

Vysoká škola: strojní a textilní

Katedra: textilních strojů a teorie  
mechanismů

Fakulta: strojní

Školní rok: 1978/79

## DIPLOMOVÝ ÚKOL

pro Josefa B A J T A L U

obor 23-34-8 výrobní stroje a zařízení

Protože jste splnil... požadavky učebního plánu, zadává Vám vedoucí katedry ve smyslu směrnic ministerstva školství o státních závěrečných zkouškách tento diplomový úkol:

Název tématu: Roboty a manipulátory a jejich uplatnění u bezvřetennových doprůvčacích strojů

### Pokyny pro vypracování:

Při řešení úkolu se zaměřte na:

- a/ možnost uplatnění u strojů BD 200, jmenovitě v oblasti transportu cívek
- b/ klasifikaci prostorových mechanismů mechanické ruky
- c/ klasifikaci pohonu manipulátoru

Autorské právo se řídí směrnicemi  
MŠK pro státní záv. zkoušky č. j. 31  
727/32-III/2 ze dne 13. července  
1962 (MŠK) a č. j. 31/72 ze dne  
31.8.1962 (MŠK) a č. j. 115/53 Sb.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ  
Ústřední knihovna  
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 5  
PSČ 461 17

Rozsah grafických laboratorních prací: Konstrukční sestava vybraného manipulátoru

Rozsah průvodní zprávy: 15 stran strojopisu formátu A4

Seznam odborné literatury:

Lindauer, J.: Diplomová práce 1976

YOUNG, J.: Robotics, 1977

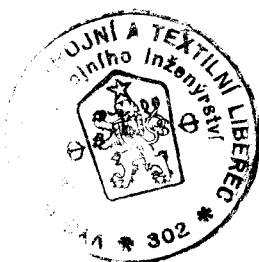
Sborník: Integralnyje roboty, 1973

Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Jaroslav Charvát, CSc

Konsultanti: Ing. František Pešek, Kovostav Hrátnice

Datum zahájení diplomové práce: 10. 10. 1978

Datum odevzdání diplomové práce: 25. 5. 1979



Doc. Ing. Jaroslav Charvát, CSc  
Vedoucí katedry

Doc. RNDr. Bohuslav Stráž, CSc  
Děkan

v Liberci

dne 9. 10.

19 78

V Š S T   L I B E R E C

Fakulta strojní

Obor 23 - 34 - 8

Stavba výrobních strojů a zařízení

Textilní stroje

Katedra textilních strojů a teorie mechanismů

ROBOTY A MANIPULÁTORY A ICH UPPLATNENIE NA

BEZVRETNOSTNÝCH DOPRIADACÍCH STROJOCH

Jozef Bajtala

Vedúci práce : Doc. Ing. Jaroslav Charvát, CSc,

VŠST Liberec

Konzultant : Ing. František Pešek, ELITEX Hnátnice

Rozsah práce a príloh

Počet strán ..... 47

Počet tabuliek ..... 3

Počet obrázkov ..... 13

Počet výkresov ..... -

Počet modelov ..... -

DT :

25. mája 1979

Miestoprísažne prehlasujem, že som diplomovú prácu  
vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry.

V Liberci dňa 25. mája 1979

Josef Bajtala

## OBSAH

|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
| 1. Úvod .....                                     | 6  |
| 1.1 Súčasný stav vývoja robotov .....             | 8  |
| 2. Stavba priestorových mechanizmov robota .....  | 11 |
| 2.1 Kinematické štruktúry robotov .....           | 11 |
| 2.2 Kinematické reťazce robotov .....             | 14 |
| 2.2.1 Kinematické dvojice .....                   | 15 |
| 2.3 Pohyblivosť kinematického reťazca .....       | 17 |
| 2.4 Príklady kinematických štruktúr robotov ...   | 18 |
| 3. Pohony .....                                   | 21 |
| 3.1 Hydraulické pohony .....                      | 23 |
| 3.2 Pneumatické pohony .....                      | 27 |
| 3.3 Elektrické pohony .....                       | 29 |
| 4. Bezvretenový doprjadací stroj BD 200 - S ..... | 33 |
| 4.1 Usporiadanie stroja .....                     | 33 |
| 4.1.1 Funkcie stroja .....                        | 33 |
| 4.1.2 Hlavné časti stroja .....                   | 34 |
| 4.1.3 Rez strojom .....                           | 35 |
| 4.2 Dopravník cievok .....                        | 37 |
| 4.3 Snímacie zariadenie .....                     | 38 |
| 4.3.1 Popis pracovného cyklu snímača .....        | 39 |
| 4.3.2 Časový rozvrh funkcií snímača .....         | 43 |
| 4.4 Paletizačný stroj APS 200 .....               | 44 |
| 5. Záver .....                                    | 45 |
| 6. Literatúra .....                               | 47 |

## Zoznam príloh.

- I. Konštrukčný výkres snímača
- II. Prospekt stroja ED 200-S
- III. Roboty MHU-Junior a Unimate
- IV. Roboty Uniman, ASEA, Kaufeldt, Versatran
- V. Roboty UM-1, Teaman, Kawasaki Unimate
- VI. Roboty Robitus, Uniman, Trallfa

## 1. Úvod

Modernizácia výroby a skvalitňovanie výrobných procesov, sú jednou zo základných požiadaviek zvyšovania životnej úrovne našej socialistickej spoločnosti. To potvrdil vo svojich záveroch aj XV. zjazd KSČ, ktorý uložil odvetviam spotrebného priemyslu ďalšie náročné úlohy. To sa týkalo aj textilného priemyslu, kde sa má podľa Smernice pre hospodársky a sociálny rozvoj ČSSR v rokoch 1976 - 1980 zvýšiť výroba o 17 - 20%. V textilnom priemysle majú byť vytvorené podmienky pre krytie požiadaviek obyvateľstva po kvalitnejších druhoch textilného tovaru. Rast objemu textilnej výroby sa neobíde bez zavádzania nových, produktívnejších a spoľahlivejších strojov a zariadení.

Súčasný vývoj výrobných technológií sa orientuje na automatizované výrobné systémy, v ktorých sa ručná manipulácia s objektom technologického spracovania mení na strojovú činnosť a s technologickými operáciami sa synchronizuje do automatického uzavretého cyklu. V tomto vývoji sa objavili nové prostriedky náhrady ručnej práce vo výrobe - priemyselné roboty. Priemyselné roboty sa zahrňujú medzi adaptívne automatické systémy pozostávajúce z mechanickej a riadiacej časti. Ich špecifickým znakom je mechanické zariadenie, ktoré nahrádza činnosť ľudských rúk vo výrobnom procese. Charakteristickou vlastnosťou priemyselných robotov je ich univerzálnosť a schopnosť programovania na rôzne úlohy. Na základe

týchto vlastností sa o priemyselných robotoch začína uvažovať o náhrade človeka priamo vo výrobnom procese. Najmä v socialistickej spoločnosti, kde neexistujú obavy z nezamestnanosti, môžu sa priemyselné roboty stať významným nástrojom racionalizácie výroby a nahradit' človeka všade tam, kde je zdraviu škodlivá, fyzicky a psychicky namáhavá a monotónna práca. Priemyselné roboty môžu zohrať významnú úlohu pri skracovaní pracovného času a uvoľňovaní čoraz väčšieho počtu ľudí na tvorivú činnosť.

