

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci
nositelka Řádu práce

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

obor 23-20-8 - stroje a zařízení pro strojírenskou výrobu
zaměření jednoúčelové obráběcí a montážní stroje

JEDNOÚČELOVÝ MANIPULÁTOR PRO ODEBÍRÁNÍ KORUNDOVÝCH TRUBIC

OD LISU

176

KOM - OS - 

Eduard Bauch

Vedoucí práce : ing. Miroslav Martínek, VŠST Liberec

Konzultant : ing. Jaromír Štván, Tesla Ústí nad Labem

Počet stran : 56
Počet příloh : 1
Počet tabulek : 9
Počet obrázků : 15
Počet výkresů : 5
Počet modelů
nebo jiných příloh : 0

Datum: 2. června 1989

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMELECKÉHO DÍLA, UMELECKÉHO VÝKONU)

pro Eduarda Baucha

obor 23 - 20 - 8 stroje a zařízení pro strojírenskou výrobu

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: Jednoučelový manipulátor pro odebírání
korundových trubice od lisu.

Zásady pro vypracování:

1. Rozbor úkolu, charakteristika korundových trubice, současný stav v manipulaci s nimi v k.p. TESLA Holešovice, závod Ústí n. Lab., požadavky závodu, rozbor možností jejich splnění.
2. Koncepční návrh systému manipulace s trubicemi a jednoučelového manipulátoru pro odebírání trubice z ILK od lisu a jejich ukládání do pomocných stojánek, návrh v alternativách, výběr a zdůvodnění optimální varianty.
3. Konstrukční zpracování jednoučelového manipulátoru, podle možností zjištění mechanických vlastností trubice ILK a konstrukční návrh úchopového mechanismu a mechanismu přenosu a změny orientace trubice, rámcový návrh mechanismu polohování úložných míst trubice ve stojánku.
4. Technicko-ekonomické zhodnocení návrhu. *V 215/895*

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 8
PSČ 461 17

Handwritten signature
-Korundový lis-

KOM/DS

JCT 1-4672-82

Seznam grafických prací: 1 - 4 výkresy
Seznam průvodní zprávy: cca 40 stran textu

Seznam odborné literatury:

Podklady k.p. TESLA Holešovice, závod Ústí n. Lab.

Podklady firmy DORS (NSR)

Matička, R. - Talácko, J. : Manipulátory a průmyslové roboty,
skripta ČVUT, Praha 1976

Matička, R. - Talácko, J. : Mechanismy průmyslových robotů a mani-
pulátorů, SNTL Praha, 1980

Kraus, P. : Diplomová práce VŠST Liberec, 1980

Vedoucí diplomové práce: Ing. Miroslav Martinek

Konsultant : Ing. Jaromír Šotváln (TESLA Ústí n. Lab)

Datum zadání diplomové práce:

10. října 1988

Termín odevzdání diplomové práce:

2. června 1989

Doc. Ing. Jaromír Gazda, CSc

Vedoucí katedry

Prof. Ing. Vladimír Prášil, DrSc

Děkan

Liberci

10.10.1988

V dne 19.....

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

Edvard Janč

V Liberci, dne 2.6.1989

O b s a h

	strana:
1. Úvod	5
1.1. PRaM v socialistických zemích	5
1.2. PRaM v ČSSR	6
1.2.1. Rozvoj PRaM v ČSSR	6
1.2.2. Technický rozvoj v 8.pětiletce	7
2. Výroba korundové keramiky pro hořáky vysokotlakových sodíkových výbojek v zá- vodu Tesla Ústí nad Labem	8
2.1. Podmínky zavedení výroby	8
2.2. Vlastní postup výroby korundových tru- bic	9
3. Základní rozbor problému	12
3.1. Požadavky podniku	12
3.2. Charakteristika a zkoušky korundových trubic	13
3.2.1. Experimentální zjištění součinitele tření	13
3.2.2. Zkouška korundových trubíc	16
4. Koncepční návrh systému manipulace s trubicemi	21
4.1. Varianta I.....	21
4.2. Varianta II.....	25
4.3. Varianta III.....	28
4.4. Výběr optimální varianty	31
4.4.1. Stanovení kritérií pro rozhodovací analýzu	31
4.4.2. Stanovení stupnice hodnocení	32
4.4.3. Prosté hodnocení	33
4.4.4. Párování dvojic kritérií	34
4.4.5. Výpočet vážených hodnot	35
5. Konstrukční zpracování zvolené varianty	36
5.1. Úchopná hlavice	36
5.1.1. Základní výpočet úchopné hlavice	36
5.1.2. Technický popis úchopné hlavice	38
5.1.3. Způsob ovládání úchopné hlavice	38
5.2. Rotace zápěstí	40

5.2.1.	Základní výpočet rotace zápěstí.....	40
5.2.2.	Technický popis rotace zápěstí	42
5.2.3.	Způsob ovládání rotace zápěstí	43
5.3.	Horizontální jednotka	44
5.3.1.	Technický popis horizontální jednotky ..	44
5.3.2.	Způsob ovládání horizontální jednotky ..	45
5.4.	Vertikální jednotka	46
5.4.1.	Výpočet vertikální jednotky	46
5.4.2.	Technický popis vertikální jednotky	48
5.4.3.	Způsob ovládání vertikální jednotky	48
6.	Křížový stůl	50
6.1.	Křížový stůl - technický popis	50
7.	Technicko ekonomické hodnocení	52
8.	Závěr	54
9.	Seznam použité literatury a podkladů ...	55
10.	Seznam příloh	56

1. ÚVOD

1.1. Průmyslové roboty a manipulátory (PRaM) v socialistických zemích

PRaM se nyní v průmyslově vyspělých státech věnuje velká pozornost. Vývoj rychle postupuje od jednoduchých manipulátorů přes programově řízené roboty k robotům, které využívají prvky umělé inteligence. PRaM jsou již běžné při svařování, obrábění, tváření, povrchových úpravách, tepelném zpracování, montážích a dalších odvětvích.

Na sjezdech komunistické strany socialistických států byl rozvoj automatizace a robotizace zařazen do strategických úkolů dalšího rozvoje a k jeho zajištění byla přijata účinná opatření. Bylo tomu tak zejména v SSSR, kde se rozvojem PRaM zabývalo zasedání ÚV KSČ v roce 1980. V NDR sjezd uložil do roku 1985 zavést 40 000 až 50 000 robotů a v ELR byl rozvoj robotizace zařazen jako druhý hlavní strategický cíl strany v průmyslu.

Robotika v SSSR ušla za posledních 7 - 10 let cestu od vytvoření prvních prototypů k sériové výrobě a zavedení několika tisíc průmyslových robotů desítek typů. První etapa nastala v roce 1972 vydáním usnesení Státního výboru SSSR pro vědu a techniku, kde byl formulován problém a hlavní cesty jeho řešení. Poté byl schválen první plán práce zahrnující 19 odvětví a resortů včetně Akademie věd SSSR a vysokých škol. Na základě toho bylo vyvinuto přes 30 značek PR, vhodných pro sériovou výrobu. Začátek další etapy lze datovat do roku 1974. Úsilí bylo zaměřeno především na vyvinutí a zavedení robotů nových typů s adaptivním řízením pro další roz-

voj vědeckotechnického předstihu v této oblasti.

V jedenácté pětiletce vstupuje robotika SSSR do třetího období svého vývoje. Plánuje se rozsáhlé zavedení robotů do všech odvětví národního hospodářství. Rozvoj konstrukce a výroby robotů je typický meziodvětvový problém. Nelze jej řešit úsilím jednoho či dvou odvětví. I když plánované úkoly týkající se rozvoje parku robotů jsou překračovány, zůstává Sovětský svaz v jeho celkovém objemu pozadu, na počet osob pracujících v průmyslu či na celkový počet obyvatel. Proto SSSR musí ještě řešit důležité úkoly týkající se zavedení PRaM do provozu.

1.2. PRaM v ČSSR

Také vláda ČSSR zařadila rozvoj PRaM do vybraných Státních cílových programů. Základním cílem programu bylo do roku 1985 vyrobit a nasadit více než 3 000 robotů a manipulátorů a ušetřit 5 500 výrobních dělníků a do roku 1990 nasadit 13 000 PRaM do strojírenství, ale i do nestrojírenských technologií.

1.2.1. Rozvoj PRaM v ČSSR

Rozvoj automatizace výrobních procesů nasazením PRaM je základním cílem státního cílového programu 07. Realizace tohoto cíle se má dosáhnout zvýšením produktivity práce, přispět k odstranění škodlivé, fyzicky namáhavé a monotonní práce, odstranit dosevední v této oblasti zeostání za průmyslově vyspělými státy a vytvořit základní předpoklady pro rozvoj automatizace výrobních procesů pomocí PRaM v následujících pětiletkách s významnými technickými a ekonomickými účinky.

Pro zajištění potřebných vazeb v plánování byl zařazen samostatný obor " Průmyslové roboty a manipulátory " a zpracován státní cílový program, kde byl stanoven základní cíl zabezpečit do roku 1985 z potřebných 6 000 kusů zařízení alespoň 3 000 PRaM a do roku 1990 vytvořit podmínky pro výrobu a nasazení 30 000 PRaM.

Při přípravě zavedení PRaM do výrobního procesu je nutné si uvědomit, že vyšší stupeň automatizace výroby si žádá zcela nový přístup k řešení strojního parku a zásadní změny v technologických projektech pracovišť a v neposlední řadě i ve vlastní konstrukci výrobků, které musí splňovat základní podmínky automatizace z hlediska technických základů a snadného způsobu automatizace manipulace ve výrobním procesu.

1.2.2. Technický rozvoj v 8. pětiletce

Technický rozvoj v oblasti robotizace strojírenských výrobních procesů a vybraných odvětvích národního hospodářství bude v 8. pětiletce zaměřen do oblastí:

1. Průmyslových robotů a manipulátorů.
2. Modulových robotizovaných pracovišť a komplexů s možností připojení a programových vazeb na skladové hospodářství, mezioperační a meziobjektovou dopravu.
3. Vazeb PRaM a periférií s cílem tvorby bezobslužných pracovišť.

2. Výroba korundové keramiky pro hořáky vysokotlakých sodíkových výbojek v závodu TESLA Ústí nad Labem

2.1. Podmínky zavedení výroby

Od roku 1976 se datuje v podniku odklon od dosud tradiční výroby žárovek a začíná nový druh výroby a její rozvoj. Jedná se o korundovou keramiku.

Kosmický výzkum přinesl znalost nových druhů materiálů, do té doby neznámých. Mezi těmito materiály je také průsvitná korundová keramika, jejíž využití bylo nalezeno ve výrobě světelných zdrojů, konkrétně při výrobě vysokotlakových sodíkových výbojek.

Z dosud známých materiálů, včetně taveného křemene, nebylo možno použít pro konstrukci hořáků sodíkové výbojky žádný, který by odolával agresivním sodíkovým parám. To byl podnět k tomu, že se náš podnik začal zajímat o tuto průsvitnou keramiku. Průkopníkem v této oblasti byl Výzkumný ústav elektrotechnické keramiky v Hradci Králové. Jeho výsledky byly prvotřídní. Potíže nastaly v tom okamžiku, kdy se hledalo, kdo jejich výsledky využije a začne keramiku sériově vyrábět.

Protože k.p. Spolchemie v Ústí nad Labem měl se zřetelem k povaze některých speciálních výrob k průsvitnému korundu nejblíže, ujal se výroby. Vedení podniku Tesla Holešovice pověřilo proto náš závod vybudovat kapacity pro hromadnou výrobu těchto trubíc. K převzetí výroby korundové keramiky ze Spolchemie v Ústí n.L. došlo v listopadu 1976. K většímu rozvoji výroby došlo až v roce 1980.

Rychlý nárůst výroby byl podmíněn konstrukcí a výrobou nového strojního zařízení v mechanických dílnách závodu.

Na jejich vývoji se podílelo vývojové oddělení závodu, které bylo ustaveno současně se zavedením výroby. Ve spolupráci s VÚEK Hradec Králové byly konány pokusy o zvládnutí výroby polouzavřených trubíc. Jejich výsledky však ukázaly, že zavedení trubíc nové konstrukce vlastními silami je otázkou několika let. To vedlo k uspíšení jednání a uzavření smlouvy se zahraniční firmou o nákupu licence a celé výrobní linky. Zkušební provoz první části dovezené linky byl zahájen v prostorách dosavadního závodu v Předlicích. Další stroje a zařízení byly instalovány v nově postaveném závodě na Severní terase. V průběhu roku 1983 byl zahájen provoz.

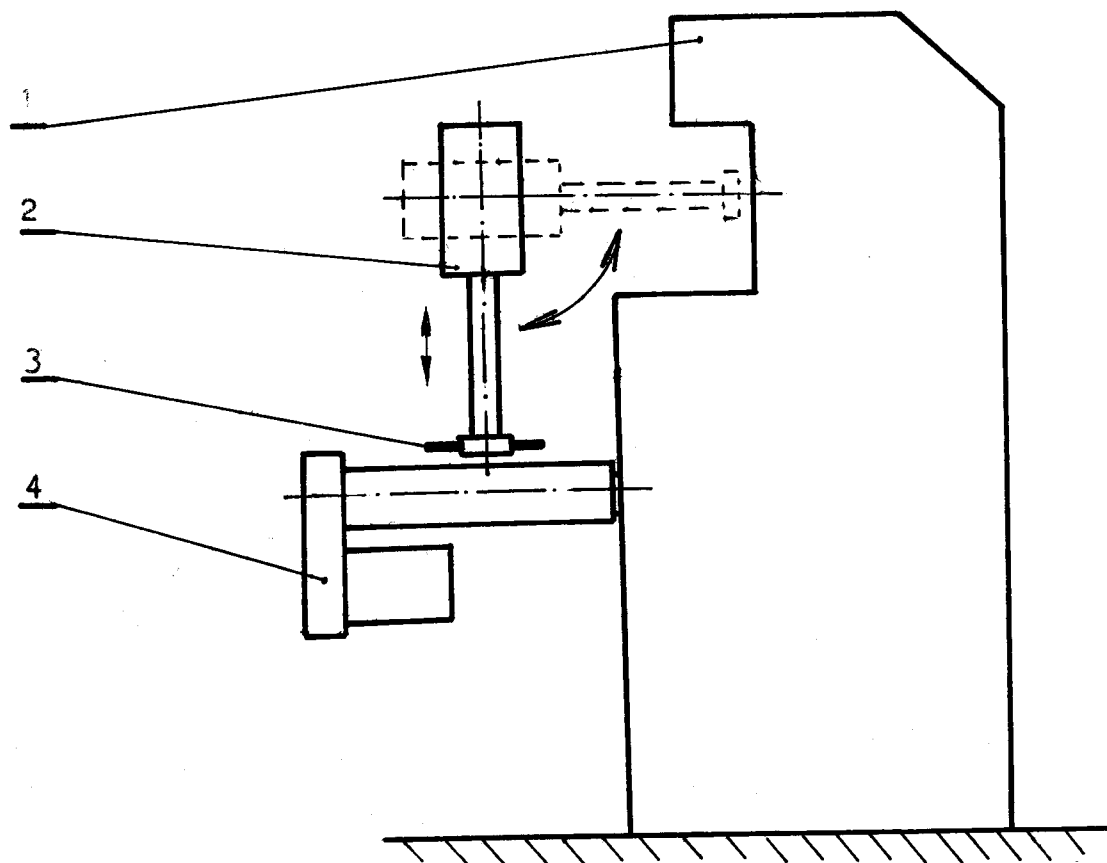
V současné době je Tesla Holešovice, závod 1, který vyrábí sodíkové výbojky, plně zajištěn výrobou trubíc z našeho závodu.

