

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci
nositelka Řádu práce
Fakulta strojní

Obor 23 - 07 - 8
strojírenská technologie
zaměření
strojírenská metalurgie

Katedra materiálů a strojírenské metalurgie

NÁVRH DÍLČÍCH ZAŘÍZENÍ PRO TECHNOLOGII FOREM ZE SÁDROVÝCH
SMĚSI PRO ODLÉVÁNÍ ODLITKŮ ZE SLITIN HLINÍKU

KMM - 130

Zdeněk Moučka

Vedoucí DP : Doc. Ing. Jiří Bachtík, CSc.

Rozsah práce a příloh :

Počet stran : 63

Počet tabulek : 2

Počet obrázků : 19

Počet výkresů : 5

Liberec 24. května 1985

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro Zdeněk M O U Č K A
obor strojírenská technologie

Vedoucí katedry Vám ve smyslu nařízení vlády ČSSR č. 90/1980 Sb., o státních závěrečných zkouškách a státních rigorózních zkouškách, určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: Návrh dílčích zařízení pro technologii forem ze
sádrových směsí pro odlévání odlitků ze slitin
hliníku

Zásady pro vypracování:

1. Seznamte se s technologií forem ze sádrových směsí pro odlévání slitin hliníku a s praktickou aplikací současně uplatňovanou v ÚVR Opocíněk.
2. Navrhněte a zpracujte řešení dílčích operací pro přípravu sádrových forem a to :
 - a/ zařízení pro dávkování a pro mísení suchých práškových složek sádrové směsi,
 - b/ zařízení pro úplnou přípravu sádrové kašovité směsi k výrobě forem.
3. Koncepční řešení navrhněte se zřetelem na mechanizaci a automatizaci ve vzájemné návaznosti obou uvedených zařízení.
4. Zhodnoťte návrh po stránce technicko-ekonomické a porovnejte jej se současným stavem poloproduční výroby v ÚVR Opocíněk.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 5
PSČ 481 17

V 148/85 5

Rozsah grafických prací: výkresy sestavení jednotl. zařízení, výkresy podsestav, schema

Rozsah průvodní zprávy: cca 40 stran

Seznam odborné literatury:

- /1/ ŠIROKICH : Zařízení sléváren
- /2/ BARADAJANC : Gipsovaja ospastka dlja točnovo litja.
- /3/ Vývoj v oblasti přesného lití do sádrových forem. Výzkumná zpráva VŠST Liberec.
- /4/ TRENKLER, . KOUŠKA, : Základy chemické techniky

Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Jiří Bachtík, CSc

Datum zadání diplomové práce: 28.9.1984

Termín odevzdání diplomové práce: 24.5.1985



V. Chaloupecký
Doc. Ing. Václav Chaloupecký, CSc

Vedoucí katedry

Stříž
Doc. RNDr. Bohuslav Stříž, CSc

Děkan

Liberci 28.9. 84
V dne 19.....

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury.

V Liberci 24. května 1985

Marek Zelenka

Děkuji vedoucímu diplomové práce Doc. Ing. Bachtíkovi, CSc.,
Doc. Ing. Benešovi, CSc., Doc. Ing. Prášilovi a Ing. Slavíkovi za
konzultace a odborné rady při vypracovávání diplomové práce.

V Liberci 24. května 1985

Moučka Edvin

<u>Obsah:</u>	s.
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	7
1. ÚVOD	9
2. TECHNOLOGIE FOREM ZE SÁDROVÝCH SMĚSÍ PRO ODLEVÁNÍ ODLITKŮ ZE SLITIN HLINÍKU A JEJÍ APLIKACE V ÚVR OPOČÍNEK	11
2.1. Výroba a vlastnosti sádry	11
2.2. Tuhnutí sádry	12
2.2.1. Vliv teploty sádrové kaše na jednotlivé fyzikální parametry	13
2.2.2. Řízení pochodu tuhnutí sádry	13
2.3. Složení a vlastnosti sádrových směsí	14
2.4. Způsoby zvýšení průdušnosti sádrových forem	15
2.4.1. Napěněné sádrové formy	16
2.4.1.1. Technologie napěňování	16
2.4.1.2. Určení procenta napěnění	18
2.5. Vliv vibrací formy na vlastnosti forem z napěněných sádrových forem	19
2.6. Proces tepelného zpracování forem ze sádrových forem- ních směsí	19
2.7. Teorie sušení forem ze sádrových směsí	21
2.8. Současná aplikace technologie sádrových forem v ÚVR Opočínek	22
3. NÁVRH ZAŘÍZENÍ PRO DÁVKOVÁNÍ A PRO MÍSENÍ SUCHÝCH SÁDROVÝCH SLOŽEK SÁDROVÉ SMĚSI	23
3.1. Návrh zařízení pro dávkování složek směsi	23
3.1.1. Výpočet šnekového dopravníku	24
3.1.2. Potřebný výkon pro pohon šnekového dopravníku	24

3.2.	Návrh zařízení pro mísení suché směsi	26
3.3.	Konstrukční výpočty navrhovaného řešení	27
3.3.1.	Výpočet hřídele	27
3.3.2.	Návrh a kontrola pera hnacího hřídele	29
3.3.3.	Návrh a kontrola hřídele satelity	29
3.3.4.	Výpočet rozměrů ozubení planetového soukolí	30
3.3.5.	Kontrola ozubení na dotykovou únosnost v ohybu	32
3.3.6.	Kontrola ozubení na dotykovou únosnost	33
3.3.7.	Výpočet přesahu a uložení nalisovaného spoje	34
3.3.8.	Kontrola hřídele vyprazdňovacích dvířek	35
3.3.9.	Kontrola držáků stěrácích lopatek	36
3.3.10.	Kontrola svarů	37
3.3.11.	Základní rozměry a parametry mísiče	39
4.	NÁVRH ZAŘÍZENÍ PRO MÍCHÁNÍ SÁDROVÉ KAŠOVITÉ SUSPENZE	39
4.1.	Návrh a pevnostní kontrola per u převodovek	41
4.1.1.	Konstrukční výpočty navrhovaného řešení	41
4.1.2.	Návrh a kontrola šroubu	41
4.1.3.	Návrh a výpočet pohybového šroubu	43
4.1.4.	Výpočet ložiska rotujícího stolu	45
4.1.5.	Výpočet ložisek pro pohyb celého stolu	46
4.1.6.	Návrh a kontrola hřídelů ložisek	48
4.1.7.	Výpočet vodících ložisek	50
4.1.8.	Návrh a kontrola hřídelů ložisek	51
4.1.9.	Návrh a výpočet kuksového mechanismu	52
4.1.9.1.	Výpočet velikosti kuksy	52
4.1.9.2.	Výpočet síly potřebné pro pohyb stolu a návrh páky	52
4.1.9.3.	Výpočet ramene kuksy	53
4.1.10.	Návrh spojky pro pohybový šroub	54

4.1.10.1. Návrh a kontrola pera pro spojku	54
4.1.11. Návrh šroubů upevňující lišty	55
4.1.12. Kontrola svarů	57
5. TECHNICKO EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	60
6. ZÁVĚR	61

LITERATURA

SEZNAM PŘÍLOH

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ

T	..... teplota	$^{\circ}\text{C}$
F, R	..... síla	N
V	..... dopravované objemové množství	$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
Q	..... dopravované hmotnoství množství	$\text{t} \cdot \text{h}^{-1}$
ρ_s	..... sypná hmotnost	$\text{t} \cdot \text{m}^{-3}$
φ	..... součinitel plnění	---
D, d	..... průměr	mm
s	..... stoupání	mm
n	..... otáčky	min^{-1}
P	..... výkon, příkon	kW
L, l	..... délka	mm
ω	..... uhlová rychlost	s^{-1}
σ, τ	..... pevnost	MPa
W_k	..... průřezový modul v kruhu	mm^3
P	..... tlak	MPa
M_k	..... kroutící moment	Nmm
M_o	..... ohybový moment	Nmm
S	..... plocha	mm^2
C	..... konstanta	---
k	..... míra bezpečnosti	---
Δd_{min}}	..... přesah	μm
E	..... modul pružnosti v tahu	MPa
r	..... poloměr	mm
z	..... počet zubů	---
m	..... modul	mm
a	..... osová vzdálenost	mm

v	..... rychlost	$m \cdot s^{-1}$
ϵ_{α}	..... součinitel trvání záběru	---
f	..... součinitel tření	---
b	..... šířka ozubení	mm
K_1	..... součinitel provozní	---
K_R	..... součinitel vnitřních dynamických sil	---
$K_{F\alpha}$	..... součinitel podílu zatížení jednotlivých zubů	---
Y_F	..... součinitel tvaru zubu	---
Y_{ϵ}	..... součinitel vlivu trvání záběru evol- venty	---
Y_{β}	..... součinitel sklonu zubů	---
Y_R	..... součinitel drsnosti v oblasti patní přechodové křivky	---
Y_S	..... součinitel vrubu v oblasti patní přechodové křivky	---
f_{Pb}	..... úchylnka základní rozteče soukolí	μm
$K_{H\alpha}$	..... součinitel podílu jednotlivých zubů	---
i	..... převodový poměr	---
Z_H	..... součinitel tvaru zubu	---
Z_M	..... součinitel materiálu	---
Z_{ϵ}	..... součinitel součtové délky stykových čar boků zubů	---
Z_R	..... součinitel drsnosti boků zubů	---
K_L	..... součinitel maziva	---
i	..... poloměr setrvačnosti plochy	mm^2
λ	..... štíhlostní poměr	---
I	..... moment setrvačnosti plochy	---
L_h	..... základní trvanlivost ložisek	h

1. ÚVOD

Na XVI. sjezdu KSČ byla zdůrazněna dlouhodobá hospodářská strategie, vysoká efektivnost výroby a kvalita veškeré práce. Tato strategie představuje důsledné převádění ekonomiky na cestu intenzivního rozvoje, racionálního využívání výrobního potenciálu a vysoké zhodnocování všech zdrojů. Součástí Hlavních směrů hospodářského a sociálního rozvoje ČSSR po XVI. sjezdu KSČ je úkol zabezpečit v průběhu jednotlivých let snižování spotřeby energie v rozsahu 2 % a kovů o 4,5 %. To je možné pouze při důsledném využívání všech moderních technologií a výsledků výzkumu. Komplexních úspor je možno dosáhnout zejména realizací netřískových technologií.

Technologie odlévání nepatří sice mezi nejefektivnější postupy v oblasti strojírenské výroby. V mnohém ji předčí například tvářeni, kdy dochází k téměř stoprocentnímu využití materiálu a k minimálnímu odpadu. Ovšem veškeré materiály nelze tvářet a také pro některé konstrukce není tvářeni právě nejvhodnější technologií pro dosažení požadovaných výsledků. Jednou z technologií odlévání je metoda odlévání do sádrových forem. Použitím této metody dostáváme odlitky rozměrově přesné a s velice kvalitním povrchem.

V ČSSR je tato metoda odlévání velice málo využívána. V ÚVR Opočíněk je používána v poloproduční výrobě a proto cílem této diplomové práce je návrh zařízení pro přípravu směsi na výrobu sádrových forem v ÚVR Opočíněk.

Celé zařízení svou koncepcí snižuje fyzickou námahu obslu-

jícího pracovníka na minimum, zvýší roční produkci odlitků, zvýší kulturu práce i bezpečnost práce.

Celý návrh je vypracován s ohledem na minimální investiční náklady, na dostupnost jednotlivých součástí a jednoduchost výroby.

2.1. Výroba a vlastnosti sádry

Sádra se získává pálením sádrovce, t.j. $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, popřípadě částečným rozkladem síranu vápenatého CaSO_4 a rozemletím na moučku.

Sádro rozdělujeme podle různých hledisek:

- podle použití
- jemnosti mletí a bělosti
- druhu pálení
- doby tuhnutí (v praxi nejčastější)

Doba tuhnutí je závislá na stupni pálení a na mineralogickém složení. Podle doby tuhnutí rozdělujeme sádro na [1]

- 1) sádro rychle tuhnoucí
(α a β $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$ + anhydrit α a β CaSO_4 III)
- 2) sádro volnětuhnoucí
(anhydrit CaSO_4 II a anh. CaSO_4 I + CaO)
- 3) anhydritové pojivo

Zahříváním se sádrovec při různých teplotách rozkládá na různé formy síranu vápenatého [1]

- 1) polyhydrát α $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$
- 2) polyhydrát β $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$
- 3) anhydrit α CaSO_4 III
- 4) anhydrit β CaSO_4 III
- 5) anhydrit CaSO_4 II
- 6) anhydrit CaSO_4 I

Technologie pálení sádry se volí podle vlastností a druhu sádrovce nebo podle požadovaných vlastností sádry. Vypálená kusová sádra se pak mele na žádanou jemnost v mlýnech nebo dezintegrátorech.

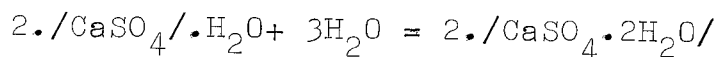
Vlastnosti sádry závisí na druhu sádrovce, jeho příměsích,

na době a způsobu pálení a výšce vypalovací teploty. Pro slévárenské účely se nejčastěji používá dvou druhů sádry, a to tzv. "šedá sádra" a "bílá sádra". U nás se pod názvem šedá sádra používá šedá stavební sádra a pod názvem bílá sádra nejčastěji sádra dovážená k nám z NDR pod označením Alabastrová sádra.

2.2. Tuhnutí sádry

Po smíšení sádrové směsi s vodou probíhá celá řada chemických a fyzikálních dějů. Končí po určitém časovém intervalu za předpokladu ustálených podmínek při tuhnutí (hlavně konstantní teplota a vlhkost vzduchu).

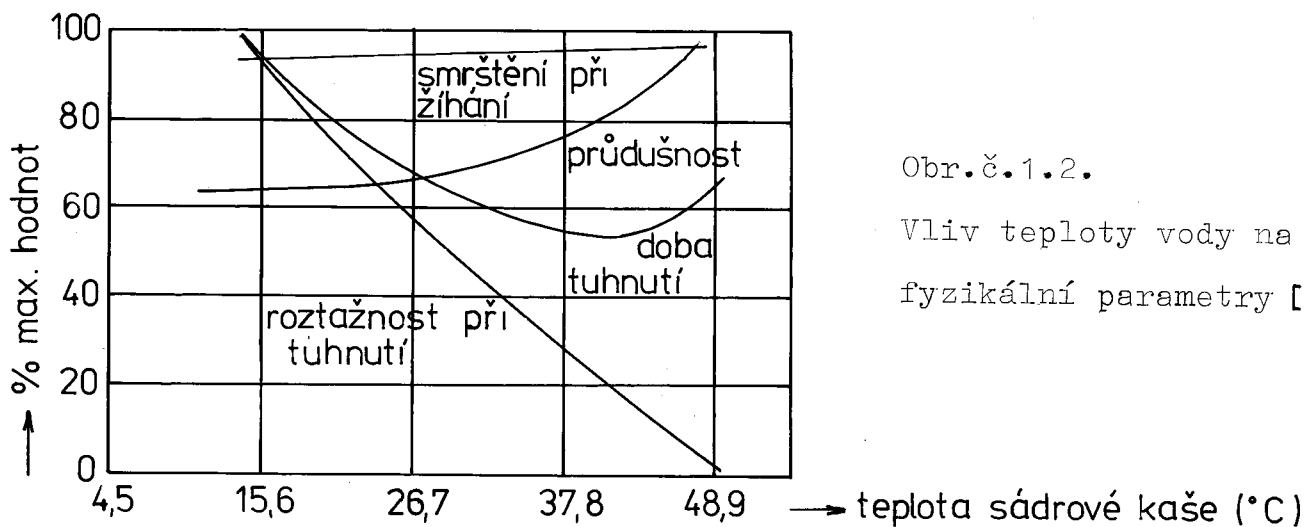
Protože podstatou sádrové směsi je odvodněný síran vápenatý, vzniká s vodou pevný hydratovaný síran vápenatý:



Doba tuhnutí sádry závisí na mnoha faktorech, především však na:

- 1) druhu sádry
- 2) množství vody
- 3) teplotě vody
- 4) jemnosti sádry

Při malém množství vody směs značně houstne, rychle tvrdne a vylučuje větší množství tepla se současným nárůstem objemu. Se zvyšující se teplotou vody klesá doba tuhnutí směsi, do určité teploty, pak narůstá. Viz obr. č.1.2.



Obr.č.1.2.
Vliv teploty vody na fyzikální parametry [1]

2.2.1. Vliv teploty sádrové kaše na jednotlivé fyzikální parametry

Vliv teploty sádrové suspenze na jednotlivé fyzikální parametry je znázorněna na obr. 1.2.

Důležitým poznatkem je skutečnost, že s rostoucí teplotou kaše prudce klesá roztažnost při tuhnutí. Při 40 °C dosahuje [1] přibližně 20 % ve srovnání s hodnotou, která byla dosažena při 12 °C.

Toto má velký význam při vytahování modelů ze sádrové formy a také pro celkovou rozměrovou přesnost odlitku.

Doba tuhnutí klesá pomaleji, a to v intervalu teplot 12+40 °C pak se rychle zvětšuje, když teplota kaše stoupá.

Průdušnost ukazuje pomalý růst se vzrůstem teploty kaše. Tento fakt je hlavně důležitý při výrobě sádrových forem konvenčním způsobem. Při výrobě průdušných sádrových forem metodou Antioch nebo metodou napěněné směsi je méně významný. Velmi malý vliv má na pevnost v tlaku za syrova i po vyžihání.

Kromě už vzpomínaných faktorů má na vlastnosti a jakost forem vliv také doba smíšení formovací směsi. Doba míšení sádrové směsi nemá překročit 3 minuty [1]. Delší doba míšení má za následek větší smršťování sádrových forem.

2.2.2. Řízení pochodu tuhnutí sádry

Na řízení pochodu tuhnutí sádry používáme chemických látek, které citlivě reagují na pochod tuhnutí sádry. Látky, které zpomalují pochod tuhnutí sádry nazýváme zpomalovače. Tyto látky snižují koncentraci roztoku dihydrátu, např. borax, vápenná voda, kyselina octová, kys. mléčná, kys. citronová, citronan sodný atd.