V prvej a druhej časti svojej práce sa zaoberám obecnými otázkami okolo manipulátorov a priemyselných robotov. Kinematická štruktúra výkonného orgánu robota - ruka je znázornená pomocou otvorených kinematických reťazcov, sú tu uvedené základné kinematické štruktúry a popísané druhy pohonov robotov. V tretej časti sa zaoberám bezvretanovým dopravným strojom BD 200 - S.

### 1.1 Súčasný stav vývoja robotov

Priemyselný robot je automatické manipulačné zariadenie ľubovoľne programovateľné v troch osiach, s podávačimi rukami (chápadlami) alebo technologickými nástrojmi, určené na použitie v priemysle.

Pod pojem priemyselný robot sa preto nemajú zahrňovať neprogramovateľné jednoučelové manipulačné automaty, človekom riadené manipulačné zariadenia (manipulátory), ani zariadenia, v ktorých je človek jedným z prvkov systému (teleoperátory).

Prvým robotom sa nevenovalo veľa pozornosti, pretože len ojedinelé zapadali do vtedajšej štruktúry výroby. Všeobecný pokrok v automatizácii diskretných procesov však podnietil záujem o priemyselné roboty. V roku 1974 sa vývojom a výrobou priemyselných robotov zaoberalo viac ako 100 firiem, ktoré dodali na trh okolo 3 000 robotov. Prehľad výroby a použitia robotov v roku 1974 uvádza tab. 1.1.

Podľa vývojových znakov sa priemyselné roboty delia na tri generácie.

Prvú generáciu predstavujú súčasné roboty. Ich znakom je obmedzenosť funkčných vlastností a len ojedinelé vybavenie snímačmi na získavanie informácií z okolitého prostredia. Patrí sem programovateľné manipulátory, resp. „priemyselné roboty nízkej úrovne“, určené na podávanie a odoberanie objektov od výrobných strojov, ktoré majú obyčajne nižšiu nosnosť a presnosť. Predstaviteľom robotov je výrobok firmy Elektrolux (Švédsko) MHU-Junior.

Druhú generáciu predstavujú priemyselné roboty vyššej

Tabuľka 1.1

| Štát           | Počet<br>firiem<br>vyrábajúcich<br>roboty | Počet<br>použitých<br>robotov | Počet<br>použitých<br>modelov<br>robotov |
|----------------|-------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------|
| Japonsko       | 50                                        | 1 500                         | 112                                      |
| USA            | 30                                        | 800                           | 21                                       |
| Veľká Británia | 4                                         | 180                           | 15                                       |
| Francúzsko     | 3                                         | 50                            | 6                                        |
| Švédsko        | 2                                         | 210                           | 4                                        |
| Iné štáty      | 10                                        | 260                           | 12                                       |
| Spolu          | 100                                       | 3 000                         | 170                                      |

úrovne, s lepšimi kvantitatívnymi vlastnosťami, predstavi-  
telnou tejto skupiny je robot Unimate (USA).

Očakáva sa, že ešte v tomto storočí sa objavia priemyselné roboty tretej generácie, ktoré budú schopné samostatne riešiť úlohy vznikajúce vo výrobnom procese. Roboty tejto generácie budú vybavené veľkým počtom snímačov, zložitým riadiacim systémom, ktorý bude koordinovať prácu viacerých rúk a nôh. Roboty budú vysoko adaptibilné a budú schopné prevziať od človeka príkazy v hovorovej reči.

V ďalšom vývoji robotov existujú dva základné smery, vyplývajúce z potreby automatizovať malosériovú, a do istej miery aj kusovú výrobu. Prvou tendenciou je skonštruovať univerzálne roboty, schopné prevziať celý komplex úloh. Taký robot musí mať minimálne šesť stupňov voľnosti pracovného (výkonného) orgánu, musí byť schopný identifikovať základné predmety a získavať potrebné informácie zo svojho okolia. Robot tohto typu by už ne-

potreboval nákladné zariadenia na orientáciu a usporiadanie premiestňovaných objektov a mohol by sa efektívne využívať na rôznych pracoviskách.

Druhý smer vo vývoji robotov reprezentuje úsilie konštruovať účelové roboty, len na vykonanie určitých úloh. Na to je vhodný stavebnicový systém, ktorý umožňuje dať robotu len nevyhnutný počet stupňov voľnosti a nevyhnutnú kapacitu pamäti. Stavebnicový systém umožní konštrukciu cenovo prijateľných robotov, ktoré sa budú hospodárnejšie využívať aj v špeciálnych prípadoch.

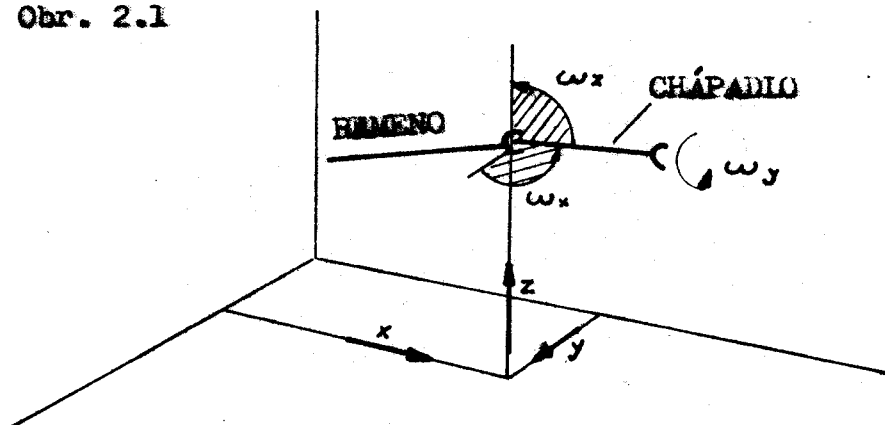
Nezávisle od vývojových tendencií musia byť roboty v budúcnosti pružné a ľahko programovateľné. Ich konštrukcia musí umožňovať jednoduchú obsluhu a údržbu, synchronizáciu s výrobnými a dopravnými strojmi, možnosť kombinácií bodového a spojitého riadenia a možnosť riadiť roboty centrálnym počítačom.

## 2. Stavba priestorových mechanizmov robota

### 2.1 Kinematické štruktúry robotov

Aby výkonný orgán robota - ruka - dosiahla ľubovoľný bod v priestore, sú potrebné tri pohybové osi, resp. tri stupne voľnosti. Na to, aby sa ruka v dosiahnutom bode mohla ľubovoľne orientovať voči manipulovanému predmetu, potrebné sú ďalšie tri stupne voľnosti (obr. 2.1).

Obr. 2.1



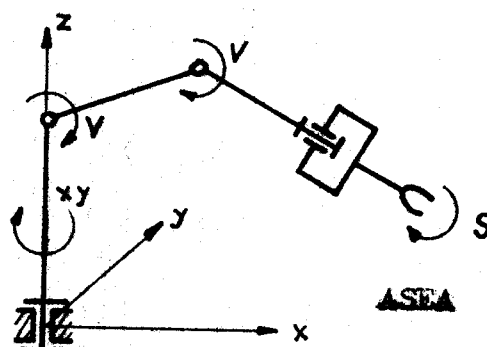
Univerzálne typy robotov majú 6 aj viac stupňov voľnosti. Treba pripomenúť, že zvyšovanie stupňov voľnosti komplikuje celú konštručnú schému, znižuje presnosť a nosnosť robota. V konštrukciách priemyselných robotov sa preto prejavuje snaha obmedzovať počet stupňov voľnosti podľa konkrétnych podmienok použitia robota. Väčšina v súčasnosti vyrábaných priemyselných robotov má štyri stupne voľnosti a jednoduchšie typy sú početnejšie.

