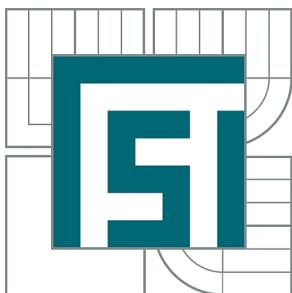


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A
ROBOTIKY

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND
ROBOTICS

KONSTRUKCE FORMÁTOVACÍ PILY

DESIGN OF PANEL SAW

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

JIŘÍ LABSKÝ

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR BLECHA, Ph.D.

BRNO 2010

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky

Akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Jiří Labský

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

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

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

Konstrukce formátovací pily

v anglickém jazyce:

Design of panel saw

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Student provede rešerši v oblasti formátovacích pil. Na základě rešerše zvolí technické parametry mechaniky formátovací pily. Provede základní konstrukční výpočty a vlastní zjednodušenou konstrukci mechaniky formátovací pily v 3D modelu.

Součástí bakalářské práce bude výkres sestavy mechaniky formátovací pily a v elektronické příloze 3D model stroje.

Cíle bakalářské práce:

Rešerše formátovacích pil

Návrh konstrukce mechaniky formátovací pily

Základní konstrukční výpočty

3D model mechaniky formátovací pily

Výkres sestavy mechaniky formátovací pily

Seznam odborné literatury:

Marek, J.; Konstrukce CNC obráběcích strojů, ISSN 1212-2572

Borský, V.; Obráběcí stroje, ISBN 80-214-0470-1

Borský, V.; Základy stavby obráběcích strojů, VUT Brno

Breník, Píč a kol.: Obráběcí stroje - konstrukce a výpočty, Technický průvodce 59, SNTL Praha 1982

www.infozdroje.cz

www.mmspektrum.com

[www stránky výrobců formátovacích pil](#)

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.

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

V Brně, dne 23.11.2009

L.S.

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 5
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

ABSTRAKT

Cílem této bakalářské práce je provést rešerši v oblasti formátovacích pil. Práce obsahuje návrh konstrukce mechaniky formátovací pily a základní konstrukční výpočty. V první části práce je popis a rozdělení formátovacích pil dostupných na trhu. Druhá část práce je pak věnována vlastní konstrukci a výpočtům. Výsledkem práce je 3D model mechaniky formátovací pily a výkres sestavení.

KLÍČOVÁ SLOVA

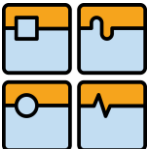
formátovací pila, mechanika formátovací pily, rešerše

ABSTRACT

Object of this bachelor thesis is accomplished recherche about the panel saw. It provide design of construction of mechanical panel saw and basic construction calculation. In the first part of thesis is specification and distribution of panel saw available on the market. The second part of the thesis provide construction and calculation. In a conclusion of thesis is 3D model of panel saw mechanics and assembly drawing

KEYWORDS

panel saw, panel saw mechanics, recherche

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 6
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

LABSKÝ, J. *Konstrukce formátovací pily*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 50 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Petr Blecha, Ph.D.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 7
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Petru Blechovi, Ph.D. za cenné připomínky a rady. Dále bych chtěl poděkovat mé rodině za podporu ve studiu.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 8
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

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

V Brně dne

.....
Jiří Labský

OBSAH

1	Úvod	10
2	Přehled strojů dostupných na trhu	11
2.1	Firma ROJEK.....	11
2.1.1	Formátovací pily řady EURO SERIE 5	11
2.1.2	Formátovací pily řady INDUSTRY SERIE.....	12
2.2	Firma JEŘÁBEK.....	13
2.2.1	Formátovací pily PKV 300	13
2.2.2	Formátovací pily PKV 350	14
2.2.3	Formátovací pily PKV 400	15
2.3	Firma PROMA	16
2.3.1	Formátovací pily PKS.....	16
2.4	Firma SCHEPPACH	17
2.4.1	Formátovací pily Forsa	17
2.5	Firma GRIGGIO	18
2.5.1	Formátovací pily řady SC	18
2.5.2	Formátovací pily řady CA	19
2.6	Firma ALTENDORF	20
2.6.1	Formátovací pily ALTENDORF	20
3	Návrh konstrukce mechaniky formátovací pily.....	21
3.1	Návrh mechanismu hlavního vřetene.....	22
3.1.1	Řemenový převod hlavního vřetene	23
3.1.2	Kontrola napínacího šroubu.....	25
3.1.3	Výpočet hřídele hlavního vřetene	27
3.1.4	Kontrola kuličkových ložisek hlavního vřetene	29
3.1.5	Kontrola pera	30
3.1.6	Výpočet čepu hlavního vřetene.....	31
3.1.7	Kluzná ložiska hlavního mechanismu	32
3.2	Návrh mechanismu předřezového vřetene	33
3.2.1	Řemenový převod předřezového vřetene	34
3.2.2	Výpočet hřídele předřezového vřetene	36
3.2.3	Kontrola kuličkových ložisek předřezového vřetene.....	38
3.2.4	Výpočet čepu předřezového vřetene	39
3.2.5	Kluzná ložiska předřezového vřetene	40
4	Závěr	41
5	Seznam použitých zdrojů	42
6	Seznam použitých symbolů a zkratk.....	43
7	Seznam obrázků	46
8	Seznam tabulek	47
9	Seznam příloh.....	47

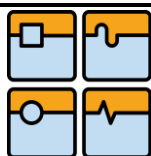
	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 10
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

1 ÚVOD

Formátovací pily jsou určeny pro dělení velkoplošných materiálů. Jsou to převážně dřevoobráběcí stroje, avšak je možné použít je jako stroje pro dělení jiných materiálů (plasty, kovy malých tlouštěk, lamináty, atd.). Formátovací pily jsou vyráběny v různých provedeních a velikostech. Jsou dostupné formátovací pily s ručním ovládáním nebo s ovládáním řízeným počítačem. Základní části formátovací pily jsou: stojan, formátovací stůl, mechanika formátovací pily a odsávání. Samozřejmě každá formátovací pila má další individuální možnosti vybavení než jen standardní, které se ovšem projeví na výsledné ceně stroje. Tato práce je zaměřena především na konstrukci mechaniky formátovací pily.

Firmy vyrábějící formátovací pily pro evropský trh jsou například :

- ROJEK dřevoobráběcí stroje a.s. (dále jen ROJEK)
- JEŘÁBEK stroje s.r.o. (dále jen JEŘÁBEK)
- PROMA CZ s.r.o. (dále jen PROMA)
- SCHEPPACH fabrikation von holzbearbeitungsmaschinen GmbH (dále jen SCHEPPACH)
- GRIGGIO S.p.A. (dále jen GRIGGIO)
- Wilhelm ALTENDORF GmbH & Co. KG (dále jen ALTENDORF)
- ELCON
- EINHELL Germany AG



2 PŘEHLED STROJŮ DOSTUPNÝCH NA TRHU

2.1 Firma ROJEK

ROJEK dřevoobráběcí a.s. je česká firma, kterou založil v roce 1921 pan Josef Rojek. Výrobní závod se nachází v Kostelci nad Orlicí. V současné době je firma významným světovým výrobcem ve svém oboru. (1)

2.1.1 Formátovací pily řady EURO SERIE 5

Kompletně inovovaná modelová řada, složená z kombinovaných profesionálních dřevoobráběcích strojů vlastní konstrukce, je určena pro menší a střední výrobce, řemeslníky a údržbáře. Tato řada vyniká nejlepším poměrem kvality, užitných vlastností a ceny. Formátovací pily PK 250A (Obr. 2.1), PK 300A (Obr. 2.2), PK 315A (Obr. 2.3) jsou vybaveny mechanikou používající jeden pohon pro hlavní i předřezový kotouč, může v nich však být použita i mechanika se dvěma pohony stejně jako u formátovací pily PK 320A (Obr. 2.4), z nichž jeden zajišťuje pohon hlavního řezného kotouče a druhý pohání kotouč předřezový. (1)



Obr. 2.1 – Formátovací pila PK 250A (1)



Obr. 2.3 – Formátovací pila PK 315A (1)



Obr. 2.2 – Formátovací pila PK 300A (1)



Obr. 2.4 – Formátovací pila PK 320A (1)

Tab. 1 – Základní technické parametry EURO SERIE 5

Formátovací pila	PK 250A	PK 300A	PK 315A	PK 320A
Max. průměr kotouče s předřezem [mm]	315	315	315	315
Průměr předřezového kotouče [mm]	100	100	100	120/100
Naklápění kotoučů [°]	0 ÷ 45	0 ÷ 45	0 ÷ 45	0 ÷ 45
Délka řezu pily [m]	1; 1,5; 2	1,5; 2; 2,6; 3	2; 2,6; 3,2	2; 2,6; 3; 3,2
Výkon motoru [KW]	2,2; 3; 3,7	2,2; 3; 3,7	3; 3,7	4; 5,5
Výkon motoru předřezu [KW]	0,5	0,5	0,5	0,5

2.1.2 Formátovací pily řady INDUSTRY SERIE

Inovovaná modelová řada klasických profesionálních dřevoobráběcích strojů a zařízení vlastní konstrukce, určená pro sériovou výrobu, do technologií a specializovaných provozů. Formátovací pily této řady jsou PF 300L (Obr. 2.5), PF 350 (Obr. 2.6), PF 400S (Obr. 2.7). Mechanika u těchto strojů je zavěšena na litinovém stole pomocí segmentů zajišťujících neměnnou polohu pilových kotoučů v rovině stolu při libovolném náklonu. Již v základní výbavě má mechanika u formátovacích pil této řady samostatný pohon předřezu s vnějším ovládáním. Formátovací pila PF 400S (Obr. 2.2c) je vybavena NC řízením dvou os, a to zdvih a naklápění kotouče.(1)



Obr. 2.5 – Formátovací pila PF 300L (1)



Obr. 2.6 – Formátovací pila PF 350 (1)



Obr. 2.7 – Formátovací pila PF 400S (1)

Tab. 2 – Základní technické parametry INDUSTRY SERIE

Formátovací pila	PF 300L	PF 350	PF 400S
Max. průměr kotouče s předřezem [mm]	315	350	400
Průměr předřezového kotouče [mm]	120	120	125
Naklápění kotoučů [°]	0 ÷ 45	0 ÷ 45	0 ÷ 45
Délka řezu pily [m]	2; 2,6; 3; 3,2	2; 2,6; 3; 3,2	3,2
Výkon motoru [KW]	3; 4; 5,5	4; 5,5	5,5; 4; 7,5
Výkon motoru předřezu [KW]	0,5	0,5	0,5

2.2 Firma JEŘÁBEK

Firma JEŘÁBEK vznikla v roce 1993. Od samého počátku se zabývá strojírenskou výrobou. Od roku 1998 do roku 2002 se zabývala výrobou kmenových pásových pil. Začátkem roku 2001 rozšířila firma sortiment o dřevoobráběcí stroje. Toto oddělení se velmi dynamicky rozvíjí, výrobky si získaly velkou oblibu u tuzemských i zahraničních zákazníků.(2)

2.2.1 Formátovací pily PKV 300

Tyto formátovací pily jsou určeny pro malé a střední provozy. V základě jsou vybaveny mechanikou používající jeden pohon pro oba kotouče, lze však využít i mechaniku se dvěma pohony. Jsou to pily PKV 300RP (Obr. 2.8) a PKV 300R (Obr. 2.9).(2)



