

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BRNO 2017

ONDŘEJ BRYCHTA



Progresivní konstrukce míchačky stavebních hmot
Bakalářská práce

Vedoucí práce:
doc. Ing. Michal Černý, CSc.

Vypracoval:
Ondřej Brychta

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Progresivní konstrukce míchačky stavebních hmot vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....

podpis

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych tímto poděkovat vedoucímu práce doc. Ing. Michalu Černému, CSc. za jeho odborné a cenné rady, trpělivost a za jeho čas věnovaný konzultacím při psaní bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat rodině a všem blízkým za podporu během celého studia.

ABSTRAKT

V mojí bakalářské práci s názvem: „Progresivní konstrukce míchačky stavebních hmot“ se hlavně zabývám návrhem a konstrukcí spádové míchačky stavebních hmot pro domácí použití. V první části se zaměřuji na rozdělení míchaček podle různých hledisek. V druhé části se zabývám samotným návrhem a konstrukcí míchačky, hlavním a největším problémem je realizace pohonu, který jsem zvolil pomocí šnekové převodovky.

Klíčová slova: míchačka stavebních hmot, šnekový převod, konstrukce, návrh, beton, malta

ABSTRACT

In my thesis entitled "Progressive design mixers of building materials" are mainly concerned with the design and construction of a gravity mixer of building materials for home use. The first part focuses on the distribution of mixers according to various criteria. The second part deals with the actual design and construction of the mixer, the capital and the biggest problem is the implementation of the drive that I chose by a worm gear.

Keywords: mixer building materials, worm gear, construction, design, concrete, mortar

OBSAH

1	Úvod.....	9
2	Cíl práce.....	10
3	Seznam použitých veličin	11
4	Konstrukce míchačky stavebních hmot	14
4.1	Rozdělení míchaček podle způsobu míchání	14
4.1.1	Míchačka spádová.....	14
4.1.2	Míchačka kontinuální	15
4.1.3	Míchačka s nuceným mícháním	15
4.1.4	Míchačka žlabová	16
4.1.5	Míchačka aktivační.....	16
4.2	Další typy míchaček.....	17
5	Části míchačky.....	17
5.1	Šneková převodovka	17
5.1.1	Druhy šnekových soukolí	18
5.1.1.1	Soukolí se šnekem válcovým	18
5.1.1.2	Soukolí se šnekem globoidním.....	20
5.1.1.3	Typy šnekových soukolí.....	20
5.2	Řemenový převod	21
5.2.1	Druhy řemenů	23
5.2.1.1	Ozubené řemeny	23
5.2.1.2	Drážkové.....	23
5.2.1.3	Ploché	23
5.2.1.4	Klínové	24
6	Výpočty vlastního návrhu	24
6.1	Zadané hodnoty	24
6.2	Návrh šnekového soukolí.....	25

6.2.1	Výpočet rozměrů šnekového kola a šneku	25
6.2.1.1	Předběžný výpočet roztečného průměru šnekového kola	25
6.2.2	Výpočet modulu ozubení	26
6.2.2.1	Rozměry šneku	26
6.2.2.2	Rozměry šnekového kola	27
6.2.3	Pevnostní kontrola šnekového soukolí	28
6.2.3.1	Kontrola na dotyk	28
6.2.3.2	Kontrola na ohyb	29
6.2.4	Kontrola ložisek šneku.....	31
6.2.5	Kontrola svaru.....	32
6.2.5.1	Materiály.....	33
6.3	Tabulky s koeficienty	33
6.4	Cena.....	36
6.4.1	Výroba bubnu	36
6.4.2	Konstrukce rámu.....	36
6.4.3	Stabilita a ovladatelnost stroje	36
6.4.3.1	Stabilita.....	36
6.4.3.2	Ovladatelnost, obsluha a zajištění	36
6.5	Běžná údržba stroje	37
6.6	Poruchy	37
7	Závěr	39
	Literatura.....	40
	Seznam obrázků.....	42
	Seznam tabulek	43
	Seznam příloh	43

1 ÚVOD

Míchačka stavebních hmot slouží k promíchání suchých, kapalných a sypkých hmot v bubnu míchačky. Zařízení je určena k mísení betonových směsí, malt a jiných materiálů menšího rozsahu. Stroj, který jsem realizoval, je poháněna elektromotorem přes řemenový převod a šnekovou převodovku, ve které je namontována hřídel, která je pevně spojena s bubnem. Tento celek je umístěn na základové desce. Deska je uložena otočně v kluzných ložiscích rámu míchačky. Ozubený převod s otočným kolem nám slouží k naklopení a vyprázdnění obsahu bubnu. Pro lepší manipulaci celého zařízení je v rámu upevněná vysouvací oj. Dále jsou ve spodní části rámu umístěna dvě pojezdová kola. Rám je konstruován tak, aby zajistil stroji stabilitu a plynulý chod. Zařízení se uvede do provozu stlačením spínače na pojistné skříňce.

2 CÍL PRÁCE

Cílem předkládané bakalářské práce na téma progresivní konstrukce míchačky stavebních hmot je zhodnotit současné nejnovější poznatky v oblasti vývoje míchacího zařízení pro stavební účely a vypracovat vlastní návrh praktického, bezpečného a ekonomicky výhodného zařízení pro aplikaci stavebních hmot v soukromém sektoru.

3 SEZNAM POUŽITÝCH VELIČIN

Symbol	Veličina	Jednotka
u	převodové číslo šnekového soukolí	-
z_1	počet chodů šneku	-
z_2	počet zubů šnekového kola	-
d_2	předběžný výpočet roztečného průměru šnekového kola	mm
ψ_d	součinitel šířky věnce šnekového kola	-
K_H	součinitel přídatných zatížení	-
σ_{Hdov}	dovolené výpočtové napětí v dotyku	MPa
Z_H	součinitel mechanických vlastností materiálu	MPa ^{1/2}
γ'	úhel stoupání	°
m_n	předběžný modul ozubení	mm
d_1	roztečný průměr šneku	mm
q	součinitel průměru šneku	-
d_{a1}	hlavový průměr šneku	mm
d_{f1}	patní průměr šneku	mm
b_1	délka šroubovice šneku	mm
γ	skutečný úhel stoupání šroubovice	°
d_2	roztečný průměr šnekového kola	mm
d_{a2}	hlavový průměr šnekového kola	mm
d_{f2}	patní průměr šnekového kola	mm
d_{b2}	základní průměr šnekového kola	mm

b_2	šířka věnce šnekového kola	mm
p_n	normální rozteč	mm
$s_{n 1,2}$	tloušťka zubu v normální rovině	mm
v^*	součinitel hlavového převýšení šnekového kola	-
d_{ae2}	největší průměr šnekového kola	mm
φ	úhel zkosení věnce šnekového kola	°
a	roztečná vzdálenost os	mm
v_k	střední kluzná rychlost	$m.s^{-1}$
ε_α	součinitel záběru	-
δ_H	dotykové napětí	MPa
Z_E	součinitel mechanických vlastností materiálu	$MPa^{1/2}$
K_A	součinitel nerovnoměrnosti pohonu	-
K_V	součinitel vnitřních dynamických sil	-
$K_{H\alpha}$	součinitel rozdělení zatížení	-
K_H	součinitel přídatných zařízení	-
$\sigma_{H \lim}$	mez trvalé únavové pevnosti v dotyku	MPa
$S_{H \min}$	součinitel bezpečnosti	MPa
N_O	základní počet cyklu	-
N_E	ekvivalentní počet provozních cyklu	-
K_F	provozní součinitel	-
z_v	virtuální počet zubů	-
Y_F	součinitel tvaru zubu	-

Y_{β}	součinitel sklonu zubu	-
$\sigma_{F\text{dov}}$	dovolené napětí v ohybu	MPa
k_{β}	součinitel tvaru zubu	-
$S_{F\text{min}}$	součinitel bezpečnosti	-
$\sigma_{F\text{lim}}$	mez trvalé únavové pevnosti v ohybu	MPa
F_{t1}	tečná obvodová síla na šneku	N
F_{t2}	tečná obvodová síla na šnekovém kole	N
F_{a1}	axiální síla na šneku	N
F_{a2}	axiální síla na šnekovém kole	N
F_{r1}	radiální síla na šneku	N
F_{r2}	radiální síla na šnekovém kole	N
F_{AV}	síla v ložisku A	N
F_{BV}	síla v ložisku B	N
F_{BVX}	axiální síla v ložisku B	N
F_{Bvy}	radiální síla v ložisku B	N
e	dynamické ekvivalentní zatížení	-
L	životnost ložiska	hod
S_V	výsledná plocha svaru	mm ²
S	plocha svařovaného materiálu	mm ²
S´	plocha po svaření	mm ²
F	střížná síla	N

4 KONSTRUKCE MÍCHAČKY STAVEBNÍCH HMOT

Spádová míchačka stavebních hmot je zařízení, které slouží k mísení suchých, kapalných a sypkých materiálů v bubnu stroje, který se otáčí kolem své osy. Konstrukce této míchačky je jednodušší oproti velkým, které jsou konstrukčně náročnějším např. automíchačky.

