběhu jednoho zdvihu, tudíž je možné na jednom stroji mít více operací. Výhodou kováání na lisech je jednoduchá obsluha stroje a větší výkonnost. Zápustky se vyrábějí z ocelí, které mají zvýšenou odolnost proti otěru a vysokým teplotám. Jedná se především o nástrojové oceli 19650, 19720 a 19552. Materiál je zušlechťený. Dutiny zápustek se vyrábějí často nekonvenčními technologiemi jako je např. elektroerozivní obrábění. Jako finální operace bývá leštění. [3, 1]



Obrázek 12: Obrázek zápustky [18]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

2 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE

Cílem téhle diplomové práce je:

- 1: Vypracování literární studie na dané téma
- 2: Navrhnutí řešení modernizace stávajícího kovacího lisu
- 3: Vyhodnocení návrhu řešení
- 4: Ekonomické zhodnocení

3 POUŽITÝ LIS

Pro svou diplomovou práci jsem se rozhodla vybrat mechanický svislý kovací lis LZK 4000. Je originálem ze Šmeralových závodů z roku 1968 vyroben pro práci za tepla v sériové a hromadné výrobě strojních součástí rozličných tvarů. Lis je určen pro práci na přesné zápustkové kování, pēchování, protlačování, ohýbání nebo děrování. Může být zařazen do linek s možností použití mechanizace a automatizace kovacího procesu, kde přísun materiálu může být z boku nebo zepředu dozadu. Lis je standardně vybaven horním a spodním vyhazovačem se stavitelným zdvihem.

V automatizaci se vedle indukční pece pro ohřev materiálu využívá ostřihovací lis, který usnadňuje práci na kovacím lise a vše je doplněno dopravníkem popřípadě i robotem. Na zvoleném lise je možná výroba nejrůznějších výkovků například klikové hřídele.

3.1 Popis nakoupeného stroje

Svislý kovací lis je konstruován z několika skupin – stojan, beran, spojka, brzda, vyvažování, předloha, přestavení atd.

Stojan je největší částí celého stroje, proto jsou na něho kladeny největší nároky na pevnost a stabilizaci. Počítá se, že celý lis má přes 250 tun.

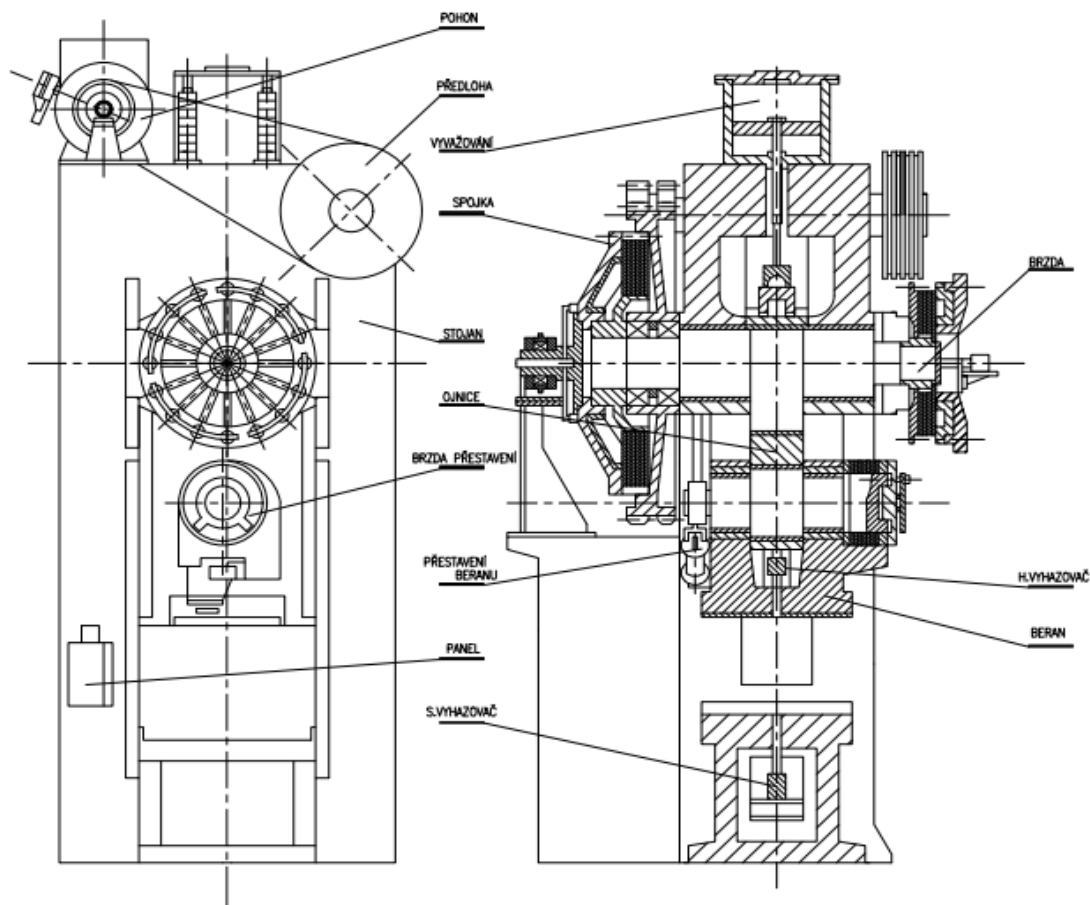
Lis je řešen příčným uložením výstředníkové hřídele. Toto uložení se využívá nejčastěji, a to nejen díky praktičnosti. Krouticí moment je od motoru (pohonu) přenášen klínovými řemeny na předlohu a odtud pastorkem na ozubené kolo spojky. V ozubeném kole je vestavěna lamelová spojka, která po sepnutí přenáší krouticí moment na výstředníkovou hřídel (hřídel se otáčí). Při vypnutí spojky se sepne díky tlačným pružinám a dojde k zastavení výstředníkové hřídele. Spojka i brzda je ovládána stlačeným vzduchem. Brzda je snadno seřiditelná. Na brzdě vznikají vysoké teploty, proto je zde důraz na vhodné chlazení, a to za pomoci vody proudící v lamelách, tak i odvětrávajícímu krytu.

Díky pneumatickému válci, který na stroji převádí stlačený vzduch na mechanický pohyb se vyvažují působící síly na lise.

Beran je s ojnicí spojen výstředníkovým čepem, který umožňuje jeho rychlé a snadné přestavení a použití uvolňovacího zařízení při zaseknutí beranu v dolní poloze. Přestavování a uvolňování je hydraulické. Hydraulický okruh má samostatný zdroj tlakové kapaliny, která je potřeba jednou ročně vyměnit.

Další skupinou na lisu je horní a spodní vyhazovač. Vyhazovače slouží k usnadnění vysunutí zápustek ze stroje. Oba vyhazovače jsou mechanické.

Chod lisu je řízen programovým spínačem, který je zabudovaný v panelu. Jeho součástí jsou pojistky, které chrání lis proti poškození při indikaci přetížení. Pojistka zastaví lis v okamžiku, kdy se stojan prodlouží nad stanovenou mez



Obrázek 13: Náčrt celého stroje

3.2 Základní data

Technické údaje o lisu:

- Jmenovitá tvářecí síla je 40 MN
- Počet zdvihu 60 zdvihů/ min⁻¹
- Výška zdvihu 380 mm
- Max. počet využitelných zdvihů s ohledem na oteplení spojky a brzdy 20 zdvihů/ min⁻¹
- Průchod 1580 mm
- Rozměr stolu zleva doprava 1520 mm
zepředu dozadu 1580 mm

-
- upínací plocha beranu zleva doprava 1470 mm
 - upínací plocha beranu zepředu dozadu 1400 mm
 - Délka lisu – zleva doprava 4720 mm
 - Šířka lisu – zepředu dozadu 4640 mm
 - Výška lisu nad podlahou 8106 mm
 - Výška lisu celková 9126 mm
 - Hmotnost lisu 250000 kg
 - elektromotor pohonu lisu 200 kW

4 POPIS A STAV SKUPIN NAKOUPENÉHO STROJE

4.1 Stojan

Důležitou skupinou je skupina stojan, který je základní nosnou částí lisu. Jeho hlavní součástí je samostatný stojan, viz obrázek 14, který je z odlitku ocelolitiny.

Výstředníková hřídel je uložena v dělených kluzných pouzdrech upevněných na stojanu a ve víkách ložisek, která jsou ke stojanu přichycena dynamickými šrouby. Axiálně je výstředníková hřídel vedena třecím kroužkem.

Předloha je na stojanu uložena v otvorech krytých víky.

Beran je veden čtyřmi stavitelnými lištami. Zadní lišty vedení beranu se opírají o odtlačovací šrouby, k nimž jsou dotaženy stavěcími šrouby, umístěnými v nálitku stojanu. K bočnicím stojanu jsou přední i zadní lišty upevněny šrouby. Odtlačovací a stavěcí šrouby předních lišt jsou umístěny v opěrných lištách, které jsou přišroubovány v zámku na stojanu. Upínací plocha stolu má být opatřena nástrojovou deskou, která brání k vybuchání stojanu. V zakoupeném stroji nebyla nástrojová deska využívána a došlo k poškození stolu. Závitové otvory pro upnutí držáků jsou vložkovány. Teplota v uloženích výstředníkové hřídele a předlohy má být kontrolována čidly zavedenými do bronzových pouzder. Její překročení je signalizováno na ovládacím panelu.



Obrázek 14: Stojan připravený na opracování

Stav hlavní části stroje odlitku je na první pohled v pořádku, je však potřeba provést očištění a vytvoření penetrační zkoušky na skryté praskliny, které by mohly být závažné a neúnosné a tedy celý odlitek by byl nepoužitelný. Na přední stojanové liště je nálietek pro mechanické vyvažování, který je pro další používání nedostatečný. Na vodících lištách je obložení z tkaniny, která se rychle opotřebovává a trhá.

Na zakoupeném stroji chybí stojanová deska, tudíž prostor stolu je značně vymlácený. Dále stav některých částí je rezavý, oprýskaný a chybí zde kryty některých částí.

4.2 Beran

Svislý kovací lis je konstruován jako jednobodový, to znamená, že má jednu výstředníkovou hřídel. Má jeden beran, který je vedený v lištách stojanu a jeho součástí je excentrická hřídel, ojnice a výstředníkový čep. Kluzné uložení hřídele v ojnici umožňuje bronzové pouzdro. V beranu je čep uložen také v bronzových pouzdrech. Natočením výstředníkového čepu v ojnici se beran zvedá nebo spouští, čehož se využívá k přestavování nebo uvolňování beranu ze zaseknutí.

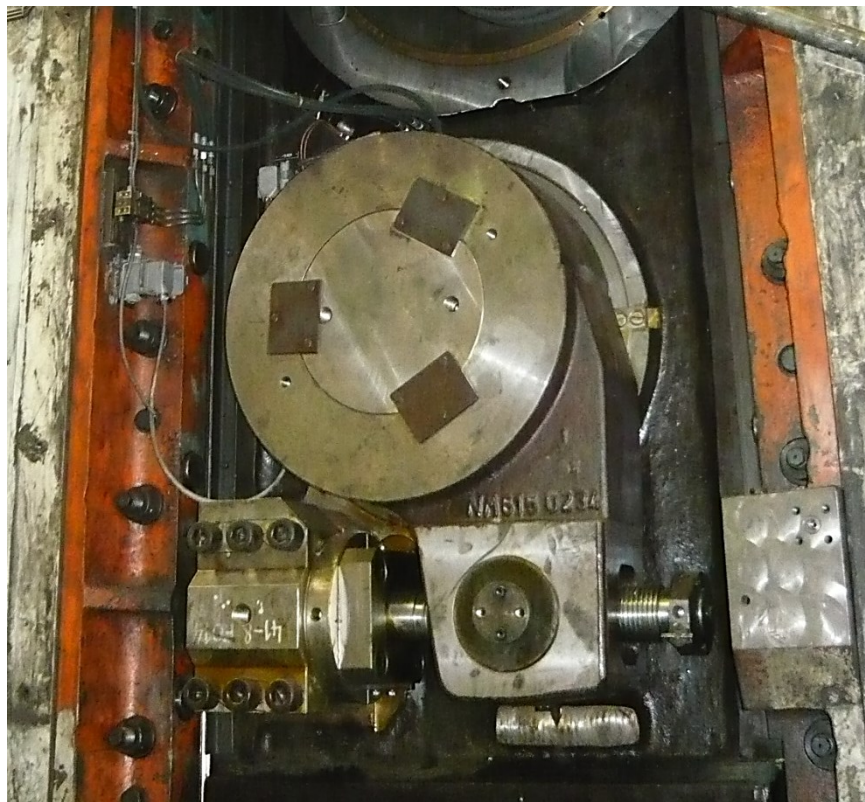


Obrázek 15: Beran s opracovanými lištami a kostkou na mechanické přestavení

Celou montážní skupinu je potřeba rozmontovat, očistit a proměřit. Beran je vyráběn z litiny nebo ocelolitiny pro větší únosnost tlaku. Na přední části beranu je kostka, která se používá při mechanickém přestavení. Součástí zakoupeného stroje byla ojnice, která byla vyrobena z jednoho kusu materiálu. Spojka a brzda byla na výstředníkovou hřídel připevněna 2 klíny a výstředníkový čep byl již vytažen, tudíž zde nebylo možné vidět dosedání pouzder na hřídel.