Látky, které urychlují tuhnutí sádry se nazývají urychlovače. Tyto látky podporují zvýšení koncentrace roztoku dihydrátu, ze

kterého se potom rychle tvoří krystalky. Takovými látkami jsou chloridy, případně roztoky jiných síranů.

Tuhnutí urychlují také látky způsobující vedlejší krystalizaci, při které vystupují jako cizí krystalizační zárodky. Jsou to: kamenec, nedostatečně pálená sádra, síran draselný, uhličitan draselný aj.

Uhličitan draselný též působí na zvýšení koncentrace dihydrátu a urychluje tuhnutí.

2.3. Složení a vlastnosti sádrových směsí

Na přípravu sádrové směsi lze použít jen taková sádra, která se při tuhnutí nesmršťuje, aby nevyvolala změny rozměrů.

Přibližné složení sádrových směsí [1]:

DRUH PŘÍSADY	%
sádra	30 + 100
azbest	50 + 40
mastek	19 + 30
křemenná moučka	5 + 80
hlína (hrnčířská)	0 + 10
drcená cihla	0 + 30
křemenný písek	0 + 50
crystalit	+ 70
vápno	0 + 1,5
portlandský cement	0 + 5
bromid amonný	0,25 + 3

Azbest - zvyšuje pórovitost (ve formě vláken též zvyšuje mechanické vlastnosti)

Mastek - podobně jako křemenný písek kompenzuje změny objektu

Křemenná moučka - zmenšuje objemové změny sádrové směsi během tuhnutí

Vápno, cement - ovlivňují objemové změny

Bromid amonný - při vypalování forem se rozloží na plynné látky a tak zvyšuje prodyšnost forem

Vedle uvedených přísad se ještě používají další, méně používané, které ovlivňují vlastnosti forem, např. větší pevnost, odolnost proti otěru. Sádrové formy mají mít tyto základní vlastnosti:

- 1) dostatečnou pevnost a odolnost proti otěru
- 2) dostatečnou průdušnost
- 3) co nejménší objemové změny

I když klasické sádrové směsi mají přísadu látky ke zvýšení průdušnosti, nejsou dostatečně průdušné pro lití a odlitky bývají často nezaběhnuté.

2.4. Způsoby zvýšení průdušnosti sádrových forem

- 1/ Přísada látek do formovací směsi, které po ztuhnutí formy a její ohřátí se mění v plyny, které unikají a tak zvyšují průdušnost sádrové formy. Nejčastější je chlorid nebo bromid amonný.
- 2/ Metoda Antioch - je to proces výroby průdušných forem s fázovou přeměnou síranu vápeantého. Proces umožňuje minimálně 40-ti násobně zvýšení průdušnosti. Dochází však k některým strukturním změnám, které mají za následek snížení pevnosti v tahu, ohybu a v tlaku.

Stručně se dá takto popsat [1]:

Tuhnoucí forma ze sádrové formovací směsi se nechá tuhnout 6+8 hodin po jejím odlití na vzduchu. Pak se vkládá do autoklávu a nechá se po dobu 8+9 hodin na ni působit přetlak 0,1MPa nasycené vodní páry. Tato operace je nejdůležitější, protože se při ní dociluje pórovitost a prodyšnost. Po ochlazení se

forma dosouší pomalým ohřevem při teplotě 100, 150, 200 + 300 °C a ponechá se po dobu 10+15 hodin ztuhnout a hned po tomto procesu se musí do této formy odlévat.

3/ Napěňování formovací směsi přísadou chemických sloučenin, které chemickou reakcí uvolňují plyny, popřípadě se do směsi s organickým pěnidlem vmíchává speciálními metodami vzduch. Po ztuhnutí sádrové kaše je forma prostoupena jemnými bublinkami navzájem propojenými mikrokanálky. Tím se výrazně zvýší prodyšnost.

2.4.1. Napěnění sádrové formy

Podstata napěněných sádrových forem - metoda Gypsum Hydroperm. Podstatu této metody tvoří přidání pěnidla do formovací směsi. Bývají to látky, které chemickou reakcí uvolňují plyn, jako uhlíčitany a zředěné kyseliny, peroxid vodíku s čpavkem, popřípadě se do směsi s organickým pěnidlem speciálními metodami míšení vmísí vzduch. Vzniklá forma se vyznačuje vysokou prodyšností.

Použitelnost takto vyrobených forem je stejná jako použitelnost forem vyrobených jiným pracovním způsobem. Stejných výsledků se dosahuje též pokud jde o velikosti odlitků, tvar odlitků, pevnost, povrchovou hladkost a jemnost.

Tepelné zpracování těchto forem se provádí při nižších teplotách než u nenapěněných forem.

2.4.1.1. Technologie napěňování

Podle toho, jakým způsobem přidáme napěňující látku do sádrové směsi, můžeme rozdělit technologii napěňování na 2 základní skupiny.

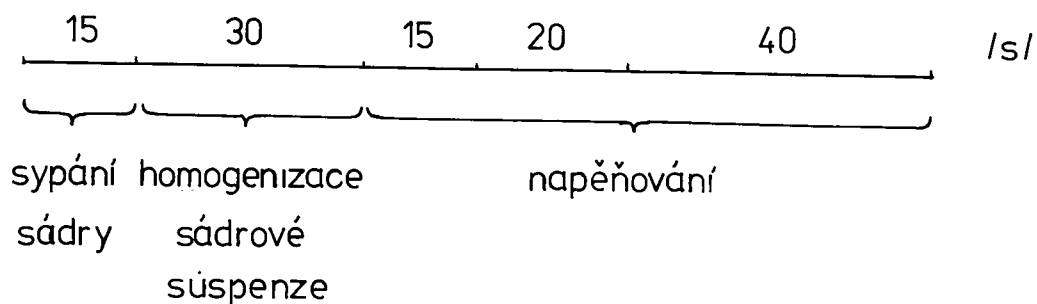
1/ Metoda jednofázového napěňování

Při této metodě je sádrová břečka od samého počátku přípravy míchána společně s povrchově aktivní látkou. Tím dochází k jejímu napěnění. Tuto metodu můžeme rozdělit podle toho, v jaké napěňovací formě látka je a kam ji přidáme, na tři podskupiny:

Tuto metodu můžeme rozdělit podle toho, v jaké je napěňovací látka formě a kam ji přidáváme, na tři podskupiny:

- a) napěňovadlo ve formě prášku se přidává do suché směsi
- b) napěňovadlo ve formě prášku se přidává do vody na přípravu sádrové břečky
- c) napěňovadlo ve formě kapaliny se přidává do vody na přípravu sádrové břečky

Obr. č.2.2. - časový diagram přípravy napěněné směsi [1]:



2/ Metoda dvojfázového napěňování

Napěňovadlo ve formě předem připravené pěny, jejíž životnost je časově omezená, se přidává do sádrové břečky v průběhu její přípravy. Příprava napěněné břečky je tímto způsobem méně známá, a proto i méně používána. Dosahuje se jí lepší kvalita napěnění sádrové směsi a lze jí lépe regulovat procento napěnění ($\pm 5\%$ oproti $\pm 15\%$ u jednofázového napěnění).

Přehledněji to vyjádří tato tabulka [2]:

Napěňovadlo ve formě	Napěňovadlo přidávané do:		
	vody	kaše	suché směsi
kapalina	jednofázová příprava		
pěny		dvoufázová příprava	
prášku	jednofázová příprava		jednofázová příprava

2.4.1.2. Určení procenta napěnění

Procento napěnění sádrové kaše úzce souvisí, t.j. je přímé závislé na změně měrné hmotnosti sádrové kaše, pro kterou platí vztah:

$$\rho = m/v$$

Z toho vyplývá, že při měření procenta napěnění máme k dispozici dvě cesty [2]:

- a) měření změny objemu při napěnění ve vztahu k počátečnímu objemu nenapěněné sádrové kaše

$$\% \text{ napěnění} = \left(\frac{V_1}{V} - 1 \right) \cdot 100$$

- b) měření změny hmotnosti za konstantního objemu

$$\% \text{ napěnění} = \left(\frac{m}{m_1} - 1 \right) \cdot 100$$

ad a) Prakticky se dá měření změny objemu sádrové kaše při napěnění provést např. kalibrovanou tyčkou nebo celuloidovým pravitkem jako změření výšky hladiny sádrové kaše (jenom za předpokladu, že nádoba, ve které napěňování provádíme, je válcovitého tvaru).

ad b) Změníme hmotnost napěňovaného zkušebního odlitku standardních rozměrů (váleček o objemu 20 cm³) a ze známé hodnoty hmotnosti nenapěněného odlitku vypočítáme procento napěnění. Tato metoda je přesnější než předcházející. Vysoké procento napěnění jde však na vrub snížení pevnosti forem, která je velmi nízká - pouze 90 kN/m² v tlaku [2]. Z provozních hledisek není vhodný pokles pevnosti sádrových forem v tlaku pod hranici 120 kN/m², jinak dochází k poruchám souvislosti formy při vyjímání komplikovanějších částí modelů. Zkoušky potvrdily skutečnosti [2], že především množství a nikoliv koncentrace saponátové emulze určuje její vliv na stupeň napěnění směsi.

2.5. Vliv vibrací formy na vlastnosti forem z napěněných sádrových směsí

Vliv vibrace formy na pevnostní vlastnosti formy a změnu průdušnosti nebyl podrobně zkoumaný. Podle [1] obírat se touto otázkou je bezpředmětné, protože změna vzpomínaných vlastností formy se nedosáhne.

Při zhotovování forem má však podle našich pozorování [1] vibrace formy podstatný vliv na konečnou kvalitu odlitku. Jde hlavně o odstranění velkých vzduchových bublin, které vznikají při lití sádrové kaše na model hned na povrchu, anebo těsně nad povrchem modelu. Abychom na povrchu formy měli hladký povrch, bez bublin, je třeba vystavit formu asi na 10+15s vibracím. Vibracemi se dosáhne toho, že velké bubliny vystoupí nahoru na otevřený povrch.

Další metodou, jak získat hladký povrch bublin a bez použití vibrátoru je, že před nalitím kaše na model se nejdříve postříká kaší nebo se na něho nanese kartáčkem tenká vrstva kaše.

2.6. Proces tepelného zpracování forem ze sádrových směsí

Při odlévání ^etkutému kovu do forem s uvedených směsí, dochází např. k rozhraní forma-kov k intenzivnímu odpařování vlhkosti obsažené v těchto formách především z důvodů jejich výroby. Jedná se o vodu vázanou (krystalickou) a o vodu volnou.

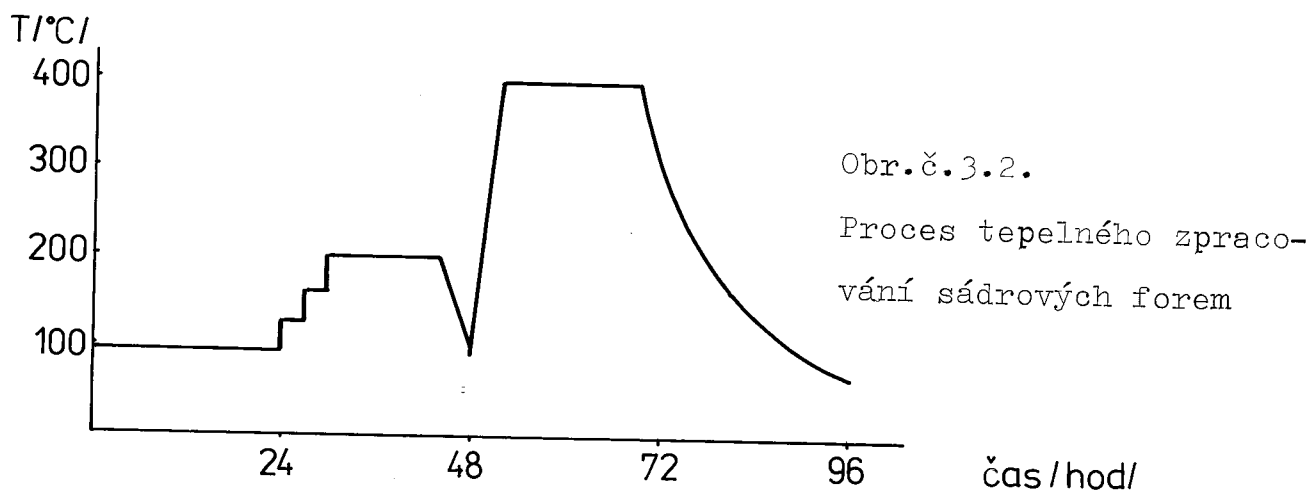
Voda volná je určena tzv. vodním poměrem/množstvím rozdělovací vody [2]/, voda vázaná tzv. dehydrátem $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ nebo polohydrátem $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5 \text{H}_2\text{O}$. Z tohoto důvodu je nutné tyto formy tepelně zpracovávat (sušit eventuelně žíhat).

Sušením se odstraňuje voda volná, což provádíme v běžných sušárnách. Jde o určitou fázi tepelného zpracování, při které používáme teplotu do 200 °C. Žíhání se provádí v komorových pecích

při teplotách od 200 °C do 400 °C.

Bylo zjištěno, že správně stanovený režim tepelného zpracování nahrazuje technologicky náročný proces výroby a zpracování těchto forem v autoklávu (metodu Antioch). Ukázalo se, [2] že formy musí pomalu chladnout v sušícím (žíhacím) zařízení až na teplotu 150 °C. To je mezní teplota, kdy při vyjmutí ze zařízení nevzniká ve formě takové pnutí, jehož následkem by formy praskaly ještě před vlastním odléváním.

Výzkumy ukázaly [2], že celkový čas přípravy těchto forem trvá asi 72 hodin. Celý průběh režimu tepelného zpracování je podle [2] patrný z obrázku č.2.2.



Výzkum tepelného zpracování ukázal, že jeho vlivem se snižuje měrná hmotnost forem, při vysušení (vyžíhání) až na hodnotu 1g/cm³ z hodnoty 1,7g/cm³. To znamená, že vlivem tepelného zpracování se hmotnost vysušené formy změní asi o polovinu její původní hmotnosti (před tepelným zpracováním). Také se ukázalo, že intenzivnímu odstraňování vody volné dochází při teplotě 97+110 °C, při teplotě 350 °C se odstraňuje voda vázaná. Nezanedbatelný vliv na proces tepelného zpracování má i tvar a velikost formy.

2.7. Teorie sušení forem ze sádrových směsí

Z ekonomických důvodů je účelné sušit formy co nejrychleji. Rychlost sušení je však omezena nebezpečím deformací nebo vzniku trhlin, kdyby odstraňování vody post^{po}ovalo příliš rychle.

Sušením se snižuje obsah vody a zároveň se mění její rozdělení ve výrobku. V tomto směru lze rozlišit tři stádia podle [2], jež při sušení na sebe plynule navazují:

- a) voda tvoří[!] souvislé, poměrně tlusté vrstvy, jež oddělují pevné částice od sebe, sušením se částice přibližují a hmota jako celek se smršťuje
- b) vodné obaly se ztenčily natolik, že se částice dostaly do těsné blízkosti a stýkají se v bodech nebo plochách, voda pouze vyplňuje póry mezi nimi
- c) v systému zůstávají tenké vodní filmy, jež jsou vázány k povrchu částic adsorpčními silami, a proto se odstraňují obtížně, až v poslední etapě sušení.

Předpokladem nezávadného sušení je taková rychlost vypařování vody z povrchu v takovém stadiu, aby se stačila další voda přivádět z hlubších vrstev. V tomto případě nastává nerovnoměrné smršťování odlitků. Nestací-li se voda dostatečně rychle přivádět na povrch, nastává rychlejší smršťování na povrchu než uvnitř výrobku. Tím vznikají napětí, jež jsou tím větší, čím větší je smrštění sušením a čím rychleji sušíme. Překročí-li toto napětí mez pevnosti, vznikají trhliny.

U daného výrobku je možno přípustnou rychlost sušení ovlivnit viskozitou vody, a to prostřednictvím teploty. Rychlost povrchového odpařování, jež lze v širokých mezích regulovat vlhkostí, teplotou a rychlostí proudění vzduchu, nesmí vzrůstat nad kritickou mez, nad níž by rychlost odpařování byla vyšší než rychlost přiváděné kapalné vody z hlubších vrstev. Tím by se povrchové

vrstvy předčasně vysušily za vzniku napětí a nežádoucího nerovnoměrného smrštění.

2.8. Současná aplikace technologie sádrových forem v ÚVR Opočíněk Formovací materiál

Jako formovacího materiálu [3] se používá směsi z těchto komponentů: modelová sádra MG - 11

Gerasin - expanzní zatmelovací hmota

minerální vlákno

regenerát

Sádrové formy se dělají ve čtyřech skupinách.

První skupina forem se míchá pouze z modelové sádry MG - 11, Gerasinu, minerálního vlákna a napěňovačla. Mísící poměr vody (ml) o teplotě 20 °C s práškovými složkami je 70 : 100 [3].

