

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

NÁVRH VÝROBY SOUČÁSTI AUTOMOBILOVÉ BRZDY

SOLUTION PRODUCTION OF THE COMPONENT TO AUTO BRAKE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

VÍTĚZSLAV BURIAN

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. MILAN KALIVODA

BRNO 2011

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Vítězslav Burian

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

obor: **Strojírenská technologie (2303R002)**

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

Návrh výroby součásti automobilové brzdy

v anglickém jazyce:

Solution production of the component to auto brake

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Představení montážní sestavy automobilové brzdy (funkce, typy). Rozbor zadané součásti "brzdový disk" (konstrukce, 3D model, funkce, polotovar). Návrh obráběcí technologie postavený na současném stavu techniky (polotovar, stroje, nástroje). Zpracování TPV dokumentace pro vytípanou operaci, doložení NC programu. Zhodnocení návrhu.

Cíle bakalářské práce:

Sestavení technologie pro náročnější součást. Přehled výrobců obráběcích strojů a nástrojů. Znalost ve vypracování TPV dokumentace. Zvládnutí problematiky programování CNC strojů.

Seznam odborné literatury:

1. CIHLÁŘOVÁ, P., HILL, M. and PÍŠKA, M. Fundamentals of CNC Machining. [online]. Dostupné na World Wide Web: <<http://cnc.fine.vutbr.cz>>.
2. KOČMAN, K. a PROKOP, J. Technologie obrábění. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2001. 270 s. ISBN 80-214-1996-2.
3. ŠTULPA, M. CNC obráběcí stroje a jejich programování. 1. vyd. Praha: Technická literatura BEN, 2007. 128 s. ISBN 978-80-7300-207-7.
4. AB SANDVIK COROMANT - SANDVIK CZ s.r.o. Příručka obrábění - Kniha pro praktiky. Přel. M. Kudela. 1. vyd. Praha: Scientia s.r.o., 1997. 857 s. Přel. z: Modern Metal Cutting - A Practical Handbook. ISBN 91-972299-4-6.
5. HUMÁR, A. Materiály pro řezné nástroje. 1. vyd. Praha: MM publishing s. r. o., 2008. 240 s. ISBN 978-80-254-2250-2.
6. KOČMAN, K. Speciální technologie obrábění. 3. vyd. Brno: VUT v Brně, Akademické nakladatelství CERM, 2004. 230 s. ISBN 80-214-2562-8.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Milan Kalivoda

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2010/2011.

V Brně, dne 24.11.2010

L.S.

prof. Ing. Miroslav Piška, CSc.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Řešení technologie pro výrobu součásti automobilové brzdy – brzdový disk, které lze uplatnit při výrobě s ohledem na technologičnost konstrukce, druhu polotovaru a funkčnosti součásti. Volba nástrojů a strojů pro jednotlivé operace, ekonomické zhodnocení.

Klíčová slova

Brzda kotoučová, brzdový kotouč (disk), polotovar, technologičnost konstrukce, CNC frézka, CNC bruska.

ABSTRACT

Solution of technology for production part of auto brake – disc brake, which can be applied in the production with regard to a technology of construction, to the kind of the semi - product and to the functionality of components. Selection of instruments and machines for individual operations, economic evaluation.

Key words

Disc brake, brake wheel (disc) semi product, technology of construction, CNC milling machine, CNC grinding machine.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

BURIAN, V. *Návrh výroby součásti automobilové brzdy*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 47 s., 13 příloh. Vedoucí bakalářské práce Ing. Milan Kalivoda.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Návrh výroby součásti automobilové brzdy vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

23. 05. 2011

.....
Vítězslav Burian

Poděkování

Děkuji tímto prof. Ing. Miroslavu Píškovi, CSc., Ing. Milanu Kalivodovi, Ing. Martinu Slanému, Janu Steinerovi, Kristýně Maškové za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.

OBSAH

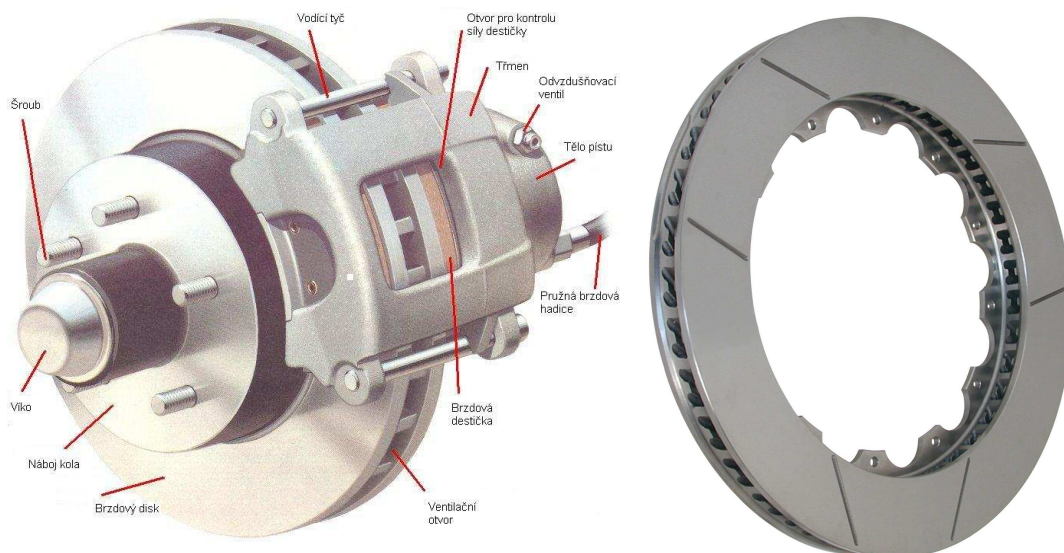
Abstrakt.....	2
Prohlášení.....	3
Poděkování.....	4
Obsah	5
Úvod	6
1 BRZDY	7
1.1 Charakteristika.....	7
1.2 Typy.....	7
1.3 Brzda kotoučová.....	7
1.3.1 Funkce	7
1.3.2 Brzdová sestava.....	8
1.3.3 Konstrukce	8
2 TECHNOLOGICKÝ ROZBOR	11
2.1 Polotovar	11
2.2 Výběr strojů	12
2.2.1 CNC frézka.....	13
2.2.2 CNC bruska.....	13
2.3 Výběr nástrojů	14
2.3.1 Rovinná fréza	14
2.3.2 Válcová fréza	15
2.3.3 Vrták.....	16
2.3.4 Výhrubník	16
2.3.5 Výstružník	16
2.3.6 Brousicí kotouč.....	17
2.4 Přípravek	17
3 VÝPOČTY ČASŮ PŘI OBRÁBĚNÍ	18
4 VÝROBNÍ NÁVODKY	21
5 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	22
5.1 Náklady na polotovar	22
5.2 Náklady na provoz stroje	22
5.3 Náklady na obsluhu stroje	24
5.4 Náklady na nástroje.....	24
5.5 Náklady celkem	25
6 TECHNICKÉ POSOUZENÍ.....	25
Závěr.....	26
Seznam použitých zdrojů	27
Seznam použitých zkratk a symbolů.....	29
Seznam příloh.....	30

ÚVOD

V této práci je řešen návrh výroby součásti automobilové brzdy, konkrétně brzdového disku (obr. 1). Jedná se o sériovou výrobu například pro vozidlo Škoda Superb, kterých se ročně vyrobí kolem třiceti tisíc kusů. Je zde uveden technologický postup výroby součásti při použití moderních technologií v obrábění.

Brzdy jako takové jsou velmi rozsáhlá kapitola a existuje mnoho typů brzd, brzdových soustav, které se dále dělí na další odvětví ať už podle směru působící brzdné síly přes zdroje brzdné síly až po jejich ovládání. Slouží nejen ke zpomalování předmětu, ale i k jeho zastavení nebo udržení v klidu.

Brzda disková patří mezi nejrozšířenější typy brzd zejména u dopravních prostředků. Sympatie si především získala svým vynikajícím brzdným účinkem, lépe se chladí pomocí soustavy kanálků či vyvrtaných děr na brzdné ploše. Nevýhodou této brzdy však je její složitá údržba, není krytá a je náchylná na nečistoty způsobené například prašným prostředím.



Obr. 1 Schéma automobilové brzdy.

1 BRZDY

Brzdy patří mezi velice rozsáhlé oblasti a lze se s nimi setkat téměř všude. Zde jsou uvedeny pouze nejzákladnější a tedy nepoužívanější typy brzd.

1.1 Charakteristika

Brzda je technické zařízení sloužící k zastavení nebo zpomalení pohybujícího se předmětu nebo pro je udržení v klidu. Kinetická energie je při brzdění zpravidla přeměňována v jiný druh energie. Brzdy mají velký význam především u dopravních prostředků. Oblast použití je ovšem mnohem širší, s brzdami se lze totiž setkat u nejrůznějších strojních zařízení [1].

1.2 Typy

1. Mechanické
 - špalíková,
 - bubnová,
 - kotoučová,
 - pásová.
2. Pneumatické a hydraulické
 - motorová brzda,
 - výfuková brzda,
 - hydrodynamická brzda.
3. Elektrodynamická brzda.

V další části se bude vycházet ze zadání, které zohledňuje pouze brzdu kotoučovou (brzdový disk), která je nejvíce používaná u dopravních prostředků.

1.3 Brzda kotoučová

Technologie obrábění, která je uvedena v následující kapitole se zaměřuje na brzdový disk.