Počet stupňov voľnosti a kinematický princíp, ktorý ich zabezpečuje, rozhoduje o mechanickej koncepcii prie-

myselného robota. Podľa kinematickej štruktúry možno konštrukcie priemyselných robotov rozdeliť do štyroch základných skupín.

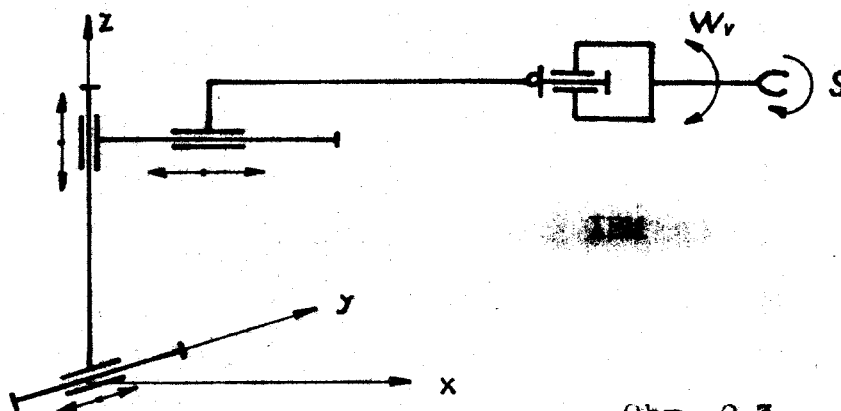
Do prvej skupiny patria priemyselné roboty, ich kinematická štruktúra je odvodená od troch rotačných pohybov (RRR) obr. 2.2. Ich prednosťou je obrátnosť, možnosť vykonávať zalomeným ramenom práce bezprostrednej blízkosti osi  $z$ , ako aj obchádzať prekážky v zóne obsluhy.

Obr. 2.2



Druhú skupinu predstavujú priemyselné roboty, ktorých kinematika je odvodená od troch lineárnych pohybov (PPP) obr. 2.3. Tieto zariadenia pracujú v kartézskom systéme. Tu je zaujímavá varianta pri ktorej sa jeden lineárny pohyb zaisťuje pojazdom portálu. Takéto usporiadanie znižuje nároky na zastavanú plochu.

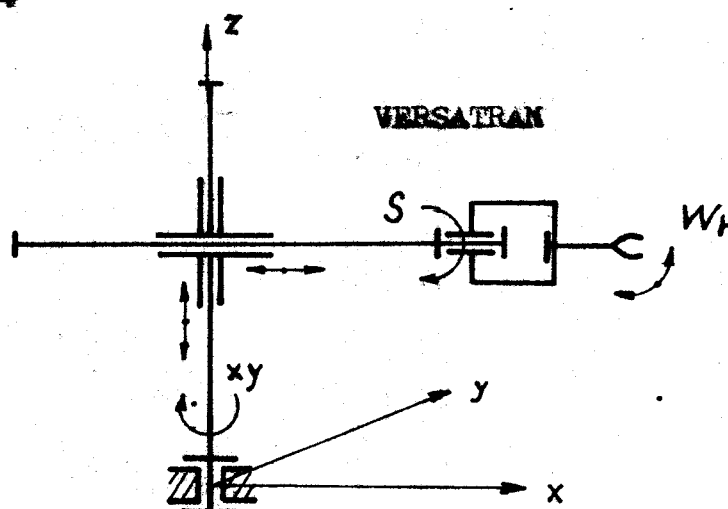
Tretiu skupinu tvoria priemyselné roboty s jedným rotačným a dvomi posuvnými pohybmi (PPR) obr. 2.4. Roboty sú umiestnené na pevnom, alebo pohyblivom podstavci, pričom nosné rameno ukončené rukou sa vertikálne pohybuje po zvislom stĺpe. Stĺp sa môže otáčať okolo osi  $z$ . Pri horizontálnych pohyboch ruky sa rameno teleskopicky skracuje, alebo



Obr. 2.3

predlžuje, alebo sa presúva celé späť na druhú stranu stípa. V prvom prípade zostáva v blízkosti osi  $z$  nevyužitý priestor, v druhom prípade treba pri inštalácii robota počítať s voľným priestorom aj na druhej strane stípa. Ďalšie tri stupne voľnosti sú odvodené od pohybov chápadla alebo technologickej hlavice.

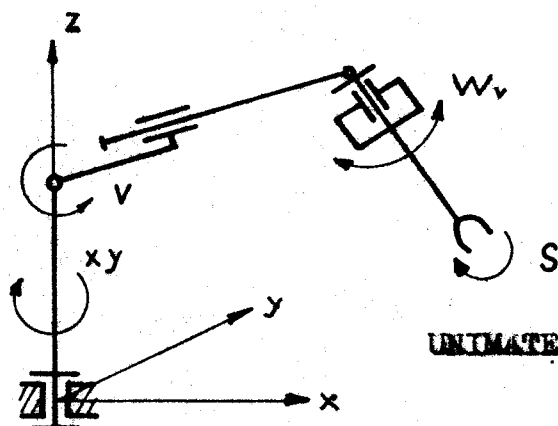
Obr. 2.4



V štvrtej skupine sú roboty so štruktúrou tvorenou

jedným posuvným a dvomi rotačnými pohybmi (PRR) obr. 2.5, štruktúru tvorí sférický súradný systém. Rameno sa okrem otáčania aj naklápa a tým zabezpečuje vertikálny pohyb ruky. Horizontálny pohyb sa zabezpečuje vysúvaním ramena. Prednosťou tohto usporiadania je lepšie umiestnenie zóny obsluhy - nevýhodou náročnejšia orientácia ruky robota. Pri horizontálnej zmene polohy ramena sa musí prestaviť aj ruka, aby sa dodržala jej konštantná orientácia.

Obr. 2.5



## 2.2 Kinematické reťazce robotov.

Ruka robota je tvorená niekoľkými prvkami, vzájomne spojenými kinematickými dvojicami, a vytvára tzv. kinematický reťazec. Jednotlivé prvky robota nazveme členmi alebo článkami reťazca. Kinematické reťazce rozlišujeme:

- a) zatvorené alebo otvorené
- b) jednoduché alebo zložené
- c) voľné alebo viazané
- d) rovinné alebo priestorové

**Uzatvorený reťazec** - každý člen je viazaný najmenej dvomi kinematickými dvojicami s ostatnými členmi.

**Otvorený reťazec** - v reťazci existujú i členy s jednou kinematickou dvojicou.

**Jednoduchý reťazec** - každý člen je spojený s ostatnými členmi reťazca najviac dvomi kinematickými dvojicami.

**Zložený reťazec** - aspoň jeden člen reťazca je spojený s väčším počtom kinematických dvojíc než dve.

**Voľný reťazec** - žiadny člen nie je súčasťou pevného rámu.

Ruka robota tvorí kinematický reťazec, ktorý je otvorený, jednoduchý, viazaný a priestorový. Stupňami voľnosti chápadla rozumieme počet na sebe nezávislých súradníc, nutných k určeniu chápadla v priestore. Tento počet súradníc je totožný s počtom na sebe nezávislých dielčích pohybov, na ktoré môžeme pohyb chápadla rozložiť.