4.3 Přestavení beranu

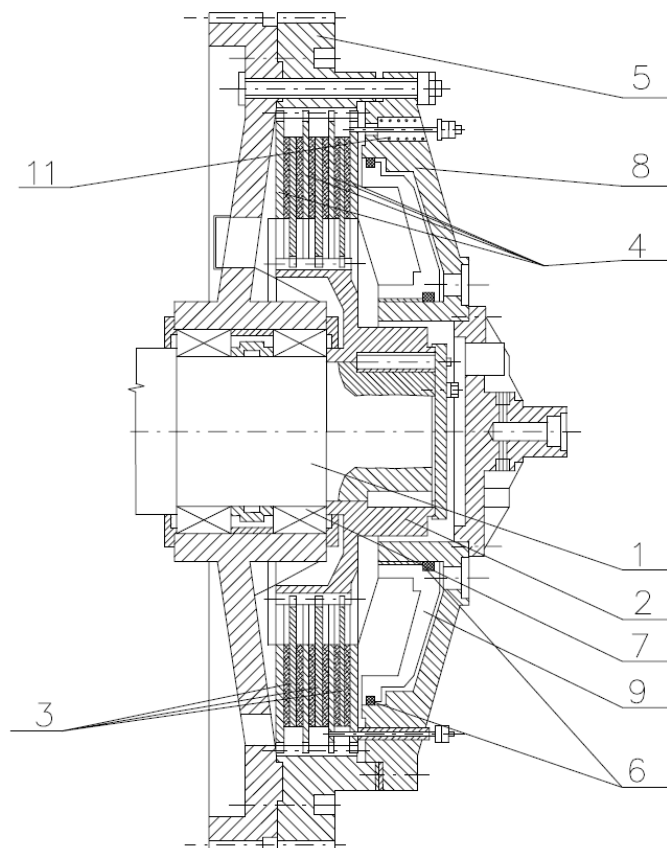
Zařízení slouží k přestavení velikosti zdvihu beranu a uvolnění beranu při zaseknutí zápustek. Na stroji je přestavení provedeno mechanicky. To znamená, že povolením zajišťovacího šroubu se odstraní pojištění kulového šroubu proti otáčení. Nastaví se příslušný směr otáčení kolíku řehtačky a vloží se manipulační tyč. Otáčením řehtačky je unášen kulový šroub, který pohybuje pákou. Pohyb páky se přenáší na výstředník, který při svém otáčení mění vzájemnou polohu beranu a ojnice, a tedy i sevřenou výšku beranu. Tímto se přestaví beran do požadované polohy. Velikost přestavení se odečítá na stupnici. Po přesném ustavení se opět zajistí kulový šroub zajišťovacím šroubem. Tohle přestavení je funkční, bohužel v dnešní době velice nepraktické a nevhodné.



Obrázek 16: Mechanické přestavení beranu

4.4 Spojka

Na zadní straně stojanu je ozubené kolo s vnitřním ozubením (5) s vestavenou spojkou. Kolo je na excentrické hřídeli (1) uloženo valivými ložisky (7) a přenáší krouticí moment od pastorku, předlohové hřídele na ořech spojky (2). Ořech spojky je pevně uchycen na excentrickou hřídel. Lamely spojky (3, 4) jsou střídavě uchyceny v ozubeném kolu a vnějším ozubením ořechem spojky (2). Spojku spíná tlakový, vpuštěný do prostoru nad píst (9) a pod víko (8), těsněný manžetami (6). Tlačné pružiny pomáhají při vypouštění tlakového vzduchu uvolnit sevření lamel. (11).



Obrázek 17: Náčrt spojky

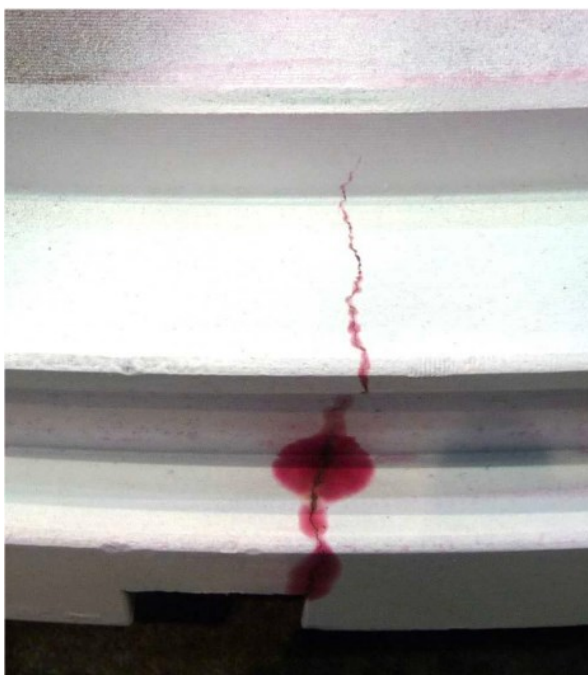
Na současné spojce bylo na lamelách použito azbestové obložení. Azbest je již zakázaný materiál, který poškozují zdraví. Třením a zahříváním lamel vznikají malé nebezpečné úlomky (krystalky), které při dlouhodobém vdechování způsobují těžké poškození plic. Dále upevnění na hřídel je jen pomocí dvou klínů, které je nedostačující, protože se často zadírá nebo se stříhne klín.

Na ozubeném kole je na první pohled vidět známky opotřebení a nutnosti opravy povrchu vymlácených zubů.

Po provedení kapilárních zkoušek se na pístu spojky okazala trhлина.



Obrázek 18: Píst spojky s provedenými zkouškami



Obrázek 19: Prasklina na pístu spojky

4.5 Brzda

Na kovacíh lisech se dříve používala pásová brzda. V dnešní době je většinou nahrazována lamelovou brzdou. Na našem stroji je brzda lamelová a byla již demontována. Stejně jako u spojky je zde azbestové obložení. Ozubený ořech je stářím opotřeбенý - prasklý a pružiny, které zde patří úplně chybí. Ve skupině jsou šroubované, vodou chlazené lamely. Obložené lamely jsou prohnuty, tudíž je potřeba odstranit obložení a pokusit se o vyrovnání, popřípadě vyrobit nové.

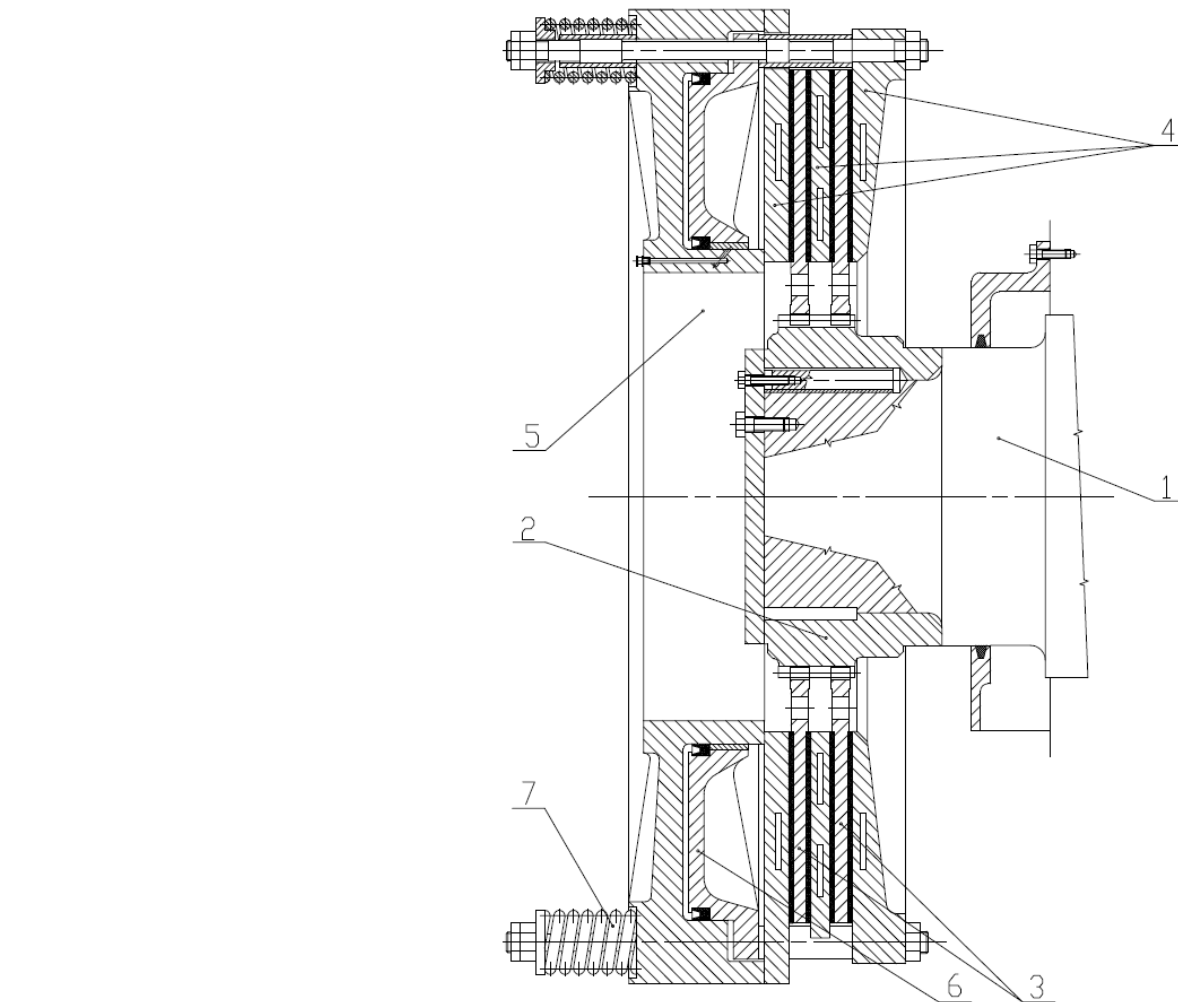


Obrázek 20: Původní brzda na lise

4.5.1 Princip brzd

Na excentrické hřídeli (1) vyvedené na přední stranu lisu je pomocí dvou per pevně uchycen ořech brzd (2) s vnějším ozubením. S ořechem jsou ve stálém záběru obložené lamely (3) s vnitřním ozubením. Neobložené lamely (4) jsou horizontálně uchyceny v zámku stojanu. Jejich uložení je suvné, lamely se nemohou otáčet. Víko brzd (5) je uchyceno pevně v zámku stojanu. Na čelním obvodu víka jsou rozmístěny šrouby s pružinami (7), které svírají lamely v činné (zabrzdené) poloze. K odbrzdění dochází

v době, kdy je spínána spojka a uvolní se přívod tlakového vzduchu pod píst. Píst (6) tlačí na distanční trubky, překonává sílu pružin a oddálí zadní lamelu. Vzájemné oddálení lamel je seřiditelné distančními šrouby.