2.2. Vlastní postup výroby korundových trubíc

Vzhledem k zadání diplomové práce se v otázce výroby trubíc zaměříme nejvíce na technologickou operaci lisování, která je podrobněji popsána v této kapitole.

Na začátku je polotovar, bílý korundový prášek. Tento prášek se nasype do připravené násypky umístěné na lisovacím stroji. Jedná se o zahraniční hydraulický lis firmy DORST s jednoduchým pomocným pneumatickým manipulátorem a dopravníkem. Lis je osazen dvěma lisovacími hlavami s připojením na násypku a dávkovač. Dávkovač má za úkol podle velikosti trubice, která se právě lisuje nadávkovat správné množství prášku. Jedním pracovním zdvihem lisu vyrobíme dvě trubice. Vylisované trubice jsou z prostoru lisu odebírány pomocným pneumatickým manipulátorem. Trubice jsou obě současně ucho-

peny shpadlem manipulátoru ve svislé poloze a po pootočení o 90 stupňů do vodorovné polohy ukládány na dopravník (obr. 2.1.).



obr. 2.1. Manipulace s trubicemi

kde značí: 1 hydraulický lis
 2 pneumatický manipulátor
 3 korundová trubice
 4 pásový dopravník

Po uložení trubíc na dopravník se dopravník posune o předem naprogramovanou délku a tím uvolní místo pro ukládání dalších trubíc.

Z dopravníku se ručním způsobem ukládají trubice do keramických stojánek, umístěných vedle lisovacího stroje. Takto uložené trubice se dál vkládají do pece, kde se provede žíhání. Do vyžíhaných trubíc se do obou konců umístí korundové kroužky sloužící k vymezení délky trubice. Potom následuje další operace a to vytvrzování. Po vytvrzení dostaneme trubici, která se na první pohled liší od původní barvou a především tvrdostí. Poslední operace je odříznutí přebytečných konců na předepsaný rozměr.

Všechny pracovní úkony vykonávané na lisu včetně manipulace a pohybu dopravníku jsou řízeny řídicí jednotkou PL5CS.

3. Základní rozbor problému

Hlavním úkolem diplomové práce by mělo být odstranění ruční manipulace s trubicemi a to ukládání trubic z dopravníku do keramických stojánků. Tato operace by se měla provádět automaticky bez zásahu člověka. Pracovník obsluhující lis by nemusel hlídat dopravník, který se stále krokovým způsobem posouvá, před přeplněnými trubicemi, ale mohl by vykonávat jinou práci spojenou s dalšími operacemi na výrobě trubic nebo by byl z výroby odstraněn a převeden na jinou práci.

Jako nejjednodušší a optimální řešení se nabízí provádění manipulace jednoúčelovým manipulátorem.

3.1. Požadavky podniku

Požadavky podniku jsou jednoznačné. Koncepční návrh systému manipulace s trubicemi pomocí jednoduchého manipulátoru a vlastní konstrukční návrh manipulátoru. Základní prvky by měly být tuzemské výroby. Ovládací, pohybové a silové prvky je možné dovést ze zahraničí. Manipulátor by byl řízen mikropočítačem a měl by zaručovat bezpečnou manipulaci s trubicemi všech rozměrů. Trubice budou ukládány do keramických stojánků naskládaných na křížovém stole. Trubice by se ukládaly do jednoho místa. Použité pohony by měly být především pneumatické (centrální rozvod vzduchu), popřípadě elektrické. Hydraulický a jiný pohon by se neměl používat. Velký důraz by se měl věnovat jednoduchosti konstrukce a co nejnižší pořizovací ceně.

3.2. Charakteristika a zkoušky korundových trubice

Manipulace s tyčinkami není jednoduchá záležitost. Tu komplikuje nejvíce skutečnost, že trubice je po lisování velmi křehká. Manipulace s trubicí musí být rychlá, plynulá a hlavně bez velkých rázů.

Pro vlastní řešení manipulátoru a hlavně jeho úchopných čelistí by bylo dobré znát nějakou pevnostní hodnotu trubice (např. pevnost v ohybu, tlaku atd.). Žádné hodnoty však nebyly k dispozici a proto bylo rozhodnuto (po předchozí konzultaci) provést zkoušky. Jednalo by se o zkoušky dvě.

První zkouška by měla za úkol zjistit součinitel tření f . Druhá spočívá v tom, že bychom drtili tyčinky v připraveném prizmatu a tím bychom získali maximální sílu, kterou trubice při sevření vydrží. Z této hodnoty síly bychom později vycházely při výpočtu a vlastní konstrukce úchopné hlavice.

3.2.1. Experimentální zjištění součinitele tření

Při každé manipulační operaci je třeba předem počítat s možností deformace nebo úplného poškození manipulovaného předmětu a snažit se, pokud možno, této situaci předejít. Velkého významu nabývá tato okolnost právě u manipulace s nevytvrzenými korundovými trubicemi, u kterých je nutno brát v úvahu jejich křehkost a té pak přizpůsobit úchopnou sílu.

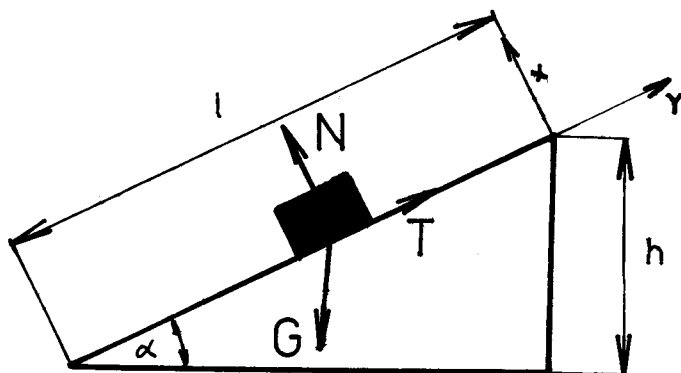
Velikost úchopné síly není jednoznačná a závisí na mnoha elementech. Při návrhu síly uchopení je nutno vycházet ze dvou základních požadavků. Jde o to, aby přítlačná síla nebyla příliš velká a nezpůsobovala v lepším případě trvalou

deformaci, v horším úplné rozdrčení korundové trubice. Dále jde o to, aby přítlačná síla nebyla natolik malá, že by trubice nemohly být dostatečně uchopeny a tudíž by k manipulaci nedocházelo vůbec, nebo jen se značnými nepřesnostmi.

Pro správnou, tj. přesnou a rychlou manipulaci je velmi důležitý podrobný rozbor a na jeho základě kvalitní návrh velikosti úchopné síly. Při tom je třeba vycházet ze základů statiky a soustředit se nejen na působení samotné úchopné síly, ale i na doprovodné silové působení.

Jako nepřijatelnější se v tomto případě jeví řešení s využitím poznatků o silovém působení na nakloněné rovině. Úchopnou sílu lze v rámci tohoto řešení klasifikovat jako normální složku silového působení (N). Ta nezůstává osamocena, ale vyvolává další složky silového působení. Jedná se především o sílu třecí (T). Velikost třecí síly, co by síly reakce, by měla být větší než výsledné silové působení sil aktivních. Mezi ty patří zejména síla tíhová (G) a setrvačná (F).

Rozklad jednotlivých složek do kartézských souřadnic a výsledné působení na nakloněné rovině je zřejmé z obr. 3.1.



obr. 3.1. Nakloněná rovina

kde značí: N normálová (úchopná) síla
 T třecí síla
 G tíhová síla
 l délka nakloněné roviny
 h výška nakloněné roviny
 α úhel nakloněné roviny

Pro vyjádření silové rovnováhy na nakloněné rovině je uvažováno:

$$T = N \cdot f \quad (3.1.)$$

$G = m \cdot g$; v rozkladu do kartézských souřadnic má

$$2 \text{ složky : } G_x = G \cdot \sin \alpha$$

$$G_y = G \cdot \cos \alpha$$

Výsledné rovnice rovnováhy na nakloněné rovině mají pak tvar:

$$\text{směr } X : N - G \cdot \cos \alpha \quad (3.2.)$$

$$\text{směr } Y : T - G \cdot \sin \alpha \quad (3.3.)$$

Po dosazení do vztahů 3.2. a 3.3. a následujících úpravách vychází součinitel tření f :

$$f = \operatorname{tg} \alpha \quad (3.4.)$$

$$f = \frac{h}{l} \quad (3.5.)$$

Pro měření se použily dvě nakloněné roviny. První rovina byla ocelová deska. Na této rovině jsme zjišťovali součinitel tření f mezi ocelí a trubicí (tab. 1). Druhá rovina byla také ocelová deska, ale na ni byla připevněná pryžová deska. Na této rovině jsme zjišťovali součinitel tření f mezi pryží a trubicí (tab. 2).

Měření jsme prováděli následujícím způsobem. Na rovinu o známé délce $l = 22 \text{ mm}$ jsme položili korundovou trubici a jeden konec pomalu zvedali až do té doby, kdy se nám začala trubice pohybovat. V tomto okamžiku jsme změřili hodnotu výšky h .

Podle vzorce 3.5. se potom vypočítal součinitel tření f . Pro přesnější zjištění požadované hodnoty jsme měření na každé rovině provedli pětkrát a vypočítali průměrnou hodnotu.

ČM	$h \text{ (mm)}$	f
1.	10,7	0,486
2.	10,8	0,490
3.	10,5	0,477
4.	10,8	0,490
5.	10,8	0,490
PR:		0,486

tab. 1

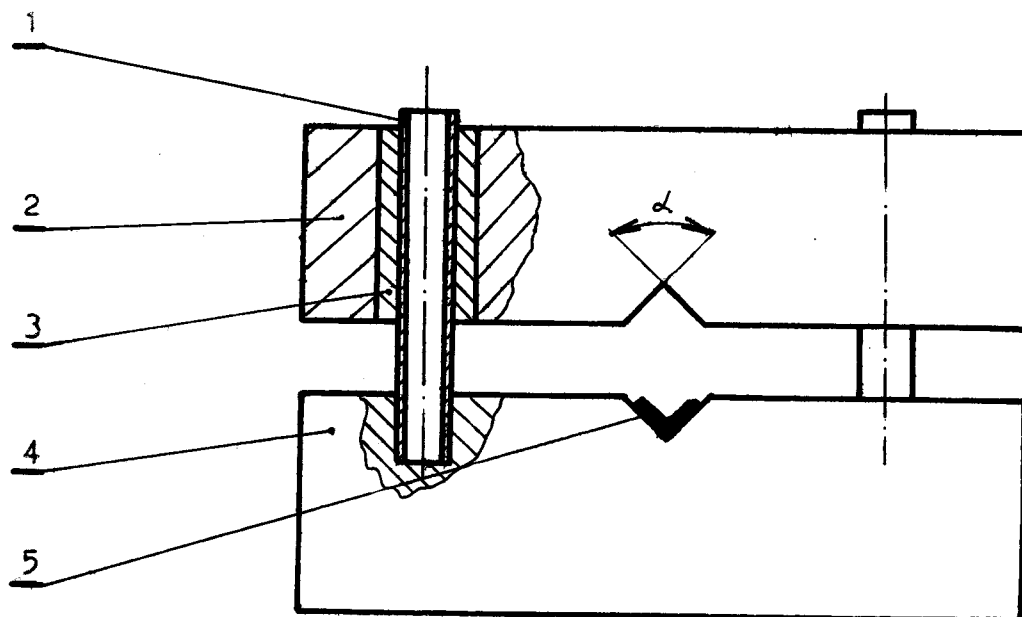
ČM	$h \text{ (mm)}$	f
1.	18,8	0,854
2.	19,0	0,860
3.	18,5	0,840
4.	18,5	0,840
5.	18,8	0,854
PR:		0,849

tab. 2

Ze zjištěných hodnot je patrné, že nevytvrzená korundová trubice má velmi velký součinitel tření. A to jak při styku s pryží tak i při styku s ocelí.

3.2.2. Zkouška korundových trubic

K vlastní zkoušce bylo nejprve nutné vyrobit zařízení, které by umožňovalo drcení tyčinek v prizmátu (obr. 3.2.).



Obr. 3.2. Stojánek

- kde značí:
- 1 ocelová trubička
 - 2 horní díl stojánu
 - 3 měděná trubička
 - 4 spodní díl stojánu
 - 5 ocelové vložky

Jedná se o dřevěný stojánek rozdělená na dvě části. Spodní byla opatřena ocelovou vodící trubičkou. Do horního dílu stojánu byl vyvrtán otvor a do něho byla vlisována větší měděná trubička. Vnitřní průměr větší měděné trubičky byl o něco větší než vnější průměr ocelové trubičky. Tento rozdíl umožňoval vzájemný pohyb obou částí stojánu.

Obě části stojánu mají uprostřed vybroušenou drážku ve tvaru prizmatu o vrcholovém úhlu $\alpha = 90^\circ$. Při vlastním průběhu měření se do prizmatu vkládaly ocelové vložky, které se lišily velikostí a délkou. Délka vložky se řídila podle toho, jak velká tyčinka se právě drtila. Hodnota délky vložky je součástí tabulek, do kterých se výsledky měření zaznamenávaly. K vyvození přitlačné síly se použila sada závaží. K síle, která byla dána součtem hodnot měření, se musí přičíst silové působení hmotnosti horní části stojánu, které činí 0,075 kg (0,735 N).