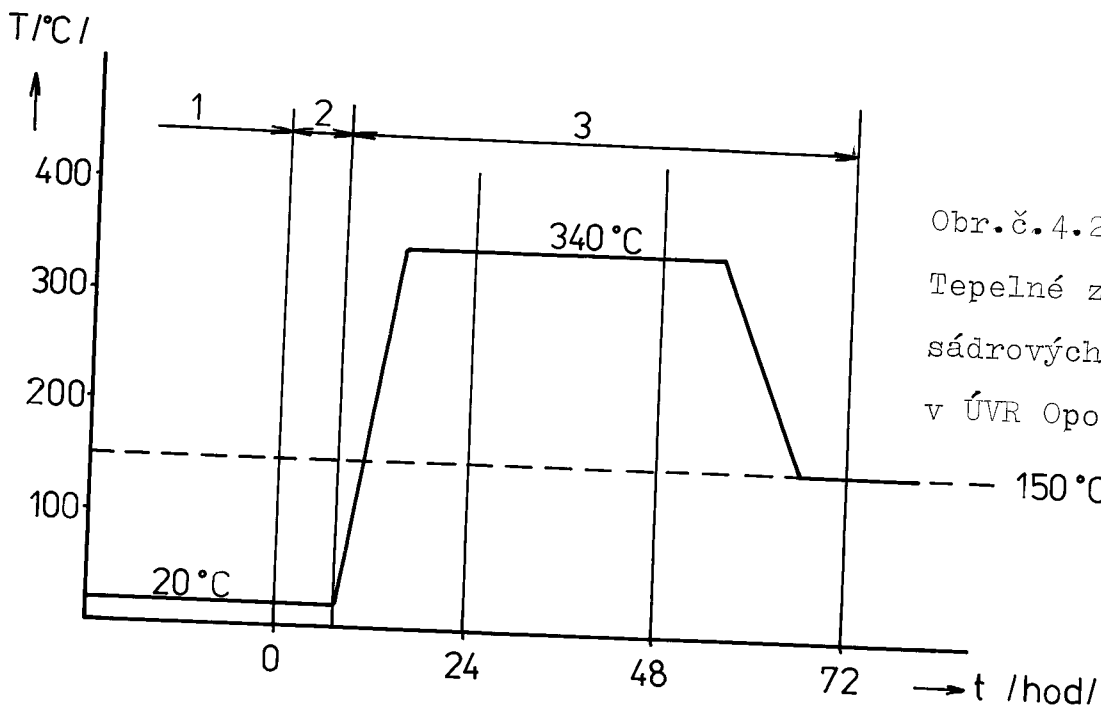
Ze zbytků těchto forem se vyrobí regenerát.

Formovací materiál na další skupiny forem je obohacen o regenerát.

Z každé skupiny forem se vyrobí regenerát pro následující skupinu forem. Zbytky forem ze čtvrté skupiny se vyrábějí ^{vázejí} do odpadu.

Formovací materiál na jádra je expanzní zatmelovací hmota Gerasin s 1 % váhových dílů minerálního vlákna. Mísící poměr vody (ml) o teplotě 20 °C s Gerasinem (g) je $38 \pm 3 \% : 100$.

Po odlití forem se nechají 25+30 minut v klidu ztuhnout [3]. Potom se povolí šrouby formovacího rámu a rám se sejme. Po odstranění modelů se provede dokončovací práce na formě. Takto dokončené formy se přemístí do odkládací police, kde musí být nejméně 24 hod. při 20 °C [3]. Před založením jader a složením formy se musí vnitřek formy vyfoukat stlačeným vzduchem. Složená forma se vloží do sušící pece, a následuje tepelné zpracování forem s vloženými jádry podle obr.č.3.2.



Obr. č. 4.2.
Tepelné zpracování
sádrových forem
v ÚVR Opočíněk [3]

1 - Ustálení forem při 20°C (minimálně 24 hod.)

2 - Zakládání forem

3 - Tepelné zpracování forem

Po dokončení tepelného zpracování se formy vyjmou ze sušárny a přes dvě desky se sevřou svěrkami, a spára mezi polovinami formy se potře žáruvzdornou těsnicí hmotou.

3. NÁVRH ZAŘÍZENÍ PRO DÁVKOVÁNÍ A PRO MÍSENÍ SUCHÝCH PRÁŠKOVÝCH SLOŽEK SÁDROVÉ SMĚSI

3.1. Návrh zařízení pro dávkování složek směsi

Dávkováním suchých složek směsi je navrženo realizovat pomocí šnekových dopravníků, který zde slouží pro dopravu směsi ze zásobníku do mísiče. Motor šnekového dopravníku se zapojí do elektrického obvodu časového spínače, který motor po nastaveném čase vypne.

3.1.1. Výpočet šnekového dopravníku [4]

Při výpočtu uvažujeme variantu mísení s regenerátorem.

Směs má toto složení:

33 % - Gloria speciál

27 % - sádra

40 % - regenerát

Při výpočtu se vychází z dopravovaného objemového množství

$$V = \frac{Q}{\rho} \cdot \text{Volíme [5]: } V = 0,8 \text{ m}^3/\text{h}, D = 100 \text{ mm}, s = D = 100 \text{ mm};$$

Výpočet dopravovaného hmotnostního množství Q

- Gloria speciál $Q = V \cdot \rho = 0,8 \cdot 1,6 \cdot 10^3 = \underline{\underline{1,28 \text{ t/h}}}$
 $\rho = 1\,600 \text{ kg/m}^3$

- Sádra $Q = \underline{\underline{1,448 \text{ t/h}}}$
 $\rho = 1\,810 \text{ kg/m}^3$

- regenerát $Q = \underline{\underline{0,8 \text{ t/h}}}$
 $\rho = 1\,000 \text{ kg/m}^3$

Výpočet otáček

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot 60 \cdot \gamma \cdot D^2 \cdot s \cdot h \Rightarrow \underline{\underline{h}} \quad \text{dle [4] } \gamma = 0,45$$

$$h = \frac{V}{\gamma \cdot 60 \cdot D^2 \cdot s} = \underline{\underline{37,8/\text{min}}} \quad \text{dle [5] navrhujeme } \underline{\underline{n=40/\text{min}}}$$

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot 60 \cdot \gamma \cdot D^2 \cdot s \cdot h = \underline{\underline{0,85 \text{ m}^3/\text{h}}}$$

Výpočet průměru šroubovice

$$D = 0,1457 \sqrt{\frac{V}{\gamma \cdot s \cdot n}} = \underline{\underline{0,1 \text{ m}}} \quad \text{navrhovaná délka } L = 1 \text{ m}$$

3.1.2. Potřebný výkon k pohonu šnekového podavače [4]

A) Příkon potřebný k posunu dopravovaných hmot pro danou délku šnekovnice L

$$P_H = \frac{Q \cdot L \cdot \lambda \cdot g}{3\,600}$$

λ ... součinitel odporu dopravované hmoty

a) Gloria speciál:

$$\lambda = 3,15$$

$$Q = 1,28 \text{ t/h}$$

$$\underline{\underline{P_H = 11 \cdot 10^{-3} \text{ kW}}}$$

b) sádra:

$$\lambda = 2,15$$

$$Q = 1,448 \text{ t/h}$$

$$P_H = 8,5 \cdot 10^{-3} \text{ kW}$$

c) regenerát:

$$\lambda = 2,9$$

$$Q = 0,8 \text{ t/h}$$

$$P_H = 6,3 \cdot 10^{-3} \text{ kW}$$

B) Příkon potřebný k chodu nezatíženého dopravníku

$$P_N = \frac{D \cdot L}{20}$$

a) Gloria sp. $P_N = 5 \cdot 10^{-3} \text{ kW}$

b) sádra $P_N = 5 \cdot 10^{-3} \text{ kW}$

c) regenerát $P_N = 5 \cdot 10^{-3} \text{ kW}$

Celkový potřebný výkon

$$P_P = P_H + P_N$$

a) Gloria sp. $P_P = 16 \text{ W}$

b) sádra $P_P = 13,5 \text{ W}$

c) regenerát $P_P = 11,3 \text{ W}$

dle [6] volíme elektromotor o minimálním jmenovitém výkonu 25 W

dle [7] volíme další hlavní rozměry šnekových dopravníků

průměr hřídele šnekovnice $d_1 = 35 \text{ mm}$

průměr čepu hřídele šnekovnice $d_2 = 25 \text{ mm}$

Těleso šneku je trubka o ϕ 110 mm.

Navrhované základní parametry šnekového dopravníku:

$$D = 100 \text{ mm} \quad V = 0,85 \text{ m}^3/\text{h} \quad d_1 = 35 \text{ mm}$$

$$L = 1000 \text{ mm} \quad n = 40/\text{min} \quad d_2 = 25 \text{ mm}$$

$$s = 100 \text{ mm} \quad P_P = 25 \text{ W} \quad D_2 = 110 \text{ mm}$$

3.2. Návrh zařízení pro mísení suché směsi

Při mísení suché směsi je kladen vysoký důraz na co nejdokonalejší promísení všech složek sádrové směsi tak, aby v uvažované směsi byly rovnoměrně rozloženy všechny složky a aby byla homogenní. Dalším požadavkem je zamezení prašnosti a tím, i zhoršení pracovního prostředí pracovníků.

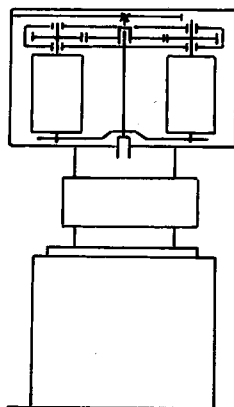
Navrhovaný mísič (obr. 1.3.) se skládá z obdélníkového stojanu, jehož delší strana je z důvodu stability zařízení orientována ve směru osy motoru elektropřevodovky, jehož těžiště leží mimo osu mísiče. Stojan je tvořen základovou deskou z tlustého plechu obdélníkového tvaru, k níž je ^{vařen} ~~připraven~~ po obvodě tenký plech tvořící podstavu.

Střední díl je tvořen elektro převodovkou se šnekovým převodem, která je vyrobena v n.p. ZTS Košice a tvoří nosný prvek pro vrchní část zařízení, mísicí bubnu.

Spodní část mísicího bubnu (základová deska) je tvořena tlustým plechem, v němž jsou umístěna dvířka pro vyprazdňování bubnu. Plášť nádoby (bubnu) je svařený z ocelového plechu a přišroubovaný k základové desce. Vrchní část je tvořena průhlednou deskou z plastu (plexiskla), v němž jsou otvory pro trubky od dávkovacích šneků.

Uvnitř bubnu je mísicí zařízení, které se skládá ze dvou lopatek, planetového soukolí a unašečů. Rotační pohyb je přenášen od převodovky hřídelem, který je uložen ve dvou kuličkových ložiskách. Prvé z nich je umístěno v základové desce a druhé ve velkém kole planetového soukolí, které je udržováno v klidné poloze středícím čepem. Středící čep je uložen v lůžku, které je

přišroubováno ke hvězdici, t.j. zařízení, které funguje jako podpora druhého konce letmo uloženého hnacího hřídele.



Obr. č. 1.3.
Schema mísíče

Při mísení dochází ke dvěma pohybům (obr.č.1.3.). Hlavní unášecí pohyb koná hřídel s unášeci, které dávají lopatkám rotační pohyb okolo osy mísíče. Přitom koná lopatka, která je pevně spojena se satelitem planetového soukolí, rotační pohyb okolo své vlastní osy.

3.3. . Konstrukční výpočty navrhovaného řešení

3.3.1. Výpočet hnacího hřídele

Parametry převodovky:

$$P = 0,75 \text{ kW}$$

ϕd_2 - průměr výstupního hřídele

$$n_2 = 43,8/\text{min}$$

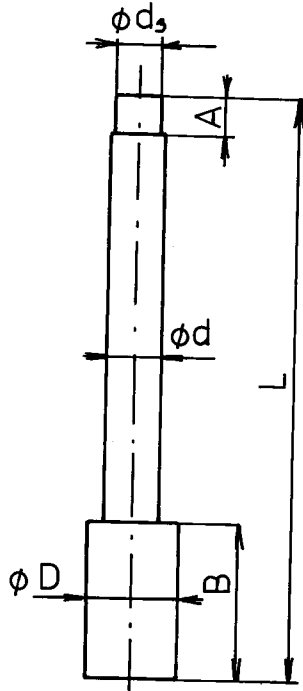
$$\phi d_2 = 35 \text{ mm}$$

Výpočet kroutícího momentu

$$M_k = \frac{P}{\omega} = \frac{60 \cdot P}{2 \cdot \pi \cdot n_2} = \frac{750 \cdot 60}{\pi \cdot 43,8 \cdot 2} = \underline{\underline{163\,515 \text{ Nmm}}}$$

Návrh a kontrola hřídele [8]

Hnací hřídel bude namáhána kroučícím momentem M_k



Materiál hřídele volíme ocel 11 500.

$$11\ 500: \sigma_{tD} = 140 + 210\ \text{MPa}$$

$$\tau_{kD} = 85 + 125\ \text{MPa}$$

$$\text{volíme } \tau_{kD} = 110\ \text{MPa}$$

$$M_k = 163\ 515\ \text{Nmm}$$

Pevnostní rovnice pro namáhání krutem

$$\tau_k = \frac{M_k}{W_k} \leq \tau_{kD}$$

$$W_k = \frac{\pi d^3}{16}$$

$$\tau_{kD} \geq \frac{M_k \cdot 16}{\pi \cdot d^3} \rightarrow d$$

Obr.č.2.3. Výpočetové schema

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_k}{\pi \cdot \tau_{kD}}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 163\ 515}{\pi \cdot 110}} \doteq \underline{\underline{19,7\ \text{mm}}}$$

Vzhledem k tomu, že na části hnacího hřídele o ϕd bude drážka pro pero, volíme $\phi d = 25\ \text{mm}$.

Konec hřídele je osazena pro ložisko, které je v dutině centrálního kola planetového soukolí.

Pevnostní kontrola hřídele

$$\tau_{kD} = 110\ \text{MPa}$$

$$\tau_k = \frac{M_k}{W_k} = \frac{163\ 515 \cdot 16}{\pi \cdot 25^3} = 53,3\ \text{MPa}$$

$$\tau_{kD} > \tau_k$$

Hřídel o $\phi 25\ \text{mm}$ vyhovuje.

Návrh dalších rozměrů hřídele:

$$\phi D = 50 \text{ mm} \quad A = 14 \text{ mm}$$

$$\phi d_3 = 18 \text{ mm} \quad B = 70 \text{ mm}$$

$$L = 270 \text{ mm}$$

3.3.2. Návrh a kontrola pera hnacího hřídele [8]

Pro hřídel $\phi d_2 = 35 \text{ mm}$ odpovídá pero 10 x 8

$$\tau_s = \frac{F}{S} \leq \tau_{SD} \quad \tau_{SD} = 100 \text{ MPa}, \quad P_D = 90 \text{ MPa}$$

$$F = \frac{2 M_k}{d_D} = \frac{2 \cdot 163515}{35} = 9343 \text{ N}$$

$$S \geq \frac{F}{\tau_{SD}} = \frac{9343}{100} = 93,43 \text{ mm}^2$$

$$s = b \cdot l$$

$$l = \frac{s}{b} = \frac{93,43}{10} \approx 9,4 \text{ mm}$$

h - výška pera

b - šířka pera

l - délka pera

volíme délku $l = 40 \text{ mm}$

Kontrola pera na stříh

$$\tau_s = \frac{F}{S} = \frac{9343}{10 \cdot 40} = 23,4 \text{ MPa}$$

$$\tau_{SD} > \tau_s$$

Kontrola pera na otlačení

$$P = \frac{2 \cdot F}{h \cdot l} = \frac{2 \cdot 9343}{8 \cdot 40} = 58,4 \text{ MPa}$$

$$P_D > P$$

Pero 10 h 9 x 8 x 40 ČSN 02 2562 vyhovuje.

3.3.3. Návrh a kontrola hřídele satelitu [8]

$M_{k2} = 81757,5 \text{ Nmm}$ - přenášený výkon

materiál hřídele volíme 11 700: $\sigma_{c0} = 300 \text{ MPa}$

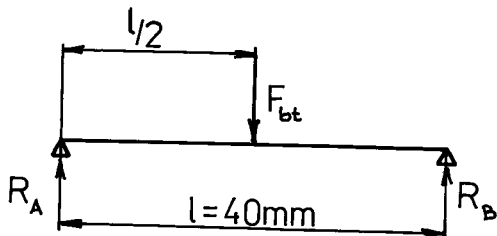
$$\tau_c = 200 \text{ MPa}$$

Navrhujeme průměr hřídele 15 mm. Hřídel je zatížen kroutícím momentem a na ohyb. Jedná se o cyklické zatížení.

Ohybová síla vzniká od planetového převodu.

$$F_{bt} = \frac{F_t}{\cos \alpha} = \frac{M_{k2}}{r_2 \cdot \cos \alpha} \quad r_2 = 31,25 \text{ mm}$$

$$F_{bt} = \frac{81\,757,5}{31,25 \cdot \cos 25^\circ} = 2784 \text{ N}$$



Obr.č.3.3.

