

VŠST Liberec
Fakulta strojní

Obor 23 - 21 - 8

Výrobní stroje a zařízení
zaměření

Sklářské a keramické stroje
Katedra sklářství a keramiky

BROUSÍCÍ STROJ PRO HLADINÁŘSKÉ BROUŠENÍ A SÁMOVÁNÍ

Petr Preisler

DP 105

Vedoucí práce: ing. František Novotný, CSc - VŠST Liberec

Rozsah práce:

Počet stran	50
Počet příloh	13
Počet tabulek	4
Počet obrázků	25

MDT : 666.1.053.551; 666.1.053.545

Datum : 18 května 1986

Vysoká škola: **strojní a textilní** Fakulta: **strojní**

Katedra: **sklářských a keramických strojů** Školní rok: **1985/1986**

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro **Petra Preislera**

obor **23-21-8 Stroje a zařízení pro chemický, potravinářský a spotřební průmysl**

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: **Brousící stroj pro hladinářské broušení a sámování**

Zásady pro vypracování:

Pro automatizaci hladinářského broušení silnostěnných skleněných výrobků je nutné automatizovat nejen operační manipulaci, ale též výrobní stroje. Byl zpracován projektový návrh ATP hladinářského broušení, který vyžaduje realizovat samostatné strojní zařízení k broušení ústního okraje.

Okolem Vaší diplomové práce bude s přihlédnutím k stávajícímu projektu a sortimentu koncepčně navrhnout stroj na broušení ústního okraje včetně sámování aplikací dianastrojů.

V práci se zaměřte na:

1. Rozbor stávajících podkladů, formulaci požadavků a koncepční návrh zařízení.
2. Konstrukční řešení stroje formou sestavných výkresů.
3. Podrobnější konstrukční propracování pozice broušení a sámování formou podsestav.
4. Technickoekonomické zhodnocení přínosu.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIDEREK 1, STUDENTSKÁ 8
PŘEČ 401 17

Rozsah grafických prací: cca 40 stran textu doplněného příslušnými
výpočty, grafy, schémata a výkresy

Rozsah průvodní zprávy:

Seznam odborné literatury:

Výzkumné zpravy úkolu N 253/KSK

Firemní podklady firmy BIEBUYCK

Novotný, F. - Klebsa, V.: Automatizace v prvotní rafinaci užit-
kového skla, Sklář a keramik (v tisku)

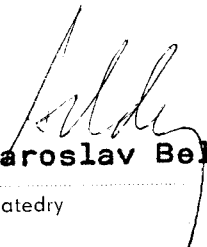
Talacko Petr: Upínací hlavice brousícího stroje, DP 086/85

Vedoucí diplomové práce: Ing. František Novotný, CSc.


Datum zadání diplomové práce: 1.10. 1985

Termín odevzdání diplomové práce: 23.5. 1986

L.S.


Doc. Ing. Jaroslav Belda, CSc.

Vedoucí katedry


Doc. Ing. Ján Alaxin, CSc.

Děkan

V. Liberci dne 1.10. 1985

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

V Liberci dne 18. května 1986

Petr Preisler
Petr Preisler
•

Obsah

Úvod	10
1. Rozbor současného stavu	11
1.1. Popis současného stavu	11
1.1.1. Postup prvotní rafinace tlustostěnných polotovarů při ruční výrobě	11
A/ Opukávání	11
B/ Broušení ústí (+ vnější sámování)	12
C/ Vnitřní sámování	13
1.1.2. Poloautomat belgické firmy BIEBUYCK AP - 10	14
1.2. Zhodnocení stávajících způsobů prvotní rafinace tlustostěnných polotovarů	15
2. Návrh brousícího karuselu pro hladinářské broušení a sámování	15
2.1. Požadavky kladené na brousící karusel pro hladinářské broušení a sámování	15
2.1.1. Rozbor možných alternativ	17
2.1.2. Výběr nejvhodnější alternativy	18
3. Konstrukční řešení brousícího karuselu	19
3.1. Rozdělení brousícího karuselu (BK) do jednotlivých pracovních mechanismů	19
3.2. Návrh konstrukčního řešení jednotlivých podskupin	19
3.2.1. Rám	19
3.2.2. Hvězdice s pěti upínači	20
3.2.3. Pozice manipulační	21
3.2.4. Pozice pukání	23
3.2.5. Pozice broušení	25

3.2.6.	Pozice sámování	36
3.2.7.	Oplach polotovaru	44
3.3.	Seřízení stroje	45
4.	Technickoeekonomické zhodnocení přínosu řešení	47
	Závěr	49
	Seznam použité literatury	50

Přehled použitých zkratk a symbolů

a	- vzdálenost patky elektromotoru a řemenice	[mm]	,
a'	- činné mezikruží dianástroje	[mm]	,
A	- vzdálenost mezi uchycením PR - 04 a brousící hladiny	[mm]	,
\bar{A}	- osová vzdálenost brousících vřeten	[mm]	,
α	- úhel opásání řemenice	[rad]	,
\bar{b}	- vzdálenost osy elektromotoru od JPH - 320	[mm]	,
b'	- max. tloušťka stěny polotovaru	[mm]	,
c	- vzdálenost patek elektromotoru	[mm]	,
C	- tuhost pružiny	[N/m]	,
C	- základní dynamická únosnost ložiska	[N]	,
\bar{C}	- vzdálenost mezi uchycením PR - 04 a upínačem	[mm]	,
D	- vnější průměr opuknutí polotovaru	[mm]	,
D_{max}	- maximální vnější průměr opuknutí polotovaru	[mm]	,
d	- vnitřní průměr opuknutí polotovaru	[mm]	,
d_{max}	- maximální vnitřní průměr opuknutí polotovaru	[mm]	,
D_1	- průměr brusného kotouče	[mm]	,
D	- střední průměr závitu pružiny	[mm]	,
d	- průměr drátu pružiny	[mm]	,
D_p	- průměr pracovního prostoru pružiny	[mm]	,
d_p	- rozměr profilu rámu	[mm]	,
\bar{d}	- průměr válcového kolíku	[mm]	,
Δ	- zvolený rozptyl osově vzdálenosti	[mm]	,
e	- první zdvih pneumatického válce	[mm]	,
E	- vzdálenost mezi uchycením PR - 04 a dnem polotovaru	[mm]	,
f	- součinitel tření		,
\bar{f}	- druhý zdvih pneumatického válce	[mm]	,
F	- radiální síla, která namáhá uložení brousícího vřetene vlivem pohonu	[N]	,
\bar{F}	- síla namáhající válcový kolík	[N]	,
F_0	- předpětí plochého řemene	[N]	,

F_1	- síla pružiny odpovídající předpruženému stavu	[N]	,
F_8	- síla pružiny odpovídající plně zatíženému stavu	[N]	,
\bar{F}_1	- síla od přitlaku brousících kotoučů	[N]	,
\bar{F}_2	- síla od elektromotoru	[N]	,
\bar{F}_3	- síla od předpětí plochého řemene	[N]	,
\bar{F}_4	- síla vyvolaná hmotností rámu	[N]	,
F_A	- stálé dynamické zatížení ložiska axiální	[N]	,
F_N	- normální síla přitlaku brousících kotoučů	[N]	,
$F_N \text{ max}$	- maximální normální síla přitlaku brousících kotoučů	[N]	,
F_p	- síla přitlačující sámovrací kotouče k polotovaru	[N]	,
F_R	- stálé dynamické radiální zatížení ložiska	[N]	,
F_T	- tečná síla přitlaku brousících kotoučů	[N]	,
$F_T \text{ stř}$	- střední tečná síla přitlaku brousících kotoučů	[N]	,
F_h	obvodová hnací síla plochého řemene	[N]	,
\bar{F}_1	- síla v tažné větvi plochého řemene	[N]	,
\bar{F}_2	- síla v odlehčené větvi plochého řemene	[N]	,
φ	- korekční součinitel		,
g	- tíhové zrychlení	[m/s ²]	,
G	- modul pružnosti ve smyku	[MPa]	,
h	- výška úběru skla	[mm]	,
h'	- rozměr profilu rámu	[mm]	,
H	- výška obrobku	[mm]	,
ΔH	- výška technologické hlavice	[mm]	,
\bar{l}	- rameno, na kterém působí síla F_T	[mm]	,
L_h	- základní trvanlivost ložiska	[hod.]	,
m_{EM}	- hmotnost elektromotoru	[kg]	,
m_R	- hmotnost rámu	[kg]	,
M_{BK}	- moment brousících kotoučů	[Nm]	,
M_o	- ohybový moment	[Nm]	,
M_K	- krouticí moment	[Nm]	,
M_{K1}	- krouticí moment elektromotoru	[Nm]	,

M_p	- moment polotovaru	[Nm]	,
n	- jmenovité otáčky elektromotoru	[min. ⁻¹]	,
n_1	- otáčky hydrogenerátoru	[min. ⁻¹]	,
n_2	- otáčky hydromotoru JHMA 2 1	[min. ⁻¹]	,
n_3	- otáčky hydromotoru jednotky JPH - 320	[min. ⁻¹]	,
n_{BK}	- otáčky brusných kotoučů	[min. ⁻¹]	,
n_p	- otáčky polotovaru	[min. ⁻¹]	,
n_{SK}	- otáčky sámovacích kotoučů	[min. ⁻¹]	,
n	- počet závitů pružiny		,
n_ξ	- počet činných závitů pružiny		,
n_z	- počet závěrných závitů pružiny		,
ω	- úhlová rychlost	[s ⁻¹]	,
p	- tlak	[MPa]	,
p_{max}	- maximální tlak	[MPa]	,
p_n	- jmenovitý tlak	[MPa]	,
P	- výkon	[kW]	,
P	- dynamické ekvivalentní zatížení ložiska	[N]	,
Q	- průtočné množství	[m ³ /s]	,
Q_1	- průtočné množství hydrogenerátoru	[m ³ /s]	,
Q_2	- průtočné množství hydromotoru JHMA 2 1	[m ³ /s]	,
Q_3	- průtočné množství hydromotoru jednotky JPH - 320	[m ³ /s]	,
Q_c	- celkové průtočené množství	[m ³ /s]	,
S	- plocha broušeného ústí	[m ²]	,
S'	- plocha styku brusných kotoučů a polotovaru	[m ²]	,
σ_o	- mez únavy v ohybu	[MPa]	,
σ_o DOV	- povolená mez únavy v ohybu	[MPa]	,
t	- čas opracování polotovaru	[s]	,
t_c	- čas cyklu opracování	[s]	,
τ_o	- smykové napětí odpovídající síle F_o	[MPa]	,
τ_8	- smykové napětí odpovídající síle F_8	[MPa]	,
τ_{Dm}	- povolené smykové napětí pružiny	[MPa]	,
	- smykové napětí	[MPa]	,
τ DOV	- povolené smykové napětí	[MPa]	,

T_C	- mez únavy v krutu	[MPa]	,
v	- přísuvová rychlost	[m/s]	,
v_D	- dolní obvodová rychlost brousících kotoučů	[m/s]	,
v_H	- horní obvodová rychlost brousících kotoučů	[m/s]	,
$v_{stř}$	- střední obvodová rychlost brousících kotoučů	[m/s]	,
v_{min} požad.	- minimální vypočtená přísuvová rychlost	[m/s]	,
v_{min} JPH	- zmenšený pracovní posuv JPH - 320	[m/s]	,
V	- rotační součinitel, který je závislý na způsobu zatížení vnitřního (hřídelového) kroužku		,
V_{01}	- geometrický objem hydrogenerátoru	[m ³]	,
V_{02}	- geometrický objem hydromotoru JHMA 2 1	[m ³]	,
V_{03}	- geometrický objem hydromotoru jednotky JPH - 320	[m ³]	,
\dot{V}	- objemový úběr za čas	[mm ² /min.]	,
W_k	- průřezový modul v krutu	[m ³]	,
W_{ox}	- průřetový modul v ohybu k ose x	[m ³]	,
X	- součinitel dynamického radiálního zatížení ložiska		,
y_8	- deformace pružiny odpovídající síle F_8	[mm]	,
Y	- součinitel dynamického axiálního zatížení ložiska		.

Úvod

Jedním z hlavních úkolů schválených v usnesení XVII. sjezdu KSČ je nutnost zaměřit vědeckotechnický pokrok na komplexní automatizaci především sériových a hromadných výrob a zavádění pružných automatizovaných výrobních systémů. Seustředit se na odstranění tzv. netvůrčí monotónní práce a přenechávat ji automatům a průmyslovým robotům. V současné době je spotřeba energií a přírodních surovin limitovaným ukazatelem hospodaření podniků. Dále je nutné vyloučit pracovní sílu z pracovišť, která jsou pro práci člověka nevhodná nebo nebezpečná, popř. omezit pracovní čas v tomto prostředí. Tyto závěry se týkají nejen strojírenských, ale i nestrojirenských odvětví, tedy i sklářského a keramického průmyslu.

V k.p. Crystalex Nový Bor se vyrábí sklářské výrobky, které jsou známy a žádané v mnoha zemích světa. Z ekonomického hlediska je výroba těchto výrobků výhodná, protože surovinová základna je zabezpečena výhradně z domácích zdrojů a vyráběný sortiment je realizován jak na tuzemských, tak na zahraničních trzích.

Jedním ze základních technologických postupů při zušlechťování skleněných výrobků je prvotní rafinace užitkového skla. Zahrnuje opukávání, hladinářské broušení dna a ústního okraje a broušení hran tzv. sámování. U tlustostěnných výrobků užitkového skla se zatím provádí výhradně ručně na jednoduchých broušicích strojích tuzemské výroby.

V návaznosti na strojní výrobu určitého sortimentu polotovárů užitkového skla je u nás i v zahraničí [8] patrná snaha o automatizaci celého procesu prvotní rafinace, což vyžaduje nutnost automatizovat nejen vlastní technologické operace, ale i operační manipulaci. S daným cílem byl zpracován projektový návrh ATP hladinářského broušení [2], který vyžaduje realizovat specifické automaty na broušení dna a automat realizující opukávání, broušení ústí a sámování.

Úkolem diplomové práce je s přihlédnutím k stávajícímu projektu a sortimentu provést koncepční návrh a konstrukční studii stroje na broušení ústního okraje a sámování.

1. ROZBOR SOUČASNÉHO STAVU

1.1. Popis současného stavu

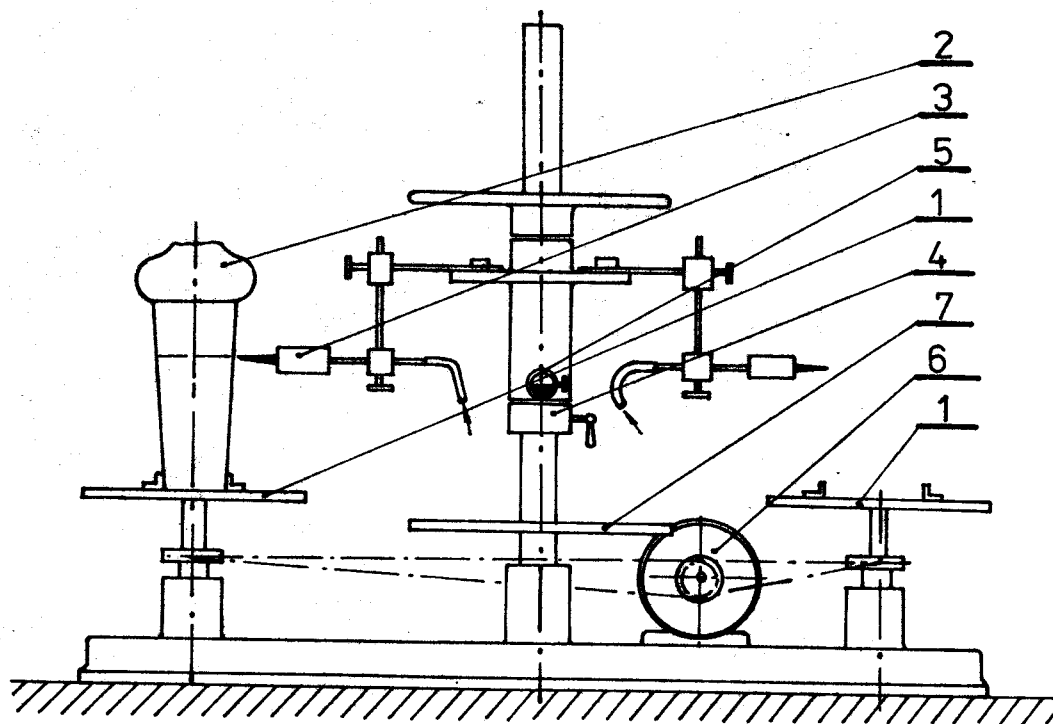
1.1.1. Postup prvotní rafinace tlustostěnných polotovarů při ruční výrobě

Technologický postup prvotní rafinace tlustostěnných polotovarů při ruční výrobě zahrnuje tři fáze:

- A/ opukávání
- B/ broušení ústí (+ vnější sámování)
- C/ vnitřní sámování

A/ Opukávání

Při opukávání dochází k oddělení technologické hlavice (tzv. kopny) ve třech operacích. Jednoduchý pukací stroj používaný v současné době v k.p. Crystalex Nový Bor v prvotní rafinaci tlustostěnných polotovarů při ruční výrobě je znázorněn na obr. 1.



