

Vývoj technologie tvářených výrobků

Technology development of
wrought products

Radek Úředníček

Bakalářská práce
2005



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Děkuji panu docentu Lukovicsovi a vedoucímu konstrukce kovárny VIVA panu inženýru Macíkovi za poskytnuté informace.

Prohlašuji, že jsem na celé diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval.

Ve Zlíně, 02. 06. 2005

.....

jméno diplomanta

Abstrakt

Abstrakt česky

Práce se zabývá řešením a zpracováním návrhu technologie výroby výkovku. Jsou zde v teoretické části rozebrány jednotlivé a nezbytné kroky technologického postupu. Vlastní řešení je realizováno v druhé části práce na konkrétní součásti nerotačního tvaru kované z oceli S355J2G3 (11523).

Výroba je realizována na klikovém kovacím lise LMZ 1600.

Abstrakt anglicky

Thesis deal with solution and processing of technological design forging production. There are analyzed single and necessary steps of technological progress in theoretical part. Own solution is realized in the second part of this work at concrete component no rotation form forged of steel S355J2G3 (11523).

Production is realized at crank forget press LMZ 1600.

OBSAH

ÚVOD.....	6
1 LITERÁRNÍ STUDIE	7
1.1 Navrhování zápusťkových výkovků	7
1.1.1 Výkres výkovku.....	7
1.1.2 Technologické zásady při navrhování zápusťkových výkovků	8
1.1.3 Stanovení mezních úchylek rozměrů.....	14
1.2 Návrh technologie kování	16
1.2.1 Výpočet tvářecí síly	16
1.2.2 Kovací stroje.....	17
1.2.3 Určení počtu operací.....	17
1.3 Návrh nářadí pro výrobu	18
1.3.1 Druhy zápusťtek.....	18
1.3.2 Konstrukce zápusťtek.....	20
1.3.3 Ostřihovací nástroj.....	22
1.4 Technologický postup výroby	23
1.4.1 Stříhání polotovarů	23
1.4.2 Ohřev polotovaru před tvářením.....	24
1.4.3 Zápusťkové kování.....	24
1.4.4 Ostřihování	25
1.4.5 Tepelné zpracování výkovků.....	26
2 PRAKTICKÁ ČÁST.....	27
2.1 Návrh výkovku 9804 , S355 J2 G3	27
2.1.1 Jednotlivé kroky při návrhu výkovku.....	28
2.1.2 Stanovení mezních úchylek rozměrů.....	30
2.2 Zpracování technologie kování.....	31
2.2.1 Výpočet tvářecí síly	31
2.2.2 Volba kovacího stroje.....	33
2.2.3 Výpočet polotovaru pro tvorbu zápusťtek.....	34
2.3 Návrh nářadí pro výrobu	35
2.3.1 Návrh zápusťtek	35
2.3.2 Ostřihovací nástroj.....	35
2.4 Technologický postup výroby	36
ZÁVĚR.....	37
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	38
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	39
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	40
SEZNAM TABULEK	41
SEZNAM PŘÍLOH.....	42

ÚVOD

Kování je jedna z nejstarších technologií zpracování kovů. Po dobu své existence prošla tato technologie dlouhým vývojem. Dnes si již není možné představit kovárenskou sériovou výrobu bez moderních kovacích strojů jak v oblasti volného kování, tak v oblasti kování zápustkovém. Dodnes je tato technologie velice vyhledávaná z důvodu příznivých vlastností materiálu po kování, jež odstraňuje případné vnitřní – skryté vady v materiálu a neporušuje materiálová vlákna.

Technologii zápustkového kování v současné době neustále konkurují jiné výrobní procesy, jako je odlévání, protlačování za studena u rotačně symetrických dílců, třískové obrábění. Proto je nutné neustále hledat a využívat všechny možnosti co nejlevnější a co nej kvalitnější výroby výkovků.

Bakalářská práce je věnována návrhu a zpracování technologie výroby zadaného výkovku.

Práce byla zadána kovárnou VIVA Zlín s.r.o..

1 LITERÁRNÍ STUDIE

1.1 Navrhování zápustkových výkovků

Navrhování zápustkových výkovků vyžaduje dobré znalosti zvláštních podmínek zápustkového kování. Navržení vhodného tvaru výkovku je základem pro jeho ekonomickou výrobu. Při navrhování tvaru výkovku je nutné vždy usilovat o dosažení optimálního vztahu mezi tvarem daným funkcí výkovku a tvarem výhodným pro kování a obrábění. Nejdříve se určí poloha dělicí roviny a výronku, dále se účelně pomocí norem stanoví přídatky na opracování a kritické tvarové prvky jako úkosity, velikost zaoblení hran, vnitřní zaoblení, tloušťky stěn a žeber. [5]

1.1.1 Výkres výkovku

Výkovek se pokud možno má nakreslit v poloze ve které je umístěn v zápustce. Stopa po přetoku je zakreslena čarou o tloušťce hran tělesa výkovku a když je to nutné, je zakótována. Přetok sám zobrazen není. Tloušťka přetoku může být znázorněna vhodným způsobem, například dvěma rovnoběžnými čárkami.

Obrysy hotového dílu jsou zakresleny čerchovanou čarou avšak bez zakótování a značek kvality povrchu.

Výkres výkovku se všeobecně vyhotovuje na základě výkresu hotového obrobku.

Ve výkrese výkovku musí být zakótovány všechny rozměry, které jsou nutné pro výrobu výkovku:

- úkosity stěn nejsou uvedeny ve jmenovitých rozměrech mimo případů kdy je to podmíněno konstrukčně
- rozměry musí být zakótovány s ohledem na jejich význam při kontrole rozměrů výkovku, protože tolerance a přípustné odchylky podle DIN 7526 smí být použity jen na rozměry, které jsou na výkrese výkovku zakótovány
- rozměry pro největší délku, šířku a tloušťku výkovku by měly být zakótovány vždy, protože jsou potřebné zpravidla při určování tolerancí

- tolerance a přípustné odchylky podle DIN 7526 by měly být vždy tak velké jak je to jen možné při současném respektování ekonomické výroby jak výkovku, tak také hotového dílu. [5]

1.1.2 Technologické zásady při navrhování zápustkových výkovků

Při navrhování výkovku je nutné z důvodu hospodárnosti vždy usilovat o dosažení optimálního vztahu mezi tvarem výhodným pro kování a obrábění.

Protože tok materiálu má při tváření kování rozhodující vliv na opotřebení zápustky a vytvoření dokonalého výkovku, musí se brát v úvahu také požadavky na konstrukci z hlediska techniky kování. Přitom nabývá na významu účelná volba rozměrů určitých kritických tvarových prvků jako úkosů, zaoblení hran, vnitřních a vnějších zaoblení, tloušťek stěn a žeber v souladu s velikostí a váhou výkovku. [5]

1.1.2.1 Přídavky na obrábění

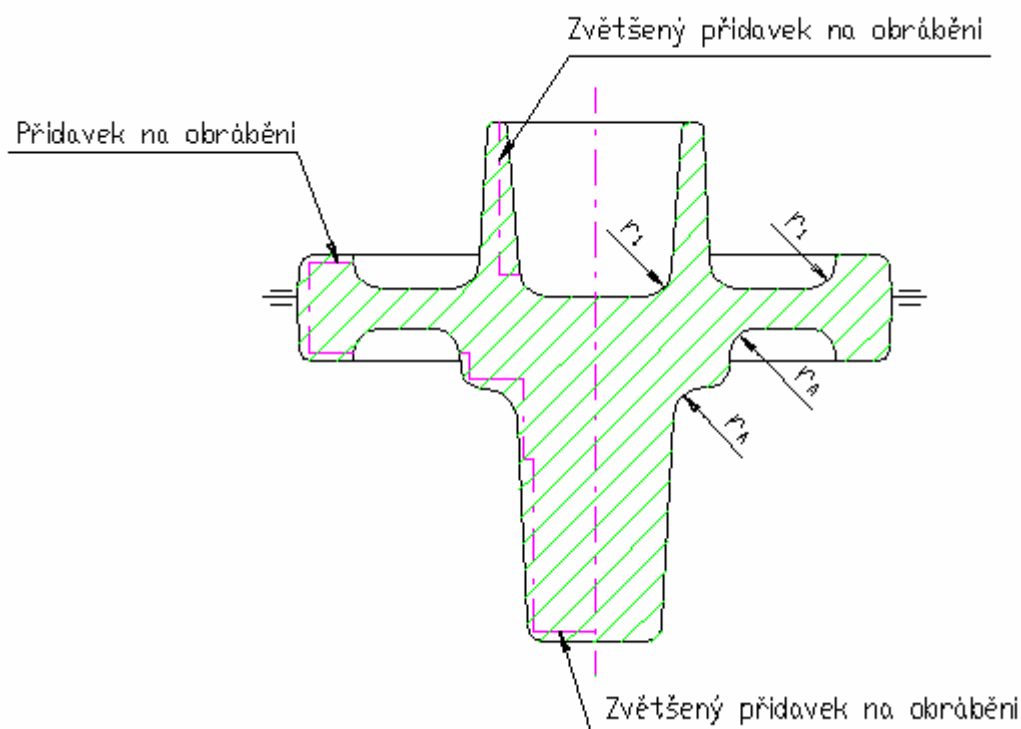
Plochy zápustkových výkovků, které potřebují třískově obrobit jsou opatřeny přídavkem na obrábění který umožní dostatečný minimální úběr třísky s ohledem na přípustné rozměrové odchylky podle normy DIN 7526. Přitom je nutno dbát obzvláště na dovolené přesazení a přípustné prohnutí.

U protáhlých výkovků, jejichž hlavní osa je uspořádána napříč k tváření je přídavek na obrobení odvozen podle tabulky I z největší délky a z největšího rozměru šířky, popř. tloušťky.

U přibližně rotačně symetrických součástí, jejichž hlavní osa je ve směru tváření (viz obrázek 3) , je přídavek na obrobení závislý podle tabulky I na největším průměru a na největší tloušťce.

U zápustkových výkovků s dlouhými výstupky (čep nebo náboj, viz obrázek 1) může být na čelních plochách výstupků požadován přídavek na obrábění kvůli obtížným podmínkám přetváření až do dvojnásobku tabulkové hodnoty.

Přídavek na obrobení platí pro každou obrobenou plochu a je nezávislý na úkosu.



Obr. 1. Výkovek s dlouhými výstupky

Tabulka I. Přídavky na obrábění

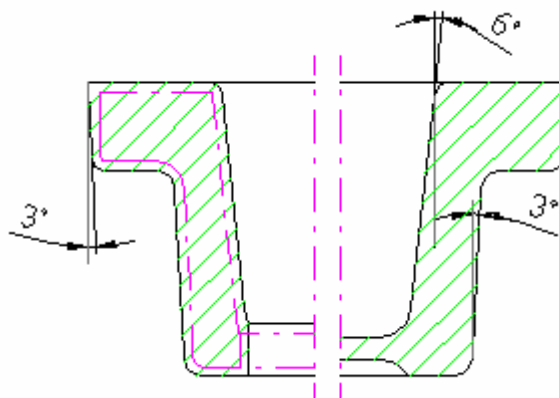
Největší rozměr šířky nebo tloušťky		Dlouhé výkovky (protáhlé) Největší délka								
Největší tloušťka		Rotační symetrické výkovky Největší průměr								
Přes	Do	Přes Do 40	40 63	63 100	100 160	160 250	250 400	400 630	630 1000	1000 1600
	40	1,5 (1)	1,5 (1)	2 (1,5)	2 (1,5)	2,5 (1,5)	3 (2)	4 (2,5)	5 (3)	6 (3,5)
40	63	1,5 (1)	2 (1,5)	2 (1,5)	2,5 (1,5)	3 (2)	3,5 (2,5)	4,5 (3)	5,5 (3,5)	6,5 (4)
63	100	-	2 (1,5)	2,5 (1,5)	3 (2)	3 (2)	3,5 (2,5)	4,5 (3)	5,5 (3,5)	6,5 (4)
100	160	-	2,5 (1,5)	3 (2)	3 (2)	3,5 (2,5)	4 (3)	5 (3,5)	6 (4)	7 (4,5)
160	250	-	-	3 (2)	3,5 (2,5)	4 (3)	5 (3,5)	6 (4)	7 (4,5)	8 (5)
250	400	-	-	-	4 (3)	5 (3,5)	6 (4)	7 (4,5)	8 (5)	9 (6)

Hodnotám uvedeným v závorkách by se mělo pokud možno vyhýbat pro vysoké technické náklady.