### 2.2.1 Kinematické dvojice.

Kinematické dvojice, spájajúce jednotlivé členy reťazca realizujú plošný, krivkový alebo bodový styk elementov. Podľa toho ich rozdeľujeme na nižšie alebo vyššie kinematické dvojice. Podľa pohyblivosti, akú pripúšťajú, môžeme ďalej hovoriť o triedach kinematických dvojíc.

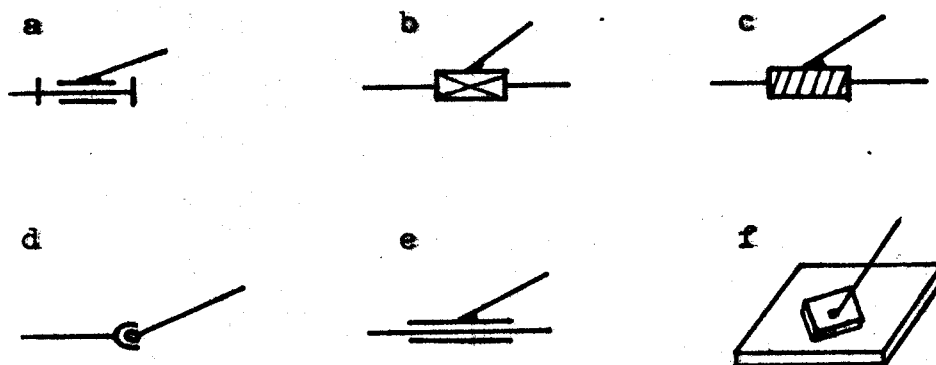
Najdôležitejšie nižšie kinematické dvojice (styk sa u nich uskutočňuje v ploche) sú tieto (obr. 2.6) :

a) R - rotačná  $i = 1^\circ$

b) P - posuvná  $i = 1^\circ$

- c) S - skrutková  $i = 1^\circ$   
 d) G - sférická  $i = 3^\circ$   
 e) C - cylindrická  $i = 2^\circ$   
 f) F - plošná  $i = 3^\circ$

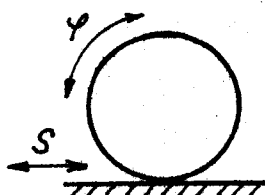
Obr. 2.6



Okrem nižších kinematických s plošným stykom máme vyššie kinematické dvojice s priamkovým alebo bodovým stykom. Z nich najväčší význam má dvojica valivá (V), ktorá má styk priamkový, pohyb sa deje v jednej rovine a má jeden stupeň voľnosti (obr. 2.7). Podobná je i dvojica obecná (O) u ktorej okrem valenia dochádza aj ku sklzu a preto má dva stupne voľnosti.

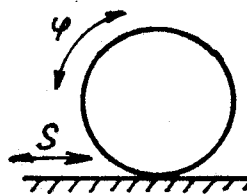
Obr. 2.7

Obecná



Valivá

$$\Delta S = r \cdot \Delta \varphi$$



### 2.3 Pohyblivost kinematického řetězce

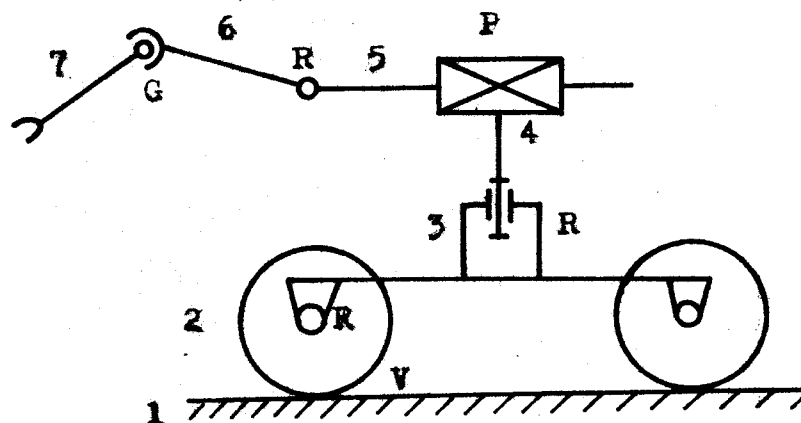
Pohyblivost (počet stupňů volnosti) řetězce označíme písmenem  $I$ , počet členů řetězce  $n$ . Písmenami  $R$ ,  $P$ ,  $S$ ,  $G$ ,  $C$ ,  $F$ ,  $O$ ,  $V$  označíme počty příslušných kinematických dvojíc v řetězci,  $d$  nám značí počet větkových kinematických dvojíc. Pohyblivost, kterou připuště  $j$ -tá dvojice označíme  $i_j$ . Pohyblivost kinematického řetězce je potom daná vztahem:

$$I = 6(n-1) - \sum_{j=1}^d (6-i_j) = 6(n-d-1) + \sum_{j=1}^d i_j =$$

$$= 6(n-d-1) + (P+R+S+V) + 2(C+O) + 3(G+F)$$

Ako príklad uvedieme určenie pohyblivosti ruky robota s kinematickou štruktúrou VRPRG, obr. 2.8. (Jedna valivá a rotačná dvojica tu vytvárajú len pohyb lineárny, preto spolu dovoľujú jeden stupeň voľnosti.

$$\begin{array}{lll} n = 7 & R = 2 & V = 1 + 1 \\ P = 1 & d = 6 & G = 1 \end{array}$$



$$I = 6(n-d-1) + (P+R+V) + 3G = 6(7-6-1) + (1+2+1) + 3 \cdot 1 = 7$$

Kombináciami kinematických dvojíc môžeme vytvárať rôzne kinematické štruktúry robotov a manipulátorov. Máme kinematické dvojice prvej triedy R, P, S, V, dve dvojice druhej triedy O, C, pri čom dvojicu C môžeme nahradiť skupinou RP, a potom tu sú ešte dvojice tretej triedy G, F, ktoré zase môžeme nahradiť skupinami dvojíc RRR a PPR. Obecné alebo valivé dvojice sa najčastejšie používajú pre snímanie programu zachyteného na vačkovom hriadeli. Valivé a skrutkové dvojice ďalej slúžia často v spojení s dvojicou rotačnou k transformácii rotačného pohybu na pohyb lineárny.

Kinematické štruktúry ruky robota môžeme vtedy vyjadriť len kombináciami dvojíc prvej triedy P a R. Pre štruktúru ruky robota sú najdôležitejšie prvé tri stupne voľnosti, pretože usporiadanie prvých troch kinematických dvojíc, ktoré ich zaisťujú, určuje typický manipulačný priestor a ďalšie vlastnosti robota. Ďalšie stupne dovoľujú pohyb v „zápästí“ ruky robota, umožňujú potrebné natočenie chápadla alebo technologickej hlavice.