Obr. 2.8 – Formátovací pila PKV 300RP (2)



Obr. 2.9 – Formátovací pila PKV 300R (2)

Tab. 3 – Základní technické parametry PKV 300

Formátovací pila	PKV 300RP	PKV 300R
Max. průměr kotouče s předřezem [mm]	315	315
Průměr předřezového kotouče [mm]	100	100
Naklápění kotoučů [°]	0 ÷ 45	0 ÷ 45
Délka řezu pily [m]	1,6; 2,2	2,2; 3,2
Výkon motoru [KW]	4	4
Výkon motoru předřezu [KW]	0,5	0,5

2.2.2 Formátovací pily PKV 350

Formátovací pily určeny pro střední provozy jsou vybaveny mechanikou se samostatným pohonem předřezového kotouče, zavěšenou na kolíbkách. U těchto formátovacích pil lze nastavit 2 stupně otáček. Formátovací pily této řady jsou PKV 350RP (Obr. 2.10), PKV 350R (Obr. 2.11).(2)



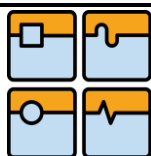
Obr. 2.10 – Formátovací pila PKV 350RP (2)



Obr. 2.11 – Formátovací pila PKV 350R (2)

Tab. 4 – Základní technické parametry PKV 350

Formátovací pila	PKV 350RP	PKV 350R
Max. průměr kotouče s předřezem [mm]	300 ÷ 350	300 ÷ 350
Průměr předřezového kotouče [mm]	120	120
Naklápění kotoučů [°]	0 ÷ 45	0 ÷ 45
Délka řezu pily [m]	1,6	2,2; 3,2
Výkon motoru [KW]	4; 5	4; 5
Výkon motoru předřezu [KW]	0,75	0,75



2.2.3 Formátovací pily PKV 400

Formátovací pily PKV 400 jsou určeny pro velké provozy, jsou vybaveny mechanikou se samostatným pohonem předřezového kotouče, zavěšenou na kolíbkách. U těchto formátovacích pil lze nastavit 2 stupně otáček. Typové označení formátovacích pil této řady je PKV 400RS (Obr. 2.12), PKV 400E (Obr. 2.13) a PKV 400NC (Obr. 2.14). Formátovací pila PKV 400E má elektrický zdvih a náklon kotouče. Formátovací pila PKV 400NC má zdvih, náklon kotouče a podélné pravítko ovládané NC systémem.(2)



Obr. 2.12 – Formátovací pila PKV 400RS (2)



Obr. 2.13 – Formátovací pila PKV 400E (2)



Obr. 2.14 – Formátovací pila PKV 400NC (2)

Tab. 5 – Základní technické parametry PKV 400

Formátovací pila	PKV 400RS	PKV 400E	PKV 400NC
Max. průměr kotouče s předřezem [mm]	350 ÷ 400	350 ÷ 400	350 ÷ 400
Průměr předřezového kotouče [mm]	120	120	120
Naklápění kotoučů [°]	0 ÷ 45	0 ÷ 45	0 ÷ 45
Délka řezu pily [m]	3,1	3,1	3,1
Výkon motoru [KW]	4; 5	5; 7	5; 7
Výkon motoru předřezu [KW]	0,75	0,75	0,75

2.3 Firma PROMA

Firma PROMA byla založena v roce 1992. Od počátku se firma zabývala prodejem brusiva, nástrojů a elektronářadí. Později převážila orientace firmy na dodávky elektronářadí od Holandské firmy FERM. Dodávané obráběcí stroje značky PROMA jsou vyráběny v kooperaci a veškerá jejich produkce podléhá přímému dohledu, včetně technického vývoje a inovace.(3)

2.3.1 Formátovací pily PKS

Formátovací pily této firmy nesou označení PKS-300F (Obr. 2.15 – Formátovací pila PKS-300F) a PKS-315F (Obr. 2.16). Obě tyto pily jsou vybaveny mechanikou, která používá předřezový kotouč. U formátovací pily PKS-315F je mechanika vybavena jedním pohonem pro oba kotouče, zatímco u mechaniky formátovací pily PKS-300F je každý kotouč poháněn vlastním pohonem.(3)



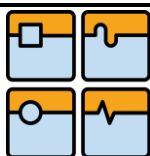
Obr. 2.15 – Formátovací pila PKS-300F (3)



Obr. 2.16 – Formátovací pila PKS-315F (3)

Tab. 6 – Základní technické parametry PKS

Formátovací pila	PKS-300F	PKS-315F
Max. průměr kotouče s předřezem [mm]	300	315
Průměr předřezového kotouče [mm]	120	90
Naklápění kotoučů [°]	0 ÷ 45	-
Délka řezu pily [m]	3,1	1,2
Výkon motoru [KW]	4	2,8
Výkon motoru předřezu [KW]	0,75	-



2.4 Firma SCHEPPACH

Firma SCHEPPACH je jedna z nejstarších a nejznámějších německých firem, která se specializuje na výrobu dřevoobráběcích strojů špičkové kvality. Pod křídla SCHEPPACHU patří i značka WOODSTER, nabízející široký sortiment dřevoobráběcích strojů (stolové pily, štípače, protahovačky, pokosové pily, stolové frézky, ap.) a kvalitního el. nářadí (pásové pily, kompresory) pro široké vrstvy hobby uživatelů.(4)

2.4.1 Formátovací pily Forsa

Formátovací pily Forsa od firmy SCHEPPACH jsou vybaveny mechanikou používající dva samostatné motory pro pohon kotoučů. Největší formátovací pila z této řady určená především pro velké provozy je Forsa 9 (Obr. 2.17). Formátovací pily pro střední velikosti je Forsa 8 (Obr. 2.18) a Forsa 6 (Obr. 2.19). Nejmenší formátovací pila od této firmy nese označení Forsa 4 (Obr. 2.20). Všechny formátovací pily řady Forsa jsou vybaveny radiálním držákem motorů, který je vyroben z litiny.(4)



Obr. 2.17 – Formátovací pila Forsa 9 (4)



Obr. 2.19 – Formátovací pila Forsa 6 (4)



Obr. 2.18 – Formátovací pila Forsa 8 (4)



Obr. 2.20 – Formátovací pila Forsa 4 (4)

Tab. 7 – Základní technické parametry Forsa

Formátovací pila	Forsa 4	Forsa 6	Forsa 8	Forsa 9
Max. průměr kotouče s předřezem [mm]	315	315	315	315
Průměr předřezového kotouče [mm]	120	120	120	120
Naklápění kotoučů [°]	0 ÷ 45	0 ÷ 45	0 ÷ 45	0 ÷ 45
Délka řezu pily [m]	1,6	2,1	2,6	3,2
Výkon motoru [KW]	3; 4	3; 4	3; 4	4; 4,8
Výkon motoru předřezu [KW]	0,85	0,85	0,85	0,85

2.5 Firma GRIGGIO

GRIGGIO S.p.A. je italská firma, která byla založena v roce 1946. Založili ji bratři Guerrino a Giovanni Griggio.(5)

2.5.1 Formátovací pily řady SC

V této řadě jsou dva zástupci s typovým označení SC 1400 (Obr. 2.21) a SC 32(Obr. 2.22). Obě tyto pily jsou vybaveny předřezem s vlastním pohonem. Formátovací vozík je uložen na ocelovém vedení ve tvaru V s kuličovým uložením, tato konstrukce se vyznačuje přesným vedením stolu s dlouhou životností. (5)



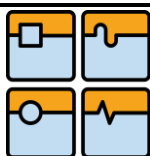
Obr. 2.21 – Formátovací pila SC 1400 (5)



Obr. 2.22 – Formátovací pila SC 32 (5)

Tab. 8 – Základní technické parametry SC

Formátovací pila	SC 1400	SC 32
Max. průměr kotouče s předřezem [mm]	350	350
Průměr předřezového kotouče [mm]	120	120
Naklápění kotoučů [°]	0 ÷ 45	0 ÷ 45
Délka řezu pily [m]	1,6	3,2
Výkon motoru [KW]	4	4
Výkon motoru předřezu [KW]	0,85	0,85



2.5.2 Formátovací pily řady CA

Všechny formátovací pily této řady jsou vybaveny předřezem s vlastním pohonem. Nejmenší formátovací pila této řady je označena CA 40PF (Obr. 2.23) díky malým rozměrům stolu se používá spíše v malých provozech. Profesionální formátovací pily UNICA 400 (Obr. 2.24) a UNICA 500 (Obr. 2.25) jsou navrženy pro sériovou výrobu. Formátovací pila UNICA 500 je navíc vybavena NC řízením zdvihu kotouče, naklopení kotouče a pravítka.(5)



Obr. 2.23 – Formátovací pila CA 40PF (5)



Obr. 2.24 – Formátovací pila UNICA 400 (5)



Obr. 2.25 – Formátovací pila UNICA 500 (5)

Tab. 9 – Základní technické parametry CA

Formátovací pila	CA 40PF	UNICA 400	UNICA 500
Max. průměr kotouče s předřezem [mm]	400	400	500
Průměr předřezového kotouče [mm]	125	125	125
Naklápění kotoučů [°]	0 ÷ 45	0 ÷ 45	0 ÷ 45
Délka řezu pily [m]	1,6	3,2	3,2
Výkon motoru [KW]	4	5,5	5,5; 7,5
Výkon motoru předřezu [KW]	0,75	0,75	0,75

2.6 Firma ALTENDORF

Firma ALTENDORF je německá firma, kterou založil v roce 1906 pan Wilhelm Altendorf. Jeho synové Kurt a Willy Altendorf se rozhodli v roce 1956 zaměřit především na výrobu formátovacích pil.(6)

2.6.1 Formátovací pily ALTENDORF

Formátovací pila WA 6 (Obr. 2.26) a WA 8 (Obr. 2.27) jsou malé formátovací pily s pojezdovým stolem a jednoduchým ovládáním. Formátovací pila WA 80 (Obr. 2.28) je profesionální pila robustní konstrukce. Formátovací pila F45 je vyráběna pouze na zakázku. Varianta F45 ELMO (Obr. 2.29) je navržena pro nejnáročnější zákazníky a je vybavena nejmodernějšími technologiemi. (6)



Obr. 2.26 – Formátovací pila WA 6 (6)



Obr. 2.28 – Formátovací pila WA 80 (6)



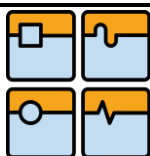
Obr. 2.27 – Formátovací pila WA 8 (6)



Obr. 2.29 – Formátovací pila F45 ELMO (6)