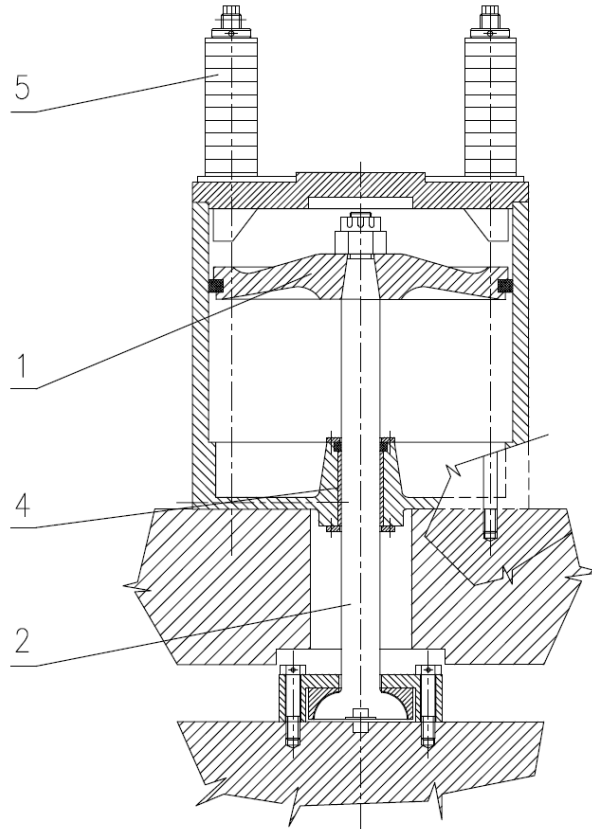


Obrázek 21: Náčrt brzdy

4.6 Vyvažování beranu

V horní polovině lisu je skupina s názvem vyvažování. Ta se nachází přímo v ose symetrie stroje, protože zde najdeme i těžiště beranu. Díky vyvažování se vyrovnávají síly klikového mechanismu. Vyvažování zajišťuje také to, aby nebylo působeno rázové namáhání části klikového mechanismu a to díky vymezení vůlí v uloženích ve směru pracovního tlaku. Vyvažovací válec je umístěn na příčnicku stojanu. Píst vyvažování (1) je

pístnicí (2) uchycen přírubou na příčnicku prodlouženého vedení beranu (3). Pístnice je vedena pouzdem (4) v náboji válce. Mazání pouzdra je řešeno ruční mazničkou a uchycení válce je odpruženo pryžovými kotouči (5)



Obrázek 22: Náčrt vyvažování

Stav původního vyvažování odpovídá stáří lisu. Povrch válce je zrezavělý, píst poškozený a těsnící prvky chybí. Proto je nutná renovace.

4.7 Vyhazovače

Pro přesnost výrobků, je zapotřebí, aby měli výkovky malý boční úkos. Z tohoto důvodu je potřeba použití horního i spodního vyhazovače. Na stávajícím stroji je použité vyhazování čistě mechanické. Právítko horního vyhazovače v horní úvratí excentrické hřídele narazí do zářezky, která vysune vyhazovací kolíky a to znamená, že i výkovky v horních zápustkách. U spodního vyhazovače je zapotřebí síly, která je vytvořena pohonem. Pohon převádí sílu z otáčivého pohybu excentrické hřídele na vačku, ze které se přes táhlo pohybuje pravítko

spodního vyhazovače. To způsobuje pohyb kolíků spodního vyhazovače a tím pádem i výkovky ze spodních zápustek. [19]

4.8 Předloha

Předloha je uložena v horní části stojanu a zajišťuje spojení mezi motorem a spojkou. Na předlohovou hřídel je pevně uchycen pastorek s šikmým ozubením a je v záběru s ozubeným kolem spojky. Setrvačnická akumulace energie pro pracovní zdvih a řemenice, kterou je předloha poháněna od pohonu. Pastorek je již řádně vychozený, tudíž bude nutná výměna. Předlohová hřídel se musí poměřit pro vymačkání, a musí proběhnout kontrola házivosti a samostatná kontrola ložisek.



Obrázek 23: Předloha připravena na demontáž

4.9 Podpěra beranu / zabezpečovací zařízení

Aby lis splňoval požadavky zákazníka a dosáhl osvědčení na CE, musí splňovat zásadní opatření, mezi které patří velikost zábradlí, uzamykatelnost zábradlí, výroba podpěry beranu. Vše je potřeba vyrobit nově.

4.10 Elekřina, mazací systémy, rozvody

Tady řadíme vybavení, které je poznamenáno časem. Některé prvky jsou na lisu použitelné, ale již nesplňují požadavky bezpečnosti a platné normy EU.

5 ZPŮSOB OPRAVY

Jako zásadní úkol je řádné rozmontování a očištění všech dílců. Hlavní princip lisu zůstává nezměněn. Proběhne modernizace, což znamená zaměňování mechanických skupin za automatické. V téhle práci se zaměříme především na velké skupiny lisu. Jednotlivé dílčí komponenty v maximální možné míře vrátíme zpět. Důvodem je samozřejmě složitost výroby náhradních dílů, dodací podmínky, jejich velikost i cena.

5.1 Stojan

Celkovou skupinu je potřeba nejdříve rozmontovat a odlitek stojanu prvně obrousit, aby bylo možné provést kapilární zkoušky pro odhalení trhlin a poškození. Objeví-li se na stojanu praskliny, které není možno opravit – je potřeba vyrobit nový stojan.

5.1.1 Varianta č. 1

První variantou je výroba nového stojanu opět z odlitku. Zde musíme počítat s výrobou nového modelu stojanu. Největší komplikací je termínové vyrobení. Odlití stojanu může trvat i 10 měsíců a poté následuje opracování odlitku. Další komplikace je velikost dílce (5x3x2m) a jeho hmotnost. Je již málo společností, které by byly schopny odlitek vyrobit v potřebné kvalitě a čase. A nesmíme zapomenout na převozu takového odlitku – opracovaný odlitek váží přibližně 102 000 kg.

5.1.2 Varianta č. 2

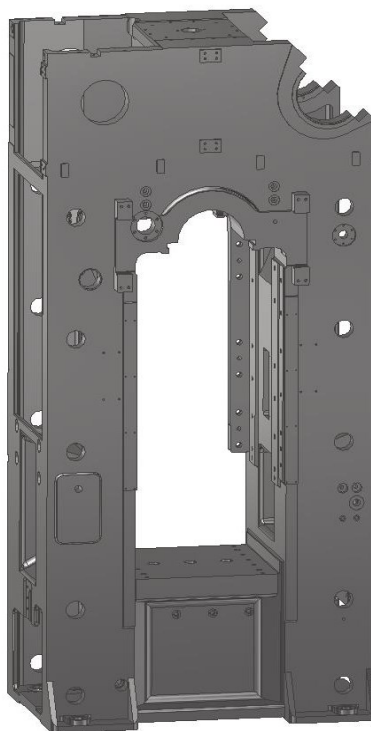
Další alternativou je navržení konstrukce ze svařovaných částí. Zde musíme počítat, že na stojan jsou kladeny nároky skrze velké rázy stroje. Hlavním problémem při výrobě prostorově velkých svařenců bylo časté praskání svarů. Je zde potřeba žíhání na odstranění vnitřního pnutí a použití mezižhání. Svařované stojany mají ovšem výhody oproti odlévaným a to například: není potřeba výroba modelu, časové zkrácení termínu výroby a nižší finanční náklady.

5.1.3 Varianta č. 3

Třetí variantou je využití stávajícího stojanu - za určitých podmínek a oprav. Většinou se jedná o drobné zavaření či obroušení nerovností.

Provedené kapilární zkoušky závažné poškození stojanu neukázaly, tudíž se stojan bude moci využít. Je nutné počítat s určitými opravami. Na odlitku je potřeba zarovnání vodících ploch pro lišty, opracování s minimálním úběrem a poté broušení stolu na stojanovou desku, vyrovnání ploch, na kterých celý lis stojí a vytočení kruhových průměrů. Příprava ploch na snímače a na upevnění ovládajícího panelu. Stojan se dále musí oprýskat, očistit a nastříkat barvou.

Obložení na lištách bylo z neurčité tkaniny, proto muselo být odstraněno a nahradili jsme ho obložím z bronzu s mazací drážkou pro vytvoření lepších podmínek pro tření. Na celém stroji je potřeba zaměnit vodící pouzdra za nová bronzová. Dřívější provedení stojanového stolu bylo provedené bez stolní desky, tudíž na připravenou plochu je potřeba vyrobení nové stojanové (nástrojové) desky, aby byla vyměnitelná a pro budoucí použití opravitelná. Na stole je potřeba vyměnit ještě vodící vložky na vyhazovací kolíky a opravit konzole, ve kterých je připevněna brzda.



Obrázek 24: Model hlavní části stojanu

5.1.4 Seřízení stojanu

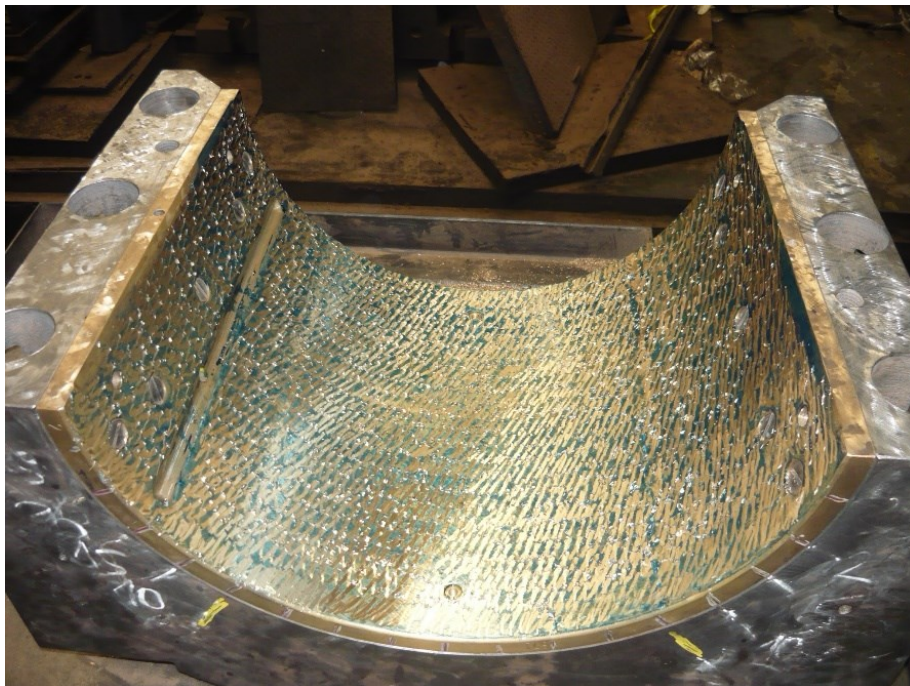
Seřízení vůlí ve vedení se provádí tak, že zadní lišty mají charakter pevných lišt a vůle ve vedení beranu se seřizuje pouze předními lištami na určitou součtovou vůli. Beran se

dotlačí na zadní lišty. Přední lišty se seřizují dole na vůli 0,8 mm a nahoře na vůli 0,6 mm, a to na obou stranách (vlevo a vpravo).

Při kování dojde k prohnutí stojanu a beranu a tím i ke změně vůle ve vedení. Po dosažení nejvyšší teploty se provozní vůle zkontroluje a seřídí tak, aby při provozní teplotě od 50 - 65 °C byla její hodnota 0,6 mm a to po celé délce vedení.

5.1.5 Škrábání bronzových pouzder

Zaškrabávání je konečné ruční obrábění (lícování) dvojic ploch, které se mají vzájemně dotýkat na, pokud možno, co nejvíce místech. Jedná se o ubírání jemných třísek na obráběných plochách po soustružení, frézování, hoblování a pilování. Přesnost dosahovaná zaškrabáváním náleží k nejpřesnějším způsobům opracování a předčí jí jen přesné strojní broušení, honování nebo lapování. Zaškrabáváním se dokončuje obrábění přesných ploch, jako jsou vodící plochy, kluzné plochy v ložiskových pouzdrech, důležité plochy upínacích zařízení, měřicích přístrojů a měřidel. Dosahuje tím přesného vedení jedné součásti po druhé a stejnoměrného rozložení tlaků ve styčných plochách. A pohybujeme se zde v přesnosti do 0,003 mm v rovinnosti, přibližně v 1. třídě jakosti. [21, 22]



Obrázek 25: Zaškrabána bronz na barvu

Při zaškrabávání vznikají vrcholky a prohlubeniny. Pokud na sebe přiložíme dvě plochy, tak se nám dotýkají jen na některých místech. Proto pokračujeme tak dlouho, až nám lícuje maximální množství bodů a plocha je co nejrovnější.