Výpočtové schema

$$R_A = R_B = \frac{F_{bt}}{2} = 1\,392 \text{ N}$$

$$\sigma_o = \frac{R_A \cdot \frac{l}{2} \cdot 32}{\pi d^3} = \frac{1\,392 \cdot 32 \cdot 20}{\pi \cdot 15^3} = 84 \text{ MPa}$$

$$k_o = \frac{\sigma_{co}}{\sigma_o} = \frac{300}{84} = 3,6$$

$$\kappa_k = \frac{M_k}{W_k} = \frac{81\,757,5 \cdot 16}{\pi \cdot 15^3} = 123,4 \text{ MPa}$$

$$k_\kappa = \frac{\kappa_c}{\kappa_k} = \frac{200}{123,4} = 1,62$$

$$k = \frac{k_p \cdot k_\kappa}{\sqrt{k_o^2 + k_\kappa^2}} = 1,5$$

Navrhovaný průměr hřídele 15 mm vyhovuje s bezpečností $k = 1,5$

3.3.4. Výpočet rozměrů ozubení planetového soukolí [9]

Základní parametry: $P = 0,75 \text{ kW}$

$n_1 = 43,8/\text{min}$

Materiál kol volíme 12 020 - cementováno, kaleno

$$\sigma_{FC} = 195 \text{ MPa}$$

$$\psi_m = 9$$

$$\sigma_{HC} = 1\,340 \text{ MPa}$$

$$Z_1 = 50$$

$$\sigma_{FC}' = \frac{\sigma_{FC}}{3} = \frac{195}{3} = 65 \text{ MPa}$$

Předběžný výpočet modulu

$$m = \sqrt[3]{\frac{P}{\pi \cdot \sigma_{FC}' \cdot \psi_m \cdot Z_1 \cdot n_1}} = \sqrt[3]{\frac{0,75 \cdot 10^6 \cdot 60}{\pi \cdot 65 \cdot 9 \cdot 50 \cdot 43,8}} = 2,24$$

volíme modul $m = 2,5 \text{ mm}$

Centrální kolo:

počet zubů

$$Z_1 = 50$$

úhel záběru

$$\alpha = 20^\circ$$

modul

$$m = 2,5$$

šířka zubů

$$b = \psi_m \cdot m = 9 \cdot 2,5 = 22,5 \text{ mm}$$

převodový poměr

$$i = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{25}{50} = 0,5$$

ϕ roztečné kružnice

$$D_1 = Z_1 \cdot m = 125 \text{ mm}$$

ϕ hlavové kružnice

$$D_{a1} = D_1 + 2h_{a1} = 130 \text{ mm}$$

ϕ patní kružnice

$$D_{f1} = D_1 - 2h_f = 118,75 \text{ mm}$$

osová vzdálenost

$$a = \frac{m}{2} (Z_1 + Z_2) = 93,75 \text{ mm}$$

ϕ základní kružnice

$$D_{b1} = D_1 \cos \alpha = 117,5 \text{ mm}$$

souč. trvání záběru

$$E_\alpha = 1,63 > 1,1 \quad - \quad \text{vyhovuje}$$

Satelit

počet zubů

$$z_2 = 25$$

ϕ roztečné kružnice

$$D_2 = Z_2 \cdot m = 62,5 \text{ mm}$$

ϕ hlavové kružnice

$$D_{a2} = D_2 + 2h_{a2} = 67,5 \text{ mm}$$

ϕ patní kružnice

$$D_{f2} = D_2 - 2h_{f2} = 56,25 \text{ mm}$$

ϕ základní kružnice

$$D_{b2} = D_2 \cdot \cos \alpha = 58,7 \text{ mm}$$

3.3.5. Kontrola ozubení na únosnost v ohybu

a) obvodová rychlost:

$$V = \pi \cdot D_1 \cdot n_1 = \pi \cdot 125 \cdot \frac{43,0}{60} = 0,29 \text{ m/s}$$

kvalita kol zvolena 8

b) jmenovitá obvodová síla:

$$F_{Ft} = \frac{P_t}{V} = \frac{750}{0,29} = 2\,586,2 \text{ N}$$

c) směrodatná obvodová síla v ohybu:

$$F_{Ft} = \frac{F_t}{b} \cdot K_1 \cdot K_V \cdot K_F = \frac{2\,586,2}{22,5} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,3 = 149,5 \text{ N}$$

$$q_L = 0,78$$

$$K_1 = 1$$

$$f_{pb} = 17 \mu\text{m}$$

$$K_V = 1$$

$$\frac{F_{Ft}}{K_F} = \frac{F_t}{b} \cdot K_1 \cdot K_V = 115 \text{ N/mm} \rightarrow K_F = 1,3$$

d) srovnávací ohybové napětí

$$Y_{F_1} = 2,37 \quad ; \quad Y_{F_2} = 2,63$$

$$Y_E = \frac{1}{E_\alpha} = \frac{1}{1,63} = 0,61 \quad ; \quad Y_\beta = 1$$

$$\sigma_{F_1} = \frac{F_{FE}}{m} \cdot Y_{F_1} \cdot Y_E \cdot Y_\beta = 86,5 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{F_2} = \sigma_{F_1} \cdot \frac{Y_{F_2}}{Y_{F_1}} = 96 \text{ MPa}$$

c) cyklická pevnost paty zubu v ohybu

$$\sigma_{FC_1} = \sigma_{FC_2} = 195 \text{ MPa}$$

$$Y_R = 0,95 \quad ; \quad Y_S = 1$$

$$\sigma_{FD_1} = \sigma_{FD_2} = \sigma_{FC_1} \cdot Y_R \cdot Y_S = 185,25 \text{ MPa}$$

f) bezpečnost proti únavového lomu

$$k_{F1} = \frac{\sigma_{FD1}}{\sigma_{F1}} = \frac{185,25}{86,5} = 2,14$$

$$k_{F1}, k_{F2} \approx 1,4$$

$$k_{F2} = \frac{\sigma_{FD2}}{\sigma_{F2}} = \frac{185,25}{96} = 1,93$$

vyhovuje pro soukolí s časově omezenou životností

3.3.6. Kontrola ozubení na dotykovou účinnost

a) směrodatná obvodová síla v dotyku:

$$Z_{\epsilon} = \sqrt{\frac{4 - \epsilon_{\alpha}}{3}} = \sqrt{\frac{4 - 1,63}{3}} = 0,9$$

$$k_{H\alpha} = 1,2$$

$$F_{Ht} = \frac{F_t}{b} \cdot K_1 \cdot K_V \cdot K_{H\alpha} = \frac{2\,586,2}{22,5} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 138 \text{ N/mm}$$

b) srovnávací Hertzův tlak:

$$Z_H = 1,76$$

$$Z_M = 272 \sqrt{\text{MPa}}$$

$$Z_{\epsilon} = 0,9$$

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{F_{Ht}}{D_1} \cdot \frac{i+1}{i} \cdot Z_H \cdot Z_M \cdot Z_{\epsilon}}$$

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{138}{125} \cdot \frac{0,5+1}{0,5} \cdot 1,76 \cdot 272} = 784,1 \text{ MPa}$$

c) cyklická pevnost boku zubu v dotyku

$$\sigma_{HC1} = \sigma_{HC2} = 1\,340 \text{ MPa}$$

$$Z_{R1} = Z_{R2} = 0,95$$

volíme ruční mazání tukem při viskozitě $\nu = 1,75 + 3,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$

$$\longrightarrow K_L = 1,09$$

$$\sigma_{HD1} = \sigma_{HD2} = \sigma_{HC1} \cdot Z_R \cdot K_L = 1\,340 \cdot 0,95 \cdot 1,09 = 1\,387,6 \text{ MPa}$$

d) bezpečnost proti tvorbě pittingů

$$k_{H1} = k_{H2} = \frac{\sigma_{HD1}}{\sigma_H} = \frac{1\,387,6}{784,1} = 1,77$$

ozubení vyhovuje.

3.3.7. Výpočet přesahů a uložení nalisovaného spoje [8]

Satelit je spojen s hřídelem lisovaným spojem, který musí přenést kroutící moment.

$$M_k = 81\,757,5 \text{ Nmm}$$

$$d_1 = 15 \text{ mm}$$

$$d_2 = 62,5 \text{ mm}$$

$$l = 22,5 \text{ mm}$$

$$f = 0,2$$

$$E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ MPa}$$

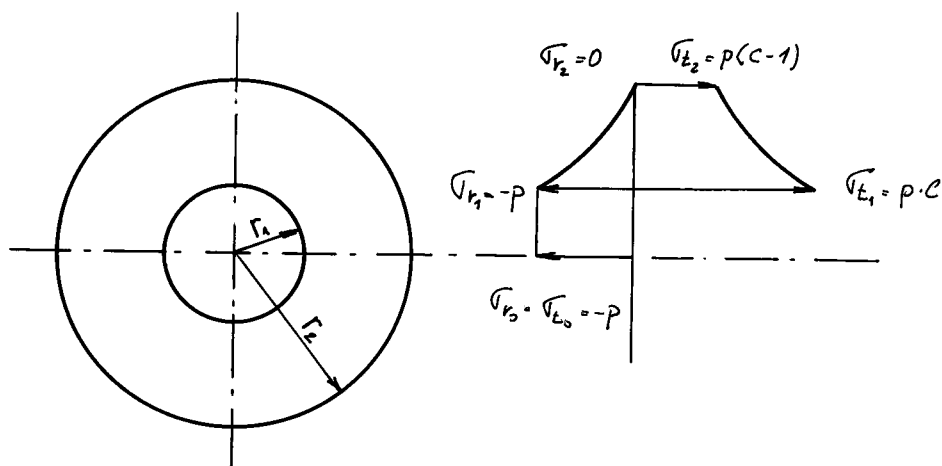
$$\sigma_k = 250 \text{ MPa}$$

Velikost přesahu

$$\Delta d_{1\min} = \frac{p \cdot d_1}{E} (C + 1)$$

$$c = \frac{d_2^2 + d_1^2}{d_2^2 - d_1^2} = \frac{62,5^2 + 15^2}{62,5^2 - 15^2} = 1,12$$

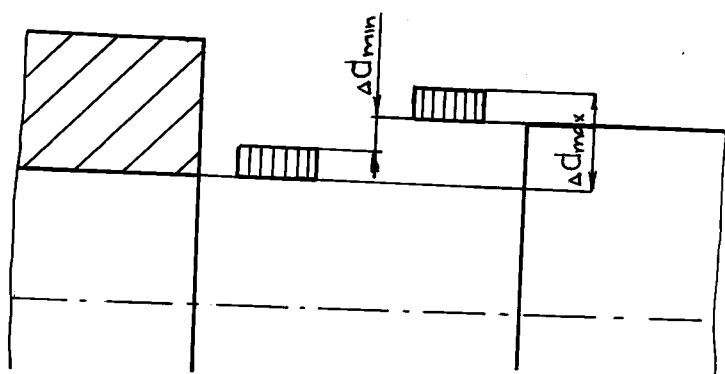
$$P = \frac{M_k}{2 \cdot \pi \cdot r^2 \cdot l \cdot f} = \frac{81\,757,5}{2 \cdot \pi \cdot 7,5^2 \cdot 22,5 \cdot 0,2} = 51,4 \text{ MPa}$$



$$\Delta d_{1\min} = \frac{51,4 \cdot 15}{2,1 \cdot 10^5} \cdot (1,12 + 1)$$

$$\Delta d_{1\min} = 0,78 \cdot 10^{-2} \text{ mm}$$

Pro navrhovaný minimální přesah vyhovuje uložení $\phi 15 \text{ H6/u7}$



Obr. č. 4.3.

Schema uložení

Pevnostní kontrola náboje (satelitu)

$$\sigma_{t1} = C \cdot p_{\max}$$

$$\sigma_{r1} = -p_{\max}$$

$$\frac{\Delta d_{1\min}}{\Delta d_{1\max}} = \frac{p_{\min}}{p_{\max}}$$

$$p_{\max} = \frac{p_{\min} \cdot \Delta d_{1\max}}{\Delta d_{1\min}} = \frac{51,4 \cdot 4,3 \cdot 10^{-2}}{1,1 \cdot 10^{-2}} = 130 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t1} = C \cdot p_{\max} = 1,12 \cdot 130 = 145,6 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{r1} = -p_{\max} = -130 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{red}} = \sqrt{\sigma_{t1}^2 + \sigma_{r1}^2 + \sigma_{t1} \cdot \sigma_{r1}} = \sqrt{145,6^2 + 130^2 + 145,6 \cdot 130}$$

$$\sigma_{\text{red}} = \frac{\sigma_k}{\sigma_{\text{red}}} = \frac{250}{238,8} = 1,05$$

Satelit pevnostně vyhovuje.

3.3.8. Kontrola hřídele vyprazdňovacích dvířek [8]

Hřídel vyprazdňovacích dvířek je namáhán na krut od pneumatického válce, který ovládá dvířka. Pneumatický válec se vyrábí v Maďarsku v licenci švédské firmy Mecman.

Maximální teoretická síla, kterou pneumatický válec vyvolá, je při vysouvání 0,28 kN a při zasouvání 0,22 kN. Při kontrole

budeme uvažovat sílu při vysouvání, t.j. 0,28 kN.

$$F = 280 \text{ N} \quad d = 8 \text{ mm}$$

$$l = 40 \text{ mm}$$

$$\text{mat. 11 500: } \tau_{kD} = 130 \text{ MPa}$$

Pevnostní rovnice

$$\tau_k = \frac{M_k}{W_k} = \tau_{kD}$$

$$\tau_k = \frac{F \cdot l}{W_k} = \frac{280 \cdot 40 \cdot 16}{\pi \cdot 8^3} = 111,4 \text{ MPa}$$

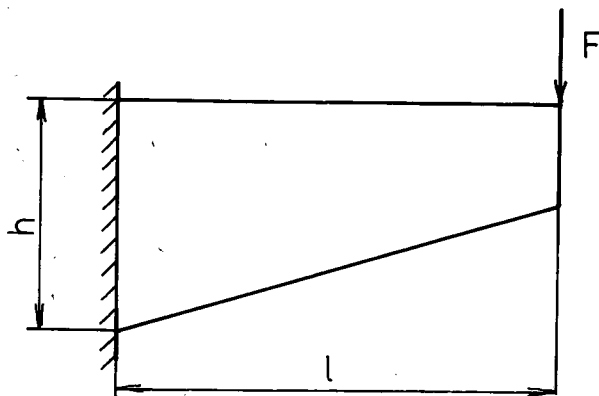
$$\underline{\tau_k < \tau_{kD}}$$

Pevnostní podmínka je splněna a navrhovaný hřídel vyhovuje.

3.3.9. Kontrola držáků stěracích lopatek [8]

Držáky lopatek jsou navrženy zahlého tvaru z plechu o tloušťce $b = 2,8 \text{ mm}$.

Při kontrolním výpočtu je jejich tvar nahrazen výpočtovým schématem.



$$M_0 = 163515 \text{ Nmm}$$

$$b = 2,8 \text{ mm}$$

$$h = 36 \text{ mm}$$

$$\text{pro materiál 11700: } \sigma_{oD} = 300 \text{ MPa}$$

Obr. č.5.3. Výpočtové schéma

$$M_{\text{omax}} = F \cdot l = \frac{1}{6} \cdot b h^2 \cdot \sigma_{oD} \quad (1)$$

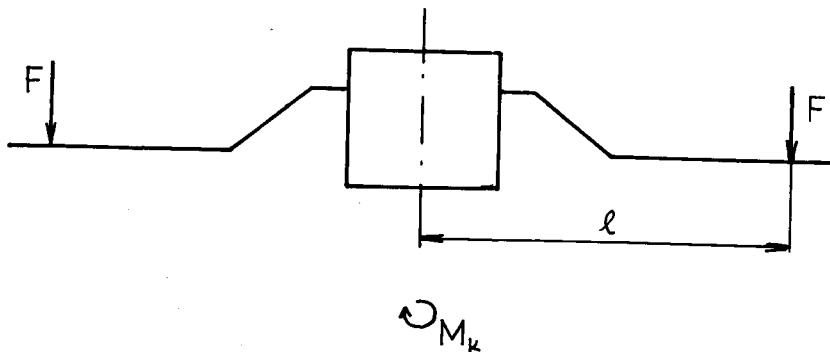
$$M_{\text{omax}} = \frac{1}{6} \cdot 2,8 \cdot 36^2 \cdot 300 = 181\,440 \text{ Nmm}$$

$$\underline{M_{o\max} > M_o}$$

Materiál a rozměry držáků splňují pevnostní rovnici. Z rovnice (1) je vidět, že maximální ohybový moment, který můžou držáky snést je určen rozměry držáků a materiálem. Proto můžeme při uvažování stejného materiálu považovat spodní a horní unašeče za dostatečně pevné, poněvadž jejich rozměry b , h jsou větší a jejich pevnostní kontrolu neprovádět.

3.3.10. Kontrola svarů [8], [9]

- A) spodní unašeč : $\phi d = 40 \text{ mm}$ $t \dots$ velikost svaru
 $F = 11 \text{ N}$ $t = 5 \text{ mm}$
 $M_k = 163\,515 \text{ Nmm}$ $l = 98 \text{ mm}$



Obr. č.6.3. Výpočtové schéma

Při výpočtu se uvažuje staticky namáhaný koutový svar.

Pevnostní podmínka koutových svarů:

$$\sigma_{\text{red}} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_{\perp}}{\alpha \sigma_{\perp}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{\parallel}}{\alpha \sigma_{\parallel}}\right)^2} \leq \beta \cdot \frac{\sigma_{kt}}{k}$$

$$\sigma_{\text{II}} = \sigma_k = \frac{M_k}{W_k} \doteq \frac{M_k}{1,1 t(d + 0,5t)^2} \doteq \frac{M_k}{1,1 t \cdot d^2}$$

$$\sigma_{\text{II}} = \frac{163\,515}{1,1 \cdot 5 \cdot 40^2} = 18,6 \text{ MPa}$$

$$\tau_1 = \tau_0 = \frac{M_0}{W_0} = \frac{F \cdot l}{0,55 \cdot t \cdot d^2} = \frac{44 \cdot 98}{0,55 \cdot 5 \cdot 40^2} = 0,25 \text{ MPa}$$

$$\alpha_{k_1} = 0,9$$

$$\alpha_{k_11} = 0,65$$

$$\beta = 1,3 - 0,03 t = 1,15$$

$$\frac{\sigma_{kb}}{k} = \sigma_D = 97,5 \text{ MPa}$$

$$\tau_{red} = \sqrt{\left(\frac{0,25}{0,9}\right)^2 + \left(\frac{18,6}{0,65}\right)^2} = 28,6 \text{ MPa}$$

$$\tau_{red} = 28,6 \text{ MPa} \leq 1,15 \cdot 97,5$$

$$\underline{\underline{28,6 \text{ MPa} \leq 112,1 \text{ MPa}}}$$

Koutový svar vyhovuje pevnostní podmínce.

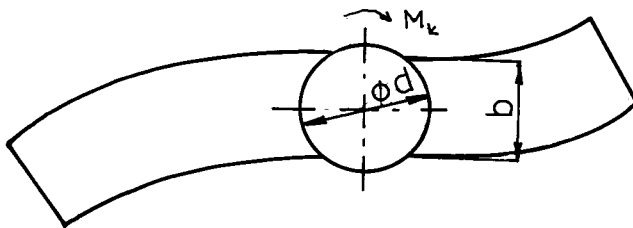
B) držáky stíracích lopatek

$$\tau_D = 97,5 \text{ MPa}$$

$$d = 40 \text{ mm}$$

Obr. č. 7.3.