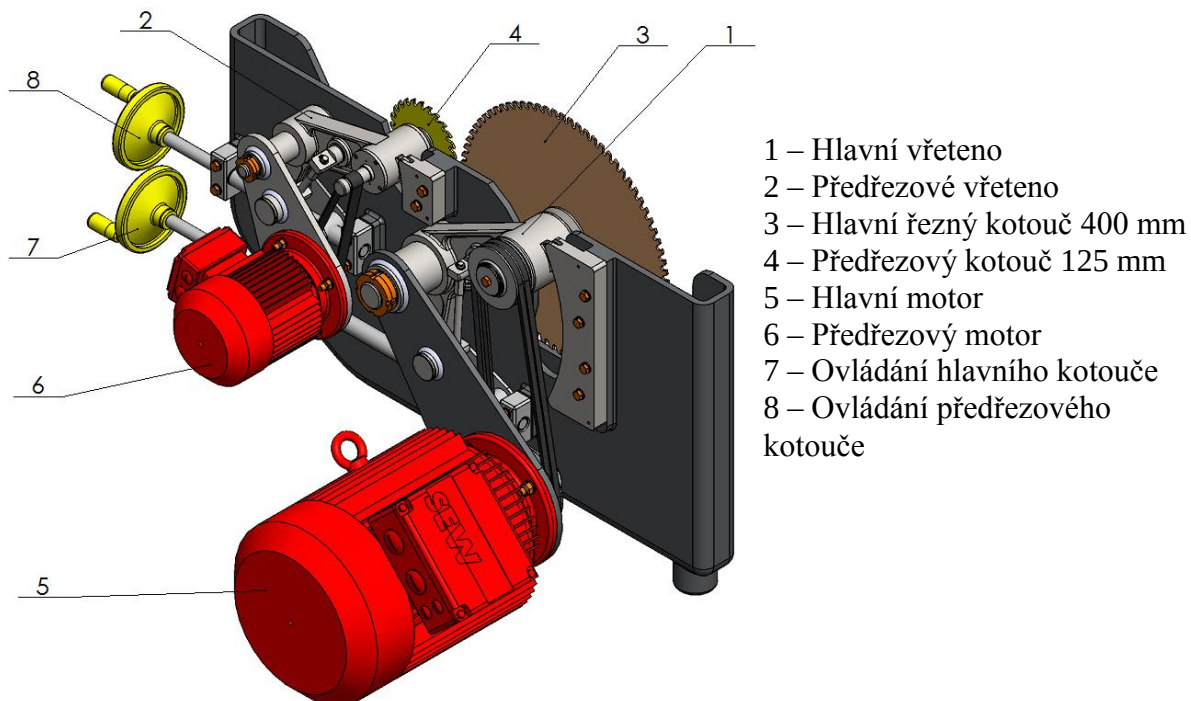
Tab. 10 – Základní technické parametry ALTENDORF

Formátovací pila	WA 6	WA 8	WA 80	F 45 ELMO
Max. průměr kotouče s předřezem [mm]	315	315	400	500
Průměr předřezového kotouče [mm]	120	120	120	120
Naklápění kotoučů [°]	0 ÷ 45	0 ÷ 45	0 ÷ 45	0 ÷ 45
Délka řezu pily [m]	2,9	3,1	2,9	3
Výkon motoru [KW]	4	5,5	5,5	5,5
Výkon motoru předřezu [KW]	0,37	0,75	0,75	0,75



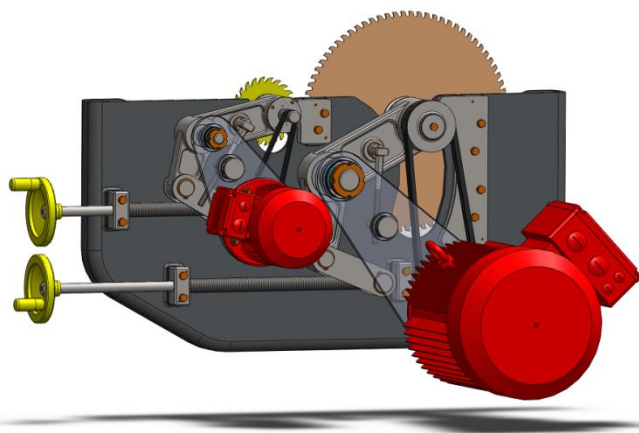
3 NÁVRH KONSTRUKCE MECHANIKY FORMÁTOVACÍ PILY

Pro návrh mechaniky konstrukce formátovací pily byli zadány průměry a otáčky pilových kotoučů a výkony motorů. Velikost prořezu je nastavitelná pomocí rotačního uložení ramen, na kterých jsou vřeteníky. Kroutící momenty jsou na hřídele přenášeny od motorů pomocí řemenů. Na hlavním mechanismu jsou použity dva klínové řemeny a na předřezovém mechanismu je použit plochý řemen. Napínání zajišťují napínací šrouby.



Obr. 3.1 – Mechanika formátovací pily

Ovládání zajišťuje šroub s lichoběžníkovým závitem, který je kluzně připevněn k tělu mechaniky formátovací pily, jak je vidět na Obr. 3.2. Od tohoto šroubu je klikovým mechanismem přenášen lineární pohyb na rotační zajišťující polohu ramen a tím výšku prořezu řezných kotoučů.

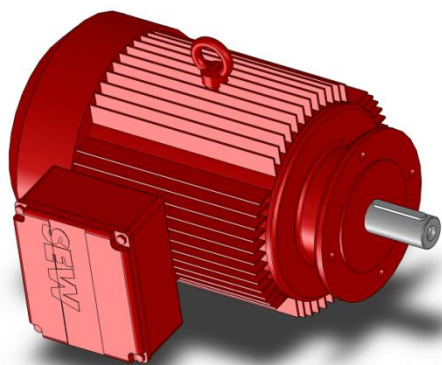


Obr. 3.2 – Ovládání mechaniky formátovací pily



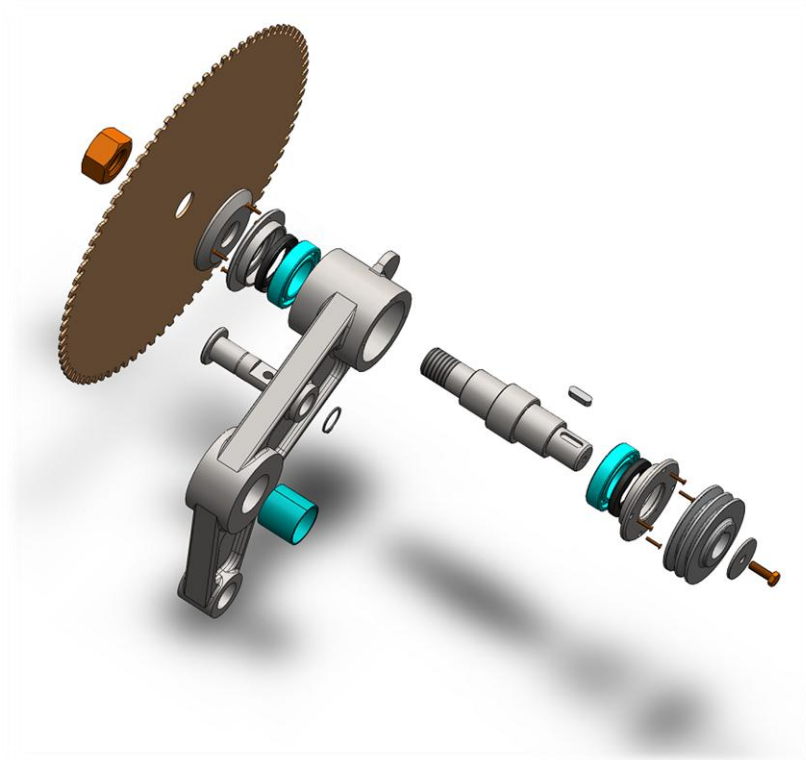
3.1 Návrh mechanismu hlavního vřetene

Mechanismus hlavního vřetene je navrhnut pro třífázový asynchronní elektromotor SEW DFV132M2 (Obr. 3.3). Motor je uchycen pomocí šroubů na konci ramene, které je otočně připevněno k tělu mechaniky. Hlavní hřídel je uložen v pouzdře hlavního vřetene. Rotační pohyb hřídele umožňují dvě radiální kuličková ložiska od firmy SKF. Krouticí moment je na hlavní vřeteno přenášén pomocí klínových řemenů a dále na pilový kotouč sevřením dvou čelistí dotažených maticí. Uspořádání součástí je znázorněno na (Obr. 3.4).

**Motor SEW DFV132M2:** $P_{HV}=7,5 \text{ kW}$ $M_{kHV}=24,7 \text{ Nm}$ $n_{1HV}=2900 \text{ ot/min}$ $d_{MV\text{ýstupní}}=38 \text{ mm}$ $m_{mHV}=66 \text{ kg}$

Pero – 10e7 x 8 x 70

Obr. 3.3 – Motor SEW DFV132M2



Obr. 3.4 – Rozložený pohled hlavního vřetene

3.1.1 Řemenový převod hlavního vřetene

Řemenový převod hlavního vřetene je realizován pomocí dvou klínových řemenů úzkých průřezů typu SPZ.

Převodový poměr mechanismu hlavního vřetene

$n_{1HV} = 2900 \text{ ot/min}$ – dáno typem motoru

$n_{2HV} = 3755 \text{ ot/min}$ – voleno na základě velikosti hlavního pilového kotouče

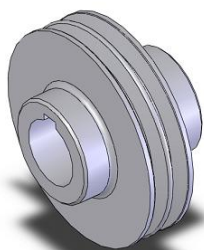
$$i_{HV} = \frac{n_{1HV}}{n_{2HV}} = \frac{2900}{3755} = 0,7723$$

Výpočtové průměry řemenic

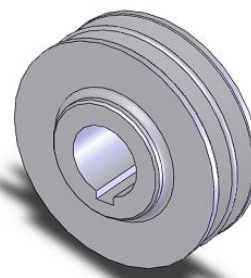
$d_{p2} = 90 \text{ mm}$ – voleno s ohledem na typ řemenu

$$d_{p1} = \frac{d_{p2}}{i_{HV}} = \frac{90}{0,7723} = 116,5 \text{ mm} \Rightarrow 118 \text{ mm}$$

Na mechanismu je použitý tzv. převod do rychla. Na hřídeli motoru je nasazena řemenice s větším výpočtovým průměrem $d_{p1} = 118 \text{ mm}$ (Obr. 3.5) a na hřídeli vřetene je nasazena řemenice s menším výpočtovým průměrem $d_{p2} = 90 \text{ mm}$ (Obr. 3.6).