Převládá většinou způsob zaškrabávání oběma rukama. Škrabák se drží v pravé ruce a levou rukou se na něho tlačí. Posuvem škrabáku dopředu se odebírá tříška. Tloušťka odebírané třísky na jeden záběr je závislá na síle, kterou je škrabák přitlačován k zaškrabávané ploše. Tato tloušťka je celkem nepatrná a činí asi 0,005 mm na jeden záběr.

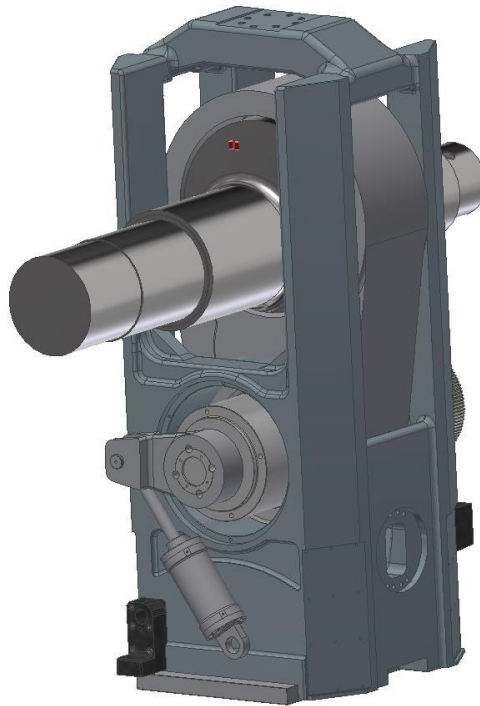
Při zaškrabávání křivých ploch se k zjišťování vystupujících míst zaškrabávaných ploch používají hřídele, čepy, kalibry aj., na něž se nanáší tenká vrstva barvy. Místa na zaškrabávaných plochách, označena touto barvou, se postupně seškrabují, až obráběná plocha má dostatečný počet nosných plošek, které jsou znakem žádané přesnosti. [14] [15]

5.1.6 Montáž skupiny

S ohledem na velikost, hmotnost lisu a s následnými pracovními rázy je potřeba před montáží stojanu bezpodmínečně nutně přezkontrolovat základový prostor, na který bude celý stroj umístěn - jeho rozměry, kvalitu a rozteče otvorů pro základové šrouby dle základového plánu. Pokud se jedná o základ, kde již předtím byl stroj umístěn, je nutné řádné vyčištění. Do příslušných otvorů se zasunou základové šrouby. Stojan se postaví na základ a musí se vyrovnat s přesností 1 mm/m.

5.2 Beran

Hlavní součást beranu se musí kontrolovat na ohyb a průhyb. Napětí nemá překročit 30 MPa u litiny a 60 MPa u ocelolitiny. Měrný tlak ve vedení má být $p = 2-3$ MPa. Na odlitku beranu je potřeba provádět také penetrační zkoušky. Na našem lisu proběhly v pořádku. Hlavním úkolem je oprava vodících lišt na beranu, kde se musí brát zřetel i na úhel mezi sebou svírající. Dalším krokem je srovnání plochy na beranovou desku, následná výroba nové desky a řádné opracování průměrů pro hřídel. Musí proběhnout výměna všech bronzových pouzder a zásadní je úprava beranové kostky na přestavování, kde bude z mechanického přestavení hydraulické.



Obrázek 26: Model sestavy beranu

5.2.1 Ojnice

Ojnice slouží k přenosu síly z excentrické hřídele na beran lisu. Uložení excentrické hřídele a výstředníku v ojnici je provedeno pomocí kluzných pouzder. Při nesouososti výstředníku s excentrickou hřídelí je soustava staticky neurčitá a pohyb mechanismu je možný jen za určitých deformací. Kvůli tomuhle problému, je v první řadě brán důraz na výrobu výstředníku co nejmenší délky, aby se mechanismus blížil statické rovinné úloze. Ojnice je namáhaná tlakem a momenty vznikajícími díky čepovému tření v uložení excentrické hřídele a výstředního čepu. Hlava ojnice je zatěžována dynamickou silou na počátku vratného pohybu v dolní úvrati [19].

Navrhli jsme dvě varianty řešení k výrobě ojnice. Vzhledem k snazší manipulaci při montáži jsme zvolili variantu č. 2. Obě varianty představují níže.

5.2.1.1 Varianta č.1

První varianta je výroba ojnice z jednoho kusu materiálu. Zde se opět dostáváme k problému odlití ojnice kvůli velkým rozměrům a dodací době. Velikost ojnice je 2500 mm x 560 mm a hmotnost 6 tun.

5.2.1.2 Varianta č. 2

Druhou variantou je výroba dělené ojnice ze dvou kusů. Kvůli menším rozměrům odlitku a hlavně pro snazší manipulaci, se vyrábí ojnice šroubovaná ze dvou kusů, které se svrtávají 4-mi šrouby. Výroba obou částí je z litiny nebo ocelolitiny a ojnicí šrouby se vyrábí ocelové.



Obrázek 27: Hlavní část dělené ojnice

5.2.2 Excentrická hřídel

Excentrická hřídel neboli výstředníková převádí rotační pohyb od pohonu lisu na přímočarý vratný pohyb. Excentricita výstředného průměru nám určuje velikost zdvihu lisu. Na stroji je hřídel jednou z nejvíce namáhaných součástí, jelikož přenáší velké síly potřebné pro tváření materiálu. Je zatížena velkým ohybovým i kroutícím momentem. Tato součást je vyráběna jako zušlechťený výkovek z legované oceli. Díky ceně nové hřídele se snažíme zachovat tu původní, na které je však potřeba provést potřebné zkoušky a popřípadě opravit plochu na vymačkaném průměru pod ložisky pomocí nástřiku nebo návaru, abychom zachovali velikost ložisek. Na koncích excentrické hřídele je umístěna lamelová spojka a brzda, které přenášejí sílu skrze dva klíny. Tohle je nutné upravit na lepší kolíkové spojení. Viz skupina brzda.



Obrázek 28: Excentrická hřídel připravená na svrtávání

5.2.3 Montáž skupiny

Pro montáž beranu jsou ze stojanu demontovány přední opěrné lišty a víka hlavních ložisek. Před montáží je nutno zkontrolovat všechny kluzné plochy a uložení. Překontroluje se čistota otvorů pro přívod maziva. Beran se do stojanu montuje společně s excentrickou hřídelí, ojnící, brzdou přestavení a válcem přestavení. Před montáží se beran postaví na podstavec před přední stěnu stojanu. Aby se zabránilo poškození stolu a nástrojové desky beranu, je vhodné beran postavit na plechové pásy namazané tukem. Ojnice se ustaví do svislé polohy a zajistí se dřevěnými klíny. Excentrická hřídel se namaže tukem, vsune se do ojnice delší (spojkovou) stranou ke stojanu a zajistí se pomocnými příložkami ve spodní části ojnice.

Smontovaný beran se vtáhne do stojanu na stůl, až dosedne na zadní lišty. Namontují se přední a opěrné lišty a nastaví se patřičná vůle. Beran se zvedne do polohy, kdy dosedne hřídel do ložisek a tím se dostane do správné polohy.

5.3 Přestavení a uvolnění beranu

Mechanický způsob provedení přestavení je bohužel již nepřijatelný, protože se zde neustále vyskytovaly problémy a proto jsme ho nahradili provedením s hydraulickým válcem.

Na zadní straně beranu je umístěno zařízení pro přestavování beranu. Na konci výstředníkového čepu je kuželovými kolíky v rozpěrných pouzdrech pevně uchycena páka, která se dle velikosti a požadovaného směru přestavování natáčí hydraulicky ovládaným dvojčinným pístem ve válci. Válec je kyvně uchycen na čepu v přírubě. Ovládání je tlačítkové na panelové desce.



Obrázek 29: Model páky přestavení beranu

5.3.1 Montáž skupiny

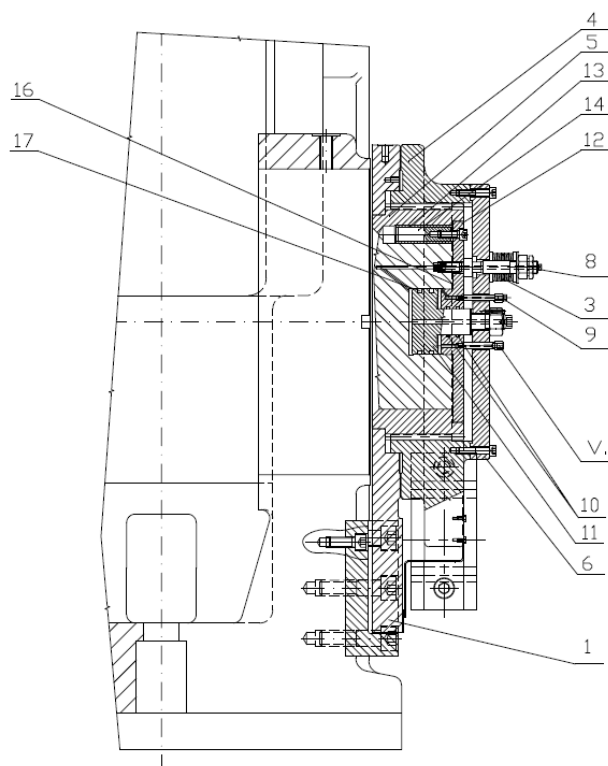
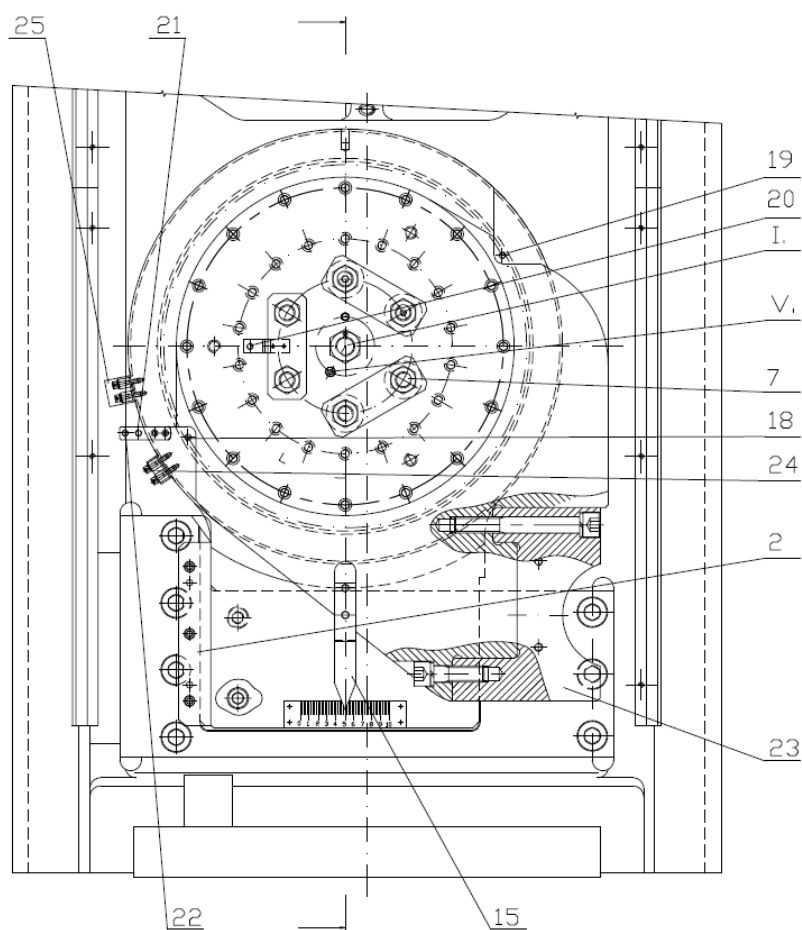
Při montáži je nutné dbát na naprostou čistotu hydraulického válce a řádné pojištění všech šroubových spojů. Kontroluje se čistota přívodu ručního mazání výstředníkového čepu. Na přívod se přišroubují nové hadice. Tím je přestavení beranu připraveno k použití.