Mé řešení je pro malé domácí využití.

Výhody:

- pořizovací cena
- malá hmotnost
- nenáročná opravy

Nevýhody:

- nemusí docházet k dokonalému promíchání
- ruční plnění bubnu
- stabilita
- rázy

4.1 Rozdělení míchaček podle způsobu míchání

4.1.1 Míchačka spádová

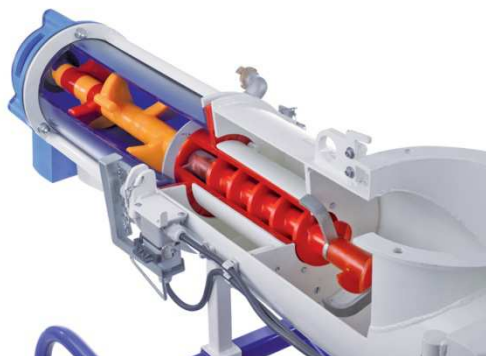
Otáčející se buben s lopatkami, které jsou v něm pevně spojeny, směs přesypává, mísí a současně ji podle sklonu lopatek a bubnu vynášejí ve směru osy ven. [1] [4]



Obr. 1 Míchačka spádová, [18]

4.1.2 Míchačka kontinuální

Otáčející se válec s lehce skloněnou osou otáčení, do kterého na horní straně vstupuje materiál, uvnitř pomocí lopatek a náklonu promísí a vytvoří požadovanou směs. Ve spodní části válce tato již hotová směs vystupuje a pokračuje ke zpracování. Míchačka pracuje nepřetržitě. [2] [4]



Obr. 2 Míchačka kontinuální řez, [19]

4.1.3 Míchačka s nuceným mícháním

Někdy nazývaná taky s nuceným oběhem. U míchačky s nuceným mícháním je to přesně naopak jako u spádové, kde se točí buben spolu s lopatkami. V tomto případě buben stojí a otáčejí se pouze lopatky, které s celou směsí promísí. [3], [4]



Obr. 3 Míchačka s nuceným míchaním STORCH, [20]

4.1.4 Míchačka žlabová

Pracuje na principu míchačky s nuceným pohybem. Může být i vícerotorová. Na rotorech jsou lopatky, které mísí směs a jsou umístěny ve žlabech celého stroje. Může pracovat s velkými objemy materiálu a je vysoce odolná proti opotřebení. [4]



Obr. 4 Míchačka žlabová, [21]

4.1.5 Míchačka aktivační

Zařízení, které se používá pro zvětšení pevnosti cementového tmele. Za použití vysokých otáček lopatek speciálních tvarů dochází k intenzivnějšímu promísení celé směsi a lepšímu pronikání vod mezi jemná zrna cementu. Při tom také dochází k otírání povrchu zrn o buben míchačky, a tím se zlepšují vlastnosti celé směsi, zejména pevnost. Touto metodou mísení směsi také můžeme ušetřit i několik procent cementu. [4]



Obr. 5 Míchačka aktivační, [22]

4.2 Další typy míchaček

Mezi další typy mohou patřit i míchačky, které zajišťují dopravu z betonárny na stavbu. Mají označení Transbeton. K dopravě se používají tzv. Autodomíhávače nebo automíchače. Tyto vozy mohou být vybaveny skluznými žlaby nebo čerpadlem s potrubím. [5]

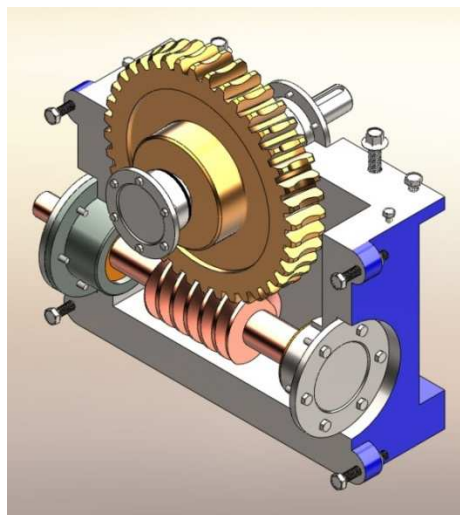


Obr. 6 Příklad Automíchače, [23]

5 ČÁSTI MÍCHAČKY

5.1 Šneková převodovka

Vznikne ze šroubového soukolí. Pokud počet zubů klesne na 1 až 3, vytvoří se souvislá šroubovice. K silovému působení dochází mezi šnekem a šnekovým kolem. Jedná se o pohyb dvou mimoběžných os natočených o úhel 90° . [6]



Obr. 7 Řez šnekovou převodovkou, [24]

Výhody:

- velký převodový poměr (až $i=1000$)
- přenos velkých výkonů => velká síla (radiální i axiální)
- samosvornost
- klidný a tichý chod
- malé rozměry

Nevýhody:

- menší účinnost
- velká osová síla
- náročná výroba => cena
- vyžaduje dokonalé mazání [6] [12]

5.1.1 Druhy šnekových soukolí

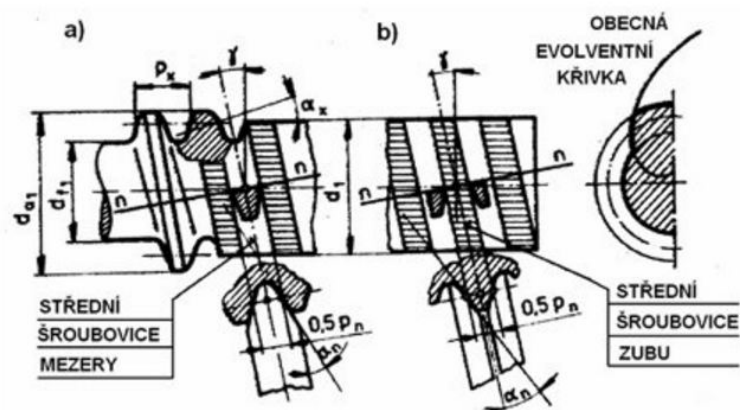
Šnekové soukolí může být se šnekem válcovým nebo globoidním. [6]

5.1.1.1 Soukolí se šnekem válcovým

Profil soukolí s válcovým šnekem je v osovému řezu konstantní.

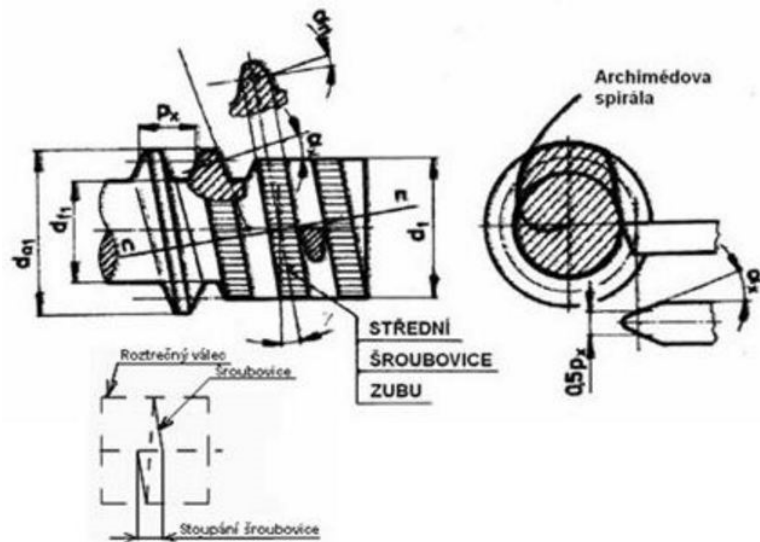
Typy ozubení:

- obecné – „v normálním řezu je profil lichoběžníkový (obr. 8). Vyrábí se na soustruhu pomocí jednoho nebo dvou tvarových nožů skloněných pod úhlem záběru v normální rovině nebo na frézce kotoučovou frézou, což může být výhodnější.“ [6]