Obr. 1: Pukací stroj třítalířový

Na základním rámu jsou dva talířové stolky 1 uloženy otočně a jeden je umístěn uprostřed pevně 7. Oba krajní talíře se uvádějí do nepřetržitého rotačního pohybu elektromotorem 6 s převodovkou a jednoduchým řemenovým převodem. Hořákový systém 4 je uložen na nosném sloupku a je vertikálně stavitelný otáčením šroubového kola. Hořáky 3 jsou též v držáku stavitelné vertikálně a pomocí kloubu horizontálně pro možnost nastavení určité vzdálenosti od výrobku. Na tělese držáku je uprostřed umístěn na kloubovém raménku naškrábávací hrot 5.

Při práci obsluhující pracovník naškrábne hrotem výrobek postavený na prostřední talíř v určité nastavené výšce. Pak přestaví výrobek na jeden otáčející se talíř. Ostrý plamen hořáku je nastaven přesně do výšky naškrábnuté rysky. Stěna výrobku se v rovině řezu prudce ohřeje a vlivem pnutí se oddělí hlavice. Mezitím naškrábne obsluhující druhý výrobek a položí jej na druhý otočný talíř. První sejme a odhodí kopnu do připravené přepravky na střepy. Na stroji se dosahuje výkonu v průměru 250 kusů za hodinu.

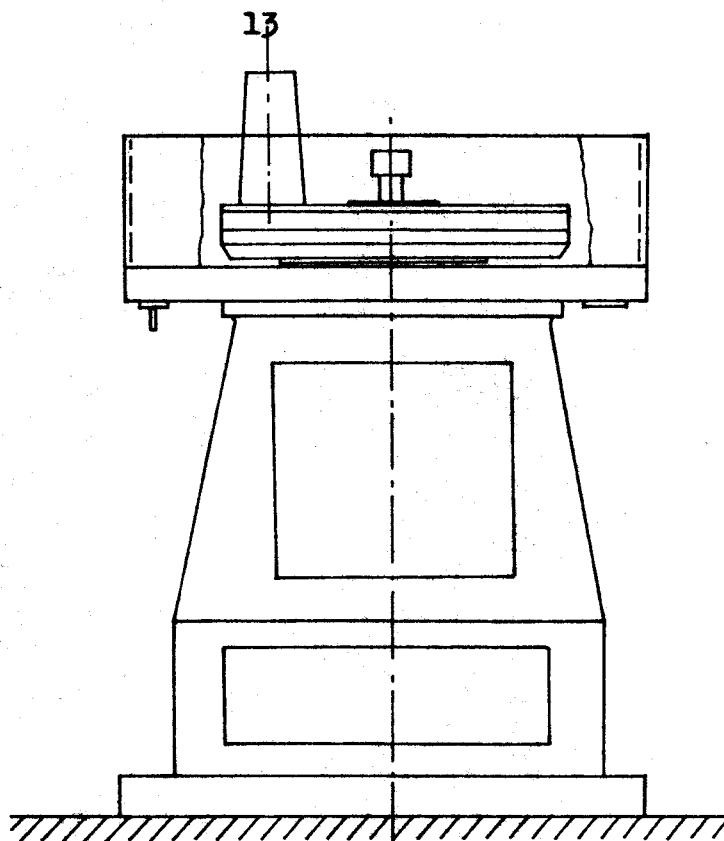
Výška opuknutého polotovaru je o cca 1% větší oproti konečné výšce výrobku. Nepřesnost opuknutí nepřesahuje 0,5-1,5 mm od roviny opuknutí, větší nepřesnosti přísluší větším tloušťkám stěny výrobku.

B/ Broušení ústí (+ vnější sámování)

Broušení ústí se děje ve třech operacích na hladinářském brousícím stroji, který je znázorněn na obr. 2.

Nástrojem je litinový kotouč průměru 500-600 mm s obvodovou rychlostí v rozmezí $v = 7,5-10 \text{ ms}^{-1}$. Používá se volného brusiva SiC zrnitosti 20-16 μm a vody. Polotovarem je manipulováno ručně.

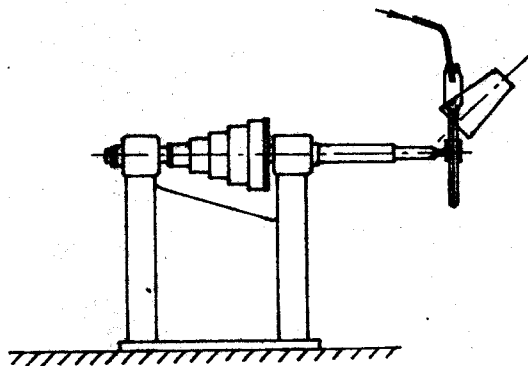
V první fázi se provádí zarovnání opuknuté roviny (ústního okraje), ve druhé fázi obroušení nerovností při planetárním otáčení polotovaru. Ve třetí fázi následuje broušení vnější hrany ústního okraje (vnější sámování) pod úhlem 45° otáčením výrobku okolo tělesové osy. Důležité je zachování kolmosti tělesové osy na rovinu ústního okraje.



Obr. 2: Hladinařský broušící stroj

C/ Vnitřní sámování

Vnitřní sámování je prováděno na kuličském stroji (obr. 3) SiC kotoučem zrnitosti 8-6,5 μm otočným kolem horizontální osy pod úhlem cca 45° k ose nástroje. Průměr a profil kotouče je volen podle průměru ústí a rotuje s obvodovou rychlostí v rozmezí $v = 8-10 \text{ ms}^{-1}$.



Obr. 3: Kuličský stroj

Hladinářské broušení tlustostěnných výrobků užitkového skla je základním technologickým postupem při zušlechťování skleněných výrobků, které je s nepatrnými obměnami realizováno na řadě sklářských závodů, zatím vše prostřednictvím ruční výroby se značnou spotřebou živé práce kvalifikovaných pracovníků a s vysokými nároky na fyzickou námahu ve vlhkém pracovním prostředí. Mechanizace hladinářského broušení pomocí jednocelových automatů naráží na problémy s variabilitou sortimentu a je uspokojivě vyřešena pouze pro tenkostěnné výrobky užitkového skla v rámci komplexní automatické výrobní linky v k.p. Crystalex Nový Bor.

Hladinářské broušení silnostěnných výrobků užitkového skla v návaznosti na ruční foukání se provádí dosud na výhradně jednoduchých brousících strojích naší výroby, uspořádaných v dílenském principu činnosti v brusírně s mezioperační manipulací a dopravou mezi jednotlivými pracovišti.

1.1.2. Poloautomat belgické firmy BIEBUYCK AP - 10

Tento poloautomat vyvinutý v roce 1982 realizuje v jednotlivých pozicích postupně hladinářské broušení včetně sámování okrajů, přičemž výrobce uvádí tyto parametry:

- mechanický nebo vakuový upínací systém;
- provedení hrubého broušení, sámování a jemného broušení v jediném pracovním postupu;
- obsluha pouze vkládá a vyjímá;
- bezpečný provoz stroje;
- spotřeba energie 4 kW;
- spotřeba tlakového vzduchu $0,2 \text{ m}^3/\text{min.}$ (při tlaku 0,6 MPa).

Jednoduchost obsluhy poloautomatu vyjadřuje výrobce tím, že pro obsluhu tří strojů postačí pouze jeden dělník. Výkonné hrubé broušení je zajištěno dvěma popř. i třemi diakotouči. Konec pracovního pochodu hrubého broušení se nastaví snímačem polohy, který vypne pracovní pochod po dosažení výšky H. Vnitřní a vnější sámování probíhá automaticky s kontrolním tlakem podle předem zvolené doby na časovém spínači. Sámovací zařízení je k broušenému kusu elasticky přitlačováno. Poloautomat je také vybaven zařízením pro jemné broušení resp. leštění kyselinou.

1.2. Zhodnocení stávajících způsobů prvotní rafinace tlustostěnných polotovarů

V současné době se produkce tlustostěnných výrobků v k.p. Crystalex Nový Bor zpracovává ručně. Tento způsob prvotní rafinace je spojen se značnou spotřebou živé práce kvalifikovaných dělníků a s vysokými nároky na fyzickou námahu při manipulaci s výrobky v nevyhovujícím vlhkém pracovním prostředí.

Posouzení výhodnosti poloautomatu belgické firmy BIEBUYCK AP - 10 naráží na neznalost některých technických parametrů, které firma neuvádí ve svém nabídkovém prospektu.

2. NÁVRH BROUSÍČÍHO KARUSELU PRO HLADINÁŘSKÉ BROUŠENÍ A SÁMOVÁNÍ

Rozbor zadání vychází ze skutečností, že stávající technologický proces je realizován technologií aplikovanou pro kusovou ruční výrobu a ze skutečností malosériové výroby roztržitého sortimentu podléhajícího módním vlivům.

2. 1. Požadavky kladené na brousící karusel pro hladinářské broušení a sámování

Navrhované ATP [2] je určeno pro hladinářské broušení polotovarů tvarovaných strojně lisofoukáním. Projekt nové výrobní kapacity předpokládá výrobu 23 stabilizovaných typů polotovarů dle tab. I, které se neliší jen svým tvarem, ale i rozměry. Přitom se předpokládá sériovost 2 000 - 5 000 kusů při výrobě 600 - 1 000 kusů za směnu a pěti pracovnících ve směně. Při dvousměnném provozu lze počítat s obměnou sortimentu jedenkrát za dva dny, přičemž čas na přeseřízení na jiný druh výrobku má být co nejkratší.

Analýzou rozměrů a tvarů sortimentu vyplynulo, že záměr na vybudování ATP v provozu prvotní rafinace je reálný jen pro část, tj. asi 60 % uváděného výrobního sortimentu (vhodný sortiment je vyznačen v tabulce).

Technické požadavky:

Pro snížení časů nutných k jednomu přeseřízení ATP je nutné dodržení následujících podmínek:

- sestavení stroje musí být provedeno tak, aby nebylo nutno provádět přeseřízení mechanických jednotek robota v souvislosti

s obměnou sortimentu;

- upínací jednotky strojů a chapadla robota musí být vybaveny výměnnými prvky pro příslušné typy polotovarů tak, aby byla minimalizována nutnost individuálního seřízení;
- pukací i brousící a sámovací zařízení musí být vybaveny řídicími jednotkami s ohledem na možnost rychlé manipulace při seřizování a přešřizování pracovišť.

Tab. I: Seznam polotovarů vyráběných lisofoukáním

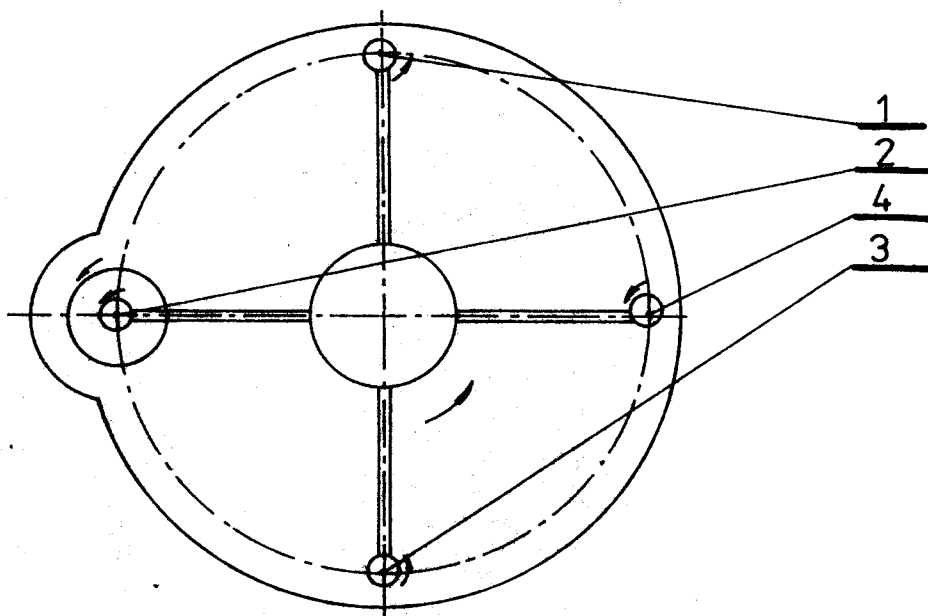
č.	VÝŠKA [mm]	Ø OPUKNUTÍ [mm]	Ø DÝNKA [mm]	TL. STĚNY [mm]	HMOTNOST [g]	VHODNOST PRO ATP
1	205	70	50	8	950	+
2	180	77	75	8	860	+
3	205	120	90	8	1240	+
4	155	104	70	8	740	+
5	126	70	55	6	400	+
6	105	64	45	6	220	+
7	180	120	80	8	960	+
8	230	140	100	8	1680	-
9	205	115	65	8	1130	+
10	150	120	80	8	1030	+
11	210	120	65	8	1500	+
12	60	150	70	19	1480	-
13	55	115	60	15	970	-
14	60	135	80	20	1650	-
15	65	145	90	7	980	-
16	60	130	73	8	500	-
17	70	120	70	8	560	-
18	65	185	60	8	740	-
19	205	105	65	8	1240	+
20	255	90	62	8	1740	+
21	255	127	80	8	1950	+
22	80	155	100	8	1970	-
23	80	140	90	7	940	-

2.1.1. Rozbor možných alternativ

V práci [3] jsou popsány tři způsoby uspořádání hvězdice s upínači, což ovlivňuje konstrukci celého broušícího karuselu.

Varianta A

Broušící karusel podle této varianty (obr. 4) je čtyřpozicový.



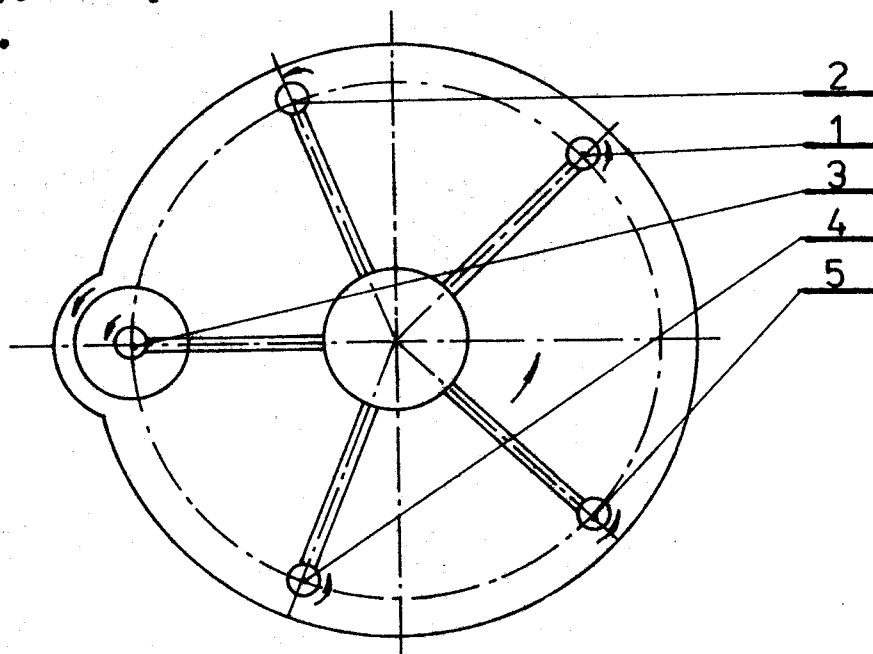
Obr. 4: Čtyřpozicový broušící karusel

Činnost v jednotlivých pozicích je následující:

V pozici 1 je vkládán polotovár pomocí PR - 04 do upínací hlavice, která je upevněna na rameni otočné hvězdice. Po upnutí polotovaru se hvězdice pootočí o $\pi/2$ rad a upínací hlavice se s upnutým polotovarem roztočí. Za stálé rotace polotovaru dochází v pozici 2 k broušení ústí. Po dokončení operace v pozici 2 se karusel opět pootočí o $\pi/2$ rad a polotovár se dostává do pozice 3, kde dojde ke sražení vnitřní a vnější hrany (vnitřní a vnější sámování). Pootočením hvězdice do pozice 4 dojde k odstranění hrubých nečistot oplachem od broušení a sámování. Poté se obrobek dostává do pozice 1, kde je vyjmut. Nevýhodou této varianty je nutnost opuknutí polotovaru před vložením do vlastního broušícího karuselu. Tím roste čas nutný pro prvotní rafinaci.

Varianta B

Tato varianta je založena na stejném principu jako předchozí s tím rozdílem, že pracovní postup je rozčleněn do 5 pozic (obr. 5). Pátá pozice vznikla konstrukcí opukávacího zařízení 2.



Obr. 5: Pětipozicový brousící karusel

Označení pracovních pozic:

- 1 ... vkládání a vyjímání polotovaru
- 2 ... Opukávání polotovaru za rotace
- 3 ... broušení hladiny ústí
- 4 ... vnější a vnitřní sámování
- 5 ... oplach obrobku

Hvězdice \ast upínači se pootáčí o $\pi/2,5$ rad.

Varianta C

Tato varianta je řešena jako 6-ti pozicový brousící karusel, kde šestá pozice vzniká rozdělením vnitřního a vnějšího sámování do dvou pozic. Krokování hvězdice je určeno úhlem $\pi/3$ rad.