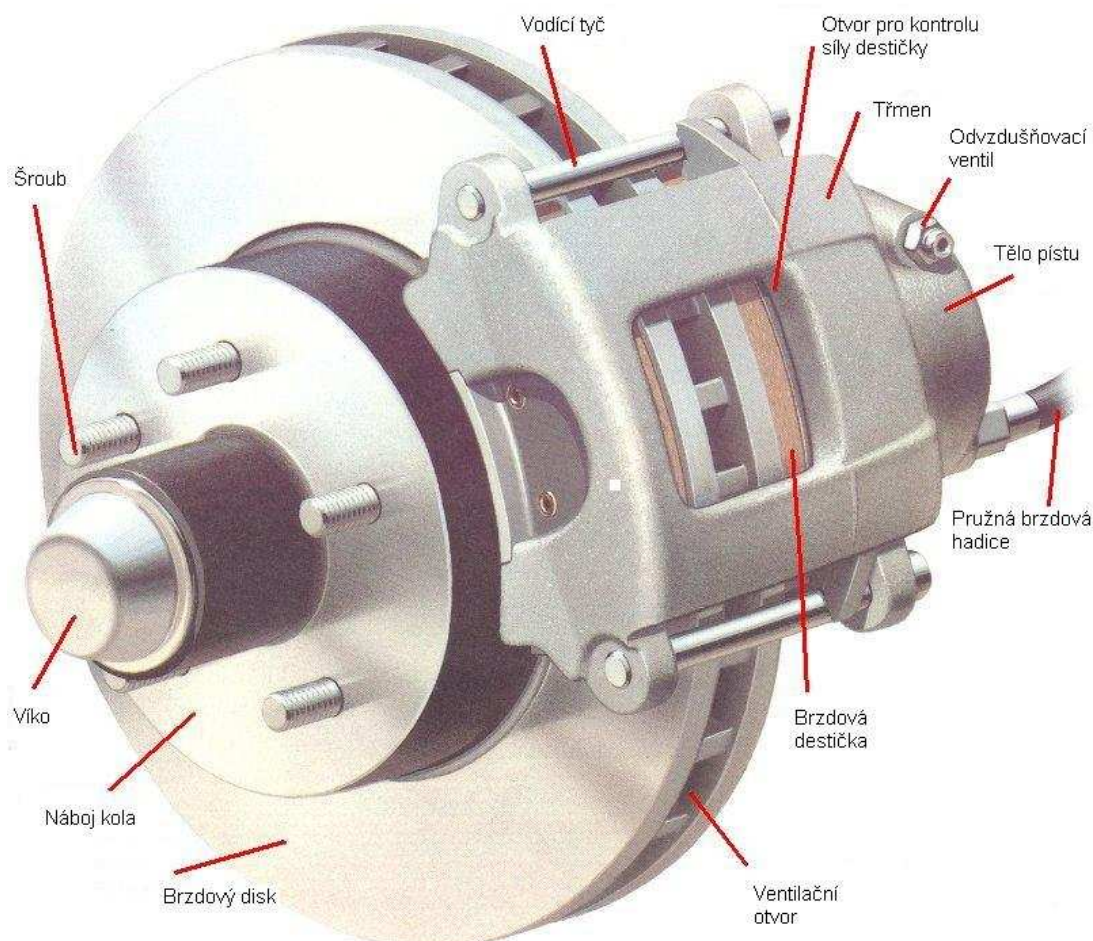
1.3.1 Funkce

Pracovní částí je kotouč (rotor) brzděný přitlakem destiček [1]. Používá se především u automobilů, motocyklů a v dnešní době je také rozšířena u jízdních kol a vlaků (kde nahradila brzdy špalíkové) i u dětských kočárků.

Přenos brzdné síly na brzdový disk je obvykle hydraulický (jízdní kola mají přenos pomocí lanka). Sešlápnutím pedálu vznikne tlak v brzdovém systému. Brzdová kapalina začne tlačit na brzdový píst, který tlačí brzdové destičky kolmo na rotor. Vzniklá třecí síla mezi rotorem a destičkami pak působí proti otáčení rotoru.

1.3.2 Brzdová sestava

Sestava automobilové brzdy kotoučové je uvedena na (obr. 1.1).



Obr. 1.1 Sestava diskové brzdy [2].

1.3.3 Konstrukce

Brzdový disk

Brzdový disk (obr. 1.2) je připevněn k náboji kola a rotuje spolu s ním. Mezi nejpoužívanější materiály patří šedá litina, ocelolitina, ale vyrábí se i s příměsí keramických částic. [3] Výhodou keramického kotouče oproti kovovému je nižší hmotnost a méně se opotřebovává, nevýhodou je vysoká cena. Disky mohou být hladké, děrované (výhoda za deště), drážkované, se soustavou vnitřních kanálků pro lepší odvod tepla nebo různě kombinované. Brzdový disk se vlivem přítlaku brzdových destiček opotřebovává a je nutné kontrolovat minimální tloušťku brzdné stěny z hlediska bezpečnosti.



Obr. 1.2 Brzdový disk [4].

Brzdový třmen

Díl brzdové soustavy (obr. 1.3), do které je namontován brzdový píst a suvně připevněné brzdové destičky [3]. Píst obvykle bývá jeden, ale u dražších brzdových sestav je pístků více. Tato součástka je pevně spojena s vozidlem.



Obr. 1.3 Brzdový třmen [5].

Brzdový píst

Válcový díl brzdy (obr. 1.4), který je zamontován do brzdového třmenu. Na něj je připojena hadička, kterou prochází brzdová kapalina, která v případě sešlápnutí brzdového pedálu způsobí tlak v brzdném systému. Vzniklý tlak působí na plochu pístku a s ním spojené brzdové destičky, které se přitlačují kolmo na brzdový disk. Dnes se v drtivé většině případů používají samostavitelné písty, které se samy nastavují tak, aby byla vždy zachována vhodná minimální vůle mezi brzdovým kotoučem a brzdovými destičkami v klidovém stavu. [3]



Obr. 1.4 Brzdový píst [6].

Brzdové destičky

Jsou přitlačované brzdovým pístem a jsou konstruovány tak, aby v případě kontaktu s brzdovým diskem vznikalo velké tření. Materiál takovýchto destiček musí zaručovat vysoký koeficient smykového tření. Dříve jako materiál brzdového obložení byl používán azbest, který je dnes kvůli velkému množství toxických látek, které jsou zdraví škodlivé nahrazen aramidovými vlákny. Během provozu dochází k opotřebovávání těchto destiček (obr. 1.5). Někdy mívají zabudovaný senzor, který upozorní řidiče na nutnost výměny. [3]



Obr. 1.5 Brzdové destičky [7].

2 TECHNOLOGICKÝ ROZBOR

Zde je schematické znázornění polotovaru, materiálu, ze kterého je vyroben. Dále jsou zde uvedeny stroje a nástroje pro jednotlivé operace a přípravek pro upnutí polotovaru.

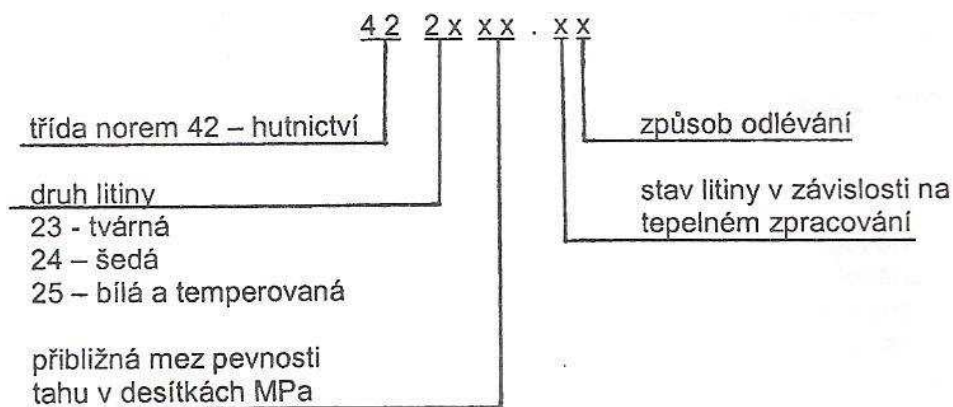
2.1 Polotovar

Polotovarem pro výrobu disku automobilové brzdy bývá většinou odlitek. U některých typů brzd se ale můžeme setkat s polotovarem, který je zastoupen mezi některými normalizovanými materiály. Tyto disky, ale nemají vzduchové kanálky pro lepší odvádění tepla. Mohou být pouze děrované nebo drážkované.

Pro mnou řešenou problematiku jsem vybral jako polotovar odlitek z šedé litiny.

Tab. 2.1 Vlastnosti šedé litiny

Materiál	Hustota [kg.m ⁻³]	Tepelná vodivost [W.[m.k] ⁻¹]	Součinitel tepelné roztlačnosti [.10 ⁶ .K ⁻¹]
Šedá litina (3,7%C)	7 800	62	10-13



Obr. 2.1 Označování litin podle národních norem ČSN [8]

Materiál dle norem: ČSN 42 2430.80

Kde: 42 – Norma Hutnictví
24 – Šedá litina
30 – Mez v pevnosti v tahu
8 – Zušlechtěno na horní pevnost;
3 – Odlévání do pískových forem

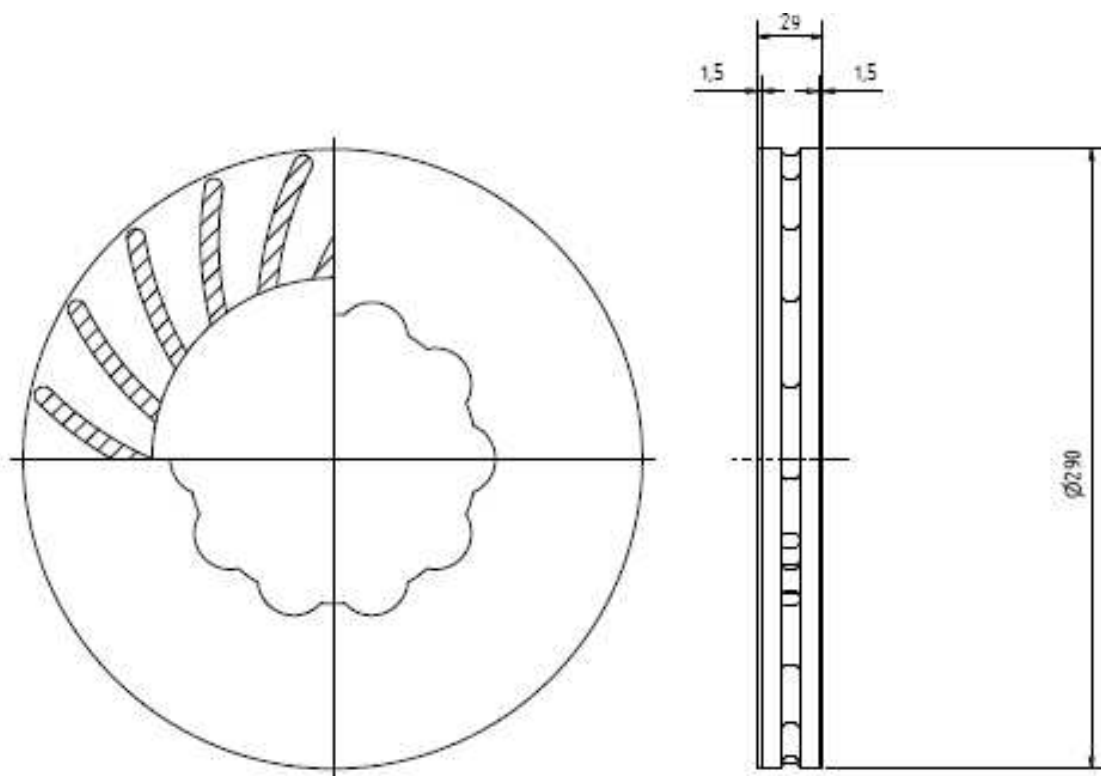
Značení šedé litiny dle různých norem je uvedeno v tab. 2.2

Tab. 2.2 Značení šedé litiny podle různých norem

Značení podle evropské normy	EN – GJL - 300
Značení podle německé normy	DIN 1691/GG 30
Značení podle americké normy	ASTM A - 48 - Class 45, 50

Přídavky pro obrábění jsou z každé strany disku stanoveny na 1,5 mm. Přídavek na broušení potom 0,3 mm. Polotovár (obr. 2.2) bude třískově obráběn v následném sledu operací:

- 1) Frézování plochy, drážek.
- 2) Vrtání, vyhrubování a vystružování děr.
- 3) Broušení ploch.



Obr. 2.2 Polotovár

Během zátěže (přehřátí) dochází ke zkroucení monolitického brzdového kotouče (s pevným středem), tedy ze stejného materiálu a dochází tak ke chvění volantu i brzdového pedálu. Proto byl zvolen litinový brzdový kotouč s odděleným duralovým středem, který toto chvění tlumí. Výhodou je, že při vyšší spotřebě kotoučů se mění již pouze samotná litina a střed zůstává. Díky této variantě lze ušetřit až poloviční náklady při jeho výměně.