1.1.2.2 Úkosy

Aby bylo možno vyjmout zápusťkové výkovky ze zápusťky, musí být jejich plochy, ležící ve směru tváření skloněné. Potřebný sklon – úkos, je na vnitřních a vnějších

plochách různě veliký podle procesu tváření a podle velikosti a konstrukce výkovku (viz obrázek 2)



Obr. 2. Náboj - úkosy

Když použitý tvářecí stroj umožňuje použití zápustek s vyhazovači, mohou být provedeny úkosy na výkovku menší. Bucharové zápustky a horní zápustkové poloviny u kovací lis jsou provedeny zpravidla bez vyhazovačů. Úkosy na horních polovinách zápustky mohou být zmenšeny tehdy, když spodní polovina zápustek jsou vybaveny vyhazovači a na nich se používají nejmenší úkosy. U malých a lehkých zápustkových výkovků jsou zpravidla požadovány větší úkosy než u těžkých zápustkových výkovků proto, aby je bylo možno snadno vložit do ostříhovačů. Při výrobě velmi členitých výkovků a delších výkovků s opakovanými prvky se požaduje větší vnitřní úkos, obzvláště u polovin zápustek bez vyhazovače. [5]

Tabulka II. Úkosy

Vnitřní úkosy			Vnější úkosy		
Buchar nebo lis		Vodorovný kovací stroj	Buchar nebo lis		Vodorovný kovací stroj
Polovina zápustky			Polovina zápustky		
Bez vyhazovače	S vyhazovačem		Bez vyhazovače	S vyhazovačem	
6° 1:10 9° (3°) 1:6 (1:20)	3° 1:20 6° (1° 30′) 1:10 (1:40)	3° 1:20 6° (0° 30′) 1:10 (1:115)	4° 30′ 1:12,5 6° (2°) 1:10 (1:30)	2° 1:30 3° (0° 30′) 1:20 (1:115)	2° 1:30 3° (0° 30′) 1:20 (1:115)

Hodnoty vytisknuté tučně se v praxi běžně používají. Hodnotám uvedeným v závorkách se pokud možno vyhýbáme pro vyšší technické náklady.

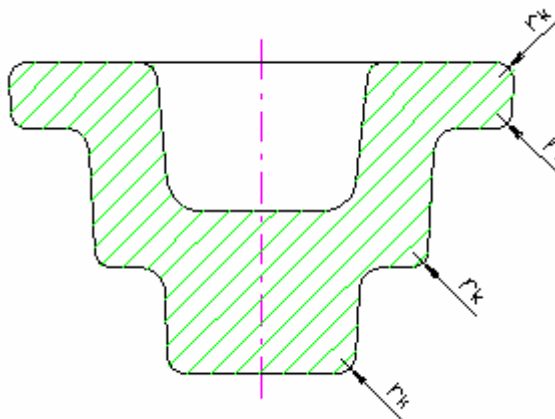
1.1.2.3 Zaoblení hran

U zaoblení hran je střed poloměru zaoblení uvnitř výkovku. Čím je zaoblení hran na výkovku menší, tím musí být větší tvářecí síla, aby se nalisoval materiál do příslušných vnitřních zaoblení zápuskové dutiny. Vrubová napětí v těchto místech mohou vést k tvoření trhlin v záпустce, vzniklých z napětí. [5]

Zaoblení hran, které mají být třískově obrobené

Poloměr zaoblení hran třískově obráběných ploch mohou mít hodnotu 1,5 až 2 násobku zvoleného přídávku na obrobení, uvedeného v tabulce I. Podle provedení hrany obráběné součásti – např. při malém sražení – se může eventuálně přídavek na obrobení v kritickém místě vhodným způsobem zvětšit.

V jednotlivých případech mohou být požadována větší zaoblení, aby se vyhnulo nebezpečí tvoření trhlin v záпустce, vzniklých zvýšeným napětím (viz obrázek 3). Trhliny v záпустce se mohou na výkovku projevit jako přetok, ale při netřískovém obrábění bude tento automaticky odstraněn.



Obr. 3. Výkovek – zaoblení hran

Zaoblení hran na plochách, které zůstanou surové

Velikost zaoblení na plochách, které zůstávají surové podle tabulky 3 není závislá jen na největším průměru, popř. na největší šířce výkovku, ale také na jeho výšce v té které polovině záпустky – měřeno od dělicí roviny.

Tabulka III. Zaoblení hran které zůstávají surové

Největší výška h_G		Největší průměr nebo největší šířka b_1 výkovků								
Přes	Do	Přes Do 25	25 40	40 63	63 100	100 160	160 250	250 400	400 630	630 1000
	16	3 (2)	3 (2)	4 (3)	4 (3)	4 (3)	5 (4)	5 (4)	-	-
16	40	4 (3)	4 (3)	5 (4)	5 (4)	5 (4)	6 (5)	6 (5)	8 (6)	10 (8)
40	63	-	6 (4)	6 (5)	6 (5)	6 (5)	8 (6)	8 (6)	10 (8)	12 (10)
63	100	-	-	8 (6)	8 (6)	8 (6)	10 (8)	10 (8)	12 (10)	16 (12)
100	160	-	-	-	10 (8)	10 (8)	12 (10)	12 (10)	16 (12)	20 (16)
160	250	-	-	-	-	12 (10)	12 (10)	16 (12)	20 (16)	25 (20)

Hodnoty v závorkách vyžadují vyšší náklady, proto se jim pokud možno vyhnout.

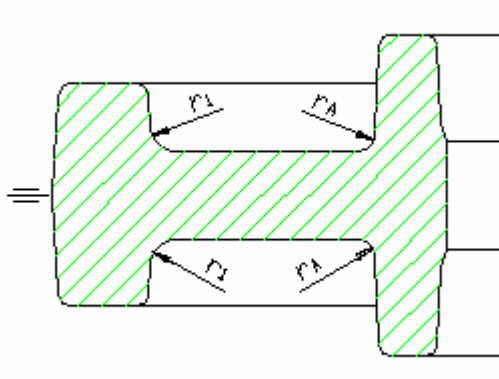
1.1.2.4 Vyduté zaoblení

U vnitřních zaoblení je střed zaoblení mimo výkovek (viz obrázek 1 , 4).

Když u kompaktních výkovků střed tohoto zaoblení směřuje do středu výkovku, jedná se o vnitřní zaoblení (r_1), když směřuje ven k linii přetoku, jedná se o vnější zaoblení (r_A).

Na správném dimenzování vnitřních a vnějších vydutých zaoblení závisí v rozhodující míře, že tok materiálu během tváření nevyvolá nějakou závadu na výkovku a nevyvolá nepřipustně velké opotřebení zápustky.

Hodnoty pro vnitřní a vnější vydutá zaoblení (viz tabulky 4 a 5) jsou jen všeobecné směrné hodnoty. Podle konstrukce výkovku a jeho výrobního postupu je možno jít pod tabulkové hodnoty, nebo je překročit. Konečné určení rozměrů musí být stanoveno pro každý výkovek na základě dohody mezi objednavatelem a výrobcem. [5]



Obr. 4. Výkovek – vnitřní a vnější zaoblení

Tabulka IV. Vnitřní dutá zaoblení (r_1)

Výška osazení		Největší průměr popř. největší šířka b_1 výkovku							
Přes	Do	Přes Do 25	25 40	40 63	63 100	100 160	160 250	250 400	400 630
	16	4 (2)	5 (2)	6 (3)	8 (3)	10 (4)	12 (5)	14 (6)	16 (8)
16	40	6 (3)	8 (3)	10 (4)	12 (5)	14 (6)	16 (8)	18 (10)	20 (12)
40	63	-	12 (5)	14 (6)	16 (8)	18 (10)	20 (12)	22 (14)	25 (16)
63	100	-	-	18 (10)	20 (12)	22 (14)	25 (16)	28 (18)	32 (20)
100	160	-	-	-	25 (16)	28 (18)	32 (20)	36 (22)	40 (25)
160	250	-	-	-	-	36 (22)	40 (25)	50 (28)	63 (32)

Tabulka V. Vnější vydutá zaoblení (r_A)

Výška osazení		Největší průměr popř. největší šířka b_1 výkovku							
Přes	Do	Přes Do 25	25 40	40 63	63 100	100 160	160 250	250 400	400 630
	16	3 (1,5)	4 (2)	5 (2)	6 (3)	8 (4)	10 (5)	12 (6)	14 (8)
16	40	4 (2)	5 (2)	6 (3)	8 (4)	10 (5)	12 (6)	14 (8)	16 (10)
40	63	-	6 (3)	8 (4)	10 (5)	12 (6)	14 (8)	16 (10)	20 (12)
63	100	-	-	12 (6)	14 (8)	16 (10)	18 (12)	20 (14)	25 (16)
100	160	-	-	-	18 (10)	20 (12)	22 (14)	25 (16)	32 (18)
160	250	-	-	-	-	25 (14)	28 (16)	32 (18)	40 (20)

Hodnotám uvedeným v závorkách se pokud možno vyhnout pro vyšší technické nároky.

1.1.2.5 Tloušťky spodních stěn

Se zmenšující se tloušťkou spodních stěn narůstá více nebo méně prudce specifická přetvářecí síla podle konstrukce výkovku a jeho materiálu. Tím jsou rozhodující mírou ovlivněny opotřebení zápustky a volba postupu tváření a velikost stroje. [5]

1.1.2.6 Tloušťky stěn, šířky žeber a zaoblení žeber

Stěny a žebra jsou dlouhé tvarové prvky s poměrem výšky k tloušťce, popř. šířce minimálně 1,25:1. U stěn a žeber silně stoupá specifická tvářecí síla s přibývajícím poměrem výšky k tloušťce, popř. šířce podle uspořádání výkovku a druhu materiálu.

Přitom je zápustka náchylná k tvoření trhlin obzvláště v zaoblení žeber a zvětšenému opotřebení je vystavena ve vydutém zaoblení u paty žebra. [5]

1.1.3 Stanovení mezních úchylek rozměrů

Pro stanovení dovolených úchylek rozměrů výkovku se používá normy ČSN 42 9031, kde je podle složitosti tvaru výkovku přiřazen stupeň přesnosti výroby.

Pro kování norma rozlišuje 2 stupně přesnosti:

- stupeň přesnosti výkovku **F** – odpovídá mezním úchylkám, které poskytují přiměřený stupeň přesnosti pro obvyklé použití, dosažitelný běžně používaným kovárenským zařízením a způsoby kování
- stupeň přesnosti výkovku **E** – odpovídá zúženým mezním úchylkám pro ty případy, kdy obvyklé mezní úchylky nejsou přiměřené

I když mezní úchylky stupně přesnosti kování E (zúžené) mohou být uplatněny na všechny rozměry jednoho výkovku, je hospodárnější použít je pouze pro tyto zvláštní rozměry, u nichž zúžené mezní úchylky jsou důležité. Tento stupeň by se měl uvádět pouze v případech, kdy vznikající větší náklady na kování mohou být odůvodněny následnou úsporou celkových nákladů.

Různé náhodné důvody mohou vytvořit potřebu použití širších mezních úchylek než jsou uvedené, např. zvláště složité konstrukce pro oceli, které mají vlastnosti zvláště obtížné pro kování. V těchto případech obvyklé mezní úchylky mohou tvořit pouze základ pro dohodnutí změn, vhodných pro dané zvláštní případy. [6]

Pro stanovení mezních úchylek výkovků podle přílohy 1 jsou nutné kromě rozměrů výkovku, ještě tyto údaje:

- hmotnost výkovku
- tvar dělicí plochy
- druh oceli
- ukazatel členitosti tvaru

1.1.3.1 Hmotnost výkovku

Hmotnost výkovku se vypočítá.

1.1.3.2 Tvar dělicí plochy

Tvar dělicí plochy patří do jedné z těchto skupin:

- buď přímí nebo souměrně lomený
- nebo nesouměrně lomený

1.1.3.3 Druh používané oceli

Stupeň obtížnosti kování podle použitého materiálu závisí na tom, že ocel s vysokým obsahem uhlíku a vysokolegované oceli se hůře tváří a způsobuje větší opotřebování zápustek, než oceli s menším obsahem uhlíku a legujících prvků.

Používané druhy ocelí se zařazují do jedné z těchto skupin stupně obtížnosti kování:

- skupina M 1: ocel s obsahem uhlíku do 0,65 % a celkovým obsahem legujících prvků (Mn, Ni, Cr, Mo, V, W) do 5 % hmotnosti
- skupina M 2: ocel s obsahem uhlíku nad 0,65 % nebo celkovým obsahem legujících prvků (Mn, Ni, Cr, Mo, V, W) nad 5 % hmotnosti

K určení skupiny, do které určitá ocel patří, musí být směrodatný maximální dovolený obsah prvků v této oceli. [6]

1.1.3.4 Ukazatel členitosti tvaru

Ukazatel členitosti tvaru přihlíží k tomu, že při kování tenkostěnných průřezů a členitých součástí vznikají na rozdíl od součástí, které mají jednoduché ucelené tvary, větší rozměrové variace, což je možno přičíst různé míře smrštění, vyšším tvářecím silám a vyšší rychlosti opotřebení zápustky.