2.1.2. Výběr nejvhodnější alternativy

Při výběru nejvhodnější alternativy bylo přihlédnuto ke konstrukční náročnosti brousícího stroje, k přesnosti broušení,

snadné seřiditelnosti, výrobnosti a samozřejmě také k investičním nákladům.

Po zvážení těchto hledisek byla z navržených alternativ vybrána pro konstrukční zpracování alternativa B (tzn. pětipozicový brousící karusel), která nejlépe vyhovovala základním požadavkům.

3. KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ BROUSÍCIHO KARUSELU

3.1. Rozdělení brousícího karuselu (BK) do jednotlivých pracovních mechanismů

Stavbu BK tvoří tyto konstrukční podskupiny:

1) RÁM

2) HVĚZDICE S PĚTI UPÍNAČI - konstrukce

- uložení
- pohon - upínačů
- hvězdice
- blokování

3) POZICE MANIPULAČNÍ - vedení

- pohon
- seřízení
- snímání mezních poloh

4) POZICE OPUKÁVÁNÍ - přísuv naškrabávacího kotoučku

- seřízení

5) POZICE BROUŠENÍ - vedení

- pohon posuvu
- pohon rotace vřeten
- seřízení

6) POZICE SÁMOVÁNÍ - pohon - posuvu

- sámovacích kotoučů
- seřízení

7) OPLACH POLOTOVARU - vedení

- pohon
- seřízení

3.2. Návrh konstrukčního řešení jednotlivých podskupin

3.2.1. Rám

Při návrhu rámu bylo přihlédnuto k tomu, že počet požadovaných brousících karuselů bude malý. Proto byl rám vytvořen jako svařenec z plechů. Ostatní pracovní mechanismy jsou zavěšeny

po stranách rámu. Ve středu rámu je na kuličkových ložiskách uložen sloup nesoucí pět ramen s upínači.

3.2.2. Hvězdice s pěti upínači

Výše zmíněný sloup nese vertikálně stavitelnou hvězdici, což umožňuje snadné přeseřízení pro variabilní výšku výrobků. Vertikální přestavení je umožněno šroubem a maticí, přičemž šroub je pevně spojen s centrálním sloupem a matice je připevněna ve středu hvězdice.

Vlastní ramena jsou rovněž vytvořena jako svařence a jsou na centrálním sloupu upevněna svěrným spojem. Rotace všech upínačů je zajištěna regulačním hydromotorem JHMA 2 1 (TOS Rakovník, závod Vrchlabí), který je upevněn na rameno upínače. Rozvod k jednotlivým upínačům je zajištěn řetězem. (Zde bylo přihlídnuto k DP 086/85 Petra Talacka. Je použita navržená varianta F úchopné hlavice pro příznivé poměry při upnutí. Dojde k vymezení vůle v ložiskách vřetene ve směru síly vznikající při obrábění. Elektromotor s převodovkou je nahrazen regulačním hydromotorem. Pro ovládání vlastního upínače (tzn. sevření, rozevření) je použito pneumatiky. Rozvod na rotující hvězdici je řešen středem centrálního sloupu).

Potřebný hnací moment obrobku je vypočten pro brousíci pozici, kde je polotovár broušením nejvíce zatížen:

$$M_k = F_T \text{ stř.} \cdot \frac{D_{\max}}{2} = 150 \cdot \frac{0,127}{2} = 9,525 \text{ Nm}$$

Pro pohon upínačů postačí hydromotor, který disponuje kroutícím momentem $M_k = 20 \text{ Nm}$ při jmenovitém tlaku $p_n = 4 \text{ MPa}$. Výrobce u hydromotoru zajišťuje plynulou regulaci otáček v širokém rozsahu, krátkou dobu rozběhu, libevelnou montážní polohu a snadnou reverzací. Základní technické parametry hydromotoru jsou uvedeny v tab. II.

Pro realizaci přerušovaného pohybu hvězdice byly uvažovány dvě možnosti řešení. Bylo to řešení pohonu maltézským mechanismem a řešení pohonu převodovou skříní s přerušovaným chodem elektromotoru. Po posouzení konstrukční náročnosti obou řešení bylo přistoupeno k realizaci pohonu karuselu maltézským mechanismem s přerušovaným otáčením palce.

Tab. II: Základní technické parametry hydromotoru

Název parametru			JHMA 2 1
Geometrický objem	V_g	[cm ³]	39,48
Tlak	jmenovitý	P_n	4
	maximální	P_{max}	4
Otáčky	minimální	n_{min}	8
	maximální	n_{max}	1600
Hmotnost bez prac. kapaliny a přípojovacích elementů			[kg] 9,5

K zajištění přesné polohy v jednotlivých pozicích je využito indexovacího kolíku na obvodu stolu, jehož ovládání je provedeno pomocí pneumatického válce a pružiny.

3.2.3. Pozice manipulační

Manipulační pozici lze rozčlenit do těchto fází (obr. 6):

- přenesení skleněného polotovaru 1 od brousícího stroje na broušení dna;
- první zdvih (e) vkládací plošinky 3 ;
- odložení polotovaru (uvolnění chapadla 2 PR - 04 a jeho odsunutí);
- druhý zdvih (f) vkládací plošinky a upnutí polotovaru v upínači 4 ;
- polotovar je připraven k opuknutí (odsunutí vkládací plošinky do výchozí pozice).

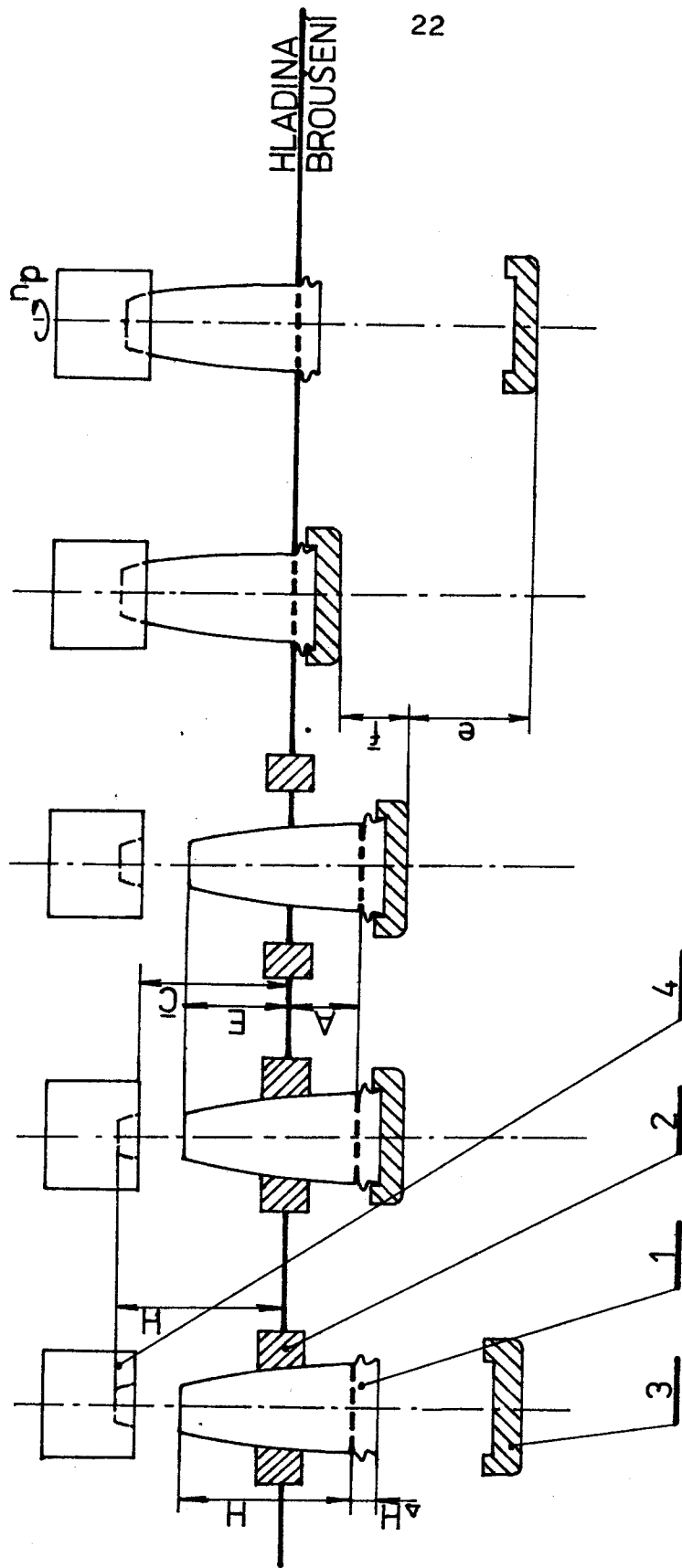
Se změnou sortimentu dojde ke změně těchto rozměrů:

1. ΔH - výška technologické hlavice;

Velikost prvního zdvihu lze regulovat pomocí přestavitelného koncového spínače. Jeho přestavení odpovídá požadovanému zdvihu.

2. $H(E,C)$ - konečná výška polotovaru;

Regulace těchto rozměrů je zajištěna vertikálně stavitelnou hvězdící.

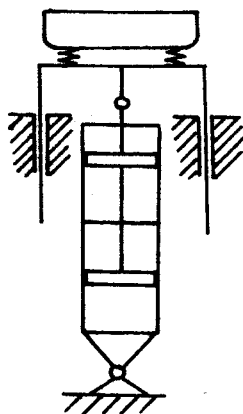


Obr. 6: Vertikální studie manipulační pozice

Při obměně sortimentu se nemění rozměr A . Konstantní velikost vzdálenosti A je umožněna vertikálně stavitelným dopravníkem polotovarů.

Samotná vkládací plošinka je řešena jako plošinka s vyměnitelnou podložkou (dle průměru technologické hlavice) střeďící odložení polotovaru robotem. Plošina má svislé, rozdělené vedení dvěma kruhovými tyčemi (obr. 7). Zdvih je realizován tandemovým pneumatickým válcem s oboustranně stavitelným tlumením koncových poloh.

Celá stanice je uložena v rybinovém vedení, které umožňuje seřízení základní výšky.



Obr. 7: Kinematické schéma uložení vkládací plošinky

3.2.4. Pozice pukání

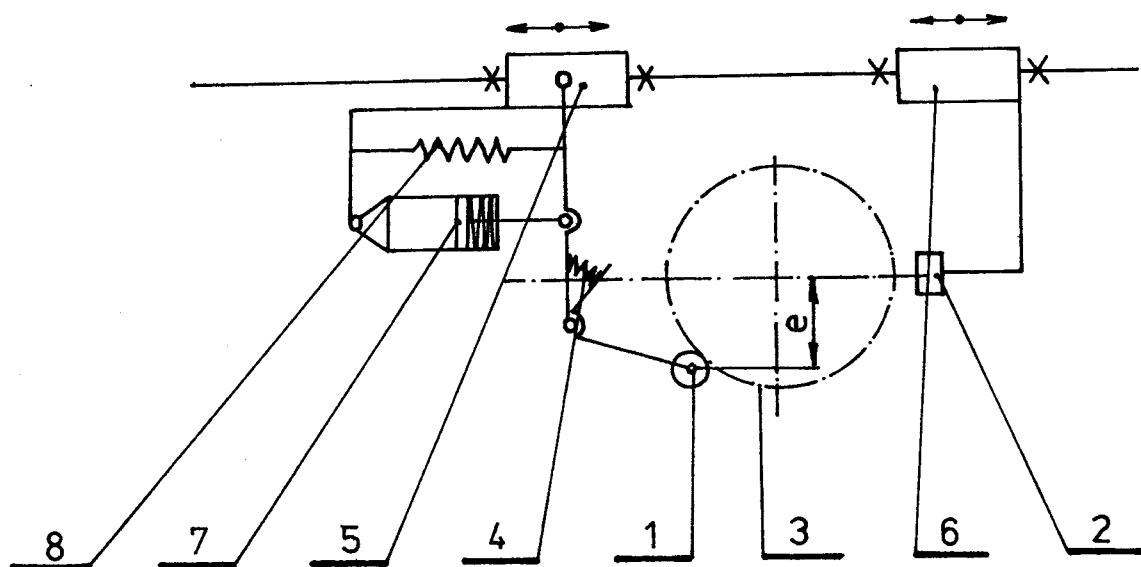
Tuto operaci lze řešit dvěma odlišnými způsoby:

a) zmechanizováním ručního způsobu; (obr. 8)

Seřiditelnost dle průměru sortimentu je zajištěna posunutím kulisy 5 resp. 6 . Přítlak naškrabávacího kotoučku lze nastavit pomocnou pružinou 4 . Zařízení pracuje tímto způsobem:

Systém naškrábnutí polotovaru je přitlačován do pracovní polohy jednočinným pneumatickým válcem 7 . Excentricita e zamezí případné kolizi mezi polotovarem 3 a naškrabávacím kotoučkem 1 . Oddálení kotoučku je provedeno tažnou pružinou 8 . Optimální vzdálenost hořáku od polotovaru je 3 mm.

Tato technologie opukávání je v současné době používána v k.p. Crystalex Nový Bor pro stěny tloušťky 1,2 - 1,4 mm. Již při tloušťce 1,6 mm nastávají komplikace, které lze do jisté míry odstranit, jednak zvýšením přitlaku naškrabávacího kotoučku, jednak zvýšením intenzity plamene pukacího hořáku.



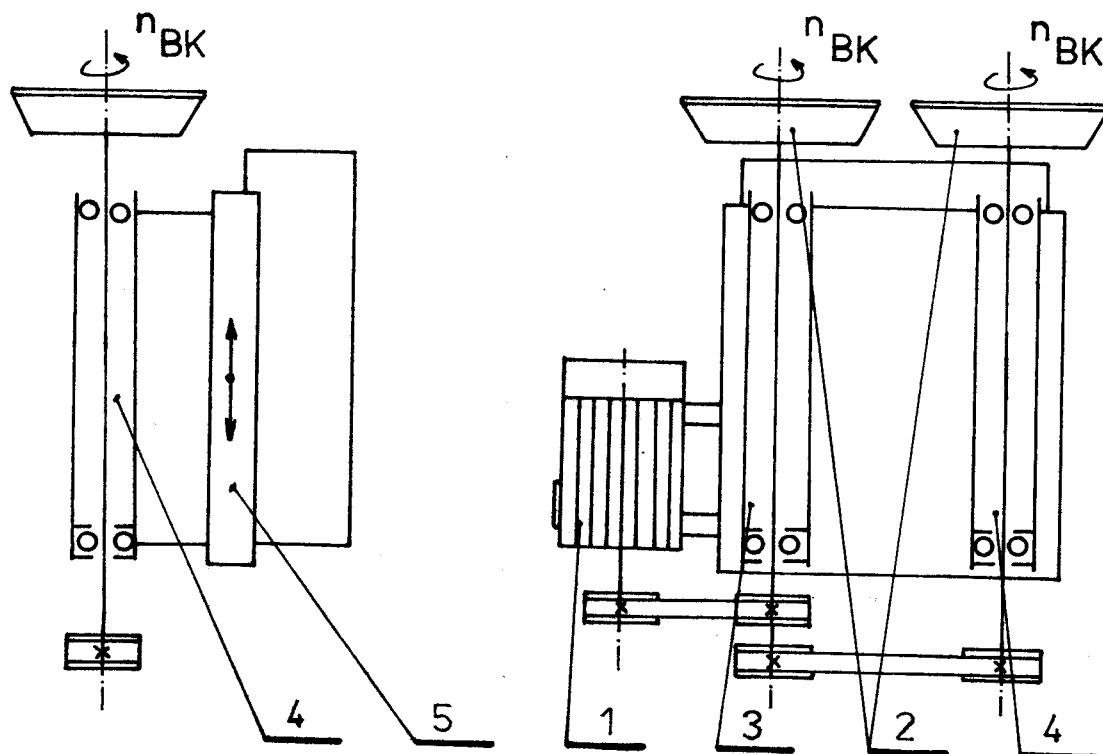
Obr. 8: Kinematické schéma pukacího zařízení

b) odříznutím technologické hlavice diapilou;
Komplikací této technologie je přidržování již odříznuté části technologické hlavice, aby nedocházelo k zápraskům popř. odlovení neodříznuté části kopny. I přesto se tento způsob jeví do budoucna perspektivním. Při jeho použití odpadají nedostatky prvního způsobu.

Kontrolu kvality opuknutí zajišťuje výkyvné čidlo umístěné za pukací stanicí ve výšce, kde dříve byla technologická hlavičce. Jestliže nedojde k opuknutí, technologická hlavičce narazí na čidlo, vychýlí jej a čidlo vyšle signál k uvolnění polotovaru z upínače.

3.2.5. Pozice broušení

V této pozici má dojít k zabroušení ústí polotovaru.



Obr. 9: Kinematické schéma pozice broušení

Vedení a osový posuv (popř. rychloposuv) brousících kotoučů 2 je zajištěn hydraulickou posuvovou jednotkou JPH - 320 5 (TOS Kuřim). Použitím této jednotky se značně zjednoduší konstrukce brousící pozice (především s ohledem na regulaci posuvu). Pro zabezpečení optimálního průběhu broušení je vhodný cyklus se zmenšeným pracovním posuvem. Po spuštění pohybu JPH - 320 dojde k rychloposuvu a poté k pracovnímu posuvu. Následný zmenšený pracovní posuv je vhodný pro broušení. Potom následuje rychloposuv zpět do dolní krajní polohy. Po pootočení karuselu se celý cyklus opakuje.