Návrh držáků lopatek



$$b = 36 \text{ mm}$$

l ... délka svaru

$$l = \frac{\pi}{180} \cdot \frac{d}{2} \cdot \alpha = 44,8 \text{ mm}$$

$$\frac{\alpha}{2} = \arcsin \frac{b}{2 \cdot r} = 64,2^\circ$$

Pevnostní podmínka

$$\tau = \frac{6 \cdot M_k}{1,4 \cdot t \cdot l^2} = \frac{6 \cdot 163545}{1,4 \cdot 5 \cdot 44,8^2} = 69,8 \text{ MPa}$$

$$\underline{\tau_D} > \tau \quad - \text{ svar vyhovuje}$$

3.3.11. Základní rozměry a parametry mísiče

celková výška:	770 mm
výška stojanu:	260 mm
rozměry stojanu:	400x320 mm
průměr bubnu:	344 mm
výška bubnu:	286 mm
otáčky hnacího hřídele :	43,8/min
otáčky lopatek :	87,6/min
výkon elektropřevodovky:	0,75 kW
maximální množství směsi :	6,5 dm ³ / na 1 mísení

4.0. NÁVRH ZAŘÍZENÍ PRO MÍCHÁNÍ SÁDROVÉ SMĚSI

Při návrhu tohoto zařízení byl kladen největší důraz na mechanizaci míchacího cyklu. Důvodem byl požadavek na co nejlepší promíchání sádrové směsi (kaše), které je určující pro budoucí vlastnosti formy. Jde hlavně o naplynění směsi. Dalším důvodem bylo to, aby každá forma byla stejně homogenní a pevná.

Navržený mísič se skládá ze dvou hlavních skupin. Ze stolo-
vé a sloupové části. Stodolová část je tvořena stojanem a stolem,
který se po stojanu pohybuje. Stůl se skládá ze základové desky
kruhového tvaru, která je z tlustého plechu. V ose je zdola
přivařené těleso pro ložisko, v němž je uložena rotující deska,
na které jsou příložky sestavené do tvaru čtverce. Příložky
slouží pro ustavení nádoby, v které se bude mísení provádět. Tři
z nich jsou přišroubovány pevně. Čtvrtá příložka je volná z dů-
vodu upnutí nádoby. Upínací síla je vyvozena dvěma excentry.

Na volné příložce jsou na koncích vyfrézovány vodící plošky,
a v sousedních lištách vodící drážky, aby se zabránilo případnému
pohybu volné příložky ve svislém směru. Vodící plošky musí mít

oblé konce, aby došlo při upínání ke vpříčení příložky.

Všechny příložky mají ve stranách, orientovaných dovnitř čtverce, dva otvory pro kolíky vnitřních příložek, které se ukládají při použití nádoby na menší množství sádrové suspenze.

Při mísení používáme nádoby ve tvaru čtyřbokého hranolu se čtvercovou základnou, protože dosáhneme většího víření sádrové suspenze a tím i rychlejšího a lepšího promísení.

Stůl je tvořen a uložen na třech ložiskách, po kterých se pohybuje. Zdrojem rotačního pohybu stolové desky je šneková elektropřevodovka vyrobená v n.p. ZŤS KOŠICE.

Stojan je tvořen dvěma deskami ztlustkých plechů, které jsou spojeny po stranách plechem ve tvaru U. Na horní hraně stojících plechů jsou přišroubovány lišty, které tvoří dráhu pro pohyb ložisek stolu míchadla. Vymezení pohybu ve směru kolmém na pohyb celého stolu, je zajištěno třemi ložisky a vodící lištou.

Harmonický pohyb stolu je zajištěn kulisovým mechanismem. Pohon kulisy mechanismu je proveden šnekovou elektropřevodovkou z n.p. ZŤS KOŠICE.

Sloupová část míchadla je sestavena ze sloupu (trubky) upevněné na vedlejším stojanu mísiče, který je pevně uchycen šrouby k hlavnímu stojanu stolu. Na povrchu sloupu jsou vyfrézovány tři svíslé plošky, umístěné po 120° po obvodu. Po trubce se pohybuje široký prstenec na ložiskách, které jsou umístěny ve dvou řadách, tři na horním okraji a tři na dolním okraji prstence. Ložiska jsou rozmístěna po 120° tak, aby se pohybovala po vyfrézovaných ploškách. Na prstenci jsou pro hřídelky ložisek přivařeny lůžka, ke kterým se čtyřmi šrouby přitahují víka.

Utažením šroubů se odstraní vůle mezi ložisky a sloupem. K prstenci je přivařeno rameno, ke kterému je šrouby upěvněn držák elektromotoru.

Pohyb prstence s elektromotorem je zajištěn pohybovým šroubem, který je spojen s elektromotorem v pružnou spojku Periflex. Tato spojka dovoluje určitou mimoběžnost os hřídelů elektromotoru a pohybového šroubu. Elektromotor je připevněn kvedlejšímu stojanu a je výrobkem MEZ NÁCHOD.

4.0. Konstrukční výpočty navrhovaného řešení

4.1.1. Návrh a pevnostní kontrola pera u převodovky

$$P = 0,75 \text{ kW}$$

$$M_k = \frac{P}{\omega} = 163 \ 515 \text{ Nmm}$$

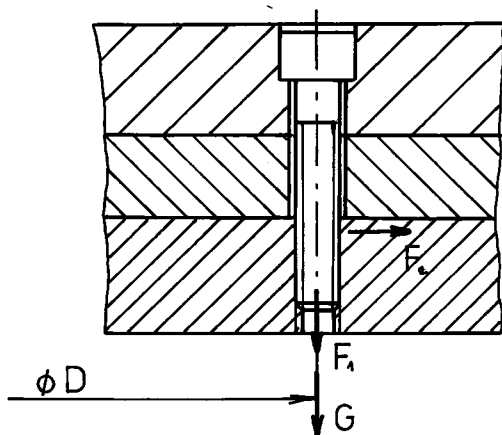
$$n_2 = 43,8/\text{min}$$

$$d_2 = 35 \text{ mm}$$

Vzhledem k tomu, že už byla jednou prováděna kontrola pera této převodovky (u kapitoly č.3.3.2.), nebudeme kontrolu provádět. Pro pohon kulisového mechanismu a pro pohon stolu uvažujeme rozměry pera uvedené v kapitole č. 3.3.2.

Pero 1049 x 8 x 40 ČSN 02 2562

4.1.2. Návrh a kontrola šroubu [8]



$$M_k = 163515 \text{ Nmm}$$

$$D = 146 \text{ mm}$$

$$f = 0,15$$

Obr. č. 1.4.

Výpočtové schéma

Zatěžující síly:

$$G = m \cdot g = 44,35 \cdot 9,81 = 435,1 \text{ N}$$

$$F_1 = 58,45 \cdot 9,81 = 573,4 \text{ N}$$

$$F_2 = \frac{2 M_k}{D} = \frac{2 \cdot 163515}{146} = 2\,240 \text{ N}$$

$$F_V = G + F_1 + \frac{F_2}{f} = 435,1 + 573,4 + \frac{2\,240}{0,15} = 15\,942 \text{ N}$$

$$S = \frac{F_V}{\sigma_{DOV}} \quad \text{mat. šroubu: } 12042.7 \quad \sigma_{Dt} = 349 \text{ MPa}$$
$$\sigma_{Kt} = 628 \text{ MPa}$$

Volíme tři šrouby M6 x 100 ČSN 02 1143. Plocha S šroubu M6 je 20,1 mm².

Pevnostní kontrola:

$$\sigma_t = \frac{F}{S} = \frac{15\,942}{3 \cdot 291} = 264,4$$

$$k = \frac{\sigma_{kt}}{\sigma_t} = \frac{628}{264,5} = 2,4$$

Kontrola měrného tlaku v závitech:

$$p = \frac{5314}{\pi \cdot 5,35 \cdot 1,1 \cdot 35}$$

$$p = \underline{8,2 \text{ MPa}}$$

$$p = \frac{F'}{\pi \cdot d_2 \cdot H_1 \cdot Z} \leq p_{DOV}$$

$$F' = \frac{F_V}{3}$$

d_2 = střední průměr šroubu

H_1 = hloubka závitu matice

Z = počet nosných závitů

$$p_{DOV} = 5+20 \text{ MPa}$$

$$p_{DOV} = 13 \text{ MPa}$$

Šrouby vyhovují pevnostní kontrole.

4.1.3. Návrh a výpočet pohybového šroubu [8]

Při návrhu pohybového šroubu vycházíme z kroutícího momentu

$$M_k = \frac{P}{\omega} = \frac{P \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot h} \quad \begin{array}{l} P = 160 \text{ W} \\ h = 300/\text{min} \end{array}$$

$$M_k = \frac{60 \cdot 160}{2 \cdot \pi \cdot 300} = 3,4 \text{ Nm}$$

Materiál šroubu volíme 11 500: $\tau_{kD} = 100 \text{ MPa}$

$$\tau_{kD} = \frac{M_k}{W_k} \leq \tau_{kD}$$

$$\tau_{kD} \geq \frac{M_k}{W_k} \quad W_k = \frac{\pi d_3^3}{16}$$

$$W_k = \frac{M_k}{\tau_{kD}} = \frac{3400}{100} = 34 \text{ mm}^3$$

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{16 W_k}{\pi}} = 5,6 \text{ mm}$$

Pro pohybový šroub volíme závit lichoběžníkový, rovnoramenný, jednoduchý.

d_3 ... malý průměr lichoběžníkového závitu

$$d_3 = 5,6 \text{ mm} \quad S = 24,6 \text{ mm}^2$$

Volíme závit Tr 16 x 2 ČSN 01 4050; plocha jádra závitu $143,2 \text{ mm}^2$.

Kontrola měrného tlaku v závitech

$$p = \frac{6}{\pi \cdot d_2 \cdot H_1 \cdot Z} \leq P_{DOV} \quad P_{DOV} = 6 \text{ MPa}$$

počet závitů v matici

$$G = \frac{\pi}{4} \cdot (d^2 - D_1^2) \cdot p_{DOV} \cdot i$$

$$i = \frac{4 \cdot 6}{\pi \cdot (d^2 - D_1^2) \cdot p_{DOV}} = \frac{4 \cdot 350}{\pi \cdot (16^2 - 14^2) \cdot 6} = 1,3$$

volíme $i = 10$

výška matice $h = i \cdot p' = 10 \cdot 2 = 20 \text{ mm}$

p' ... rozteč závitu

$$p = \frac{350}{\pi \cdot 15 \cdot 2,15 \cdot 10} = 0,35 \text{ MPa}$$

Závit šroubu vyhovuje pevnostní podmínce.

Kontrola šroubu na vzpěr

$F = 350 \text{ N}$

$k \dots$ míra bezpečnosti

$l = 1000 \text{ mm}$

$E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ MPa}$

$k = 15$

$l_0 = \frac{l}{2}$

$$F = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{k \cdot l_0^2}$$

$$I = \frac{F \cdot k \cdot l_0^2}{\pi^2 \cdot E} = \frac{350 \cdot 15 \cdot 500^2}{\pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5} = 633,3 \text{ mm}^4$$

$$I = \frac{\pi d^4}{64}$$

$$d = \sqrt[4]{\frac{64 \cdot I}{\pi}}$$

$$d = \sqrt[4]{\frac{64 \cdot 633,3}{\pi}}$$

$$\underline{\underline{d = 10,7 \text{ mm}}}$$

$$i = \frac{I}{S} = \frac{d^2}{16} = 2,675$$

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{500}{2,675} = 187$$

Šroub na vzpěr vyhovuje, poněvadž průměr jádra pohybového šroubu je 13,5 mm.

4.1.4. Výpočet ložiska rotujícího stolu [8]

Na ložisko stolu působí axiální a radiální síla. Navrhujeme použít radiálního ložiska, které má určitou únosnost v axiálním směru.

$$F_A = 652 \text{ N}$$

$$F_r = F_o = F_A \cdot r \cdot \omega^2 = 652 \cdot 0,25 \cdot \left(2 \cdot \pi \cdot \frac{43,8}{60} \right)^2 = 3429 \text{ N}$$

$$L_h = 10\,000$$

$$F_c = X \cdot V \cdot F_r + Y \cdot F_a$$

F_c ekvivalentní dynamické zatížení

X součinitel radiálního zatížení

Y součinitel axiálního zatížení

V rotační součinitel

$$V = 1$$

$$\frac{F_a}{V \cdot F_r} = 0,192 \quad \text{děláme předpoklad, že } 0,192 > e$$

děláme předpoklad, že e je jen o málo menší

$$e = 0,19$$

$$X = 0,56$$

$$Y = 2,3$$

$$F_e = 0,56 \cdot 3\,429 + 2,3 \cdot 652 = 3\,420 \text{ N}$$

$$\text{pro } L_h = 10\,000, n = 43,8/\text{min} \quad \text{volíme } \frac{C}{F_e} = 2,92$$

C základní dynamická únosnost ložiska

C_o základní statická únosnost ložiska

$$C = 2,92 \cdot F_e = 2,92 \cdot 3\,420 = 9\,987 \text{ N}$$

Pro průměr hřídele 60 mm a vzhledem k průměru rotující desky (500 mm) volíme ložisko 6016 ČSN 02 4630.

Kontrola

$$C = 36500 \text{ N}$$

$$\frac{F_a}{C_o} = \frac{730}{31\,000} = 0,024 \text{ - nevyhovuje}$$

$$C_o = 31000$$

volíme $X = 0,56$

$$Y = 1,99$$

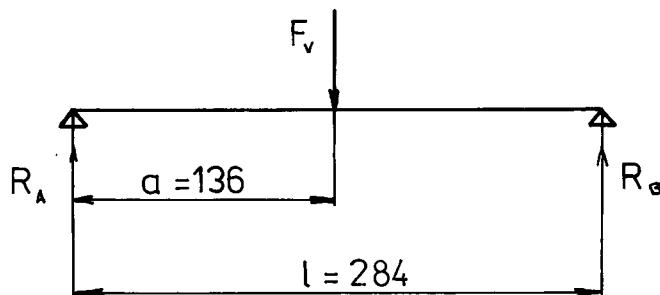
$$F_e = X \cdot V \cdot F_r + Y \cdot F_a$$

$$F_e = 0,56 \cdot 1 \cdot 3429 + 1,99 \cdot 652 = 3\,218 \quad C = 2,92 \cdot 3218 = 9397 \text{ N}$$

Ložisko vyhovuje. Má takřka neomezenou životnost, která se však vlivem prostředí (sádra) zmenší.

4.1.5. Výpočet ložisek pro pohyb celého stolu [8]

Celková zatěžující síla se rozloží na dvě části.



Obr.č.2.4.

Výpočtové schema

$$F_c \doteq 1\,500 \text{ N}$$

F_v ... síla vyvozovaná
tíhou všech částí

$$F_v - R_A - R_B = 0$$

$$F_v \cdot a - R_B \cdot l = 0$$

$$R_B = \frac{F_v \cdot a}{l} = \frac{1\,500 \cdot 136}{284} = 718,3 \text{ N}$$

$$R_A = F_v - R_B = 781,7 \text{ N}$$

Stůl se bude pohybovat po třech ložiskách. Dvě budou na podstavě A a jedno na podstavě B.

Výpočet ložisek na podstavě A

$$F_A = \frac{R_A}{2} \doteq 390,9 \text{ N} \dots \text{ radiální síla}$$

$$L_h = 10\,000$$

$$F_c = X \cdot V \cdot F_r \quad X = 1$$

$$F_c = 390,9 \text{ N} \quad V = 1$$

$$L_h = \frac{1\,667}{n_L} \left(\frac{c}{p} \right)^m \quad m = 3$$

$$c = \sqrt[3]{\frac{L_h \cdot n_L}{16\,667}} \cdot F_e = \sqrt[3]{\frac{10000 \cdot 6 \cdot 60}{16\,667}} \cdot 390,9 = \underline{\underline{2345,4 \text{ N}}}$$

Výpočet n_L

otáčky kulisy : 43,8/min

$$v = \pi D n = 0,3 \text{ m/s}$$

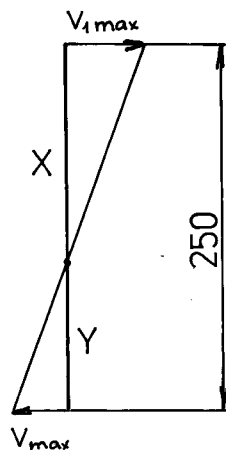
průměr kulisy : 100 mm

$$\omega = \frac{v}{r} = 6 \text{ rad/s}$$

$$v = r \cdot \omega \cdot \cos(\omega t - 90^\circ)$$

$$v_{\max} = r \omega = \underline{\underline{0,3 \text{ m/s}}}$$

pohyb se přenáší pákou na stůl.



$$\frac{V_{\max}}{x} = \frac{V_{1\max}}{Y}$$

$$x = 153,8 \text{ mm}$$

$$Y = 96,2 \text{ mm}$$

Obr.č.3.4.

Výpočtové schéma rychlosti

$$V_{1\max} = \frac{V_{\max}}{Y} \cdot X \quad V_{1\max} = \frac{0,3}{0,0962} = 0,1538 =$$

$$= 0,48 \text{ m/s}$$

$V_{1\max}$ rychlost posunu stolu

je-li ϕ ložiska 26 mm

$$n_L = \frac{10\,000v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 0,48}{\pi \cdot 26} = 6 \text{ ot/s}$$

Volíme 2 ložiska 6 000 ČSN 02 4630

Výpočet ložiska na podstavě B

$$F_B = R_B = 718,3 \text{ N}$$

$$L_h = 10\,000$$

$$F_e = X \cdot V \cdot F_r \quad x = 1$$

$$F_e = 1 \cdot 1 \cdot 718,3 \quad V = 1$$

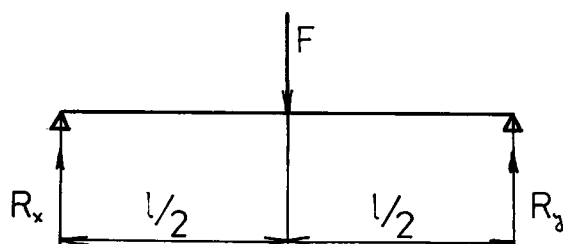
$$F_e = 718,3 \text{ N}$$

$$c = \sqrt[3]{\frac{L_h \cdot h_L}{1666}} \cdot F_e = \sqrt[3]{\frac{10\,000 \cdot 360}{16\,667}} \cdot 718,3 = 4310 \text{ N}$$

Volíme ložisko 6200 ČSN 02 4630.

4.1.6. Návrh a kontrola hřídelů ložisek [8]

Jako hřídelí ložisek bylo použito čepů s hlavou zajištěné závlačkou.