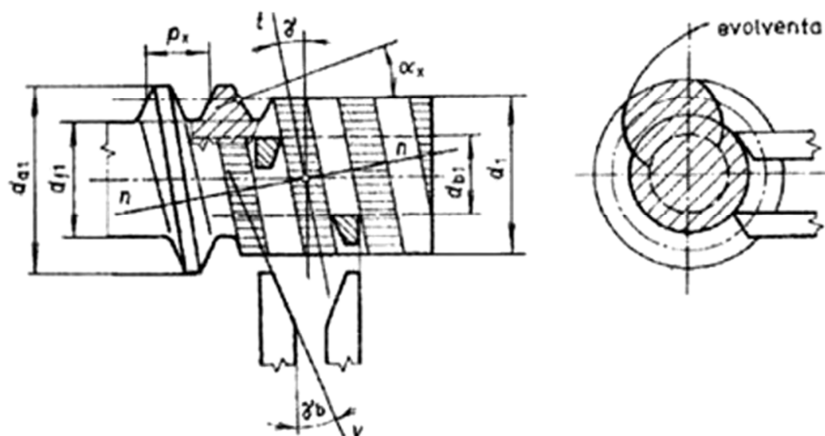
Obr. 8 Šnek s obecným ozubením, [25]

- b) spirální – „čelním řezem je Archimedova spirála (obr. 9). Vyrábí se především na soustruhu nožem ve tvaru základního profilu jako pohybový trapézový šroub.“ [6]



Obr. 9 Šnek se spirálním ozubením, [26]

- c) evolventní – „osovým řezem zubu je evolventa (obr. 10), počet zubů šneku bývá $z_1 = 5$ až 9. Soustruží se dvěma noži šnek pak vypadá jako „šikmozubé“ kolo válcové, nebo lze vyrábět odvalovací frézou.“ [6]



Obr. 10 Šnek s evolventním ozubením, [27]

5.1.1.2 Soukolí se šnekem globoidním

U globoidního ozubení se profil závitů v osovému řezu mění, nástroj vykonává rotační pohyb. [6]

„Po zkušenostech získaných při výrobě a opravách převodovek různých druhů a provedení dospěl zakladatel firmy Antonín Pártl k úvahám, jak nahradit klasický šnek, který byl často opravovaným elementem, šnekem globoidním. Ten vykazuje daleko lepší užité vlastnosti. Pro výrobu těchto šneků se používá otočná hlava s noži, které ve vazbě s otáčejícím se obrobkem vytvoří globoidní šroubovici. Nevýhodou tohoto výrobního postupu však je, že pro každou variantu šneku (různé moduly, počet chodů, orientace šroubovice) je nutná konkrétní hlava a není možné provádět korekce stoupání šroubovice či broušení profilu zubu šneku. Ve firmě bylo vyvinuto zařízení, na kterém lze vyrábět globoidní šneky s moduly v rozsahu 0,5 až 3 s různým počtem chodů, stoupáním a orientací šroubovice. Pro větší moduly by bylo potřeba zařízení úměrně zvětšit a eventuálně upravit pro následné broušení profilu.“ [15]

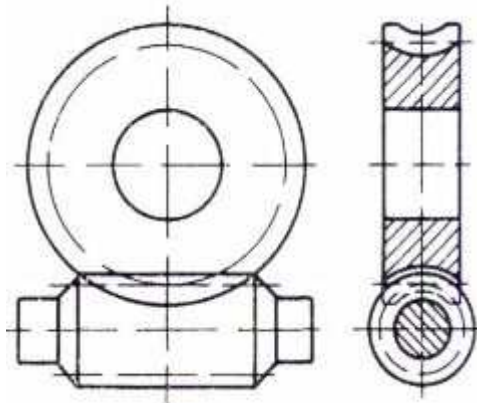
5.1.1.3 Typy šnekových soukolí

- Válcový šnek, válcové kolo (Obr. 11)



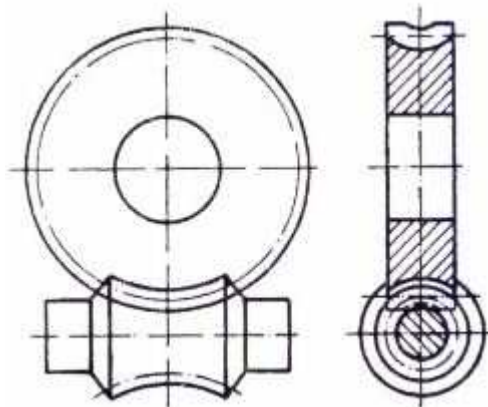
Obr. 11 Válcový šnek, válcové kolo, [12]

- Válcový šnek, globoidní kolo (Obr. 12)



Obr. 12 Válcový šnek, globoidní kolo, [12]

- Globoidní šnek, globoidní kolo (Obr. 13)



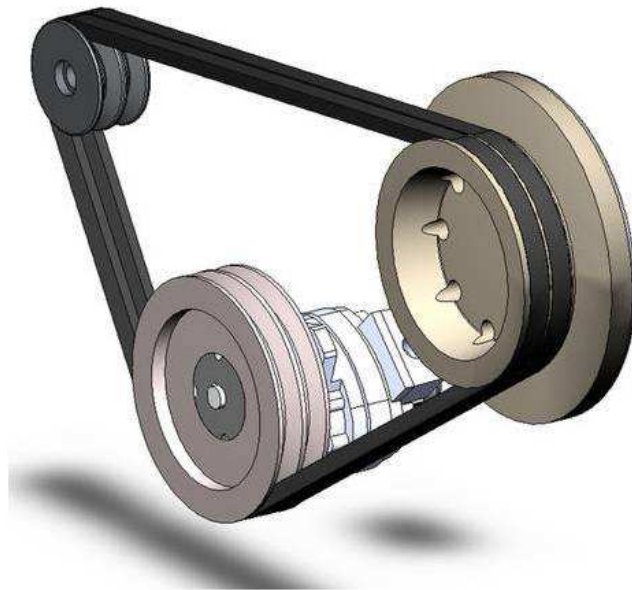
Obr. 13 Globoidní šnek, globoidní kolo, [12]

5.2 Řemenový převod

Řemenový převod (Obr. 14) patří k přenosu kroutícího momentu. Řadí se mezi převody se silovým stykem. K tomuto styku dochází mezi boky řemenice a řemenem. Mohou být různé druhy uspořádání např.:

- vyhýbaní překážkám
- zkřížené opásání (reverzace chodu)
- polozkřížené opásání
- větší počet řemenic

Poslední z uvedených možností řemenic umožňuje pohon více zařízení v jednom řemenovém převodu. Mezi soukolím může být také napínací kladka. Mezi řemenicí a řemenem může docházet k tzv. prokluzu. Ten je nežádoucí, ale může také plnit funkci ochrany ostatních zařízení, aby nedošlo k poškození. Důležité veličiny, kterými jsou definovány převody jsou velikost přenášeného točivého momentu, úhel opásání, součinitel tření a velikost napínací síly v řemeni. Účinnost řemenového převodu se pohybuje okolo 95-98 %. [7],[8]



Obr.14 Řemenový převod, [8]

Výhody:

- jednoduchá výroba ozubených kol
- velká osová vzdálenost
- tichý klidný chod
- tlumí rázy a chvění
- cena

Nevýhody:

- není zaručen stálý převod => prokluz
- nutné předeprnutí
- namáhání ložisek
- opotřebení řemene

5.2.1 Druhy řemenů

5.2.1.1 Ozubené řemeny

Hlavní cílem ozubeného převodu je snaha udržení synchronních otáček obou řemenic a zamezit tak nežádoucímu prokluzu.[9]



Obr. 15 Ozubený řemen, [28]

5.2.1.2 Drážkové

Najdeme je tam, kde je požadovaná pevná osová vzdálenost a jsou určeny k přenosu vyšších výkonů. Vyrábějí se s označením v profilech H, J, L, M a K. [10]



Obr. 16 Drážkový řemen, [29]

5.2.1.3 Ploché

Mohou se používat oboustranně, umožňují velkou napínací sílu a větší šířku řemene. Vyrábějí se dle norem. Materiál kůže, pryž, tkanina. Maximální rychlost řemene okolo 80-100 m/s.



Obr. 17 Ploché řemen, [30]

5.2.1.4 Klínové

V současné době je dostupné velké množství řemenu různých značek a druhů označení.

Použití ve stavebnictví, zemědělství, automobilovém průmyslu.