Obr. 3.5 – Řemenice HV 118



Obr. 3.6 – Řemenice HV 90

Skutečný převodový poměr mechanismu hlavního vřetene

$$i'_{HV} = \frac{d_{p2}}{d_{p1}} = \frac{90}{118} = 0,7627$$

Skutečné otáčky řemenice HV 90

$$n'_{2HV} = \frac{n_{1HV}}{i'_{HV}} = \frac{2900}{0,7627} = 3802 \text{ ot / min}$$

Výpočet řemenů dle ČSN 02 3114 z ST str.546 (7)



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Obvodová rychlost

$$v_{HV} = \frac{\pi \cdot d_{p1} \cdot n_{1HV}}{1000 \cdot 60} = \frac{\pi \cdot 118 \cdot 2900}{1000 \cdot 60} = 17,92 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Výpočtová délka

$$L_{pHV} \approx 2A_{HV} + 1,57(d_{p1} + d_{p2}) + \frac{(d_{p1} - d_{p2})^2}{4A_{HV}}$$

$$L_{pHV} = 2 \cdot 336 + 1,57 \cdot (118 + 90) + \frac{(118 - 90)^2}{4 \cdot 336} = 999,14 \text{ mm}$$

$$L_{pHV} = 1000 \text{ mm}$$

Úhel opásání malé řemenice

$$\cos \frac{\beta}{2} = \frac{d_{p1} - d_{p2}}{2 \cdot A_{HV}} = \frac{118 - 90}{2 \cdot 336} = 0,04167$$

$$\frac{\beta}{2} = 87,61^\circ \Rightarrow \beta = 2 \cdot 87,61 = 175,2^\circ$$

Počet řemenů

$$c_1 = 0,99$$

$$c_2 = 1$$

$$c_3 = 0,9$$

$$P_r = 4,1 \text{ KW}$$

$$z = \frac{P \cdot c_2}{P_r \cdot c_1 \cdot c_3} = \frac{7,5 \cdot 1}{4,1 \cdot 0,99 \cdot 0,9} = 2,05 \Rightarrow 2 \text{ řemeny}$$

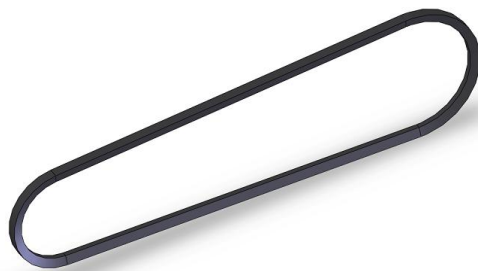
Obvodová síla

$$F_{oHV} = \frac{102 \cdot P_{HV} \cdot 9,81}{v_{HV}} = \frac{102 \cdot 7,5 \cdot 9,81}{17,92} = 418,8 \text{ N}$$

Pracovní předpětí řemene

$$F_{uHV} = 2 \cdot F_o = 2 \cdot 418,8 = 837,6 \text{ N}$$

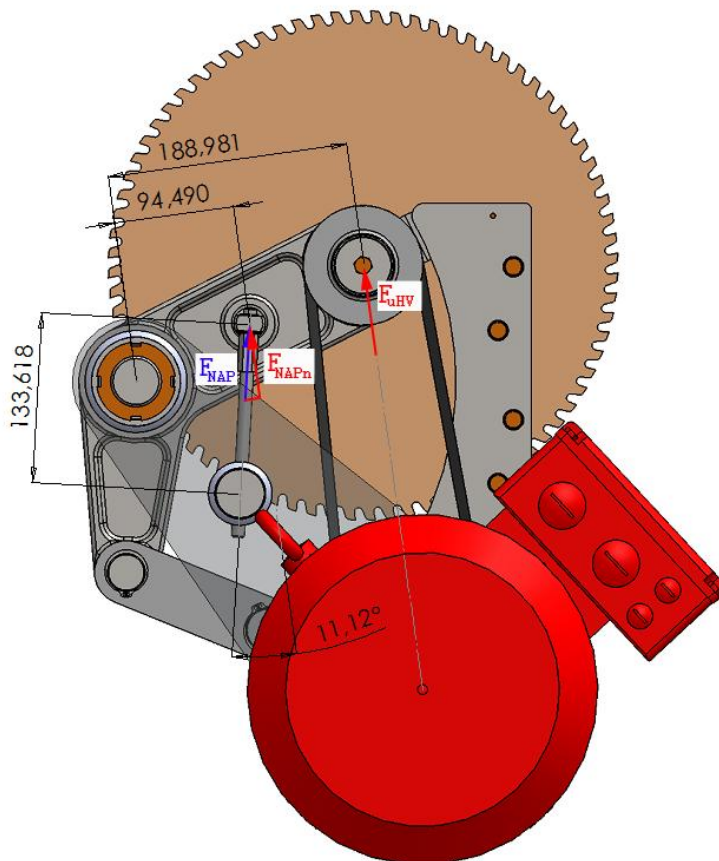
Řemeny vybrány od firmy TYMA s typovým označením SPZ1000 (8)



Obr. 3.7 – Řemen TYMA SPZ 1000



3.1.2 Kontrola napínacího šroubu



Obr. 3.8 – Síla působící na napínací šroub

Výpočet síly v napínacím šroubu

$$F_{NAPn} = \frac{F_{uHV} \cdot 188,98}{94,49} = \frac{837,6 \cdot 188,98}{94,49} = 1675 N$$

$$\cos 11,12 = \frac{F_{NAPn}}{F_{NAP}} \Rightarrow F_{NAP} = \frac{F_{NAPn}}{\cos 11,12} = \frac{1675}{\cos 11,12} = 1707 N$$

Kontrola štíhlosti

$$\sigma_{tD} = 140 \text{ MPa}$$

$$l_{nHV} = 140,97 \text{ mm}$$

$$\lambda_m = 100$$

$$J_{nHV} = \frac{\pi \cdot d_{nHV}^4}{64} = \frac{\pi \cdot 10^4}{64} = 490,1 \text{ mm}^4$$

$$S_{nHV} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 10^2}{4} = 78,5 \text{ mm}^2$$



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

$$j_{nHV} = \sqrt{\frac{J_{nHV}}{S_{nHV}}} = \sqrt{\frac{490,1}{78,5}} = 2,498$$

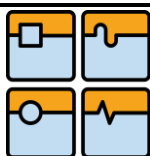
$$\lambda_{nHV} = \frac{l_{nHV}}{j_{nHV}} = \frac{140,97}{2,498} = 56,4 \Rightarrow \lambda_{nHV} < \lambda_m$$

Součást není namáhána na vzpěr, ale na prostý tlak.

$$\sigma_t = \frac{F_{NAP}}{S_{nHV}} = \frac{1707}{78,5} = 21,7 \text{ MPa}$$

$$\sigma_t < \sigma_D$$

Napínací šroub vyhovuje

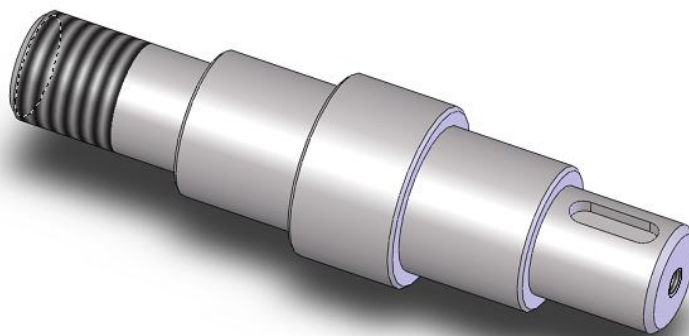


3.1.3 Výpočet hřídele hlavního vřetene

Hřídel (Obr. 3.9) je rotačně uložen v pouzdrů hlavního vřetene pomocí dvou radikálních jednořadých kuličkových ložisek s typovým označením SKF Explorer 6008. Na jednom konci hřídele je uchycen hlavní pilový kotouč pomocí čelistí dotažených maticí. Druhý konec je osazen řemenicí, ze které je krouticí moment na hřídel přenášen přes těsné pero. Řemenice je proti pohybu na hřídeli zajištěna šroubem. Materiál hřídele volena ocel 11 523.

Dovolené napětí v ohybu pro ocel 11 523

$$\sigma_{DO} = 70 \text{ MPa}$$

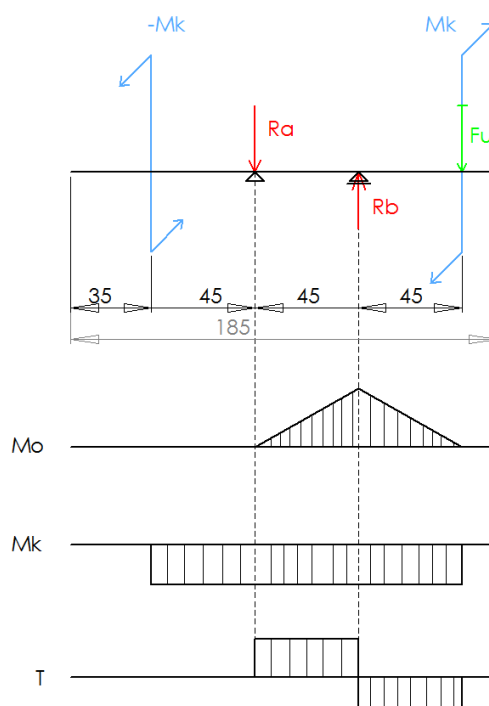


Obr. 3.9 – Hřídel hlavního vřetene

Krouticí moment přenášený hřídelí hlavního vřetene

$$M_{2kHV} = \frac{P_{HV} \cdot 1000 \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot n'_{2HV}} = \frac{7,5 \cdot 1000 \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot 3802} = 19,44 \text{ Nm}$$

Hřídel je namáhána na ohyb a krut (Obr. 3.10)



Obr. 3.10 – Průběh zatížení hřídele na hlavním vřetenu



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Výpočet reakčních sil v podporách.

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow -R_a + R_b - F_{uHV} = 0$$

$$R_a = R_b - F_{uHV}$$

$$\sum M_{OA} = 0 \Rightarrow 45 \cdot R_b - (45 + 45) \cdot F_{uHV} = 0$$

$$R_b = \frac{(45 + 45) \cdot F_{uHV}}{45} = \frac{(45 + 45) \cdot 837,6}{45} = 1675,2 N$$

$$R_a = 1675,2 - 837,6 = 837,6 N$$

Maximální ohybový moment v podpoře B

$$M_{o\max} = F_{uHV} \cdot 45 = 837,6 \cdot 45 = 37692 Nmm = 37,692 Nm$$

Redukovaný moment

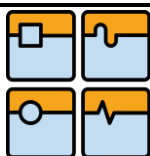
$$M_{red} = \sqrt{M_{o\max}^2 + 0,75 \cdot M_{k2HV}^2} = \sqrt{37,692^2 + 0,75 \cdot 19,44^2} = 41,3 Nm$$

Modul průřezu

$$\sigma_{DO} = \frac{M_{red}}{W_{OhHV}} \Rightarrow W_{OhHV} = \frac{M_{red}}{\sigma_{DO}} = \frac{41300}{70} = 590 mm^3$$

Minimální průměr hřídele

$$d_{\min HV} = \sqrt[3]{\frac{W_{OhHV} \cdot 32}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{590 \cdot 32}{\pi}} = 18,18 mm$$

**3.1.4 Kontrola kuličkových ložisek hlavního vřetene**

Ložiska použitá na hřídeli hlavního vřetene jsou označena SKF Explorer 6008 (Obr. 3.11).

Parametry ložiska

$$d_{L1} = 40 \text{ mm}$$

$$D_{L1} = 68 \text{ mm}$$

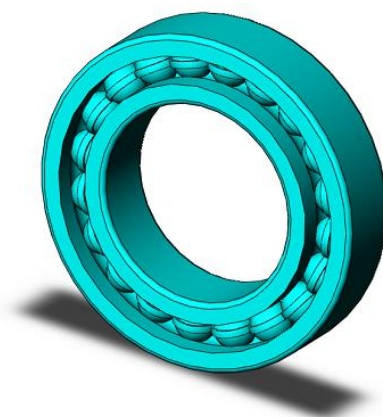
$$B_{L1} = 15 \text{ mm}$$

$$C_{d1} = 32500 \text{ N}$$

Radiální zatížení ložiska je rovno reakční síle v podpoře B

Minimální trvanlivost ložiska

$$L_{L1} = \left(\frac{C_{d1}}{F_{R1}} \right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n_{2HV}} = \left(\frac{32500}{1675,2} \right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 3802} = 32010h$$



Obr. 3.11 – Ložisko SKF Explorer 6008



3.1.5 Kontrola pera

Na hlavním hřídeli je použito těsné pero 8e7 x 7 x 25. Pomocí tohoto pera je přenášén kroutící moment z řemenice na hřídel.