Výsledky měření:

Rozměr trubice: 8 x 14 x 169		Délka vložky: 18 mm	
ČM	FA (N)	FB (N)	FC (N)
1.	19,38	16,42	16,79
2.	19,47	16,04	18,40
3.	18,64	15,94	15,46
4.	18,38	15,45	17,39
5.	18,42	15,49	17,19
součet	94,33	79,32	85,30
průměr	18,86	15,87	17,06

<u>Rozměr trubice:</u> 8 x 12 x 141		<u>Délka vložky:</u> 15 mm	
ČM	FA (N)	FB (N)	FC (N)
1.	12,51	8,58	11,04
2.	11,53	8,38	10,35
3.	11,95	8,09	10,95
4.	10,55	7,60	9,56
5.	10,06	7,60	10,15
součet	56,60	40,25	52,05
průměr	11,32	8,05	10,41

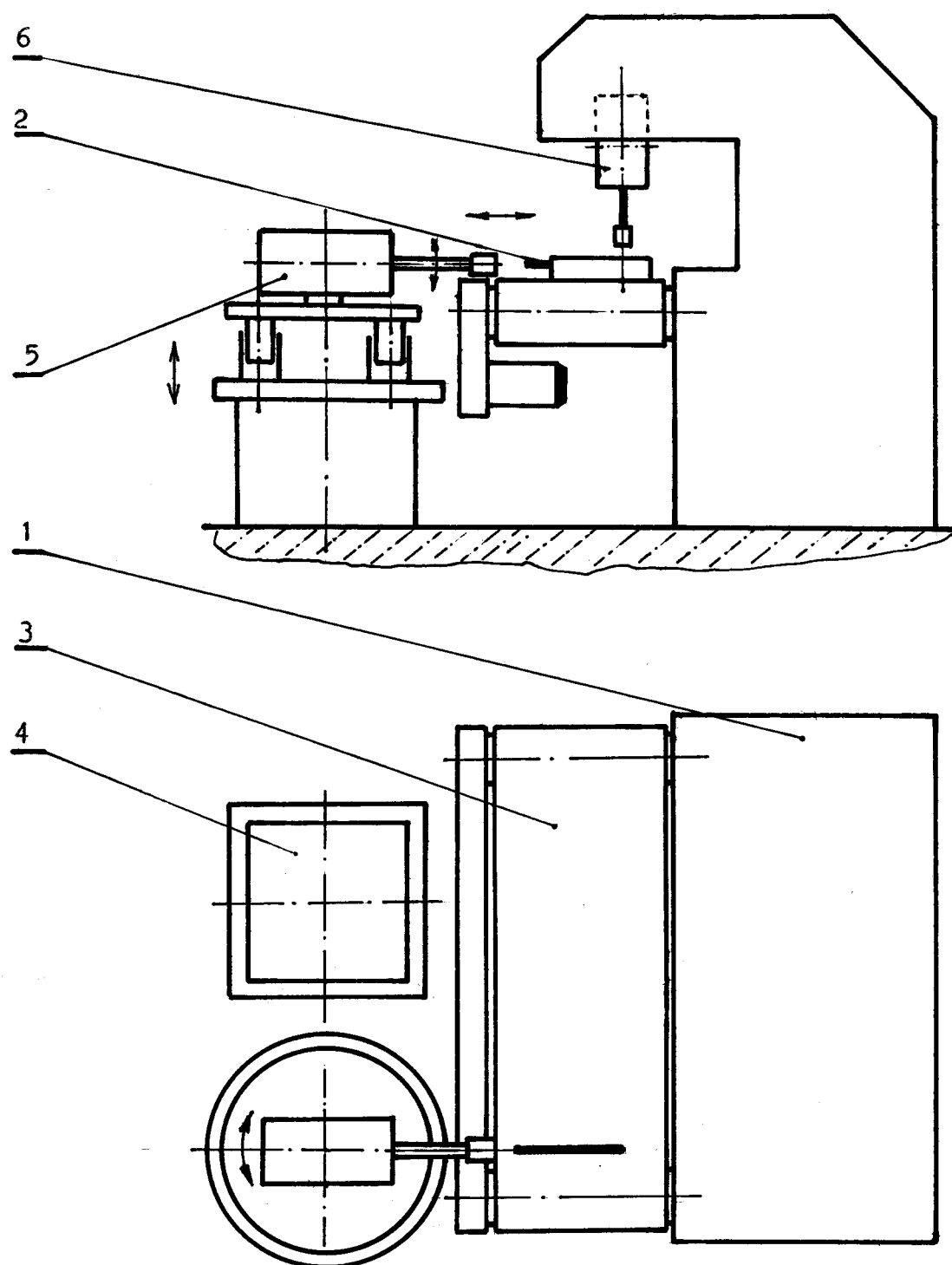
<u>Rozměr trubice:</u> 7 x 11 x 115		<u>Délka vložky:</u> 15 mm	
ČM	FA (N)	FB (N)	FC (N)
1.	7,60	6,62	9,25
2.	8,58	6,42	10,05
3.	8,78	7,11	9,56
4.	7,70	6,27	9,07
5.	8,39	7,50	8,48
součet	41,05	31,92	46,71
průměr	8,21	6,38	9,32

Rozměr trubice:		Délka vložky:	
4 x 7 x 97		12 mm	
ČM	FA (N)	FB (N)	FC (N)
1.	7,13	4,46	7,80
2.	7,60	4,66	8,32
3.	7,60	4,76	8,09
4.	7,70	4,66	7,60
5.	6,42	4,46	8,09
součet	36,45	23,00	39,91
průměr	7,29	4,60	7,98

Vysvětlivky: FA síla na užším konci trubice
 FB síla na širším konci trubice
 FC síla uprostřed trubice

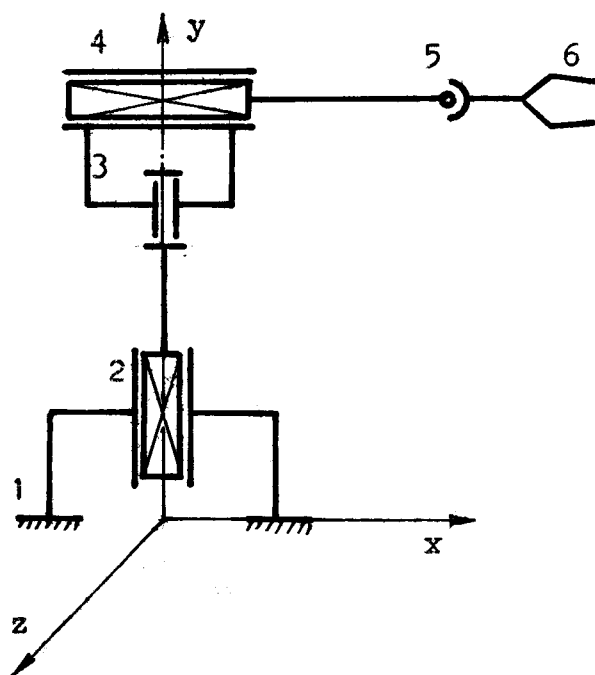
4. Koncepční návrh systému manipulace s trubicemi

4.1. Varianta I



obr.4.1. Uspořádání pracoviště

kde značí: 1.....hydraulický lis
 2.....korundová trubice
 3.....pásový dopravník
 4.....křížový stůl
 5.....vlastní manipulátor
 6.....manipulátor na lisu



obr.4.2.Kinematické schema manipulátoru

kde značí: 1.....základní rám
 2.....vertikální jednotka (posuv ve směru osy y)
 3.....rotační jednotka (rotace kolem osy y)
 4.....horizontální jednotka (posuv ve směru osy x)
 5.....rotace zápěstí (kolem osy z)
 6.....úchopná hlavice

Na obrázku 4.1. je schematicky nakresleno uspořádání pracoviště. Pracoviště se skládá z hydraulického lisu, křížového stolu a vlastního manipulátoru.

Pro první variantu jsme navrhli manipulátor se 4^o volnosti. Základní pohybové jednotky jsou nakresleny na obrázku 4.2. Princip stávající manipulace je následující. Pneumatický manipulátor upevněný na lisu odebere dvě trubice z prostoru lisovacích hlav a položí je vodorovně na pásový dopravník. Současný stav dopravníku je takový, že pás dopravníku je plochý. V případě použití všech tří variant je nutné dopravník opatřit prizmatem, který trubice zafixuje do požadované polohy a umožní pohyb dopravníku do prostoru manipulátoru, aniž by trubice změnilly svoji polohu nebo spadly na zem. Následuje vlastní řešení manipulace s trubicí.

K trubicí se přiblíží horizontální jednotka s úchopnou hlavicí, která má otevřené čelisti. Úchopný člen ustavenou trubicí čelistmi sevře a zpětným pohybem ji z dopravníku odebere. Potom manipulátor provede rotaci zápěstím s následným pootočením rotační jednotky kolem osy y. Obě rotace budou provedeny o 90^o. V případě, že bychom byli omezeni časem, je vhodné obě rotace provést současně. Poslední pohyb provede vertikální jednotka. Ta nám pohybem směrem dolů po určitou délku založí trubicí do keramických stojánků umístěných na křížovém stole. Správné nastavení otvoru ve stojánku, aby nedošlo ke kolizi mezi stojánkem a trubicí, zajistí křížový stůl.

Zpětný pohyb by se prováděl opačně. Nejprve by se provedl pohyb vzhůru vertikální jednotkou, potom obě rotace, rozevřením čelistí a naposled pohyb horizontální jednotky

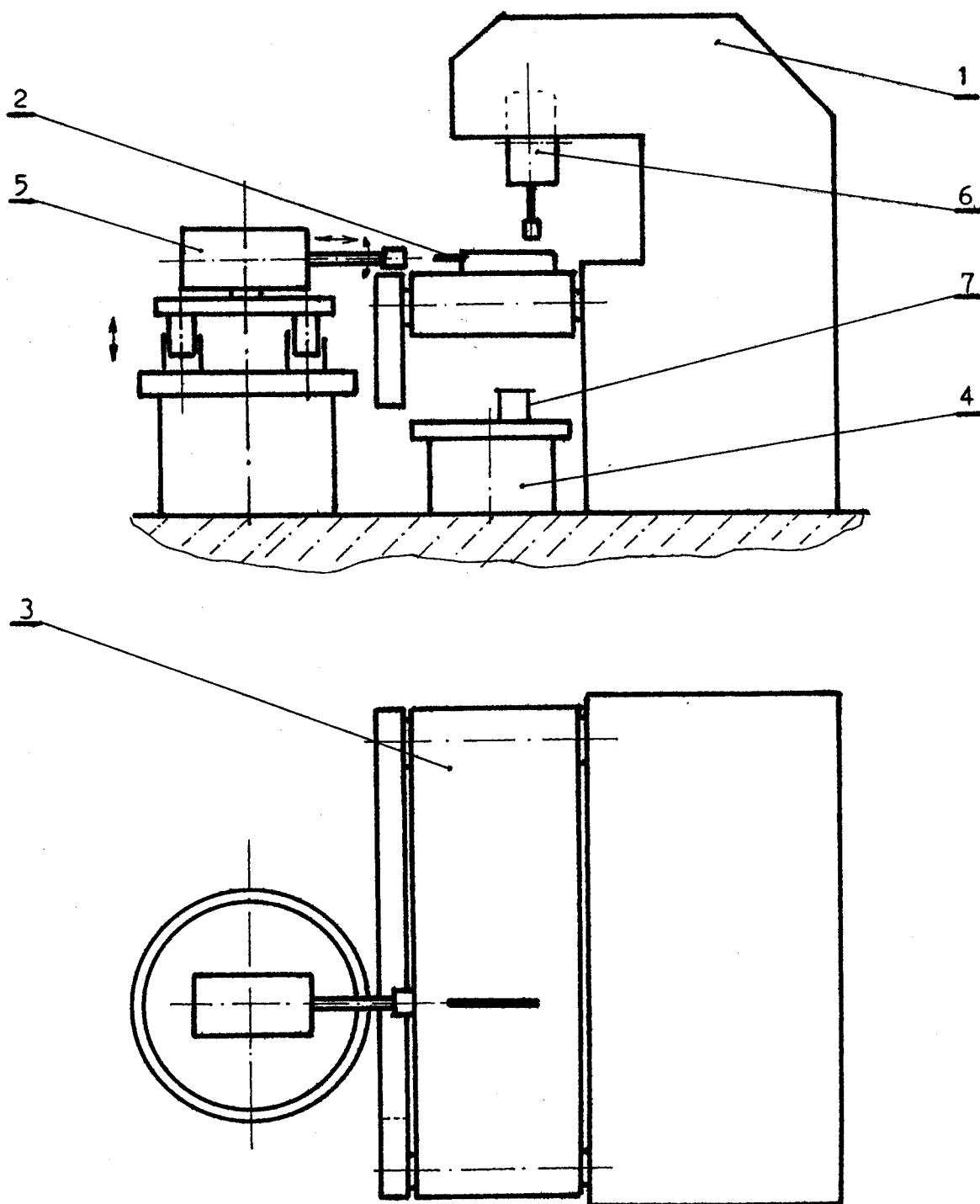
do prostoru lisu pro další trubici.

Na jeden pracovní zdvih lisu připadají dva pracovní cykly manipulátoru. To znamená, že za dobu po kterou se trubice budou lisovat a ukládat na dopravník, je nutné provést manipulaci postupně s dvěmi trubicemi.

Tato varianta je s ohledem na požadavky řízení a na to, že se jedná o jednoduché pohyby bez přerušení, výhodná. Pro tento způsob se hodí nejlépe řízení pomocí stavitelných dorazů (PTP). Při použití pneumatiky je tento způsob jednoduchý, dostatečně přesný a rychlý. Nevýhodou by mohlo být více stupňů volnosti. To znamená, čím více stupňů volnosti, tím více pohybových jednotek. Počet stupňů volnosti ovlivňuje také geometrickou přesnost manipulátoru. Tento nedostatek se dá odstranit už při konstrukčním návrhu, ale především při vlastní výrobě.

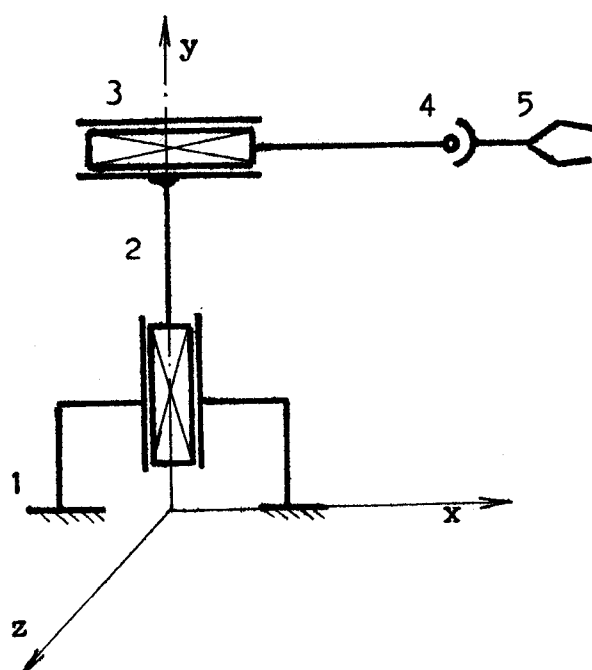
Vlastní pohyb manipulátoru není ničím omezen a manipulace sama na pracovišti nepřekáží. Křížový stůj je vhodně umístěn tak, aby byl k němu snadný přístup. Odebírání naplněných stojánků je tedy bez komplikací.