Obr. č.4.4.

Výpočtové schema

$$R_x = R_y = \frac{F}{2}$$

$$l = 16 \text{ mm}$$

1) ložiska A

$$R_x = 195,5 \text{ N} , \quad \sigma_{OD} = 130 \text{ MPa} - \text{mat. 11373}$$

$$M_o = R_x \cdot \frac{l}{2} = 195,5 \cdot 8 = 1\,564 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_{OD} = \frac{M_o}{W_o} \rightarrow W_o = \frac{1\,564}{130} = 12 \text{ mm}^3$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot W_o}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 12}{\pi}} \doteq 5 \text{ mm}$$

volíme ϕ čepu 10 mm

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} = 16 \text{ MPa}$$

$$k = \frac{\sigma_{kD}}{\sigma_o} = \frac{240}{16} = 15$$

Čepy vyhovují s velikou bezpečností.

2) ložiska B

$$R_x = 359,2 \text{ N}$$

$$M_o = R_x \cdot \frac{l}{2} = 359,2 \cdot 8 = 2\,873,6 \text{ Nmm}$$

$$W_o = \frac{M_o}{\sigma_{oD}} = \frac{2\,873,6}{130} = 22,3 \text{ mm}^3$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot W_o}{\pi}} = 6,7 \text{ mm}$$

volíme ϕ čepu 10mm

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} = 29,3 \text{ MPa}$$

$$k = \frac{240}{29,3} = 8,2 - \text{čep vyhovuje}$$

4.1.7. Výpočet vodících ložisek [8]

Vodící ložiska jsou namáhány odstředivou silou F .

$$F_o = m \cdot r \cdot \omega^2 = 652 \cdot 0,25 \cdot \left(2 \cdot \pi \cdot \frac{43,8}{60} \right)^2 = 3\,429 \text{ N}$$

Na jedné straně vodící lišty bude přenášet zatížení jedno ložisko, na straně druhé ložiska dvě.

A) jedno ložisko

$$F_o = 3\,429 \text{ N}$$

$$L_h = 6\,000$$

$$F_e = X \cdot V \cdot F_r \quad X = 1$$

$$F_e = 3\,429 \text{ N} \quad V = 1$$

$$C = \sqrt[3]{\frac{L \cdot h}{16667}} \cdot F_c = \sqrt[3]{\frac{6\,000 \cdot 180}{16\,667}} \cdot 3\,429 = 13\,773 \text{ N}$$

$$V = 0,48 \text{ m/s}$$

$$h = \frac{0,48 \cdot 1000}{\pi \cdot 52} \doteq 3/s$$

volíme ložisko NJ 205 ČSN 02 4670.

B) dvě ložiska

$$F_r = \frac{F_o}{2} = 1\,714,5 \text{ N}$$

$$L_h = 6\,000$$

$$F_e = X \cdot V \cdot F_r \quad X = 1$$

$$F_e = 1\,714,5 \text{ N} \quad V = 1$$

$$C = \sqrt[3]{\frac{L \cdot h}{16667}} \cdot F_e = \sqrt[3]{\frac{6\,000 \cdot 218,4}{16\,667}} = 7\,345 \text{ N}$$

$$V = 0,48 \text{ m/s}$$

$$h = 3,64/s$$

volíme 2 ložiska 6302 ČSN 02 4630

4.1.8. Návrh a kontrola hřídelů ložisek [8]

Jako hřídelů ložisek použijeme čepy s hlavou zajištěné závlačkou.

a) čep ložiska A

$$l = 23 \text{ mm} \quad \text{mat. 11 343} \quad \sigma_{OD} = 130 \text{ MPa}$$

$$R_x = \frac{F_o}{2} = 1\,714,5 \text{ N}$$

$$M_o = R_x \cdot \frac{l}{2} = 19\,717 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_{OD} = \frac{M_o}{W_o} \rightarrow W_o = \frac{M_o}{\sigma_{OD}} = \frac{19\,717}{130} = 151,7 \text{ mm}^3$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot W_o}{\pi}} = 11,6 \text{ mm}$$

Podle ložiska volíme osazený čep průměru 25 mm.

b) čepy ložisek B

$$l = 23 \text{ mm} \quad \text{mat. 11 343} \quad \sigma_{OD} = 130 \text{ MPa}$$

$$R_x = 857,3 \text{ N}$$

$$M_o = R_x \cdot \frac{l}{2} = 9858,4 \text{ Nmm}$$

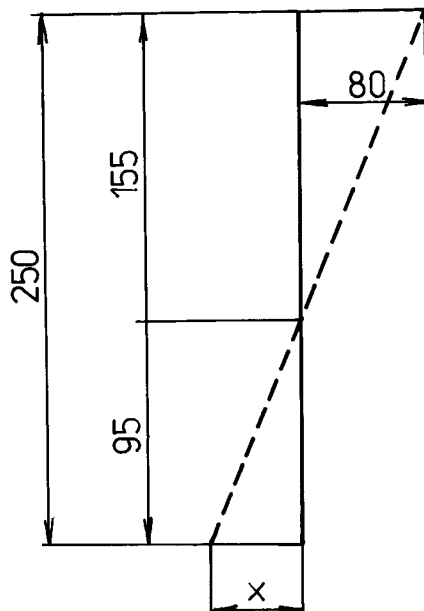
$$W_o = \frac{M_o}{\sigma_{OD}} = 75,8$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot W_o}{\pi}} = 9,2 \text{ mm}$$

Podle ložiska volíme průměr čepu 15 mm.

4.1.9. Návrh a výpočet kulisového mechanismu

4.1.9.1. Výpočet velikosti kulisy



Obr.č.5.4.

Výpočtové schema páky

$$\frac{80}{155} = \frac{x}{95}$$

$$x = 49$$

$$\begin{aligned} \text{Zdvih kulisy } h &= 2x = \\ &= \underline{\underline{98 \text{ mm}}} \end{aligned}$$

4.1.9.2. Výpočet síly potřebné pro pohyb stolu [10], [8]

$$F = Q \cdot \frac{\epsilon}{r} = 750 \cdot \frac{0,01}{0,021} = 357,2 \text{ N}$$

$$M_{\text{omax}} = F \cdot l_{\text{max}} = F \cdot (155 + y)$$

$$y = \sqrt{155^2 + 80^2} - 155 = 19,4 \text{ mm}$$

$$z = \sqrt{95^2 + 49^2} - 95 = 11,9 \text{ mm}$$

$$M_{\text{omax}} = 357,2 \cdot (155 + 19,4) = 62\,296 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_{\text{oD}} \approx \frac{M_{\text{omax}}}{W_{\text{o}}} \quad \text{mat. 11 700} - \sigma_{\text{oD}} = 130 \text{ MPa}$$

$$W_{\text{o}} \approx \frac{M_{\text{omax}}}{\sigma_{\text{oD}}} = \frac{62296}{130} = 479,2 \text{ mm}^3$$

volím plochou tyč : $b = 6 \text{ mm}$

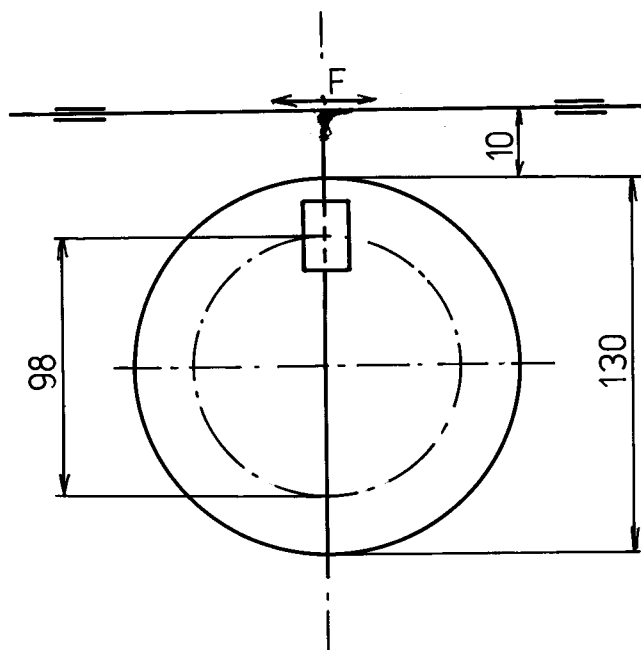
$$W_{\text{o}} = \frac{bh^2}{6}$$

$$h = \sqrt{\frac{6W_o}{b}} \approx 22 \text{ mm}$$

volím tyč $\square 25 \times 6$

Rozměry již jsou vzdálenosti os čepů na jednotlivých ramenech při maximálním zdvihu kulisy. Tyto rozměry, zvětšené o průměry čepů, jsou rozměry drážek udělaných na koncích ploché tyče.

4.1.9.3. Výpočet ramene kulisy [8]



Obr. č.6.4.

Výpočtové schema

$$r_{\max} = 130 \text{ mm}$$

$$M_{\text{omax}} = F \cdot r_{\max} = 46\,800 \text{ Nmm}$$

materiál tyče: 11 700

$$\sigma_{oD} = 130 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{oD} \approx \frac{M_o}{W_o}$$

$$W_o \approx \frac{M_o}{\sigma_{oD}} = 360 \text{ mm}^3$$

$$W_o = \frac{bh^2}{6}$$

$$b = 5 \text{ mm}$$

$$h = \sqrt{\frac{6 M_0}{b}} = 20,8 \text{ mm}$$

volíme plochu tyče $\phi = 22 \times 5$

4.1.10. Návrh spojky pro pohybový šroub [10]

Motor pohonu má výkon 160 W a otáčky 3 000/min. Tyristorovou regulací snížíme jeho otáčky na max. 1 500/min a můžeme nastavit jeho otáčky na libovolnou hodnotu do uvedené hranice. Tím se také sníží i jeho výkon. Jeho pokles není lineární. Při otáčkách 300/min se odhaduje výkon 100 W.

přenášený kroutící moment

$$M_k = \frac{p}{\omega} = \frac{100 \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot 300} = 3,18 \text{ Nm}$$

Navrhují spojku PERIFLEX pro $M_k = 5 \text{ Nm}$ a otáčky $n_{\max} = 3000/\text{min}$.

4.1.10.1. Návrh a kontrola pera pro spojku [8]

$$M_k = 3,18 \text{ Nm}$$

pro hřídel $\phi 10 \text{ mm}$ a odpovídá pero 4×4

$$\tau_s = \frac{F}{s} \leq \tau_{SD}$$

$$\tau_{SD} = 100 \text{ MPa}, p_0 = 90 \text{ MPa}$$

$$F = \frac{2M_k}{d} = 636,6 \text{ N}$$

$$s = \frac{F}{\tau_{SD}} = 6,366 \text{ mm}^2$$

$$s = b \cdot l$$

$$l = \frac{s}{b} = \frac{6,366}{4} = 1,6 \text{ mm}$$

volíme délku $l = 10 \text{ mm}$

Kontrola pera na stříh

$$\tau_s = \frac{F}{S'} = \frac{636,6}{4 \cdot 15} = 10,6 \text{ MPa} \quad S' = b \cdot l$$

$$\tau_{SD} > \tau_s$$

kontrola pera na otlačení

$$p = \frac{2F}{h \cdot l} = \frac{2 \cdot 636,6}{4 \cdot 15} = 21,2 \text{ MPa}$$

$$p_0 > p$$

Pero 4h9 x 4 x 15 ČSN 02 2562 vyhovuje

4.1.11. Návrh šroubů upevňující lišty [8]

1) vodící lišta

namáhání na stříh

$$\tau = \frac{F}{S} \leq \tau_D \quad \tau_D = 90 \text{ MPa}$$

$$s \geq \frac{F}{\tau_0} = \frac{3\,429}{90} = 38,1 \text{ mm}^2$$

volím 3 šrouby M6 $S_j = 20,1 \text{ mm}^2$

$$\tau = \frac{3\,429}{603} = 57 \text{ MPa}$$

$$k = \frac{\tau_k}{\tau} = \frac{130}{57} = 2,28 \text{ - šrouby vyhovují}$$

2) lišta ložiska A

namáhání na tah

$$\sigma_t = \frac{F}{S} \leq \sigma_{tD}$$

$$\sigma_{tD} = 90 \text{ MPa}$$

$$S = \frac{F}{\sigma_{tD}} = \frac{3\,429}{90} = 38,1 \text{ mm}^2$$

volím 3 šrouby M6 . Sj. = 20,1 mm²

$$\sigma_t = \frac{3\,429}{60,3} = 57 \text{ MPa}$$

$$k = \frac{\sigma_{kE}}{\sigma_t} = \frac{260}{57} = 4,6 - \text{šrouby vyhovují}$$

3) lišta ložiska B

namáhání na stříh

$$F = 718,3 \text{ N}$$

$$h = 44 \text{ mm}$$

$$M = F \cdot h = 31\,605,2 \text{ Nmm}$$

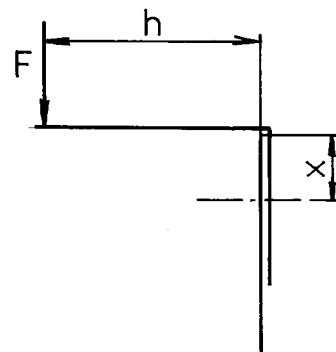
$$M = i \cdot F_1 \cdot x$$

$$F_1 = \frac{M}{i \cdot x} = \frac{31\,605,2}{3 \cdot 8}$$

$$F_1 = 1\,975,3 \text{ N}$$

Obr. č.7.4

Výpočtové schema



i ... počet šroubů

$$i = 3$$

$$x = 8 \text{ mm}$$

$$\sigma = \frac{F}{S_j} \leq \sigma_D$$

$$\sigma_k = 250 \text{ MPa}$$

$$\sigma_D = 100 \text{ MPa}$$

$$S_j = \frac{F}{\sigma_D} = \frac{1\,975,3}{100} \approx 20 \text{ mm}^2$$

volím 3 šrouby M8: $S_j = 36,6 \text{ mm}^2$

$$\sigma = \frac{F}{S} = \frac{1\,975,3}{109,8} = 18 \text{ MPa}$$

$$k = \frac{\sigma_k}{\sigma} = \frac{250}{18} = 13,8 \text{ - šrouby vyhovují}$$

4.1.12. Kontrola svarů [8], [9]

A) těleso ložiska

$$\phi D = 166 \text{ mm}$$

$$F = 652 \text{ N}$$

$$M_k = 163\,515 \text{ Nmm}$$

$$\alpha_{k_1} = 0,9$$

$$\alpha_{k_2} = 0,65$$

$$t = 4 \text{ mm}$$

$$\kappa_{\perp} = \frac{M_k}{W_k} = \frac{163\,515}{1,1 \cdot 4 \cdot 166} =$$

$$= 1,35 \text{ MPa}$$

$$\kappa_{\parallel} = \frac{F}{S} = \frac{652}{\pi \cdot 166 \cdot 4 \cdot 0,7} =$$

$$= 0,5 \text{ MPa}$$

$$\kappa_s = \sqrt{\left(\frac{\kappa_{\perp}}{\alpha_{k_1}}\right)^2 + \left(\frac{\kappa_{\parallel}}{\alpha_{k_2}}\right)^2} \leq \beta \cdot \sigma_D \quad \beta = 1,15$$

$\sigma_D = 97,5 \text{ MPa}$

$$\kappa_s = \sqrt{\left(\frac{1,35}{0,9}\right)^2 + \left(\frac{0,5}{0,65}\right)^2} \leq 112 \text{ MPa}$$

$$\tau_s = 1,7 \text{ MPa}$$

$$\tau_s < \tau_D \cdot \beta$$

- svar vyhovuje

B) hnací hřídel stolové desky

$$\phi d = 90 \text{ mm}$$

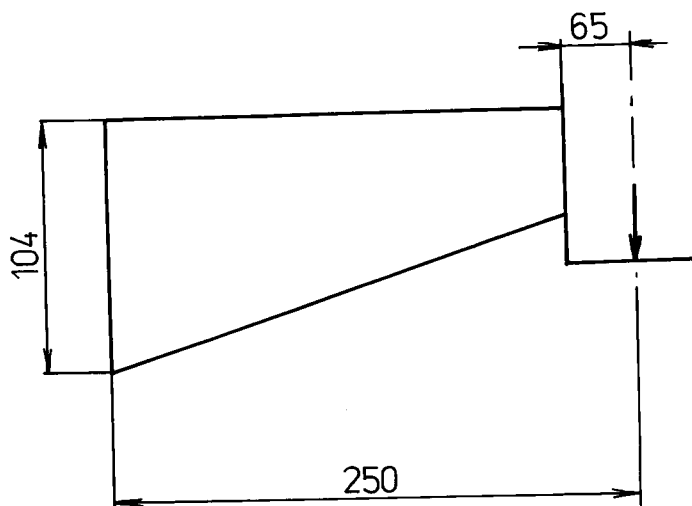
$$M_k = 163\,515 \text{ Nmm}$$

$$t = 4$$

$$\tau = \frac{M_k}{W_k} = \frac{163\,515}{1,1 \cdot 4 \cdot 90^2} = 4,6 \text{ MPa}$$

$$\tau < \tau_D \quad \tau_D = 78 \text{ MPa}$$

C) rameno míchadla



$$F = 80 \text{ N} \quad \tau_D = 78 \text{ MPa}$$

$$t = 3 \text{ mm}$$

Obr. č. 8.4. Výpočtové schema

$$1/\tau_{s1} = \frac{F}{1,4 \cdot t \cdot l} = \frac{80}{1,4 \cdot 3 \cdot 104} = 0,2 \text{ MPa}$$

$$\tau_{s2} = \frac{F \cdot 250 \cdot 6}{2 \cdot 0,7 \cdot t \cdot l^2} = \frac{80 \cdot 250 \cdot 6}{1,4 \cdot 3 \cdot 104^2} = 2,64 \text{ MPa}$$

$$\tau_s = \sqrt{\tau_{s1}^2 + \tau_{s2}^2} = \sqrt{0,2^2 + 2,64^2}$$

$$\tau_s < \tau_D$$

$$\tau_s = 2,7 \text{ MPa}$$

svar vyhovuje

$$2/ \quad \tau_{s1} = \frac{80}{1,4 \cdot 3 \cdot 44} = 0,43 \text{ MPa}$$

$$\tau_{s2} = \frac{65 \cdot 80 \cdot 6}{1,4 \cdot 3 \cdot 44^2} = 3,55 \text{ MPa}$$

$$\tau_s = \sqrt{\tau_{s1}^2 + \tau_{s2}^2} = 3,58 \text{ MPa}$$

$$\tau_s < \tau_D$$

svar vyhovuje

5. TECHNICKO EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Odhadovaná cena navrhovaného zařízení:

misič suché sádrové směsi	7 000 Kčs
misič sádrové supenze	15 000 Kčs
4 šnekové dopravníky	25 000 Kčs
Investiční náklady	$N = 47\ 000\ \text{Kčs}$

POROVNÁNÍ NÁKLADU VE VÝROBE

Současná výroba:	250 forem za rok	
náklady na materiál N_m	= 2 400 Kčs	R režie
mzdy	M = 61 200 Kčs	R = 200% M

Celkové náklady:

$$N = N_m + R + M = 2\ 400 + 122\ 400 + 61\ 200$$
$$N = 186\ 000\ \text{Kčs}$$

Uvažované produkce: 1 500 forem za rok

náklady na materiál N_m	= 14 200 Kčs
mzdy	M = 102 000 Kčs

Celkové náklady:

$$N = N_m + R + M = 14\ 200 + 204\ 000 + 102\ 000$$
$$N = 320\ 200\ \text{Kčs}$$

Poněvadž UVR Opočinek patří pod k. p. TESLA Pardubice a dodává výrobky jen svému kmenovému podniku, prodává je pouze za celkové náklady N , tedy bez zisku. Avšak z výše uvedené produkce a nákladů je zřejmé, že zisk k. p. TESLA Pardubice by byl veliký.