Základní rozdělení dle průřezu:

- klasických průřezů (označení Z, A, B, C, D, E)
- úzké (označení SPZ, SPA, SPB, SPC) [11]



Obr. 18 Klínový řemen, [31]

6 VÝPOČTY VLASTNÍHO NÁVRHU

6.1 Zadané hodnoty

Objem bubnu	121 dm ³
Užitečný objem bubnu	~70 dm ³
Pracovní náklon bubnu	~(10° - 60°)
Výška míchačky	1200 mm
Šířka míchačky	960 mm
Délka míchačky	1380 mm
Výkon elektromotoru	1 kW
Otáčky elektromotoru	1400 ot./min ⁻¹
Otáčky bubnu míchačky	26 ot/min ⁻¹
Poměr klínového převodu	1:2
Poměr šnekového převodu	1:27
Celkový převodový poměr	1:54
Poměr otočného kola	1:4,5
Doba nutná k promísení	betonových směsí ~60 s maltových směsí ~120 s

6.2 Návrh šnekového soukolí

Na návrh šnekového soukolí byl zvolen materiál šneku ČSN 12 050, (EN ISO C45). Jedná se o ocel konstrukční, nelegovanou, vhodnou k zušlechťování a povrchovému kalení s pevností v tahu $R_m = \text{min. } 530 \text{ MPa}$, mez kluzu $R_e = 305 \text{ MPa}$ a tvrdostí HB max. 225. Je vhodná pro výrobu čerpadel, ozubených kol, klikových hřídelů. Pro šnekové kolo byl zvolen materiál ČSN 42 2420, (EN ISO GJL-200) z dobře obrobitelné šedé litiny s lupínkovým grafitem. Pevnost v tahu tohoto materiálu se pohybuje okolo $R_m = 380 \text{ MPa}$, mez kluzu pak okolo $R_e = 200 \text{ MPa}$ a tvrdostí podle Brinella HB max. 220. Materiál je vhodný pro mnoho strojních součástí, částí motorů, kompresorů apod. [13]

6.2.1 Výpočet rozměrů šnekového kola a šneku

převodové číslo šnekového soukolí

$$u = \frac{n_{\text{elektromotoru}}}{n_{\text{bubnu}}} = \frac{1400}{26} = 54 \quad (1)$$

počet chodů šneku

$$Z_1 = 1 \quad (2)$$

počet zubů šnekového kola

$$Z_2 = u \cdot Z_1 = 54 \cdot 1 = 54 \quad (3)$$

podmínka, že $Z_2 \geq 22$ pro úhel $\alpha_n = 20^\circ$

6.2.1.1 Předběžný výpočet roztečného průměru šnekového kola

$$d_2 = \sqrt[3]{\left(\frac{Z_E \cdot Z_H}{\sigma_{Hdov}}\right)^2 \cdot \frac{2 \cdot K_H \cdot M_b}{\psi_d}} = \sqrt[3]{\left(\frac{243,8 \cdot 2,49}{200}\right)^2 \cdot \frac{2 \cdot 1 \cdot 525000}{0,9}} = 220,69 \text{ mm} \quad (4)$$

volené hodnoty z tabulky č. 1:

$\psi_d(-)$ - součinitel šířky věnce šnekového kola, volím 0,9

$K_H(-)$ - součinitel přídavných zatížení, volím 1

σ_{Hdov} (MPa) - dovolené výpočtové napětí v dotyku, volím 200 MPa

součinitel mechanických vlastností materiálu

$$Z_E = \sqrt{\frac{1}{\pi \cdot \left(\frac{1-v_1^2}{E_1} + \frac{1-v_2^2}{E_2} \right)}} = \sqrt{\frac{1}{\pi \cdot \left(\frac{1-0,3^2}{1,7 \cdot 10^5} + \frac{1-0,3^2}{2,1 \cdot 10^5} \right)}} = 243,8 \text{ MPa}^{1/2} \quad (5)$$

hodnoty v_1 , v_2 , E_1 a E_2 volím z tabulky č. 2.

součinitel tvaru spolu zabírajících zubů ve valivém bodě

$$Z_H = \frac{1}{\cos \alpha_n} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \cos \gamma'}{\tan \alpha_n}} = \frac{1}{\cos 20^\circ} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \cos 6^\circ}{\tan 20^\circ}} = 2,49 \quad (6)$$

hodnota γ' ($^\circ$) je úhel stoupání, kterou volím z tabulky č. 3 a hodnota α_n ($^\circ$) je úhel záběru, který je obvykle 20° .

6.2.2 Výpočet modulu ozubení

určení modulu ozubení

$$m_n = \frac{d_2}{z_2} = \frac{220,69}{54} = 4,1 \quad (7)$$

volím modul 4

6.2.2.1 Rozměry šneku

roztečný průměr šneku

$$d_1 = q \cdot m_n = 12,5 \cdot 4 = 50 \text{ mm} \quad (8)$$

kde q (-) - součinitel průměru šneku, volím z tabulky č. 4

hlavový průměr šneku

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m_n = 50 + 2 \cdot 4 = 58 \text{ mm} \quad (9)$$

patní průměr šneku

$$d_{f1} = d_1 - 2,4 \cdot m_n = 50 - 2,4 \cdot 4 = 40,4 \text{ mm} \quad (10)$$

délka šroubovice šneku

$$b_1 = (11 + 0,06 \cdot z_2) \cdot m_n = (11 + 0,06 \cdot 54) \cdot 4 = 56,96 \text{ mm} \quad (11)$$

pro $z_1 = 1-3$

skutečný úhel stoupání šroubovice

$$\sin \gamma = \frac{z_1}{q} \Rightarrow \sin \gamma = \frac{1}{12,5} \Rightarrow \gamma = 4^\circ 35' \quad (12)$$

6.2.2.2 Rozměry šnekového kola

roztečný průměr šnekového kola

$$d_2 = \frac{m_n}{\cos \gamma} \cdot z_2 = \frac{4}{\cos 4^\circ 35'} \cdot 54 = 216,69 \text{ mm} \quad (13)$$

hlavový průměr šnekového kola

$$d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m_n = 216,69 + 2 \cdot 4 = 224,69 \text{ mm} \quad (14)$$

patní průměr šnekového kola

$$d_{f2} = d_2 - 2,4 \cdot m_n = 216,69 - 2,4 \cdot 4 = 207,09 \text{ mm} \quad (15)$$

základní průměr šnekového kola

$$d_{b2} = d_2 \cdot \cos \alpha_n = 216,69 \cdot \cos 20^\circ = 203,62 \text{ mm} \quad (16)$$

šířka věnce šnekového kola

$$b_2 = 0,75 \cdot \left(1 + \frac{2}{q}\right) \cdot d_1 = 0,75 \cdot \left(1 + \frac{2}{12,5}\right) \cdot 50 = 43,5 \text{ mm} \quad (17)$$

normální rozteč

$$p_n = \pi \cdot m_n = \pi \cdot 4 = 12,6 \text{ mm} \quad (18)$$

tloušťka zubu v normální rovině

$$S_{n1,2} = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot m_n = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot 4 = 6,28 \text{ mm} \quad (19)$$

největší průměr šnekového kola

$$d_{ae2} = d_{a2} + 2 \cdot v^* \cdot m_n = 224,69 + 2 \cdot 0,75 \cdot 4 = 230,69 \text{ mm} \quad (20)$$

hodnotu v^* (-) - součinitel hlavového převýšení šnekového kola volím dle počtu chodů šneku z_1 , $v^* = 1$ nebo $0,75$pro $z_1=1$.

úhel zkosení věnce šnekového kola

$$\sin \varphi = \frac{b_2}{d_{a1}} \Rightarrow \varphi = \frac{43,5}{58} = 48^\circ 35' \quad (21)$$

roztečná vzdálenost os

$$a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{50 + 216,69}{2} = 133,35 \text{ mm} \quad (22)$$

střední kluzná rychlost

$$v_k = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{\cos \gamma} = \frac{\pi \cdot 0,050 \cdot 2}{\cos 4^\circ 35'} = 0,32 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad (23)$$

6.2.3 Pevnostní kontrola šnekového soukolí

Tato kontrola se provádí na zubech šnekového kola. Základní kontrola je na dotyk. Můžeme provést i kontrolu na ohyb, ale nemá takový významný charakter jako první uvedená varianta kontroly. U litin a bronzů hrozí zadírání. U hliníkových a cínových bronzů je nebezpečné vydrolování neboli pitting.