4.2. Variante II.



obr. 4.3. Uspořádání pracoviště

- kde značí:
- 1 hydraulický lis
 - 2 korundová trubice
 - 3 pásový dopravník
 - 4 křížový stůl
 - 5 manipulátor
 - 6 manipulátor na lisu
 - 7 keramické stojánky



obr. 4.4. Kinematické schéma

- kde značí:
- 1 základní rám
 - 2 vertikální jednotka
 - 3 horizontální jednotka
 - 4 rotace zápěstí
 - 5 úchopná hlavice

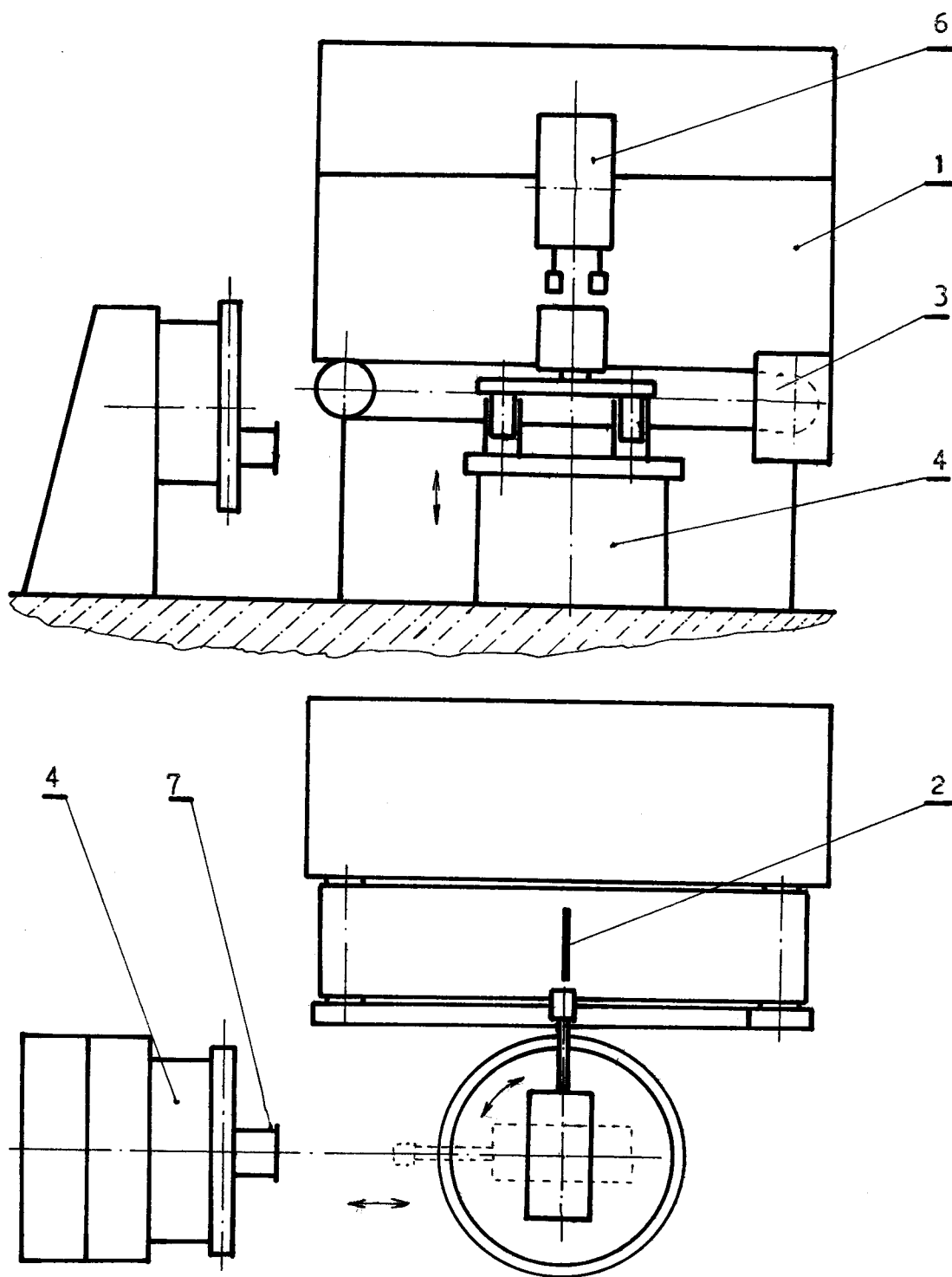
Na obrázku 4.3. je schematicky nakresleno uspořádání pracoviště. Základní prvky jsou stejné jako při variantě I. Vlastní uspořádání se však od sebe liší. Křížový stůl zde není umístěn naproti lisu, ale pod dopravníkem lisu. Manipulátor tím ztrácí jeden stupeň volnosti oproti variantě I. V tomto případě odpadá rotační jednotka. Manipulátor má (obr. 4.4.) jen 3^o volnosti.

Manipulace je tedy jednodušší a následující. V prizmatu už máme připravenou trubici. Horizontální jednotka vysune rameno a úchopná hlavice trubici uchopí. Zpětným pohybem horizontální jednotky se trubice odebere. Následuje rotace zápěstím o 90^o. Další pohyb je přímočarý, který koná vertikální jednotka. Tento pohyb se však neprovádí až do krajní polohy. Pohyb se zastaví tak, aby se mohla znovu vysunout horizontální jednotka do prostoru pod dopravníkem lisu. Při pohybu nesmí dojít ke kolisi mezi stojánky a trubicí. Po vysunutí horizontální jednotky do krajní polohy, pokračuje v pohybu opět vertikální jednotka a zasune trubici do stojánku.

Zpětný pohyb je opačný. Tento způsob manipulace je sice jednodušší, ale přerušení pohybu vertikální jednotky ztěžuje konstrukční řešení.

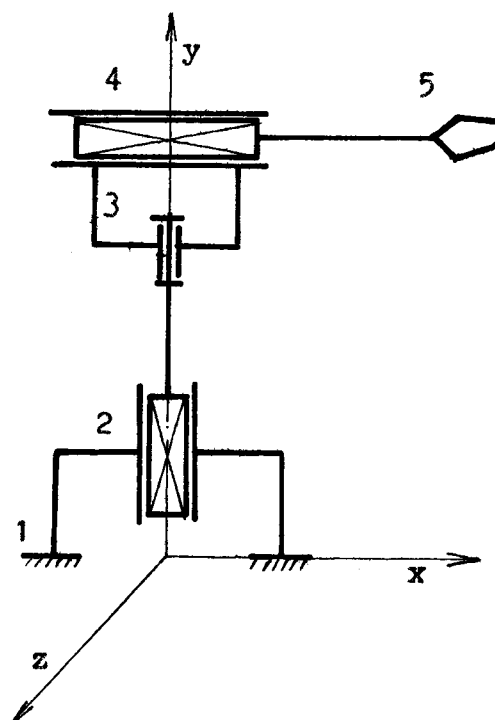
Další nevýhodou je fakt, že pod lisem v prostoru křížového stolu je poměrně málo místa, nehledě na to, že při případné poruše, která by se nacházela v tomto prostoru, by byla přítomností křížového stolu komplikovaná oprava. Další a podstatnou nevýhodou, co se týká uložení křížového stolu je stížený přístup k vlastnímu stolu pro neplněné keramické stojánky.

4.3. Varianta III.



obr. 4.5. Vypořádání pracoviště

- kde značí:
- 1..... hydraulický lis
 - 2..... korundová trubice
 - 3..... pásový dopravník
 - 4..... křížový stůl
 - 5..... vlastní manipulátor
 - 6..... manipulátor na lisu
 - 7..... keramický stojánek



obr.4.6. Kinematické schema

- kde značí:
- 1..... základní rám
 - 2..... horizontální jednotka
 - 3..... rotační jednotka
 - 4..... vertikální jednotka
 - 5..... úchopná hlavice

Schematické zobrazení uspořádání pracoviště je na obrázku 4.5. Základní prvky jsou stejné jako při variantě I. a II. Uspořádání je velmi podobné variantě I. Liší se jen jiným polohováním křížového stolu. Stůl je umístěn tak, aby bylo možno trubice ukládat ve vodorovné poloze. Základní rovina stolu, na kterou se stůl připevní, má svislou polohu. Takové umístění stolu nám umožňuje neprovádět rotaci zápěstí (jako v e variantě I.). Manipulátor má (obr. 4.6.) jen 3° volnosti (jako ve variantě II.).

Manipulace je následující. Horizontální jednotka odebere z prostoru lisu trubici. Rotační jednotka provede rotaci kolem osy y o 90° . Potom provede vertikální jednotka přímočarý pohyb dolů a zastaví se proti otvoru keramického stojánku. Pak už jen zbývá pomocí horizontální jednotky zasunout trubici do stojánku. Zpětný pohyb je stejný, ale v opačném pořadí.

Výhodou této varianty je, že odpadla již zmíněná rotace zápěstí. Nevýhodou je však to, že takto uspořádaný stůl by nemohl dobře plnit svoji funkci, neboť by bylo velmi složité upevnění stojánků na křížový stůl a jeho samého. Poloha nezaručuje pevné ustavení trubic. Při pohybu by mohlo docházet k uvolňování trubic nebo k jejich deformaci.

Všechny tři varianty předpokládají úpravu dopravníku. Stávající dopravník je zbytečně široký a znemožňuje lepší přístup k trubicím. Výsuvné rameno horizontální jednotky by muselo být proto zbytečně dlouhé, aby dosáhlo a mohlo bezpečně uchopit trubici.

Proto je potřebné dopravník vyměnit za nový, který by byl menší, byl by opatřen prizmatem pro ukládání trubic.

Jeho konstrukce musí zaručovat přesné polohování trubic (nulový skluz dopravníku).

4.4. Výběr optimální varianty

Při volbě optimální varianty je třeba vycházet z těchto základních požadavků:

- všechny varianty musí zajišťovat bezpečnou a rychlou manipulaci
- všechny varianty musí být snadno přestavitelné na manipulaci s jinou velikostí trubic

Výběr nejvhodnější varianty řešení uspořádání pracoviště bude provedeno metodou rozhodovací analýzy. Pro tuto analýzu je nutné stanovit hodnotící kritéria a posoudit jak jednotlivé varianty těmito kritériím vyhovují.

Posouzení bude provedené v první fázi metodou prostého hodnocení, kde výhodnost varianty vyplývá z maximálního součtu bodových hodnot. Protože při prostém hodnocení je každému kritériu dána stejná důležitost, bude v druhé fázi provedeno jejich párování, stanovení váhy a výhodnost varianty bude posouzena podle počtu hodnot vážených.

4.4.1. Stanovení kritérií pro rozhodovací analýzu

1. konstrukční náročnost
2. geometrická přesnost manipulace
3. přístup k lisu
4. přístup ke keramickým stojánkům
5. zastavěná plocha

6. rychlost manipulace
7. výrobní náročnost
8. upevnění keramických stojánků na křížovém stole

Stručná charakteristika kritérií:

- konstrukční náročnost - měřítkem je obecná složitost
- geometrická přesnost manipulace - měřítkem jsou geometrické odchylky koncového členu manipulátoru
- přístup k lisu - měřítkem je umístění manipulátoru vzhledem k lisu (např. aby manipulátor nepřekážel při případné opravě lisu)
- přístup ke keramickým stojánkům - měřítkem je možnost rychlého a nenáročného odebrání plných a neložení prázdných keramických stojánků
- zastavěná plocha - měřítkem je půdorysná plocha
- rychlost manipulace - měřítkem je doba manipulace
- výrobní náročnost - definováno konstrukční náročností, počtem vyráběných dílů a nároky na strojní vybavenost výroby
- upevnění keramických stojánků na křížovém stole - měřítkem je bezpečné uložení stojánků na křížovém stole

4.4.2. Stanovení stupnice hodnocení

Pro posouzení jak jednotlivé varianty vyhovují zvoleným kritériím a splňují požadavky a cíle, bude zvolena pětistupňová progresivní analýza.

vyhovuje nejlépe 5 bodů
 vyhovuje dobře 4 body
 vyhovuje uspokojivě 3 body
 vyhovuje málo 2 body
 vyhovuje nejméně 1 bod

4.4.3. Prosté hodnocení

číslo kritéria	varianta		
	I	II	III
1	3	4	4
2	3	3	4
3	5	1	4
4	5	5	1
5	4	4	3
6	3	2	4
7	3	4	3
8	5	5	1
SOUČET	31	28	24
POŘADÍ	1	2	3

tab. 4.1.

4.4.4. Párování dvojic kritérií

Kritérium dle čl. 4.4.1.		Párování kritérií								Body	Váha	Pořadí
č.	Název	1	2	3	4	5	6	7	8			
1	konstrukční náročnost		1	1	4	1	1	7	1	5	6	1-2
2	geometrická přesnost man.			3	4	2	2	2	8	3	4	6-7
3	přístup k lisu				3	3	6	7	3	4	5	3-5
4	přístup ke stojánkům					4	6	7	4	4	5	3-5
5	zastavěná plocha						6	7	8	0	1	8
6	rychlost manipulace							7	8	3	4	6-7
7	výrobní náročnost								8	5	6	1-2
8	upevnění stojáneků									4	5	3-5

tab. 4.2.

4.4.5. Výpočet vážených hodnot

H o d n o c e n í v a r i a n t							
Kritérium dle čl.4.4.1.	Váha	Varianta řešení					
		I	I	II	II	III	III
1	6	3	18	4	24	4	24
2	4	3	12	3	12	4	16
3	5	5	25	1	5	4	20
4	5	5	25	5	25	1	5
5	1	4	4	4	4	3	3
6	4	3	12	2	8	4	16
7	6	3	18	4	24	3	18
8	5	5	25	5	25	1	5
SOUČET		31	139	28	127	24	107
POŘADÍ		1	1	2	2	3	3

tab. 4.3.

Na základě provedené rozhodovací analýzy a součtu vážených hodnot vychází jako nejlepší varianta I.

5. Konstrukční zpracování zvolené varianty

5.1. Úchopná hlavice

Základním prvkem úchopné hlavice jsou úchopné prvky. Od těchto prvků je odvozena vlastní konstrukce hlavice. Pro uchopení jsem použil úchopné prvky aktivní (2+0), což znamená, že se jedná o dva prvky pohyblivé. Pasivní prvky nejsou žádné. Styk s trubicí bude mechanický oboustranný.

Pro vyvození úchopné síly použiji pákový převod, s kterým se úchopné hlavice konstruuje nejčastěji. Pákový převod je konstrukčně jednoduchý a spojení pák čepy zaručuje dostatečnou přesnost funkce s minimální vůlí. Umožňuje velmi dobrou adaptaci na jiný typ objektu (vyměnitelné stykové plochy). Nezanedbatelná je i jejich malá hmotnost.

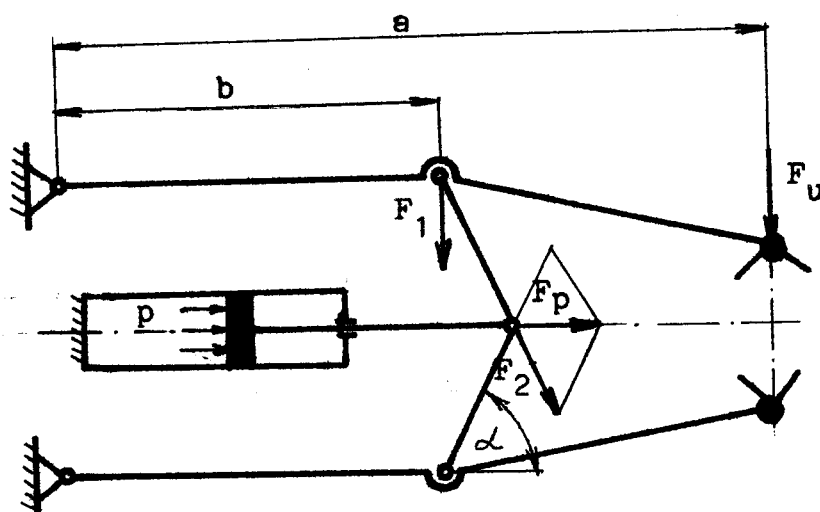
5.1.1. Základní výpočet úchopné hlavice

Vzhledem ke značné křehkosti trubice, je důležité správné stanovení úchopné síly. Stanovení úchopné síly klasickým způsobem, to jest ze známé hmotnosti, požadované rychlosti a zrychlení a dalších hodnot určit síly působení při pohybu (tíhová, setrvačná, odstředivá) a oproti nim pomocí normálové síly vyvodit sílu třecí, která by byla větší než síly pohybové, je zbytečné. To proto, že trubice má velmi vysoký součinitel tření, který zaručuje velkou třecí sílu (viz. 3.2.1.) a zanedbatelnou hmotnost.