2.2 Výběr strojů

U výběru strojů bylo zohledněno, že frézování plochy a vrtání děr bude prováděno na jednom stroji. Ušetří se tak čas a náklady, které je možné využít například ke koupi stejného stroje z důvodu vysoké sériovosti.

2.2.1 CNC frézka

Technické parametry stroje jsou uvedeny v příloze 5.



Obr. 2.3 Frézka FNG 40 CNC A [9].

Nástrojářská frézka (obr. 2.3) se souvislým řízením ve třech souřadnicích, určená pro frézovací, vrtací, vyvrtávací a závitovací operace na obrobcích do hmotnosti 350 kg. Je vybavena horizontálním vřetenem ve smykadlovém vřeteníku a vertikálním vřetenem ve vřetenové hlavě, kterou lze naklápět v rozsahu $\pm 90^\circ$. Upnutí nástroje je zajištěno pneu-hydraulickým upínáním. Pohon vřeten je proveden elektromotorem s plynulou regulací otáček. Otáčky se řadí automaticky v rozsahu 50 - 4000 l.min^{-1} ve dvou převodových stupních. [9]

2.2.2 CNC bruska

Technické parametry stroje jsou uvedeny v příloze 6.



Obr. 2.4 Bruska Okamoto ACC-63DX [10].

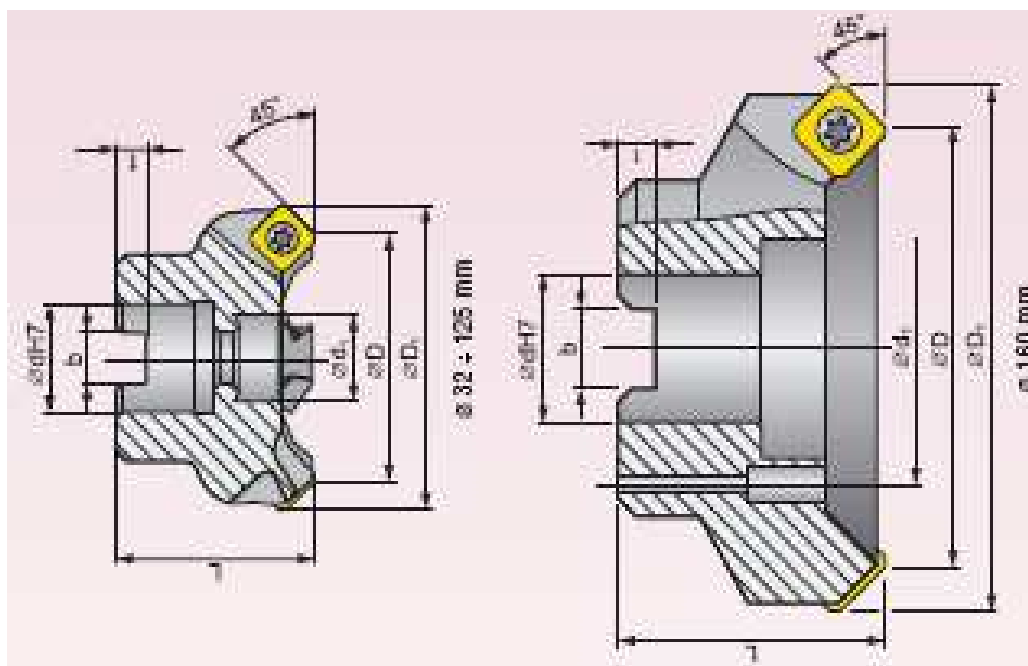
Patří mezi nejčastěji používané verze rovinných brusek (obr. 2.4). Žebrovaná litinová konstrukce zaručuje optimální tuhost a přesnost stroje. Ovládání podélného a příčného posuvu je hydraulické. Ovládání stroje je pomocí panelu Okamoto. Digitální zobrazení svislé osy je uvedeno na displeji. Automatický broušicí cyklus obsahuje hrubování, dokončovací broušení, vyjiskření a odjetí stolu a kotouče do nastavené základní polohy [10].

2.3 Výběr nástrojů

Jednotlivé nástroje jsou vybírány pro konkrétní operace – frézování plochy, frézování drážek, vrtání, vyhrubování a vystružování děr, dále potom pro konečnou operaci a to je broušení. U výběru nástrojů jsou zohledňovány vlastnosti obráběného materiálu

2.3.1 Rovinná fréza

Tato rovinná fréza (obr. 2.5) je vhodná nejen pro obrábění šedé litiny, ale i dalších materiálů. Lze ji proto využít k obrábění více druhů součástí. Technické parametry nástroje jsou uvedeny v tab. 2.3.

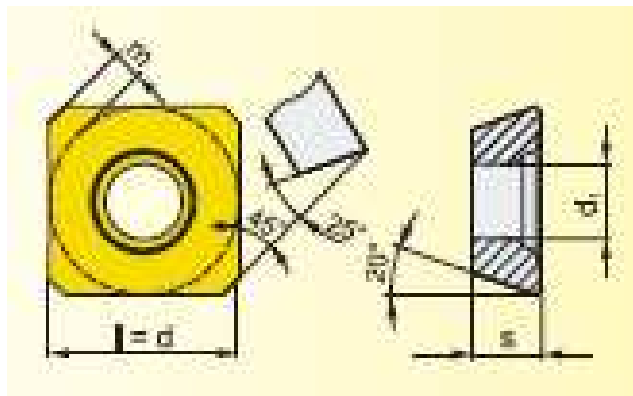


Obr. 2.5 Rovinná fréza 63A06R-S45SE09F-C [11].

Tab. 2.3 Technické parametry nástroje [11]

ISO	Rozměry [mm]							
	D	dH7	d ₁	L	D ₁	b	t	Z*
63A06R-S45SE09F-C	63	22	18	40	75,8	10,4	6,4	4 (-)

Použitá výměnná břitová destička je uvedena na obr. 2.6 a tab. 2.4:



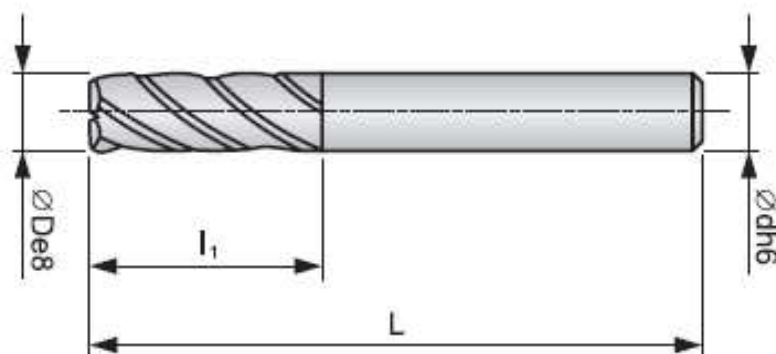
Obr. 2.6 VBD SEMT 09T3AFSN [12]

Tab. 2.4 Technické parametry nástroje [11]

ISO	Rozměry				
SEMT 09T3AFSN	l	d	s	D1	m
	[mm]				
	9,525	9,525	3,97	3,5	1,212

2.3.2 Válcová fréza

Tato válcová fréza (obr. 2.7) bude použita v operaci frézování a to k vytvoření drážek na brzdných plochách kotouče. Lze s ní hrubovat jak do hloubky, tak i do stran. Technické parametry nástroje jsou uvedeny v tab. 2.5.



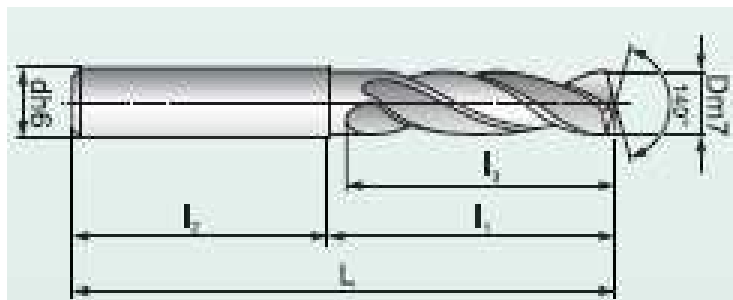
Obr. 2.7 Válcová fréza krátká [12]

Tab. 2.5 Technické parametry nástroje [12]

Označení	Rozměry				
04E2S50-12A04 KEVA	De*	Z*	dh6	L	l ₁
	[mm]				
	4	2 (-)	4	50	12

2.3.3 Vrták

Nástroj uveden na obr. 2.8 a tab. 2.6.



Obr. 2.8 Vrták [13].

Tab. 2.6 Technické parametry nástroje [13].

Označení vrtáku	Rozměry					
	Dm7	L	l ₁	l ₂	l ₃	Dh6
303DS-7,8-29-A08	[mm]					
	7,8	79	43	36	41	8

2.3.4 Výhrubník

Nástroj uveden na obr. 2.9 a tab. 2.7



Obr. 2.9 Výhrubník ČSN 221480 [14].

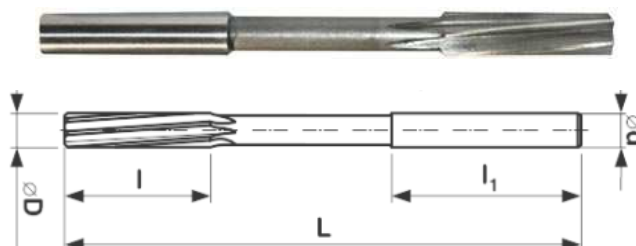
Tab. 2.7 Technické parametry nástroje [14].

Označení	ØD	L	l	Ød	Počet břitů
221480 HSS	[mm]				3
	8H11	117	75	8h8	

L – celková délka; l – délka šroubovice

2.3.5 Výstružník

Nástroj uveden na obr. 2.10 a tab. 2.8.



Obr. 2.10 Výstružník ČSN 221430 [15].

Tab. 2.8 Technické parametry nástroje [15].

Označení	Ød	ØD	L	l	l ₁	Počet břitů
221431 HSS	[mm]					6
	8h9	8h7	117	33	41	

2.3.6 Brousicí kotouč

Nástroj uveden na obr. 2.11 a tab. 2.9.



Obr. 2.11 Brousicí kotouč [16].