6.2.3.1 Kontrola na dotyk

dotykové napětí

$$\sigma_H = Z_E \cdot Z_H \cdot \sqrt{\frac{K_H \cdot M_B}{2 \cdot d_2^2 \cdot b_2}} = 243,8 \cdot 2,49 \cdot \sqrt{\frac{1 \cdot 525000}{2 \cdot 216,69^2 \cdot 43,5}} = 217,63 \text{ MPa} \quad (24)$$

součinitel rozdělení zatížení

$$K_{H\alpha} = \frac{4}{3 \cdot \varepsilon_\alpha} = \frac{4}{3 \cdot 1,7} = 0,78 \Rightarrow \text{volím } 1 \quad (25)$$

- hodnotu ε_α (-) platí podmínka, že $1,5 < \varepsilon_\alpha < 1,9$ volím 1,7

- součinitel nerovnoměrnosti zatížení zubů....volím hodnotu 1klidné zatížení po dobrém zaběhnutí.

součinitel přídavných zařízení

$$K_H = K_A \cdot K_V \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} = 1,25 \cdot 1 \cdot 0,78 \cdot 1 = 1 \quad (26)$$

- součinitel nerovnoměrného pohonu K_A (-)...viz tabulka č. 5

- součinitel vnitřních dynamických sil K_V (-)...viz tabulka č. 6

dovolené dotykové napětí

A) pro cínové bronzy je určeno vztahem:

$$\sigma_{Hdov} = \frac{\sigma_{Hlim}}{S_{Hlim}} \cdot \sqrt[8]{\frac{N_O}{N_E}} = \frac{200}{1,15} \cdot \sqrt[8]{\frac{25 \cdot 10^7}{25 \cdot 10^7}} = 174 \text{ MPa} \quad (27)$$

- mez trvalé únavové pevnosti v dotyku σ_{Hlim} (MPa) - volíme dle materiálu šnekového kola v tabulce č.1

- součinitel bezpečnosti S_{Hlim} (MPa), hodnotu volím z intervalu 1,1 až 1,2

- N_O (-)...základní počet cyklů, hodnota $25 \cdot 10^7$

- N_E (-)...ekvivaletní počet provozních cyklů, hodnota $25 \cdot 10^7$

B) pro hliníkové bronzy, mosazi a šedé litiny σ_{Hdov} (MPa) dáno z tabulky č. 7

6.2.3.2 Kontrola na ohyb

ohybové napětí

$$\sigma_F = \frac{K_F \cdot M_B \cdot Y_F \cdot Y_\beta}{d_2 \cdot b_2 \cdot m_n} = \frac{1 \cdot 525000 \cdot 1,5 \cdot 0,97}{216,69 \cdot 43,5 \cdot 4} = 20,3 \leq \sigma_{Fdov} \quad (28)$$

Ostatní neznáme hodnoty:

provozní součinitel

$$K_F = K_H = 1 \quad (29)$$

součinitel sklonu zubu

$$Y_\beta = 1 - \frac{\gamma}{140} = 1 - \frac{4^{\circ 35'}}{140} = 0,97 \quad (30)$$

virtuální počet zubů

$$z_v = \frac{z_2}{\cos \gamma^3} = \frac{54}{\cos 4^\circ 35' ^3} = 54,5 \quad (31)$$

dovolené napětí v ohybu

$$\sigma_{F\ do v} = \frac{\sigma_{F\ lim}}{k_\beta \cdot s_{F\ min}} \cdot \sqrt[9]{\frac{N_O}{N_E}} = \frac{200}{1,7 \cdot 1,3} \cdot \sqrt[9]{\frac{25 \cdot 10^7}{25 \cdot 10^7}} = 90,5\ MPa \quad (32)$$

k_β (-) - součinitel tvaru zubu, hodnotu volíme z intervalu 1,6 až 1,8, přičemž platí, že $k_\beta = k_\alpha$

$s_{F\ min}$ (-) - součinitel bezpečnosti, volíme z intervalu 1,2 až 1,4

$\sigma_{F\ lim}$ (MPa) - mez trvalé únavové pevnosti v ohybu, hodnotu určíme dle materiálu šnekového kola z tabulky č. 1

Hodnoty N_E a N_O jsou shodné při kontrole ozubení na dotyk.

tečná obvodová síla na šneku

$$F_{t1} = \frac{2 \cdot M_p}{d_1} = \frac{2 \cdot 8000}{50} = 320\ N \quad (33)$$

tečná obvodová síla na šnekovém kole

$$F_{t2} = \frac{2 \cdot M_b}{d_2} = \frac{2 \cdot 525000}{216,69} = 4846\ N \quad (34)$$

axiální síla na šneku

$$F_{a1} = \frac{F_{t1}}{\tan(\gamma + \varphi')} = \frac{320}{\tan(4^\circ 35' + 15^\circ 29')} = 876\ N \quad (35)$$

axiální síla na šnekovém kole

$$F_{a2} = F_{t2} \cdot \tan(\gamma + \varphi') = 4846 \cdot \tan(4^\circ 35' + 15^\circ 29') = 1770,1\ N \quad (36)$$

radiální síla na šneku a šnekovém kole

$$F_{r1} = F_{r2} = \frac{F_{t1} \cdot \tan \alpha_n}{\sin \gamma + \cos \gamma \cdot \tan \varphi'} = \frac{320 \cdot \tan 20^\circ}{\sin 4^\circ 35' + \cos 4^\circ 35' \cdot \tan 15^\circ 29'} = 327,1\ N \quad (37)$$

6.2.4 Kontrola ložisek šneku

LOŽISKO 6207 $C_{dyn.} = 19\ 600\ N$ $C_{st.} = 13\ 700\ N$

Axiální sílu zachycuje ložisko B

Vertikální rovina

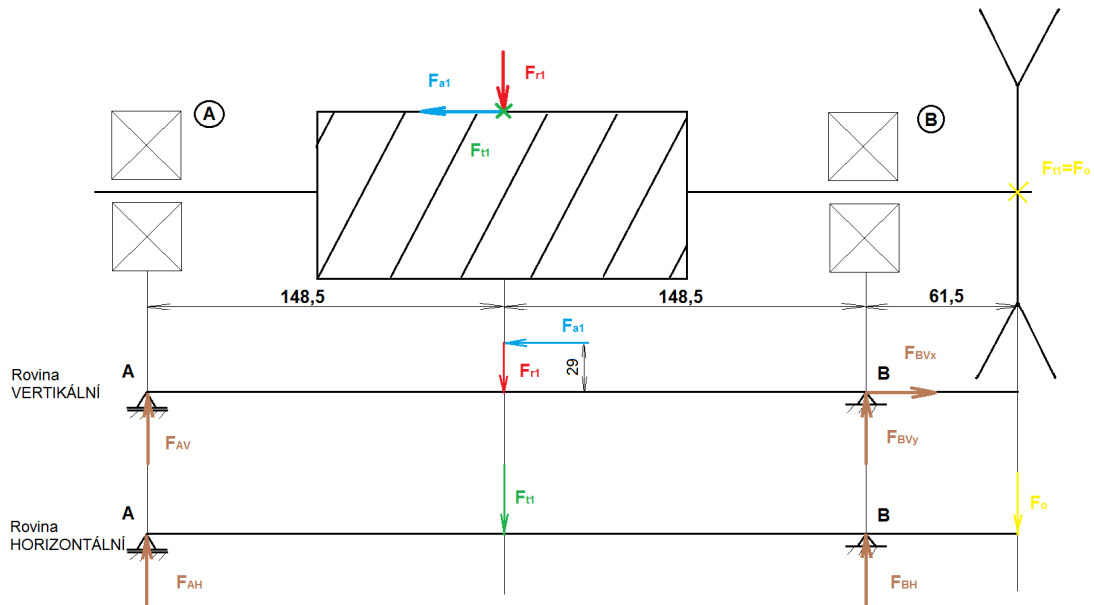
$$\Sigma F_x = 0: F_{a1} - F_{BVx} = 0 \Rightarrow F_{BVx} = F_{a1} = 876\ N \quad (38)$$

$$\Sigma F_y = 0: F_{AV} - F_{r1} + F_{BVy} = 0 \Rightarrow F_{AV} = F_{r1} - F_{BVy} = 327 - 78 = 249\ N \quad (39)$$

$$\Sigma M_A = 0: F_{r1} \cdot 148,5 - F_{a1} \cdot 29 - F_{BVy} \cdot 297 = 0 \Rightarrow F_{BVy} = \frac{F_{r1} \cdot 148,5 - F_{a1} \cdot 29}{297} = \frac{327 \cdot 148,5 - 876 \cdot 29}{297} =$$

$$= 78\ N$$

(40)



Obr. 19 Schéma zatěžujících sil na šneku, [17]