Proto jsme se rozhodli při výpočtu použít výsledků zkoušek trubic (viz. 3.2.2.). Naměřené hodnoty drtící síly se pohybují v rozmezí od 7,29 N do 18,86 N. Průměrná hodnota činí 11,42 N.

Jako úchopnou sílu jsme zvolili sílu o řád nižší o hodnotě 2,0 N. Tato síla zaručuje dostatečně pevné uchopení trubice bez poškození.

Základní výpočet spočívá tedy v tom, že ze známé úchopné síly spočítáme sílu působící na píst. Výsledkem je rozměrový návrh pneumatického pístu. Základní rozměry pákového mechanismu a síly působící na něj jsou na obr. 5.1.



obr. 5.1.

Parametry: $F_u = 2 \text{ N}$
 $a = 123 \text{ mm}$
 $b = 80 \text{ mm}$
 $p = 0,3 \text{ MPa}$
 $\alpha = 50^\circ$

Dle obrázku lze na pákovém mechanismu vyjádřit rovnice rovnováhy:

$$F_u \cdot a = F_1 \cdot b \quad (5.1.)$$

$$F_2 = \frac{F_1}{\sin \alpha} \quad (5.2.)$$

$$F_p = 2 \cdot F_2 \cdot \cos \alpha \quad (5.3.)$$

Výslednou rovnici pro sílu na píst dostaneme vzájemným dosazením vztahů 5.1. až 5.3. Rovnice má tvar:

$$F_p = 2 \cdot F_u \cdot \frac{a}{b} \cdot \cotg \alpha = 2 \cdot 2 \cdot \frac{123}{80} \cdot \cotg 50^\circ = 5,16 \text{ N}$$

Jako pohoná jednotka se volil jednočinný pneumatický válec s vratnou pružinou. Pružina při zdvihu pístu působí vratnou silou. Proto je nutné k vypočtené síle přičíst maximální hodnotu síly vratné pružiny, která je $F_v = 3,8 \text{ N}$

$$F_p = F_p + F_v \quad F_p = 5,16 + 3,8 = 8,96 \text{ N}$$

Průměr pístu spočteme ze vztahu:

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot F_p}{\pi \cdot p}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 8,96}{\pi \cdot 0,3}} = 6,1 \text{ mm}$$

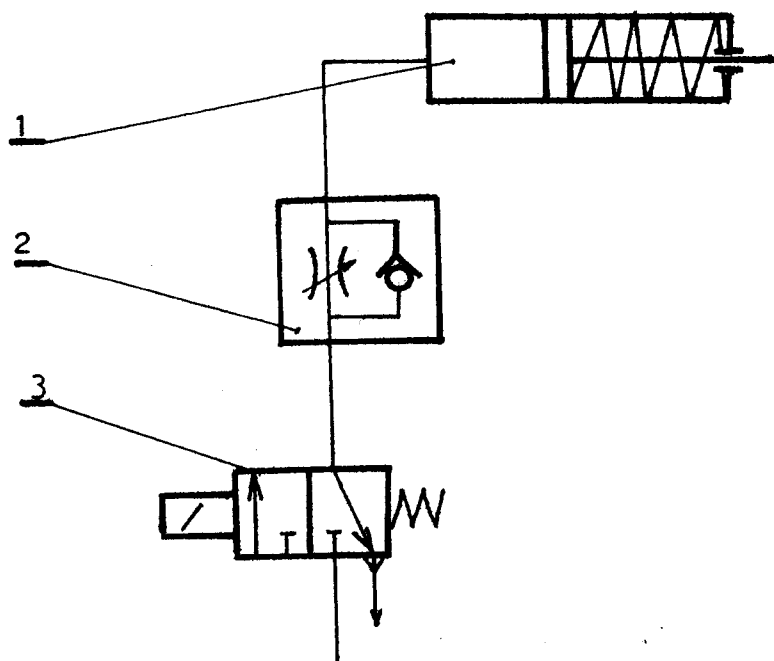
Volíme průměr pístu $d_p = 6 \text{ mm}$.

5.1.2. Technický popis úchopné hlavice (č.v. 3-KOM-235-001/01)

Základní pohonou jednotkou úchopné hlavice je jednočinný pneumatický válec (15). Přímočarý pohyb od válce se převádí na styčné plochy pomocí ramen (1). Ramena jsou připevněna na zadní desku (4) úchytkami (5). Spojení je provedeno čepem (10) oboustranně jištěným pojistnými třmenovými kroužky (20). Přesné vedení ramen zajišťují teflonové špalíky (9). Hlavice je připevněna k jednotce, která provádí rotaci zápěstí, čtyřmi šrouby (26).

5.1.3. Způsob ovládání úchopné hlavice

Způsob ovládání je znázorněn na obrázku 5.2.



obr. 5.2.

kde značí: 1..... pneumatický válec FESTO EG-6-10
 2..... regulační ventil FESTO GR-M5
 3..... elektromagnetický rozvaděč FESTO MFH-3-M5

Válec je ovládán elektromagnetickým rozvaděčem (3/2). Regulační ventil umožňuje regulaci rychlosti při uchopování trubice. Odstraňuje tím rychlé pohyby, které by mohly poškodit trubice. Zdroj vzduchu je z centrálního rozvodu.

Při uzavírání proudového okruhu dochází k sevření čelisti. Reverzace se provede při přerušení proudového okruhu. Do druhé polohy přemístí rozdělovač pružina.

5.2. Rotace zápěstí

Tato jednotka by měla zaručovat rotaci úchopné hlavice o 90° v obou směrech. Pro konstrukční řešení bylo nejdůležitější vhodné zvolení převodových mechanismů pohybů:

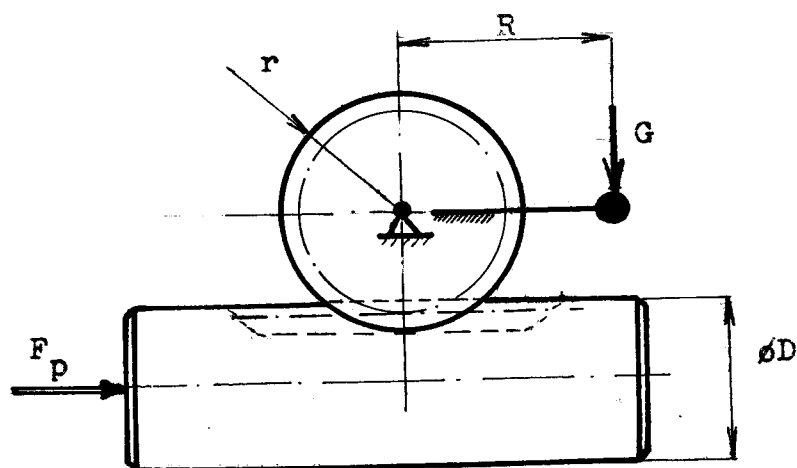
Jako řešení se nabízely dva způsoby transformace pohybu:

1. identická transformace - vstupní a výstupní pohyb rotační
2. neidentická transformace - vstupní pohyb je posuvný a výstup je rotace

Pro řešení problému jsme se rozhodli použít transformaci neidentickou. Jako posuvný vstupní člen jsme použili dvojčinný válec opatřený ozubeným hřebenem. Do hřebenu by zapadlo ozubené kolo. Pohybem pístu by se přímočarý pohyb transformoval přes ozubené kolo na výstup, kde by byla rotace.

5.2.1. Základní výpočet rotace zápěstí

Výpočet rotace zápěstí se omezil na výpočet minimálního tlaku potřebného k provedení rotace směrem vzhůru. To proto, že rozměry pohybového členu (pístu, ozubeného převodu) byly zvoleny s ohledem na rozměry celé pohonné jednotky. Výpočet tedy provádět je zbytečné. Situace, z které se vycházelo při výpočtu, je nakreslena na obrázku 5.3.



obr. 5.3.

kde značí: F_p síla na píst
 D průměr pístu
 G hmotnost úchopné hlavice
 R rameno tíhy G
 r roztečný poloměr ozubeného kola

Pro výpočet jsme provedli částečné zjednodušení . Tíhu úchopné hlavice $G = 5 \text{ N}$ jsme nechali působit na přibližně zvoleném rameni $R = 20 \text{ mm}$. Součin tíhy G a ramene R nám vyvozuje moment. Tento moment musí být menší momentu, který vyvodí síla na píst F_p na rameni $r = 8 \text{ mm}$.

Z tohoto předpokladu vychází rovnice:

$$G \cdot R = F_p \cdot r \quad (5.4.)$$

Vedení pístu není ideální. Mezi pístem a vedením působí třecí síla. Tato síla se ve výpočtu zahrne účinností, kterou sílu na píst podělíme. Účinnost volíme 70 %.

$$F_{ps} = \frac{F_p}{k} \quad (5.5.)$$

kde: $k = 0,7$

Maximální tlak potřebný pro provedení rotace se spočítá podle jednoduchého vzorce:

$$P_m = \frac{F_{ps}}{S} \quad (5.6.)$$

$$\text{kde: } S = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

$D = 28 \text{ mm}$ průměr pístu

Po dosazení do vzorců 5.4. až 5.6. vychází minimální tlak:

$$P_m = \frac{G \cdot R \cdot 4}{\pi \cdot r \cdot D^2 \cdot k} = \frac{5 \cdot 20 \cdot 4}{\pi \cdot 8 \cdot 28^2 \cdot 0,7} = 0,029 \text{ MPa}$$

Minimální tlak na píst $P_m = 0,029 \text{ MPa}$

5.2.2. Technický popis rotace zápěstí (č.v. 1-KOM-235-001/02)

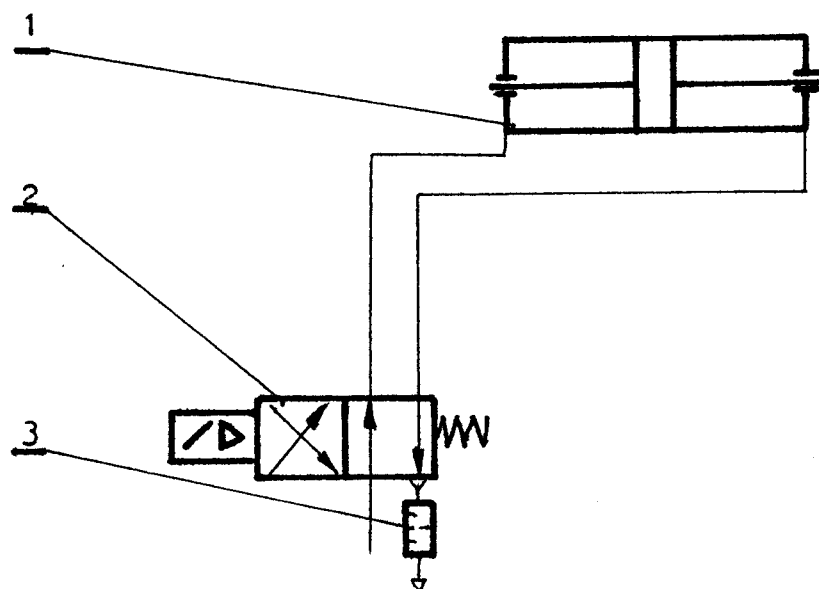
Hlavním pohybovým členem je píst (2), u kterého je odvrtána dutina opatřená ozubením. Do ozubení zapadá pastorek (1), který je součástí hřídele. Hřídel je uložena v kuličkových ložiskách (16). Ložiska jsou nalisována v pouzdrech (5), která jsou k základnímu tělesu (3) přišroubována šrouby (11).

K ladění velikosti rotace slouží stavěcí šrouby (17). Šroub je ve spodní části opatřen kuželem. Ten zapadá do kuželového vybrání v pístu. Velikostí vysunutí šroubu se omezuje pohyb pístu. Šrouby zde plní funkci dorazů.

Konec hřídele je opatřen přírubou, pomocí které se rotační jednotka přišroubuje k úchopné hlavici.

5.2.3. Způsob ovládání rotace zápěstí

Způsob ovládání je nakreslen na obr. 5.4.



obr.5.4.

kde značí: 1..... dvojčinný pnematický válec
2..... elektromagnetický rozdělovač
FESTO MF-4-1/8
3..... tlumič FESTO U-1/8 i

Řízení rotace zápěstí je velmi jednoduché. Používá se jeden elektromagnetický rozvaděč (4/2). Přívod vzduchu je z centrálního rozvodu. Před rozdělovač je vhodné zařadit do přívodní větve škrtící ventil ke škrcení průtoku. Na výstupu z rozdělovače je připojen tlumič.

5.3. Horizontální jednotka

Horizontální jednotka má za úkol přímočarým pohybem odebrat připravenou trubici z prostoru lisu. Přímocharý pohyb jsme zaručili přímočarým pneumatickým válcem. Zvolili jsme válec Festo o průměru $d = 25 \text{ mm}$ a zdvihu $h = 140 \text{ mm}$. Síla, kterou válec při daném tlaku vyvodí, musí být větší, než síla setrvačná a třecí. Vzhledem k tomu, že hmoty, s kterými se pohybuje jsou malé a také vzhledem k uložení vedení, kde je součinitel tření malý, není nutné výpočet síly na píst provádět. Proto se v další kapitole budeme zabývat popisem konstrukce.

5.3.1. Technický popis horizontální jednotky (č.v.1-KOM-235-001/03)

Pohonou jednotkou je již zmíněný pneumatický válec (6) přichycený na základovou desku (1) dvěma příchytkami (15). Vedení (10) jednotky je rozdělené, kruhového průřezu, uložené v ložiscích SKF (26). Vedení je k sobě spojeno dvěma deskami. Zadní deskou (4) a přední deskou (5). Do přední desky je upevněna maticí M 10 (22) pístní tyč pneumatického válce. Z druhé strany desky je přišroubována jednotka, která provádí rotaci zápěstí.