Ukazatel členitosti tvaru výkovku je poměr hmotnosti výkovku ke hmotnosti obalového tělesa, vytvořeného z největšího rozměru výkovku.

$$S = \frac{m_{\text{výkovku}}}{m_{\text{obalového tělesa}}} \quad (1)$$

Obalové těleso výkovku rotačního tvaru je opsaný válec. Pro výkovek nerotačního tvaru je obalové těleso tvořeno nejmenším kvádrem, který obklopí výkovek [6]

Výsledný ukazatel členitosti tvaru patří do jedné z následujících skupin:

- S 4: do 0,16
- S 3: nad 0,16 do 0,32
- S 2: nad 0,32 do 0,63
- S 1: nad 0,63 do 1

Stanovení mezních úchylek rozměrů viz praktická část.

1.2 Návrh technologie kování

Pro návrh technologie výroby se musí určit:

- určení velikosti kovací síly
- určení kovacího stroje
- určení počtu operací kování

1.2.1 Výpočet tvářecí síly

Pro stanovení velikosti tvářecího stroje je potřeba znát velikost tvářecí síly. Při kování výkovků na mechanickém klikovém lise tvářecí síla od prvního záběru nástroje do materiálu postupně vzrůstá a maxima dosahuje ve spodní mrtvé poloze beranu. Potřebnou sílu ke kování lze stanovit předem výpočtem jen velmi předběžně a to v poslední dokončovací operaci, kde je potřebná tvářecí síla největší. Nezbyvá proto, než využívat zkušeností z praktického provozu.

Na výpočet síly existuje v současné době několik teoretických nebo empirických vzorců, avšak pro výpočet kovací síly zadaného výkovku bylo použito normy ČSN 22 8306 která se ve firmě používá pro její jednoduchost a praktičnost. (blíže v praktické části)

1.2.2 Kovací stroje

Kovací stroj se určí z vypočtené kovací síly pro daný výkovek. Pro objemové tváření za tepla je možnost vybrat stroj podle principu práce ze tří hlavních skupin.

1. **Silové stroje:** K překonání deformačního odporu tvářeného materiálu vyžadují převážně potenciální energie, která je dodávána tlakem média. Maximální sílu dosáhne v libovolné poloze beranu. Typickým představitelem tohoto typu je hydraulický lis. Rychlost beranu dosahuje cca 0,25 m/s.
2. **Energetické stroje:** Využívají kinetickou energii získanou z pohybu beranu (nástroje). Typickým představitelem je buchar. Rychlost beranu v počátku tváření dosahuje cca 4 až 7 m/s.
3. **Zdvihové stroje:** Využívají kinetické i potenciální energie. Ta se získává z rotujícího excentrického nebo klikového mechanismu a pomocí spojovacích prvků se převádí na vratný pohyb smýkadla. Představitelem je klikový mechanický lis, jehož rychlost beranu dosahuje v počátku tváření cca 0,2 – 0,6 m.s⁻¹.

Svislé klikové kovací lisy zaručují klidný chod. Tuhost stojanu i hnacího ústrojí, přesnost vedení beranu, samočinné vyhazovače a rychloběžnost zajišťují velmi dobrou jakost výrobku při hospodárné spotřebě kovu a vysokou výrobnost při malých provozních nákladech. Umožňují také použití mechanizace i automatizace kovacího cyklu. Zápustkové výkovky zhotovené na lisech jsou rozměrově přesné, s malými úkosy i přídavky na obrobení a se stejnými mechanickými vlastnostmi celé výrobní dávky. [1,2]

1.2.3 Určení počtu operací

Pro určení počtu kovacích operací se vychází z tvarové členitosti výkovku.

U jednoduchých výkovků se přechovací dutina nepoužívá.

1.3 Návrh nářadí pro výrobu

Při návrhu nářadí se vychází z výkresu výkovku. Stanoví se jednotlivé operace, které se budou při výrobě provádět a na tyto jednotlivé operace se navrhne nářadí.

Vliv ohřevu materiálu na výrobu dutin kovacích zápustek

Rozměry dutin kovacích zápustek jsou voleny se zřetelem na roztažnost tvářeného materiálu za tepla. Zvětšení rozměrů výkovku ohřevem se stanoví podle vzorce:

$$\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot (T_1 - T_2) \quad (2)$$

Kde Δl ...je zvětšení délky výkovku v *mm* T_1 ...je dokovací teplota ve $^{\circ}\text{C}$

l_0 ...je délka výkovku při 20°C v *mm* T_2 ...je teplota okolí 20°C

α ...je střední koeficient teplotní délkové roztažnosti *mm / K*

Uvažuje-li se teplota dokování asi 900°C , zmenší se rozměry výkovků po chladnutí středně uhlíkových a nízkouhlíkových ocelí asi o 1,2 % a u austenitických ocelí o 1,6 %. O tuto hodnotu je také nutno zvětšit rozměry dutiny zápustky. [3]

1.3.1 Druhy zápustek

Kování v zápustce je tváření ohřátého materiálu v dutině zápustky, jež je obvykle dvoudílný nástroj, v jehož spodní a vrchní části je vypracována dutina odpovídající požadovanému kovanému tvaru. [3]

Kove-li se na vertikálním kovacím lise, obvykle se používá tří druhů zápustek

- zápustka přechovací
- zápustka předkovací
- zápustka na hotový tvar

1.3.1.1 Přechovací

Přechování je operace částečně odstraňující okuje, které by při zakótování snižovali kvalitu výkovku. V současné době je tendence tuto operaci z hlediska úspor energie a v souvislosti s bezokujovým indukčním ohřevem vyřadit. Přechování také rovná čela polotovaru pro lepší ustředění do následující předkovací operace. [3]

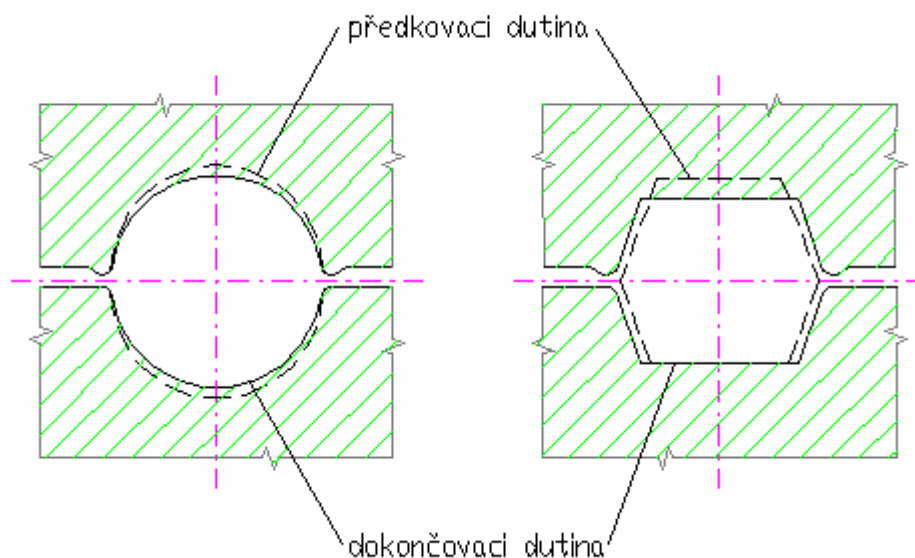
1.3.1.2 Předkovací

Cílem je vytvořit předkovek tvarem blízký hotovému výkovku. Tím pádem je velká část deformace uskutečněna v této dutině. V dokončovací dutině již pak dochází jen k minimálním deformacím kovu a s tím spojenému menšímu opotřebení dokončovací dutiny a docílení větší přesnosti rozměrů výkovku.

Předkovává se proto, aby se dosáhlo:

- určitého průběhu vláken
- uspořádkování tvářeného kovu
- zmenšení odporu při kování v dokončovací dutině

Aby bylo možné jednoznačné založení předkovku do dokončovací dutiny, je nutno dělat předkovek užší a vyšší než budoucí výkovek (obrázek 5). Taktéž všechny přechody a zaoblení se dělají více plynulé než v dokončovací dutině. To vytváří příznivé podmínky pro lepší tečení ocele a zaplnění složitých tvarů průřezu dutiny. [3]



Obr. 5. Předkovací a dokončovací dutiny

1.3.1.3 Dokončovací dutina

V této dutině se kove výkovek na konečný tvar (obrázek 5). Vychází se při její konstrukci z výkresu výkovku. Rozměry dutiny jsou však zvětšeny o smrštění materiálu výkovku dané koeficientem roztažnosti materiálu pro danou teplotu, kterému podléhá výkovek při ochlazení z kovací teploty na teplotu okolí okolo 20°C. [3]

1.3.2 Konstrukce zápustek

Při konstruování zápustky pro kování na lise je potřeba brát v úvahu několik zásad:

- v každé zápustce nebo zápustkové vložce je jen jedna dutina a její zaplnění se děje na jeden zdvih
- dělicí plochy se při kování nedotýkají
- konstrukce dutiny musí být taková, aby nedocházelo ke tváření přechováním
- použití vyhazovače umožňuje použití menších úkosů
- větší přesnost kování umožňuje použití menších přídavek na opracování a užší tolerance rozměrů
- u hlubokých dutin se doporučuje použití odvzdušňovacích kanálků

V současnosti se používá dvou druhů kování do zápustek:

1. Kování v uzavřených zápustkách
2. Kování v otevřených zápustkách

1.3.2.1 Uzavřené zápustky

Uzavřené zápustky nemají klasickou výronkovou drážku (obrázek 6). Celý objem vloženého polotovaru do uzavřené zápustky se spotřebuje na její zaplnění.

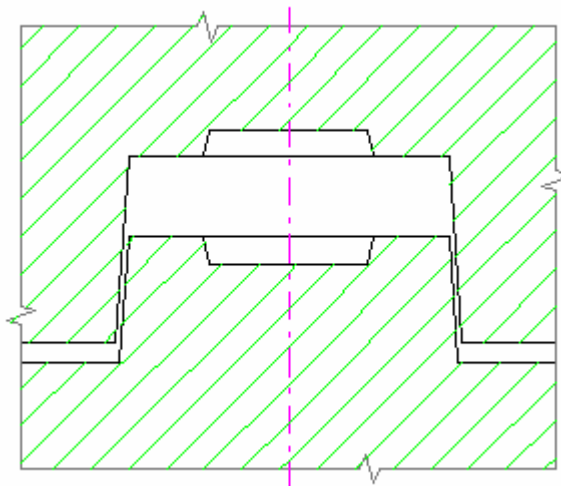
Výhody:

- snížení spotřeby materiálu (žádný výronek, menší přídávky)
- nižší kovací síly o 30 až 40 % z důvodu konstantního průmětu plochy výkovku do horizontální dělicí roviny potřebné pro výpočet kovací síly
- výhodnější stav napjatosti (převážně tlak)
- možný větší stupeň deformace (snížený počet operací, snížení potřebné energie)

Nevýhody:

- nelze tuto technologii aplikovat na všechny druhy výkovků (jen asi na 10 až 15 % výkovků) z důvodu odlišného uzavírání dutiny a tečení materiálu při zaplňování. Z hlediska tvaru a tvaru složitosti jsou pro tento druh kování nejvýhodnější součásti rotačního, nebo jemu podobnému tvaru.
- je nutné používat přesné polotovary s objemovou úchylkou max. 1%
- je nebezpečí přetržení stroje z důvodu objemové nepřesnosti přístřihu

Pro výrobu dobrého výkovku je potřeba splnit několik požadavků jako je pečlivé založení (vystředění) výchozího polotovaru do zápustky, čisté plochy po dělení materiálu a přesný objem polotovaru! [1,2,3]



Obr. 6. Uzavřená zápustka

1.3.2.2 Otevřené zápustky

V malo a středně sériové výrobě se výkovky rotační i nerotační, plné i duté, z oceli i neželezných kovů na vřetenových i klikových lisech z pravidla dosud kovou s výronkem. Tvar výronku, daný tvarem výronkové štěrbiny, může být různý. [3]

Radiální výronek – nejtradičnější

Při kování materiál teče do výronkové štěrbiny kolmo na směr působící síly. Může mít funkční tloušťku konstantní nebo proměnnou, ztenčující se nebo rozšiřující se. Odpor proti výronu kovu, a tím i tlaková napětí v zápustce, lze zvýšit ztenčujícím se radiálním výronkem.

Vzhledem k tomu, že zmenšování tloušťky výronku je omezené (výška výronkové štěrbiny v zatíženém stavu nemá být menší než odpružení soustavy lis – zápustka), zvyšuje se v praxi napětí v zápustce prodloužením můstku, brzdící drážkou vytvořenou na můstku, nebo zvýšením hmotnosti (objemu) přístřihu. [1,2,3]

Axiální výronek – netradiční

Při kování materiál teče do výronkové štěrbině rovnoběžně se směrem působící síly.