Kontrola pera na otlačení

Síla působící na pero

$$F_p = \frac{M_{k2HV}}{r_{pHV}} = \frac{19,44}{\frac{15}{1000}} = 1296 N$$

Kontaktní plocha

$$S_{kp} = t_1 \cdot (l_p - 2 \cdot R_p) = 2,9 \cdot (25 - 2 \cdot 4) = 49,3 mm^2$$

Otlačení

$$\tau_D = \frac{F_p}{S_{kp}} = \frac{1296}{49,3} = 26,3 MPa$$

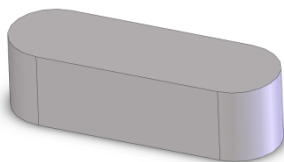
Kontrola pera na stříh

Stříhová plocha

$$S_{sp} = b \cdot (l_p - 2 \cdot R_p) + \pi \cdot R_p^2 = 2,9 \cdot (25 - 2 \cdot 4) + \pi \cdot 4^2 = 186,3 mm^2$$

Stříhové napětí

$$\tau = \frac{F_p}{S_{sp}} = \frac{1296}{186,3} = 6,9 MPa$$



Obr. 3.12 – Pero 8e7 x 7 x 25

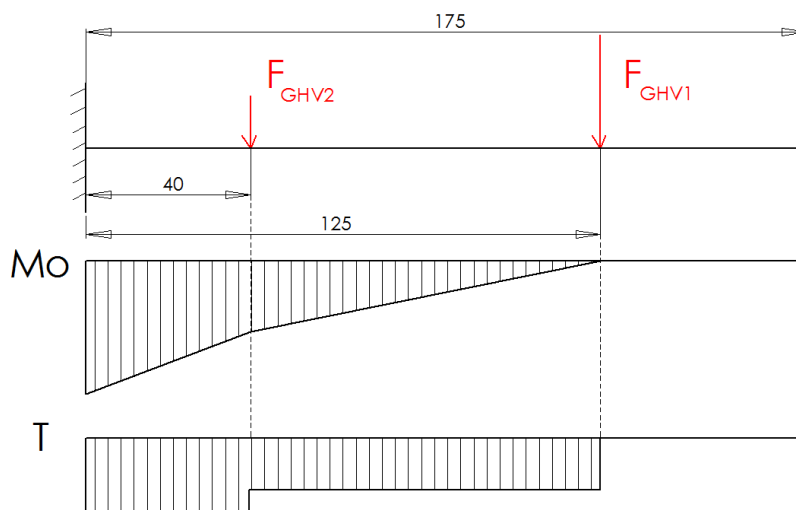


3.1.6 Výpočet čepu hlavního vřetene

Čep hlavního vřetene je namáhán na ohyb. Zatížení čepu je tvořeno především od tíhové síly elektromotoru. Materiál čepu volena ocel 11 523.

Dovolené napětí v ohybu pro ocel 11 523

$$\sigma_{DO} = 70 \text{ MPa}$$



Obr. 3.13 – Průběh zatížení na čepu hlavního vřetene

Maximální ohybový moment

$$M_{OCHV} = 40 \cdot F_{GHV2} + 125 \cdot F_{GHV1}$$

$$M_{OCHV} = 40 \cdot 135 + 125 \cdot 750 = 99150 \text{ Nmm}$$

Modul průřezu

$$\sigma_{DO} = \frac{M_{OCHV}}{W_{OCHV}} \Rightarrow W_{OCHV} = \frac{99150}{70} = 1416,4 \text{ mm}^3$$

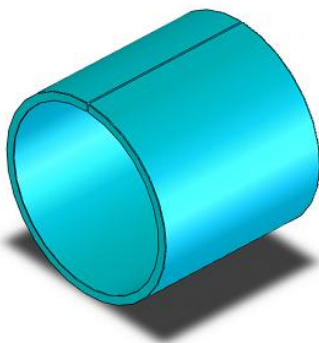
Minimální průměr čepu

$$d_{\min cHV} = \sqrt[3]{\frac{W_{OCHV} \cdot 32}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{1416,4 \cdot 32}{\pi}} = 24,3 \text{ mm}$$



3.1.7 Kluzná ložiska hlavního mechanismu

V mechanismu hlavního vřetene jsou použita samomazná kluzná ložiska zajišťující natáčivý pohyb okolo čepu hlavního vřetene. Ložiska jsou od firmy SKF (Obr. 3.14) s typovým označením PCM 404430 B



Obr. 3.14 – Kluzné ložisko SKF PCM 404430 B

Rozměry ložiska:

$$d_{klHV} = 40 \text{ mm}$$

$$D_{klHV} = 44 \text{ mm}$$

$$L_{klHV} = 30 \text{ mm}$$

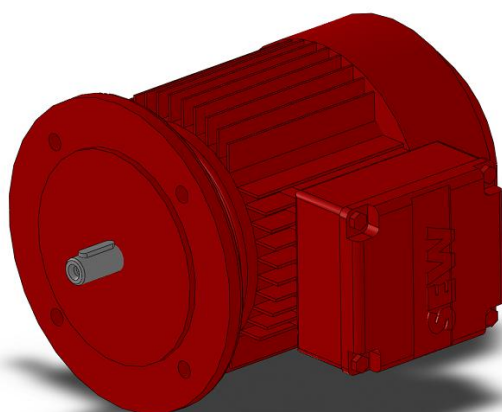
$$\tau_{Dkl} = 2,1 \text{ MPa}$$

Statické zatížení ložiska

$$\tau_{klHV} = \frac{F_{GHV1}}{d_{klHV} \cdot 2 \cdot L_{klHV}} = \frac{750}{40 \cdot 2 \cdot 30} = 0,31 \text{ MPa}$$

3.2 Návrh mechanismu předřezového vřetene

Mechanismus předřezového vřetene je navrhnout pro pohon asynchronním třífázovým elektromotorem od firmy SEW s typovým označením DFT71D2 o jmenovitém výkonu 0,55KW. Mechanismus předřezového vřetene je založen na stejném principu jako mechanismus hlavního vřetene.



Motor SEW DFT71D2:

$P_{PV} = 0,55 \text{ KW}$

$M_{kPV} = 1,9 \text{ Nm}$

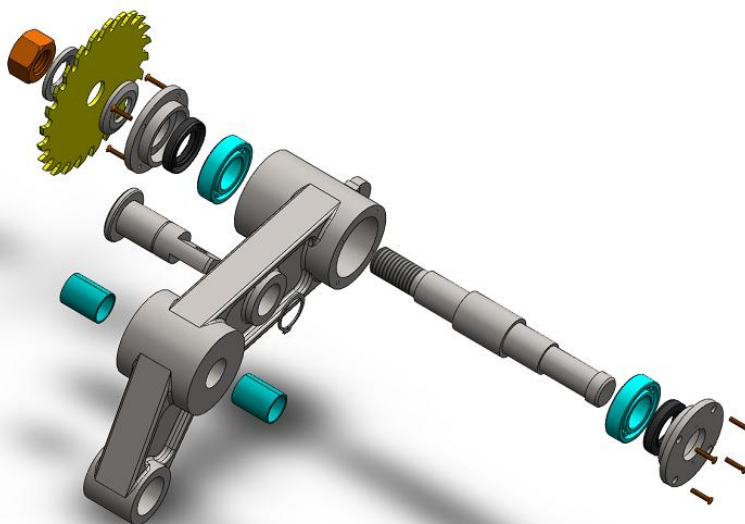
$n_{1PV} = 2700 \text{ ot/min}$

$d_{MV\text{ýstupní}} = 14 \text{ mm}$

$m_{mPV} = 7 \text{ kg}$

Pero – 5e7 x 5 x 22

Obr. 3.15 – Motor SEW DFT71D2



Obr. 3.16 – Rozložený pohled předřezového vřetene

3.2.1 Řemenový převod předřezového vřetene

Řemenový převod u předřezového vřetene je realizován pomocí plochého řemenu. Při volbě převodu bylo přihlédnuto k malému přenášenému výkonu a potřebě zvýšit a maximalizovat prorez předřezového kotouče.

Převodový poměr předřezového vřetene

$n_{1PV} = 2700 \text{ ot/min}$ – dáno typem motoru

$n_{2PV} = 8500 \text{ ot/min}$ – voleno na základě velikosti předřezového pilového kotouče

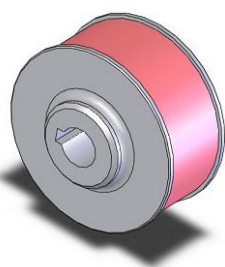
$$i_{PV} = \frac{n_{1PV}}{n_{2PV}} = \frac{2700}{8500} = 0,32$$

Výpočtové průměry řemenic

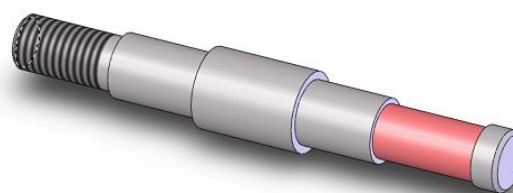
$d_{p2} = 20 \text{ mm}$ – řemen je umístěn přímo na hřídeli předřezového vřetene

$$d_{p1} = \frac{d_{p2}}{i_{PV}} = \frac{20}{0,32} = 62,5 \text{ mm}$$

Na mechanismu je použitý tzv. převod do rychla. Na hřídeli motoru je nasazena řemenice s větším výpočtovým průměrem $d_{p1} = 62,5 \text{ mm}$ (). Na hřídeli je řemen veden přímo. Na obrázku jsou plochy pro řemen označeny červenou barvou ().



Obr. 3.17 – Řemenice PV



Obr. 3.18 – Hřidel PV

Použit plochý řemen od firmy PIKRON s typovým označením T 150

Výpočet řemene dle postupu uvedeném v příloze

Obvodová rychlost

$$v_{PV} = \frac{\pi \cdot d_{p1} \cdot n_{1PV}}{1000 \cdot 60} = \frac{\pi \cdot 62,5 \cdot 2700}{1000 \cdot 60} = 8,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Meziosová vzdálenost a výpočtová délka

$$A_{PV} = 200 \text{ mm}$$

Výpočtová délka

$$L_{pPV} = \frac{\pi}{2} \cdot (d_{p1} + d_{p2}) + 2 \cdot A_{PV} + \frac{(d_{p1} - d_{p2})^2}{4 \cdot A_{PV}}$$

$$L_{pPV} = \frac{\pi}{2} \cdot (62,5 + 20) + 2 \cdot 200 + \frac{(62,5 - 20)^2}{4 \cdot 200} = 538 \text{ mm}$$

Úhel opásání malé řemenice

$$\cos \frac{\beta}{2} = \frac{d_{p1} - d_{p2}}{2 \cdot A_{pV}} = \frac{62,5 - 20}{2 \cdot 200} = 0,106$$

$$\frac{\beta}{2} = 83,9^\circ \Rightarrow \beta = 2 \cdot 83,9 = 167,8^\circ$$

Napětí v řemenu

$$F_{pl} = \frac{P_{pV}}{v_{pV}} = \frac{550}{8,8} = 62,5 N$$

Předpětí řemene

$$F_{uPV} = 3 \cdot F_{pl} = 3 \cdot 62,5 = 187,5 N$$

Minimální šířka řemene

$$K_1 = 1,2$$

$$K_2 = 1$$

$$K_3 = 1$$

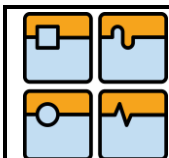
$$F_{cm} = 300 N/cm$$

$$S_{min} = \frac{F_{pl}}{F_{cm}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = \frac{62,5}{300} \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 0,25 cm = 2,5 mm$$

Šířka řemene zvolena 20 mm

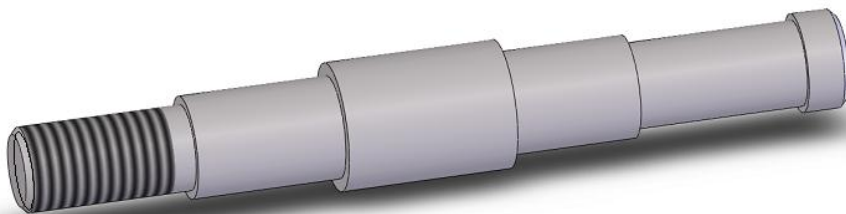


Obr. 3.19 – Plochý řemen T 150



3.2.2 Výpočet hřídele předřezového vřetene

Hřídel je rotačně uložen v pouzdru ramene předřezového vřetene pomocí dvou radiálních jednořadých kuličkových ložisek s typovým označením SKF Explorer 6005. Na jednom konci hřídele je uchycen předřezový pilový kotouč pomocí čelistí dotažených maticí. Na druhém konci je hřídel upravena pro přenos kroutícího momentu z řemenu přímo na hřídel. Materiál hřídele je ocel 11 523.