5.4 Brzda přestavení

Brzda přestavení na lisu nebyla. V rámci modernizace lisu jsme vyhodnotili potřebu přidání této skupiny z důvodu bezpečnosti. Účelem brzdy je zabránění samovolného přestavení beranu. Zde máme možnost výběru ze dvou variant na výrobu.

5.4.1 Varianta č. 1

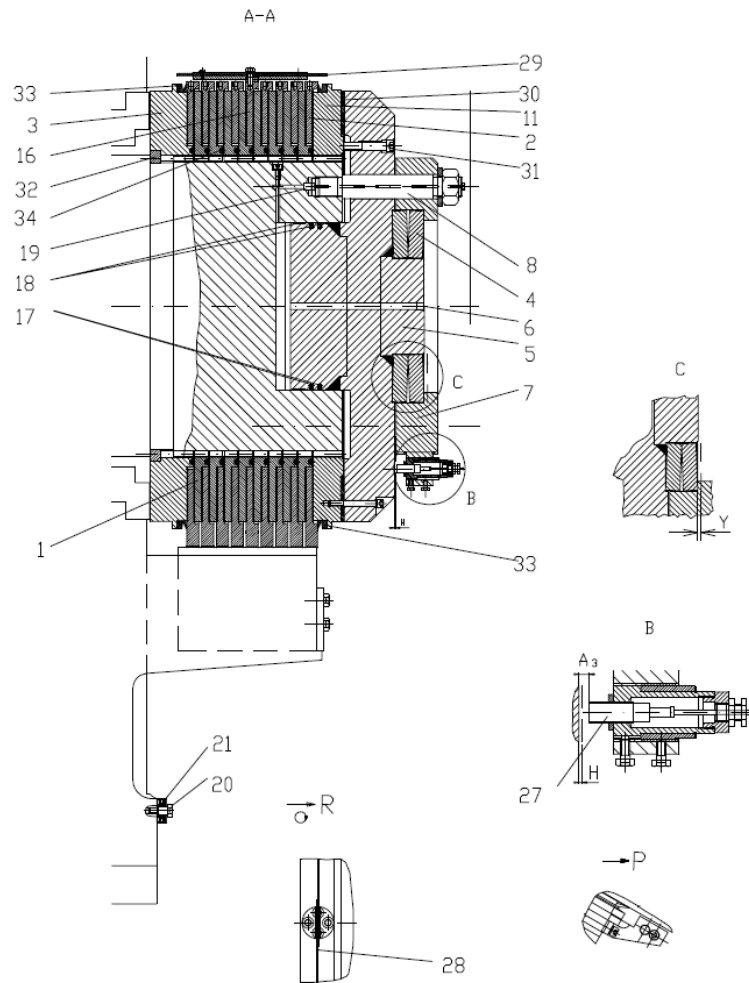
Páka (1) je vedena vložkou (2) v beranu. Toto uložení nedovoluje rotační pohyb páky. Pružinami (3) je válec s čelním ozubením (4) dotlačován do záběru s pákou, ořech (5) je pevně spojen s výstředníkovým čepem kuželovými kolíky s pouzdrem (13, 14). Při přestavení píst (11) uvolňuje páku ze záběru hydraulického válce. Důležitou součástí hydraulického válce jsou přívody kapaliny, aby nedocházelo při tření k zadření (poškození válců). Po stlačení pružin se čelní ozubení vysune ze záběru a umožní pohyb beranu. Správná funkce pístu je podmíněna dokonalým odvzdušněním hydraulického rozvodu. Odvzdušnění se provádí šrouby (8, 9). Zajištění brzdy zasunutím do zoubků (sepnutí) je provedeno silou pružin a pístem. Při sepnutí brzdy je přívod tlakové kapaliny ukončen po signalizaci „zasunutého ozubení“. Při přestavení beranu se natáčí ořech se šípkou ukazatele přestavení beranu. Sepnutí čelního ozubení je kontrolováno bezkontaktními snímači (18, 19), které jsou umístěny na beranu a hlášení poruchy je zobrazováno na panelové desce.



Obrázek 30: Náčrt varianty č.1

5.4.2 Varianta č. 2

Natáčením výstředníkového čepu v beranu se přestavuje beran. Aby během provozu nedocházelo k samovolnému přestavení, je výstředníkový čep v potřebné poloze držen brzdou přestavení. Brzda přestavení je umístěna na přední ploše beranu a skládá se z kruhových lamel (1) s vnitřním drážkováním, které jsou ve stálém záběru s drážkovaným koncem výstředníkového čepu. Mezi tyto lamely jsou vloženy tvarové lamely (2, 3), které jsou svým zámkem zapřeny o náliček na beranu. Všechny lamely jsou sevřeny talířovými pružinami (4). Uvolnění lamel pro natáčení výstředníkového čepu se dosáhne vpuštěním tlakového oleje pod píst (5) otvorem ve středu pístu. Na tento otvor (6) je připojena hadice hydraulického rozvodu. Prostor pod pístem se odvzdušňuje podélně vrtaným šroubem (8). Uvolnění lamel je prostřednictvím spínačů polohy signalizováno na ovládacím panelu. Krajiní polohy natočení výstředníku jsou jištěny spínači polohy. Na dolním podélně vrtaném šroubu je připojena hadice přívodu ručního mazání výstředníkového čepu v beranu.



Obrázek 31: Náčrt varianty č.2

Pro náš stroj jsme vybrali variantu číslo 2. Díky které lze snadněji řídit dobu zdvihu a jeho sílu. To přispívá ke snadnější obsluze nebo také k automatizaci celého kovacího procesu.

5.4.3 Seřízení brzdy přestavení

Dotážení talířových pružin musí být rovnoměrné, aby nedošlo k přičení pístu a nerovnoměrnému sevření lamel. Důležité je seřízení snímačů. Snímač č. 1 se nastavuje při zastavené brzdě přestavení a slouží ke kontrole zabrzdění brzdy přestavení. Snímač se zašroubovává k pístu. Po rozsvícení kontrolní diody se snímač vrátí o polovinu otáčky nazpět a zajistí se.

Snímač č. 2 slouží ke kontrole odbrzdění brzdy přestavení a jeho přesné ustavení se provede při odbrzděné brzdě přestavení a po seřízení talířových pružin.

Snímač č. 3 kontroluje správné seřízení velikosti tlaku oleje pro odbrzdění brzdy přestavení. Tento snímač se znovu seřídí současně se snímačem č. 2. Po rozsvícení kontrolní diody se snímač otočí o jednu otáčku nazpět a zajistí se.

5.4.4 Montáž skupiny

Pro správnou a bezpečnou funkci brzdy přestavení je bezpodmínečně nutné, aby obložení na lamelách a třecí plochy na vnitřních lamelách, byly čisté a suché. Při montáži pístu je potřeba dbát na to, aby nedošlo k poškození těsnění a vodících pásů. Všechny šrouby s vrtaným otvorem musí být dobře dotaženy na těsnění v konci otvoru, současně průchodnost otvorů musí být překontrolována.



Obrázek 32: Brzda přestavení namontována na stroji

5.5 Spojka

Pro správnou funkci spojky je třeba zajistit především dostatečnou velikost třecí plochy a vyměnit obložení lamel – pro zachování zdravotní nezávadnosti a životnosti obložení vzhledem k vysokému zatížení spojky.

Zásadní změnou na téhle skupině, stejně jako u brzdy, bylo odstranění azbestového obložení z lamel spojky. Tenhle materiál jsme nahradili již nezávadným materiálem - FAG/M, který vydrží i vysoké teploty na spojce. Dále pro lepší přenos krouticího momentu bylo přidáno ke klínovému spojení mezi excentrickou hřídel a ořech spojky ještě kolíkové spojení. Je zde nutná korekce na ozubeném kolu a k tomu vyrobení nového pastorku ve skupině předloha. Zde se musí změřit původní osová vzdálenost mezi ozubeným kolem a pastorkem. Kvůli špatné vzdálenosti by funkce stroje byla značně omezena nebo dokonce by se musel vyrobit nový pastorek.

Samozřejmá je výměna všech těsnících prvků, pružin a ložisek ve skupině. Lamely s vnějším ozubením se očistí, zabrousí a zkontroluje se ozubení. Při proměřování lamel s vnějším ozubením jsme zjistili prohnutí v řádu desetin, místo dovolených 0,02 mm – následovalo vyrovnání lamel. Při úběru těchto lamel se musí dopočítat, jak silné obložení se použije na obložené lamely. Aby spojka správně fungovala a u zákazníka plnila svou funkci i po postupném seřizování při opotřebenosti lamelového obložení.



Obrázek 33: Ozubené kolo před opravou

5.5.1 Seřízení spojky

Spojka se seřídí po připojení na rozvod vzduchu. Seřizuje se sepnutá spojka, přičemž ozubené kolo musí být v klidu. Pružiny na šroubech (vnější lamely) se předeprnou o hodnotu 25 mm a zajistí se pojistnými maticemi – tím je měřena síla rozpínání spojky (předeprnutí pružin).

Pracovní chod spojky je hodnota 6-8 mm. Je dán tloušťkou zamontovaných podložek. Kontroluje se velikosti vysunutí šroubů při vypnutí spojky. Nové seřízení se provede po opotřebení obložení asi o 2 mm vyjmutím podložek, které odpovídají tloušťkou velikosti opotřebení. Současně se opakuje seřízení předeprnutí pružin a nuceného odtrhu. Takhle si zákazník může sám seřizovat stroj celkem 3x, pak je nutné vyměnit obložení na lamelách a provést kontrolu pružin, těsnění a ostatních částí skupiny.

5.5.2 Píst spojky

Při kontrole téhle skupiny se na pístu spojky objevila prasklina (viz obrázek 19), která se musí vyřešit opravou. Zde se naskýtají tři možnosti opravy.

5.5.2.1 Varianta č. 1

První variantou je provedení zavaření praskliny. Společnost DEL, a.s. spolupracuje se svářečskou školou ve Žďáru nad Sázavou, která má možnost určení materiálu pístu, ze kterého je vyrobený. Po provedeném rozboru byl materiál identifikován jako litina 42 2425 nebo 42 2650.



Obrázek 34: Detaily zavařované praskliny

Zde se jednalo o velmi těžce svařitelný materiál, což lze vidět na výsledném svaru na fotografiích na obrázku 34.

5.5.2.2 Varianta č. 2

Druhou možností je výroba nového pístu spojky z odlitku. Což znamená zajistit výrobu nového modelu, výroby odlitku a poté opracování.

5.5.2.3 Varianta č. 3

Třetí variantou je výroba nového pístu z výpalku, zde by se jednalo o materiál 11 523.1 a píst by byl vyroben bez opěrných žebířek. Výroba pístu je v časovém intervalu nejkratší, ale musí se vzít v úvahu vysoký nárůst hmotnosti ovlivňující celkovou sestavu lisu. Zde se musí brát na vědomí funkční plocha vnitřního průměru, která se pohybuje ve víku spojky.

Aby se zde zabránilo pohybu oceli na ocel, tak se zde namontuje bronzové pouzdro, které usnadňuje pohyb.

Pro nás momentálně nejvýhodnější byla varianta č. 2, kterou jsme provedli.

5.5.3 Postup montáže spojky

Pro montáž musí být třecí plochy lamel čisté a suché a ozubení vyčištěno. Ložiska naplněna mazacím tukem v cca 30 % objemu. Na výstředníkový hřídel se nasune smontované ozubené kolo s přišroubovanou zadní lamelou s již zamontovanými kroužky, těsníci víky a nasunutými šrouby. Ořech spojky se na výstředníkový hřídel natáhne a zajistí kolíkovým spojením. Při dotažení příruby se ořech musí opřít o vnitřní kroužek ložiska. Do prostoru mezi věncem vnitřního ozubeného kola a vnějšího ozubení ořechu se střídavě vkládají lamely s vnitřním a vnějším ozubením. Víko a píst se montují společně. Píst se vloží do víka po předchozí kontrole manžet. Víko se ustředí v ozubeném kole a provléknou se jím šrouby. Tyto šrouby se dotáhnou hydraulicky. Namontuje se náboj spojky a propojí přívody vzduchu.