Rozsah jednotlivých cyklů lze řídit skříní koncových spínačů a kostkou zmenšeného pracovního posuvu, které jsou umístěny na boku lože. Na loži je také uchycen pevný doraz. Posuv stolu je vyvozen hydraulickým motorem, který je napojen na čerpa-

dlový agregát. Automatický cyklus je řízen systémem narážek a koncových spínačů. Rychloposuv je konstantní, pracovní posuv je možno plynule měnit. Základní technická data JPH - 320 jsou uvedena v tab. III.

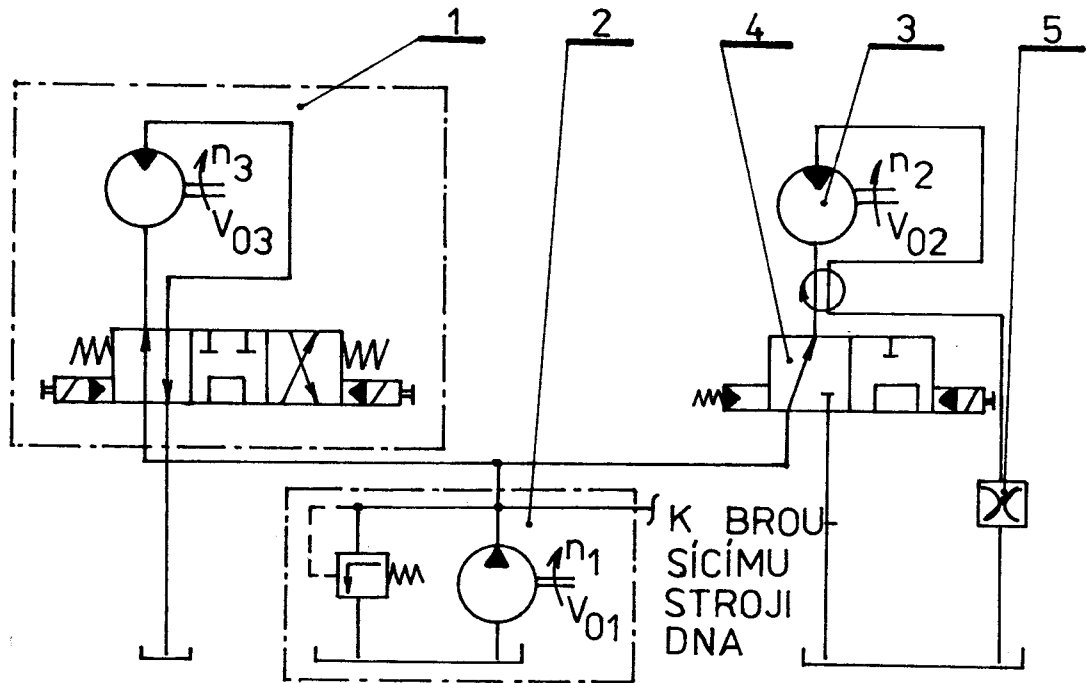
Tab. III: Základní technická data hydraulické posuvové jednotky

Název parametru		JPH - 320
Rozměr stolu (šířka x délka)	[mm]	320 x 530
Kroutící moment hydromotoru	[Nm]	10
Elektromotor pro rychloposuv	[kW/n]	1,1/1 400
Osová síla při tlaku $p = 4,5$ MPa	[N]	14 000
Pracovní zdvih jmenovitý	[mm]	250
Pracovní posuv plynule měnitelný	[mm/min.]	10 - 250
Zmenšený pracovní posuv při zmenšené osově síle	[mm/min.]	5 - 250
Rychloposuv vpřed i vzad	[n/min.]	6
Váha posouvající se části jednotky	[kg]	70
Váha jednotky	[kg]	310

Brousící vřetena 3, 4 upevněna v rámu na JPH - 320 jsou poháněna elektromotorem TMN 10b 1 (ZSE Praha) a plochými řemeny. Plochý řemen (Pos. 17) přenáší kroutící moment od elektromotoru na brousící vřeteno (Pos. 2) lze napnout posuvem elektromotoru (Pos. 6) v rámu. Plochý řemen (Pos. 16), pro převod kroutícího momentu od brousícího vřetene (Pos. 2) na brousící vřeteno (Pos. 1), je napínán pomocí napínací kladky.

Otáčky elektromotoru lze regulovat tyristorovým regulátorem otáček IRO 110.1 (ZPA Prešov) v rozsahu 50 - 150 %. Pro samotné broušení byly navrženy hrncové diakotouče (Pos. 8) průměru 150 mm se šířkou aktivní brousící vrstvy 2 mm.

Přívod hydraulické kapaliny k hydromotoru JHMA 2 1 je vyřešen portálem (není kresleno na sestavném výkrese).



Obr. 10: Hydraulický obvod

Popis činnosti hadraulického obvodu:

Pomocí rozvaděče 4 je realizováno rozběhnutí popř. zastavení hydromotoru, který zajišťuje rotaci upínačů (JHMA 2 1). Regulace otáček obrobku je provedena škrcením na výstupu z hydromotoru 3 pomocí škrtícího ventilu 5. Hydromotor 1, který je součástí JPH - 320, je přímo napojen na hydrogenerátor 2.

Výpočet průtočného množství tlakového média hydromotorů

$$Q_1 = V_{01} \cdot n_1$$

$$Q_2 = V_{02} \cdot n_2$$

$$Q_3 = V_{03} \cdot n_3$$

$$Q_c = Q_1 = Q_2 + Q_3$$

$$Q_2 = V_{02} \cdot n_2 = 39,48 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1 \ 600}{60} = 1,052 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_3 = V_{03} \cdot n_3 = 3,475 \cdot 10^{-3} \cdot 36,65 = 1,273 \cdot 10^{-1} \text{ m}^3/\text{s}$$

Množství tlakového oleje pro vyvození pracovního posuvu
 $100 \text{ mm/min} = 1390 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$.

$$V_{03} = 2,5 \cdot 1390 \cdot 10^{-6} = 3,475 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$\underline{n_3}$:

$$P = F \cdot v = 14\,000 \cdot \frac{0,25}{60} = 58,33 \text{ W}$$

$$P = M \cdot \omega$$

$$\omega = \frac{P}{M} = \frac{58,33}{10} = 5,833 \text{ s}^{-1}$$

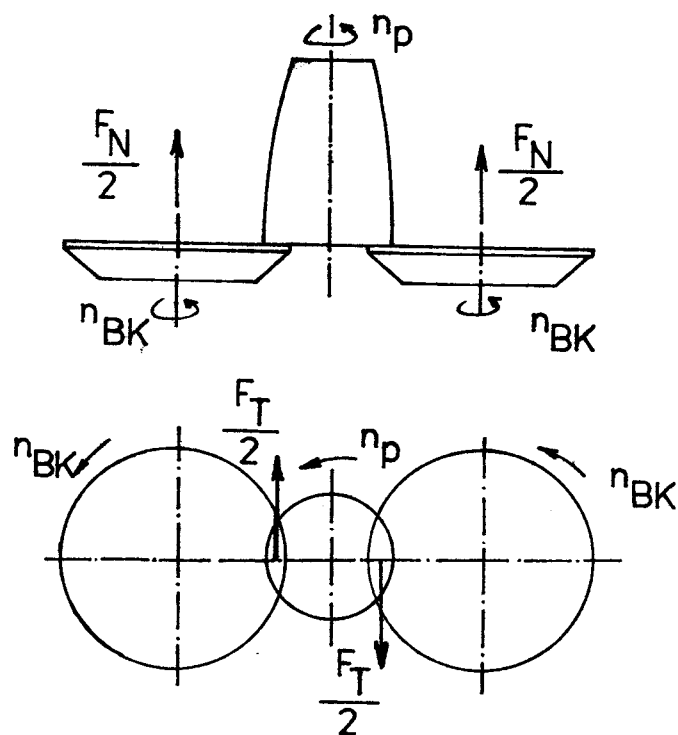
$$n_3 = 2\pi \cdot \omega = 2\pi \cdot 5,833 = 36,65 \text{ s}^{-1}$$

$$Q_c = Q_2 + Q_3 = 1,052 \cdot 10^{-3} + 1,273 \cdot 10^{-1} = 1,284 \cdot 10^{-1} \text{ m}^3/\text{s}$$

Podle hodnoty Q_c je třeba zvolit odpovídající zdroj - hydro-
generátor.

Výpočet požadovaného výkonu elektromotoru

Návrh dle literatury [4] .



Obr. 11: Sílový rozbor broušení

Požadované parametry:

$P = 1 \text{ kW}$ (motor pro vlastní obrábění)

$n_{BK} = 1\,400 - 1\,800 \text{ min}^{-1}$

Výpočet z maximálního uvažovaného přítlačku

$p_{\max} = 0,8 \text{ MPa}$ $F_{N \max} = 1\,200 \text{ N}$

$f = 0,25$

Tečná síla:

$$\frac{F_T}{2} = \frac{F_N}{2} \cdot f = \frac{1\,200}{2} \cdot 0,25 = 150 \text{ N}$$

$$P = \frac{F_T}{2} \cdot v_{\text{stř}} = 150 \cdot (10 - 33) = 1\,500 - 4\,950 \text{ W}$$

$$v_{\text{stř}} = 2\pi \cdot n \cdot \frac{D}{2}$$

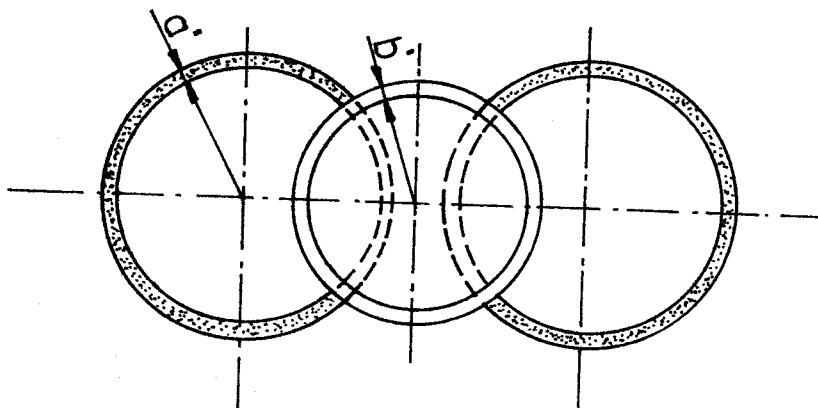
$$v_D = 2\pi \cdot \frac{1\,400}{60} \cdot \frac{0,15}{2} = 10,99 \text{ m/s}$$

$$v_H = 2\pi \cdot \frac{4\,200}{60} \cdot \frac{0,15}{2} = 32,98 \text{ m/s}$$

(jmenovité otáčky elektromotoru $n = 2\,800 \text{ min}^{-1}$)

Výpočet z běžného tlaku

$p = 0,2 \text{ MPa}$



Obr. 12 Styčná plocha brousících kotoučů a polotovaru

$a' = 15 \text{ mm}$

$b' = 8 \text{ mm}$

Styčná plocha:

$$S' = 4 \cdot a' \cdot b' = 4 \cdot 0,015 \cdot 0,008 = 4,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Normální síla:

$$F_N = S' \cdot p = 4,8 \cdot 10^{-4} \cdot 0,2 \cdot 10^6 = 96 \text{ N}$$

Tečná síla:

$$F_T = F_N \cdot f = 96 \cdot 0,25 = 24 \text{ N}$$

Potřebný výkon:

$$P = F_T \cdot v_{\text{stř}} = 24 \cdot (10 - 33) = 240 - 789,6 \text{ W}$$

Požadovanému výkonu odpovídá elektromotor TMN 10b o výkonu $P = 1,7 \text{ kW}$.

Výpočet příusuvové rychlosti brousících kotoučů

Při výpočtu bylo použito vztahu:

$$v = \frac{h}{t} = \frac{\dot{V}}{S}$$

$$h = 1 - 2 \text{ mm}$$

$$\dot{V} = 20\,000 \text{ mm}^2/\text{min.}$$

$$S = \frac{(D^2 - d^2)}{4}$$

$$D = D_{\text{max}} = 127 \text{ mm}$$

$$d = d_{\text{max}} = D_{\text{max}} - a' = 127 - 8 = 119 \text{ mm}$$

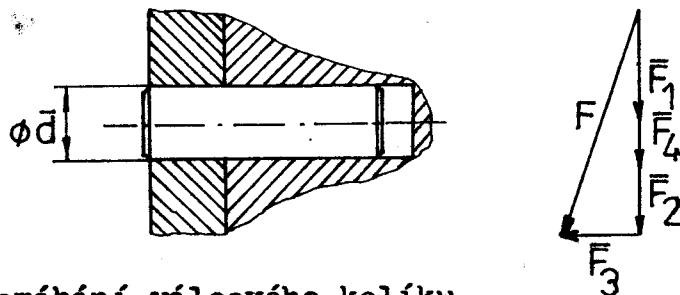
Pro příusuvovou rychlost musí platit nerovnost:

$$v_{\text{min požad.}} \geq v_{\text{min JPH}}$$

$$v_{\text{min požad.}} = \frac{4 \cdot \dot{V}}{(D^2 - d^2)} = \frac{4 \cdot 20 \cdot 10^{-5}}{(0,127^2 - 0,119^2)} = 12,9 \text{ mm/min}$$

Nerovnost je splněna ($v_{\text{min JPH}} = 5 \text{ mm/min}$).

Výpočet kolíků (Pos. 18)



Obr. 13: Namáhání válcového kolíku

$$\tau = \frac{F}{S} \leq \tau_D \quad \text{pro materiál 11 600} \quad \tau_D = 100 \text{ MPa}$$

$$\bar{F} = \sqrt{(\bar{F}_1 + \bar{F}_4 + \bar{F}_2)^2 + \bar{F}_3^2} = \sqrt{(1\,200 + 245 + 421)^2 + 728^2} =$$

$$= 2\,002 \text{ N}$$

$$\bar{F}_1 = F_{N \max} = 1\,200 \text{ N}$$

$$\bar{F}_2 = m_{EM} \cdot g = 43 \cdot 9,81 = 421 \text{ N}$$

$$\bar{F}_3 = F_o + F = 114,3 + 613,8 = 728,1 \text{ N}$$

$$\bar{F}_4 = m_R \cdot g = 25 \cdot 9,81 = 245 \text{ N}$$

volím $\bar{d} = 6 \text{ mm}$

$$\tau = \frac{\bar{F}}{\pi \cdot \bar{d}^2} = \frac{2\,002}{\pi \cdot 0,006^2} = 17,7 \text{ MPa}$$

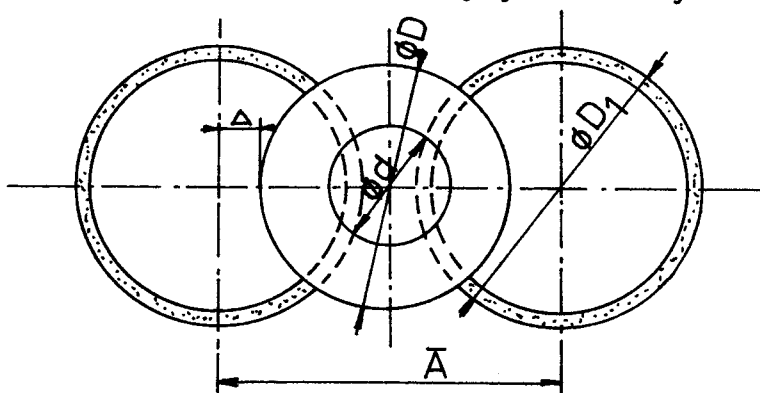
Koeficient bezpečnosti:

$$k = \frac{\tau_D}{\tau} = \frac{100 \cdot 10^6}{17,7 \cdot 10^6} = 5,64$$

Hodnota bezpečnosti je vysoká, protože válcové kolíky zajišťují vertikální polohu brusných kotoučů a tuto polohu je třeba zajistit velmi přesně. Kolíky jsou použity čtyři.

Návrh osové vzdálenosti brousících vřeten

Hlavním předpokladem pro volbu osové vzdálenosti brousících vřeten je požadavek, aby osy vřeten byly vně obrysu obrobku.



Obr. 14: Geometrické poměry osové vzdálenosti vřeten

$$\varnothing d = 64 \text{ mm}$$

$$\varnothing D = 127 \text{ mm}$$

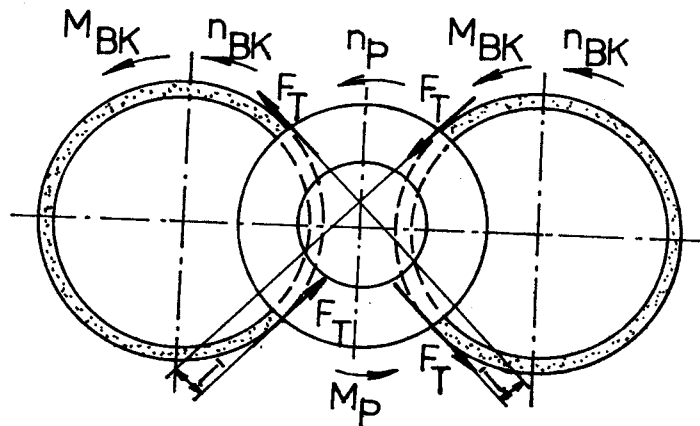
$$\varnothing D_1 = 150 \text{ mm}$$

$$A = 2 \cdot \left(-\frac{D_1}{2} + \Delta \right) = 2 \cdot \left(-\frac{127}{2} + 28,5 \right) = 184 \text{ mm}$$

Rozměr Δ volím dle geometrických rozměrů lože JPH - 320.