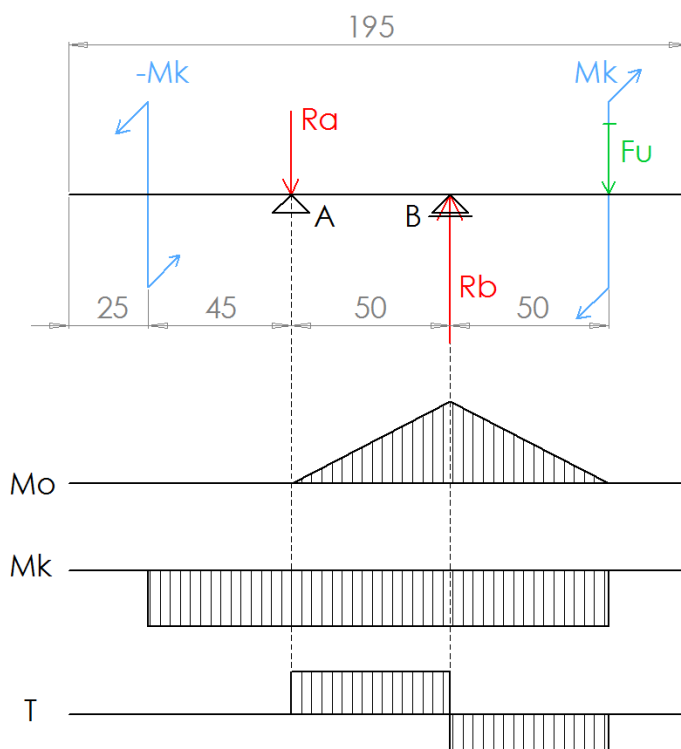


Obr. 3.20 – Hřídel předřezového vřetene

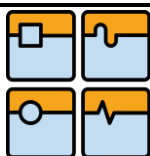
Kroutící moment přenášený hřídelem předřezového vřetene

$$M_{k2PV} = \frac{P \cdot 1000 \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot n_{2PV}} = \frac{0,55 \cdot 1000 \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot 8500} = 0,618 Nm = 618 Nmm$$

Hřídel je namáhán na ohyb a krut (Obr. 3.21)



Obr. 3.21 – Průběh zatížení na předřezovém hřídeli



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Výpočet reakčních sil v podporách.

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow -R_a + R_b - F_{uPV} = 0$$

$$R_a = R_b - F_{uPV}$$

$$\sum M_{OA} = 0 \Rightarrow 50 \cdot R_b - (50 + 50) \cdot F_{uPV} = 0$$

$$R_b = \frac{(50 + 50) \cdot F_{uPV}}{50} = \frac{(50 + 50) \cdot 187,5}{50} = 375 N$$

$$R_a = 375 - 187,5 = 187,5 N$$

Maximální ohybový moment v podpoře B

$$M_{o\max} = F_{uPV} \cdot 50 = 187,5 \cdot 50 = 9375 Nmm = 9,375 Nm$$

Redukovaný moment

$$M_{red} = \sqrt{M_{o\max}^2 + 0,75 \cdot M_{k2PV}^2} = \sqrt{9,375^2 + 0,75 \cdot 0,62^2} = 9,39 Nm$$

Modul průřezu

$$\sigma_{DO} = \frac{M_{red}}{W_{OhPV}} \Rightarrow W_{OhPV} = \frac{M_{red}}{\sigma_{DO}} = \frac{9390}{70} = 134,14 mm^3$$

Minimální průměr hřídele

$$d_{\min PV} = \sqrt[3]{\frac{W_{OhPV} \cdot 32}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{134,14 \cdot 32}{\pi}} = 11,09 mm$$

3.2.3 Kontrola kuličkových ložisek předřezového vřetene

Ložiska použitá na hřídeli předřezového vřetene nesou typové označení SKF Explorer 6005 (Obr. 3.22).

Parametry ložiska

$d_{L2} = 25 \text{ mm}$

$D_{L2} = 47 \text{ mm}$

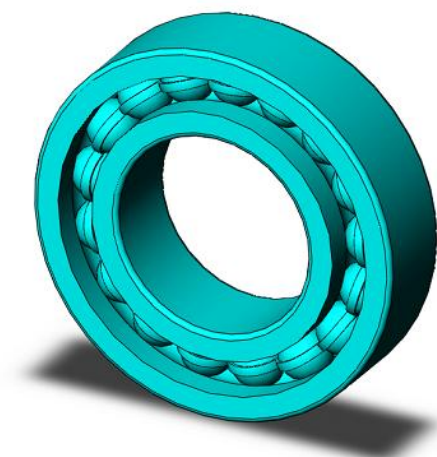
$B_{L2} = 12 \text{ mm}$

$C_{d2} = 11900 \text{ N}$

Radiální zatížení ložiska je rovno reakční síle v podpoře B

Minimální trvanlivost ložiska

$$L_{L2} = \left(\frac{C_{d2}}{F_{R2}} \right)^2 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n_{2PV}} = \left(\frac{11900}{375} \right)^2 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 8500} = 62633h$$



Obr. 3.22 – Ložisko SKF Explorer 6005

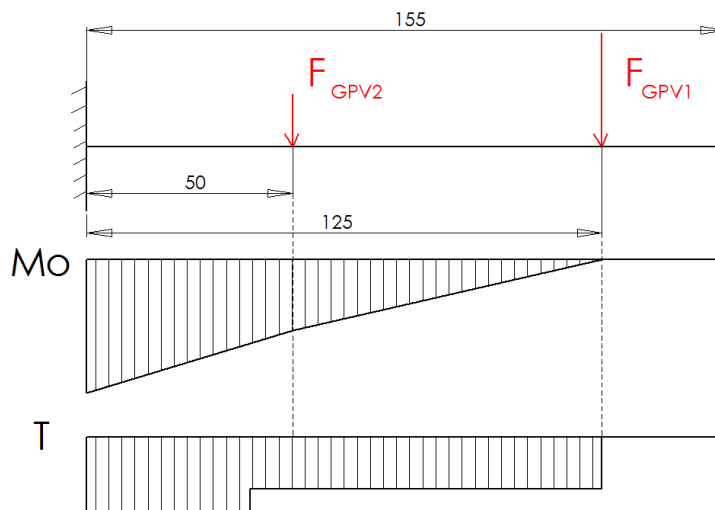


3.2.4 Výpočet čepu předřezového vřetene

Čep předřezového vřetene je namáhán na ohyb. Zatížení čepu je tvořeno především od tíhové síly elektromotoru. Materiál čepu je ocel 11 523.

Dovolené napětí v ohybu pro ocel 11 523

$$\sigma_{DO} = 70 \text{ MPa}$$



Obr. 3.23 – Průběh zatížení na čepu předřezového vřetene

Maximální ohybový moment

$$M_{OcPV} = 50 \cdot F_{GPV2} + 125 \cdot F_{GPV1}$$

$$M_{OcPV} = 50 \cdot 59 + 125 \cdot 104 = 15950 \text{ Nmm}$$

Modul průřezu

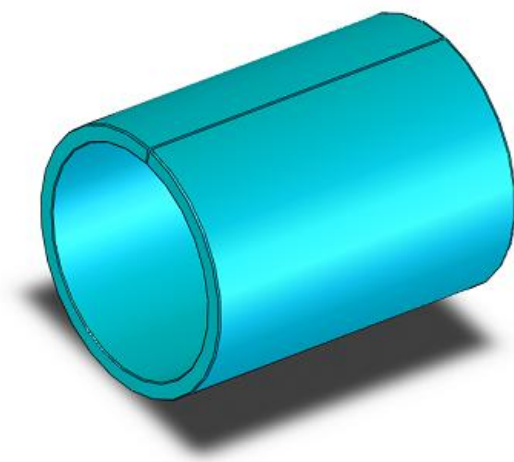
$$\sigma_{DO} = \frac{M_{OcPV}}{W_{OcPV}} \Rightarrow W_{OcPV} = \frac{15950}{70} = 227,8 \text{ mm}^3$$

Minimální průměr čepu

$$d_{\min cPV} = \sqrt[3]{\frac{W_{OcPV} \cdot 32}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{227,8 \cdot 32}{\pi}} = 13,24 \text{ mm}$$

3.2.5 Kluzná ložiska předřezového vřetene

V mechanismu předřezového vřetene jsou použity samomazná kluzná ložiska od firmy SKF s typovým označením PCM 202330 (Obr. 3.24). Tato ložiska zajišťují natáčivý pohyb ramen okolo čepu, nalisovaného v těle mechaniky formátovací pily.



Obr. 3.24 – Kluzné ložisko SKF PCM 202330

$d_{klPV} = 20 \text{ mm}$
 $D_{klPV} = 23 \text{ mm}$
 $L_{klPV} = 30 \text{ mm}$
 $\tau_{Dkl} = 2,1 \text{ MPa}$

Statické zatížení ložiska

$$\tau_{klPV} = \frac{F_{GPV1}}{d_{klPV} \cdot 2 \cdot L_{klPV}} = \frac{104}{20 \cdot 2 \cdot 30} = 0,08 \text{ MPa}$$

$$\tau_{klPV} \leq \tau_{Dkl}$$

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 41
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

4 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo provést rešerši v oblasti formátovacích pil a vypracovat návrh vlastní konstrukce mechaniky formátovací pily. Formátovací pily jsou stroje, určeny pro dělení velkoplošných materiálů.

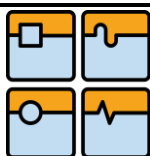
Druhá kapitola je věnována popisu a základním technickým parametrům formátovacích pil od různých výrobců. Na současném trhu jsou dostupné formátovací pily, rozděleny na použití do malosériových, sériových a velkosériových provozů. Formátovací pily jsou konstruovány s různými mechanismy nastavování výšky prořezu a velkou škálou pohonů. Stroje pro velkosériovou výrobu jsou většinou vybaveny NC řízením.