6. Z Á V Ě R

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout mísící zařízení pro mísení suché sádrové směsi a pro mísení sádrové suspenze.

Realizací navrženého řešení mísidel budou odstraněny nevýhody současného způsobu přípravy sádrových forem.

Nová koncepce přípravy suché sádrové směsi umožňuje kvalitní přípravu sádrové směsi, zlepšení pracovního prostředí, odstranění namáhavé ruční práce. Porovnáním s ÚVR Opočíněk, kde mísení suché směsi se provádí ručně. Je to dosaženo lopatkovým mísidlem na elektrický pohon. Dávkování směsi je provedeno šnekovým dopravníkem, který je ovládán časovým relé.

Perspektivním řešením by bylo nahrazení šnekovým dopravníkem, automatickou váhou a celková automatizace obvodu, váha - mísidlo - zásobník sádrové směsi.

Návrh mísidla sádrové suspenze umožňuje maximální promísení sádrové suspenze. Je to docíleno současným pohybem míchadla a stolu. Míchadlo rotuje se současným vertikálním pohybem po sloupu a u stolu rotuje stolová deska a stůl celý se pohybuje v horizontálním směru po lištách.

Ovládání pohybu míchadla je v příloze.

Případným vylepšením v budoucnu může být automatizace celého míchadla sádrové suspenze, t. j. míchadla a stolu.

LITERATURA :

- 1 MIKUŠ, M.: Diplomová práce VŠST, Liberec 1980
- 2 HERBSTOVÁ, Z.: Diplomová práce VŠST, Liberec 1983
- 3 P7Q 2064
- 4 ON 26 28 02
- 5 ČSN 26 00 16
- 6 ČSN 35 00 25
- 7 ČSN 26 28 08
- 8 VÁVRA, P.: STROJNICKÉ TABULKY
- 9 KŘÍŽ, R.: STROJNICKÉ TABULKY
- 10 ČERNOCH : STROJNICKÉ TABULKY

S E Z N A M P Ř Í L O H .

- I. Výkres mísidla na suchou směs č. KMM - 130 - 01
- II. Výkres malé lopatky č. KMM - 130 - 02
- III. Výkres velké lopatky č. KMM - 130 - 03
- IV. Výkres mísidla sádrové suspenze KMM - 130 - 04
- V. Výkres přední lišty č. KMM - 130 - 05
- VI. Schema zapojení ovládání míchadla
- VII. Popis zapojení ovládání míchadla
- VIII. Rozpiska výkresu č. KMM - 130 - 01 / list č. 1 /
- IX. Rozpiska výkresu č. KMM - 130 - 01 / list č. 2 /
- X. Rozpiska výkresu č. KMM - 130 - 01 / list č. 3 /
- XI. Rozpiska výkresu č. KMM - 130 - 01 / list č. 4 /
- XII. Rozpiska výkresu č. KMM - 130 - 04 / list č. 1 /
- XIII. Rozpiska výkresu č. KMM - 130 - 04 / list č. 2 /
- XIV. Rozpiska výkresu č. KMM - 130 - 04 / list č. 3 /
- XV. Rozpiska výkresu č. KMM - 130 - 04 / list č. 4 /
- XVI. Rozpiska výkresu č. KMM - 130 - 04 / list č. 5 /

P O P I S F U N K C E Z A P O J E N Í

Při stisknutí tlačítka START A1 přivedeme fázi R na cívku pomocného relé B1, které sepne svým kontaktem 3B1 signalizační žárovku Ž, samodržný kontakt 5B1, kterým připojíme fázové napětí na ovládací obvod stykačů S1 a S2, časového relé B2 a motoru M2.

Tlačítko START má svůj spínací kontakt 3A1 v obvodu stykače S1. Sepnutí stykače S1 nastane přivedením fáze přes klidový kontakt koncevého spínače 2K3 a časového relé 2B2.

Stykač S1 má své hlavní kontakty v obvodu motoru M1, který se roztočí jedním směrem, samodržný kontakt 1S1 přivádí fázi na stykač S1 i v případě, že tlačítko START je uvolněno. Při stisknutí spínače K2 ve střední poloze pojezdu nedochází ke změně. Dolní poloha je vymezena koncevým spínačem K3. Kontaktem 2K3 se rozpojí obvod stykače S1, kontaktem 1K3 se sepne stykač S2, čímž se revezuje motor M1. Pojezd stoupá, po dosažení polohy, vymezené spínačem K2 rozpojí se stykač S2, chod motoru M1 se rezervuje sepnutím stykače S1 kontaktem 1K2 a cyklus se opakuje.

Č A S O V Á N Í D O B Y Z A P N U T Í M O T O R K U M 2

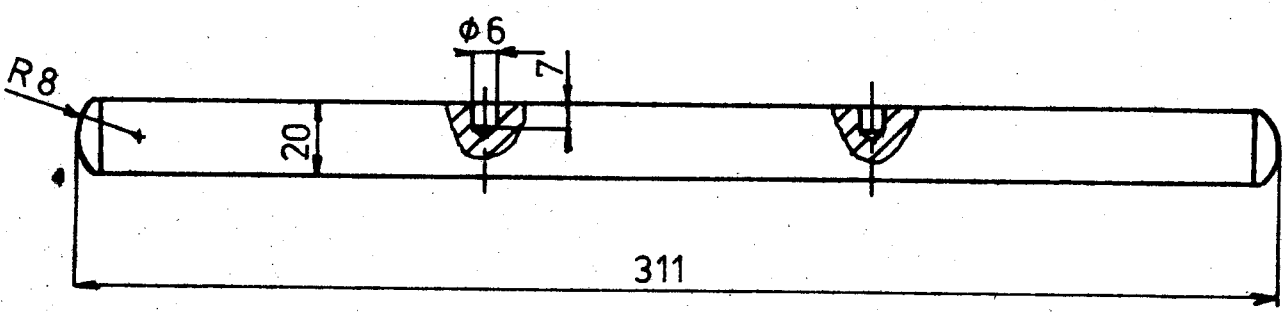
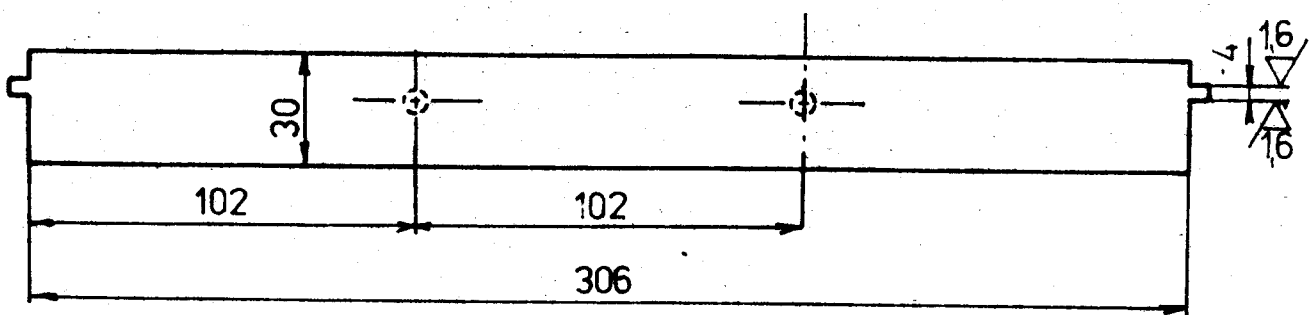
Motorke M2 je zapojen do obvodu časového relé B2 a uvádí se do chodu při prvním sepnutí stykače S2, t. j. při dosažení dolní polohy pojezdu. Kontakt spínače 1K1 je v klidové poloze při sepnutí stykače S2 se přes kontakt 2S3 sepne časové relé B2, které pak je samodržným kontaktem 1B2 pod napětím až do doby návratu pojezdu na koncevý spínač K1.

Je třeba vyzkoušet dobu nastavení časového zpoždění relé B2 tak, aby svým kontaktem 2B2 přerušilo napájení stykače S1 v době, kdy je sepnut stykač S2 a míchadlo se pohybuje nahoru. Rozpojený kontakt 2B2 zajišťuje přerušování obvodu stykače S2, i když

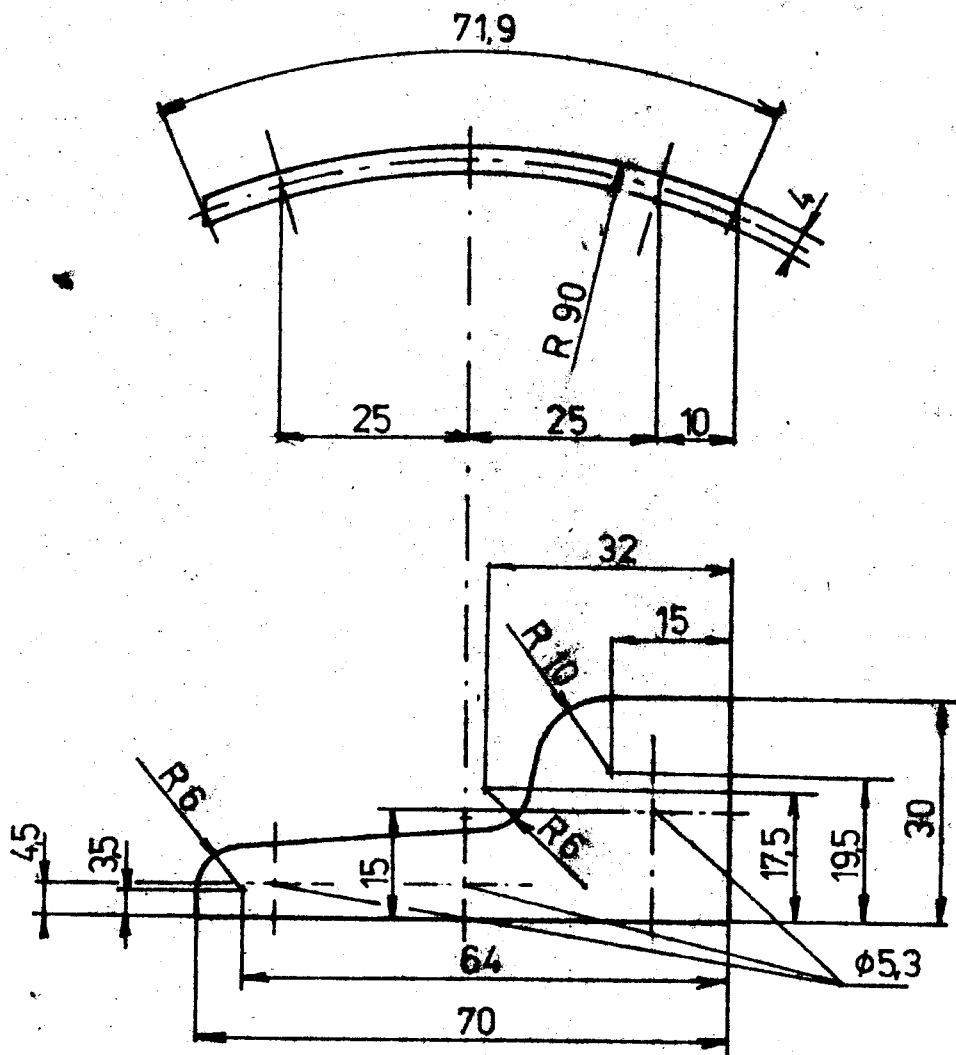
pojezd při pohybu nahoru stiskne spínač S2. Pohyb míchadla jde dále nahoru, až při sepnutí koncového spínače K1 kontaktem 2K1 se přeruší relé B1 a přívody k motorům jsou přerušeny.

Pomocné relé B3 kontaktem 1B3 zapíná motorek M2. V případě pojezdu nahoru se rozezne kontakt 2K4 a zůstává v horní části rozeznut / zajistit mechanicky/ .

~ (1,6)



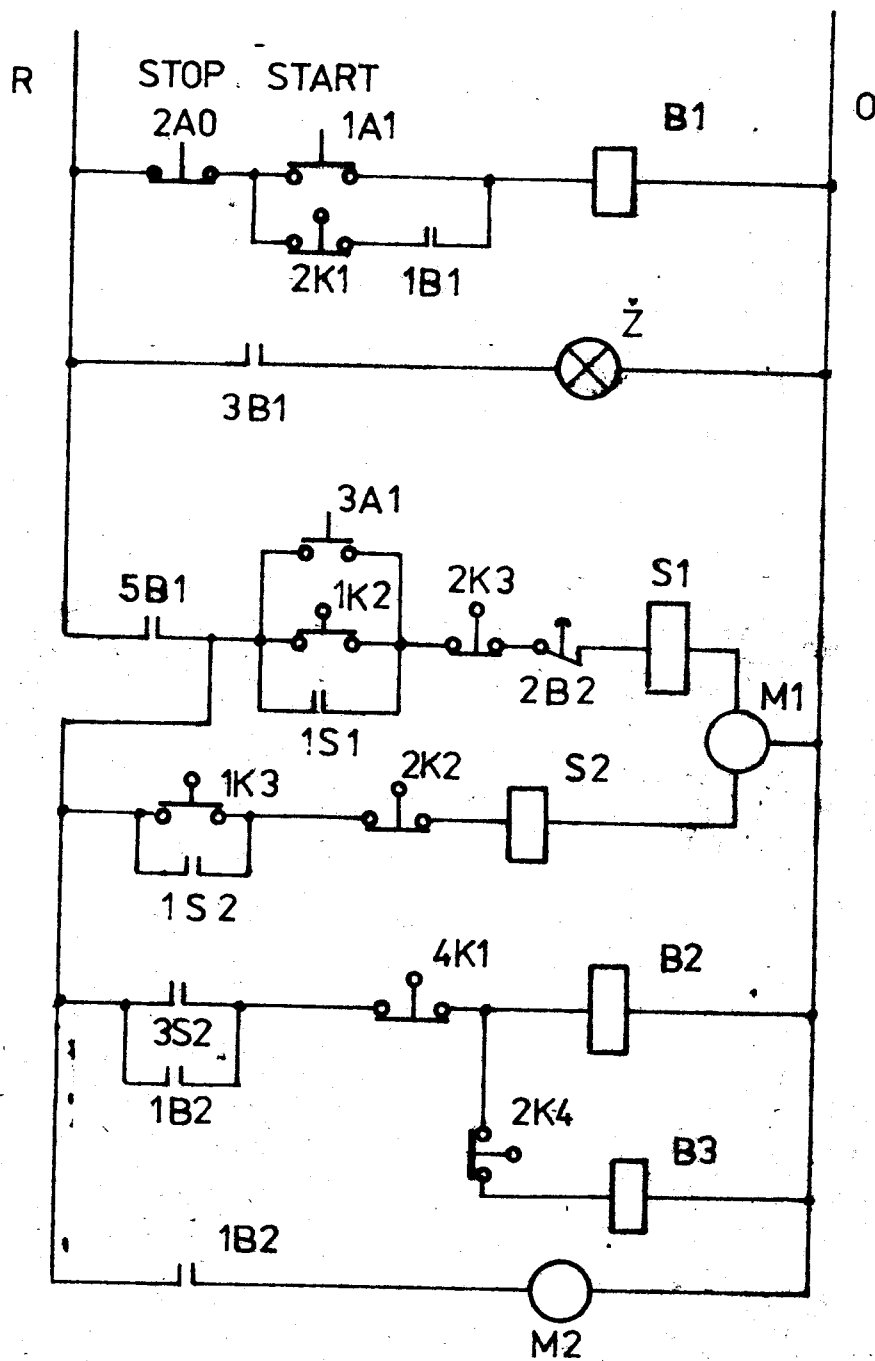
10.585	<i>maud</i>	VSST	
10 370.0		LIBERIE	
≠ 30x20	ČSN425522		1:2
			KMM-130-04/1
PŘEDNÍ PŘÍLOŽKA		KMM - 130 - 05	