Ve srovnání s tradičním radiálním výronkem má axiální výronek řadu výhod:

- nezvětšuje průmět plochy ovlivňující kovací sílu
- snižuje vliv přebytku kovu na napětí v zápustce a tím i na kovací sílu a práci
- při volbě jeho tloušťky není nutné brát v úvahu odpružení soustavy lis – zápustka

V praxi se tohoto výronku nepoužívá z důvodu nemožnosti ostřížení výronku a rizika přetížení lisu. [1,2,3]

Radiálně – axiální výronek

Radiálně – axiální výronek slučuje výhody a odstraňuje nevýhody jen radiálního a axiálního výronku a také kování bez výronku protože:

- ve srovnání s radiálním výronkem je méně náročný na materiál, kovací sílu, práci a umožňuje snadné, rychlé a bezpečné zakládání výronku do střižnice
- na rozdíl od axiálního výronku jej lze odstranit ostříhnutím
- na rozdíl od uzavřené zápustky umožní únik (místně či celkově) přebytečného kovu, což značně prodlouží životnost zápustky při nepatrné ztrátě kovu
- na rozdíl od uzavřeného kování a kování s axiálním výronkem lze výkovek přenášet a zvedat v nesevřených čelistech, což usnadňuje automatické kování [1,2,3]

1.3.3 Ostřihovací nástroj

Střižnice se zhotovuje podle obrysu výkovku v dělicí rovině. Střižník se dolícuje podle skutečných rozměrů a tvaru výkovku. Plochy střižníku, které nestředí výkovek, se zhotovují s vůlí. Vůle mezi střižníkem a střižnicí, při zajíždění střižníku až do střižnice se dělají na úkor střižníku. Vůle má velký vliv na kvalitu ostřížení výkovku. Pokud jsou mezi střižníkem a střižnicí vůle při ostřihování za studena $t < 0,5mm$ a za tepla $t < 1mm$, pak je potřeba použít stírače výronku. [3]

1.3.3.1 Konstrukce střižnic

Při konstrukci střižnic je nutné se řídit několika zásadami:

- zajistit dobré středění výkovku ve střižnici, vyloučit deformace a zachovat jednoduché tvary pro snadnou výrobu
- pokud je to možné dodržet nejmenší vnější rozměry střižnice
- zajistit snadné propadávání prostřižené blány střižnicí postranní vůle mezi výkovkem a střižnicí ve středícím obrysu se má rovnat polovině kladné tolerance na příslušný rozměr výkovku. Plochy které nestředí výkovek je nutné dělat s vůlí. [3]

1.4 Technologický postup výroby

Technologický postup zápusťkového kování na lisu se skládá ve většině případech z těchto činností:

1. Nastříhání polotovarů
2. Ohřev polotovarů na kovací teplotu
3. Kování
4. Ostřížení výkovků
5. Tepelné zpracování výkovků

1.4.1 Stříhání polotovarů

Výchozím polotovarem pro zápusťkové kování jsou nastříhané špalíky (přístřihy) a to většinou kruhového průřezu. Tyto přístřihy se připravují technologií objemového stříhání z tyčoviny. Kvalita ústřížků značně ovlivňuje následnou tvářecí operaci – kování. Proto je na ni kladena řada požadavků:

1. kolmost střižné plochy k ose tyče
2. tvarová přesnost (nesmí nastat zborcení střižné plochy do tvaru oválu)
3. drsnost střižné plochy (bez povrchových vad jako zátrhy, roztřepení apod.)
4. objemová přesnost (minimální rozdíly ve hmotnosti přístřihů)

1.4.2 Ohřev polotovaru před tvářením

Při správném procesu ohřevu musí být bráno v úvahu několik faktorů:

- a) Optimální teplota ohřívání (tvářeného) materiálu.
- b) Rovnoměrnost teploty v celém průřezu polotovaru tj. minimální teplotní rozdíl jednotlivých částí.
- c) Co nejmenší nauhličení povrchu

Indukční ohřev

Velkosériová výroba zápustkových výkovků na kovací lisech vyžaduje použití zcela automatických ohřívacích zařízení o vysoké tepelné účinnosti za současného snížení oxidace povrchu ohřívání materiálu. Tomuto požadavku nejlépe vyhovuje indukční ohřev pro své výhody oproti plynovým pecím.

Z hlediska kovárenství splňuje indukční ohřev všechny důležité provozní požadavky kladené na ohřev tj. dokonalé prohřátí materiálu, přesné dodržení stanovené kovací teploty a stálou dobu ohřevu. Tepelné ztráty proti palivovým pecím jsou nepatrné, neboť ohřívací cívka je prakticky studená a teplo vyzařuje pouze ohříváný materiál.

Z hlediska metalurgického přináší indukční ohřev zlepšení kvality výkovků a to jak na povrchu, kde je menší oduhličení a okujení, tak ve struktuře, která je stejnoměrnější z důvodu rychlého a stejnoměrného prohřátí a zabránění nežádoucího růstu zrna. [3]

1.4.3 Zápustkové kování

Způsob kování je odlišný od kování pod buchary anebo pod vřetenovými lisami. Buchary i vřetenové lisy pracují rázem a výkovek se zhotovuje vždy na několik úderů buď z předkovku, nebo postupným kováním.

Mechanický kovací lis pracuje klidným tlakem a jeho zdvih (zanedbáme-li odpružení) je stále stejný. Nevýhoda kování klidným tlakem na klikových lisech je, že okuje, které vzniknou ohřevem na kovací teplotu, se zalísují do výkovku. Dnes už tento problém řeší výše zmíněný indukční ohřev při kterém okuje vznikají minimálně.

Zásada práce na těchto strojích je, že na jeden zdvih musí být provedena v jedné zápustkové dutině jedna operace. [1,2]

1.4.4 Ostřihování

Po kování s výronkem, čili v otevřené zápustce je potřeba odstranit přebytečný kov na výronku. Zpravidla je to výronek a pokud jde o dutou součást i vnitřní blána.

Výronek se odstraňuje ostřížením a blána děrováním. Ostřihovat a děrovat můžeme za tepla, které je vhodné pro oceli s obsahem C více než 0,5 %, nebo za studena do 5% C. Platí, že za tepla je pro ostřížení a děrování potřebná menší síla. Pro ostřihování a děrování se používají mechanické nebo hydraulické lisy.

Pro určení velikosti lisu pro ostřihování výronku je potřeba určit střížnou sílu. Střížná síla F_s potřebná k ostřížení výronku se vypočítá z velikosti střížné plochy S a pevnosti materiálu ve stříhu τ_s při dané teplotě.

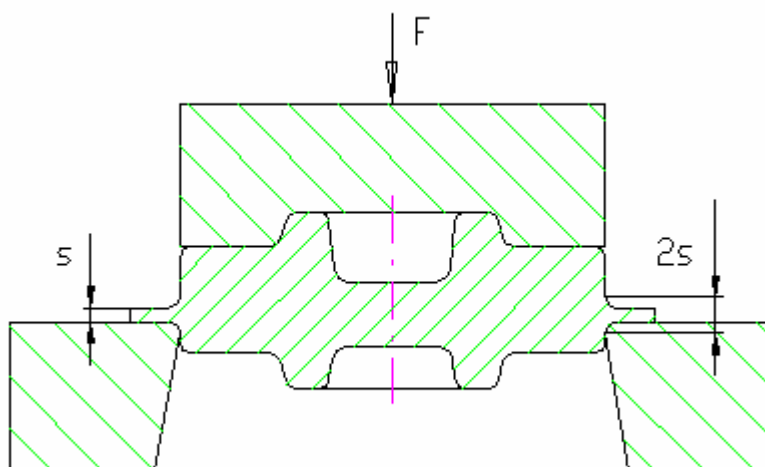
$$\begin{aligned} F_s &= \tau_s \cdot S \\ \tau_s &= 0,8 \cdot R_m \\ F_s &= 0,8 \cdot R_m \cdot S \end{aligned} \quad (3)$$

Jelikož nejde o čistý stříh, bude síla až 1,7 krát větší tedy:

$$F_s = 1,7 \cdot 0,8 \cdot R_m \cdot S \quad (4)$$

Střížná plocha S se rovná stříhanému obvodu L násobeného tloušťkou výronku s . V praxi však odpovídá stříhaná plocha dvojnásobné tloušťce $h = 2s$ (obrázek 7)

Pevnost oceli R_m se pro danou teplotu stříhání prakticky rovná σ_p za tepla. [3]



Obr. 7. Příklad stříhání

1.4.5 Tepelné zpracování výkovků

Při ohřevu materiálu na kovací teplotu, kování a následném ochlazení výkovku na teplotu okolí, dochází ve struktuře materiálu k přeměnám, jež jsou závislé na druhu kovaného materiálu. Výkovky se ochlazují z kovacích teplot okolo 1100°C na teplotu okolí 20°C . Děje se tak podle předem stanovených podmínek, většinou na vzduchu. Struktura výkovku po ochlazení má zásadní vliv na požadované vlastnosti a na funkci, kterou má vykovaná součást splňovat. Jelikož po ochlazení výkovku není požadovaná struktura zaručena, provádí se následně tepelné zpracování.

Nejčastěji používaným tepelným zpracováním po kování bývá žíhání. Druh žíhání je volen dle druhu materiálu a jeho požadovaných vlastností. U legovaných a nízkolegovaných uhlíkových ocelí tř. 12 až 16 se po kování dá předpokládat různorodost struktury zejména u výkovků složitějšího tvaru vlivem různého stupně prokování, nebo vlivem různé rychlosti ochlazování po průřezu výkovku. Proto se u tohoto druhu ocelí zařazuje žíhání normalizační, kdy se výkovky ohřívají nad teplotu přeměny A_{C3} nebo A_{CM} a po jejím dosažení v celém průřezu se ochlazují na vzduchu nebo v peci. Získá se tím jemnozrnná a homogenní struktura.

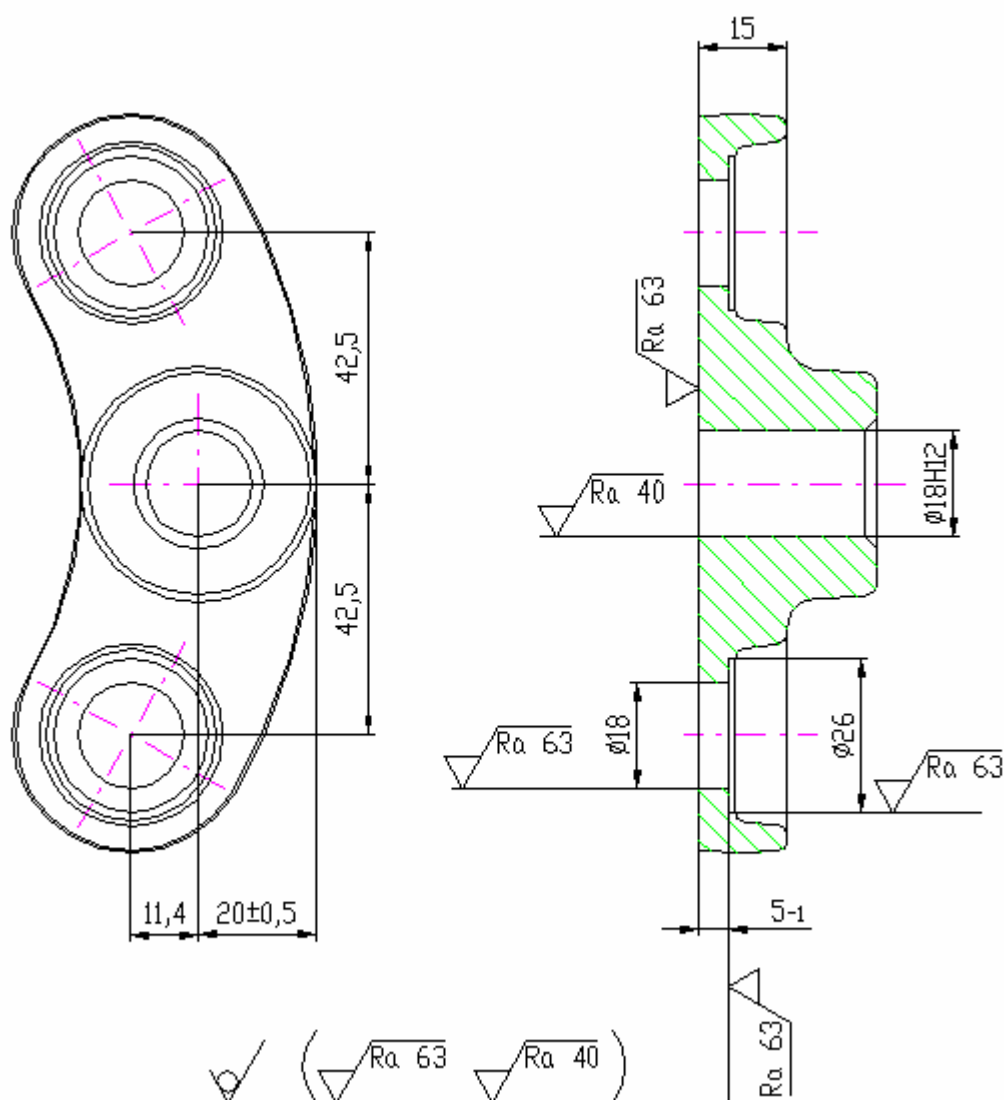
Druhým nejčastějším druhem žíhání po kování je žíhání na měkko. Při žíhání na měkko se mění lamelární perlit na zrnitý, čímž se zlepší obrobiteľnosť tvrdších ocelí s obsahem uhlíku nad 0,4 %. U ocelí s menším obsahem uhlíku se obrobiteľnosť spíše zhorší. Žíhání na měkko se dnes provádí několika způsoby. Prvním je výdrž na teplotě pod A_{C1} u nelegovaných podeutektoidních ocelí. Druhým je výdrž nad A_{C1} u nadeutektoidních ocelí a následné pomalé ochlazení z obou teplot na teplotu 600°C . [3]

2 PRAKTICKÁ ČÁST

2.1 Návrh výkovku 9804 , S355 J2 G3

Při běžném postupu navrhování technologie výroby výkovku je zákazníkem dodán výkres hotové součásti po obrobení. Následně se pak z tohoto výkresu vypracuje výkres výkovku jež má své charakteristické náležitosti pro výrobu, jako jsou přídavky na opracování, úkosity, radius atd... Při navrhování těchto náležitostí se počítá s tím, že nefunkční plochy se z ekonomického důvodu dále neopracovávají – zůstávají surové.