Třetí kapitola obsahuje popis vlastního návrhu konstrukce mechaniky formátovací pily. Tato konstrukce používá rotačních mechanismů k nastavení výšky prořezu. Přenos kroutícího momentu od pohonů na vřetena je zajištěn řemenovými převody.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 42
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

5 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. ROJEK dřevobráběcí stroje a.s. [Online] 2006 - 2008. [Citace: 04. 04 2010.] <http://www.rojek.cz/>.
2. Dřevobráběcí stroje Jeřábek. [Online] 2009. [Citace: 04. 04 2010.] <http://jerabek-stroje.cz/>.
3. PROMA CZ. [Online] 2008. [Citace: 04. 04 2010.] <http://www.promacz.cz/>.
4. GRIGGIO. [Online] 2009. [Citace: 04. 04 2010.] <http://www.griggio.com/>.
5. Formátovací pily Rojek, Griggio, Altendorf, Elcon. [Online] 2005. [Citace: 04. 04 2010.] <http://www.formatovacipila.cz/>.
6. BG Technik. [Online] 2009. [Citace: 04. 04 2010.] <http://www.bgtechnik.cz/>.
7. SKF Group. [Online] 2009. [Citace: 04. 04 2010.] <http://www.skf.com/portal/skf/home>.
8. ALTENDORF. [Online] 2009. [Citace: 04. 04 2010.] <http://www.altendorf.de/>.
9. SCHEPPACH. [Online] 2009. [Citace: 04. 04 2010.] <http://www.scheppach.com/en/home.html>.
10. SEW-EURODRIVE. [Online] 2009. [Citace: 04. 04 2010.] <http://www.sew.cz/>.
11. TYMA. [Online] 2004 - 2009. [Citace: 04. 04 2010.] <http://www.tyma.cz/>.
12. PIKRON. [Online] 2009. [Citace: 04. 04 2010.] <http://www.pikron.cz/>.
13. ELESA GANTER. [Online] 2002 - 2005. [Citace: 04. 04 2010.] <http://www.elesa-ganter.com/>.
14. **LEINVEBER, Jan, ŘASA, Jaroslav a VÁVRA, Pavel.** *Strojnické tabulky*. 3. vydání. Praha : Scienta, 2000. str. 985. ISBN 80-7183-164-6.
15. FELDER. [Online] 2009. [Citace: 04. 04 2010.] <http://www.felder.at/>.
16. EINHELL Group. [Online] 2009. [Citace: 04. 04 2010.] <http://www.einhell.com/>.
17. HENNLICH těsnění, hřídelová těsnění. [Online] 2009. [Citace: 04. 04 2010.] <http://www.hennlich.cz/>.
18. KANEFUSA Corporation. [Online] 2009. [Citace: 04. 04 2010.] <http://www.kanefusa.net/>.



6 SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Tab. 11 – Seznam symbolů

Symbol, zkratka	Jednotka	Název
ΣF_y	N	Suma sil v ose y
A_{HV}	mm	Meziosová vzdálenost řemenic hlavního vřetene
A_{PV}	mm	Meziosová vzdálenost řemenic předřezového vřetene
b	mm	Šířka pera
B_{L1}	mm	Šířka ložiska SKF Explorer 6008
B_{L2}	mm	Šířka ložiska SKF Explorer 6005
c_1	-	Součinitel úhlu opásání
c_2	-	Součinitel provozního zatížení
c_3	-	Součinitel délky klínového řemene
C_{d1}	N	Dynamická únosnost ložiska SKF Explorer 6008
C_{d2}	N	Dynamická únosnost ložiska SKF Explorer 6005
d_{klHV}	mm	Vnitřní průměr kluzného ložiska SKF PCM 404430 B
D_{klHV}	mm	Vnější průměr kluzného ložiska SKF PCM 404430 B
d_{klPV}	mm	Vnitřní průměr kluzného ložiska SKF PCM 202230
D_{klPV}	mm	Vnější průměr kluzného ložiska SKF PCM 202230
d_{L1}	mm	Průměr vnitřního kroužku ložiska SKF Explorer 6008
D_{L1}	mm	Průměr vnějšího kroužku ložiska SKF Explorer 6008
d_{L2}	mm	Průměr vnitřního kroužku ložiska SKF Explorer 6005
D_{L2}	mm	Průměr vnějšího kroužku ložiska SKF Explorer 6005
d_{M2V} výstupní	mm	Výstupní průměr hřídele motoru SEW DFT71D2
d_{mincHV}	mm	Minimální průměr čepu hlavního vřetene
d_{mincPV}	mm	Minimální průměr čepu předřezového vřetene
d_{minHV}	mm	Minimální průměr hřídele hlavního vřetene
d_{minPV}	mm	Minimální průměr hřídele předřezového vřetene
d_{MV} výstupní	mm	Výstupní průměr hřídele motoru SEW DFV132M2
d_{p1}	mm	Výpočtový průměr řemenice motoru
d_{p2}	mm	Výpočtový průměr řemenice hřídele
F_{cm}	N	Maximální doporučená síla na 1 cm šířky řemene
F_{GHV}	N	Tíhová síla mechanismu hlavního vřetene
F_{GPV}	N	Tíhová síla mechanismu předřezového vřetene
F_{NAP}	N	Napínací síla v napínacím šroubu
F_{NAPn}	N	Napínací síla normálová
F_{oHV}	N	Obvodová síla přenášená řemeny na hlavním vřetenu
F_p	N	Síla přenášená perem
F_{pl}	N	Síla přenášená plochým řemenem
F_{R1}	N	Radiální zatížení ložiska SKF Explorer 6008
F_{R2}	N	Radiální zatížení ložiska SKF Explorer 6005
F_{uHV}	N	Pracovní předpětí řemenů na hlavním vřetenu
F_{uPV}	N	Předpětí řemene
i'_{HV}	-	Skutečný převodový poměr hlavního vřetene
i_{HV}	-	Převodový poměr hlavního vřetene
i_{PV}	-	Převodový poměr předřezového vřetene

J_{nHV}	mm^4	Kvadratický moment průřezu napínacího šroubu HV
j_{nHV}	mm	Poloměr kvadratického momentu průřezu napínacího šroubu HV
K_1	-	Provozní koeficient plochého řemene
K_2	-	Napínací koeficient
K_3	-	Koeficient úhlu opásání malé řemenice
L_{klHV}	mm	Délka kluzného ložiska SKF PCM 404430 B
L_{klPV}	mm	Délka kluzného ložiska SKF PCM 202230
L_{L1}	h	Minimální trvanlivost ložiska SKF Explorer 6008
L_{L2}	h	Minimální trvanlivost ložiska SKF Explorer 6005
l_{nHV}	mm	Délka napínacího šroubu
l_p	mm	Délka pera
L_{pHV}	mm	Obvodová délka řemene hlavního vřetene
L_{pPV}	mm	Výpočtová délka řemene předřezového vřetene
M_{k2HV}	Nm	Krouticí moment přenášený hřídelem hlavního vřetene
M_{k2PV}	Nm	Krouticí moment přenášený hřídelem předřezového vřetene
M_{kHV}	Nm	Nominální krouticí moment motoru SEW DFV132M2
M_{kPV}	Nm	Nominální krouticí moment motoru SEW DFT71D2
m_{mHV}	kg	Hmotnost motoru SEW DFV132M2
M_{OA}	Nm	Ohybový moment k podpoře A
M_{OcHV}	Nm	Maximální ohybový moment čepu hlavního vřetene
M_{OcPV}	Nm	Maximální ohybový moment čepu předřezového vřetene
M_{Omax}	Nm	Maximální ohybový moment
M_{red}	Nm	Moment redukováný
n'_{2HV}	ot/min	Skutečné otáčky hřídele hlavního vřetene
n_{1HV}	ot/min	Otáčky motoru hlavního vřetene
n_{1PV}	ot/min	Otáčky motoru předřezového vřetene
n_{2HV}	ot/min	Otáčky hřídele hlavního vřetene
n_{2PV}	ot/min	Otáčky hřídele předřezového vřetene
P_{HV}	KW	Výkon motoru SEW DFV0132M2
P_{PV}	KW	Výkon motoru SEW DFT71D2
P_r	KW	Výkon přenášený jedním úzkým řemenem
R_a	N	Reakční síla v podpoře A
R_b	N	Reakční síla v podpoře B
R_p	mm	Poloměr zaoblení pera
r_{pHV}	mm	Poloměr hřídele na kterém je umístěno pero
S_{kp}	mm^2	Plocha pera pro kontrolu na otláčení
S_{min}	mm	Minimální šířka plochého řemene
S_{nHV}	mm^2	Průřez napínacího šroubu hlavního vřetene
S_{sp}	mm^2	Plocha pera pro kontrolu na stříh
t_1	mm	Výška drážky pro pero v náboji
v_{HV}	m/s	Obvodová rychlost řemene hlavního vřetene
v_{PV}	m/s	Obvodová rychlost řemene předřezového vřetene
W_{OcHV}	mm^3	Modul průřezu v ohybu čepu hlavního vřetene
W_{OhHV}	mm^3	Modul průřezu v ohybu hřídele hlavního vřetene
W_{OhPV}	mm^3	Modul průřezu v ohybu hřídele předřezového vřetene
z	-	Počet řemenů na hlavním vřetenu
β	°	Úhel opásání malé řemenice

λ_m	-	Mezní štíhlost
λ_{nHV}	-	Štíhlost napínacího šroubu hlavního vřetene
σ_{DO}	MPa	Dovolené napětí v ohybu
σ_t	MPa	Napětí v tlaku
σ_{tD}	MPa	Dovolené napětí v tlaku
τ	MPa	Střihové napětí
τ_D	MPa	Otlačení pera
τ_{Dkl}	MPa	Dovolené zatížení kluzných ložisek
τ_{klHV}	MPa	Zatížení kluzného ložiska SKF PCM 404430 B
τ_{klPV}	MPa	Zatížení kluzného ložiska SKF PCM 202230