5.6 Brzda

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 závislá na vlastnostech výstředníkového hřídele, především pak na jeho otáčkách a velikosti setrvačných sil. Sepnutí brzdy probíhá v součinnosti se spojkou. Brzda musí splňovat požadavky, jako je rychlé sepnutí, vyhovující brzdý úhel, spolehlivé funkce, snadnou údržbu a přiměřené oteplení.

Na brzdě je nutné nové obložení na lamely. Pro chlazení brzdy jsme zde doplnili ještě skupinu chlazení brzdy. Je vyroben nový ořech brzdy. Zde byla varianta vyrobení z odlitku, anebo výpalku. Výroba z odlitku je časově náročná a také zde musíme započítat cenu modelu, kde musíme zvážit, jestli bude model využíván opakovaně nebo se vyrobí jednorázový. Při zvážení ceny modelu a rostoucí ceny železa, volíme výrobu z výkovku (výpalku). Se stejným ozubením a modulem jsme museli vyrobiť i nové pevné lamely. A bronzové pouzdro na ořechu brzdy. Pro lepší převod krouticího momentu jsme zde použili k perům také kolíkové spojení. Výměna pružin a manžet.

5.6.1 Montáž skupiny

Na očištěný konec výstředníkové hřídele se nasadí víko s plstěným těsněním a přišroubuje se ke stojanu. Šrouby se pojistí drátem. Na excentrickou hřídel se navlékne ořech brzdy a upevní se kolíkovým spojením a proti vysunutí se zajistí víkem, které se přišroubuje na klikový hřídel (poloha je určena ryskou). Do konzol zámku brzdy, které jsou odlity na stojanu, se vloží lamela s namontovanými šrouby. Matice šroubů se zajistí přihnutím podložek. Třecí plochy lamel musí být čisté a suché. Obložená lamela se nasadí na ořech brzdy. Lamela se zasune do konzoly zámku s namontovanými distančními šrouby, které se provléknou otvory v lamele. Následuje montáž další obložené lamely a vodou chlazené. Třecí plocha této lamely je plocha bližší k hrdlu přívodu chladicí vody, lamela se nasouvá přes šrouby do zámku. Po zamontování lamel se na šrouby nasunou delší distanční trubky a montuje se do osazení v zámku válec brzdy, se vsunutým pístem. Otvory pro navlečení na šrouby musí být ve válci a pístu souhlasně nastaveny, jazýčky manžet nesmí být poškozeny. Válec se do osazení v zámku přišroubuje a šrouby se pojistí. Na šrouby se nasadí kratší distanční trubky, pružiny, podložky a matice.

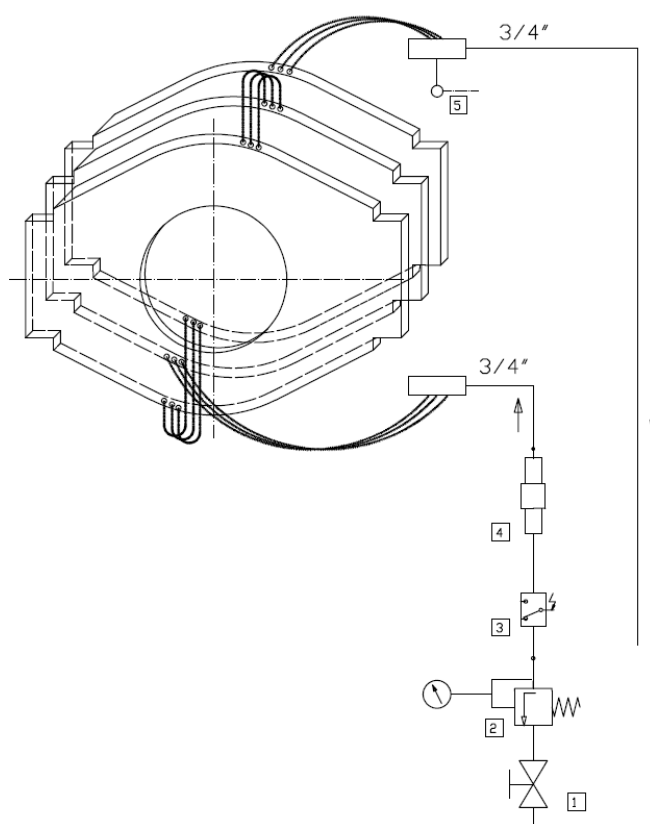


Obrázek 35: Model brzdy

5.7 Chlazení brzdy

Protože teplota na brzdě je velmi vysoká, byly zde doplněny lamely, ve kterých protéká voda na ochlazování. To způsobilo udržování teploty v přípustných hodnotách. Jednotlivé chlazené lamely jsou vzájemně propojeny sadou hadic. Chladicí voda je nejprve přivedena

na spodní stranu střední lamely, která se nejvíce zahřívá, poté je horním vývodem hadicí převedena do přední lamely nahoru. Z její spodní strany je převedena na zadní lamelu dolů a z horního vývodu zadní lamely je odvedena do odpadního potrubí. Průtok je regulovaný průtokoměrem. Velikost průtoku se kontroluje u odpadu a reguluje se podle intenzity kování. Tlak vody je nastaven na redukčním ventilem a hodnotu tlaku vody je možno odečíst na manometru, umístěném na panelu rozvodu vzduchu. Při odstavení se přívod vody uzavře ventilem. K měření teploty brzdy slouží teplotní čidlo, umístěné na konzole brzdy.



Obrázek 36: Schéma chlazení lamel

5.7.1 Parametry

Lamely brzdy jsou dimenzovány na přetlak $p = 4$ bary. Teplota vytékající vody po oteplení nemá přesáhnout 90°C . Chladicí voda může mít i uzavřený okruh, musí být ale dodrženy hodnoty tlakového spádu mezi vstupem a výstupem. Musí být takový, aby byl zaručen minimální průtok chladicí vody $15 \text{ dm}^3\text{min}^{-1}$. Při odstavení se přívod vody uzavře ventilem.

5.8 Vyvažování

Ve skupině vyvažování jsme provedli opravy původního válce od rzi a broušení povrchu pro píst. Vyrobita se nová pístní tyč, kde se pro upevnění do misky použilo kulové zakončení, které vymezuje odchylky rovinnosti. Dále se vyměnily pryžové kotouče za talířové pružiny, pro jednodušší výměnu. Nejdůležitější výměnou byly všechny těsnící prvky. Mazání se napojí na centrální mazací systém celého stroje.



Obrázek 37: Model vyvažovacího válce

5.9 Vyhazovače

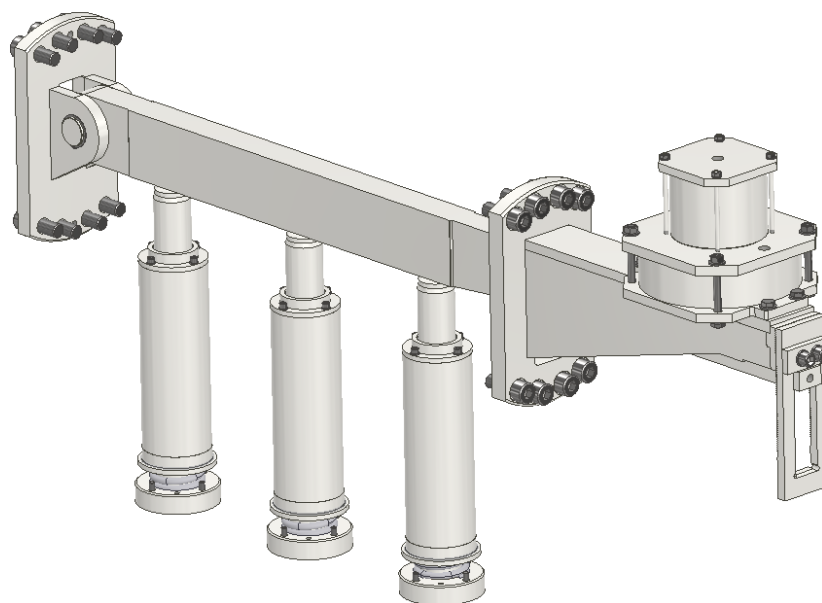
Na stroji jsou pro jednodušší vyhazování výkovku zabudovány vyhazovače horní i spodní se 3 vyhazovacími kolíky (na 3 operace). Protože spodní vyhazovač musí mít větší sílu není vhodné opětovné použití mechanického vyhazování.

5.9.1 Provedení opravy

Při opravě jsme měli na výběr stávající vyhazovače vyměnit za nové s pneumatickým nebo hydraulickým pohonem. Které pomáhají k snadnějšímu řízení doby zdvihu a síly. A samozřejmě pomáhá ke snadnějšímu obsluhování a také k budoucí automatizaci.

5.9.2 Varianta s pneumatickým válcem

Kolíky vyhazovače jsou ovládány kyvně uloženým pravítkem. Síla pro vyhazování je vyvozována teleskopickým pneumatickým válcem upevněným na konzole a ze spodní části stojanu. Tlakový vzduch je vpuštěn nad písty a ovládacím ventilem. V počáteční fázi je síla vyhazovacího kolíku dána součinem tlaku a ploch obou pístů, což odpovídá potřebě maximální síly pro počáteční vyražení výkovku ze zápustky. Po vyražení výkovku pokračuje jen vyhazování malým pístem. Zpětný pohyb kolíků, pravítka a pístů ve válci vyhazovače zajišťují pružiny v době, kdy ovládací ventil uvolní průtok vzduchu z prostoru nad písty do atmosféry. Velikost zdvihu kolíků vyhazovače se seřizuje přestavením rámu, který tvoří zarážku pro pohyb pravítka. Velikost přestavení beranu neovlivňuje velikost nastaveného zdvihu.



Obrázek 38: Pneumatické vyhazování

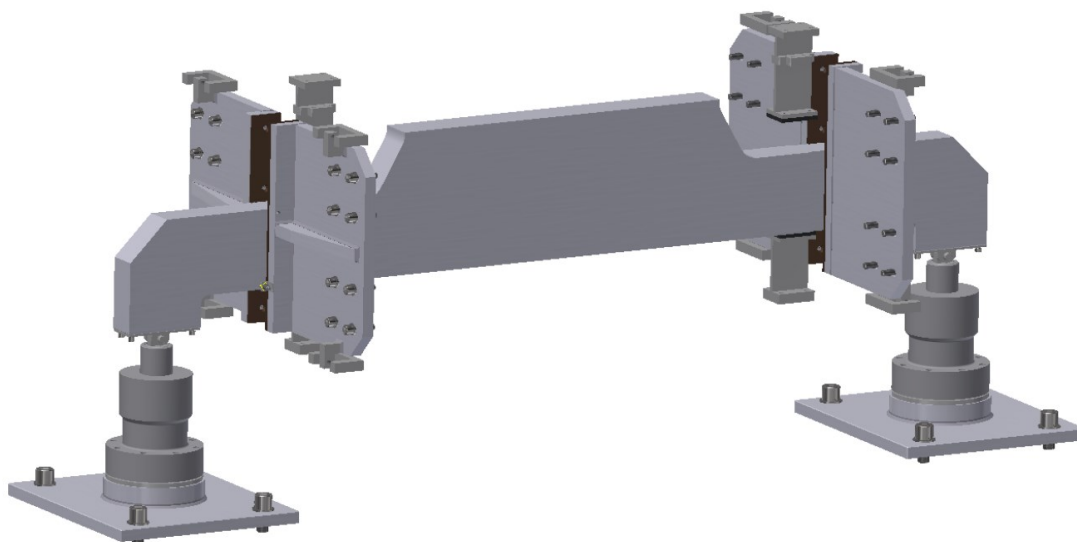
5.9.2.1 Montáž vyhazovače

Po namontování pravítka se na beran uchytlí konzola a šrouby se zajistí. Teprve potom se zpětně předepnou pružiny a přišroubují příruby. V krajní poloze sešroubování matic je nutné kolíky s ohledem na jejich hmotnost podepřít a zvýšit opatrnost při jejich vyjímání.