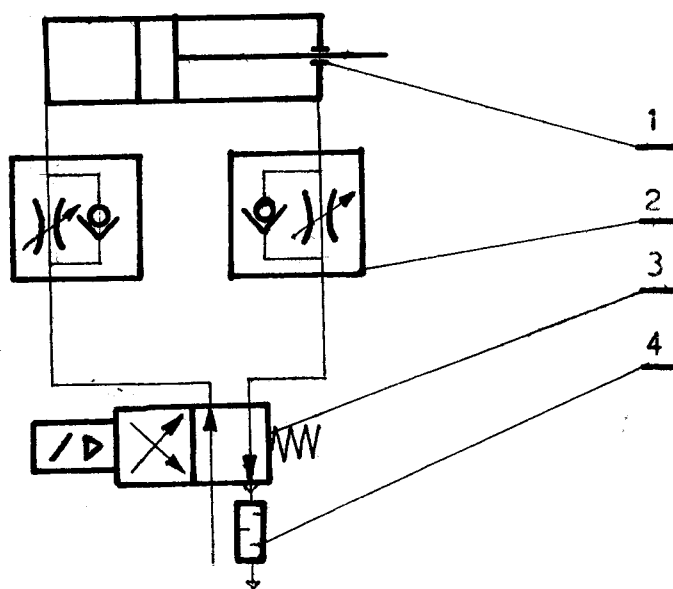
Ložiska SKF jsou uložena v domečcích (2) vyrobených z hliníkové slitiny a základové desce přišroubovány čtyřmi šrouby M 4 (16).

Na základové desce jsou umístěny elektromagnetické rozvaděče. Rozvaděč pro ovládání úchopné hlavice (8), rozvaděč pro ovládání rotace zápěstí a na řízení vlastní jednotky (7). Zespolu jsou k základové desce přišroubovány zpětné škrtky

ventily se stavitelným škrcením (9). Všechny ovládací prvky včetně hadic a různých druhů rychlospojek jsou použity od firmy Festo.

5.3.2. Způsob ovládání horizontální jednotky

Způsob ovládání je nakreslen na obrázku 5.5.



obr. 5.5.

- kde značí:
- 1..... pneumatický válec DGS-25-140
 - 2..... škrtící ventil se stavitelným škrcením GR-M5
 - 3..... elektromagnetický rozdělovač MF-4-1/8
 - 4..... tlumič U-1/8 i

Pneumatický válec je ovládán elektromagnetickým rozdělovačem (4/2). Uspořádání zaručuje řízení rychlosti válce v obou směrech. Řízení se provádí škrcením průtoku na výstupu, pomocí dvou škrtících ventilů se stavitelným škrcením.

Přívod vzduchu je z centrálního rozvodu . Na výstupu z rozdělovače je připojen tlumič.

5.4. Vertikální jednotka

Vertikální jednotka musí zaručovat provádění dvou základních pohybů. První pohyb je rotační o 90° . Tímto pohybem se přemístí trubice z prostoru lisu nad křížový stůl. Druhý pohyb je pohyb přímočarý. Tento pohyb nám zaručí uložení trubice do stojánku.

Rotační pohyb jsme zajistili stejnosměrným elektromotorem s vestavěnou převodovkou.

5.4.1. Výpočet vertikální jednotky

Výpočet vertikální jednotky jsme provedli ve dvou fázích. V první fázi jsme se zabývali přenosem krouticího momentu ($0,62 \text{ N}\cdot\text{m}$) od motoru na rotační jednotku. Soustředili jsme se hlavně na návrh převodového soukolí. V druhé fázi jsme z navržených rozměrů válce spočítali minimální tlak potřebný k vykonání pohybu.

a) Výpočet převodu ozubenými koly

Při výpočtu jsme vycházeli z požadavku, že rotace musí trvat přibližně jednu sekundu. Otáčky motoru jsou $n = 45 \text{ ot./min.}$, což je $0,75 \text{ ot./sec.}$ Rotační jednotka má provádět rotaci o úhel $\alpha = 90^\circ$. Motorek se pootočí za jednu sekundu o úhel $\beta = 270^\circ$. Převodový poměr se tedy spočítá z následujícího vzorce :

$$i = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{270}{90} = 3$$

S ohledem na konstrukci jednotky jsme zvolili a vypočetali následující hodnoty ozubeného soukolí:

$$\begin{aligned}
 m &= 2,5 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{modul} \\
 z_1 &= 14 \dots\dots\dots \text{počet zubů pastorku} \\
 z_2 &= 46 \dots\dots\dots \text{počet zubů kola} \\
 d_1 &= m \cdot z_1 = 2,5 \cdot 14 = 35 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{roztečný průměr pastorku} \\
 d_2 &= m \cdot z_2 = 2,5 \cdot 46 = 115 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{roztečný průměr kola} \\
 a &= \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{35 + 115}{2} = 75 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{osová vzdálenost} \\
 i_s &= \frac{z_1}{z_2} = \frac{14}{46} = 0,304 \dots\dots\dots \text{skut.převodové číslo} \\
 t_s &= \frac{i_s}{i} = \frac{0,304}{3} = 0,101 \text{ sec} \dots\dots\dots \text{skut.doba rotace}
 \end{aligned}$$

b) Výpočet minimálního tlaku p_m

Při konstrukčním zpracování byly navrženy rozměry válce. Průměr pístu $d = 30 \text{ mm}$ a zdvih $h = 150 \text{ mm}$. Hmotnost jednotek upevněných na vertikální jednotce je $m = 4 \text{ kg}$. Účinnost vedení jsme zvolili s ohledem na vedení v ložiscích SKF rovno 90 %. Součinitel účinnosti $k = 0,9$. Při výpočtu jsme vycházeli ze základní rovnice:

$$p_m = \frac{F}{S} = \frac{4 \cdot m \cdot g}{\pi \cdot d^2 \cdot k} = \frac{4 \cdot 9,81 \cdot 4}{\pi \cdot 30^2 \cdot 0,9} = 0,056 \text{ MPa}$$

kde: $g = 9,81 \text{ m/s}^2 \dots\dots\dots$ tíhové zrychlení

Z jednoduchého výpočtu, u kterého jsme nezahrnuli dynamické účinky, nám vyšel minimální tlak velmi malý. Pro pohon válce budeme používat vzduch z centrálního rozvodu, jehož

tlak je řádově 10 x větší. Tento tlak zaručí dostatečně velkou sílu pro rychlý pohyb vertikální jednotky.

5.4.2. Technický popis vertikální jednotky (č.v.1-KOM-235-001/04)

Rotace jednotky je zajištěna stejnosměnným elektromotorem K 7 A 3 (35). Kroutící moment se přenáší přes ozubené soukolí tvořené pastorkem (23) upevněným na elektromotoru a ozubeným kolem (22). Ozubené kolo je přišroubováno ke kruhové přírubě (3). Uvnitř příruby jsou dvě ložiska (49) zajišťující rotaci jednotky.

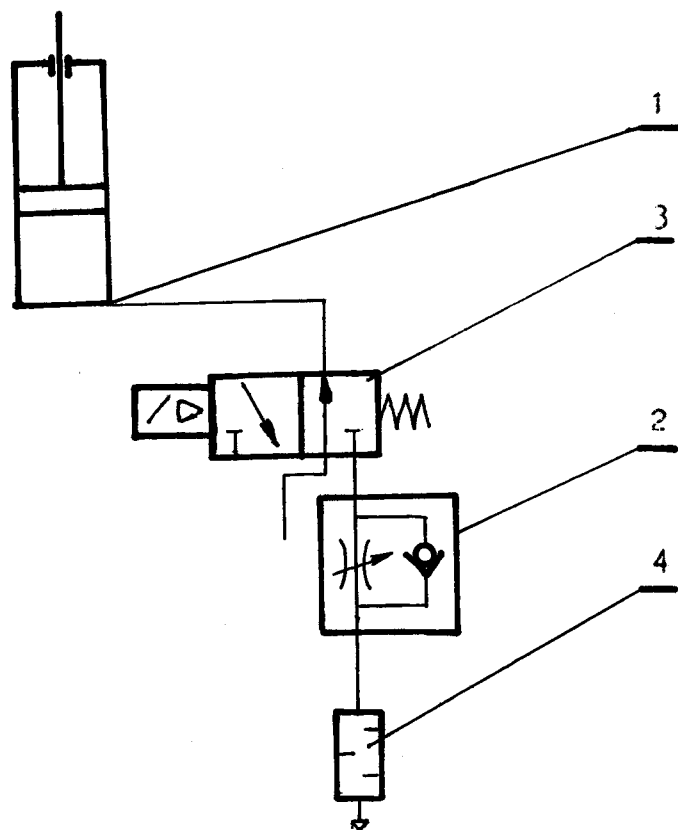
Přímočarý pohyb uskutečňuje pneumatický válec tvořený trubicí (9), pístní tyčí, (8) na které je v horní části připevněno těsnění (63), které dokonale těsní dutinu válce. Dolní část pístu tyče je uložena v kruhovém čepu (18) a přišroubována pomocí matice KM 2 (52) k základové desce (20). Kruhové vedení (7) je uloženo valivě v ložiscích SKF (34) a na pevně přišroubováno šroubem M 6 (38) k základové desce. Ložisko je uloženo v trubce (11), která je přišroubována k horní desce (2). Ložisko je jištěno proti uvolnění maticí M 35 (19).

Vymezení velikosti rotačního pohybu je řízeno pomocí dvou stavitelných koncových spínačů (27). Sepnutí se provede dojetím spínacího ramene na doraz (21).

5.4.3. Způsob ovládání vertikální jednotky

Z předchozích kapitol je zřejmé, že vertikální jednotka obsahuje dvě pohybové jednotky. Rotační jednotka je řízena dvěma koncovými spínači. Princip řízení posuvné jednotky je

na obrázku 5.6.



obr. 5.6.

- kde značí: 1..... pneumatický válec
 2..... škrticí ventil se stavitelným
 škrcením GR - 1/8
 3..... elektromagnetický rozdělovač
 MOC - 3 - 1/8
 4..... tlumič U - 1/8 ± 1

Uspořádání ovládacího systému umožňuje řízení pohybu v jednom směru. Řízení se provádí pomocí škrticího ventilu, který je umístěn na výstupu z rozdělovače. Rozdělovač je elektromagnetický (3/2). Výstup je opatřen tlumičem. Všechny ovládací prvky jsou od firmy Festo.

6. Křížový stůl

K vlastnímu řešení diplomové práce jsem potřeboval křížový stůl, který by zaručoval pohyb ve dvou osách.

Křížový stůl jsem našel v diplomové práci Petra Krause "Jednovřetenová zkušební číslicově řízená vrtačka pro vrtání plošných spojů" z roku 1979. Od katedry Obrábění a montáže jsem dostal svolení k použití této diplomové práce v řešení mého problému.

V následující kapitole se budu zabývat technickým popisem stolu. Výkres stolu je součástí přílohy.

6.1. Křížový stůl - technický popis

Křížový stůl nám umožňuje posuv ve směru osy x a y . Sestává se z dvou pohonů a vlastního tělesa stolu.

Stůl je svařenec, do jehož spodní části jsou zašroubovány čtyři nohy a přivařena bronzová matice pro pohon ve směru osy y . Z vrchu je k svařenci přišroubována podkladová deska, v níž je zasazeno vedení pro uchycení desky do tvaru T (30). Nohy stolu jsou uchyceny v silném plechu, ve kterém jsou zasazeny a přišroubovány čtyři držáky excentricky uložených ložisek (27) s obou-stranným krytem. Tato ložiska nám vymezují vůle a předepínají vodící tyče stolu (30).

Systém vodící šroub a matice nám zajišťuje pohon ve směru příčném. Systém je poháněn elektrickým krokovým motorem s vodícím šroubem typu Z22LT105, výrobek n.p. MEZ Náchod. Mezi krokovým motorem a vodícím šroubem je spojka, která byla řešena v literatuře (20). Šroub je na jedné straně uchycen volně ve valivém ložisku a na druhé straně ve dvou

předeprnutých přírubou (4) a maticí sevřených ložiskách. Použitý šroub má lichoběžníkový rovnoramenný závit o stoupání 5 mm.

Volné ložisko vodícího šroubu je vloženo do uchycené desky na dvou tyčích, pevně zapasovaných do desky a svařence (3), jistěnými šroubem (46). Deska je nesena dvěma pneumostatickými podporami. Svařenec (3) má též dvě stavitelné podpory, jejichž velikost je úměrná hmotnosti, kterou jsou zatěžovány. Tím se maximálně zároveň odstraní nebezpečný pohyb vodícího šroubu ve směru podélném.

Pohyb stolu ve směru podélném je též realizován systémem šroubu a matice. Volně uchycené ložisko sbočnicí je připevněno přímo na základovou desku čtyřmi šrouby. Taktéž dvě předeprnutá ložiska v protilehlé bočnici (sevrěná přírubou krokového motoru) jsou na žulové základové desce. Šroub je kalen a broušen s trapézovým závitem. Matice šroubu má zvláštní funkci. Nejen vykonává posuv, ale má i nosnou funkci. Je rozdělena na dvě části (důvodem je zvýšení tuhosti příčného systému, který by měl mít charakter krakorce), které jsou propojeny nosníkem.

Matice jsou bronzové. Pro vymezení maximální vůle je použito dvou seřizovacích šroubů (37) a jednoho odtlačovacího šroubu (43).

Pro krytí vodících šroubů, aby se na ně nedostal prach, je použito tvarových měchů, výrobek na zakázku n.p. ZAZ Jaroměř.

7. Technicko ekonomické hodnocení

Zvolená a konstrukčně zpracovaná varianta plně zaručuje předepsané plnění požadované funkce.

Ukazatelem ekonomické výhodnosti zařazení manipulačního prostředku do výroby je jednoznačné zvýšení produktivity práce. V případě řešení diplomové práce se nejedná o žádné zvyšování produktivity práce, neboť manipulátor je součástí výrobní linky. Jedná se o odstranění monotónní a stereotypní práce, kterou musí provádět pracovník obsluhující výrobní linku. Ekonomickým přínosem je ušetření mzdy pracovníka.

Vzhledem k pořizovací ceně navrženého manipulátoru a ostatních příslušenství je ekonomický přínos malý.

Hodnota ceny manipulátoru je daná především zahraničními prvky, které jsme při konstrukci použili. Jedná se o ovládací prvky rakouské firmy Festo a recirkulační ložiska firmy SKF. Ostatní dílce jsme použili z domácí výroby. Osazení manipulátoru ovládacími prvky, které by se vyráběli u nás, by vedlo k snížení ceny manipulátoru.

Další část ceny manipulátoru je jeho výrobní cena. Při řešení problému jsme se snažili o co výrobně nejjednodušší konstrukci, aby byla výroba co nejlevnější. Manipulátor je sestaven z dílů výrobně jednoduchých, především kruhových rozměrů, s minimálními sverovými spoji a s maximálními spoji šroubovými.

Nasazení manipulátoru předpokládá další úpravy, především dopravníku. Tyto úpravy nesou v sobě i ekonomickou stránku.

Nemalou finanční částku je nutné vynaložit na výrobu nebo koupi křížového stolu, bez kterého se manipulace neobejde a na vlastní ustavení stolu a manipulátoru.

Proto zavedení manipulátoru má především charakter sociální.

8. Závěr

Poznatky z řešení manipulace bude možné použít pro řešení jednoduchých druhů manipulace v různých sférách národního hospodářství. Diplomová práce ukázala jednu z cest řešení tohoto problému v závodu Tesla Ústí nad Labem, od kterého jsem zadání dostal. V závodu se uvažuje o automatizaci manipulace s trubicemi a proto diplomová práce může pomoci k řešení některých dílčích problémů.

Na závěr diplomové práce bych chtěl poděkovat soudruhu ing. Martínkovi (VŠST Liberec) za vedení při zpracování diplomové práce a soudruhu ing. Štvánovi (Tesla Ústí nad Labem) za cenné konzultace a připomínky při zpracování diplomové práce.