Tab. 12 – Seznam zkratk

Zkratka	Význam
ST	Strojnické tabulky
HV	Hlavní vřeteno
PV	Předřezové vřeteno

7 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2.1 – Formátovací pila PK 250A (1)	11
Obr. 2.2 – Formátovací pila PK 300A (1)	11
Obr. 2.3 – Formátovací pila PK 315A (1)	11
Obr. 2.4 – Formátovací pila PK 320A (1)	11
Obr. 2.5 – Formátovací pila PF 300L (1)	12
Obr. 2.6 – Formátovací pila PF 350 (1).....	12
Obr. 2.7 – Formátovací pila PF 400S (1).....	12
Obr. 2.8 – Formátovací pila PKV 300RP (2)	13
Obr. 2.9 – Formátovací pila PKV 300R (2).....	13
Obr. 2.10 – Formátovací pila PKV 350RP (2)	14
Obr. 2.11 – Formátovací pila PKV 350R (2).....	14
Obr. 2.12 – Formátovací pila PKV 400RS (2)	15
Obr. 2.13 – Formátovací pila PKV 400E (2).....	15
Obr. 2.14 – Formátovací pila PKV 400NC (2).....	15
Obr. 2.15 – Formátovací pila PKS-300F (3)	16
Obr. 2.16 – Formátovací pila PKS-315F (3)	16
Obr. 2.17 – Formátovací pila Forsa 9 (4)	17
Obr. 2.18 – Formátovací pila Forsa 8 (4)	17
Obr. 2.19 – Formátovací pila Forsa 6 (4)	17
Obr. 2.20 – Formátovací pila Forsa 4 (4)	17
Obr. 2.21 – Formátovací pila SC 1400 (5)	18
Obr. 2.22 – Formátovací pila SC 32 (5)	18
Obr. 2.23 – Formátovací pila CA 40PF (5)	19
Obr. 2.24 – Formátovací pila UNICA 400 (5).....	19
Obr. 2.25 – Formátovací pila UNICA 500 (5).....	19
Obr. 2.26 – Formátovací pila WA 6 (6).....	20
Obr. 2.27 – Formátovací pila WA 8 (6).....	20
Obr. 2.28 – Formátovací pila WA 80 (6).....	20
Obr. 2.29 – Formátovací pila F45 ELMO (6).....	20
Obr. 3.1 – Mechanika formátovací pily	21
Obr. 3.2 – Ovládání mechaniky formátovací pily	21
Obr. 3.3 – Motor SEW DFV132M2	22
Obr. 3.4 – Rozložený pohled hlavního vřetene	22
Obr. 3.5 – Řemenice HV 118	23
Obr. 3.6 – Řemenice HV 90	23
Obr. 3.7 – Řemen TYMA SPZ 1000	24
Obr. 3.8 – Síla působící na napínací šroub	25
Obr. 3.9 – Hřídel hlavního vřetene	27
Obr. 3.10 – Průběh zatížení hřídele na hlavním vřetenu	27
Obr. 3.11 – Ložisko SKF Explorer 6008	29
Obr. 3.12 – Pero 8e7 x 7 x 25	30
Obr. 3.13 – Průběh zatížení na čepu hlavního vřetene	31
Obr. 3.14 – Kluzné ložisko SKF PCM 404430 B.....	32
Obr. 3.15 – Motor SEW DFT71D2	33
Obr. 3.16 – Rozložený pohled předřezového vřetene.....	33
Obr. 3.17 – Řemenice PV	34
Obr. 3.18 – Hřídel PV	34

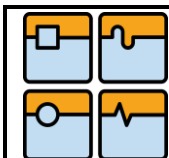
Obr. 3.19 – Plochý řemen T 150.....	35
Obr. 3.20 – Hřídel předřezového vřetene	36
Obr. 3.21 – Průběh zatížení na předřezovém hřídeli	36
Obr. 3.22 – Ložisko SKF Explorer 6005	38
Obr. 3.23 – Průběh zatížení na čepu předřezového vřetene.....	39
Obr. 3.24 – Kluzné ložisko SKF PCM 202330	40

8 SEZNAM TABULEK

Tab. 1 – Základní technické parametry EURO SERIE 5	11
Tab. 2 – Základní technické parametry INDUSTRY SERIE	12
Tab. 3 – Základní technické parametry PKV 300	13
Tab. 4 – Základní technické parametry PKV 350	14
Tab. 5 – Základní technické parametry PKV 400	15
Tab. 6 – Základní technické parametry PKS	16
Tab. 7 – Základní technické parametry Forsa.....	17
Tab. 8 – Základní technické parametry SC.....	18
Tab. 9 – Základní technické parametry CA	19
Tab. 10 – Základní technické parametry ALTENDORF	20
Tab. 11 – Seznam symbolů.....	43
Tab. 12 – Seznam zkratk.....	45

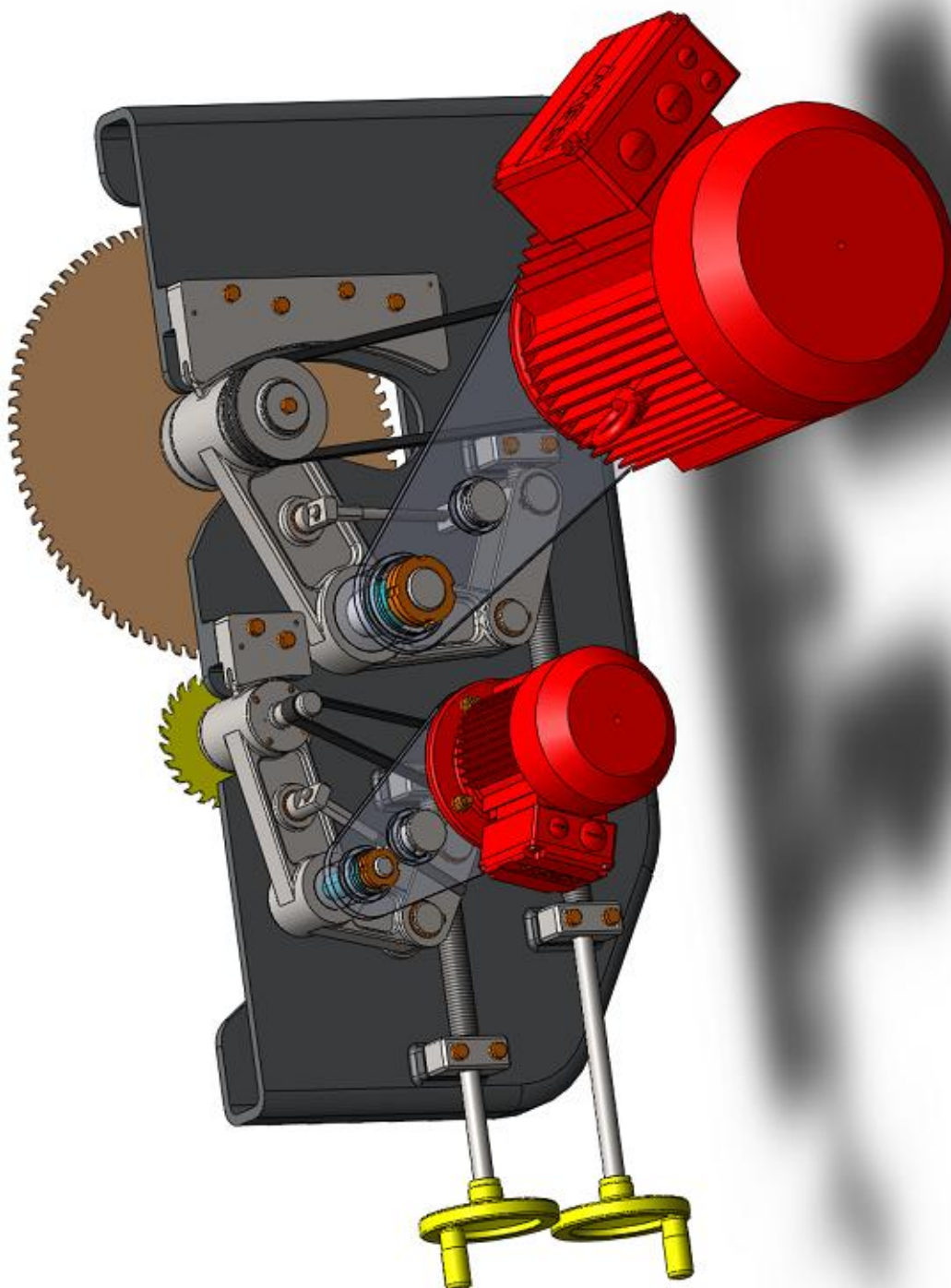
9 SEZNAM PŘÍLOH

- 1 – Obrázková příloha
- 2 – Výkresová dokumentace



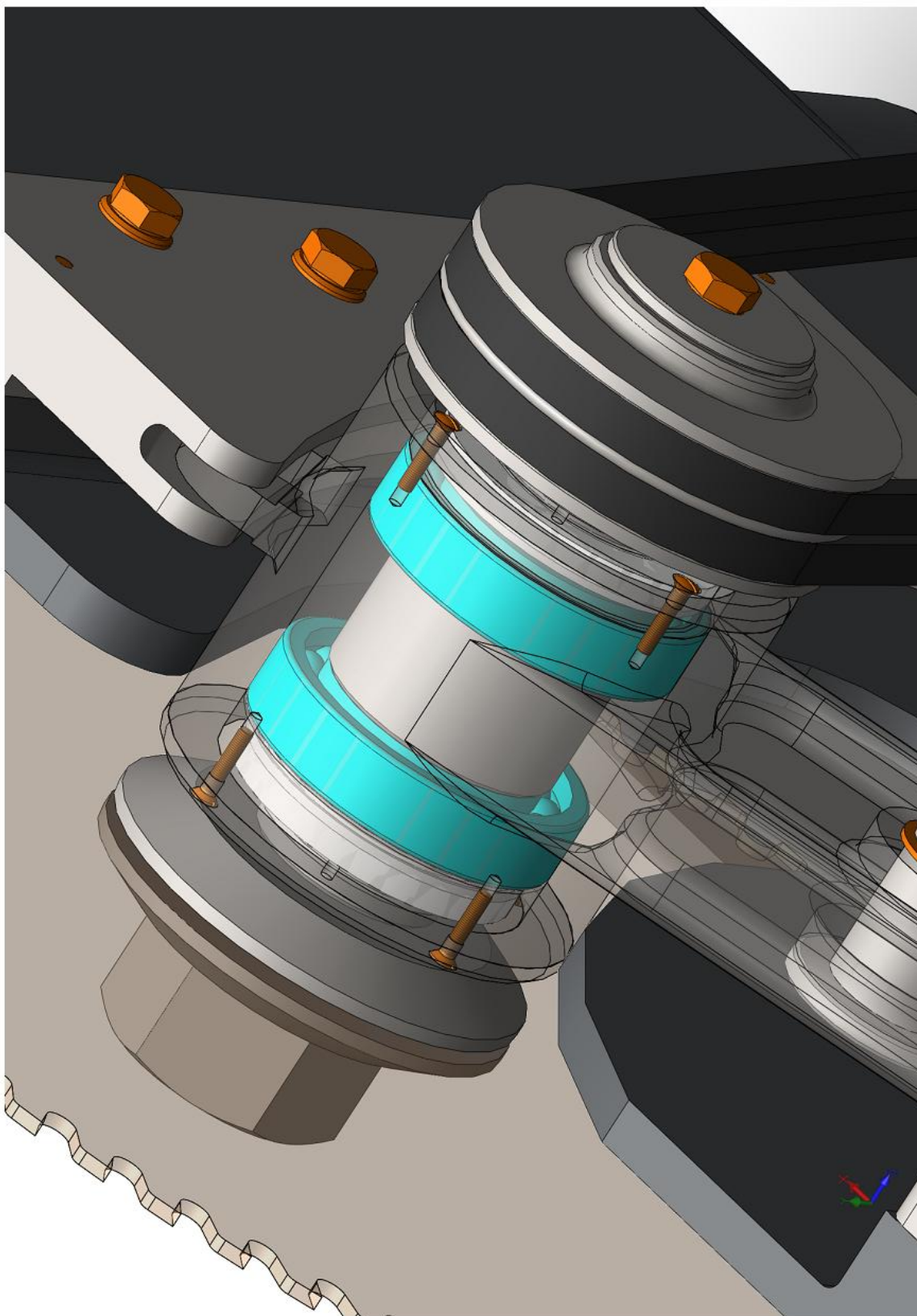
Příloha 1

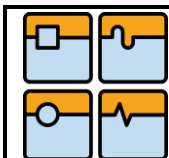
Mechanika formátovací pily 3D model





Hlavní vřeteno





Předřezové vřeteno