#### 2.4 Príklady kinematických štruktúr robotov.

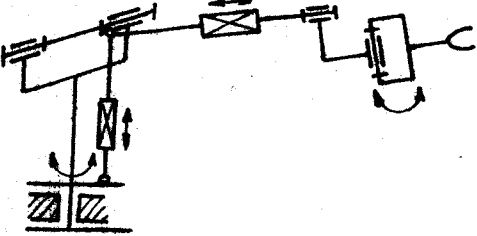
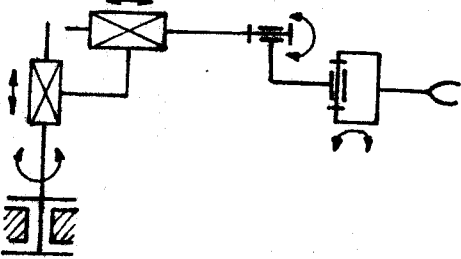
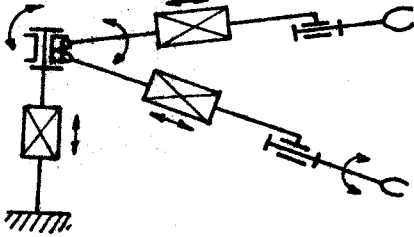
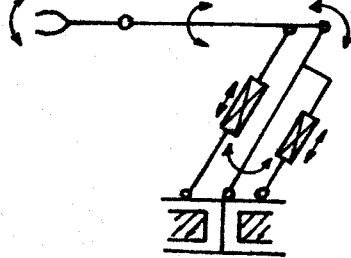
Kinematické štruktúry niektorých priemyselných robotov sú v tab. 2.1. Kinematickú štruktúru priemyselných robotov pozostávajúcu z jedného rotačného a dvoch translačných pohybov má až 72% robotov (Versatran), 10% robotov má štruktúru odvodenú z dvoch rotačných a jedného translačného pohybu (Unimate), pri 4% robotov pozostáva z troch translačných pohybov (IBM Production Terminals) a pri 3%

robotov z troch rotačných pohybů (ASEA). Jednotlivé varianty sa odlišujú tvarom manipulačného priestoru a väzbou pohybových osí. Využitie netradičných usporiadaní kinematických štruktúr robotov je však podmienené vývojom nových typov pohonov, ich miniaturizáciou a zvyšovaním spoľahlivosti.

Tabuľka 2.1

| Typ robota           | Kinematická schéma |
|----------------------|--------------------|
| Kaufeld<br>(Švédsko) |                    |
| KAR<br>(Japonsko)    |                    |
| ASEA<br>(Švédsko)    |                    |

Pokračovanie tabuľky 2.1

| Typ robota                                               | Kinematická schéma                                                                   |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Unimate (USA)<br>Robotus (Japonsko)<br>Tosman (Japonsko) |    |
| Versatran<br>(Veľká Británia)<br>UM-1 (ZSSR)             |   |
| Aida - Autohand<br>(Japonsko)                            |  |
| Trallfa (Švédsko)                                        |  |

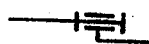
## VYSVETLIVKY



VÍSUVNÝ VALEC



CHÁPADLO



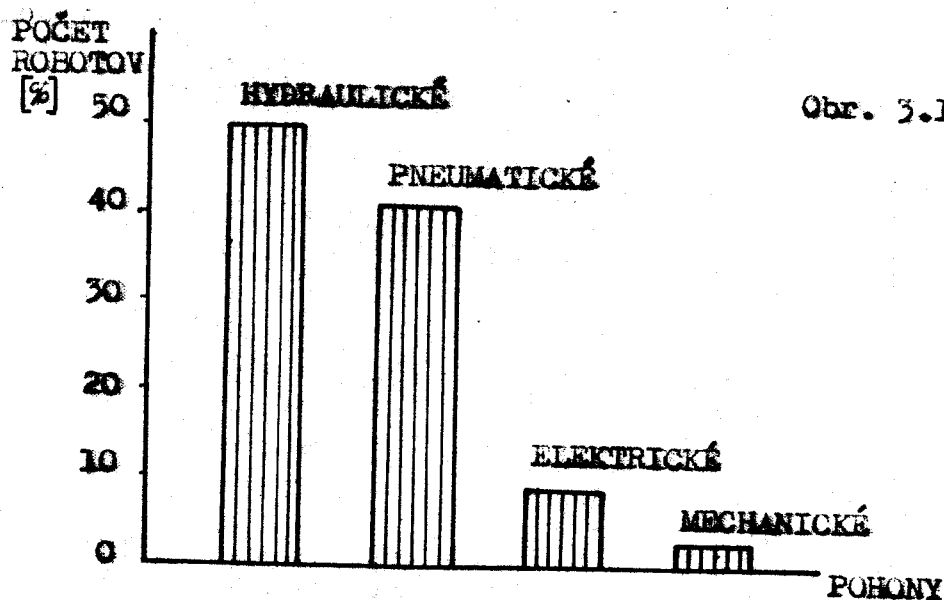
OTOČNÉ PÚZDRO



OTOČNÝ KÍB

### 3. Pohony

Pohyby pracovných orgánov robota v smere jednotlivých osí sa zabezpečujú pohonní. Používajú sa pohony hydraulické, pneumatické, elektrické a ich kombinácie (obr. 3.1). Prednosti jednotlivých pohonov sú porovnané v tab. 3.1. Z obrázku 3.1 vidno, že v súčasnosti prevláda hydraulický pohon. Jeho prednosťami sú : dosiahnutie značných síl pri relatívne malých rozmeroch hydraulických prvkov, plynulé riadenie pracovných rýchlostí a ľubovoľný počet pracovných medzipolôh. Nedostatkom tohto pohonu je potreba nákladného a náročného hydraulického agregátu.



Roboty a nižšou nosnosťou často majú pneumatické pohony. Ich prednosťou sú nízke náklady a jednoduchá údržba. Nedostatkom sú väčšie rozmery vzhľadom na stlačiteľnosť vzduchu, nižšia presnosť a obmedzený počet nastaviteľných polôh na pohybovej osi.

V poslednom čase sa do popredia dostávajú elektrické

| Vlastnost \ Pohon           | Mechanický      | Pneumatický                             | Hydraulický                             | Elektrický               |
|-----------------------------|-----------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------|
| Spůsob transformace energie | mechanická      | elektrická<br>pneumatická<br>mechanická | elektrická<br>hydraulická<br>mechanická | elektrická<br>mechanická |
| Nedbytočnost prvků          | bez             | bez                                     | bez                                     | částečná                 |
| Účinnost pohonu             | vysoká          | vysoká                                  | vysoká                                  | nízká                    |
| Spěšibilita řízení          | nízká           | nízká                                   | vysoká                                  | vysoká                   |
| Měrný výkon                 | nízký           | středný                                 | vysoký                                  | středný                  |
| Zvyšování uchopovací síly   | tvrdé           | mákké                                   | tvrdé                                   | tvrdé                    |
| Závislost od teploty        | nízká           | vysoká                                  | vysoká                                  | nízká                    |
| Tečnost                     | bez<br>problému | velký<br>problém                        | velký<br>problém                        | bez<br>problému          |

Tabulka 3.1

pohony. Najprogressívnejším pohonom sa stávajú číslicové riadené krokové motory, ktoré zabezpečujú presné medzi-polohy a možno ich priamo prepojiť na číslicové riadiace systémy.

### 3.1 Hydraulické pohony

Hydraulické pohony priemyselných robotov zahŕňujú:

1. stabilizovaný zdroj tlakovej kvapaliny,
2. systém servoventilov na zabezpečenie programovej polohy pracovných orgánov robota,
3. hydraulické motory,
4. tlakový rozvod.