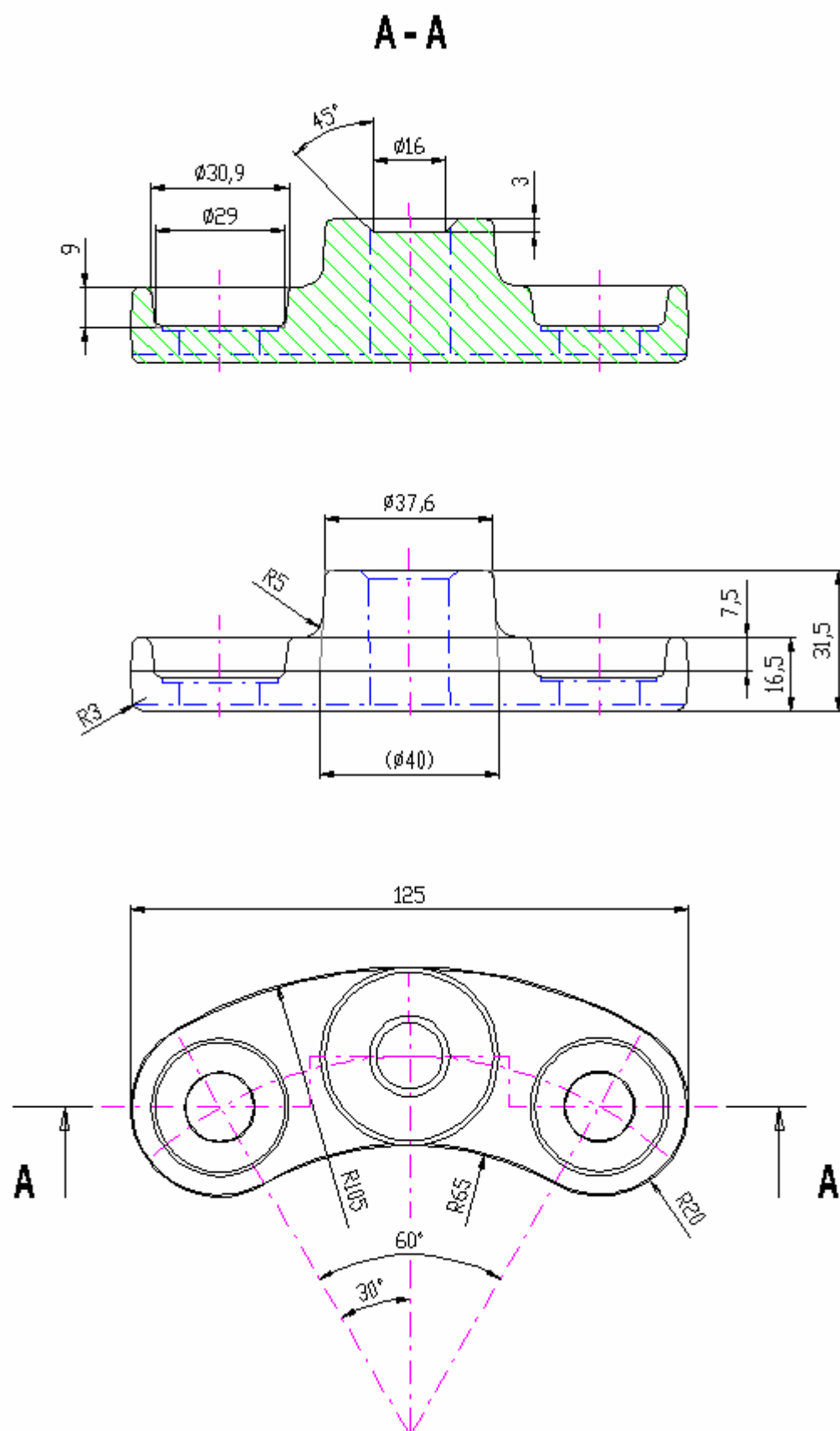
V daném konkrétním případě byl zákazníkem předložen výkres výkovku včetně požadavků na jeho přesnost. (obrázek 8)



Obr. 8. Zadaný obrobek

2.1.1 Jednotlivé kroky při návrhu výkovku

- Nejdříve se určí poloha dělicí roviny tak aby se výkovek co nejsnáze vyjímal ze zápustky a aby materiál co nejlépe vyplnil dutinu zápustky. Dělicí rovina je v tomto případě 7,5mm od horní části rozdvojené plochy.
- Na dosedací ploše výkovku s drsností Ra 63 byl stanoven přídavek na opracování 1,5mm (tabulka I) což je na tento rozměr hodnota s vyššími technickými náklady. Tento požadavek byl stanoven zákazníkem i za cenu vyšších technických nákladů.
- Přídavek na opracování uvnitř dvou krajních děr s drsností taktéž Ra 63 byl stanoven na 1mm z důvodu konstrukčních požadavků. Tento přídavek by byl v praxi nedostatečný kvůli pouze částečně odstraněné nauhličené vrstvě vzniklé při ohřevu. Tento problém však řeší indukční ohřev při kterém vzniká pouze nepatrná nauhličená vrstva.
- Úkosity na výkovku jsou vždy vztaženy k dělicí rovině a pro tento konkrétní případ jsou vnitřní úkosity stanoveny na 6°. Vnější úkosity jsou stanoveny na 3°.
- Poloměr zaoblení hrany po obvodu u dosedací plochy výkovku, která se bude obrábět byl stanoven na 3mm. Poloměr vnějšího zaoblení u průměru 40mm byl stanoven na 5mm. Všechny ostatní poloměry na výkovku jsou stanoveny na 2mm.
- Středová díra se nekove z důvodu velkého namáhání a opotřebení zápustky a následné nutnosti použití vyhazovače. Průměr díry je natolik malý, že je výhodnější vyrobít díru jinou technologií např.: vrtáním. Kováním se zhotovuje pouze středící náběh na vrták průměru 16mm, hloubkou 3mm a skosením 45°.
- Krajní díry se taktéž nekovou z důvodu malého průměru díry a malé tloušťky dna. Vyrábí se vrtáním.
- Všechny nefunkční plochy zůstávají z ekonomického hlediska surové.
- Podle výše uvedených technologických kroků byl navrhnut výkovek, viz následující strana.



Obr. 9. Navržený výkovek

2.1.2 Stanovení mezních úchylek rozměrů

Stupeň přesnosti tohoto výkovku byl stanoven na **F** – což odpovídá mezním úchylkám pro obvyklé použití.

2.1.2.1 Hmotnost výkovku

Hmotnost výkovku byla spočtena vynásobením hustoty oceli s objemem výkovku. Výpočet objemu výkovku zde není uveden pro jeho obsáhlost a nepřehlednost. Spočtený objem výkovku: $V_{\text{výkovku}} = 0,08485 \text{ dm}^3$

$$m_{\text{výkovku}} = \rho \cdot V = 7,85 \text{ kg} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 0,08485 \text{ dm}^3 = 0,67 \text{ kg} \quad (5)$$

2.1.2.2 Tvar dělicí plochy

Tvar dělicí plochy pro tento výkovek je přímý

2.1.2.3 Druh používané oceli

Ocel S355 J2 G3 má podle materiálového listu toto chemické složení: C 0,23% , Mn 1,7% , Si 0,6% , P 0,045% , S 0,045% . Toto složení řadí ocel S355 J2 G3 do skupiny stupně obtížnosti kování **M1**

2.1.2.4 Ukazatel členitosti tvaru

Ukazatel členitosti tvaru výkovku je poměr hmotnosti výkovku ke hmotnosti obalového tělesa, vytvořeného z největšího rozměru výkovku.

$$m_{\text{obalového tělesa}} = l \cdot \check{s} \cdot t \cdot \rho = 12,5 \cdot 4 \cdot 3,15 \cdot 7,85 = 1,236 \text{ kg} \quad (6)$$

Kde l je délka, $\check{s}$ je šířka, t je tloušťka a ρ je hustota oceli ($7,85 \text{ g.cm}^{-3}$).

$$S = \frac{m_{\text{výkovku}}}{m_{\text{obalového tělesa}}} = \frac{0,67}{1,236} = 0,54 \quad (7)$$

Výsledný ukazatel členitosti tvaru patří do skupiny: **S 2: nad 0,32 do 0,63** (rozdělení skupin viz str. 16)

Podle výše uvedených a spočtených předpokladů byly zjištěny mezní úchytky rozměrů viz příloha 1:

- Rozměry délek: +1,2 -0,6
- Rozměry šířek: +1,1 -0,5
- Rozměry výšek: +0,9 -0,5
- Rozměry tloušťek: +0,9 -0,5

2.2 Zpracování technologie kování

2.2.1 Výpočet tvářecí síly

Pro výpočet velikosti tvářecí síly je třeba stanovit rozměry můstku, které se volí s ohledem na rozměry, povrch výkovku, stupeň tvarové složitosti výkovku a přetvárný odpor oceli za tepla, s přihlédnutím k pružení a vůlím použitého tvářecího stroje.

Návrh rozměru můstku byl proveden pomocí tabulky VI. z ČSN 22 8306.

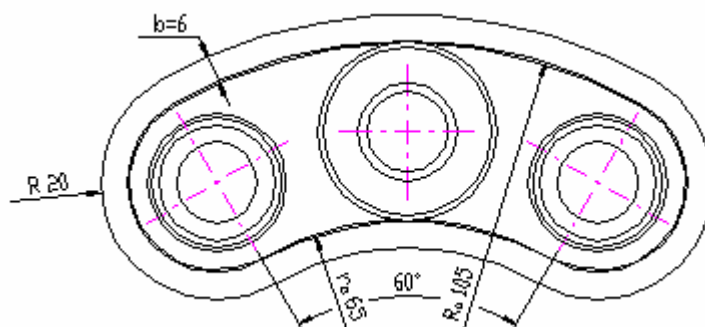
Tabulka VI. Rozměry výronkových drážek

Síla lisu [kN]	h [mm]	b [mm]	b _z [mm]	r [mm]
2 500	1 – 1,5	3 – 5	25	1 – 1,5
6 300	1 – 2	3 – 7	25	
10 000	1,5 – 2,5	4 – 7,5	30	
16 000	2 – 3	5 – 8	32	1,5 – 2,5
25 000	2,5 – 4	6 – 10	38	
31 500	2,5 – 4,5	6 – 11	40	2 - 3
40 000	3,5 – 5,5	7 – 12	42	
63 000	4,5 – 8	9 – 15	50	2 - 5

h – výška výronku , b – šířka můstku , b_z – zásobník , r – poloměr zaoblení hrany

Vlivem předpokládaného výběru tvářecího stroje s kovací silou 16 000kN a firemních zkušeností byla doporučena výška výronku $h = 3\text{mm}$. Šířka můstku pak zvolena $b = 2 \cdot h = 2 \cdot 3 = 6\text{mm}$.