Horizontální rovina

$$\Sigma M_A = 0: F_{t1} \cdot 358,5 - F_{BH} \cdot 297 + F_{t1} \cdot 148,5 = 0 \Rightarrow$$

$$F_{BH} = \frac{F_o \cdot 358,5 + F_{t1} \cdot 148,5}{297} = \frac{320 \cdot 358,5 + 320 \cdot 148,5}{297} = 546\ N \quad (41)$$

radiální síla v ložisku b

$$F_{By} = \sqrt{F_{BVy}^2 + F_{BH}^2} = \sqrt{78^2 + 546^2} = 551\ N \quad (42)$$

axiální síla v ložisku b

$$F_{Bx} = F_{BVx} = 876 \text{ N} \quad (43)$$

dynamické ekvivalentní zatížení

Poměr síly axiální a statického zatížení ložiska

$$C_{st}=15\,227 \text{ N}$$

$$e = \frac{F_{Bx}}{C_{st}} = \frac{876}{15222} = 0,05 \quad (44)$$

Jestliže platí rovnice $e < F_{Bx}/F_{By}$ a $e = 0,05$ tak $x=1$ a $y=0,56$

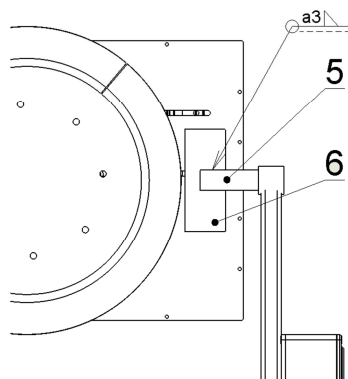
$$F = F_{By} \cdot x + F_{Bx} \cdot y = 551 \cdot 1 + 876 \cdot 0,56 = 1042 \text{ N} \quad (45)$$

životnost ložiska b

$$L = \left(\frac{C_{dyn.}}{F}\right)^3 \cdot \frac{277,78}{n} = \left(\frac{19\,600}{1042}\right)^3 \cdot \frac{277,78 \cdot 60}{700} = 158\,460 \text{ hod} \quad (46)$$

6.2.5 Kontrola svaru

Kontrola svaru (obr. 20) se provede mezi součásti desky (6) a hřídelky (5), která vyžaduje zvýšenou pevnost a tuhost stroje. Byl zvolen koutový svar kolem celé nosné plochy $a=3$. Materiál 11 373 ISO ČSN EN S235JRG1, $\sigma_{kt}=200\text{MPa}$



Obr. 20 Umístění svarů, [17]

výpočet plochy svaru

$$S_v = S' - S = (a' \cdot b') - (a \cdot b) = (50 \cdot 34) - (56 \cdot 40) = 540 \text{ mm}^2 \quad (47)$$

výpočet střížné síly

$$F = (m_{MÍCHAČKY} + m_{OBSAHU BUBNU}) \cdot g = (106 + 100) \cdot 9,823 = 2024 \text{ N} \quad (48)$$

kontrola

$$\tau_S = \frac{F}{2 \cdot S_v} \leq \tau_{dov} = \frac{\tau_{mezni}}{k} = \frac{0,6 \cdot \sigma_{kt}}{k} \Rightarrow k = \frac{0,6 \cdot \sigma_{kt} \cdot S_v \cdot 2}{F} = \frac{0,6 \cdot 200 \cdot 540 \cdot 2}{2024}$$

$$= 64 \quad \text{Svar vyhovuje s velkou rezervou} \quad (49)$$

6.2.5.1 Materiály

Zvolený materiál je svařitelná konstrukční ocel třídy ČSN 11 373 (EN ISO S235JRG1), která má jak dobré svařitelné vlastnosti, tak pevnost. Materiál je použit u obou svařených součástí viz. obr. 20.

6.3 Tabulky s koeficienty

Provozní poměry		Šnekové kolo (MPa)										Šnek				
		Materiál	T.O.	§)	R _m	R _{p0,2}	V _{HV} min	E · 10 ⁶	Z _E ³⁾ (MPa ^{1/2})	σ _H (mm ¹)	σ _F (mm ²)	ocel	T.O.	V _{HV}		
Střední a velké výkony, zatížení klidné a míjivé	v _k > 10 m.s ⁻¹	cínový bronz	CuSn10P1 423120	324	P K	220 250	150 150	80 90	1,187	163	130 180	80 120	12050.4 ⁴⁾ 12020.9 ⁷⁾	003 003	550 až 720	
			CuSn12 423123	314	P K O	240 260 240	160 170 170	80 85 85	1,039	156	170 180 200	110 120 130	14140.4 ⁴⁾ 14220.9 ⁷⁾ 14331.7	021 021 021		
			CuSn10Ni1P1	325	O	300	180	100	1,039	156	300	130	16240.7	071		
	CuSn5Zn5Pb5 423135		333	P K O	150 180 180	120 130 130	60 65 65	1,01	154	100 125 150	70 85 95	12050.4 ⁴⁾ 16240.7	003 071	470 až 650		
	CuSn8Zn6Pb3 423137		333	P K O	170 190 190	100 110 110	65 70 70	1,039	156	110 130 160	70 90 100	aj.				
	v _k = 4 - 10 m.s ⁻¹		hliníkový bronz	CuAl9Fe3 423145	342	P K	450 500	130 180	100 110	1,216	164	5)	150 170	14140.7 14331.7		021 021
		CuAl10Fe4Ni 423147		342	P K	500 500	200 220	130 150	1,275	167	200 220		aj.			
		mosaz	CuZn35AlFe3 423311	354	P K O	600 650 700	350 350 400	140 145 150	1,03	156	240 255 270		14331.7	aj.	021	450 až 530
			CuZn35Pb1 423313	371	P	150	80	45	0,785	141	100					
	Malé výkony, klidné zatížení	v _k < 2 m.s ⁻¹	šedá litina ⁴⁾	422415	213	P	150		140-200	0,973	149	70	12050.6 aj.	003	350 až 380	
422420				200			160-220		1,099	159	90					
422425				250			180-240		1,259	166	110					
422430				300			200-260		1,444	173	130					

Tabulka č. 1 - Materiálové hodnoty šnekových soukolí, [13]

Pastorek, šnek			Ozubené kolo, šnekové kolo			Z_E (MPa ^{1/2})
materiál	E_1 (MPa)	ν_1 (-)	materiál	E_2 (MPa)	ν_2 (-)	
ocel	$2,1 \cdot 10^5$	0,3	ocel	$2,1 \cdot 10^5$	0,3	190
			ocel na odlitky	$2,0 \cdot 10^5$		189
			tvárná litina	$1,7 \cdot 10^5$		181
			litý Sn bronz	$1,0 \cdot 10^5$		155
			tvářený Sn bronz	$1,1 \cdot 10^5$		160
ocel na odlitky	$2,0 \cdot 10^5$		ocel na odlitky	$2,0 \cdot 10^5$		188
			tvárná litina	$1,7 \cdot 10^5$		181
tvárná litina	$1,7 \cdot 10^5$		tvárná litina	$1,7 \cdot 10^5$		174

Tabulka č. 2 - Součinitel mech. vlastností spolu zabírajících ozubených kol, [13]

Počet chodů šneku z_1 (-)	1	2	3	4
Účinnost šnekového převodu η_s' (-)	$0,7 \div 0,75$	$0,75 \div 0,82$	$0,82 \div 0,87$	$0,8 \div 0,92$
Úhel stoupání šroubovice šneku γ' (°)	6	11	16	22

Tabulka č. 3 - Předběžná volba účinnosti šnekového převodu a úhlu stoupání, [13]

Převodové číslo u (-)	Počet chodů šneku z_1 (-)	Počet zubů kola z_2 (-)	Součinitel průměru šneku q (-)	Směrná hodnota účinnosti η_s^* (-)
8	4	32	8	0,87...0,92...0,95
10		40	10	0,86...0,90...0,93
12,5		50	12,5	0,85...0,88...0,92
16	2	32	8	0,79...0,86...0,91
20		40	10	0,77...0,83...0,90
25		50	12,5	0,73...0,80...0,90
31,5	1	32	8	0,68...0,78...0,87
40		40	10	0,64...0,75...0,86
50		50	12,5	0,57...0,70...0,83
63		63	16	0,53...0,65...0,78

Normální modul m_n (mm)	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5	16
Součinitel průměru šneku q (-)	16	12,5	11,2 12,5	9 10 11,2 12,5	9 10 11,2 12,5	9 10 11,2 12,5	8 9 10 11,2	8 10	8 10	8

Tabulka č. 4 - Parametry pro volbu šnekových převodů, [13]