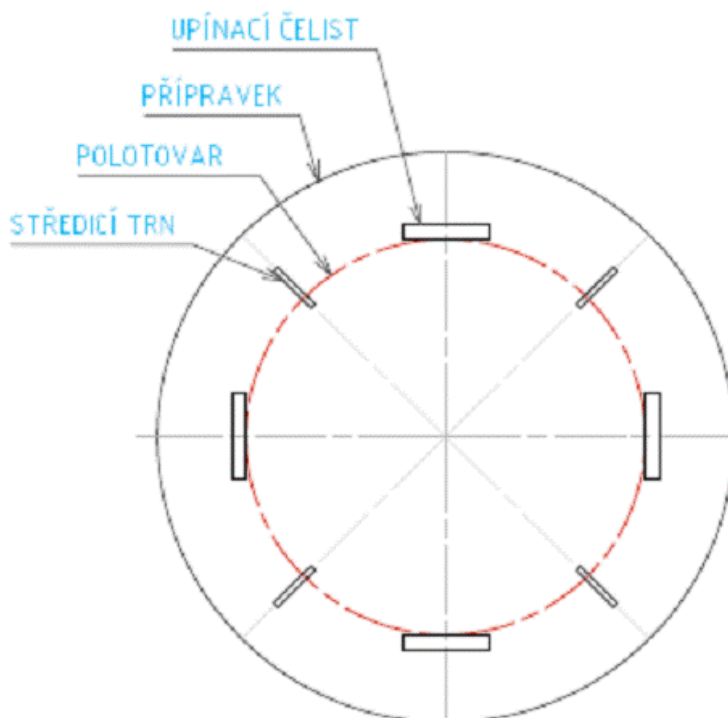
Tab. 2.9 Technické parametry nástroje [16].

Rozměr [mm]	Typ zrna	Zrnitost	Tvrdost	Struktura	Typ pojiva
350x40x127	99BA	60	K	9	V

Materiál brousicího kotouče je bílý korund se střední zrnitostí, tvrdost je značena jako měkká, struktura je otevřená a typ pojiva je keramický

2.4 Přípravek

Přípravek (obr. 2.12) slouží ke snadnému upnutí polotovaru (disku) a má za úkol jej vycentrovat a upnout s minimálními časovými ztrátami. Je nutné nejprve polotovar vystředit za vzduchové kanálky a upnout. Tento postup umožní vyrobít pracovní rovinu, od které se budou dále odměřovat a obrábět další rozměry. U dalších operací tento přípravek ztrácí význam, protože upnutí se bude provádět na pracovní rovinu stroje. V případě neupnutí polotovaru do přípravku, ale přímo na pracovní plochu stroje, hrozí, že výsledná součást bude nesymetrická vzhledem ke vzduchovým kanálkům.



Obr. 2.12 Schematické znázornění upnutí polotovaru do přípravku.

3 VÝPOČTY ČASŮ PŘI OBRÁBĚNÍ

Výpočet časů zahrnuje jednotlivé strojní operace:

- frézování plochy a drážek,
- vrtání, vyhrubování, vystružování děr,
- broušení plochy.

Rovnice pro výpočet strojního času budou zde uvedeny v případě frézování a broušení ploch. Ostatní výsledky strojních časů budou znázorněny v tab. 3.1

Frézování ploch [11]

Zahrnuje výrobní operaci 1/1 a 3/3 (úsek č. 1 a č. 3). Nástrojem je rovinná fréza Ø 63 mm. Řezná rychlost a posuv jsou doporučeny z katalogu pro třískové obrábění šedé litiny.

a) Vstupní údaje:

Vzorec pro výpočet otáček vřetene:

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi \cdot D} \quad (3.1)$$

Kde: v_c = řezná rychlost [$\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$]
 D = průměr frézy

Vzorec pro výpočet strojního času:

$$t_{AS} = \frac{L}{n \cdot f} \quad (3.2)$$

Kde: L = délka obrobené plochy [mm]
 n = otáčky vřetene [$\text{1} \cdot \text{min}^{-1}$]
 f = strojní posuv [$\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$]

b) Výpočty:

Výpočet otáček vřetene:

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{365 \cdot 1000}{\pi \cdot 63} = 1844 \Rightarrow 1850 \quad (3.3)$$

Strojní čas při obrábění úseku č. 1:

$$t_{AS1} = \frac{L_1}{n \cdot f} = \frac{682}{1850 \cdot 0,3} = 1,23 \quad (3.4)$$

Strojní čas při obrábění úseku č. 3:

$$t_{AS3} = \frac{L_2}{n \cdot f} = \frac{682 + 470}{1850 \cdot 0,3} = 2 \quad (3.5)$$

Výměnný čas:

$$t_v = 0,14 \quad (3.6)$$

Výměnný čas je odhadovaný, a měl by být co nejkratší. Obecně platí, čím novější stroje, tím menší výměnný čas.

Broušení ploch [17]

Zahrnuje výrobní operaci 6/6 (úsek č. 8 a č. 9)

a) Vstupní údaje:

Vzorec pro výpočet počtu průjezdů:

$$i_p = \frac{B_O - B_K}{B_K \cdot 0.6} \quad (3.7)$$

Kde: B_O = šířka obrobku [mm]; B_K = šířka kotouče [mm]

Vzorec pro výpočet počtu třísek:

$$i_t = \frac{a}{h} \quad (3.8)$$

Kde: a = přídavek na broušení [mm]
 h = výška třísky [mm]

Vzorec pro výpočet strojního času:

$$t_{AS} = \frac{L \cdot i_p \cdot i_t}{v_s} \quad (3.9)$$

Kde: L = délka broušené plochy [mm]
 i_p = počet průjezdů
 i_t = počet třísek
 v_s = obvodová rychlost kotouče [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]

b) Výpočty:

Výpočet počtu průjezdů:

$$i_p = \frac{290 - 40}{40,0,6} = 1 + 10,41 \Rightarrow 12 \quad (3.10)$$

Výpočet počtu třísek:

$$i_t = \frac{0,3}{0,1} = 3 \quad (3.11)$$

Strojní čas při obrábění úseku č. 8:

$$t_{AS8} = \frac{L \cdot i_p \cdot i_t}{v_s} = \frac{165,6 \cdot 12 \cdot 3}{25 \cdot \frac{1000}{60}} = 14,28 \quad (3.12)$$

Strojní čas při obrábění úseku č. 9:

$$t_{AS9} = \frac{212 \cdot 12 \cdot 3}{25 \cdot \frac{1000}{60}} = 18,33 \quad (3.13)$$

Vypočtené strojní a odhadované výměnné časy jsou uvedeny v tab. 3.1.

Tab. 3.1 Strojní a výměnné časy

Strojní čas	[min]	Výměnný čas	[min]
t_{AS1}	1,23	t_{V1}	0,14
t_{AS2}	0,95	t_{V2}	0,14
t_{AS3}	2,0	t_{V3}	0,14
t_{AS4}	0,95	t_{V4}	0,14
t_{AS5}	0,32	t_{V5}	0,1
t_{AS6}	0,3	t_{V6}	0,1
t_{AS7}	0,3	t_{V7}	0,1
t_{AS8}	14,28	t_{V8}	0,22
t_{AS9}	18,33	t_{V9}	0,22
t_{ASC}	38,66	t_{VC}	1,3

4 VÝROBNÍ NÁVODKY

Jsou složeny z jednotlivých strojních operací, frézování, vrtání, vyhrubování vystružování a broušení.

Frézování ploch, drážek

Schematické znázornění je uvedeno v příloze 2. Technická data pro obrábění, jsou uvedeny v tab. 4.1

Tab. 4.1. Návodka pro frézování ploch, drážek

Úsek	Řezná rychlost v_c [m.min ⁻¹]	Posuv f [mm.min ⁻¹]	Otáčky n [min ⁻¹]	Výška třísky a_p [mm]	Délka L [mm]	Čas strojní t_{AS} [min]	Čas výměnný t_v [min]
1	365	0,3	1850	1,2	682	1,23	0,14
2	22	0,2	1800	2,3	341,5	0,95	0,14
3	365	0,3	1850	1,2	1152	2,0	0,14
4	22	0,2	1800	2,3	341,5	0,95	0,14

Vrtání, vyhrubování, vystružování děr

Schematické znázornění je uvedeno v příloze 3. Technická data pro obrábění, jsou uvedeny v tab. 4.2.

NC program v systému HEIDENHAIN pro vrtání děr je v příloze č. 7.

Tab. 4.2 Návodka pro vrtání, vyhrubování a vystružování děr

Úsek	Řezná rychlost v_c [m.min ⁻¹]	Posuv f [mm.min ⁻¹]	Otáčky n [min ⁻¹]	Výška třísky a_p [mm]	Délka L [mm]	Čas strojní t_{AS} [min]	Čas výměnný t_v [min]
5	80	0,1	3200	0,1	100	0,32	0,1
6	80	0,1	3300	0,04	100	0,3	0,1
7	80	0,1	3300	0,02	1000	0,3	0,1

Broušení ploch

Schematické znázornění je uvedeno v příloze 4. Technická data pro obrábění, jsou uvedeny v tab. 4.3.

Tab. 4.3 Návodka pro broušení ploch

Úsek	Obvodová rychlost v_s [m.s ⁻¹]	Posuv příčný f_p [mm.min ⁻¹]	Počet třísk [ks]	Výška třísky a_p [mm]	Délka L [mm]	Čas strojní t_{AS} [min]	Čas výměnný t_v [min]
8	25	0,6.B _K	3	0,1	165,6	14,28	0,22
9	25	0,6.B _K	3	0,1	212	18,33	0,22

5 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Náklady jsou provedeny podle následujících kritérií, které jsou uvedeny v tab. 5.1.

Tab. 5.1 Seznam jednotlivých nákladů

N_{PC}	Náklady na polotovar celkem
N_{SC}	Náklady na provoz stroje celkem
N_{OC}	Náklady na obsluhu stroje celkem
N_{NC}	Náklady na nástroje celkem
N_C	Náklady celkem

5.1 Náklady na polotovar

a) Vstupní údaje:

Přibližná cena odlitku z šedé litiny je cca 60 Kč.kg⁻¹[18]. Výsledná cena polotovaru při jeho váze 6,8 kg tedy bude $N_P = 408$ Kč.

b) Výpočty:

Celkové náklady na polotovar tedy budou:

$$N_{PC} = N \cdot N_P \quad (5.1)$$

Kde: N = sériovost [ks.rok⁻¹]
 N_P = náklady na polotovar [Kč]

Výpočet:

$$N_{PC} = 60000 \cdot 408 = 24480000 \quad (5.2)$$

5.2 Náklady na provoz stroje

a) Vstupní údaje:

Údaje pro výpočet nákladů na provoz stroje jsou uvedeny v tab. 5.2.

Tab. 5.2 Náklady na provoz strojů N_{PF} , N_{PB}

Pracoviště	Příkon stroje [kW]	Cena za jednu kWh [Kč]	Náklady [Kč.hod ⁻¹]
Frézka FNG 40 CNC A	5,5	5	27,5
Bruska Okamoto ACC-63DX	5,6	5	28
Σ			55,5

N_{PF} – Náklady na provoz frézky [kč.hod⁻¹]

N_{PB} – Náklady na provoz brusky [kč.hod⁻¹]

b) Výpočty:

Výpočet počtu strojů [20]:

$$P_{thi} = \frac{t_{AS} \cdot N}{60 \cdot E_s \cdot S_s \cdot k_{pns}} \quad (5.3)$$

Kde: N = sériovost [ks.rok⁻¹]
 E_s = časový fond stroje [hod. rok⁻¹]
 S_s = směnnost
 k_{pns} = koeficient překračování norem

Výpočet počtu strojů pro operace 1 – 7:

$$P_{thi} = \frac{6,05 \cdot 60\,000}{60 \cdot 1800 \cdot 2,1,2} = 1,4 \Rightarrow 2 \quad (5.4)$$

Výpočet počtu strojů pro operaci broušení:

$$P_{thi} = \frac{32,61 \cdot 60\,000}{60 \cdot 1800 \cdot 2,1,2} = 7,54 \Rightarrow 8 \quad (5.5)$$

Z výpočtů je zřejmé, že pro frézovací operace při dvousměnném provozu vystačí stroje 2 (tab. 5.3). V případě poruchy jednoho ze strojů by bylo nutné upravit provoz na třisměnný nebo dovoluje-li to finanční situace mít stroje 3 a pracovat v jednosměnném provozu.