Pro odečtení kovací síly z diagramu je nutno znát povrch výkovku s výronkem:



Obr. 10. Povrch výkovku s výronkem

$$S_v = \frac{\pi \cdot \alpha \cdot [(R_o + b)^2 - (r_o - b)^2]}{360} + \pi \cdot (R + b)^2$$

$$S_v = \frac{\pi \cdot 60^\circ \cdot [(10,5 + 0,6)^2 - (6,5 - 0,6)^2]}{360^\circ} + \pi \cdot (2 + 0,6)^2 \quad (8)$$

$$S_v = 67,5 \text{ cm}^2$$

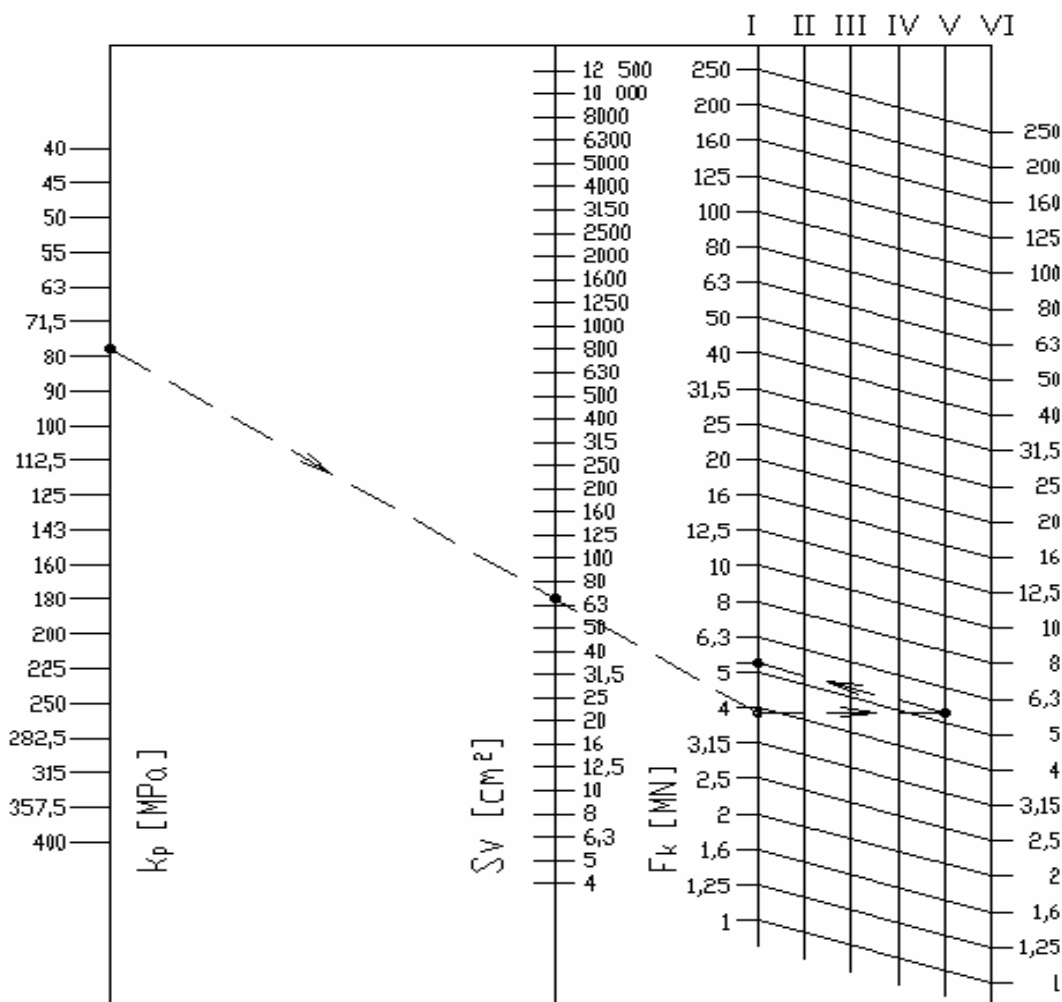
Stupeň tvarové složitosti výkovku byl stanoven podle ČSN 22 8306:

Tabulka VII. Stupeň tvarové složitosti výkovku

I.		Jednoduché, kompaktní součásti
II.		Kompaktní, málo členité součásti
III.		Součásti s vysokým stupněm členitosti
IV.		Rozvidlené součásti
V.		Součásti s malými tloušťkami a přechody
VI.		Součásti s extrémně malou tloušťkou průřezu

Zadaný výkovek byl vyhodnocen na **V. stupeň** tvarové složitosti.

Přetvárný odpor oceli S355 J2 G3 (11 523) při 1 150°C byl stanoven dle firemních tabulek: $k_p = 78,2 \text{ MPa}$. (viz příloha 2)



Obr. 11. Diagram stanovení kovací síly z ČSN 22 8306

Z diagramu byla odečtena potřebná kovací síla **5,4MN (540 tun)**.

2.2.2 Volba kovacího stroje

Volba typu stroje, při řešení zadaného problému, padla na mechanický klikový lis, jelikož se používá v podniku pro který je bakalářská práce vypracována. Z velikosti odečtené potřebné tvářecí síly byl zvolen kovací lis LMZ 1000 s kovací silou 1000 tun. Z důvodu generální opravy tohoto stroje byl zvolen lis LMZ 1600, jehož výrobcem jsou Šmeralovi závody v Brně a jehož jmenovitá maximální síla je 16 MN (1 600 tun). (blíže v příloze 3)

2.2.3 Výpočet polotovaru pro tvorbu zápustek

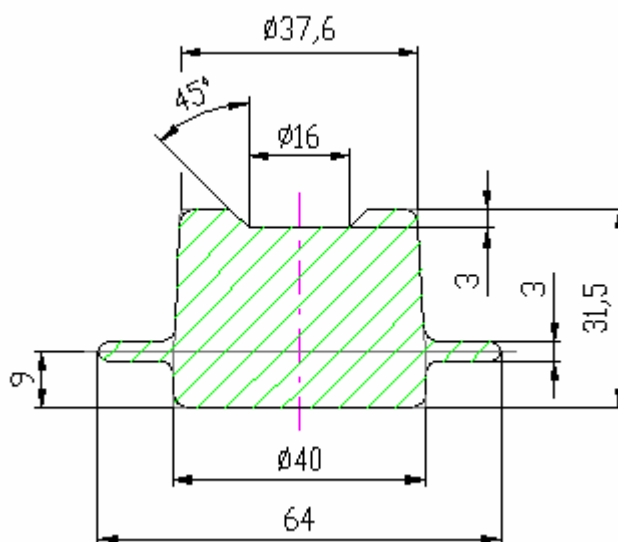
Ještě před návrhem zápustek je nutno znát velikost polotovaru. Nejdříve se spočítá objem výkovku i s objemem dvojnásobně širokého výronku. Šířka výronku je v tomto konkrétním případě: $2b = 2 \cdot 6 = 12\text{mm}$.

$$V_{\text{celk.}} = V_{\text{výkovku}} + V_{\text{výronku}} = 0,08485 + 0,009 = 0,09385\text{dm}^3 \quad (9)$$

Tento spočtený objem vynásobený hustotou se nazývá vsázková hmotnost.

$$m_{\text{vsázková}} = \rho \cdot V_{\text{celk.}} = 7,85\text{kg} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 0,09385\text{dm}^3 = 0,74\text{kg} \quad (10)$$

Dále je nutno spočítat objem průřezu výkovku s výronkem v nejtlustším místě:



Obr. 12. Největší průřez výkovku

$$S_{NP} = 1250\text{mm}^2 \quad (11)$$

Z tohoto spočteného průřezu lze pak možno spočítat průměr tyče ze které se budou nastříhat polotovary na výrobu:

$$S_{NP} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot S_{NP}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1250}{\pi}} = 39,89\text{mm} \Rightarrow 40\text{mm} \quad (12)$$

Z celkového objemu výkovku a vypočteného průměru tyče lze dopočítat délku tyče:

$$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot l \Rightarrow l = \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 93,85}{\pi \cdot 40^2} = 74,68 \text{ mm} \Rightarrow 74,7 \text{ mm} \quad (13)$$

2.3 Návrh nářadí pro výrobu

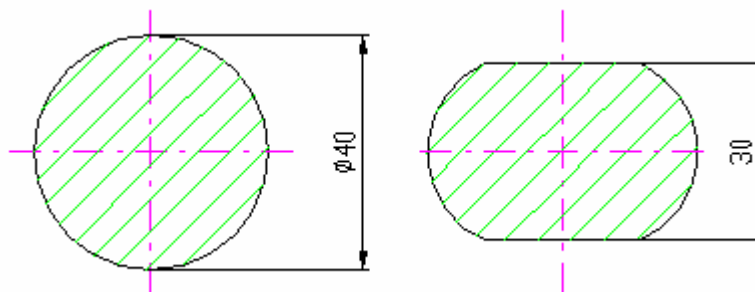
2.3.1 Návrh zápustek

Pro návrh zápustek pro tento konkrétní případ výkovku byl zvolen polotovar z tyčového materiálu a proto se používá i pěchovací zápustka.

2.3.1.1 Pěchování

Pěchovací operace se v tomto případě provádí za účelem odstranění okují a také přispůsobení tvaru polotovaru k usazení v následujících zápustce.

Provádí se mezi rovnými deskami bucharu. Kruhovitý tvar průměru 40mm se pěchuje na výšku 30mm (viz obrázek 13)



Obr. 13. Polotovar před a po pěchovací operaci

2.3.1.2 Předkovací a dokončovací zápustka

Konkrétní návrh těchto zápustek pro zadanou součást se nachází ve výkresové dokumentaci práce.

2.3.2 Ostřihovací nástroj

Návrh tohoto nástroje pro zadanou součást se také nachází ve výkresové dokumentaci práce.

2.4 Technologický postup výroby

Technologický postup pro zadanou součást byl vypracován dle firemních zvyklostí a je připojen v příloze této práce.

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout technologii výroby zadaného výkovku, navrhnout nářadí pro jeho výrobu a zpracovat technologický postup výroby.

Byly zde rozebrány jednotlivé a nezbytné kroky návrhu a výroby výkovku ze zadaného výkresu hotového obrobku.

V první části bakalářské práce jsou shrnuty teoretické poznatky z oboru zápusťkového kování vybrané z literárních pramenů. Je zde také nastíněn postup jednotlivých operací po sobě následujících. Ve druhé části práce jsou pak realizované jednotlivé operace na konkrétním výkovku, které se přímo odvíjejí z části první.

Vlastní řešení bylo realizováno na konkrétní součásti nerotačního tvaru kované z oceli S355 J2 G3 (11523).

Výroba je realizována na klikovém kovacím lise LMZ 1600, jehož výrobcem jsou Šmeralovy závody v Brně.

Práce byla věnována nejoptimálnějšímu zpracování výroby výkovku.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- (1) Hašek V. a kol.: Kování , SNTL 1965
- (2) Hašek V.: Teorie a metodika tváření , Praha , SNTL 1965
- (3) Macík M.: Racionalizace zápustkového kování (Diplomová práce) , VUT Brno 1996
- (4) Hýsek R.: Tvářecí stroje , SNTL 1973
- (5) DIN 7523. Ocelové výkovky. Navrhování zápustkových výkovků. 1972
- (6) ČSN EN 10243-1. Ocelové zápustkové výkovky – Mezní úchytky rozměrů 2003
- (7) ČSN 22 8306. Zápustky pro svislé kovací lis. Technické požadavky na konstrukci. 1990

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

R_k	–	poloměr zaoblení hrany.....	mm
R_1	–	vnitřní dutá zaoblení.....	mm
R_A	–	vnější vydutá zaoblení.....	mm
Δl	–	zvětšená délka výkovku.....	mm
L_0	–	délka výkovku při 20°C.....	mm
α	–	koeficient teplotní délkové roztažnosti.....	mm/K
T_1	–	dokončovací teplota.....	°C
T_2	–	teplota okolí.....	20°C
F_S	–	střížná síla.....	N
τ_s	–	pevnost materiálu ve stříhu.....	MPa
R_m	–	pevnost oceli.....	MPa
S_v	–	povrch výkovku s výronkem.....	cm ²
S_{NP}	–	největší průřez výkovku.....	cm ²

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Výkovek s dlouhými výstupky	9
Obr. 2. Náboj - úkosy.....	10
Obr. 3. Výkovek – zaoblení hran.....	11
Obr. 4. Výkovek – vnitřní a vnější zaoblení.....	12
Obr. 5. Předkovací a dokončovací dutiny.....	19
Obr. 6. Uzavřená zápustka.....	21
Obr. 7. Příklad stříhání.....	25
Obr. 8. Zadaný obrobek	27
Obr. 9. Navržený výkovek.....	29
Obr. 10. Povrch výkovku s výronkem	32
Obr. 11. Diagram stanovení kovací síly z ČSN 22 8306.....	33
Obr. 12. Největší průřez výkovku.....	34
Obr. 13. Polotovár před a po pēchovací operaci.....	35

SEZNAM TABULEK

Tabulka I. Přídavky na obrábění.....	9
Tabulka II. Úkosal.....	10
Tabulka III. Zaoblení hran které zůstávají surové.....	12
Tabulka IV. Vnitřní dutá zaoblení (r_1).....	13
Tabulka V. Vnější vydutá zaoblení (r_A).....	13
Tabulka VI. Rozměry výronkových drážek.....	31
Tabulka VII. Stupeň tvarové složitosti výkovku.....	32