Zatěžování převodovky hnacím strojem	Zatěžování převodovky hnaným (pracovním) strojem			
	plynulé	s malou nerovnoměrností	se střední nerovnoměrností	s velkou nerovnoměrností
plynulé	1	1,25	1,5	1,75
s malou nerovnoměrností	1,1	1,35	1,6	1,85
se střední nerovnoměrností	1,25	1,5	1,75	2
s velkou nerovnoměrností	1,5	1,75	2	2,25
Hnané stroje	plynulé	s malou nerovnoměrností	se střední nerovnoměrností	s velkou nerovnoměrností
	elektrogenerátory, dopravníky, lehké výtahy, ventilátory, odstředivá čerpadla, míchadla, kompresory	obráběcí stroje, víceválcová pístová čerpadla, zubová čerpadla	jednoválcová pístová čerpadla, jeřáby, obráběcí stroje	lisy, mlýny, drtiče, rypadla, nůžky, válcovací tratě
Hnací stroje	plynulé	s malou nerovnoměrností	se střední nerovnoměrností	s velkou nerovnoměrností
	elektromotory, turbíny, rotační hydromotory	pístové hydromotory	víceválcové spalovací motory	jednoválcové spalovací motory

Tabulka č. 5 - Orientační hodnoty součinitele nerovnoměrnosti pohonu, [13]

Stupeň přesnosti	Kluzná rychlost v_k (m.s ⁻¹)					
	do 1,5	1,5 až 3	3 až 7,5	7,5 až 12	12 až 16	16 až 25
6	-	-	1	1,1	1,3	1,5
7	1	1	1,1	1,2	-	-
8	1,15	1,25	1,4	-	-	-
9	1,25	-	-	-	-	-

Tabulka č. 6 - Součinitel vnitřních dynamických sil, [13]

Materiál šnekového kola		Dovolené dotykové napětí $\sigma_{H\text{dov}}$ (MPa) pro zadírání				
		Kluzná rychlost v_k (m.s ⁻¹)				
		0,5	1	2	3	4
hliníkový bronz	CuAl9Fe3	182	179	173	167	160
	CuAl10Ni4	195	192	187	181	175
mosaz	Cu66Al6Fe3Mn2	172	169	154	149	141
	Cu58Mn2Pb2	120	118	112	106	100
šedá litina	422415	130	115	85	-	-
	422418					
	422424	150	130	100	-	-
	422428					

Tabulka č. 7 - Dovolené dotykové napětí pro zadírání, [13]

6.4 Cena

Cena tohoto zařízení se odvíjí hlavně od nákladů za materiál, ze kterého je míchačka vyrobena. Jelikož je stroj vlastní výroby, můžeme počítat především s cenou za práci. Celé zařízení je bráno jako velká zkušenost z konstruováním a využitím v praxi. Součásti jako jsou šrouby, podložky, matice, ložiska, gufera, apod. byly nakoupeny za běžné ceny na trhu.

6.4.1 Výroba bubnu

Na výrobu bubnu byl zvolen materiál ČSN 11 373 (EN ISO S235JRG1). Jde o konstrukční svařitelnou ocel, která má tu vlastnost, že se dá dobře ohýbat za studena. Plášť bubnu je ohnutý do požadovaného tvaru a svařený v ochranné atmosféře. Dno bubnu je obrobené do tvaru "misky" a svařené s pláštěm.

6.4.2 Konstrukce rámu

Ke konstrukci rámu míchačky byl využit materiál 4HR 30x2,6mm ČSN 11 373 (EN ISO S235JRG1), konstrukčně svařitelná ocel. Tento rám je také vyztužen vzpěrami v každém rohu, to zajišťuje pevnější konstrukci celého zařízení.

6.4.3 Stabilita a ovladatelnost stroje

6.4.3.1 Stabilita

Stabilita stroje je zajištěna snížením rámu celého zařízení, tak aby těžiště bylo níže a nedocházelo k překlápění. Kolečka, na kterých je zařízení postaveno, je rozvor o něco větší, pro dobrou stabilitu.

6.4.3.2 Ovladatelnost, obsluha a zajištění

Ovladatelnosti tohoto zařízení je v první řadě dodržování bezpečnostních zásad, jako u jakéhokoliv jiného zařízení pod napětím.

Předtím než bude zařízení zapnuto do elektrické sítě, je zapotřebí zkontrolovat, zda je vypínač v poloze 0. Poté se zapojí do zásuvky na 380V. Vypínání a zapínání zařízení se ovládá pomocí vypínače na elektrické skříňce. Před uvedením míchačky do chodu je třeba zajistit buben proti otáčení (vyklopení) pomocí zajišťovacího kolíku.

K ovladatelnosti při manipulaci s celým zařízením poslouží oje, která se vytahuje z rámu míchačky. S její pomocí se může přejíždět s míchačkou na jiné místo. Při manipulaci musí být stroj vypnutý a zajištěný proti vyklopení bubnu.

6.5 Běžná údržba stroje

Pro bezporuchový a klidný chod je třeba stroj čas od času zkontrolovat a provést běžnou, ale nutnou údržbu:

A) Čištění bubnu míchačky - při čištění se nalije do bubnu trochu vody, poté se do ní vhodí kámen, který při otáčení naráží na vnitřní strany a čistí tím vnitřní prostor. Hranu bubnu očistí zednickou lžící.

B) Kontrola správného dotažení všech šroubů a matic - správné dotažení se zkontroluje před tím, než uvede stroj do provozu. Pro správné dotažení šroubů může použít momentový klíč.

C) Napínání klínového řemene - pro správné napnutí řemene nám poslouží drážky, které jsou vyfrézovány v desce. Motor, který je přimontován na desku, se může po povolení čtyř šroubů posouvat, a tím nám umožní správné napnutí řemene. Po napnutí a zkontrolování řemene se mohou šrouby utáhnout.

D) Mazání - pro dobrý a klidný chod míchačky je nezbytné pravidelně promazávat všechny části, jako jsou např.: ložisková pouzdra, hřídele pojezdových kol, uložení otočného kola, šnekové soukolí uložené ve skříni.

Nutno použít např. vazelínu nebo převodový olej. První výměna oleje by měla být asi po 30 hodinách provozu, další vždy po 100 hodinách. Klínový řemen nesmí být znečištěn olejem.

6.6 Poruchy

A) Převodová skříň jeví známky přehřátí - ihned vypnout stroj a demontovat kryt motoru. Příčina zahřátí převodové skříně může být například nedostatek maziva uvnitř převodovky. Maximální teplota převodovky je cca 100°C, poté může dojít k odpaření maziva a případně k zadření celého zařízení. Dojde-li jen k úbytku maziva stačí je doplnit. Pro závažnější opravy ozubení je nutné vyhledat specializovaného odborníka.

B) Buben se plynule neotáčí (pískot uvnitř krytu motoru) - ihned zastavit stroj, odejmout kryt motoru a správně napnout klínový řemen (viz. kapitola 6.3 Napínání klínového řemene).

C) Poruchy ozubených kol - Pitting - neboli únavové vydrolování (obr. 21) - „*se objevuje u soukolí, jejichž materiály jsou odolné proti zadírání a otěru, tj. cínové bronzy a jiné vlastnostmi podobné materiály. objevuje se především v oblasti hlavního řezu na zubech kola.*“ [14]



Obr. 21 Pitting, [12]

Zadírání - „zadírání aktivních ploch je zvláště nebezpečné u soukolí, jejichž kola mají věnec z poměrně tvrdého materiálu, z tvrdého bronzu (s malým obsahem cínu) nebo litiny. Mechanismus mikrosvarů rychle narušuje kvalitu povrchu potřebnou pro pracovní kluzný pohyb. uvolněné částičky materiálu jsou příčinou dalšího intenzivního otěru.“ [14]

Lom zubu - „je méně častý, dochází k němu jen u šnekového kola a to po předchozím poškození boku zubu.“ [14]

„Aby tato poškození nevznikala a dosahovalo se dobré pracovní spolehlivosti šnekového soukolí, je nutné ho dobře dimenzovat osvědčeným výpočtem, volit vhodné materiály a mazivo i techniku mazání, zajistit přesnou výrobu, montáž a pečlivou údržbu.“ [14]

7 ZÁVĚR

Předložená bakalářská práce studenta Ondřeje Brychty s názvem progresivní konstrukce míchačky stavebních hmot je teoreticko-praktickou formou zpracování dané problematiky. V úvodní rešeršní části je uveden současný stav technického vývoje tohoto průmyslového zpracování řešení. Tato kompilační část přináší i informace z marketingového prostředí.