V případě poruchy jednoho nebo více z brousících strojů by bylo vhodnější upravit provoz na třisměnný

Tab. 5.3 Počet strojů

Pracoviště	Jednotkový strojní čas t_{AS} [min]	Teoretický počet strojů P_{thi} [ks]	Skutečný počet strojů P_{ski} [ks]
Frézka FNG 40 CNC A	6,05	1,4	2
Bruska Okamoto ACC-63DX	10,87	7,54	8

Celkové náklady na provoz strojů tedy budou:

$$N_{SC} = E_s \cdot S_s \cdot (P_{sk1} \cdot N_{PF} + P_{sk2} \cdot N_{PB}) \quad (5.6)$$

Kde: P_{sk1} = skutečný počet frézek [ks]
 P_{sk2} = skutečný počet brusek [ks]
 N_{PF} = náklady na provoz stroje - frézka [Kč.hod⁻¹]
 N_{PB} = náklady na provoz stroje - bruska [Kč.hod⁻¹]
 E_s = časový fond stroje [hod.rok⁻¹]
 S_s = směnnost

Výpočet:

$$N_{sc} = 1800 \cdot 2 \cdot (2.27,5 + 8.28) = 1004\,400 \quad (5.7)$$

5.3 Náklady na obsluhu stroje

a) Vstupní údaje:

Údaje pro výpočet nákladů na obsluhu jsou uvedeny v tab. 5.4 a tab. 5.5.

Tab. 5.4 Počet pracovních dělníků pro jednotlivé pracoviště

Pracoviště	První směna	Druhá směna	Celkem
Frézka FNG 40 CNC A	2	2	4
Bruska Okamoto ACC-63DX	8	8	16
Pomocný dělník	1	1	2
Σ			22

Tab. 5.5 Náklady na obsluhu stroje N_o při dvousměnném provozu

Pracoviště	Mzdový tarif [Kč.hod ⁻¹]	Počet pracovníků [ks]	Náklady celkem [Kč.hod ⁻¹]
Frézka FNG 40 CNC A	120	4	480
Bruska Okamoto ACC-63DX	100	16	1600
Pomocný dělník	80	2	160
ΣN_o			2240

b) Výpočty:

Celkové náklady na obsluhu stroje tedy budou:

$$N_{oc} = E_s \cdot N_o \quad (5.8)$$

Kde: E_s = časový fond stroje [hod.rok⁻¹]
 N_o = náklady na obsluhu stroje [Kč.ho⁻¹]

Výpočet:

$$N_{oc} = 1800 \cdot 2240 = 4032000 \quad (5.9)$$

5.4 Náklady na nástroje

Náklady jsou řešeny pouze pro operaci frézování ploch. Celková cena se bude skládat z ceny za frézu a ceny za VBD.

a) Vstupní údaje:

Kde: Cena frézy = 8 563,- Kč [20]
Cena VBD = 173,- Kč [21]

Celkový počet VBD bude vypočten z počtu kusů za rok a strojního času pro danou operaci. Průměrná trvanlivost VBD se pohybuje okolo 20 min.

b) Výpočty:

Výpočet celkového počtu VBD:

$$z = \frac{N \cdot t_{AS}}{20.4} \quad (5.10)$$

Kde: N = sériovost [ks.rok⁻¹]
 t_{AS} = čas strojní [min]

Celkový počet použitých fréz a VBD je uveden v tab. 5.7

Tab. 5.6 Celkové náklady na nástroje N_{NC}

Nástroj	Cena za kus [Kč]	Celkový počet kusů [ks]	Rezerva [ks]	Nástrojů celkem [ks]	Cena celkem [Kč.rok ⁻¹]
Fréza 63A06R-S45SE09F-C	8563	2	1	3	25689
VBD SEMT 09T3AFSN	173	2423	127	2550	441 150
Σ					466 839

5.5 Náklady celkem

Celkové náklady jsou vypočítané ze součtu jednotlivých nákladů. A tedy $N_C = N_{PC} + N_{SC} + N_{OC} + N_{NC}$ [Kč].

Výpočet:

$$N_C = 24\,480\,000 + 1\,004\,400 + 4\,032\,000 + 466\,839 = 29\,983\,239 \quad (5.11)$$

6 TECHNICKÉ POSOUZENÍ

Technologie výroby je řešena pomocí moderních strojů a nástrojů. Řezné podmínky jsou navrhovány s ohledem na obráběný materiál. Technologické operace vyhrubování a vystružování by v tomto případě bylo možné nahradit lepší variantou - díru pouze předvrtat a pomocí válcové frézy dokončit. Tato varianta by byla jednoznačně levnější a časově úspornější.

ZÁVĚR

Z velkého výběru brzd a jejich sestav jsou zde uvedeny pouze nejzákladnější a nejpoužívanější typy. Je zde uvedena a zobrazena brzda kotoučová (disková), která je nejčastěji používána v dopravním průmyslu.

Při návrhu technologie výroby brzdového disku automobilové brzdy je uvažována pouze jedna varianta výrobního postupu. Je zde určen druh polotovaru a jeho postupné opracovávání dle sledu operací, které jsou uvedeny v kapitole 4. Použité stroje a jejich nástroje jsou uvedeny a popsány v kapitole 3.

Ekonomické zhodnocení je propočteno pouze pro stanovenou operaci (broušení ploch) a uvedeno v kapitole 5. V kapitole 6. je v krátkosti popsáno technické posouzení pro řešenou situaci.

Dosáhnuté výsledky zejména u výpočtů strojních časů mohou být zkreslené z důvodu nenávaznosti na některý ze strojních podniků, který se zabývá podobnou řešenou problematikou. Použité stroje a nástroje lze zcela jistě použít při výrobě této součásti.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. *Wikipedia: Brzda* [online]. 29.04.2011 [cit. 2011-05-05]. Dostupné na WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Brzdy>>
2. *Automotive dictionary: Dictionary of automotive* [online]. [cit. 2011-05-05]. Dostupné na WWW: <<http://www.motorera.com/dictionary/di.htm>>
3. *Wikipedia: Kotoučová brzda* [online]. 5.08.2008 [cit. 2011-05-07]. Dostupné na WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Kotou%C4%8Dov%C3%A1_brzda>
4. *Lukamotorsport: Brzdy* [online]. 2010 [cit. 2011-05-05]. Dostupné na WW: <<http://www.lukamotorsport.cz/FrontArticleDetail.aspx?kodkategr=RBRZDY&id=21951>>
5. *Mk-racing: Beringer* [online]. [cit. 2011-05-05]. Dostupné na WWW: <<http://www.mk-racing.cz/beringer.htm>>
6. *Offroad: Brzdový píst* [online]. [cit. 2011-05-0007]. Dostupné z WWW: <<http://www.offroadcz.cz/offroadcz/eshop/0/0/5/658-Velky-brzdovy-pist-na-Nissan-Patrol-Y60>>
7. *Brzdové destičky: Brembo* [online]. 2011 [cit. 2011-05-07]. Dostupné na WW: <http://www.brzdy-brembo.cz/brzdove-desticky-info/>
8. *SVOBODA, Pavel a BRANDEJS, Jan a PROKEŠ, František: Základy konstruování*. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s. r. o. 2007, 203 s. ISBN 978-7204-535-8
9. *Tos Olomouc: Nástrojářská frézka se souvislým řízením* [online]. 2009 [cit. 2011-05-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.tos-olomouc.cz/oc-cz/vyrobní-program/numericky-řízené-konzolové-frezky/nastrojarska-frezka-se-souvislym-řízením-fng-40-cnc-a/>>
10. *Misan: Rovinná bruska s křížovým stolem* [online]. 2011 [cit. 2011-05-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.misan.cz/okamoto/katalog-detail/acc-63dx-rovinna-bruska-s-krizovym-stolem-a-automatizovaným-řízením/>>
11. *Pramet : Frézování* [online]. [s.l.] : [s.n.], 2007 [cit. 2011-05-08]. Dostupné z WWW: < Obr. 2.6 VBD SEMT 09T3AFSN [12]>.
12. *Pramet: Monolitní frézy* [online]. 2007, 2009 [cit. 2011-05-08]. Pramet. Dostupné z WWW: <<http://www.pramet.com/download/katalog/pdf/Solid%20End%20Mills%202009%20screen.pdf>>.
13. *Pramet: Vrtání* [online]. 2011, 2011 [cit. 2011-05-08]. Pramet. Dostupné z WWW: <<http://www.pramet.com/download/katalog/pdf/Drills%202011%20CZ-EN%20screen.pdf>>.
14. *Nářadí nakol : Výhrubník* [online]. 2011 [cit. 2011-05-08]. Nakol. Dostupné z WWW: <<http://www.nakol.cz/nastroje-pro-obrabeni-kovu/vystruzniky-a-vyhrubniky/vyhrubnik-sroubovity-tribrity-s-valcovou-stopkou-221480-hss-00002471.html>>.
15. *Nářadí nakol : Výstružník* [online]. 2011 [cit. 2011-05-08]. Nakol. Dostupné z WWW: <<http://www.nakol.cz/nastroje-pro-obrabeni-kovu/vystruzniky-a-vyhrubniky/vystruznik-strojní-s-kuzelovou-stopkou-hss-221431-00000864.html>>.