Návrh směru otáčení brousících kotoučů a obrobku

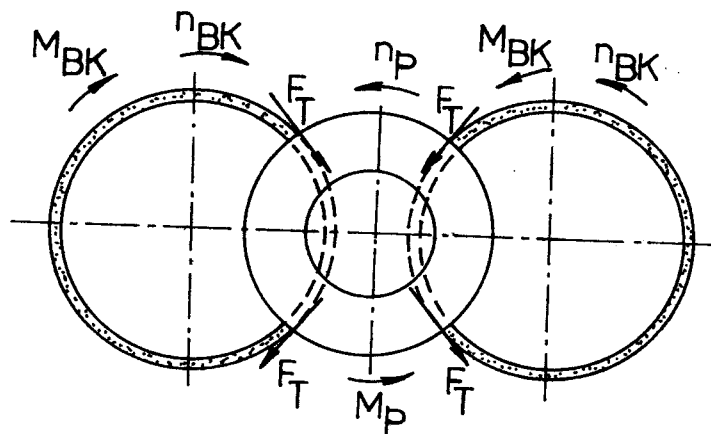
a) sousledné otáčení brousících kotoučů;



Obr. 15: Sousledné otáčení brousících kotoučů

Síly F_T , kterými působí brousící kotouče na polotovar, vytvářejí na rameni \bar{l} moment $F_T \cdot \bar{l}$, který působí ve shodném směru jako momenty M_{BK} a M_p .

b) nesousledné otáčení brousících kotoučů;



Obr. 16: Nesousledné otáčení brousících kotoučů

Při nesousledném otáčení síly F_T nevytvářejí moment.

Z porovnání obou variant vychází lépe první varianta. Při sousledném otáčení brousících kotoučů moment od třecích sil nebrání otáčení polotovaru.

Výpočet převodu plochými řemeny

1. Obvodová hnací síla F_h

$$P = 1 \text{ kW}$$

$$n = 2800 \text{ min}^{-1}$$

2. Kroutící moment

$$M_{K1} = \frac{P}{2\pi \cdot \frac{n}{60}} = \frac{1 \cdot 10^3}{2\pi \cdot \frac{2800}{60}} = 3,41 \text{ Nm}$$

$$F_h = \frac{2 \cdot M_{K1}}{D} = \frac{2 \cdot 3,41}{0,05} = 136,4 \text{ N}$$

$$\emptyset D = \emptyset D_1 = \emptyset D_2 = 0,05 \text{ m}$$

Potřebné předpětí

$$F_o = \frac{F_h}{2} \cdot \frac{e^{\alpha f} + 1}{e^{\alpha f} - 1} = \frac{136,4}{2} \cdot \frac{3,958 + 1}{3,958 - 1} = 114,312 \text{ N}$$

$$f = 0,35 + 0,012 \cdot v = 0,437964$$

$$v = \omega \cdot \frac{D}{2} = 2\pi \cdot n \cdot \frac{D}{2} = 2\pi \cdot \frac{2800}{60} \cdot \frac{0,05}{2} = 7,33 \text{ m/s}$$

pro $\alpha = 180^\circ$ a $f = 0,437964$ odpovídá dle [5] $e^{\alpha f} = 3,958$;

3. Síly ve větvích řemene

$$\text{tažná: } \bar{F}_1 = F_o + 1/2 F_h = 114,312 + 1/2 \cdot 136,4 = 182,512 \text{ N}$$

$$\text{odlehčená: } \bar{F}_2 = F_o - 1/2 F_h = 114,312 - 1/2 \cdot 136,4 = 46,112 \text{ N}$$

Pro bezpečnost a proto, že předpětí bývá větší než je třeba, počítá se s výslednicí:

$$F = 4 - 5 F_h = 4,5 \cdot 136,4 = 613,8 \text{ N}$$

Návrh ložisek pro uložení brousícího vřetene

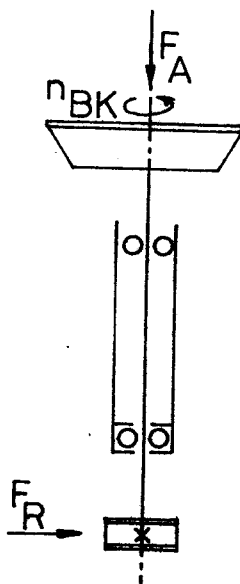
$$L_h = 20\,000 - 50\,000 \text{ hod. (doporučená)}$$

$$F_R = F = 613,8 \text{ N}$$

$$F_A = 1/2 F_N = 600 \text{ N}$$

$$\frac{F_A}{V \cdot F_R} = 0,977 > e \quad (e = 0,71) \rightarrow X = 0,4$$

$$Y = 0,84$$



Obr. 17: Schema zatížení brousícího vřetene

potom

$$P = X \cdot V \cdot F_R + Y \cdot F_A = 0,4 \cdot 1 \cdot 613,8 + 0,84 \cdot 600 = 749,52 \text{ N}$$

Při obvodovém zatížení vnitřního kroužku $V = 1$.

Volím ložisko 7206 s kosouhlým stykem o průměru 30 mm.

$$C = 17\,600 \text{ N}$$

$$L_h = \left(\frac{C}{P} \right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n} = 77\,068,88 \text{ hod.}$$

Návrh tlačné válcové pružiny pro vymezení vůle ložisek s kosoúhlým stykem

Volba parametrů pružiny:

$$\varnothing D = 50 \text{ mm}$$

$$\varnothing d = 6,3 \text{ mm}$$

$$\varnothing D_p = 60 \text{ mm}$$

$$F_8 = F_{N \text{ stř}} = 300 \text{ N}$$

$$n_\zeta = 5$$

1. tuhost

$$C = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot D^3 \cdot n_\zeta} = \frac{7,85 \cdot 10^{10} \cdot 0,0063^4}{8 \cdot 0,05^3 \cdot 5} = 2,473 \cdot 10^4 \text{ N/m}$$

2. $\varnothing d$

$$\tau_8 = \frac{F_8 \cdot \frac{D}{2}}{W_k}$$

pro materiál 12 060

$$\tau_c = 150 - 210 \text{ MPa}$$

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

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{8 \cdot F_8 \cdot D}{\pi \cdot \tau_{Dm}}} = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot 300 \cdot 0,05}{\pi \cdot 210 \cdot 10^6}} = 5,665 \cdot 10^{-3} \text{ m} \approx 5,6 \text{ mm}$$

volím $d = 6,3 \text{ mm}$

3. pevnostní kontrola

$$i = \frac{D}{d} = \frac{50}{6,3} = 7,936$$

$$\tau_{\max} = \frac{8 \cdot F_8 \cdot D \cdot \varphi}{\pi \cdot d^3} = \frac{8 \cdot 300 \cdot 0,05 \cdot 1,185}{\pi \cdot 0,0063^3} = 181,11 \text{ MPa}$$

Nerovnost $\tau_{\max} \leq \tau_{Dm}$ je splněna.

Korekční součinitel:

$$\varphi = \frac{D - 0,25 \cdot d}{D - d} + \frac{0,615 \cdot d}{D} = \frac{50 - 0,25 \cdot 6,3}{50 - 6,3} + \frac{0,615 \cdot 6,3}{50} = 1,185 \text{ 613}$$

4. počet činných závitů

$$n_x = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot D^3 \cdot C} = \frac{7,85 \cdot 10^{10} \cdot 0,0063^4}{8 \cdot 0,05^3 \cdot 2,473 \cdot 10^4} = 5,000 \text{ 4} \approx 5$$

$$n = n_x + n_z = 5 + 1,5 = 6,5$$

5. deformace odpovídající síle F_8

$$y_8 = \frac{8 \cdot n_x \cdot D^3 \cdot F_8}{d^4 \cdot G} = \frac{8 \cdot 5 \cdot 0,05^3 \cdot 300}{0,0063^4 \cdot 7,85 \cdot 10^{10}} = 1,213 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$n_x = \frac{y_8 \cdot d \cdot \varphi \cdot G}{\pi \cdot \tau_{Dm} \cdot D^2}$$

$$= \frac{1,213 \cdot 10^{-2} \cdot 0,0063 \cdot 1,185 \cdot 7,85 \cdot 10^{10}}{\pi \cdot 210 \cdot 10^6 \cdot 0,05^2} = 4,312 \approx 4$$

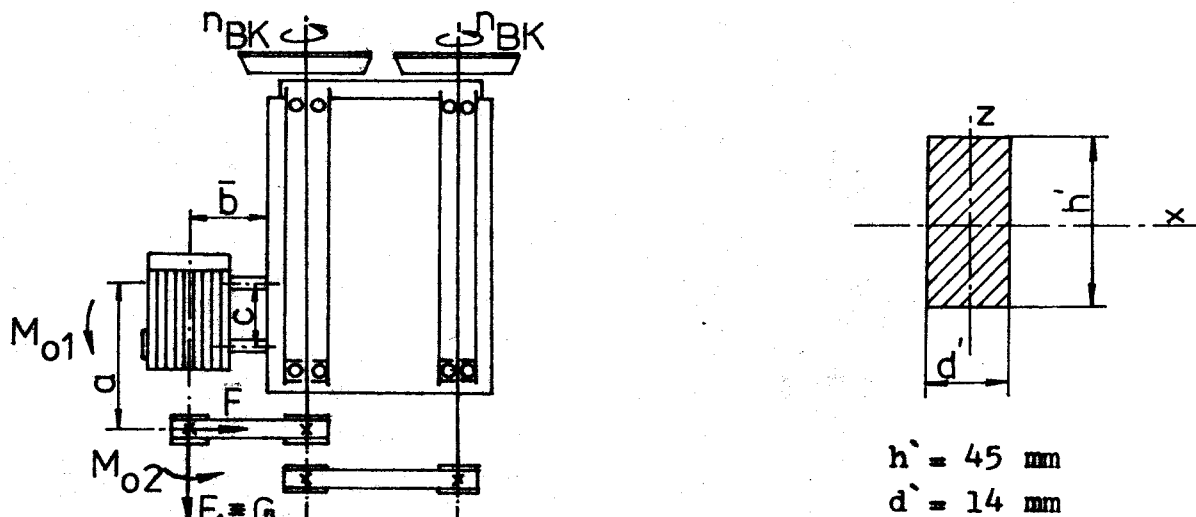
Návrh a pevnostní kontrola rámu (Pos. 3)

Rozměrové parametry: $a = 258 \text{ mm}$

$b = 149 \text{ mm}$

$c = 180 \text{ mm}$

$$F_1 = G = m \cdot g = 43 \cdot 9,81 = 421,83 \text{ N}$$



Obr. 18: Návrh rámu

$$F = 681,997 \text{ N}$$

Výpočet ohybových momentů:

$$M_{o1} = G \cdot b = 421,83 \cdot 0,149 = 62,852 \text{ Nm}$$

$$M_{o2} = F \cdot a = 681,997 \cdot 0,258 = 175,955 \text{ Nm}$$

$$M_o = M_{o1} + M_{o2} = 62,852 + 175,955 = 238,807 \text{ Nm}$$

Pevnostní kontrola:

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} \leq \sigma_o \text{ DOV}$$

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_{ox}} = \frac{238,807}{4,7 \cdot 10^{-6}} = 50,81 \text{ MPa}$$

$$W_{ox} = \frac{1}{6} \cdot d \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot 0,014 \cdot 0,045^2 = 4,7 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

volím materiál 11 343

$$\sigma_o \text{ DOV} = 65 - 85 \text{ MPa}$$

Koeficient bezpečnosti:

$$k = \frac{\sigma_o \text{ DOV}}{\sigma_o} = \frac{85 \cdot 10^6}{50,81 \cdot 10^6} = 1,672$$

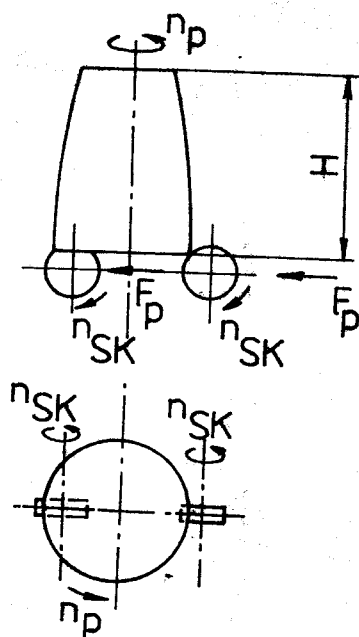
3.2.6. Pozice sámování

V této pozici dojde během dvou až tří otáček polotovaru ke sražení vnitřní a vnější hrany ústí obrobku, přičemž tato úprava ústí není finální, ale pouze mezioperační (tzn., že je-

jím cílem je omezit poranění obslužného personálu o ostré hrany vzniklé při broušení ústí).

Pohyb sámovací stanice do pracovní polohy je zajištěn jednočinným pneumatickým válcem, přičemž saně sámovací stanice se pootáčí kolem čepu (Pos. 19). Vzduchová bruska BV 100 (k.p. Nářadí, závod Lázně Bělohrad), která zabezpečuje rotaci sámovacích kotoučů, je uchycena v pouzdře, které lze přestavit ve směru změny průměru ústí polotovaru. Radiální přítlak sámovacích kotoučů je vyvozen tlačnou válcovou pružinou (Pos. 17), jejíž síla umožní případné vychýlení sámovacího kotouče v případě obvodových nerovnoměrností ústí polotovaru. Dále je sámovací stanice zabezpečena také pružinou (pos. 16) proti kolizi při pohybu vzhůru do pracovní polohy. Celá sámovací stanice je uchycena na rámu pomocí rybinového vedení, které umožňuje vertikální nastavení výchozí výšky. Pro vnitřní a vnější sámování je konstrukce provedena samostatně, přičemž sjednocení brousící hladiny je zabezpečeno připevněním na lože, které je součástí rybinového vedení.

Při konstrukčním návrhu této pozice bylo přihlédnuto k uspořádání již fungující sámovací stanice v k.p. Crystalex Nový Bor. Samotná konstrukce byla vedena snahou odstranit nepříznivé jednostranné namáhání polotovaru ohybovým momentem, který vzniká v důsledku přítlačné síly sámovacích kotoučků (obr. 19).

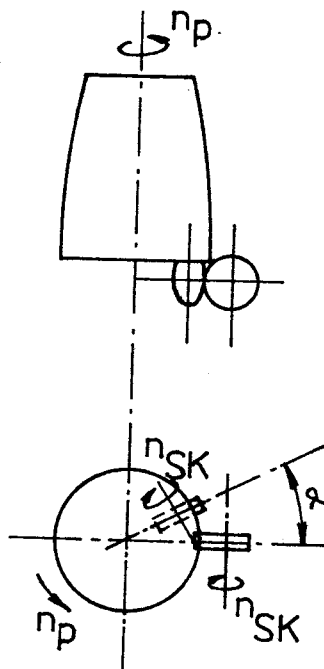


Obr. 19: Uspořádání sámovacích kotoučů na zařízení pracujícím v k.p. Crystalex Nový Bor

Výpočet ohybového momentu:

$$M_o = F_p \cdot H = 100 \cdot 0,25 = 25 \text{ Nm}$$

Nepříznivý ohybový moment byl snížen přiblížením pracovních míst vnějšího a vnitřního sámovacího kotouče. Vzniklý moment pak namáhá pouze profil, který je ohraničen úhlem α (tj. úhel, který svírají osy rotace sámovacích kotoučů) a poloměrem ústí polotovaru. K namáhání celého polotovaru prakticky nedochází. Navržené uspořádání je nakresleno na obr. 20.



Obr. 20: Navržené uspořádání sámovacích kotoučů

Konstrukční návrh sámovací pozice (obr. 21)

Vzduchová bruska 1 pohánějící sámovací kotouček je suvně uložena ve vedení 2. Radiální házivost polotovaru zachycuje tlačná pružina 3. Zdvih suvného vedení do pracovní polohy vykonává jednočinný pneumatický válec 4.

Návrh pneumatického válce (Pos. 13)

Při volbě válce bylo přihlédnuto k požadované zdvihové síle $F = 150 \text{ N}$. Tomuto požadavku vyhovoval jednočinný pneumatický válec firmy FESTO, typového označení 5100 ESN - 20 - 50 - P, s průměrem válce $\varnothing D = 20 \text{ mm}$, zdvihem $z = 50 \text{ mm}$ a s využitelnou zdvihovou silou $F = 148 \text{ N}$ při tlaku $p = 0,6 \text{ MPa}$.