SEZNAM PŘÍLOH

- P 1 : Ocelové zápustkové výkovky kované na bucharech a lisech – Stupěň přesnosti kování F – Mezní úchytky délky, šířky, výšky a úchytky přesazení, otřepu a sestřižení
- P 2 : Přetvárné odpory ocelí za tepla
- P 3 : Popis a charakteristiky lisu LMZ 1600
- P 4 : Technologický postup

Výkresová dokumentace:

- P 5 : Zadaný obrobek
- P 6 : Navržený výkovek
- P 7 : Předkovací zápustka
- P 8 : Dokončovací zápustka
- P 9 : Střižný nástroj

P 1: Ocelové zápustkové výkovky kované na bucharech a lisech – Stupěň přesnosti kování F – Mezní úchyly délky, šířky, výšky a úchyly přesazení, otřepu a sestřížení

Přesazení	Otřep (+), Sestřizlení (-)	Dělicí plocha		Hmotnost (kg)	Stupeň obtížnosti kování		Ukazatel členitosti tvaru				Jmenovité rozměry																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
		Nesouměrná	Přílná nebo souměrná								0 <32	>32 <100	>100 <160	>160 <250	>250 <400	>400 <630	>630 <1000	>1000 <1600	>1600 <2500																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
																				M1	M2	S1	S2	S3	S4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
																										Úchytky																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
0,4	0,5			0-0,4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								

P 2: Přetvárné odpory ocelí za tepla

Materiál	Teplota (°C) / Přetvárný odpor (MPa)					
ČSN	1200	1150	1100	1050	1000	950
11 343	30,8	38,5	46,2	53,9	61,6	69,3
11 375	31,4	39,2	47,1	54,9	62,8	70,6
11 416	42,9	53,7	64,4	75,2	85,9	96,6
11 423	32,3	40,2	48,2	56,3	64,3	72,4
11 500	34,9	43,6	52,3	61,1	69,8	78,5
11 523	62,5	78,2	93,8	109,5	125,2	140,8
11 600	37,3	46,6	55,9	65,2	74,5	83,8
11 700	40,2	50,3	60,3	70,4	80,4	90,5
12 010	40,2	50,2	60,3	70,3	80,4	90,5
12 014	37,4	46,8	56,2	65,6	74,9	84,3
12 020	48,1	60,2	72,3	84,3	96,3	108,4
12 024	42,6	53,3	64,0	74,6	85,3	96,0
12 040	50,1	62,6	75,2	87,7	100,2	112,8
12 041	51,5	64,3	77,2	90,1	103,0	115,8
12 050	52,4	65,6	78,8	91,8	104,9	118,1
12 051	53,8	67,3	80,7	94,2	106,9	120,3
12 060	54,6	68,3	81,9	95,6	109,3	122,9
12 061	55,4	69,3	83,2	97,0	110,8	124,7
13 240	59,8	74,8	89,7	104,7	119,7	134,6
14 100	64,9	81,3	97,5	113,7	129,9	146,2
14 109	64,7	79,5	95,4	111,3	127,2	143,1
14 140	54,9	68,6	82,4	96,1	109,8	123,6
14 209	77,5	96,8	116,2	135,6	154,9	174,3
14 220	60,8	76,1	91,2	106,4	121,6	136,8

P 3: Mechanický klikový kovací lis LMZ 1600

Hlavní charakteristikou lisu LMZ 1600 je umístění hlavního hřídele ve směru ze předu do zadu. Brzda lisu je umístěna vpředu nad místem obsluhy, spojka je umístěna vzadu. Výhodou tohoto uspořádání je příznivější zatěžování všech uložení klikového mechanismu lisu při mimostředním kování. Klopné momenty nejsou zachycovány kluznými ložisky v beranu, ojnici a stojanu, ale jsou zachycovány širokými lištami vedení beranu. Dále pak klopný moment od spojky a klikového mechanismu působí na základ stroje v příznivější rovině.

Poměrně hladká přední část stroje vykazuje výhody při manipulaci s materiálem v kovárně. Také hluk má své epicentrum na zadní straně lisu poměrně daleko od místa obsluhy stroje.

Lis umožňuje jednoduché a hlavně spolehlivé přestavování beranu vůči stolu. Přestavování beranu, tedy natáčení výstředníkového čepu se děje hydraulicky ovládním tlačítka z místa obsluhy. Tento systém přestavování beranu je pohotový a rychlý. Maximálně zkracuje čas potřebný pro seřizování tloušťky výronku a výkovku, nebo přechod na jiný výkovek. Při přestavování nedojde k vzájemnému posunutí zápustek. Pro případ zaseknutí klikového mechanismu ve spodní mrtvé poloze, jsou tyto lisy vybaveny uvolňovacím zařízením, které vysokým tlakem hydraulické kapaliny (až 60 MPa) přestaví beran nahoru a tím vzniklé zaseknutí odstraní.

Beran lisu se pohybuje ve svislém směru vůči pevnému stolu stojanu. Přesnost tohoto pohybu zajišťují přestavitelné lišty vedením "X", které zmenšuje vliv rozdílu ohřátí beranu a stojanu na zmenšení vůlí ve vedení. Vůle ve vedení má být nastavena minimálně na 0,2mm při beranu dotlačeném na zadní lišty a to při nahřáté soustavě. LMZ 1600 trvalého vymezení vůlí ojnice a beranu. Systémy vymezení vůlí v klikovém mechanismu sledují jeden cíl. Pro klidný chod lisu bez rázů a přesnost výkovku je důležité, aby všechny vůle byly vymezeny před dosednutím nástrojů na polotovar – výkovek. Spolehlivé vymezování vůlí prodlužuje životnost kluzných ložisek klikového mechanismu.

Lis je poháněn trojfázovým asynchronním motorem vybaveným kluzovými odpory, které umožňují jejich provoz v setrvačném pohonu.

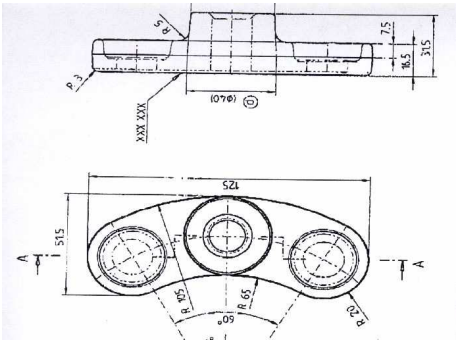
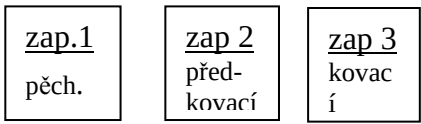
Řízení lisu je elektropneumatické, s vačkovým řídicím aparátem a reléovými řídicími systémy.

Vyhazovače sou pneumatické, vybavené třemi kolíky vysunovanými v jedné rovině. Velikost zdvihu, okamžik vyhazování a čas výdrže v horní poloze je stavitelný. Lze opakovat zdvih a čas výdrže v horní poloze je stavitelný. Lze opakovat zdvih kolíku nezávisle na chodu stroje.

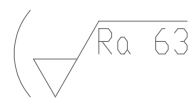
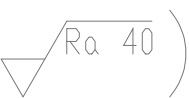
Lisy jsou standardně vybaveny systémem měření teplot kluzných ložisek, ložisek předlohy a vnutí hlavního elektromotoru. Dále pojistkou proti opakovanému přetížení kovací silou, kontrolou správné funkce progresivního mazacího systému, tlakovými spínači a pojistnými ventily v systému rozvodu vzduchu. [4]

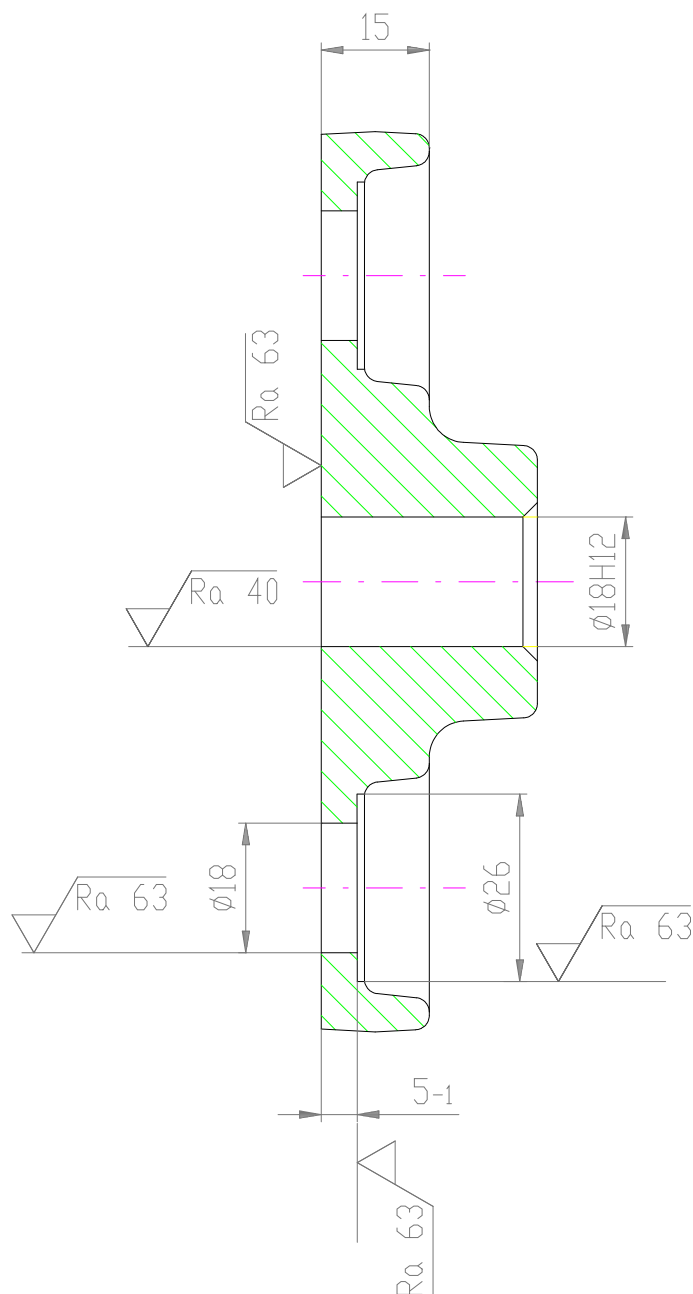
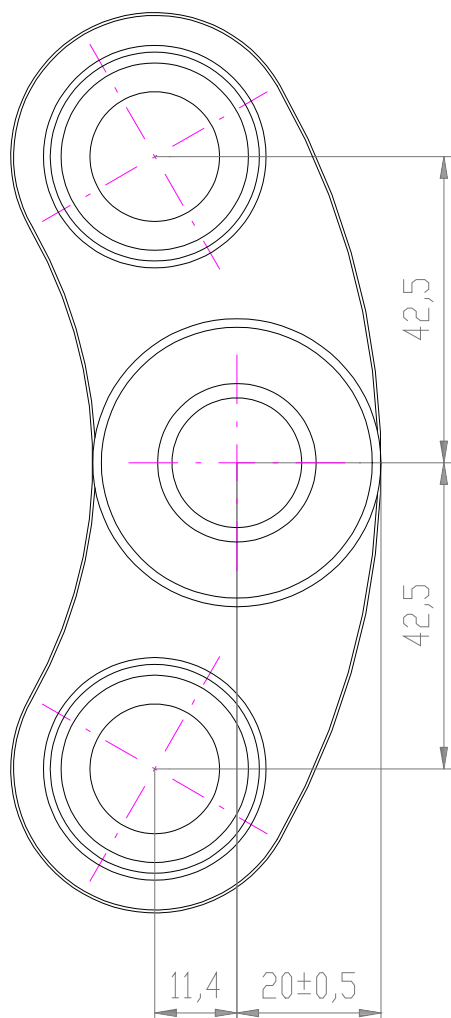
Jmenovitá síla	16000	kN
Sevření	800	mm
Přestavení beranu	10	mm
Průchod	1290	mm
Zdvih	270	mm
Počet zdvihů	95	min ⁻¹
Rozměr stolu		
- zleva doprava	1240 * 1150	mm
- zepředu dozadu	1240 * 1150	mm
Maximální rozměr beranu	1160 * 1035	mm
Maximální zdvih horního vyhazovače	40, 40, 40	mm
Maximální zdvih dolního vyhazovače	60, 60, 60	mm
Rozteč kolíků vyhazovačů	240	mm
Výška lisu nad podlahou	5700	mm
Celková výška stroje	6240	mm
Maximální šířka stroje	2750	mm
Maximální hloubka stroje	3400	mm
Výkon elektromotoru	75	kW
Spotřeba vzduchu	330	l/ zdvih
Celková hmotnost stroje	9300	kg