16. *Brusivo jimi: Brousicí kotouče ploché* [online]. 2008 [cit. 2011-05-08]. Jimi. Dostupné z WWW: <<http://www.brusivojimi.com/brusne-kotouce-ploche/keramicke-kotouce-do--200mm/brousa-ca-kotouate-plocha-200x-8x51-a99b60l9v/>>.
17. POPELKA, Aleš. *Dynamická obrobiteľnosť kovů a plastů při broušení a frézování*. Zlín, 2008. 145 s. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.
18. ŘÍČAN, Daniel. *Řešení technologie pro kusovou výrobu vícedrážkové řemenice*. Brno, 2009. 48 s. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně.
19. *Brusivo s keramickým, pryžovým a pryskyřicovým pojivem* [online]. 2008 [cit. 2011-05-16]. Hardman. Dostupné z WWW: <<http://www.hardman.cz/sortiment/brusivo.pdf>>.
20. <http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/?page=podklady>
21. *Nastroje: Pramet čelní fréza* [online]. 2011 [cit. 2011-05-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.e-nastroje.cz/ZBOZI/1049130--PRAMET-Celni-freza-velmi-pozitivni-S45SE09F,--63A06R-S45SE09F-C/>>
22. *Nastroje: Pramet vyměnitelná břitová destička* [online]. 2011 [cit. 2011-05-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.e-nastroje.cz/ZBOZI/1050011--PRAMET-Vymenitelna-britova-desticka-SEMT,-8230,--SEMT-09T3AFSN/>>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Zkratka/Symbol	Jednotka	Popis
a	mm	Přídavek na broušení
a _P	mm	Hloubka třísky
B _K	mm	Šířka brousicího kotouče
B _O	mm	Šířka obrobku
E _S	hod.rok ⁻¹	Časový fond stroje
F	m.min ⁻¹	Strojní posuv
f _P	m.min ⁻¹	Příčný posuv
H	mm	Hloubka třísky při broušení
I _P	-	Počet průjezdů při broušení
i _t	-	Počet třísek při broušení
K _{pns}	-	Koeficient překračování norem
L	mm	Délka obrobené plochy
N	ks	Roční sériovost
N	1.min ⁻¹	Otáčky vřetene
N _C	Kč.rok ⁻¹	Náklady celkem
N _{NC}	Kč.rok ⁻¹	Náklady na nástroje celkem
N _O	Kč	Náklady na obsluhu
N _{OC}	Kč.rok ⁻¹	Náklady na obsluhu celkem
N _P	Kč	Náklady na 1 polotovar
N _{PB}	Kč	Náklady na provoz stroje – bruska
N _{PC}	Kč.rok ⁻¹	Náklady na polotovar celkem
N _{PF}	Kč	Náklady na provoz stroje - frézka
N _{SC}	Kč.rok ⁻¹	Náklady na provoz stroje celkem
P _{ski}	ks	Skutečný počet strojů
P _{thi}	ks	Teoretický počet strojů
S _S	-	Směnnost
t _{AS}	min	Čas strojní
t _V	min	Čas výměnný
v _c	m.min ⁻¹	Řezná rychlost
v _s	m.s ⁻¹	Obvodová rychlost brousicího kotouče
Z	ks	Celkový počet VBD

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 Technologický postup
- Příloha 2 Výrobní návodka op. 1/1 a op. 3/3
- Příloha 3 Výrobní návodka op. 3/3
- Příloha 4 Výrobní návodka op. 6/6
- Příloha 5 Technické parametry stroje FNG 40 CNC A
- Příloha 6 Technické parametry stroje ACC-63DX
- Příloha 7 NC program pro vrtání děr pomocí systému HEIDENHAIN
- Příloha 8 Strojírenský normativ pro broušení
- Příloha 9 Rozdělení obráběných materiálů
- Příloha 10 Vzorce pro výpočty parametrů
- Příloha 11 Doporučené řezné podmínky pro monolitní vrtáky
- Příloha 12 Kvalitativní a rozměrové značení brousicích kotoučů
- Příloha 13 Výkres součásti

Příloha 1 (1/2)

Technologický postup.

TECHNOLOGICKÝ POSTUP			Číslo součástky:	Materiál:	Vyhotovil:
Datum: 15. 04. 2011			BD-01/01-2011	422430.80	Vítězslav Burian
Č. o.:	Název stroje:	Číslo prac.	Popis práce:		Výrobní pomůcky:
0/0	OTK		Kontrola odlitku; Kontrolovat šířku drážky $8\pm 0,1$ mm; Kontrolovat $\varnothing 274\pm 0,2$ mm; Kontrolovat každý kus;		Posuvné měřítko - ČSN 25 1238
1/1	Frézka	05275	Upnout do přípravku; Frézovat plochu na tloušťku $28,5\pm 0,1$ mm; Frézovat drážky do hloubky $4\pm 0,1$ mm;		Fréza: 32A04R-S45SE09F-C; VBD: SEMT 09T3AFSN
2/2	OTK		Vizuální kontrola 100%; Kontrolovat tloušťku stěny $9\pm 0,1$ mm; Kontrolovat každý 5. kus;		Posuvné měřítko - ČSN 25 1238
3/3	Frézka	05275	Upnout na pracovní plochu; Frézovat plochu na tloušťku $27,5\pm 0,1$ mm; Frézovat drážky do hloubky $4\pm 0,1$ mm; Vrtat díry $\varnothing 8-0,1$ mm; Vyhrubovat díry $\varnothing 8-0,05$ mm; Vystružit díry $\varnothing 8\pm 0,01$ mm;		Fréza: 32A04R-S45SE09F-C; VBD: SEMT 09T3AFSN; Vrták: 303DS-8,8-29-A08; Výhrubník: 221480 HSS; Výstružník: 221431 HSS;
4/4	OTK		Vizuální kontrola 100%; Kontrolovat $\varnothing 8$ mm; Kontrolovat sílu disku $27\pm 0,1$ mm; Kontrolovat každý 3. kus;		Posuvné měřítko - ČSN 25 1238 Válcový kalibr - DIN 7162
5/5	Pračka	26344	Odstranění mastnoty a nečistot;		
6/6	Bruska	05635	Upnout na pracovní stůl; Brousit na tloušťku $26,5\pm 0,01$ mm;		Brousicí kotouč: 99BA60K9V
7/7	OTK		Vizuální kontrola 100%; Kontrola drsnosti povrchu; Kontrolovat každý 5. kus;		Posuvné měřítko - ČSN 25 1238
8/8	Bruska	05635	Upnout na pracovní plochu; Brousit na $26\pm 0,01$ mm;		Brousicí kotouč: 99BA60K9V
9/9	Pračka	26344	Odstranění mastnoty a nečistot;		

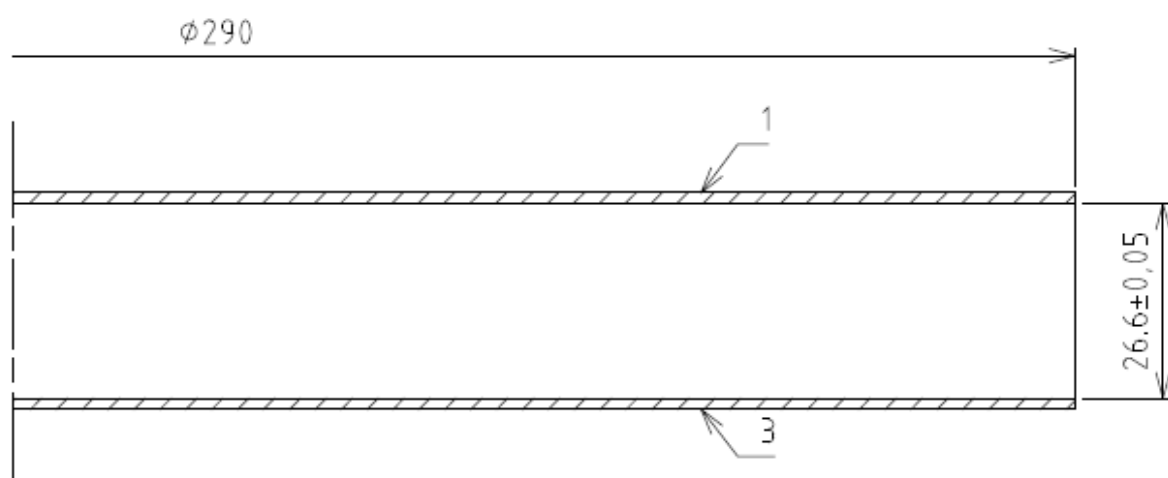
Příloha 1 (2/2)

Technologický postup.

TECHNOLOGICKÝ POSTUP			Číslo součástky:	Materiál:	Vyhotovil:
Datum: 15. 04. 2011			BD-01/01-2011	422430.80	Vítězslav Burian
Č. o.:	Název stroje:	Číslo prac.	Popis práce:		Výrobní pomůcky:
10/10	OTK		Vizuální kontrola 100%; Kontrolovat sílu disku $26 \pm 0,01$ mm; Kontrolovat rovnoběžnost ploch; Kontrolovat každý kus;		Posuvné měřítko - ČSN 25 1238
11/11	Expedice		Konzervace, balení;		

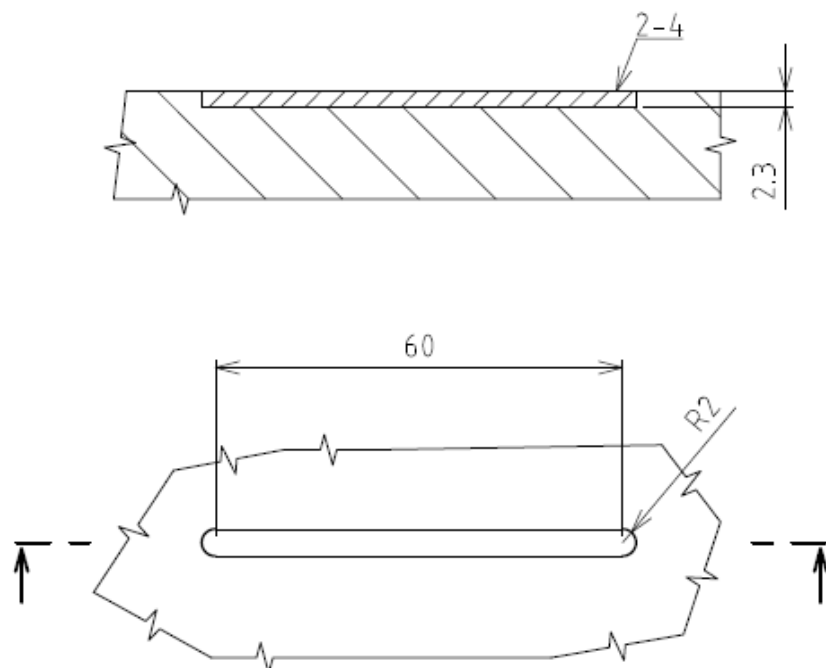
Příloha 2 (1/2)

Výrobní návodka op. 1/1 a op. 3/3 (frézování čelních ploch).

VÝROBNÍ NÁVODKA	STROJ: Frézka FNG 40 CNC A	ČÍSLO VÝKRESU: BD-01/01-2011	VYHTOUIL: Burian Vítězslav
 1, 3 – Frézování plochy; $a_P = 1,2 \text{ mm}$; $v_c = 365 \text{ m.min}^{-1}$			

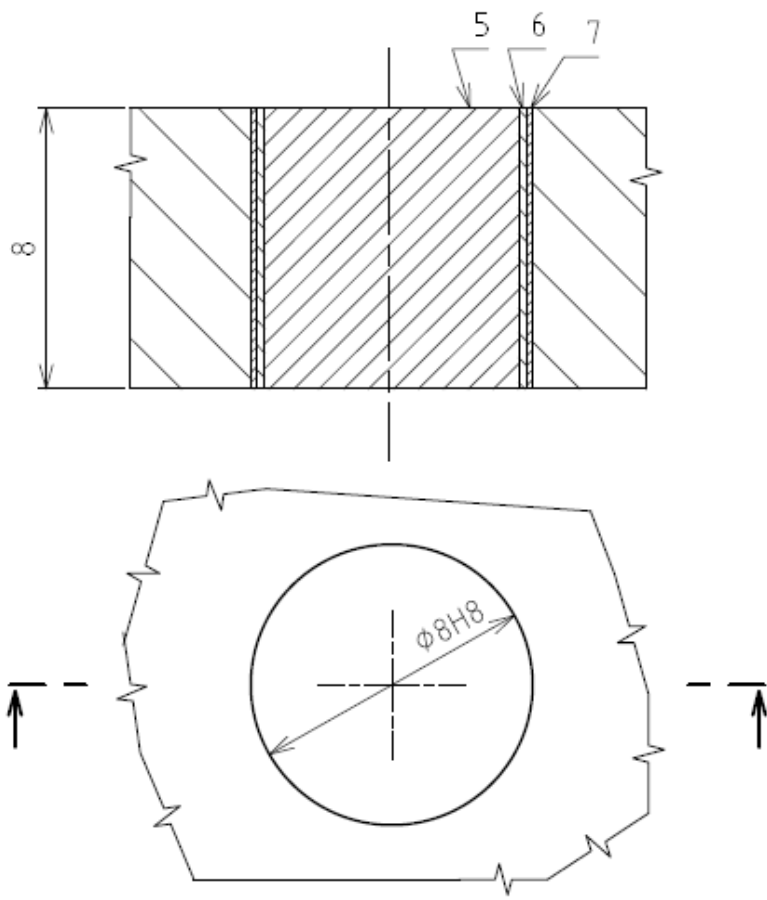
Příloha 2 (2/2)

Výrobní návodka op. 1/1 a op. 3/3 (frézování drážek).