Zdrojom tlakovej kvapaliny je spravidla agregát pozostávajúci z elektromotora s vysokotlakovým čerpadlom, nádrže s kvapalinou a chladiča. Základným problémom zdrojov tlakovej kvapaliny na pohon robotov je stabilizácia tlaku v hydraulickom obvode. Vyplyva to z týchto faktorov:

1. Vlastností pracovných kvapalín, tesnení a konštrukčných materiálov používaných v elektrohydraulických pohonoch robotov sa menia v dôsledku nežiadúcich faktorov atypických prostredí. Ide napríklad o vysoký tlak, rádioaktívne žiarenie, vysokú teplotu, vákuum a podobne, ktoré menia charakteristiku samotného hydraulického pohonu v dôsledku zmeny trenia.

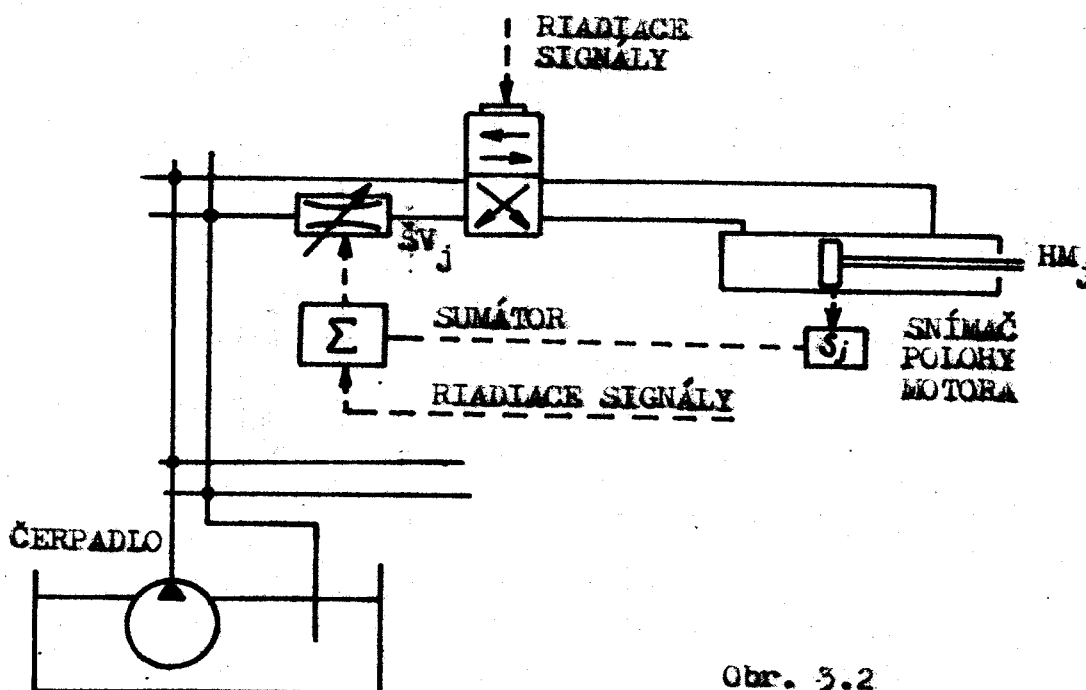
2. Zaťaženie hydromotorov je premenlivé. Pri analýze a syntéze systému riadenia priemyselných robotov je nevyhnut-

né brať do úvahy rozsah týchto zmien. Vonkajší statický moment zataženia sa môže meniť od maximálnej hodnoty, ktorú ohraňuje nosnosť priemyselného robota až po minimálnu hodnotu, ktorú určujú trecie odpory.

Pre hydraulický pohon je najnepriaznivejšia stupňovitá zmena vonkajšieho statického momentu, charakterizovaná okamžitou zmenou zataženia. Analýza možných variantov hydraulických pohonov robotov ukazuje účelnosť skupinového hydraulického pohonu. Jeho prednosťou je jednoduchá konštrukcia, má však aj určité nedostatky, medzi ktoré patria: vzájomný vplyv hydraulických motorov pri práci s nerovnými rýchlosťami, nestálosť charakteristík pohonu a nevyhnutnosť škrtenia kvapaliny. Zapríčiňuje to straty výkonu pohonného agregátu a ohrev hydraulického pohonu sa odstraňuje špeciálnymi úpravami, ktoré umožňujú používať tento systém aj v zložitých automatických zariadeniach priemyselných robotov spojených s počítačom. Úpravy sa zameriavajú na stabilizáciu rýchlosti v skupinovom hydraulickom pohone pri meniacom sa zatažení, t.j. odstraňuje sa vzájomné pôsobenie hydraulických motorov.

Principiálna schéma skupinového hydraulického pohonu robotov so stabilizáciou rýchlosti pracovných orgánov je na obr. 3.2. Hydraulický systém sa skladá z regulovateľného hydraulického čerpadla a automatickou reguláciou tlaku a z bezpečnostných ventilov. Hydraulická jednotka môže pozostávať aj z niekoľkých menších neregulovateľných hydraulických čerpadiel, ktoré sa podľa potreby automaticky napájajú na hlavné výtlačné potrubie. Hydraulický systém môže

mať väčší počet pracovných orgánov a hydraulickými motormi. Hydraulický obvod zabezpečuje prácu každého hydraulického motora so stabilizáciou rýchlosti pracovných orgánov.



Obr. 3.2

Stabilizácia rýchlosti ľubovoľného hydraulického motora sa zabezpečuje signálom spätnej väzby z príslušného snímača, ktorý sa prenáša na sumátor a z neho na regulačný škrtiaci ventil. Absolútnu hodnotu rýchlostí hydraulického motora zabezpečuje signál riadiacej jednotky robota. Na reverzáciu pracovného orgánu je do systému zaradený elektromagnetický ventil, ovládaný riadiacou jednotkou, signálmi typu „ÁNO“ a „NIE“.

Programom presne definovaná poloha výkonného orgánu robota sa zabezpečuje systémom servoventilov. Servoventily používané v konštrukciách robotov majú konštantnú tlakovú

stratu a má spravidla štvorcestnú. Veľkosť prietoku tlakového oleja servoventilom je úmerná vstupnému elektrickému signálu. Servoventily sú určené na prácu v uzatvorených slučkách v polohových, rýchlostných a sieťových systémoch. Vstupný jednosmerný elektrický signál ovláda výstup z ventilu, teda aj zmysel a veľkosť prietoku tlakového oleja hydraulického motora v zodpovedajúcom súradnicovom smere.

V nastavovacích elektromotorčekom používaných v servoventilech treba rátať s hystereziou a zvyškovým magnetizmom, ktorý zostáva, keď prúd prechádzajúci vinutím klesne na nulovú hodnotu. To spôsobuje, že nulová poloha servoventilu bude posunutá v jednom alebo druhom smere v závislosti od zmyslu, ktorým sa piest pohyboval pred dosiahnutím nulovej polohy. Posunutie nulovej polohy spôsobené zvyškovým magnetizmom sa obyčajne uvádza ako percento maximálneho vstupného signálu servoventilu. Určitú chybu, ktorá je funkciou charakteristík ventilov a zesilnenia otvorenej slučky zapríčiňuje hystereza servoventilu. V praxi sa chyba zapríčinená hystereziou servoventilov prekonáva približovaním sa k vyžadovanej polohe. Hystereza servoventilov môže spôsobiť chybu pri prvom programovanom bode v cykle, pretože nemožno predvídať na ktorej strane hysterezného pásma zostanú servoventily po prvom pripojení na sieť.