Praktická část práce je ucelená, obsahující materiálový návrh jednotlivých komponent konstrukce, jejich pevnostní návrh a ověření, technologické a montážní podmínky a v neposlední řadě i konstrukční dokumentaci.

Spojením obou částí (teoretické a praktické) vznikla práce, která umožňuje dokonale se orientovat v dané problematice a může být podkladem pro řešení obdobného problému v technické praxi.

LITERATURA

- [1] EBETON: *Slovník pojmů*. In. <http://www.ebeton.cz/> [Online]. [cit. 16. 12. 2016]. Dostupné z: <http://www.ebeton.cz/pojmy/spadova-michacka>
- [2] EBETON: *Slovník pojmů*. In. <http://www.ebeton.cz/> [Online]. [cit. 16. 12. 2016]. Dostupné z: <http://www.ebeton.cz/pojmy/kontinualni-michacka>
- [3] EBETON: *Slovník pojmů*. In. <http://www.ebeton.cz/> [Online]. [cit. 16. 12. 2016]. Dostupné z: <http://www.ebeton.cz/pojmy/michacka-s-nucenym-michanim>
- [4] Henková J., *Stroje a zařízení pro výrobu, dopravu a zpracování betonové směsi*. In. http://work.adamna.net/stavebni_stroj/ [Online]. [cit. 16. 12. 2016]. Dostupné z: http://work.adamna.net/stavebni_stroj/predmet-bw03/prednaska-5#aktivační
- [5] Vysoká škola technická a ekonomická České Budějovice: *Stavební stroje*. In. <http://is.vstecb.cz/> [Online]. [cit. 16. 12. 2016]. Dostupné z: http://is.vstecb.cz/do/5610/OPP/Informace/OP_VK/1883490/2657046/2657050/2657059/6_STAVEBNI_STROJE.pdf?so=nx
- [6] KESL M.: *šneková soukolí (převody)*. In. <http://www.mmspektrum.com/> [Online]. [cit. 16. 12. 2016]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/snekova-soukoli-prevody.html>
- [7] Strojírenství: *řemenové převody*. In. <http://strojirenstvi.studentske.cz/> [Online]. [cit. 26. 12. 2016]. Dostupné z: <http://strojirenstvi.studentske.cz/2010/11/14-remenove-prevody.html>
- [8] Údržba a opravy stájové techniky: *Péče o řemenové a řetězové převody*. In. <http://kiwi.mendelu.cz/> [Online]. [cit. 26. 12. 2016]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=3609&typ=html
- [9] T.E.A. TECHNIK S.R.O.: *Ozubené řemeny a řemenice*. In. <http://www.teatechnik.cz/> [Online]. [cit. 26. 12. 2016]. Dostupné z: <http://www.teatechnik.cz/ozubene-remeny-remenice/>
- [10] Megadyne s.r.o.: *Katalog Produktů (řemenů)*. In. <http://www.megadyne.cz/> [Online]. [cit. 26. 12. 2016]. Dostupné z: <http://www.megadyne.cz/poly-v-drazkove-remeny-p2/>
- [11] PRUMEX S.R.O.: *Klínové řemeny*. In. <http://www.remeny-retezy.cz/> [Online]. [cit. 26. 12. 2016]. Dostupné z: <http://www.remeny-retezy.cz/>

- [12] KLAPKA M.: *Ozubená kola*. Brno: VUT. In: docplayer.cz [online]. [cit. 18. 1. 2017]. Dostupné z: <http://docplayer.cz/13448278-Ozubena-kola-konstruovani-stroju-strojni-soucasti-www-shigley-cz.html>
- [13] LEINVEBER J., VÁVRA P., 2008: *Strojnické tabulky*. Čtvrté doplněné vydání. Úvaly: Albra – pedagogické nakladatelství, 914 s. ISBN 978-80-7361-051-7.
- [14] OTISK J., 2008: *Návrh šnekového převodu pohonu výtahu*. Diplomová práce. In: <https://www.vutbr.cz/>. [online]. [cit.18.1.2017]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=6767
- [15] SKÁLA V., PÁRTL A., 2014: *Globoidní převodovky*. In: <http://www.mmspektrum.com/> [online]. [cit.18.1.2017]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/globoidni-prevodovky.html>
- [16] KLETEČKA J., FOŘT P., 2007: *Technické kreslení*. Druhé opravené vydání. Brno: Computer Press, a. s., 252 s. ISBN 978-80-251-1887-0.
- [17] Vlastní zdroje
- [18] Dostupné z: [http://www.tesmat.cz/katalog/michacka-atika-dynamic-165-230v#prettyPhoto\[pp_gal\]/3/](http://www.tesmat.cz/katalog/michacka-atika-dynamic-165-230v#prettyPhoto[pp_gal]/3/)
- [19] Dostupné z: <http://www.filamos.cz/stavebni-stroje/michacky/kontinualni-michacka-km-40/>
- [20] Dostupné z: <http://tj48.redenge.net/michacka-auto-mixx-do-50l-s-nucenym-michanim-6782.html#>
- [21] Dostupné z: <https://www.has.cz/produkty/michani-kondiciovani-drceni-granulovani/wts-sarzove-dvouhridelove-lopatkove-michacky#lightbox>
- [22] Dostupné z: <http://www.filamos.cz/stavebni-stroje/michacky/aktivacni-michacka-a-100/>
- [23] Dostupné z: <http://www.impexcar.estranky.cz/fotoalbum/betonniere---automichace/09015708.-.html>
- [24] Dostupné z: <http://www.mujsolidworks.cz/animovany-pohyb-prevodovky-se-snekovym-soukolim-2/>
- [25] Dostupné z: <http://mlgeardesigns.blog.cz/1310/druhy-a-vyroba-sneku-a-snekovych-kol>
- [26] Dostupné z: <http://mlgeardesigns.blog.cz/1310/druhy-a-vyroba-sneku-a-snekovych-kol>

- [27] Dostupné z: <http://mlgeardesigns.blog.cz/1310/druhy-a-vyroba-sneku-a-snekovych-kol>
- [28] Dostupné z: <http://www.cncshop.cz/ozubene-remenice-htd-5m>
- [29] Dostupné z: <http://www.ryobi.eu/nahradni-dily/drazkovy-remen-5131029586>
- [30] Dostupné z: http://www.agromat.sk/index.php?main_page=product_info&products_id=20734
- [31] Dostupné z: [http://www.soko.cz/cs/fortschritt/fortschritt-e512/klinovy-remen-50x20x2150-li-2567#prettyPhoto\[pg\]/0/](http://www.soko.cz/cs/fortschritt/fortschritt-e512/klinovy-remen-50x20x2150-li-2567#prettyPhoto[pg]/0/)

SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr. 1 Míchačka spádová [18]
- Obr. 2 Míchačka kontinuální řez [19]
- Obr. 3 Míchačka s nuceným mícháním STORCH [20]
- Obr. 4 Míchačka žlabová [21]
- Obr. 5 Míchačka aktivační [22]
- Obr. 6 Automíchače [23]
- Obr. 7 Řez šnekovou převodkou [24]
- Obr. 8 Šnek s obecným ozubením [25]
- Obr. 9 Šnek se spirálním ozubením [26]
- Obr. 10 Šnek s evolventním ozubením [27]
- Obr. 11 Válcový šnek, válcové kolo [12]
- Obr. 12 Válcový šnek, globoidní kolo [12]
- Obr. 13 Globoidní šnek, globoidní kolo [12]
- Obr. 14 Řemenový převod [8]
- Obr. 15 Ozubený řemen [28]
- Obr. 16 Drážkový řemen [29]
- Obr. 17 Plochý řemen [30]
- Obr. 18 Klínový řemen [31]
- Obr. 19 Silové poměry [17]
- Obr. 20 Umístění svarů [17]
- Obr. 21 Pitting [12]

SEZNAM TABULEK

- Tabulka č. 1 - Materiálové hodnoty šnekových soukolí [13]
Tabulka č. 2 - Součinitel mech. vlastností spolu zabírajících ozubených kol [13]
Tabulka č. 3 - Předběžná volba účinnosti šnekového převodu a úhlu stoupání [13]
Tabulka č. 4 - Parametry pro volbu šnekových převodů [13]
Tabulka č. 5 - Orientační hodnoty součinitele nerovnoměrnosti pohonu [13]
Tabulka č. 6 - Součinitel vnitřních dynamických sil [13]
Tabulka č. 7 - Dovolené dotykové napětí pro zadírání [13]

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1: Výrobní výkres míchačky
Příloha 2: Výrobní výkres šneku
Příloha 3: Výrobní výkres šnekové skříně
Příloha 4: Výrobní výkres šnekové hřídele