Volba pohonu sámovacích kotoučů

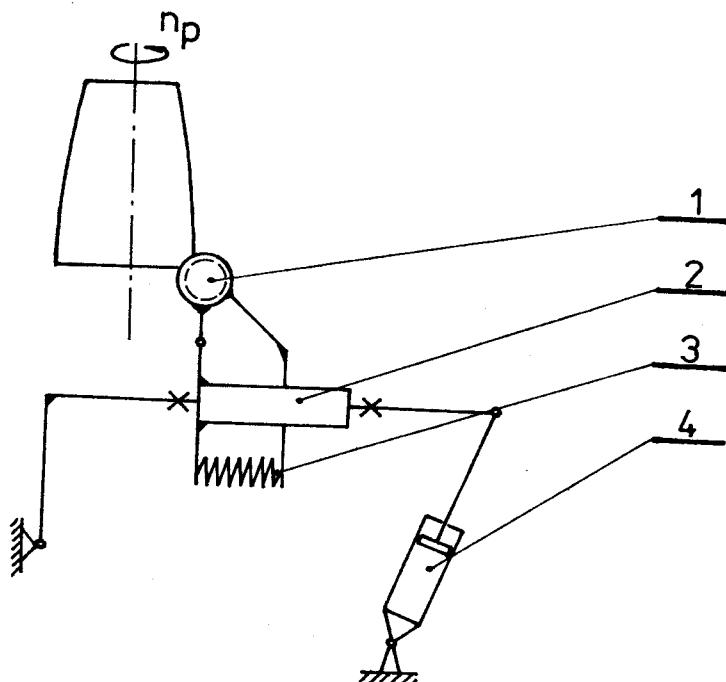
Pro realizaci rotačního pohybu sámovacích kotoučů byly uvažovány dvě možnosti řešení. Bylo to řešení pohonu regulačním elektromotorem a řešení pohonu vzduchovou bruskou.

Po posouzení konstrukční náročnosti obou řešení bylo přistoupeno k realizaci rotačního pohonu pomocí vzduchové brusky BV 100 (k.p. Nářadí, závod Lázně Bělohrad). Použitím brusky dojde ke zjednodušení konstrukce celé sámovací stanice. Brusku lze použít po odstranění krytu brusného kotouče.

Tab. IV: Základní technické parametry vzduchové brusky

Název parametru		BV 100
Max. výkon motoru brusky	[kW]	1,6
Otáčky brusky naprázdno	[min. ⁻¹]	8 600 ± 10%
Pracovní přetlak vzduchu	[MPa]	0,4 - 0,6
Světlost připojovací hadice	[mm]	13
Hmotnost brusky	[kg]	3,4

Pro samotné broušení byly navrženy diakotouče průměru 50 mm a šíře 10 mm.



Obr. 21: Kinematické schema sámovací stanice

Návrh pružiny pro jištění zdvihu sámovací stanice

Požadavky kladené na pružinu (Pos. 16) lze shrnout do těchto bodů:

- 1) pružina přenáší sílu pneumatického válce;
- 2) pružina vyrovnává nerovnoměrnosti hladiny ústí a zčásti obvodové nerovnoměrnosti.

Volba parametrů pružiny:

$$\varnothing d = 4,5 \text{ mm}$$

$$\varnothing D = 20 \text{ mm}$$

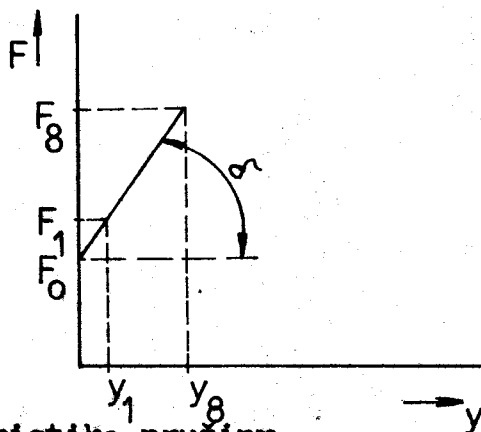
$$F_0 = 140 \text{ N}$$

$$F_1 = 148 \text{ N}$$

$$F_8 = 160 \text{ N}$$

$$n_z = 4$$

Síla F_1 je volena dle využitelné zdvihové síly pneumatického válce (Pos. 13).



Obr. 22: Charakteristika pružiny

1. Napětí odpovídající síle F_0

$$\tau_0 = \frac{F_0 \cdot \frac{D}{2}}{W_k} = \frac{8 \cdot \varphi \cdot F_0 \cdot D}{\pi \cdot d^3} = \frac{8 \cdot 1,356 \cdot 140 \cdot 0,02}{\pi \cdot 0,0045^3} = 106,11 \text{ MPa}$$

Korekční součinitel:

$$\varphi = \frac{D - 0,25 \cdot d}{D - d} + \frac{0,615 \cdot d}{D} = \frac{20 - 0,25 \cdot 4,5}{20 - 4,5} + \frac{0,615 \cdot 4,5}{20} = 1,356 \text{ 116}$$

2. tuhost

$$C = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot D^3 \cdot n_z} = \frac{7,85 \cdot 10^{10} \cdot 0,0045^4}{8 \cdot 0,02^3 \cdot 4} = 1,257 \cdot 10^5 \text{ N/m}$$

3. $\varnothing d$

$$\tau_8 = \frac{F_8 \cdot \frac{D}{2}}{W} \leq \tau_{Dm}$$

pro materiál 12 060

$$\tau_c = 150 - 210 \text{ MPa}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot F_8 \cdot D}{\pi \cdot \tau_{Dm}}} = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot 160 \cdot 0,02}{\pi \cdot 210 \cdot 10^6}} = 3,385 \cdot 10^{-3} \text{ m} \approx 3,4 \text{ mm}$$

volím $d = 4,5 \text{ mm}$

4. pevnostní kontrola

$$i = \frac{D}{d} = \frac{20}{4,5} = 4,44$$

$$\tau_{\max} = \frac{8 \cdot F_8 \cdot D \cdot \varphi}{\pi \cdot d^3} = \frac{8 \cdot 160 \cdot 0,02 \cdot 1,356}{\pi \cdot 0,0045^3} = 121,27 \text{ MPa}$$

Nerovnost $\tau_{\max} \leq \tau_{Dm}$ je splněna.

5. počet činných závitů

$$n_z = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot D^3 \cdot C} = \frac{7,85 \cdot 10^{10} \cdot 0,0045^4}{8 \cdot 0,02^3 \cdot 1,257 \cdot 10^5} = 4,001 \approx 4$$

$$n = n_z + n_2 = 4 + 1,5 = 5,5$$

6. deformace odpovídající síle F_8

$$y_8 = \frac{8 \cdot n_z \cdot D^3 \cdot F_8}{d^4 \cdot G} = \frac{8 \cdot 4 \cdot 0,02^3 \cdot 160}{0,0045^4 \cdot 7,85 \cdot 10^{10}} = 1,272 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$n_z = \frac{y_8 \cdot d \cdot \varphi \cdot G}{\pi \cdot \tau_{Dm} \cdot D^2}$$

$$= \frac{1,272 \cdot 10^{-3} \cdot 0,0045 \cdot 1,356 \cdot 7,85 \cdot 10^{10}}{\pi \cdot 210 \cdot 10^6 \cdot 0,02^2} = 2,309 \approx 2,5$$

Návrh pružiny pro radiální přitlak (Pos. 17)

Navrhovaná pružina musí vyvolat potřebný radiální přitlak, ale také musí povolit určité obvodové nerovnoměrnosti polotovaru. Byla navržena válcová tlačná pružina s předpětím pro vyrovnání obvodových nerovnoměrností v rozmězi $\pm 0,5 - 1 \text{ mm}$.

Volba parametrů pružiny:

$$\varnothing d = 3,55 \text{ mm}$$

$$\varnothing D = 10 \text{ mm}$$

$$F_0 = 80 \text{ N}$$

$$F_1 = 85 \text{ N}$$

$$F_8 = 100 \text{ N}$$

$$n_x = 6$$

1. Napětí odpovídající síle F_0

$$\tau_0 = \frac{F_0 \cdot \frac{D}{2}}{W_k} = \frac{8 \cdot \varphi \cdot F_0 \cdot D}{\pi \cdot d^3} = \frac{8 \cdot 1,631 \cdot 80 \cdot 0,01}{\pi \cdot 0,00355^3}$$

$$= 74,275 \text{ MPa}$$

Korekční součinitel:

$$\varphi = \frac{D - 0,25 \cdot d}{D - d} + \frac{0,615 \cdot d}{D} = \frac{10 - 0,25 \cdot 3,55}{10 - 3,55} + \frac{0,615 \cdot 3,55}{10} = 1,631 \text{ 115}$$

2. tuhost

$$C = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot D^3 \cdot n_x} = \frac{7,85 \cdot 10^{10} \cdot 0,00355^4}{8 \cdot 0,01^3 \cdot 6} = 2,597 \cdot 10^5 \text{ N/m}$$

3. $\varnothing d$

$$\tau_8 = \frac{F_8 \cdot \frac{D}{2}}{W_k} \leq \tau_{Dm}$$

pro materiál 12 060

$$\tau_C = 150 - 210 \text{ MPa}$$

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{8 \cdot F_8 \cdot D}{\pi \cdot \tau_{Dm}}} = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot 100 \cdot 0,01}{\pi \cdot 210 \cdot 10^6}} = 2,297 \cdot 10^{-3} \text{ m} \approx 2,3 \text{ mm}$$

volám $d = 3,55 \text{ mm}$

4. pevnostní kontrola

$$i = \frac{D}{d} = \frac{10}{3,55} = 2,857$$

$$\tau_{\max} = \frac{8 \cdot F_8 \cdot D \cdot \varphi}{\pi \cdot d^3} = \frac{8 \cdot 100 \cdot 0,01 \cdot 1,631}{\pi \cdot 0,00355^3} = 92,841 \text{ MPa}$$

Nerovnost $\tau_{\max} \leq \tau_{Dm}$ je splněna.

5. počet činných závitů

$$n_z = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot D^3 \cdot C} = \frac{7,85 \cdot 10^{10} \cdot 0,00355^4}{8 \cdot 0,01^3 \cdot 2,597 \cdot 10^5} = 6,001 \approx 6$$

$$n = n_z + n_z = 6 + 1,5 = 7,5$$

6. deformace odpovídající síle F_8

$$y_8 = \frac{8 \cdot n_z \cdot D^3 \cdot F_8}{d^4 \cdot G} = \frac{8 \cdot 6 \cdot 0,01^3 \cdot 100}{0,00355^4 \cdot 7,85 \cdot 10^{10}} = 3,85 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

$$n_z = \frac{y_8 \cdot d \cdot \varphi \cdot G}{\pi \cdot \tau_{Dm} \cdot D^2} = \frac{3,85 \cdot 10^{-4} \cdot 0,00355 \cdot 1,631 \cdot 7,85 \cdot 10^{10}}{\pi \cdot 210 \cdot 10^6 \cdot 0,01^2} = 2,652 \approx 3$$

Návrh ložisek pro uložení sámovací stanice

Při návrhu ložisek bylo přihlédnuto k relativně malému zatížení ložisek a důraz byl kladen na snadnou montáž a zamezení vniknutí brusných kalů do ložiska. Po zvážení těchto hledisek byla navržena kuličková ložiska jednořadá s krytem 6201Z ($\emptyset 12$) a 6002Z ($\emptyset 15$).

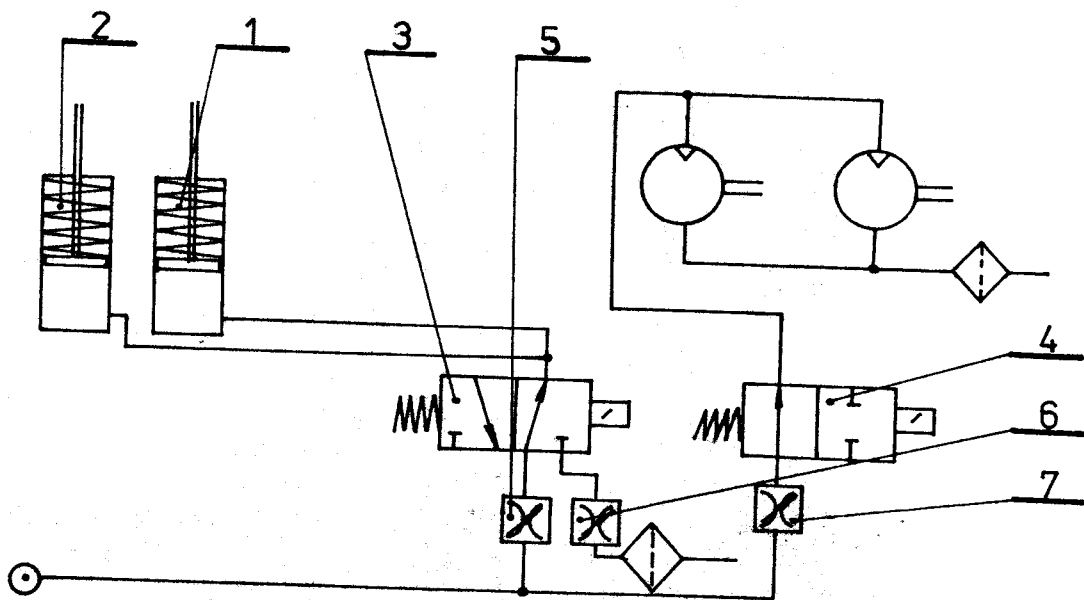
Pneumatický obvod sámovací stanice

Při návrhu obvodu byly vzaty v úvahu tyto požadavky:

1. zajistit zdvih sámovací stanice do pracovní polohy;
2. po nastavený čas setrvat v horní krajní poloze;
3. návrat sámovací stanice do výchozí polohy;
4. regulovat rychlost návratu do výchozí polohy;
5. regulovat otáčky brusky.

Popis činnosti pneumatického obvodu (obr. 23)

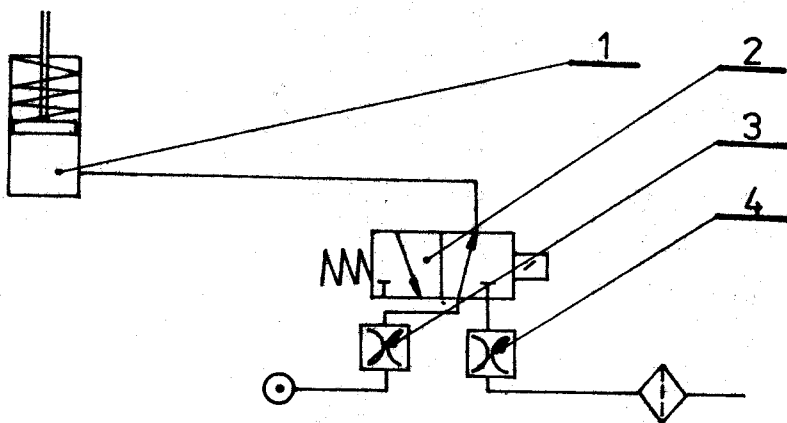
Na sámovací stanici jsou umístěny dva pneumatické válce 1, 2 (pro každou vzduchovou brusku zvlášť), jejichž činnost je ovládána rozvaděčem 3. Regulace rychlosti je zajištěna škrtícími ventily 5, 6 na vstupu i na výstupu. Vzduchové brusky jsou ovládány rozvaděčem 4 a škrtícím ventilem 7.



Obr. 23: Pneumatický obvod sámovací stanice

3.2.7. Oplach polotovaru

Úkolem této pozice je odstranit brusný kal vzniklý při předcházejících pracovních operacích.



Obr. 24: Pneumatický obvod pro oplach polotovaru

Na pneumatický obvod jsou kladeny tyto požadavky:

1. zdvih mycího zařízení do pracovní polohy;
2. setrvání v horní krajní poloze;
3. návrat do výchozí polohy po uplynutí nastaveného časového intervalu;
4. zajistit regulaci zpětného pohybu.

Činnost pneumatického obvodu je obdobná jako u pozice sámování. Pneumatický válec 1, který zajišťuje zdvih mycího zařízení, je řízen rozvaděčem 2. Regulace rychlosti je opět zajištěna pomocí škrtících ventilů (3, 4).

3.3. Seřízení stroje

K zajištění zpracování vyráběného sortimentu lze na stroji seřizovat tyto prvky:

- dle výšky H seřídít výšku hvězdice;
- rychlost otáčení hvězdice;
- rychlost rotace upínačů.

V jednotlivých pozicích jsou seřiditelné tyto prvky:

Pozice manipulační

- seřízení základní výšky;
- seřízení zdvihů tandemového pneumatického válce.

Pozice pukání

- seřízení radiální vzdálenosti hořáku i naškrabávacího kotoučku od osy polotovaru;
- seřízení přítlaku kotoučku a intenzity plamene.

Pozice broušení

- seřízení základní výšky;
- regulace otáček brusných kotoučů;
- regulace pracovního posuvu.

Pozicè sámování

- seřízení základní výšky;
- regulace otáček sámovacích kotoučů;
- regulace radiálního přítlaku sámovacích kotoučů.

Oplach polotovaru

- seřízení základní výšky;
- seřízení zdvihu jednotky.

Výšku H lze seřizovat pomocí vertikálně stavitelné hvězdice.

Rychlost otáčení hvězdice je závislá na čase přerušení pohybu palce maltézského mechanismu.

Regulace rotace upínačů je zajištěna škrcením na vstupu hydromotoru JHMA 2 l.

Základní polohu lze u všech pozic (mimo pozice opukávání) seřídít posuvem jednotky v rybinovém vedení.

Seřízení jednotlivých zdvihů pneumatického tandemového válce u manipulační pozice je ovládáno přestavením koncového spínače.