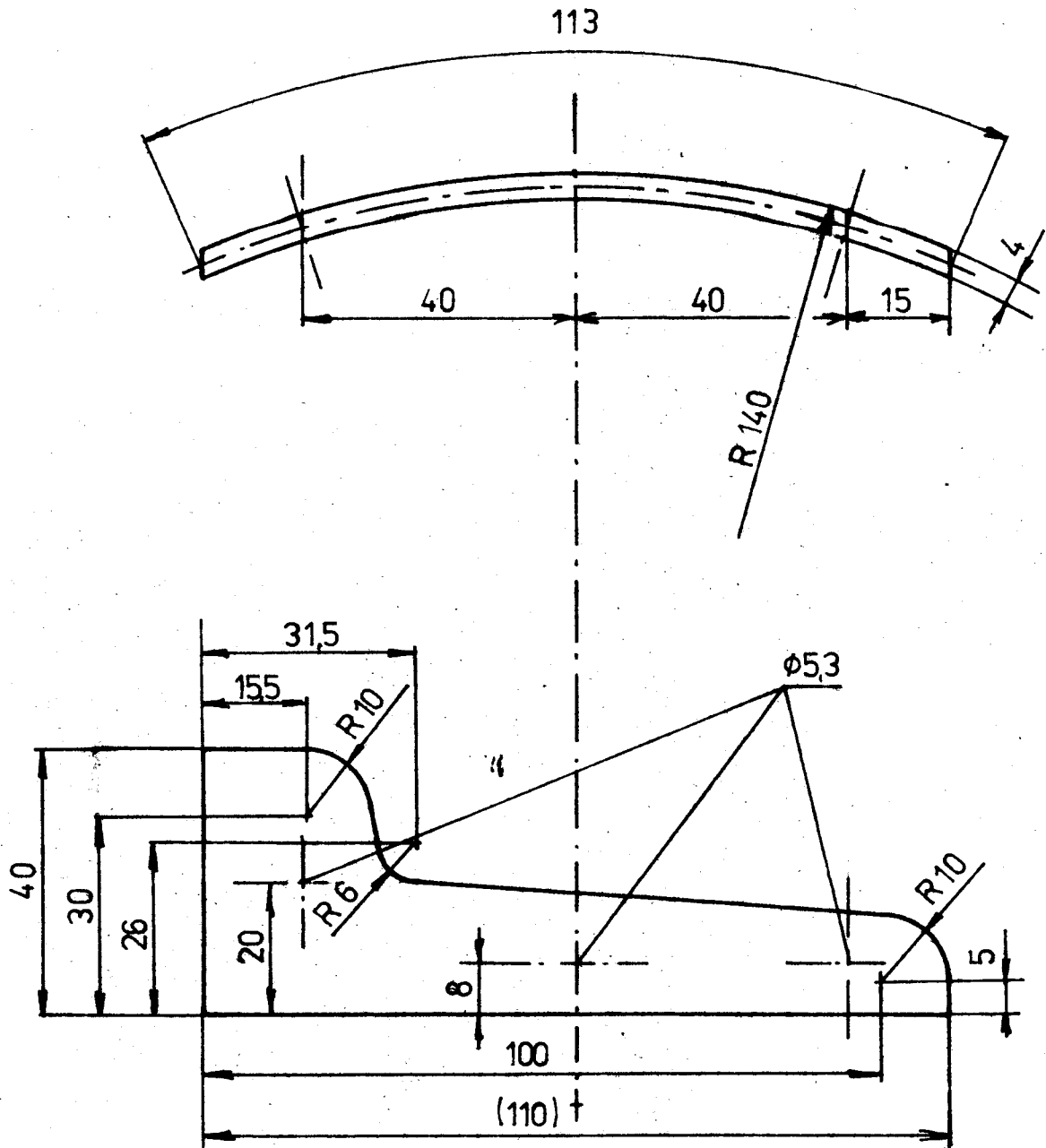
DÍRY $\phi 53$ VRTAT PŘI MONTÁŽI

10.5.85		VŠST LIBEREC	
14 220.0	CSN 425310	PMOJINGST kg	MĚŘÍTKO 1:1
P4		C. SN.	C. KUSOVNIKU KMM - 130-01/2
		PRÁZN.	
		STAV V.	
MÁLÁ LOPATKA		KMM - 130-02	

NÁVRH OBVODU OVLÁDAJÍCÍ VERTIKÁLNÍ POHYB MÍCHADLA



- A0,A1 tlačítka
- B1,B3 pomocné relé
- Ž signalizace chodu
- S1,S2 vzduchový stykač
- B2 časové relé
- K1,K2,K3,K4 koncové spínače umístěné na sloupu
- M1 motor ovládající vertikální pohyb
- M2 motor míchadla

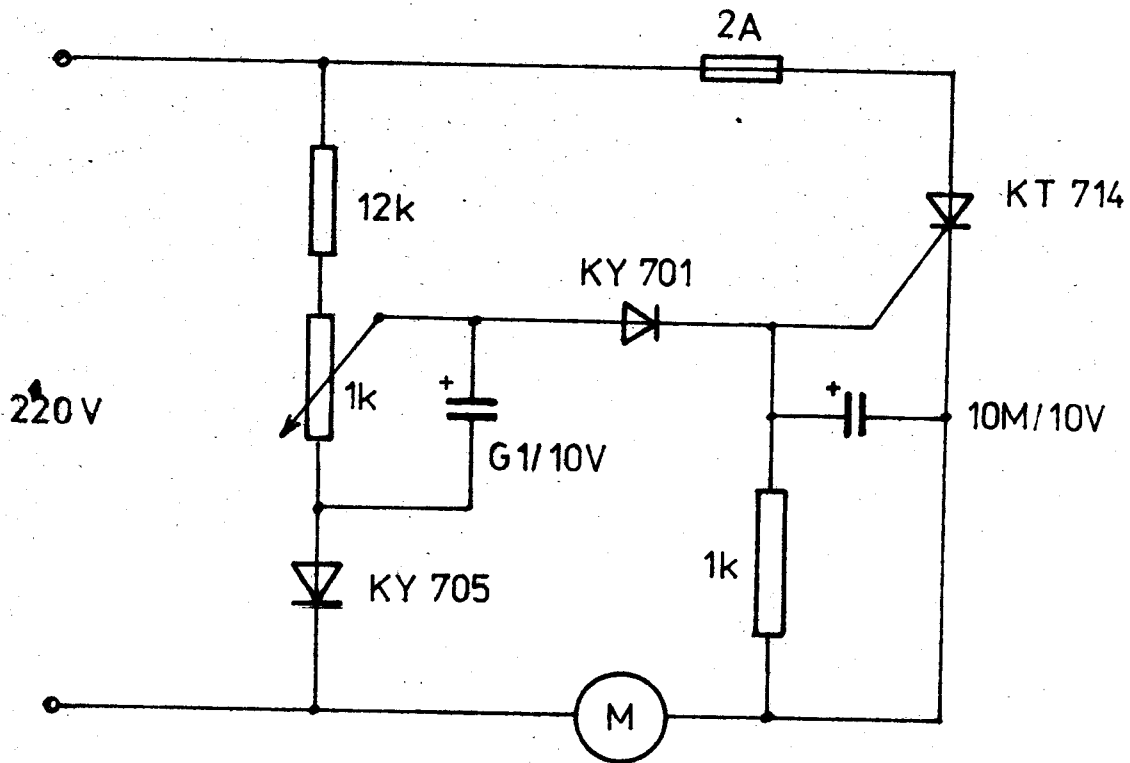


DÍRY Ø5,3 VRTAT PŘI MONTÁŽI

10.585	14 220.0	CSN 425310	VSIT LIBEREC
	P4		1:1
			KMM - 130-01/2
VELKÁ LOPATKA			KMM - 130-03

TYRISTOROVÝ REGULÁTOR

RYCHLOSTI OTÁČEK



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	ELEKTROKŘEVC.	TSN030444.03							4
1	HŘÍDEL ø50-272	ČSN 425510	11500		001				2
1	ČZUB. KOLC ø125	ČSN 425516	12020.4		007				3
2	ČZUB. KOLC ø62,5	ČSN 425516	12020.4		007				4
1	PNEUMAT. VÁLEC								5
1	BUBEN	SVAREK							6
1	ZÁKLAD. DESKA	SVAREK							7
1	STOJAN	SVAREK							8
1	PRSTENEC ø140-23	ČSN 425510	10370.0		001				9
1	KRYT	SVAREK							10
1	HNACÍ DESKA P4	ČSN 425310	10370.0		001				11
1	UNÁŠ. DESKA	SVAREK							12
3	ŠNEK. DÁVACVÁČ								13
2	POUZDRO ø28-14	ČSN 425510	10370.0		001				14
2	POUZDRO ø28-8	ČSN 425510	10370.0		001				15
2	LOPATKA P3	ČSN 425310	14220.0		021				16
1	STŘEP. ČEP M6	ČSN 425510	11500.0		001				17
1	LUŽKA ø42-12	ČSN 425510	10370.0		001				18
2	HŘÍDEL ø15-65	ČSN 425510	11700.0		001				19
2	ČEP LOPAT. ø15-18	ČSN 425510	11700.0		001				20

2. KOUČKA

10.5.1985

VŠST
LIBEREC

MISIČ SUCHÉ SÁDROVÉ

SMĚSI

4

KRM - 130 - 01

1

Počet kusů	Název - rozměr	Podstava	Mat. hodnota	Název výrobce	Průř. odp.	C. výroby	Ro. výroby	Číslo (1-2)	Ro.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	ELEKTROPŘEVOL.	TSNO30444.03							4
1	HŘÍDEL ø50-272	ČSN 425510	11500		001				2
1	OZUB. KOLCØ ø125	ČSN 425516	12020.4		007				3
2	OZUB. KOLCØ ø62,5	ČSN 425516	12020.4		007				4
1	PNEUMAT. VÁLEC								5
1	BUBEN	SVAREK							6
1	ZÁKLAD. DESKA	SVAREK							7
1	STOJAN	SVAREK							8
1	PRSTENEC ø140-23	ČSN 425510	10370.0		001				9
1	KRYT	SVAREK							10
1	HNACÍ DESKA P4	ČSN 425310	10370.0		001				11
1	UNÁŠ. DESKA	SVAREK							12
3	ŠNEK. DÁVACOVÁČ								13
2	POUZDRO ø28-14	ČSN 425510	10370.0		001				14
2	POUZDRO ø28-8	ČSN 425510	10370.0		001				15
2	LOPATKA P3	ČSN 425310	14220.0		021				16
1	STŘEB. ČEP M8	ČSN 425510	11500.0		001				17
1	LUŽKO ø42-12	ČSN 425510	10370.0		001				18
2	HŘÍDEL ø15-65	ČSN 425510	11700.0		001				19
2	ČEP LOPAT. ø15-8	ČSN 425510	11700.0		001				20

2. KOUČKA

10.5.1985

V Š S T
LIBEREC

Název
MISIČ SUCHÉ SÁDROVÉ
SMĚSI

4

KRM - 130 - 01

1

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
1	KRCUŽEK TR60x4	ČSN 425715	11550		001				21
1	MALÁ LOPATKA P4	ČSN 425310	14220.0		021			KMM-130-C2	22
1	VEL. LOPATKA P4	ČSN 425310	14220.0		021			KMM-130-03	23
1	NÁSTAV. M10 15x36	ČSN 425510	10340.0		001				24
1	PÁKA	SVAREK							25
1	DVIŘKA P10	ČSN 435310	10370.0		001				26
1	TĚSNĚNÍ	PRYŽO15							27
2	PANT 45x19	ČSN 425522	11343		007				28
2	KRCUŽEK 8	ČSN 022930							29
1	DRŽÁK	SVAREK							30
2	PATKA P2	ČSN 425301	11343.1		007				31
1	VÍKO 5	ČSN 643410	PMMA						32
1	LOŽISKO 3210	ČSN 024665							33
1	LOŽISKO 6004	ČSN 024633							34
4	POUZDRAA15/21x10	ČSN 023481							35
1	TĚSNĚNÍ	PRYŽO15							36
1	PERC 10h9x8x40	ČSN 022562							37
1	PERO 8h9x7x30	ČSN 022562							38
1	PLS. KRCUŽEK ø50	ČSN 023655							39
7	NÝT 4x16	ČSN 022301							40

Z. MČUČKA

10. 5. 1985

V S S T
LIBEREC

MISIČ SUCHÉ SÁDROVÉ
SMĚSI

4

KMM - 130 - C1

2

počet kusů	Název - rozměr	Položka	Mat. číslo	Mat. popis	Průř. odp.	Č. kategorie	Č. díla	Č. výkresu	Č. řádku
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	ELEKTROPŘEVOD.	TSN03444.03							1
2	ELEKTROMOTOR	K2UR350							2
1	ROTAČNÍ DESKA	SVAREK							3
1	ZÁKLAD. DESKA	SVAREK							4
1	STOJAN1 P10	ČSN 425310	10370.0		001				5
1	STOJAN2 P10	ČSN 425310	10370.0		001				6
2	DRŽÁK P6	ČSN 425310	10370.0		001				7
1	STOJAN3 P6	ČSN 425310	10370.0		001				8
1	DRŽÁK ELEKT. P4	ČSN 425310	10370.0		001				9
1	SLoup TR670x4-1150	ČSN 425715	11550.0		001				10
1	PRSTENEC	SVAREK							11
1	PŘÍRUBA	SVAREK							12
1	POHYB. ŠROUB Tr 16x2-1200	ČSN 425510	11500.0		001				13
1	PŘÍLOŽKA #40x30	ČSN 425522	10370.0		001				14
1	PŘÍLOŽ.S DRÁŽK. # 40x30	ČSN 425522	10370.0		001				15
1	PŘEDNÍ PŘÍLOŽ. #30x20	ČSN 425522	10370.0		001				16
1	DRŽÁK ČEPU # 35x25	ČSN 425522	10370.0		001				17
1	UNÁŠECÍ ČLEN	SVAREK							18
1	KULISA	SVAREK							19
1	PRSTENEC ø164-22	ČSN 425510	10370.0		001				20

Z. MOUČKA

10.5.1985

V S S T
LIBEREC

MISIDLO SÁLCOVÉ SUSPENZE

5

KRM - 130 - 04

1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	VGL.LIŠTA P5	ČSN 425310	11500		001				21
2	LIŠTA 460x30	ČSN 425522	10370.0		001				22
4	STOJÁNEK P3	ČSN 425310	10370.0		001				23
2	FLECH P3	ČSN 425310	10370.0		001				24
1	HNACÍ KOTOUČ	SVAREK							25
2	STOJÁNEK P4	ČSN 425310	10370.0		001				26
1	FLECH P4	ČSN 425310	10370.0		001				27
1	DRŽÁK	SVAREK							28
1	VÍKO	SVAREK							29
1	ČEP Ø 25-40	ČSN 425510	11343		007				30
2	ČEP Ø 15 - 38	ČSN 425510	11343		007				31
6	ČEP Ø 7 - 30	ČSN 425510	11343		007				32
6	VÍKO 430x14	ČSN 425522	11343		007				33
2	PODZDRO Ø 16-30	ČSN 643617	PA66						34
2	DRŽÁK	SVAREK							35
1	TYČ 425x6	ČSN 425522	11700.0		001				36
1	KROUŽEK TR Ø 51x6-12	ČSN 425715	11550.0		001				37
1	LOŽISKO 6212	ČSN 024630							38
1	LOŽISKO 6200	ČSN 024630							39
1	LOŽISKO NJ205	ČSN 024670							40

MÍSTNOST: **Z. MOUČKA**
 Datum: **10.5.1965**
 Starý výřez: _____
 Nový výřez: _____
 Změna: _____
 Datum: _____
 Podpis: _____
 Index: _____

VŠST LIBEREC	Typ	Skupina	Starý výřez	Nový výřez
	Název	MISILLO SÁDROVÉ SUSPENZE	5	KMM - 130 - 04
	Počet kusů			2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	LOŽISKO 627	ČSN 024634							41
2	LOŽISKO 6302	ČSN 024630							42
2	LOŽISKO 6000	ČSN 024630							43
2	PÁKA 25	ČSN 2436302							44
1	POUZDRO A10/14x16	ČSN 023481							45
1	POUZDRO B10/16x16	ČSN 023481							46
1	SPOJKA	PERIFLEX							47
2	ČEP 10x32x26	ČSN 022111							48
1	ČEP 10x50x44	ČSN 022111							49
4	ZÁVLAČKA 2,5x18	ČSN 021781							50
12	PODLOŽKA 10,5	ČSN 021703							51
1	ČEP 5x21x18	ČSN 022111							52
1	PODLOŽKA 5,3	ČSN 021703							53
1	ZÁVLAČKA 1,2 10	ČSN 021781							54
1	ČEP 4x19x16	ČSN 022111							55
1	PODLOŽKA 4	ČSN 021703							56
1	ZÁVLAČKA 1x8	ČSN 021781							57
2	ČEP 10x28x22	ČSN 022111							58
1	ČEP 10x26x20	ČSN 022111							59

Z. MOUČKA

10.5.1985

VŠT

LIBEREC

Název

MISIILG SÁDROVÉ SUSPENZE

5

KMM - 130 - 04

3

Počet kusů	Název - rozměr	Podoba	Mat. značka	Mat. výchoz	1. díl	C. hmotnost	H. hmotnost	Číslo výrobku	Pos. č.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	PERO 10h9x8x40	ČSN 022562							60
2	PERO 4h9x4x15	ČSN 022562							61
6	ŠROUB M8x30	ČSN 021101							62
3	ŠROUB M6x100	ČSN 021143							63
2	ŠROUB M4x14	ČSN 021146							64
24	ŠROUB M5x20	ČSN 021143							65
3	ŠROUB M6x20	ČSN 021103							66
6	ŠROUB M8x18	ČSN 021103							67
6	ŠROUB M6x10	ČSN 021103							68
8	ŠROUB M10x12	ČSN 021133							69
8	MATICE M10	ČSN 021401							70
2	ŠROUB M6x18	ČSN 021103							71
8	ŠROUB M6x25	ČSN 021101							72
8	MATICE M6	ČSN 021401							73
8	PODLČKA 6,4	ČSN 021703							74
8	ŠROUB M5x16	ČSN 021101							75
8	MATICE M5	ČSN 021401							76
8	PODLČKA 5,3	ČSN 021703							77
8	ŠROUB M6x16	ČSN 021103							78
8	ŠROUB M5x12	ČSN 021103							79

Měřička	1	Z. MOUČKA	
Průmysl			
Norm. ref.			
Výrob. místo			
		10.5.1985	
VŠST			
LIBEREC	MISIDLO SÁLROVÉ SUSPENZE	5	KMM - 130 - 04
			4