9. Seznam použité literatury a podkladů

- /1/ Chvála B., Matička R.: Průmyslové roboty a manipulátory, ČVUT Praha 1985
- /2/ Matička R., Telácko J.: Konstrukce průmyslových robotů a manipulátorů, ČVUT Praha 1981
- /3/ Lubojacký O.: Základy robotiky, VŠST Liberec 1987
- /4/ Jetmar M.: Diplomová práce, VŠST Liberec 1984
- /5/ Kraus P.: Diplomová práce, VŠST Liberec 1979
- /6/ Pustka Z.: Konstrukční projekt, VŠST Liberec 1985
- /7/ Vávra P.: Strojírenské tabulky, SNTL 1983
- /8/ Katalog pneumatických prvků Festo, vydání 17/4
- /9/ Katalog SKF, Produktinformation 109/I

10. Seznam příloh

Výkresy:

1) Sestava manipulátoru

č.v.: 2 - KOM - OS - 235 - 001/00

2) Úchopná hlavice

č.v.: 3 - KOM - OS - 235 - 001/01

3) Rotace zápěstí

č.v.: 3 - KOM - OS - 235 - 001/02

4) Horizontální jednotka

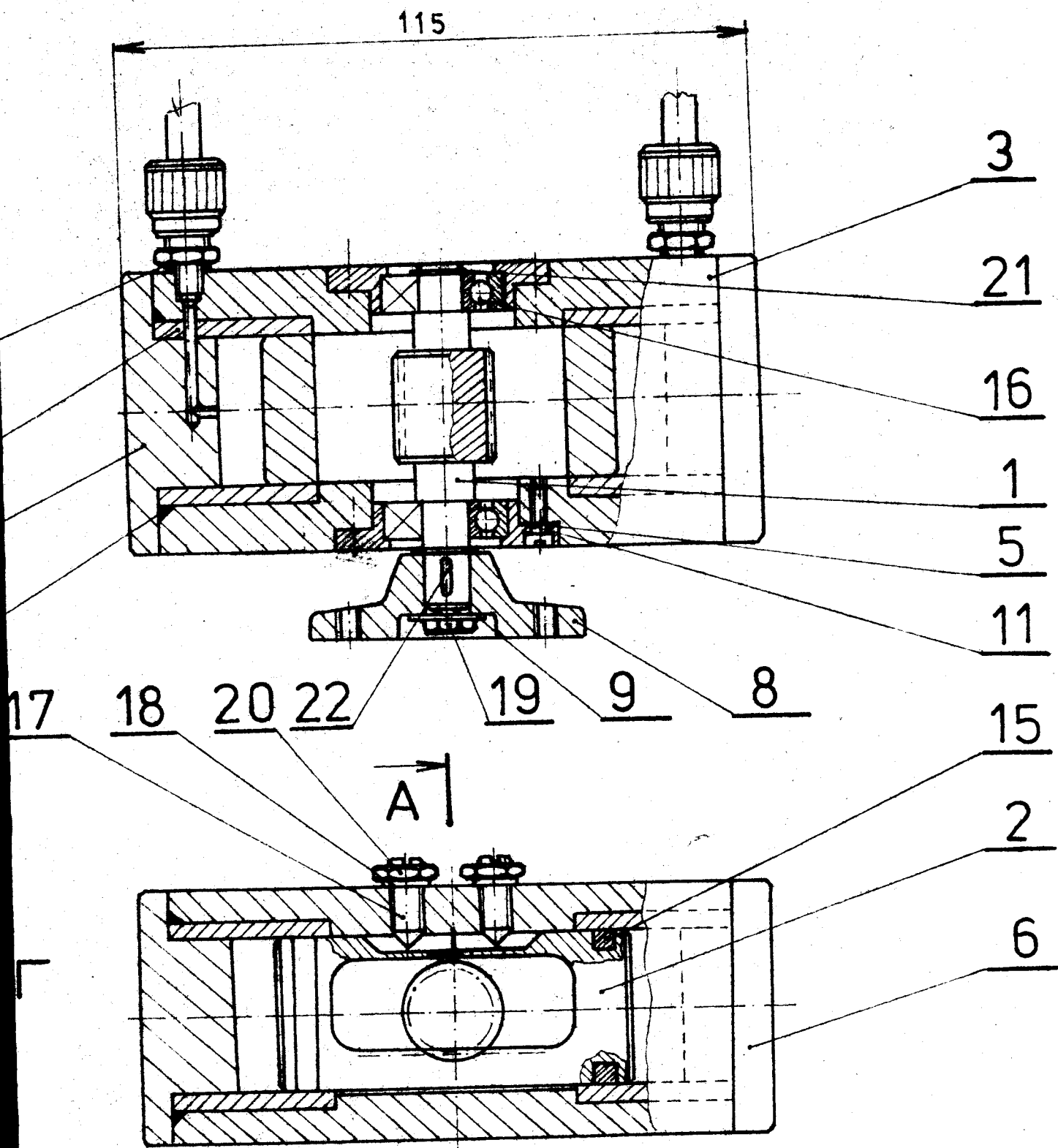
č.v.: 1 - KOM - OS - 235 - 001/03

5) Vertikální jednotka

č.v.: 1 - KOM - OS - 235 - 001/04

6) Křížový stůl

č.v.: DP - VS - 161/79 - 1 - 3 - 00



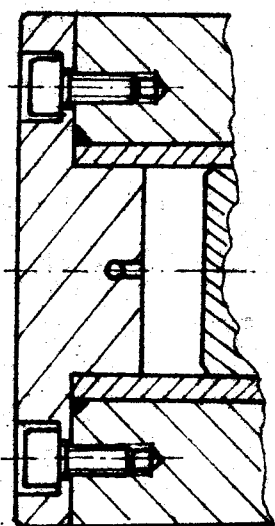
1:1

Bauch

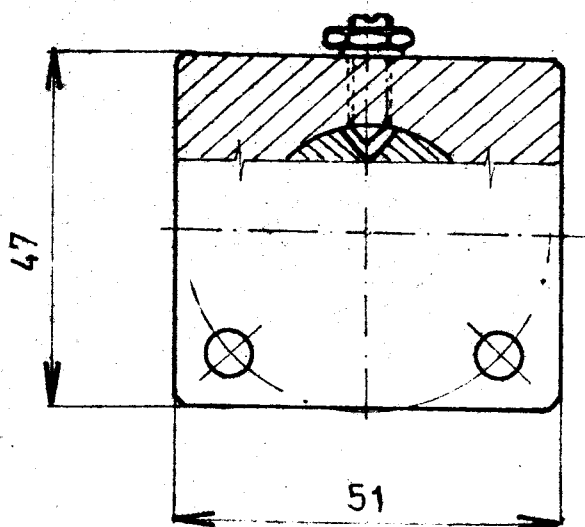
ROTACE ZÁPĚSTÍ

3-KOM-OS-235-001/02

B-B



A-A



14

10

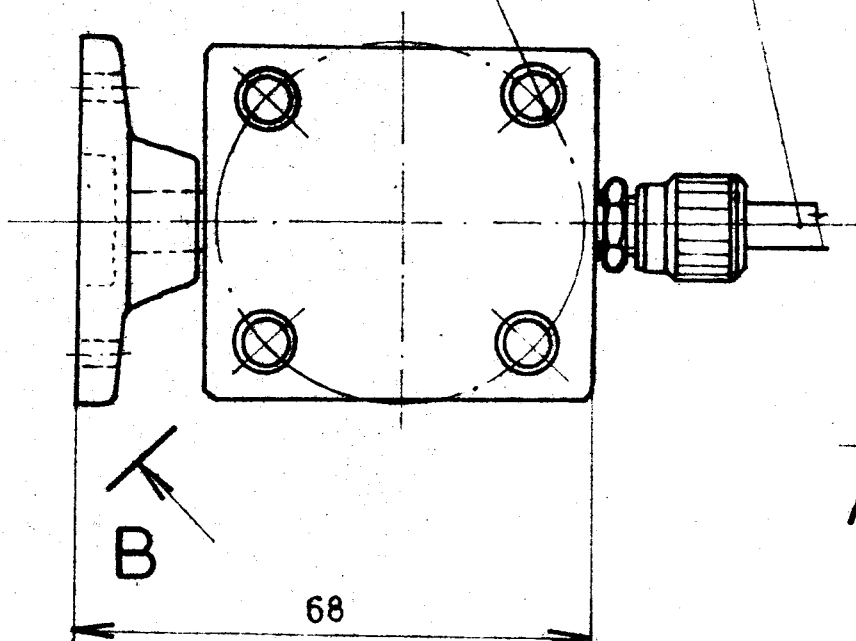
7

13

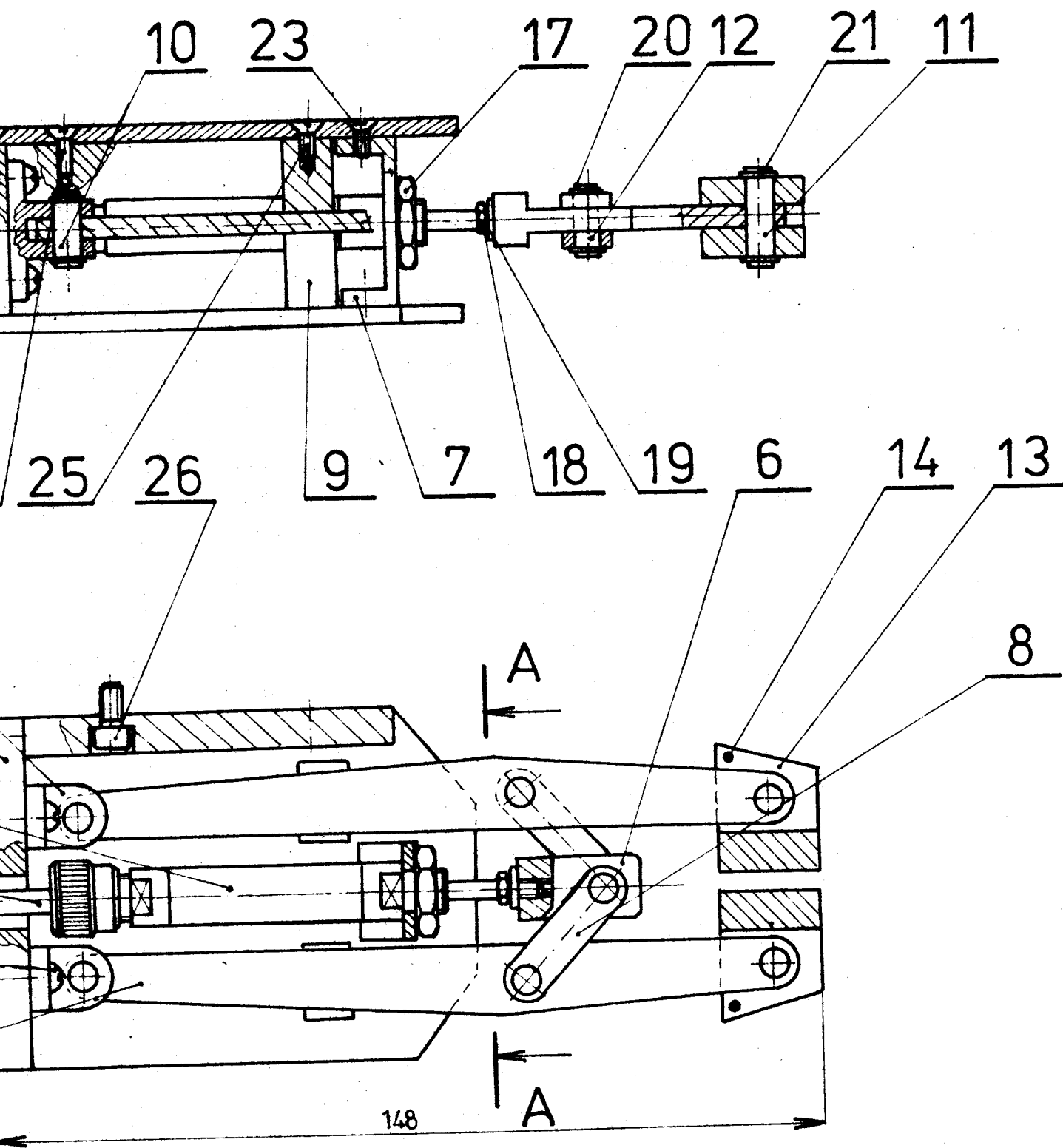
12

4

B



A

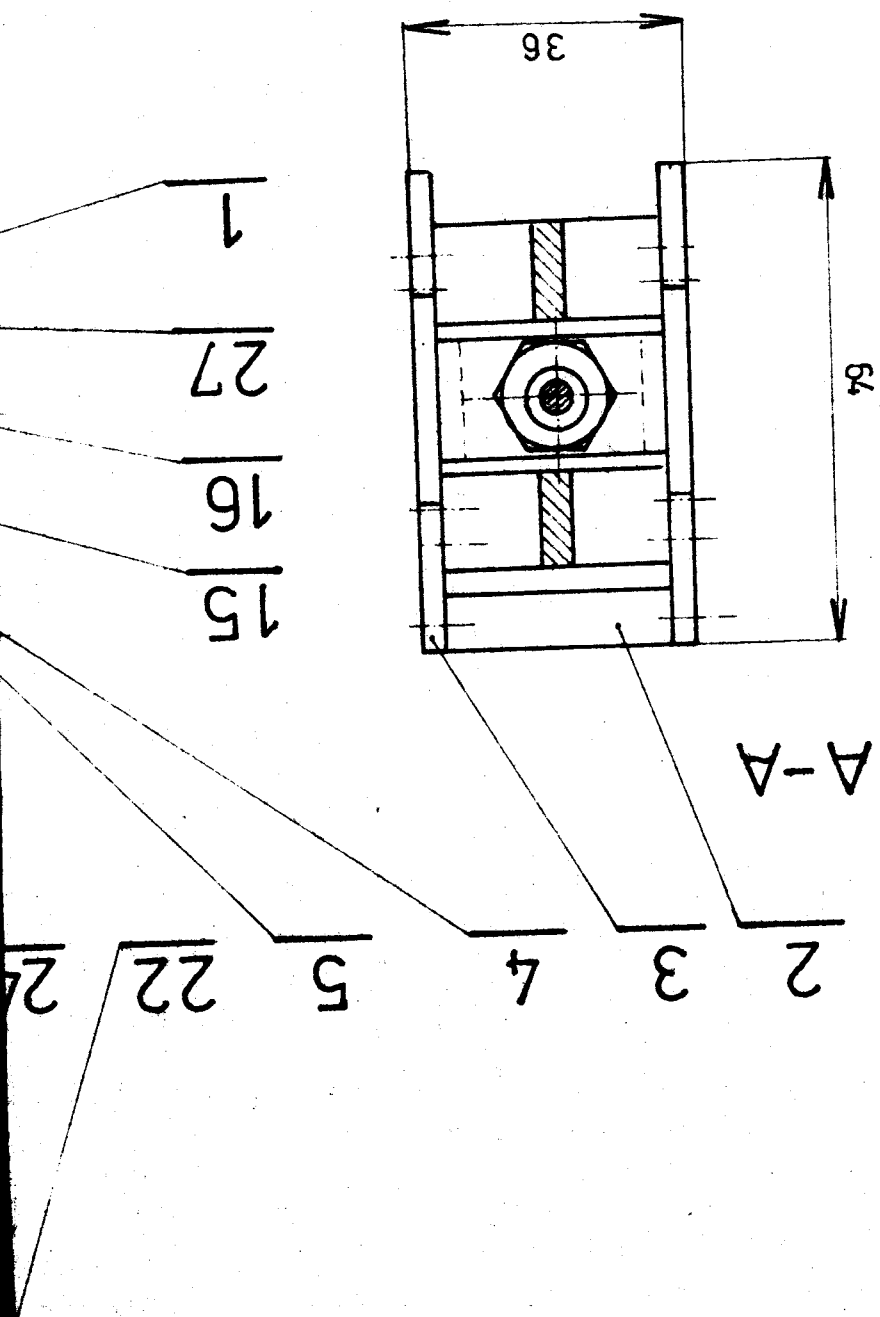


1:1

Bauch

ÚCHOPNÁ HLAVICE

2-KOM-OS-235-001/01



1	Úchopná hlávice	3-KOM-OS-235- 001/01	1
1	Rotace zápěstí	3-KOM-OS-235- 001/02	2
1	Horizontální jednotka	1-KOM-OS-235 001/03	3
1	Vertikální jednotka	1-KOM-OS-235 001/04	4