Hořák a naškrabávací kotouček opukávacího zařízení lze nastavit dle průměru sortimentu kulisami 5 a 6 (obr. 8). Přítlak naškrabávacího kotoučku ovládá pomocná pružina 4. Intenzitu plamene lze regulovat přívodem paliva.

Regulace otáček brusných kotoučů v pozici broušení je provedena tyristorovým regulátorem otáček IRO 110.1. Požadovaný pracovní posuv je nastavitelný kostkou řízení posuvů, která je součástí JPH - 320.

Otáčky sámovacích kotoučů lze řídit škrcením, popř. je lze i zastavit přestavením rozvaděče 2 (obr. 23). Radiální přítlak kotoučů lze změnit stlačením pružiny (Pos. 17) pomocí stavěcího šroubu (Pos. 26).

Zdvih mycího zařízení je určen zpracovávaným sortimentem. Při volbě jednotného zdvihu je nutné hledět na ekonomický provoz a časový interval určený pro tuto pozici.

4. Technickoekonomické zhodnocení přínosu řešení

Předkládané řešení dílčím způsobem zpracovává jeden z dvojice výrobních strojů zařazených do projektového záměru ATP procesu prvotní rafinace.

Koncepční návrh byl zpracován tak, aby zařízení splňovalo návaznosti dané projektem pracoviště jak v technologických operacích, tak v operační manipulaci. Výsledkem je ideový návrh 5-ti pozicového stroje v karuselovém uspořádání, který dovoluje zajistit operace odstranění kopny, broušení ústního okraje a jeho sámování.

Dispoziční sestavný výkres 1-DP 105/86-00-00 dává přehled o možném uspořádání jednotlivých pracovních pozic, přičemž hlavní zřetel byl brán na zajištění možnosti snadného přeseřízení stroje na celý vybraný sortiment.

Při seřizování se předpokládá, že konečná "hladina" broušení zůstane zachována pro celý sortiment a výškové nastavování bude prováděno vertikálním posuvem celé hvězdice s upínači. Předpokládá se, že nastavování bude v zásadě probíhat tímto způsobem:

- a) výměna úchopných prvků upínače resp. celého již seřizovaného upínače;
- b) nastavování dorazů výkonových prvků jednotlivých stanic bude prováděno na upnutý vzorový výrobek konečných rozměrů;
- c) předpokládá se volně programovatelný řídicí systém dovolující automatický průběh pohybových sekvencí jednotlivých pozic v časovém překrytu (obr. 25).

Koncepce řešení variabilních upínačů polotovarů byla převzata s dílčími úpravami z práce [7].

Pozice broušení a sámování ústního okraje byly zpracovány konstrukčně podrobněji do úrovně podsestavných výkresů (č. v. 0-DP 105/86-03-00, 0-DP 105/86-04-00). Dále byly rozkresleny podsestavy brousících vřeten (č. v. 0-DP 105/86-04-01, resp. 0-DP 105/86-04-02). Výkresy byly doplněny příslušnými výpočty základních skupin, uložení, pohonu a navržen tvar dianástrojů. Zbývající pozice (tj. pozice manipulační, pozice odstraňování kopny a oplachu) zůstaly jen v rovině ideového návrhu.

Je zřejmé, že hlavní pozornost bude nutné v této souvislosti věnovat řešení pozice odstraňování kopny. V současné době se jeví jako progresivnější způsob odřezávání kopny diapilou [9].

Vzhledem k tomu, že rozpracované zařízení řeší jen dílčí problém celého automatizovaného technologického pracoviště, lze příslušné ekonomické efekty hodnotit pouze jako celek. Na základě uvedeného řešení lze předpokládat, že navrhované zařízení bude po dopracování plnit předpokládané funkce v rámci ATP a tím dovede docílit předpokládané ekonomické efekty uvedené v práci [3].

Závěr

Úkolem diplomové práce bylo s přihlédnutím k projektovému návrhu ATP prvotní rafinace polotovarů tlustostěnného užitkového skla a danému sortimentu koncepčně navrhnout automatický broušící stroj, který v automatickém pracovním cyklu bude realizovat odstranění kopny, broušení a sámování ústního okraje.

Vlastní řešení obsahuje ideový návrh karuselového 5-ti pozicového broušícího stroje, který je zpracován formou dispozičního sestavného výkresu (návrh koncepčního uspořádání jednotlivých pozic) a podrobněji jsou konstrukčně zpracovány formou podsestavných výkresů pozice broušení ústního okraje a sámování.

Provedený rozbor a konstrukční řešení na tomto základě vytvářejí reálný předpoklad pro automatizaci všech daných funkcí a tím splnění projektových záměrů automatizace v oblasti prvotní rafinace.

Závěrem děkuji za výbornou spolupráci vedoucímu práce ing. Františku Novotnému, CSc.

Seznam použité literatury

- [1] HLAVÁČEK, J.: Sklářské a keramické stroje, SNTL Praha 1982
- [2] Výzkumná zpráva úkolu N 253/KSK
- [3] NOVOTNÝ, F. a kolektiv: Možnosti využití PRaM ve sklářském a keramickém průmyslu, (Závěrečná výzkumná zpráva)
VŠST Liberec 1985, 93 s.
- [4] Prospekt firmy BIEBUYCK
- [5] ČERNOCH, S. ing.: Strojně technická příručka, SNTL Praha 1977
- PRÁŠIL, L. Doc., OLEHLOVÁ, M. ing.: Části strojů a mechanismů,
VŠST Liberec 1983
- NO, P.: Upínací hlavice brousícího stroje, DP 086/85
- F. - KLEBSA, V.: Automatizace v prvotní rafinaci užitkového skla, Sklář a keramik,
35, 1985, č. 10, s. 308 - 313
- firmy LINDNER

[6]

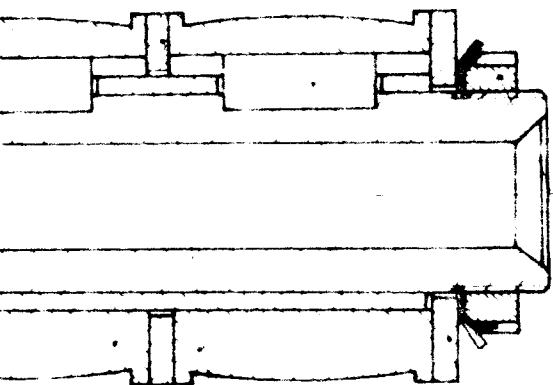
[7]

[8]