V případě, že některý kolík nebude při kování využíván, je nutné ho vyměnit za kratší kolík a přírubu. Při pouhé demontáži pružiny a kolíku by byla snížena vratná síla vyhazovače. Teleskopický válec vyhazovače je dodáván ve smontovaném stavu. Zde je nutné dbát na čistotu třecích ploch a jejich řádné namazání.

5.9.3 Varianta s hydraulickým vyhazovačem

Další variantou je vyhazování se dvěma hydraulickými válci. Toho se využívá většinou u klikových lisů, které jsou určeny pro vytažení prostorově rozměrnějších výlisků. Výhodou je nastavení obou válců dle potřeby a velikosti zdvihu. Lze kombinovat hydraulické a pneumatické vyhazování. Vyhazovací válce jsou připevněny v nohách stolu a pohybují pravítkem, který je pod stolní deskou, ve které jsou vyhazovací kolíky umístěny.



Obrázek 39: Hydraulický vyhazovač se 2 válci

5.10 Předloha

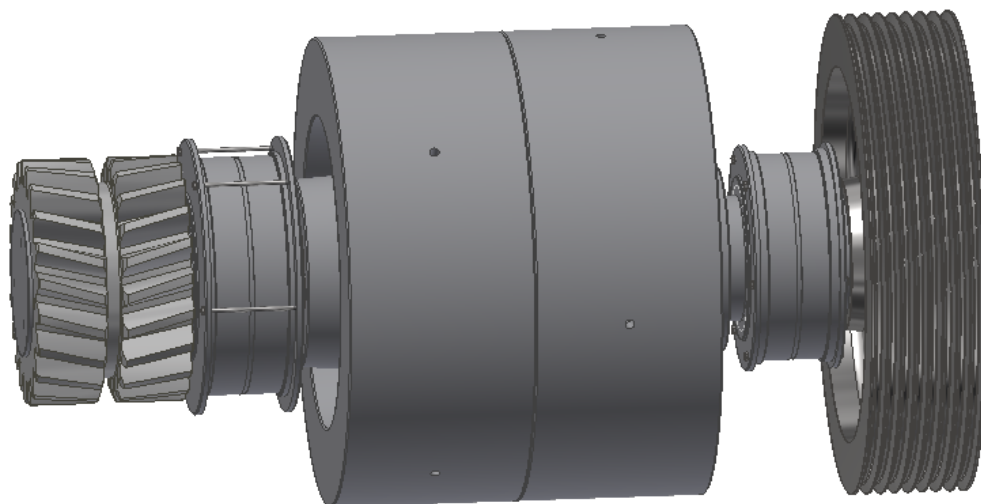
Na předloze bylo nejdůležitější ponechat osovou vzdálenost mezi pastorkem a ozubeným kolem na spojce. To znamenalo pečlivé proměření předtím, než se předloha demontovala ze stojanu. Bylo potřeba vyřešit hřídel, která měla menší průměr pod ložisky. Zde byla možnost stočení hřídele a vložení ložisek s menším průměrem. Bohužel se pohybujeme

v rozměrech, kde vnitřní průměr ložiska je 400 mm a standardní rozměrová řada je až 380 mm, tak je tahle varianta nemožná.

Další možností je vyrobení návaru (3 mm) nebo nástřiku (jen do 1mm) na hřídel, zvolili jsme si návar, který je vhodný do většího průměru.

Poslední možnost byla výroba nové hřídele.

Dále bylo potřeba znovu staticky vyvážit pastorek, řemenici a komplet předlohy. Mimo jiné nakoupení nových ložisek a úprava kroužků při montáži.



Obrázek 40: Model předlohy

5.11 Zabezpečovací zařízení

Aby stoj splňoval nařízení a mohla mu být udělena certifikace, bylo nutné vyrobení skupin jako je například podpěra beranu, která by zabránila k samovolnému uvolnění beranu, kde by mohlo dojít k nebezpečí úrazu obsluhy. Dále tady spadají ochranné kryty, žebřík s ochranným košem. Zabezpečení vstupu cizím osobám na žebřík, Ochranné zábradlí po celém obvodu lisu. Zakrytí pohyblivých částí na lise a zneprístupnění manipulačního

prostoru v době, kdy je stroj zapnutý. Do zabezpečení spadají také cedulky, které upozorňují, jaké nebezpečí osobám hrozí a na co si dávat pozor.

5.12 Ostatní skupiny

Komplet celý stroj musel mít samozřejmě vyrobenou celou novou elektrinu a zapojení nejrůznějších čidel, teploměrů a bezpečnostních snímačů. Tomuhle se věnovala také firma Del a.s., která se na tyto prvky specializuje. Jenomže se jedná již o jiné odvětví, proto v téhle práci již nebude řešeno a zpracováno. Velmi důležitou součástí je držák zápustek, vyráběný z nástrojové oceli, který se vyrábí ke stroji nový. V rámci téhle skupiny je i nový motor. Dále ke stroji, a hlavně po stroji musel být vypracován rozvod vzduchu s vlastními dvěma vzdušníky. Nedílnou součástí lisu je také speciální mazací systém pro mazání například ozubení, lišt nebo hřídelí.

6 EKONOMICKÉ HODNOCENÍ

Svislý kovací lis LZK 4000 byl zakoupen v hodnotě 11.000.000 Kč za účelem modernizace. Cenový rozpočet na modernizaci byl stanoven ve výši 12.000.000 Kč. Hlavním důvodem byla stanovena likvidita a následný zisk při prodeji lisu.

Při sestavení rozpočtu jsme museli zvážit více variant řešení, které by mohli mít významný vliv na celkové náklady. Důvodem bylo zajištění kvality materiálu, opravy/koupě dílčích součástí a možné důsledky spojené s opotřebením. Náklady oprav jednotlivých skupin uvádím v rozpočtových tabulkách. Některé skupiny byly nově na lisu vyrobeny ke zvýšení funkčnosti a bezpečnosti stroje, proto je uveden pouze jeden náklad.

Podrobný rozpočet vybraných skupin je uveden níže.

6.1 Stojan

Společnost DEL, a.s. se v případě skupiny stojan rozhodla pro modernizaci formou opravy dílčích komponentů a v případě neexistence dílu o jeho koupi/příp. samotnou výrobu. Důvodem je srovnání ceny a kvality opravy a ceny a kvality koupě dílců.

Hlavním ukazatelem je nákladnost při pořízení/opravě stolu. Pořízení nového stolu je spojeno s vytvořením modelu odlitku a následné výroby včetně opracování, kdy se cena bude pohybovat v částce 7 350 000 Kč, zatímco oprava stolu, se kterou je spojeno broušení stolu a opravy lišt je vyčíslena na 1 329 000 Kč. To je hlavní a rozhodující faktor, který vedl k rozhodnutí využít opravu.

Tabulka 1: Rozpočet skupiny stojan

	Realizace	Srovnávaná varianta
Opracování stolu	1 000 000 Kč	0 Kč
Model odlitku	0 Kč	850 000 Kč
Výroba odlitku + opracování	0 Kč	6 500 000 Kč
Oprava lišt	190 000 Kč	0 Kč
Broušení stolu	139 000 Kč	0 Kč
Bronzová pouzdra + lišty	200 000 Kč	200 000 Kč
Škrábání všech bronzových pouzder	318 500 Kč	318 500 Kč
Stolní deska	180 000 Kč	180 000 Kč
Cena opravy skupiny	2 027 500 Kč	8 048 500 Kč

6.2 Beran

Beran je jedna z nejdůležitějších skupin lisu, a proto je velmi důležité zvážit cenu modernizace. Z možných variant jsme vybrali opravu samotného beranu. Rozdíl ceny opravy vs. koupě skupiny není tak vysoký jako v případě skupiny stojan, ale při vyhodnocení kvality materiálu dílčích částí jsme se rozhodli pro opravu stávajícího odlitku beranu se změnou mechanického přestavení na hydraulické, které je v dnešní době jednodušší a praktičtější v rámci automatizace. Cena byla stanovena ve výši 509 800 Kč ve srovnání s pořízením nového beranu ve výši 4 400 000 Kč. Dalším velmi důležitým článkem této skupiny je excentrická hřídel, která by činila druhou nejdražší položkou skupiny v případě výroby nové formou výkovku by byla cena vyšší o 1 000 000 Kč.

Tabulka 2: Rozpočet skupiny beran

Opracování stávajícího odlitku + úpravy	500 000 Kč	0 Kč
Výroba odlitku + opracování	0 Kč	4 000 000 Kč
Model	0 Kč	400 000 Kč
Proměření beranu	9 800 Kč	0 Kč
Nová beranová deska	160 000 Kč	160 000 Kč
Bronzová pouzdra	300 000 Kč	300 000 Kč
Nová excentrická hřídel	0 Kč	1 500 000 Kč
Oprava excentrické hřídele	500 000 Kč	0 Kč
Nová ojnice	400 000 Kč	400 000 Kč
Cena opravy skupiny	1 869 800 Kč	6 760 000 Kč

6.3 Přestavení beranu a brzda přestavení

Skupina přestavení beranu je další rozpočtová položka, která tvoří část ekonomického zhodnocení lisu. Společnost se rozhodla pro nové pořízení kompletní skupiny. Přestavení beranu bylo součástí původního lisu, ale bylo ve stavu nevhodném dalšího použití. V rámci této skupiny se rozhodli pro pořízení brzdy přestavení, která nebyla součástí koupeného stroje. Cena byla stanovena na 800 000 Kč.

Tabulka 3: Rozpočet skupiny přestavení beranu a brzda přestavení

Výkovek výstředníkového čepu	200 000 Kč
Opracování výstředníkového čepu	250 000 Kč
Lamely dané skupiny	600 000 Kč
Ostatní příslušenství	400 000 Kč
Cena opravy skupiny	1 450 000 Kč

6.4 Spojka

Skupina spojka je důležitá pro přenášení síly z pohonu na lis. V rámci kontroly ozubeného kola byla zjištěna mírná deformace šikmého ozubení, která je opravitelná ve výši 190 000 Kč a pořízení nového ozubeného kola je v tomto případě bezpředmětné vzhledem k nákladové ceně 3 100 000 Kč.

Tabulka 4: Rozpočet skupiny spojka

Nové ozubené kolo	0 Kč	3 100 000 Kč
Korekce ozubeného kola	190 000 Kč	0 Kč
Lamely s vnějším ozubením	400 000 Kč	400 000 Kč
Lamely obložené	300 000 Kč	300 000 Kč
Ložiska	340 000 Kč	340 000 Kč
Píst spojky	120 000 Kč	120 000 Kč
Cena opravy skupiny	1 350 000 Kč	4 260 000 Kč

6.5 Brzda

Skupina brzda byla díky opotřebení dále nevyužitelná. Vyráběly se nové svařované lamely, které jsou specifické vnitřním průtokem vody pro účely chlazení, a byly vyčísleny na cenu 352 000 Kč.

Tabulka 5: Rozpočet skupiny brzdy

Lamely vodou chlazené	352 000 Kč
Lamely obložené	150 000 Kč
Ořech brzdy	110 000 Kč
Cena opravy skupiny	612 000 Kč

6.6 Předloha

Ve skupině předloha je rozdíl v ceně mezi opravou a pořízením nové skupiny ve výši 380 000 Kč. Vzhledem k využití opravy ozubeného kola ve skupině spojka, je nutná výroba pastorku, pro správnou funkci ozubeného převodu. Ve skupině je předlohová hřídel, která je spojena s řemenicí a v rámci vysokého opotřebení drážek je nutná výměna za nové.

Tabulka 6: Rozpočet skupiny předloha

Nový pastorek	380 000 Kč	380 000 Kč
Nová hřídel	0 Kč	400 000 Kč
Návar hřídele	100 000 Kč	0 Kč
Ložiska	155 000 Kč	155 000 Kč
Nová řemenice	0 Kč	200 000 Kč
Oprava řemenice	70 000 Kč	0 Kč
Statické vyvážení	50 000 Kč	0 Kč
Cena opravy skupiny	755 000 Kč	1 135 000 Kč

6.7 Ostatní náklady

Modernizace svislého kovacího lisu je spojena s dalšími náklady, které jsou nutnou součástí. Předkládám jejich kalkulaci.