Seznam E

2.6.89

V S S T

Liberec

K U S O V N Í K

2 - KOM - OS - 235 - 001/00

2	Rameno P 4x13-132	ČSN427306 424201.61	1
1	Deska P 8x30-66	ČSN427306 424201.61	2
2	Deska P 3x64x80	ČSN427306 424201.61	3
1	Deska P 6x38x65	ČSN427306 424201.61	4
2	Bohytko PLO 12x15-25	ČSN427624 424201.61	5
1	Príchytko PLO 10x12-22	ČSN427520 424201.61	6
1	Príchytko PLO 10x30-18	ČSN427520 424201.61	7
2	Rameno P 4x8-30	ČSN427306 424201.61	8
4	Spalík 9x14-13	Teflon	9
2	Čep KR 4,5-14	ČSN425510 11343.0	10
2	Čep KR 5-18	ČSN425510 11343.0	11
1	Čep KR 4,5-13	ČSN425510 11343.0	12
2	Čelisti PLO 15x18-23	ČSN427520 424005.10	13
2	Pojistka KR 2-16	ČSN426503 10004.0	14
1	Válec Pesto	EG-6-10	15
1	Hadice Pesto	PK-3-350	16
1	Matice M8	ČSN021403.50	17
1	Matice M3	ČSN021401.50	18
1	Podložka 3	ČSN021702.10	19
6	Kroužek 4	ČSN022929.0	20

Bauch B

2.6.89

V B S T
Liberec

K U S O V N Í K

3 - KQM - OS - 235 - 001/01

1	Frank 1	CSN02151.20	21
2	Frank 2	CSN02151.20	22
3	Frank 3	CSN02151.20	23
4	Frank 4	CSN02151.20	24
5	Frank 5	CSN02151.20	25
6	Frank 6	CSN02143.92	26

Beuch 1

2.6.89

VIST
Lisec

KUBOVNIK

3 - KOM 1 OS - 235 - 001/01

1	Malina	CSN425510	12030.4	1
1	Malina	CSN425510	12030.4	2
1	Malina	CSN427020	424201.61	3
2	Malice Pasta			4
2	Vino	CSN427510	424201.61	5
1	Vino	CSN427020	424201.61	6
1	Vino	CSN427020	424201.61	7
1	Vino	CSN427510	424201.61	8
1	Pedlozka	CSN425101.2	(1373).1	9
2	Malice	Teflon		10
2	Sroub M1x9	CSN021131.20		11
4	Sroub M4x10	CSN021143.50		12
2	Thamant KP33	CSN029281		13
2	Thamant Pasta CK-1/B-PK-4			14
2	Thamant Pasta	CSN029280		15
2	Malice 600	CSN024629		16
2	Sroub M6x16	CSN021181.20		17
2	Pedlozka 6	CSN021702.10		18
1	Sroub M5x6	CSN021101.92		19
2	Malice M6	CSN021403.50		20
	Bauch E			

2.4.89

V B S T
Liberec

K U S O V N I K

3 - KON + OS - 235 - 001/02

2 Krouček 8

CSN022930

21

1 Páro 2x2x7

CSN022507

22

Bauch H

2.5.89

P. S. T.

Liberec

RUZOVNIK

3 - 10X - 06 - 235 - 001/02

1	Deska PLO 6x24-200	CSN 427306 424201.61	1
4	Lož. deska PLO 32x36-38	CSN427520 424201.61	2
2	Brída PLO 10x26x35	CSN427306 424201.61	3
1	Deska PLO 8x38-115	CSN427306 424201.61	4
1	Deska PLO 18x47-417	CSN427624 424201.61	5
1	Válec Festo	DGS-25-140	6
2	Rozdělovač Festo	MF-4-1/8	7
1	Rozdělovač Festo	MFH-3-M5	8
1	Rádiový ventil Festo	GR-M5	9
2	Vodící tyč KR 12-400	CSN426510 12050.4	10
2	Kyvné sroubení Festo	LCK-1/8-PK-4A1	11
6	Sroubení Festo	CK-1/8-PK-4	12
4	Sroubení Festo	CK-M5-PK-4	13
2	Kyvné sroubení Festo	LCK-M5-PK-4A1	14
2	Stavítelné úchytky Festo	JB-25	15
16	Sroub M5x6	CSN021143.52	16
4	Sroub M4x18	CSN021101.10	17
2	Sroub M4-B2	CSN021101.10	18
2	Sroub M3x18	CSN021151.15	19
6	Sroub M2x4	CSN021151.15	20
	Bauch E		

2.6.89

V Š S T
Liberec

K U S O V N Í K

1 - KOM - 09 - 235 - 001/03

4	Šroub M4x20	ČSN021143.52	21
1	Matice M10	ČSN021403.50	22
4	Matice M8	ČSN021403.50	23
2	Matice M4	ČSN021403.50	24
4	Šroub M6x40	ČSN021143.52	25
4	Ložisko SKF LBAS 12		26
2	Tlumič Festo	U-1/81	27
1	Podložka 10	ČSN021740.00	28
2	Podložka 4	ČSN021740.00	29
1	Šroubení Festo	E-M5-M5	30
2	Hadice Festo	PK-4-200	31
2	Hadice Festo	PK-3	32
4	Hadice Festo	PK-4	33
8	Pojistné kroužky 27	ČSN022931	34
8	KOL9K KH5-7	ČSN022150	35

Beuch E

2.6.89

V Š S T
Liberec

K U S O V N Í K

1 - KOM - OS - 235 -001/03

Verzeichnis
Lieferanten

Banko	CSN425510.10 11373.1
KR 216-7	
Priruba	CSN425510.10 11373.1
KR 96-68	
Hidel	CSN425510.10 11373.1
KR 70-102	
Priruba	CSN425510.10 11373.1
KR 79-19	
Priruba	CSN425510.10 11373.1
KR 52-19	
Hidel	CSN426510.12 12020.4
KR 20-326	
Hidel	CSN426510.12 11500.0
KR 55-296	
Banko	CSN425715.01 11500.0
KR 10-19-25	
Banko	CSN425715.01 11500.0
KR 15-3-38	
Banko	CSN425715.01 11500.0
KR 40-56-224	
Banko	CSN425715.01 11500.0
KR 20-1-14	
Banko	CSN425715.01 11500.0
KR 30-1	
Banko	CSN425510.10 11500.4
KR 22-1-3-80	
Banko	CSN425510.10 11373.1
KR 39-10	
Banko	CSN425510.10 11373.1
KR 50-10	
Banko	CSN425510.10 11500.0
KR 10-12	
Kulovs' Coy	CSN426510.12 12050.4
KR 38	
Banko	CSN425510.10 11500.0
KR 265-12	

Batch E

2.6.69

5.5.7

Liberse

K O S O V N I X

1 - KOM - OS - 235 - 001/04

1	Doraz 10x20-28	ČSN425310.12 10370.0	21
1	Ozubené kolo KR 120	ČSN426510.12 11700.4	22
1	Ozubené kolo KR 40	ČSN426510.12 11700.0	23
1	Kroužek KR 30-5	ČSN425510.10 10370.0	24
1	Kroužek KR 30-5	ČSN425510.10 10370.0	25
1	Rozdělovač Festo	MOC-3-1/8	26
2	Elektrický spínač	Typ 96901/II	27
1	Škrtkový ventil Festo	GR-1/8	28
1	Ukládání Festo	U-1/81	29
1	Šroubení Festo	E-1/8-1/8	30
2	Rychlospojka Festo	CK-1/8-PK-4	31
1	Rychlospojka Festo	CCK-1/8-PK-4A1	32
1	Rychlospojka Festo	ACK-1/8-PK-4	33
3	Ložisko SKF LBAS 20		34
1	Stejnoseměrný motor	Typ K7 A3	35
6	Šroub M5-17	ČSN021143.52	36
15	Šroub M4-10	ČSN021143.52	37
3	Šroub M6-10	ČSN021103.52	38
6	Šroub M5-8	ČSN021143.52	39
5	Šroub M6-16	ČSN021131.20	40

Bauch E

2.6.89

V Š S T
Liberec

K U S O V N Í K

1 - KOM - OS - 235 - 001/04

4	Šroub M4-10	ČSN021151.15	41
2	Šroub M4-16	ČSN021101.10	42
3	Šroub M2,5-6	ČSN021151.15	43
4	Šroub M4-8	ČSN021103.52	44
4	Šroub M2,5-5	ČSN021131.20	45
4	Šroub M4-32	ČSN021131.20	46
6	Šroub M3-8	ČSN021151.15	47
1	Šroub M2,2-6	ČSN021101.10	48
2	Ložisko 6204	ČSN024630	49
2	Kolík KR 4-6	ČSN022150.2	50
3	Matice KM 7	ČSN023630	51
1	Matice KM 2	ČSN023630	52
1	Matice KM 3	ČSN023630	53
3	Podložka MB 7	ČSN023690	54
1	Podložka MB 2	ČSN023690	55
1	Podložka MB 3	ČSN023690	56
1	Kroužek 47	ČSN022930	57
1	Matice MB	ČSN021401.40	58
1	Podložka 8	ČSN021740.00	59
1	Víčko KR 30-6	ČSN425510.00	60
	Beuch E		

2.6.89

V Š S T
Liberec

K U S O V N Í K

1 - KOM - OS - 235 - 001/04

4	Polimek 4	CSN021740.50	61
1	Polimek 15	CSN029262	62
2	Polimek 30	CSN029263	63
1	Polimek 15	CSN029261	64
2	Polimek 30	CSN029261	65
2	Polimek 30	CSN029261	66
2	Polimek 30	CSN021401.40	67
2	Polimek 30	CSN021740.00	68
5	Polimek 30	CSN021151.15	69
1	Polimek 30	PK-4-230	70
1	Polimek 30	PK-4	71
1	Perb 2x2x14	CSN022507	

Batch E

2.6.89

V S S T
Liberec

K U S O V N I K

1 - KON - QS - 235 - 001/04

ka	název-rozměr		Mat.koneč.	Mat.vých.	TO	Čvahařva	Cis.vykr.	
1	Stojan	Svařenec		11373.0				1.
2	Stojan	Svařenec		11373.0				2.
1	Stojan	Svařenec		11373.0				3.
1	Příruba	Svařenec		11373.0				4.
1	Příruba	Svařenec		11373.0				5.
1	Zákl. deska st.	Svařenec		11373.0				6.
2	Plech 3x70-120	ČSN425310		11373.0				7.
1	Plech ø 70x3	ČSN425310		11373.0				8.
1	Plech 200x160	ČSN425302		11320.0				9.
1	Plech 400x280	ČSN425310		11373.0				10.
4	Op. des. ø 30x4	ČSN425310		11373.0				11.
1	Pod. des. 350x30x16	ČSN643210						12.
2	Tyč ø 30x1030	ČSN425310		11373.0				13.
1	Krou. ø 40x3x8	ČSN425715		11353				14.
1	Krou. ø 22x3x8	ČSN425715		11353				15.
1	Vložka ø 90x30	ČSN426510		11373.0				16.
1	Vložka ø 96x35	ČSN426510		11373.0				17.
1	Pouz. ø 100x80	ČSN426510		11373.0				18.
1	Vložka ø 70x35	ČSN426510		11373.0				19.
1	Vložka ø 65x65	ČSN426510		11373.0				20.
2	Úhel. 16x25x350	ČSN425545		11343.0				21.
2	Úhel. 16x25x430	ČSN425545		11343.0				22.
2	Spojka					DP-VS-155/78-1-0-00		23.
2	Mot. Z22LT105	MEZ Náchoč						24.
4	Hřídl. ø 15x70	ČSN426510		11373.0				25.
8	Tyče s pneu. poh.					DP-VS-76/73-1-1-03		26.
4	Ložís. 6000 22	ČSN024790						27.
3	Ložís. 16005	ČSN024630						28.
3	Ložís. 16003	ČSN024630						29.

KUSOVNÍK

DP-VS-161/79-1-3-00

25.5.1979

ks	Název-rozměr		Mat.koneč.	Mat.vých.	TO	Čváb	h	vač	ís.výkre.	Pos
1	Vedení	ČSN425315		17241						30.
4	Kryt-manžety	ZAZJaromč.								31.
1	Šroub Trp 25000	ČSN426510		11700.0						32.
1	Šroub Trp 40x700	ČSN426510		11700.0						33.
12	Šroub M5x9	ČSN021143								34.
18	Šroub M6x20	ČSN021143								35.
10	Šroub M8x20	ČSN021143								36.
6	Šroub M8x35	ČSN021143								37.
16	Šroub M6x12	ČSN021143								38.
12	Šroub M8x15	ČSN021143								39.
6	Šroub M8x12	ČSN021143								40.
6	Šroub M5x10	ČSN021143								41.
6	Šroub M8x8	ČSN021143								42.
3	Stav.šroub M7x5	ČSN021143								43.
3	Ma.pob.š.Tr2075	ČSN433144		Cu-AL9-MN2						44.
1	Ma.pob.š.Tr2575	ČSN433144		Cu-AL9-MN2						45.
4	Šroub M8x22	ČSN021101								46.
16	Šroub M12x170	ČSN021101								47.
1	Matice KM3	ČSN023630								48.
1	Matice KM5	ČSN023630								49.
16	Matice M12x1,25	ČSN021401								50.
4	Matice M10	ČSN021401								51.
16	Podlož. 12,2	ČSN021140								52.
4	Podlož. 10,2	ČSN021740								53.
5	Šroub M3x8	ČSN021130								54.
4	Podlož. 8,2	ČSN021740								55.
1	Podlož. MB3	ČSN023638								56.
1	Podlož. MB5	ČSN023638								57.
2	Krožek 25	ČSN022930								58.

KUSOVNÍK

DP-VS-161/79-1-3-00