Kvalitatívnymi ukazovateľmi servoventilov je rozlišovacia schopnosť a pásmo necitlivosti. Rozlišovacia schopnosť sa definuje ako diferenciu medzi dvoma najbližšími

bodmi, ktoré môže systém rozoznať. Pásmo necitlivosti je prahový signál vyjadrený ekvivalentnou chybou polohy ramena, potrebný na vyvedenie pohybu ramena.

Tlaková kvapalina vystupujúca zo servoventilov pôsobí priamo na hydraulické motory. Na vykonávanie prác spojených so značnými silami (do 300N), musia hydraulické motory robota vyvíjať pomerne veľké krútiace momenty, v rozsahu 150 Nm až do 600 Nm. Pri vykonávaní práce sú hydromotory pracovného ramena zaťažované momentami vznikajúcimi pôsobením vlastnej hmotnosti, ktoré 2 až 2,5 krát prevyšujú pracovné zaťaženie. Uhly pootáčania hydromotorov sú preto ohraničené a obyčajne neprevyšujú 180.

Na pracovné orgány elektrohydraulických robotov sa musia používať špeciálne hydromotory. Hydromotory pozostávajú zo silového valca a prevodu ozubený hrebeň - pastorok, alebo zo silových valcov a kľukovými mechanizmami a ozubeného prevode. Zabezpečujú potrebné uhly pootočenia a vyvíjajú značné krútiace momenty aj pri malých rozmeroch. Mechanické straty sú pomerne malé a hermetickosť sa dosahuje pružnými upchávkami.

### 3.2 Pneumatické pohony

Prednosťou pneumatických pohonov sú nízke náklady, jednoduchá údržba a dostupnosť stlačeného vzduchu na väčšine výrobných pracovísk. Tieto prednosti spôsobili, že pneumatické pohony sa stali jedným zo základných prostriedkov automatizácie technologických a manipulačných úkonov a naš-

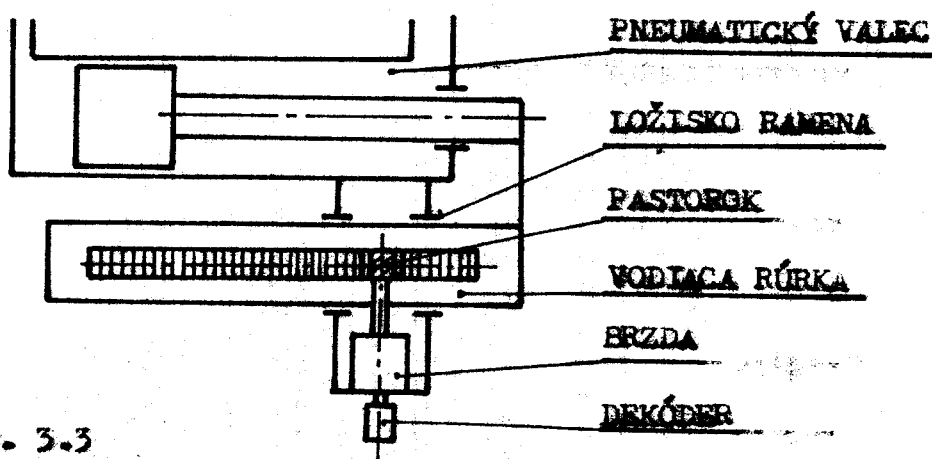
li uplatnenie aj v konštrukciách priemyselných robotov.

Nedostatkom pneumatických pohonov je nižšia presnosť polohovania v dôsledku stlačiteľnosti vzduchu, väčšie rozmery silových orgánov a obmedzený počet nastavení polôh na jednej pohybovej osi.

Polohy pracovného ramena priemyselného robota sa nastavujú dorazmi, ktoré sa podľa programu vkladajú medzi koncové polohy pneumatických valcov. Toto riešenie je vhodné len pre malý počet medzipolôh, pretože dorazy majú určitú stavebnú dĺžku a nemôžu sa umiestňovať ľubovoľne blízko.

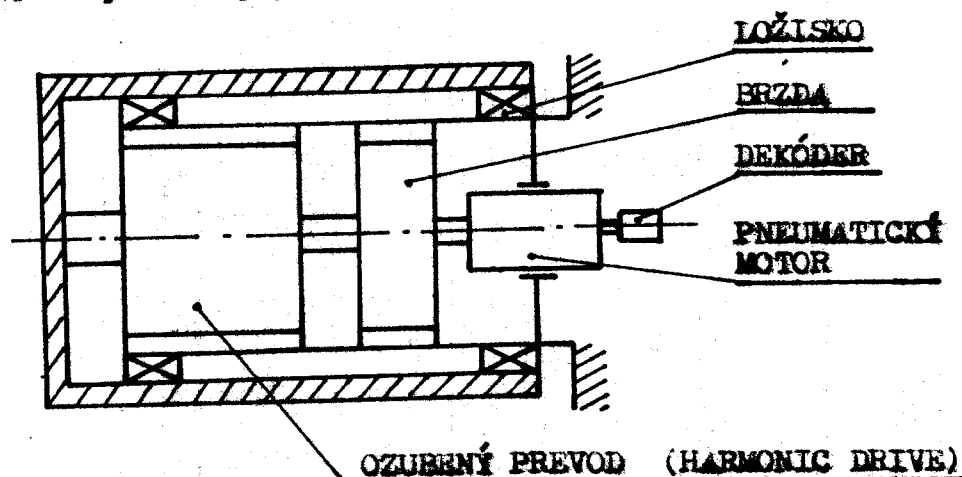
Ďalším spôsobom zabezpečenia medzipolôh je použitie viacpolohových valcov. Ide o spojenie dvoch alebo viacerých valcov do jednej jednotky. Výsledný počet koncových polôh je 2 s exponentom rovným počtu spojených valcov (napr. pri troch valcoch sa dosiahne  $2^3 = 8$  koncových polôh).

Na obr. 3.3 je posuvná pneumatická jednotka. Pneumatický valec je priamo spojený s ramenom robota. Vyžadované polohy ramena sa zabezpečujú prostredníctvom odmeriavacieho systému s dekódreom a brzdou, ktorá zastavuje pohyb v programovanom bode.



Obr. 3.3

Na obr. 3.4 je alternatíva otočnej pneumatickej pohonnej jednotky. Pohyb pneumatického motora sa prenáša brzdou a prevodom a veľkým prevodovým pomerom (Harmonic drive) na pracovný prvok robota.



Obr. 3.4

Novinka v konštrukciách priemyselných robotov sú elektronicky riadené pneumatické pohony s elektromagnetickou brzdou, ktoré pracujú na podobnom princípe ako hydraulické servopohony.

Medzi predstaviteľov priemyselných robotov s pneumatickým pohonom patrí robot stavebnicovej konštrukcie MHU - Junior vyrábaný firmou Elektrolux vo Švédsku. Pracovné polohy v jednotlivých osiach ohraničujú nastaviteľné narážky, ktoré môžu v pracovnom cykle nabiehať niekoľkokrát. Presnosť polohovania ( $\pm 2\text{mm}$ ) sa dosahuje kombináciou mechanickej narážky a nastaviteľnými tlmičmi.