TALACK

NOVOTNÝ,

[9] Prospekt



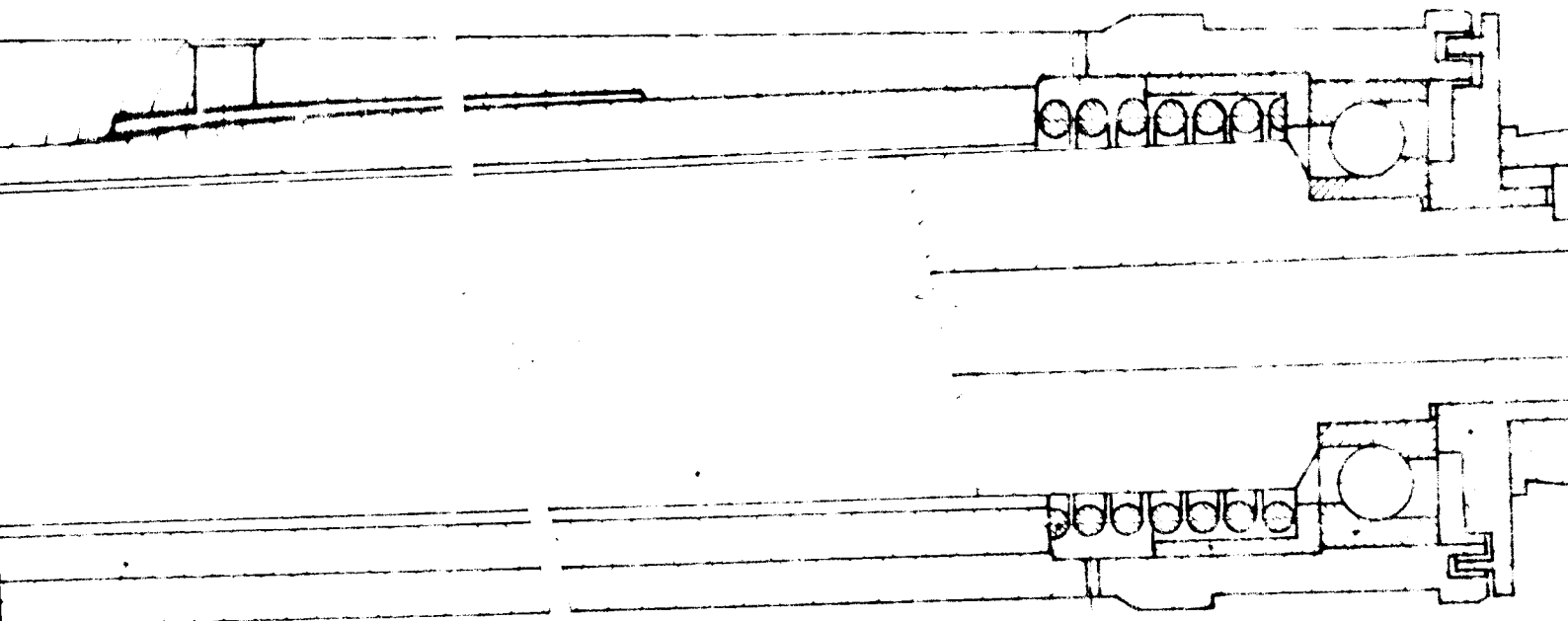
5 3 16 5 16 17 8

ruis

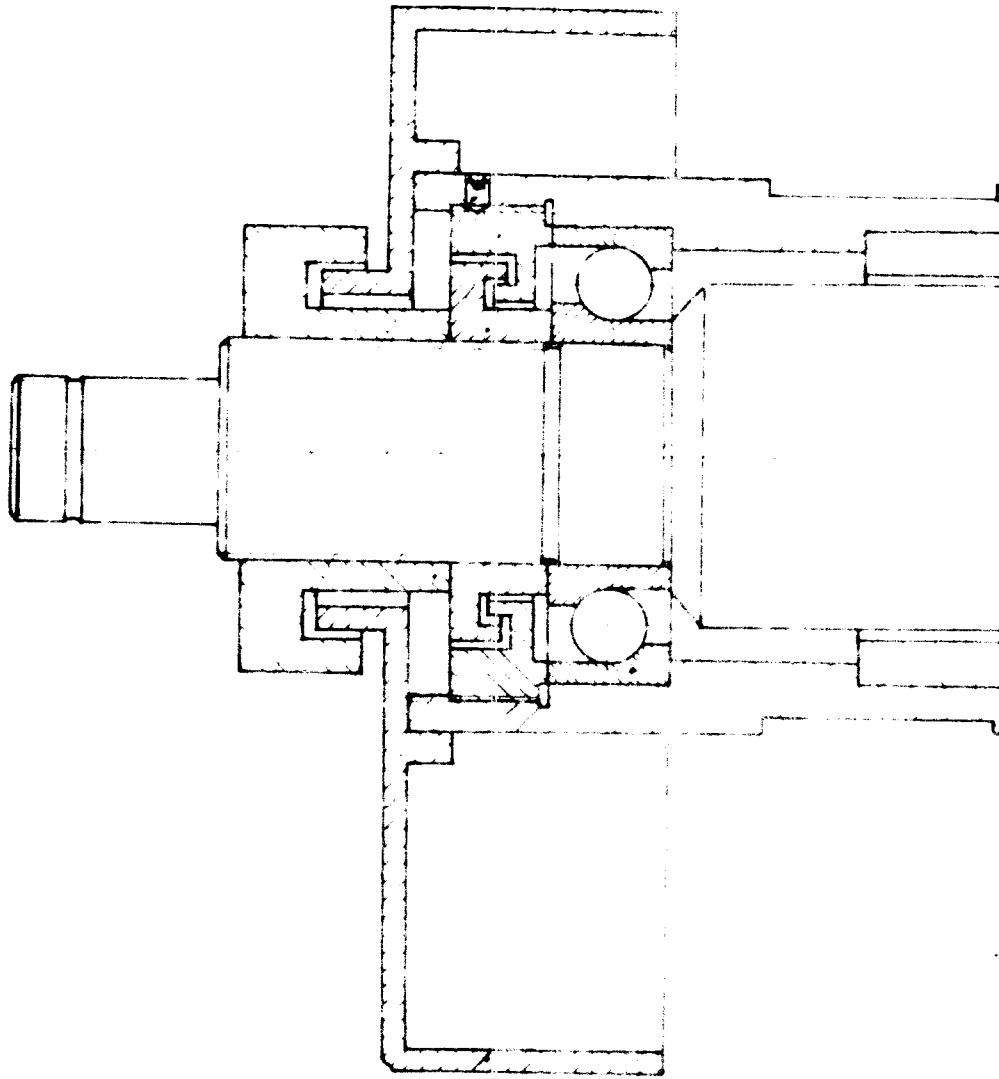
3-DP 105/86-03-02

VŘETENO NÁSTROJE

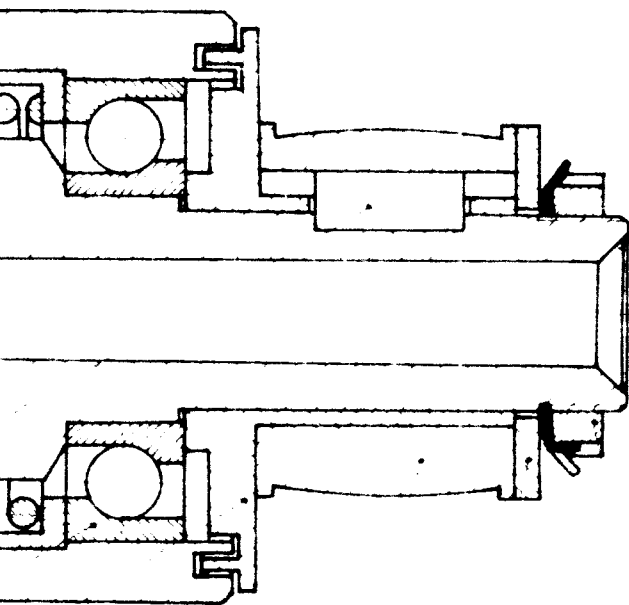
2 3-DP 105/86-03-02



1 4 14 2 15



9 11 10 12 13 2 6 7



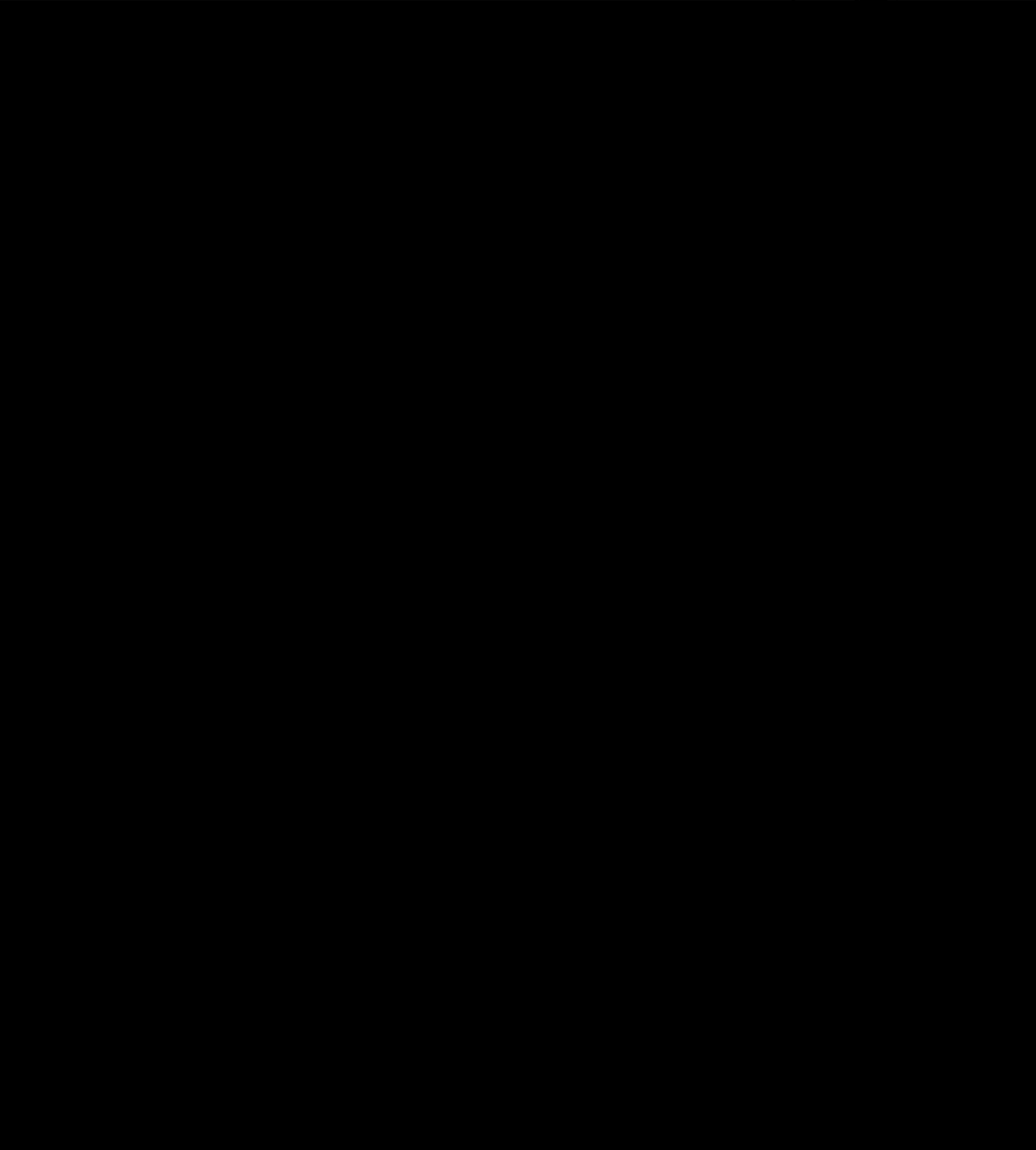
3 16 17 8

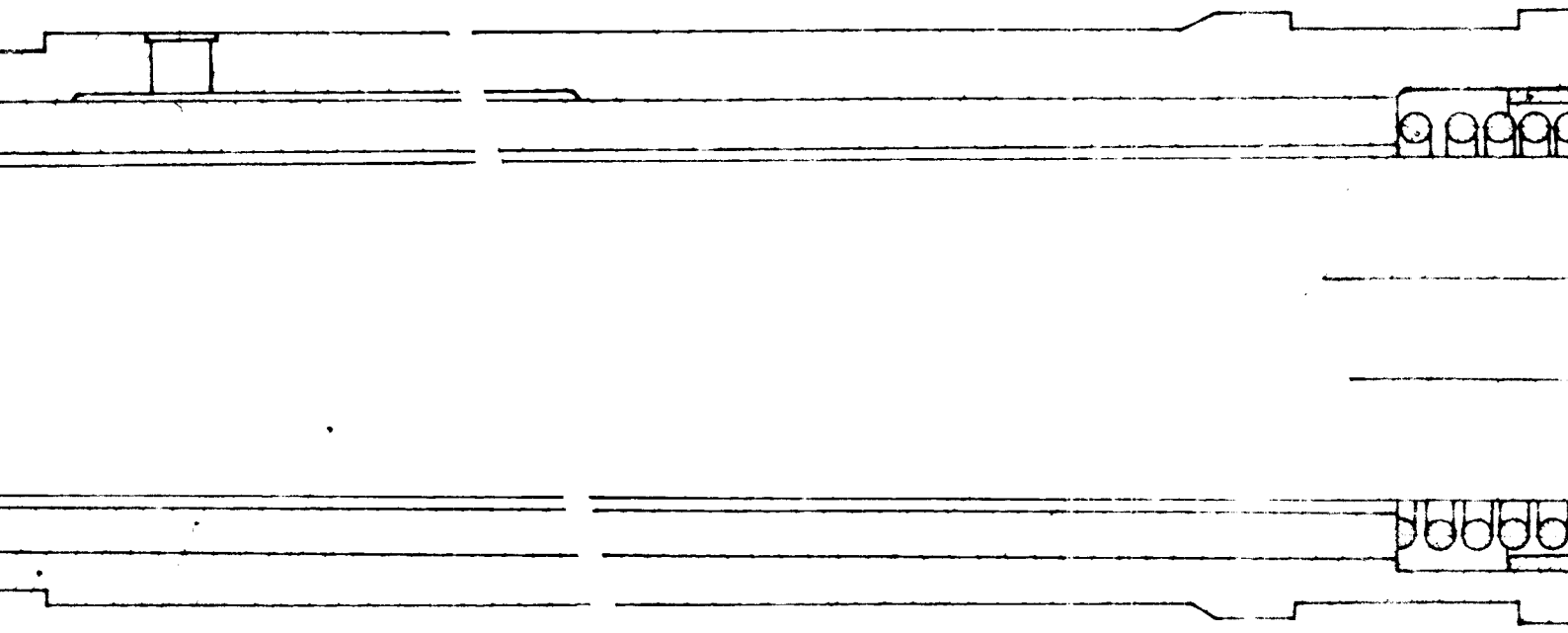
PRESTAVBA *Revid*

3-DP 105/86-03-01

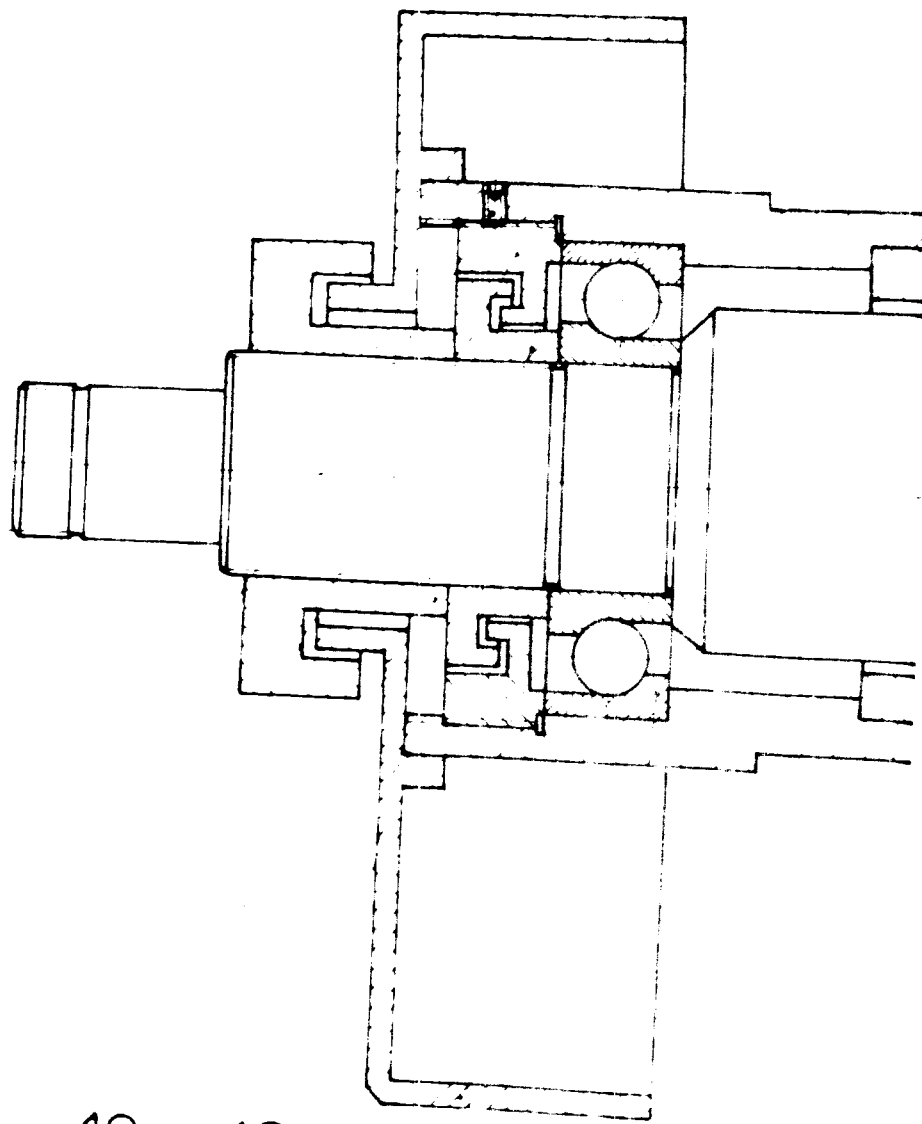
VŘETENO NÁSTROJE

3-DP 105/86-03-01





1 4 14 5 2 15



9 11 10 12 13 2 6 7

Počet kusů	Název - rozměr	Polotovár	Mat. kód	Mat. výklad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1	HŘÍDEL Ø46x420	ČSN 425510.1																				1
2	LOŽISKO 7206	ČSN 024608																				2
1	ŘEMENICE Ø50x35	ČSN 425510.1																				3
1	PRUŽINA 5,6x50x34	ČSN 026001																				4
1	PERO 8x7x20	ČSN 022562																				5
1	POUZDRO Ø78x278	ČSN 425715.01																				6
1	ROZPĚRKA Ø62x7	ČSN 425715.01																				7
1	MATICE KM5	ČSN 023630																				8
1	ŠROUB M3x5	ČSN 021185.20																				9
1	MATICE Ø50x13	ČSN 426510.12																				10
1	MATICE Ø67x13	ČSN 425715.01																				11
1	KRYT Ø60x28	ČSN 426510.12																				12
1	KRYT Ø144x49	ČSN 425310.12																				13
1	OBJÍMKA Ø64x22	ČSN 425301.21																				14
1	KRYT Ø77x44	ČSN 425310.12																				15
1	KROUŽEK P3x55x55	ČSN 425310.12																				16
1	PODLOŽKA MB5	ČSN 023640																				17

Návrhová část - stroj

Měřítko	Kreslí	PREISLER	<i>Preisler</i>	Číslo	
/	Průzkoušel				
	Norm. ref.				
	Technická zpráva				

VŠST
LIBEREC

VŘETENO NÁSTROJE

3-DP 105/86-03-01

Počet listů 2

2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	HŘÍDEL Ø46x420	ČSN 425510.1	#						1
2	LOŽISKO 7206	ČSN 024608	#						2
2	ŘEMENICE Ø50x35	ČSN 425510.1	#						3
1	5,6x50x34 PRUŽINA	ČSN 026001	#						4
2	PERO 8x7x20	ČSN 022562	#						5
1	POUZDRO Ø78x278	ČSN 425715.01	#						6
1	ROZPĚRKA Ø62x7	ČSN 425715.01	#						7
1	MATICE KM5	ČSN 023620							8
1	ŠROUB M3x5	ČSN 021185.20							9
1	MATICE Ø50x13	ČSN 426510.12							10
1	MATICE Ø67x13	ČSN 425715.01							11
1	KRYT Ø60x28	ČSN 426510.12	#						12
1	KRYT Ø144x49	ČSN 425310.12	#						13
1	OBJÍMKA Ø64x22	ČSN 425301.21							14
1	KRYT Ø77x81	ČSN 425310.12							15
2	KROUŽEK P3x55x55	ČSN 425310.12							16
1	PODLOŽKA MB5	ČSN 023640							17

MEDUSA RE-51 PREISLER

Prie

VŠST

LIBEREC

VŘETENO NÁSTROJE

3-DP 105/86-03-02

2

2

Počet kusů	Název - rozměr	Polotovary	Mat. kusů	Mat. výchozí	Číslo odp.	C. stav	Číslo výkresu	Pos.
1	2	3	4	5	6	7	8	10
1	VŘETENO	SESTAVA					3-DP 105/ 86-03-01	1
1	VŘETENO	SESTAVA					3-DP 105/ 86-03-02	2
1	RÁM	SVAŘENEC						3
1	KRYT	SVAŘENEC						4
1	POUZDRO	SVAŘENEC						5
1	EL. MOTOR	TMN 10b						6
1	TĚLESO JPH 320	objednat TOS Kuřim n.p.						7
2	DIA KOTOUČ Ø150x26							8
1	PODLOŽKA Ø46x5	ČSN 425310.12						9
4	POUZDRO 32x50x135	ČSN 425310.12						10
1	TĚLESO Ø45	ČSN 425510.1						11
1	ŘEMENICE Ø50x36	ČSN 425510.1						12
1	ŘEMENICE Ø50x34	ČSN 425510.1						13
1	TR Ø22	ČSN 425715.01						14
1	HŘÍDEL Ø22x75	ČSN 425510.1						15
1	ŘEMEN A-525	ČSN 804741						16
1	ŘEMEN A-617	ČSN 804741						17
4	KOLÍK 6x31	ČSN 022150.2						18
1	matice KM2	ČSN 023630						19
3	matice KM4	ČSN 023630						20

Výrobce	PREISLER	Podpis	
Typ		Stupeň	
Název		Číslo výkresu	
Výkres čísel		Číslo dílu	

VŠST LIBEREC	POZICE BROUŠENÍ	0-DP 105/86-03-00
		4
		3

Počet kusů	Název - rozměr	Fototovar	Mat. kód	Mat. výměr	Číslo	Číslo	Číslo	Číslo
1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	MATICE M12	ČSN 021401.40						21
4	ŠROUB M12x48	ČSN 021103.52						22
6	ŠROUB M10x35	ČSN 021143.52						23
8	ŠROUB M8x28	ČSN 021143.52						24
4	ŠROUB M6x22	ČSN 021143.52						25
4	PODLOŽKA 12	ČSN 021740.00						26
1	PODLOŽKA MB2	ČSN 023640						27
3	PODLOŽKA MB4	ČSN 023640						28
4	PODLOŽKA Ø40x5	ČSN 425310.12						29
2	LOŽISKO 6002Z	ČSN 024651						30
1	KONCOVKA Ø16	ČSN 425510.1						31
1	PERO 6x6x20	ČSN 022562						32
1	KROUŽEK 32	ČSN 022930						33
1	TR Ø6x500	ČSN 427710						34
2	DRŽÁK P1x7x30	ČSN 425301.21						35

Mřížka /
 Jméno: PREISLER
 Podpis: *Preisler*

VŠST
LIBEREC

POZICE BROUŠENÍ

0-DP 105/86-03-00

Počet listů 4

4

Počet kusů	Název - rozměr	Fotočíslo	Mat. číslo	
1	RÁM	SVARENEC		1
1	RÁM	SVARENEC		2
1	VEDENÍ	SVARENEC		3
1	VEDENÍ	SVARENEC		4
1	KRYT	SVARENEC		5
1	POUZDRO	SVARENEC		6
1	OBJÍMKA	SVARENEC		7
1	OBJÍMKA	SVARENEC		8
1	DRŽÁK	SVARENEC		9
1	POUZDRO BRUSKA	SVARENEC		10
2	VZDUCHOVÁ DIA KOTOUČE	414 214 00 21 00		11
2	Ø50x10			12
2	PNEUMATICKÝ VÁLEC Ø20x50			13
2	LOŽISKO 6201Z	ČSN 024630		14
2	LOŽISKO 6002Z	ČSN 024630		15
2	PRUŽINA 4,5x20x24	ČSN 026001		16
2	PRUŽINA 3,55x10x26	ČSN 026001		17
2	ČEP 16x88	ČSN 022111.10		18
2	ČEP 16x86	ČSN 022111.10		19
1	TR Ø15	ČSN 425510.1		20

PREISLER *Preisler*

VŠST
LIBEREC POZICE SÁMOVÁNÍ

0-DP 105/86-04-00

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
2	ČEP 8x35	ČSN 022107	18																	21
2	OBJÍMKA 4x32x105	ČSN 425310	12																	22
2	PÁKA 7x57x16	ČSN 425310	12																	23
2	TR Ø4x500	ČSN 427710																		24
1	KONCOVKA Ø16	ČSN 425510	1																	25
2	ŠROUB M8x45	ČSN 425510	1																	26
8	ŠROUB M6x30	ČSN 021103	52																	27
2	ŠROUB M6x16	ČSN 021103	52																	28
4	ŠROUB M5x15	ČSN 021143	52																	29
2	ŠROUB M8x43	ČSN 021143	52																	30
2	STAVĚCÍ ŠROUB M8x113	ČSN 425510	1																	31
2	ŠROUB M8x40	ČSN 021121	10																	32
2	POUZDRO 15x25x30	ČSN 425310	12																	33
2	TR Ø4x500	ČSN 427710																		34
4	POUZDRO 1X7x30	ČSN 425301	21																	35
2	PODLOŽKA 2x10x34	ČSN 425301	21																	36
2	PODLOŽKA 2x16x34	ČSN 425301	21																	37
2	NÁSTAVEC Ø26	ČSN 425510	1																	38
4	MATICE M8x2	ČSN 011411	20																	39
8	MATICE M8	ČSN 021401	40																	40

Měřítka /	Kreslil	PREISLER	Č. sním.
	Přezkoušel	<i>Quis</i>	
	Norra. tel.		
	Výr. projednal	Schválil	
		Dne	

VŠST LIBEREC	Dyp	Skupina	0-DP 105/86-04-00
	Název	POZICE SÁMOVÁNÍ	
			4
			3

Počet kusů	Název - rozměr	Polotovár	Mat. konečný	Mat. výchozí	Průměr	Č. výrobku	Č. výrobku	Č. výrobku	Pos
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	MATICE M5	ČSN 021401	40						41
4	MATICE M10	ČSN 021401	40						42
8	MATICE M6	ČSN 021401	40						43
8	PODLOŽKA 6	ČSN 021740	00						44
8	PODLOŽKA 8	ČSN 021702	10						45
4	PODLOŽKA 13	ČSN 021702	10						46
2	ČEP Ø12x62	ČSN 022111	10						47
8	KROUŽEK 32	ČSN 022930							48
8	ZÁVLAČKA 2x15	ČSN 021781	00						49
4	ZÁVLAČKA 3x30	ČSN 021781	00						50
2	ROZPĚRKA Ø16	ČSN 425510	1						51

Měřítko: 1:1
 Kreslí: PREISLER *Preisler*
 Norm. ref.:
 Výz. prof. obor:

VŠST
 LIBEREC

Název: POZICE SÁMOVÁNÍ

Skupina:

Číslo výrobku: 0-DP 105/86-04-00

Počet kusů: 4