VÝROBNÍ NÁVODKA	STROJ: Frézka FNG 40 CNC A	ČÍSLO VÝKRESU: BD-01/01-2011	VYHTOVIL: Burian Vítězslav
 2,4 – Frézování drážek; $a_p = 2,3 \text{ mm}$; $v_c = 22 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$			

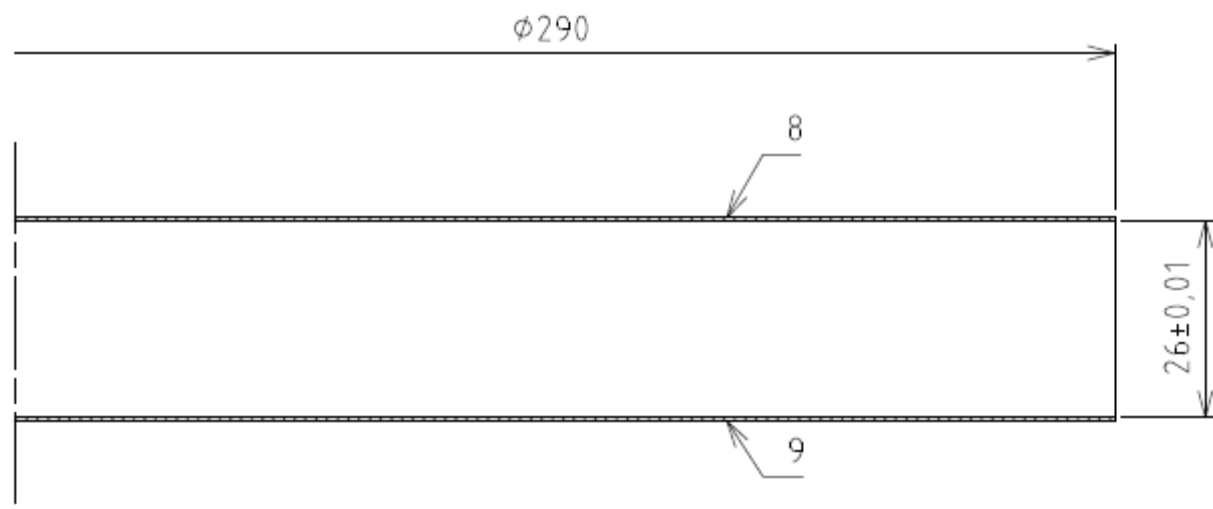
Příloha 3

Výrobní návodka op. 3/3 (vrtání, vyhrubování, vystružování děr).

VÝROBNÍ NÁVODKA	STROJ: Frézka FNG 40 CNC A	ČÍSLO VÝKRESU: BD-01/01-2011	VYHOTOVIL: Burian Vítězslav
M5: 1  5 – Vrtání děr; 6 – Vyhrubování děr; 7 – vystružování děr; $v_c = 80 \text{ m.min}^{-1}$			

Příloha 4

Výrobní návodka op. 6/6 (broušení čelních ploch).

VÝROBNÍ NÁVODKA	STROJ: Bruska ACC-63DX	ČÍSLO VÝKRESU: BD-01/01-2011	VYHTOUIL: Burian Vítězslav
 The drawing shows a cylindrical workpiece with a diameter of $\phi 290$. Two grinding operations are indicated: operation 8 on the upper cylindrical surface and operation 9 on the lower cylindrical surface. The total height of the workpiece is specified as $26 \pm 0,01$. A vertical dashed line on the left indicates a reference plane.			
8, 9 – Broušení ploch; $v_s = 25 \text{ m.s}^{-1}$			

Příloha 5

Technické parametry stroje FNG 40 CNC A [9].

Pevný úhlový stůl				
Rozměr pracovní plochy			800x400	[mm]
Upínací drážky	počet		7	
	šířka x rozteč		14x50	[mm]
Maximální zatížení stolu			350	[kg]
Pracovní zdvih	podélný	X	600	[mm]
	příčný	Y	400	[mm]
	svislý	Z	400	[mm]
Posuvy	X, Y		1 – 8500	[mm.min ⁻¹]
	Z		0 - 7000	[mm.min ⁻¹]
Rychloposuv	X, Y		8500	[mm.min ⁻¹]
	Z		7000	[mm.min ⁻¹]
Horizontální vřeteno				
Vzdálenost osy vřetene od plochy pevného stolu			148 - 548	[mm]
Rozsah otáček			50 - 4000	[min ⁻¹]
Počet rychlostních stupňů			2	
Řazení otáček			plynulé	
Vertikální vřeteno				
Vzdálenost osy vřetena od vedení stolu			250 - 650	[mm]
Rozsah otáček			50 - 4000	[min ⁻¹]
Počet rychlostních stupňů			2	
Řazení otáček			plynulé	
Natočení vertikální hlavy			±90°	
Výsuv pinoly			80	[mm]
Stroj				
Výkon motoru vřetene			5,5	[kW]
Celkový příkon			20	[kVA]
Hmotnost			2750	[kg]
Zastavěná plocha			3723x2845	[mm]
Výška stroje			2120	[mm]

Příloha 6

Technické parametry stroje ACC-63DX [10].

Pracovní prostor		
Maximální rozjezd os (délka x šířka)	750x340	[mm]
Rozměr stolu	605x340	[mm]
Vzdálenost mezi kotoučem a stolem	22,5 – 322,5	[mm]
Rozměry standardního magnetu	600x300x80	[mm]
Max. zatížení stolu včetně magnetu	420	[kg]
Stůl		
T – drážky (šířka x počet)	17x3	[mm]
Hydraulický podélný posuv	0,3 - 25	[m.min ⁻¹]
Příčný posuv		
Ruční posuv	5	[mm]
Automatický posuv - přiskokem	0,5 - 20	[mm]
Automatický posuv - plynulý	0,1 - 1	[m.min ⁻¹]
Svislý přísuv		
Automatický posuv dolů	0,0001 – 0,03	[mm]
Počet vyjiskřovacích zdvihů	0 – 5	
Rychloposuv	0,4	[m.min ⁻¹]
Brusný kotouč		
Velikost (vnější průměr x šířka x vnitřní průměr)	350x40x127	[mm]
Úhlová rychlost kotouče	1500	[min ⁻¹]
Pohony		
Pohon brusného kotouče	3,7	[kW]
Hydraulické čerpadlo	1,5	[kW]
Svislý přísuv	0,4	[kW]
Příčný posuv	-	[kW]
Celkový příkon	7,8	[kVA]
Zastavěný prostor		
Rozměry stroje	2725x1906s1773	[mm]
Hmotnost stroje	2500	[kg]

Příloha 7

NC program (jen pro vrtání děr).

1	BLK FORM	X. 145	Y. 145	Z. -8	
2	BLK FORM	X. 145	Y. 145	Z. 0	
3	TOOL VALL	1 Z S2000			
4		L Z 200 RO FMAX M3			
5		L X 74 Y 0			
6		L Z 50 RO FMAX			
7		L CYCLE DEF			
8		Q 200	2		BEZPEČ. VZDALENOST
		Q 201	-19		HLOUBKA
		Q 206	500		POSUV NA HLOUBKU
		Q 202	19		HLOUBKA PŘISUVU
		Q 210	0		ČAS. PRODLEVA NAHOŘE
		Q 203	0		SOUŘADNICE POVRCHU
		Q 204	50		2. BEZPEČ. VZDALENOST
		Q 211	0		ČAS. PRODLEVA DOLE
9		L UTUL DEF			
		Q 216	0		STŘED 1. OSY
		Q 217	0		STŘED 2. OSY
		Q 244	0148		PRUMĚR ROZTEČ. KRUHU
		Q 245	0		START. UHEL
		Q 246	360		KONC. UHEL
		Q 247	36		UHLOVA ROZTEČ
		Q 241	10		POČET OBRÁBĚNÍ
		Q 200	2		BEZPEČ. VZDALENOST
		Q 203	0		SOUŘADNICE POVRCHU
		Q 204	50		2. BEZPEČ. VZDALENOST
		Q 301	+1		NAJET. BEZPEČ. VYSKU
		Q 365	0		ZPUSOB POHYBU
10		L Z 200 RO FMAX			
11		L X 0 Y 0 RO FMAX M2			

Vysvětlivky:

BLK FORM	Zadání nulových bodů (umístění) a rozměry obrobku.
TOOL VALL	Vyvolání nástroje
CYCL DEF	Zadání cyklu
M3	Roztočení vřetene
S	Otáčky nástroje
F	Posuvy
M2	Konec programu

Příloha 8

Strojírenský normativ pro broušení [20].

STROJÍRENSTVÍ NORMATIVY	TABULKA ČÍSLO: 26
BROUŠENÍ ROZJÍŽDĚCÍM ZPŮSOBEM	sk.ob. 9h

1. Řezné podmínky

Ø dílece v mm do	V	n	Ja- kost opra- cování Ra	Šířka kotouče v mm							
				20	32	40	50	63	80	100	
				Posuv "s" v mm/otáčku							
				0,8	6	9,6	12	15	18,9	24	30
				0,4	4	6,4	8	10	12,6	16	20
				Průměr kotouče v mm							
250				350 - 400		500 - 600		750 - 900			
Přísuv "h" na zdvih stolu v mm na Ø											
8	-18	710		0,0068							
12	15-19	500		0,0095	0,0080						
16	16-19	380		0,0122	0,0110	0,0110					
20	18-21	330		0,0150	0,0140	0,0140	0,0120				
25	18-22	275		0,0177	0,0160	0,0160	0,0150*	0,0150	0,0140		
34	18-23	220		0,0204	0,0190	0,0190	0,0180	0,0180	0,0160	0,0160	
45	18-23	165		0,0245	0,0230	0,0230	0,0210	0,0210	0,0190	0,0190	
60	18-23	125			0,0270	0,0270	0,0250	0,0250	0,0230	0,0230	
75	18-23	96			0,0310	0,0310	0,0290	0,0290	0,0270	0,0270	
95	19-24	80				0,0340	0,0330	0,0330	0,0310	0,0310	
115	19-24	65					0,0350	0,0350	0,0340	0,0340	
150	19-24	50						0,0390	0,0380	0,0380	

2. Přisuv na každý zdvih

3. Stanovení počtu vyjiskřovacích třísek i_v

A. Vliv jakosti opracování

Ra	Počet i_v
do 0,8	0
do 0,4	6

B. Vliv průměru a délky broušeného dílece

Ø v mm do	Délka broušení L v mm od:				
	50	120	250	400	600
Počet i_v					
10	2	3	4	-	-
20	1	2	3	4	-
30	-	1	2	3	4
50	-	-	1	2	3
80	-	-	-	1	2

Příloha 9

Rozdělení obráběných materiálů [11].