6.8 Souhrnný rozpočet

Po předložení detailního rozpočtu si uvedeme souhrnné zobrazení pro celkové srovnání modernizace lisu. Společnost DEL, a.s. se rozhodla ponechat dílčí části lisu, které byly ve velmi dobrém stavu, příp. po drobných úpravách, tj. stojan, beran apod. Vzhledem ke stanovenému rozpočtu a pořizovacích cen některých skupin se otevřel prostor na pořízení nových, méně nákladných, skupin.

Tabulka 7: Celkový rozpočet

Skupina stojan	2 027 500 Kč	8 048 500 Kč
Skupina beran	1 869 800 Kč	6 760 000 Kč
Skupina přestavení a brzda přestavení	1 450 000 Kč	1 450 000 Kč
Spojka	1 350 000 Kč	4 260 000 Kč
Brzda	612 000 Kč	612 000 Kč
Předloha	755 000 Kč	1 135 000 Kč
Náklady materiálové	3 000 000 Kč	4 000 000 Kč
Ostatní náklady	750 000 Kč	400 000 Kč
Cena opravy skupiny	11 814 300 Kč	25 215 500 Kč

ZÁVĚR

V teoretické části diplomové práce je vypracování rešerše na technologie zpracování kovů. Nejprve jsem se věnovala plošnému tváření za tepla a dále se zaměřila na objemové tváření jak za studena, tak za tepla a konkrétním popisem kování.

V rámci praktické části této diplomové práce jsem se zaměřila na modernizaci svislého kovacího stroje LZK 4000 z výroby Šmeralových závodů z r. 1968. Lis je popsán se základními vlastnostmi a přístupnými silami. Je složen z několik skupin. Po celou dobu musíme brát v potaz, že lis váží přes 250 tun a je na něho vyvíjeno velké zatížení. Proto je velmi důležitý stojan – základ, který se skládá ze součástí profilů a šroubů pevně uchycených do betonu a musí být v rovinnosti 0,1 mm na 1 m.

Cílem bylo posouzení rozdílů mezi koupí, resp. pořízením nového lisu nebo modernizací stávajícího, který byl již 53 let aktivně využíván pro kování zápustek. V první části se zaměřuji na přesnou specifikaci a funkčnost lisu a jeho vybraných skupin. Snažím se vyzdvihnout důležité části, které jsou pro lis nenahraditelnými – stojan a beran, jejichž součástí jsou velké díly, kde jen nákladová cena výroby nových odlitků těchto dvou částí je srovnatelná s cenou pořízení stroje určeného pro opravu. Při zvolení varianty modernizace zůstane zachována kvalita a přesnost listu s nižšími náklady.

Dle vizuální prohlídky jsem vyhodnotila problém pouze v nepřítomnosti stolní desky, kterou dosavadní majitel nevyužíval. Jedná se o běžnou praxi, kdy vizuálním kontaktem nerozeznáme závady, ať už vnější, které jsou „zaprášeny“, nebo naopak ukryty v jednotlivých hřídelích či ozubených kolech. Dalším krokem byl lis demontován na skupiny a ty dále rozmontovány na jednotlivé dílčí části. Díky demontáži jsem objevila několik dalších velmi důležitých závad a prasklin, které byly způsobeny opotřebením a pro další používání lisu by mohly být nebezpečnými v kvalitě výkovků příp. i zdraví pracovníků obsluhujících stoj.

V práci je podrobněji popsána metoda zaškrabávání bronzových pouzder, která je velice důležitá pro funkčnost a bohužel je potřeba stále ručního zpracování. Ve skupině beran jsem zvolila řešení s dělitelnou ojnicí hlavně kvůli manipulaci nejen při montáži stroje, ale i při opravách nebo měnění bronzových pouzder. Pro lepší funkčnost jsme zvolili brzdu přestavení s 15 lamelami zapadajícími do sebe. Ve spojce se na ozubeném kole upravovalo ozubení, na které se musel vyrobit nový pastorek.

V ekonomickém zhodnocení výhodnosti modernizace vyšla jednoznačně lépe varianta modernizace lisu oproti pořízení nového. Důvodem je kvalita původních dílčích částí, u kterých vychází nižší nákladovost na opravu než pořízení nových kusů. Ušetřené prostředky se výhodněji investují do menších dílčích částí, kde přinesou mnohem vyšší úsporu – jako například v případě modernizace přestavení beranu. Celková oprava lisu společnost DEL, a.s. vyjde dle plánovaného rozpočtu na částku 11 814 300 Kč, což se vejde do plánovaného rozpočtu 12 000 000 Kč. Při pořízení nových dílů bychom se dostali na náklad 25 215 500 Kč.

Společnost DEL, a.s. jednoznačně zvolila modernizaci svislého kovacího lisu dle předložených variant řešení, což je pro ni výhodné jak technologicky, tak ekonomicky s potenciálem následného prodeje lisu s uvažovanou marží.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [2] LENFELD, Petr. Technologie II [online]. Liberec: Technická univerzita v Liberci. Katedra strojírenské technologie, oddělení tváření kovu a plastu, 2005 [cit. 2021- 05-10]. Dostupné z: http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce/01.html
- [3] KAREL, Babor; AUGUSTIN, Cvilinek; FIALA, Jan. Objemové tváření ocelí. Praha: NAKLADATELSTVÍ TECHNICKÉ LITERATURY SNTL, 1967. 332 s. DT621.77.
- [3] DVOŘÁK, M. a kol. Technologie II. Brno: AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, s.r.o., 2004. ISBN 88-214-2683-7.
- [4] BOLJANOVIC, V. Sheet Metal Forming Processes and Die Design. 1.stl ed. New York: Industrial Press. 2004. 219 s. ISBN 0-8311-3182-9.
- [5] ČSN 22 6001. Názvosloví technologie tváření kovů. Praha: Vydavatelství Úřadu pro normalizaci a měření, 1967
- [6] LENFELD, Petr. Technologie II, 1. část, (Tváření kovů): Technická univerzita Liberec, 2009, 110s.
- [7] HLUCHÝ, Miloslav., et. Al. Strojírenská technologie 1, 2. vyd. Scientia – pedagogické nakladatelství, Praha 1999, 316 s. ISBN 80-7183-140-9.
- [8] Hamry na Bilem potoce. In: Geocaching [online]. [cit. 2021-04-18]. Dostupné na https://www.geocaching.com/geocache/GC2YXG3_hamry-na-bilem-potoce?guid=6ae73fd9-5346-495f-aeeb-3d22342ae8a3
- [9] Forging 9" 90 degree bend. In: *YouTube* [online]. 2015 [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=DSHP1vDYApo>
- [10] ASM handbook: metalworking. Ohio : ASM International, 2005, 888s. ISBN 08-717-0708-X.
- [11] FOREJT, Milan a Miroslav PÍŠKA. Teorie obrábění, tváření a nástroje. Vyd. 1. Brno: AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, 2006, 225 s. ISBN 80-214-2374-9.
- [12] DVOŘÁK, M. Technologie tváření: Plošné a objemové tváření. 3. vyd. Brno: CERM. 169 s. ISBN 80-214-2340-4.
- [13] Open die forging MANUFACTURINGGUIDE [online]. Stockholm [cit. 2021-04-24]. Dostupné z: <https://www.manufacturingguide.com/en/open-die-forging>

- [14] HAŠEK, Vladimír. Kování: pomůcka pro studenty vysokých a odborných škol. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1965, 730s. Řada strojírenské literatury.
- [15] MAÁR, Karol. Kovanie. Košice: EDIČNÉ STREDISKO TU V KOŠICIACH, 1991. ISBN 80-7099-073-2.
- [16] FOREJT, Milan. Teorie tváření. Vyd. 2., v AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, 2004. ISBN 80-214-2764-7.
- [17] Closed die forging MANUFACTURINGGUIDE [online]. Stockholm [cit. 2021-04-24]. Dostupné z: <https://www.manufacturingguide.com/en/closed-die-forging>
- [18] ŠMERAL BRNO a.s. Svislé kovací lisy [online]. [cit. 2021-02-13]. Dostupné z: <https://www.smeral.cz/cs/article/13/konstruujeme-navrhujeme-vyrabime-nastroje-k-tvarecim-strojum>
- [19] KAMELANDER, Ivan. Mechanizace a automatizace výrobních strojů: tvářecí stroje III. Brno: Vysoké učení technické, 1990. 250 s. Učební texty vysokých škol / Vysoké učení technické, fakulta strojní
- [20] KOVACS Vegyesipari Kereskedelmi és Szolgátaó Kft. Accompanying technical documentation
- [21] OUTRATA, Jiří. Technologie ručního zpracování kovů. SNTL – Nakladatelství technické literatury, n.p. Spálená 51, Praha 1, 1970, 188s.
Dostupné z: <https://docplayer.cz/14018620-Rucni-zpracovani-kovu-zaskrabavani.html>
- [22] ŘASA, J.; GABRIEL, V.: Strojirenská technologie, 3 díl, Scientia, 2000.
Dostupné z: <https://docplayer.cz/27580732-Odborny-vycvik-ve-3-tisicileti-zaskrabavani-zabrusovani-lapovani.html>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

mm	Milimetr
cm	Centimetr
m	Metr
M_t	Moment síly
a, l	Vzdálenost
F_k	Kovací síla
N	Newton
MN	Meganewton
α	Úhel natočení
l	Délka
M	Hmotnost
kg	Kilogram
t	Tuna
T	Čas
s	Sekunda
hod	Hodina
W	Watt
kW	Kilowatt
Pa	Pascal
P	Tlak
Q_v	Průtok
$m*s^{-1}$	Metr za sekundu

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Základní rozdělení procesu tváření	12
Obrázek 2: Princip stříhání pomocí stříhadla	13
Obrázek 3: Síly při stříhání [4]	13
Obrázek 4: Příklad ohýbání [9].....	14
Obrázek 5: Rovnání výlisku tlakem mezi rovnými deskami	15
Obrázek 6: Princip technologie protlačování.....	16
Obrázek 7: Způsoby využití pěchování v objemovém tváření [2].....	17
Obrázek 8: Princip podélného, příčného a kosého válcování.....	17
Obrázek 9: Ukázka pákového bucharu [8]	19
Obrázek 10: Schéma principu volného kování [13]	20
Obrázek 11: Schéma principu zápusťkového kování [17]	20
Obrázek 12: Obrázek zápusťky [18]	21
Obrázek 13: Náčrt celého stroje.....	26
Obrázek 14: Stojan připravený na opracování.....	28
Obrázek 15: Beran s opracovanými lištami a kostkou na mechanické přestavení	29
Obrázek 16: Mechanické přestavení beranu	30
Obrázek 17: Náčrt spojky	31
Obrázek 18: Píst spojky s provedenými zkouškami	32
Obrázek 19: Prasklina na pístu spojky.....	32
Obrázek 20: Původní brzda na lise	33
Obrázek 21: Náčrt brzdy	34
Obrázek 22: Náčrt vyvažování	35
Obrázek 23: Předloha připravena na demontáž	36
Obrázek 24: Model hlavní části stojanu	39
Obrázek 25: Zaškrabána bronz na barvu	40
Obrázek 26: Model sestavy beranu.....	42
Obrázek 27: Hlavní část dělené ojnice	43
Obrázek 28: Exentrická hřídel připravená na svrtávání.....	44
Obrázek 29: Model páky přestavení beranu	45
Obrázek 30: Náčrt varianty č.1	47
Obrázek 31: Náčrt varianty č.2	49
Obrázek 32: Brzda přestavení namontována na stroji	50

Obrázek 33: Ozubené kolo před opravou	52
Obrázek 34: Detaily zavařované praskliny	53
Obrázek 35: Model brzdy	55
Obrázek 36: Schéma chlazení lamel	56
Obrázek 37: Model vyvažovacího válce.....	57
Obrázek 38: Pneumatické vyhazování.....	58
Obrázek 39: Hydraulický vyhazovač se 2 válci.....	59
Obrázek 40: Model předlohy	60

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Rozpočet skupiny stojan	63
Tabulka 2: Rozpočet skupiny beran.....	64
Tabulka 3: Rozpočet skupiny přestavení beranu a brzda přestavení	65
Tabulka 4: Rozpočet skupiny spojka	65
Tabulka 5: Rozpočet skupiny brzdy	66
Tabulka 6: Rozpočet skupiny předloha	66
Tabulka 7: Celkový rozpočet.....	67