P 4: Technologický postup

Zakázka č.:	Dílec: ANSCHLAG – NAVRŽENÝ VÝKOVEK Č.v. zákazníka: 391716		č.výkresu výkovku: 9804			
Tvar výkovku: 		Tvar předkovku: Není definováno		Pozn.: *		
Bezpečnost práce podle OSQ 002/96 Bezpečnost práce podle ČSN 21 0700		Čistá hmotnost výkovku : 0,67 kg Kusů za směnu : 1600		Sestava zápusťek – tok materiálu : 		
Jakost	At est	Rozměr výchozího materiálu	ks	váha materiálu - kg spotřeb ní vsázko vá		způsob dělení toleran ce při ostříhu
S355J2G3	ano	φ 40 x 74,7 + 3	1	0,76 0,74		5 ±1%

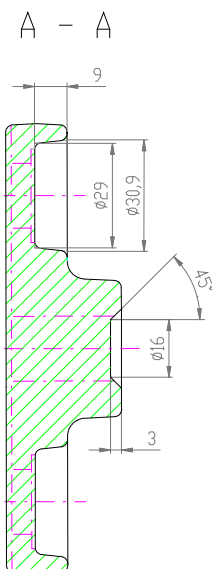
č.	Pracoviště	Popis práce	Výrobní pomůcky / Nastavení parametrů	min
1.	Dělníma	Dělení materiálu	Nůžky	
2.	Sklad mater.	Kontrola materiálu po dělení	PSJ 01 TÚ	
3.	ITO 400/2,5	Instalovat induktor Zahřát materiál na stanovenou teplotu Zakládat jednotlivě kus za kusem Pravidelně kontrolovat teplotu induktoru	Velikost induktoru - typ 45 Maximální teplota: 1250 °C Minimální teplota: 1200 °C Takt zakládání 1ks - 15 s	0,25
4.	Ohřívací zařízení- pece	Kontrola kovací teploty	PSJ 15 TK	


 (
 
 Ra 63
 
 Ra 40
)



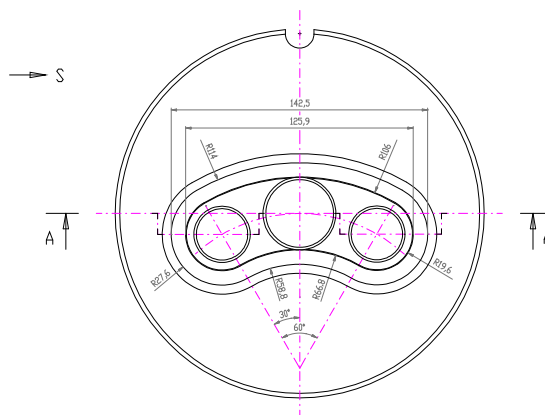
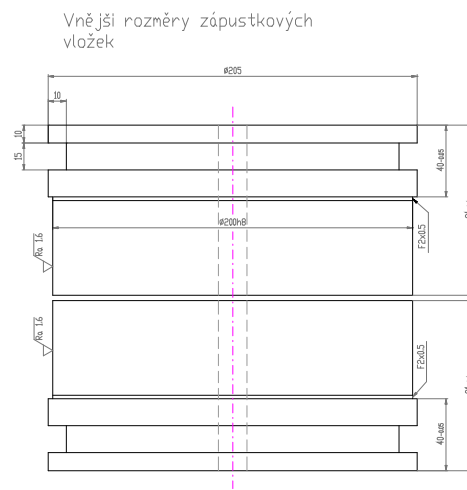
NEKÓTOVANÉ TVARY DLE VÝKRESU VÝKOVKU
 VŠEOBECNÉ TOLERANCE DLE ISO 2768 - mH

INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS	FT - UTB - Zlín	
ZN.MAT. S355J2G3 +N				HMOTNOST kg	MĚŘ.
ROZM.-POLOT.				0,64	1:1
POM. ZAŘ.				ČSN	TČ.Č.
VYPR. UŘEDNÍČEK..RADEK		NORM.REF.		POZN.	Č. KUSOVNÍKU
PŘEZK.		TECHNOL.		STARÝ V.	Č.V.
NÁZEV		SCHVÁLIL	13.4.2005	M9804	
ANSCHLAG				Listů	List

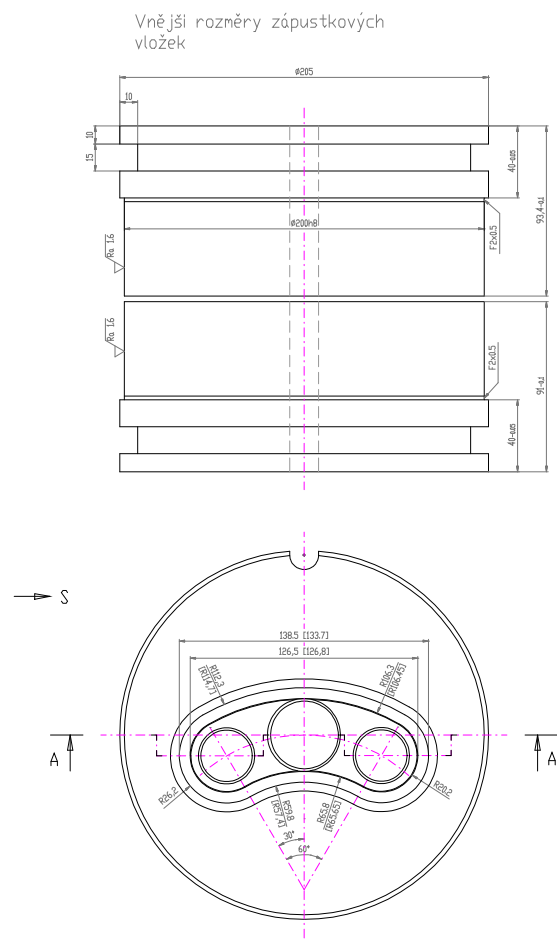
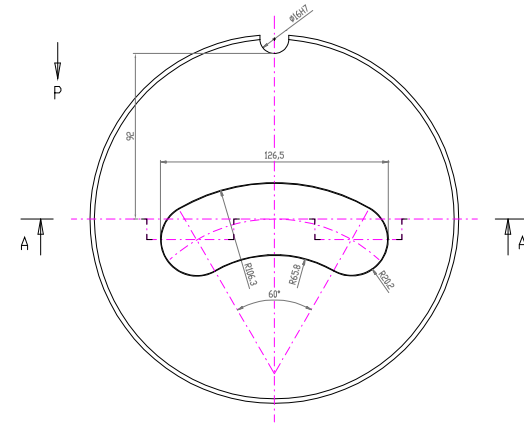


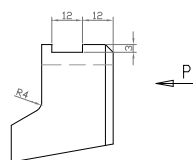
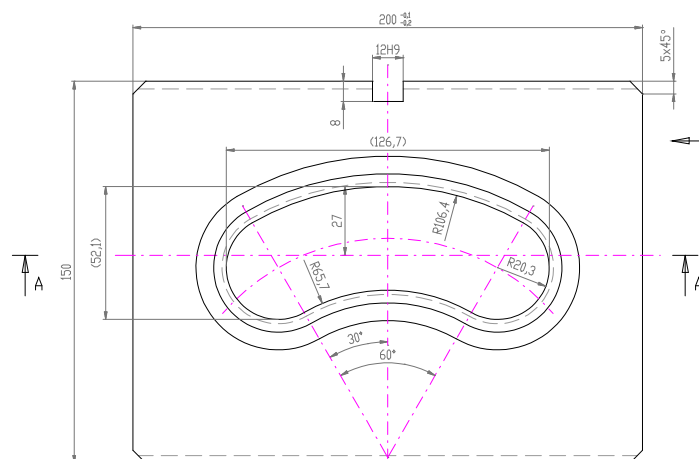
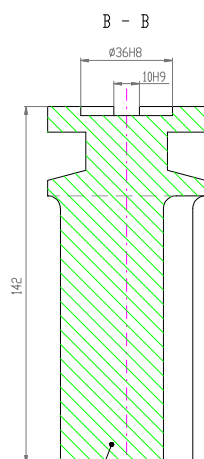
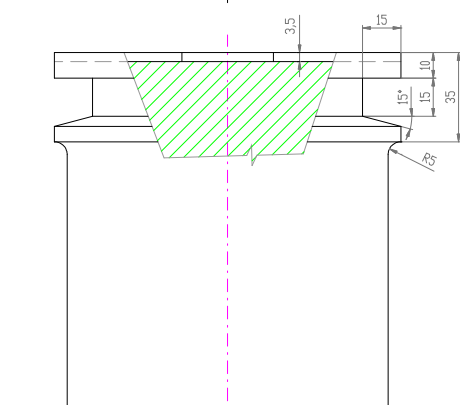
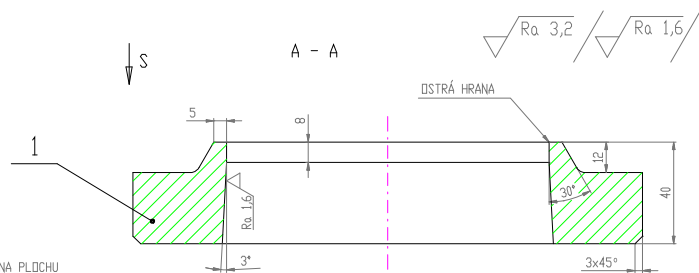
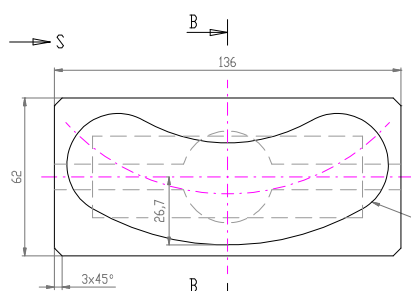
M1	S2	F
NEKOT. UKOSY VNEJŠI		3'
NEKOT. UKOSY VNITRNI		6'
NEKOT. RADIUSY	R 2mm	
ROZMERY DELEK	+1,2	-0,6
ROZMERY SIREK	+1,1	-0,5
ROZMERY VYSEK	+0,9	-0,5
ROZMERY TLUSTEK	+0,9	-0,5
PRETK. PRESAH	+0,7	-0,7
PRESAZENI		0,6
PRUHYB		0,8

[illegible]



VÝŠKA MĚŘENÍ 3									
NEKOTIVOVANÉ ÚKESY VNITŘNÍ 6°									
NEKOTIVOVANÉ ÚKESY VNĚJŠÍ 3°									
VÝŠKOVÉ TĚLEČNÉ ALI 101 87468 - 81									
TVAR VÝNOVÝ KUTIVNÝ VÝBĚH 3 PŘEMĚSTI 0,1									
1. SPÁNEČEK		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
2. VÝŠKĚK		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
3. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
4. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
5. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
6. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
7. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
8. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
9. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
10. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
11. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
12. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
13. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
14. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
15. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
16. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
17. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
18. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
19. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
20. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
21. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
22. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
23. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
24. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
25. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
26. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
27. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
28. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
29. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
30. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
31. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
32. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
33. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
34. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
35. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
36. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
37. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
38. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
39. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
40. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
41. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
42. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
43. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
44. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
45. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
46. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
47. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
48. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
49. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
50. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
51. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
52. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
53. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
54. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
55. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
56. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
57. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
58. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
59. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
60. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
61. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
62. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
63. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
64. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
65. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
66. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
67. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
68. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
69. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
70. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
71. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
72. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
73. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
74. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
75. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
76. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
77. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
78. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
79. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
80. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
81. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
82. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
83. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
84. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
85. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
86. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
87. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
88. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
89. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
90. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
91. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
92. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
93. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
94. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
95. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
96. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
97. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
98. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
99. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
100. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
101. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
102. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
103. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
104. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
105. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
106. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
107. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
108. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
109. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
110. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
111. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
112. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
113. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
114. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
115. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
116. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
117. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
118. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
119. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
120. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
121. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
122. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
123. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
124. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
125. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
126. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
127. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
128. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
129. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
130. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
131. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
132. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
133. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
134. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
135. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
136. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9			g	
137. STĚNA - STĚNA		48555-5	48555-5	19552-4	19552-9				

[illegible]



VÝROBNÍ TOLERANCE DLE ISO 2768 - mH						
TVAR VÝKOVU (DUTINO) VÝROBKU S PŘESNOSTÍ ± 0,1						
1	STRŽIČKA	136x56x142	116001			2
1	STRŽIČNICE	200x150x40	197213			1
...	Název - Rozměr	Početovar	Mal. hesnutí	Mal. výchozí	Císlo výrobku	Por.
136x56x142		1	01	01		
200x150x40		1	01	01		
FT – UTB – Zlin						
ZNAKA	TJG	IMPHOSIS 14		PIR		
PODYPOJOT					1:1 pro A2	
PODZNAK	ZAK	LOR		TJG		
PROSTRAVNOSTI RAZEK	MALBYT	PCYN				
PRERAZ						
TEPLOTY	SODVALA	DIL2295	STARÝ V		E.V	
NÁZEVE						
STOŽERNÝ NASTROJ		Nost1	(MKS)		9804	
						I-18