Při volbě nástroje a startovních řezných podmínek je jednou z nejdůležitějších věcí správná identifikace obráběného materiálu. Pro zjednodušení rozdělujeme obráběné materiály v souladu s normou ISO 513 do šesti základních skupin v nichž jsou sdružovány materiály, které vyvolávají kvalitativně stejný typ zatížení (namáhání) břitů a tudíž vyvolávají i podobný typ opotřebení.

Proto prvním krokem je zařazení materiálu obrobku do jedné ze skupin - viz následující tabulka č.1.

Tabulka č. 1

P	uhlíkové (nelegované) oceli třídy 10, 11, 12 legované oceli tříd 13, 14, 15, 16 nástrojové oceli uhlíkové (191..., 192..., 193...) nástrojové legované oceli (193... až 198...) uhlíková ocelolitina skupiny 26 (4226...) nízko a středně legované ocelolity skupiny 27 (4227...) feritické a martenzitické korozivzdorné oceli (třídy 17..., lité 4229...)	uhlíkové (nelegované) ocele třídy 10, 11, 12 legované ocele třídy 13, 14, 15, 16 nástrojové ocele uhlíkové (191..., 192..., 193...) nástrojové legované ocele (193... až 198...) uhlíková oceloliatina skupiny 26 (4226...) nízko a středně legované ocelolity skupiny 27 (4227...) feritické a martenzitické korozivzdorné ocele (třídy 17..., lité 4229...)
M	austenitické a feriticko austenitické oceli korozivzdorné, žiaruvzdorné a žiarupevné oceli nemagnetické a otěruvzdorné	austenitické a feriticko austenitické ocele korozivzdorné, žiaruvzdorné a žiarupevné oceli nemagnetické a otěruvzdorné
K	šedá litina nelegovaná i legovaná (4224...) tvárná litina (4223...) temperovaná litina (4225...)	sivá litina nelegovaná aj legovaná (4224...) tvárná litina (4223...) temperovaná litina (4225...)
N	neželezné kovy, slitiny Al a Cu	neželezné kovy, zliatiny Al a Cu
S	speciální žiarupevné slitiny na bázi Ni, Co, Fe a Ti	špeciálne žiarupevné zliatiny na bázy Ni, Co, Fe a Ti
H	zušlechťené oceli s pevností nad 1500 MPa kalené oceli HRC 48 ÷ 60 tvrdé kokilové litiny HSh 55 ÷ 85	zušľachtené ocele s pevnosťou nad 1500 MPa kalené ocele HRC 48 - 60 tvrdé kokilové liatiny HSh 55 - 85

Pri volbe nástroja a štartovacích rezných podmienok je jednou z najdôležitejších vecí správna identifikácia obrábaného materiálu. Pre zjednodušenie rozdeľujeme obrábané materiály v súlade s normou ISO 513 do šiestich základných skupín, v ktorých sú združené materiály vyvolávajúce kvalitatívne rovnaký typ zaťaženia (namáhania) ostria a vyvolávajú aj podobný typ opotrebenia.

Preto prvým krokom je zaradenie materiálu obrobku do jednej zo skupín - viď. nasledujúca tabuľka č. 1.

Tabuľka č. 1

Příloha 10

Vzorce pro výpočty parametrů [11].

Veličina	Vzorec pro výpočet Vzorec pre výpočet	Jednotka	Poznámka								
Počet otáček Počet otáčok	$n = \frac{v_c \cdot 1000}{D \cdot \pi}$	[1.min ⁻¹]	n D v_c f_{ot} f_{min} Počet otáček / Počet otáčok Průměr (nástroje nebo obrobku) Priemer (nástroja alebo obrobku) Řezná rychlost / Rezná rýchlosť Posuv na otáčku / Posuv na otáčku Minutový posuv (rychlost posuvu) Minútový posuv (rýchlosť posuvu) [1.min⁻¹] [mm] [m.min⁻¹] [mm.ot⁻¹] [mm.min⁻¹]								
Řezná rychlost Rezná rýchlosť	$v_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$	[m.min ⁻¹]									
Posuv na otáčku	$f_{ot} = \frac{f_{min}}{n} = f_z \cdot z$	[mm.ot ⁻¹]									
Minutový posuv (rychlost posuvu) Minútový posuv (rýchlosť posuvu)	$f_{min} = v_f = f_{ot} \cdot n = f_z \cdot z \cdot n$	[mm.min ⁻¹]									
Posuv na zub	$f_z = \frac{f_{ot}}{z} = \frac{f_{min}}{n \cdot z}$	[mm.zub ⁻¹]									
Průřez třísky Prierez triesky	$A = f_z \cdot a_p$	[mm ²]	A f_{ot} a_p a_r κ_r Průřez třísky / Prierez triesky Posuv na otáčku Axiální hloubka řezu / Axiálna hĺbka rezu Radiální hloubka řezu Radiálna hĺbka rezu Úhel nastavení hlavního břitů Uhol nastavenia hlavnej reznej hrany [mm²] [mm.ot⁻¹] [mm] [mm] [°]								
Tloušťka třísky (pro VBD s rovným břítem) Hrúbka triesky (pre VRD s rovnou reznou hranou)	$h = f \cdot \sin \kappa_r$	[mm]									
Tloušťka třísky (pro VBD s kruhovým břítem) Hrúbka triesky (pre VRD s kruhovou reznou hranou)	$h = f_z \cdot \sqrt{\frac{a_p}{D}}$	[mm]									
Odebraný objem Odobraný objem	$Q = \frac{a_p \cdot a_e \cdot f_{min}}{1000}$	[cm ³ .min ⁻¹]									
Potřebný výkon Potrebný výkon	$P_c = \frac{a_p \cdot a_e \cdot f_{min}}{60 \cdot 10^6 \cdot \eta} \cdot k_c \cdot k_\gamma$	[kW]									
Přibližně potřebný výkon Približne potrebný výkon	$P_c = \frac{a_p \cdot a_e \cdot f}{x}$	[kW]	P_c a_p a_r f k_c k_γ η x Příkon / Příkon Axiální hloubka řezu / Axiálna hĺbka rezu Radiální hloubka řezu Radiálna hĺbka rezu Posuv měrný řezný odpor / Merný rezný odpor Součinitel zahrnující vliv úhlu γ₀ Súčinitel zahrnujúci vplyv uhlu γ₀ Účinnost frézky obvykle η = 0,75 Součinitel zahrnující vliv obr. materiálu Súčinitel zahrnujúci vplyv obr. materiálu [kW] [mm] [mm] [mm.ot⁻¹] [MPa] [°] [-] [-] <table border="1"> <tr> <td>Materiál</td><td>Ocel Oceľ</td><td>Litina Liatina</td><td>Al</td></tr> <tr> <td>Součinitel x Súčinitel x</td><td>24 000</td><td>30 000</td><td>120 000</td></tr> </table>	Materiál	Ocel Oceľ	Litina Liatina	Al	Součinitel x Súčinitel x	24 000	30 000	120 000
Materiál	Ocel Oceľ	Litina Liatina	Al								
Součinitel x Súčinitel x	24 000	30 000	120 000								

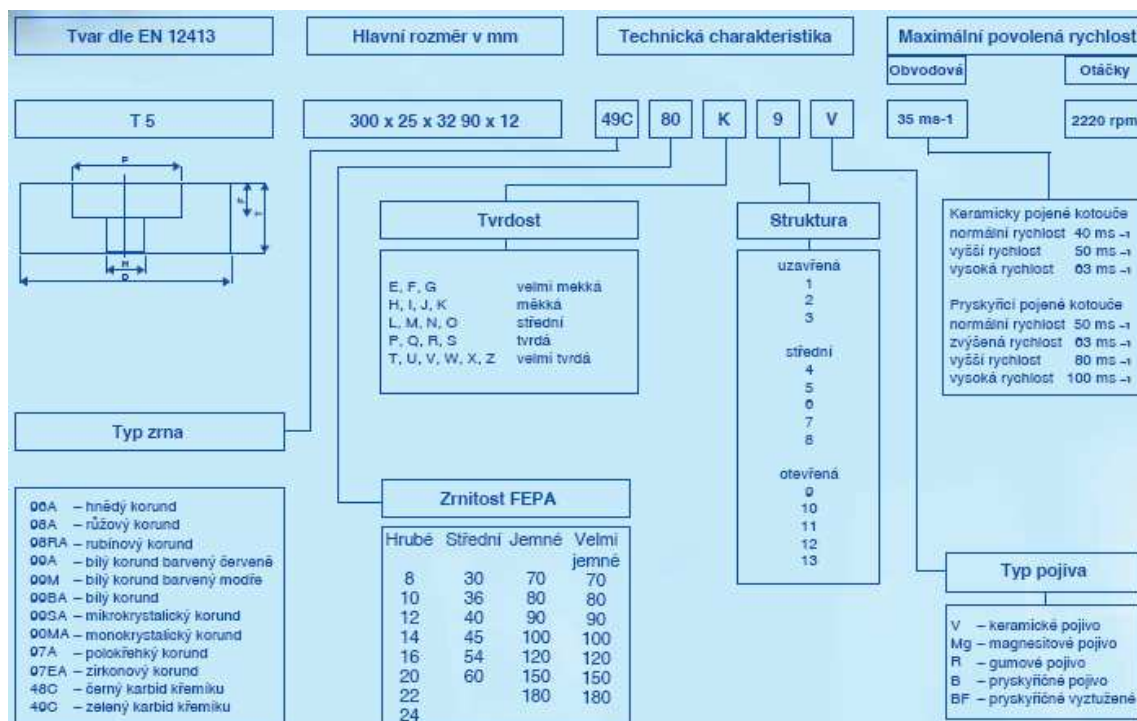
Příloha 11

Doporučené řezné podmínky pro monolitní SK vrtáky [13].

[illegible]

Příloha 12

Kvalitativní a rozměrové značení brousicích kotoučů [19].



Některé zásady při broušení

- pro větší úběr materiálu se volí hrubší zrnitost
- pro tvrdší obrušovaný materiál se volí měkčí kotouč
- pro broušení materiálů se sklonem k mazlavosti (měď, mosaz, hliník a podobně) se volí brousící kotouč s hrubou zrnitostí
- čím větší je styčná plocha (styčný oblouk násobený šířkou kotouče) mezi brousícím kotoučem a obrobkem, tím hrubší se volí zrnitost a nižší tvrdost brousícího kotouče
- pro materiál citlivý na teplotní změny se volí měkčí brousící kotouč
- pro broušení přerušovaných ploch se volí kotouč tvrdší
- při broušení obrobku čelem se obvykle volí kotouč měkčí než pro broušení obvodem kotouče

Příloha 13

Výkres součásti (brzdový disk).