### 3.3 Elektrické pohony

Perspektívnymi pohonnými priemyselných robotov sú

elektrické pohony. Ich prednosťou je nezávislosť od tlakových médií a dobré riaditeľnosť.

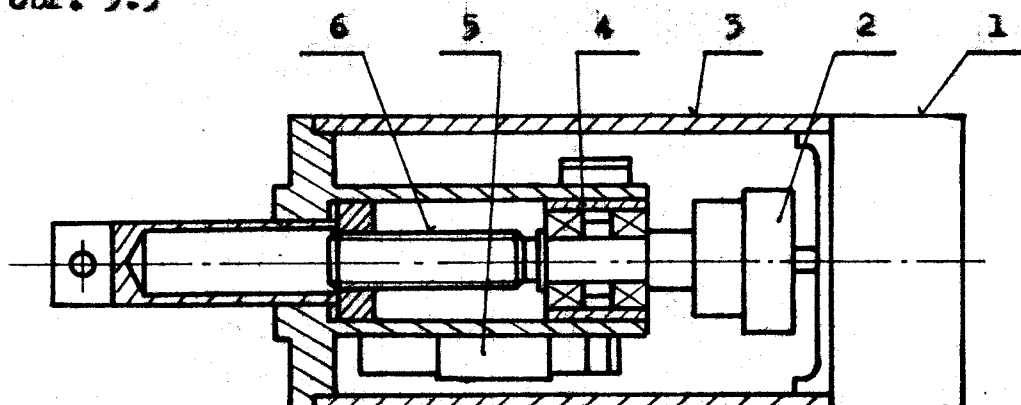
Najjednoduchšie je riadenie elektrických pohonov narážkami. Mechanické spínače sa umiestňujú tak, aby sa zopnutím kontaktu vyslal signál na zníženie rýchlosti servomotora. Posledný spínač vypne napájací zdroj a servomotor a robot do predpísanej polohy dochádza zotrvačnosťou. Na tento účel sú najvhodnejšie asynchrónne motory s prepínaním počtu pólov a s elektromagnetickou brzdou. Vyhovujú aj jednoduché nareverzačné jednosmerné motory.

Lineárne pohyby sa zabezpečujú elektricky poháňanými valcami ako napríklad je na obr. 3.5 uvedená konštrukcia fy Anto Tokyo Automation Co. Ltd. Rotačný pohyb elektrického mikromotorčeka sa mení na lineárny pomocný pohyb piestu pomocou spojky a skrutkového prevodu. Do pohybovej väzby je zaradený preťažovací mechanizmus, ktorý zastavuje motor v ľubovoľnom bode medzi krajnými polohami piesta, keď preťaženie vzrastie nad stanovenú hodnotu. Zdvihová vzdialenosť sa nastavuje pevným dorazom na mieste. Motor možno riadiť časovým spínačom. Výrobca udáva životnosť motora 1000 h, nepresnosť polohovania niekoľko  $\mu\text{m}$ .

Firma Anto Tokyo Automation Co. Ltd. vyrába aj pohony s rotačným pohybom. Mikromotorček poháňa hriadeľ cez prevodový systém a preťažovací mechanizmus. Rotačný pohyb motora sa môže zastaviť v ľubovoľnom uhlovom natočení v rozsahu 360. Jednotlivé typy týchto motorčekov dosahujú krútiaci moment 45 Nm pri rýchlosti otáčania výstup-

ného hriadeľa 0,007 1/s.

Obr. 3.5



- 1 - motor, 2 - spojka, 3 - teleso, 4 - preťažovací mechanizmus  
5 - prepínač smeru pohybu  
6 - nastavovacia skrutka

Použitie elektrických pohonov má niekoľko výhod oproti pneumatickým a hydraulickým pohonom. Sú lacnejšie, zjednodušujú montáž robota, náklady na údržbu sú nižšie a vplyv teplôt na ich činnosť je menší.

Predpokladá sa, že z elektrických pohonov sa v konštrukciách robotov rozšíria najmä krokové servomotory. Krokový servomotor sa vyznačuje tým, že na každý riadiaci impulz vykoná natočenie o presne definovaný uhol - krok. Sústava s krokovými motormi reaguje na sériu impulzov tak, že vykonávaný pohyb o presný počet krokov presne zodpovedá počtu impulzov. Krokové servopohony nevyžadujú spätnú väzbu a meranie výstupnej polohy, čo je ich veľkou prednosťou.

Krokové servomotory sú konštruované s mechanickou, alebo elektromagnetickou väzbou medzi statorom a roto-

rom. Pre priemyselné roboty je vhodnejší typ s elektromag-  
netickou väzbou, ktorý má vyšiu spoľahlivosť, rýchlejšie  
pôsobenie a dobrú možnosť automatického riadenia.

#### 4. Bezvretenový dopriadací stroj

ED 200 - S

##### 4.1 Usporiadanie stroja

Bezvretenový dopriadací stroj ED 200 - S je ďalším vývojovým typom stroja, jeho prednosťou je vysoká produktivita práce pri zachovaní univerzálneho použitia hlavných dielov stroja pre rôzne materiálové modifikácie. Konceptia stroja je ponechaná podľa osvedčeného typu ED 200 - R a konštručné riešenie zaisťuje ďalšie zvýšenie parametrov, pri uľahčení manipulácie zmeny nastavených hodnôt stroja. Ďalej rieši problematiku hromadného a individuálneho zapriadania, zjednodušenie a mechanizáciu obsluhy pri zvýšených parametroch, ako otáčok rotorov, tak ťahových rýchlostí stroja. Stroj ED 200 - S je stavebnicovej konštrukcie, obojstranný. Je rozdelený na 10 sekcií, dve kompletne zmontované bočnice a skriňu elektro.

Prevedenie stroja delíme podľa rozstupu apriadacích jednotiek:

- a) rozstup 120 mm - pre normálny návin finálnej cievky, priemer konvy 9", 10" alebo 12".
- b) rozstup 160 mm - pre širší návin finálnej cievky, priemer konvy 9", 10", 12" alebo 14".

##### 4.1.1 Funkcie stroja

- a) Stroj je vybavený pneumomechanickým zariadením (tre-

tia ruka) pre anímanie plných cievok a priadzou, vrátane vytvorenia zálohy na prázdnej dutinke - poloaautomaticky.

b) Mechanickým zariadením pre individuálne zapriadanie, ktoré zaisťuje jednak kvalitu zapradenia a ďalej istotu zapradenia aj pri zvýšených parametroch stroja.

c) Stroj je vybavený zariadením pre hromadné zapradenie celého stroja pri zahájení pracovného cyklu.

d) Stroj je vybavený dopravníkom plných cievok, ktorý zaisťuje odvod cievok do kraja stroja a súčasne poháňa snímacie zariadenie.

e) Stroj je vybavený automatickým obojstranným snímačom plných cievok, vrátane mechanizačných prvkov pre uľahčenie plnenia dutiniek do zásobníkov.

f) Ku stroju sa dodáva paletizačný stroj APS, ktorý automaticky triedi a ukladá plné cievky do transportných paliet, v náväznosti na funkciu snímacieho zariadenia a dopravníku plných cievok.

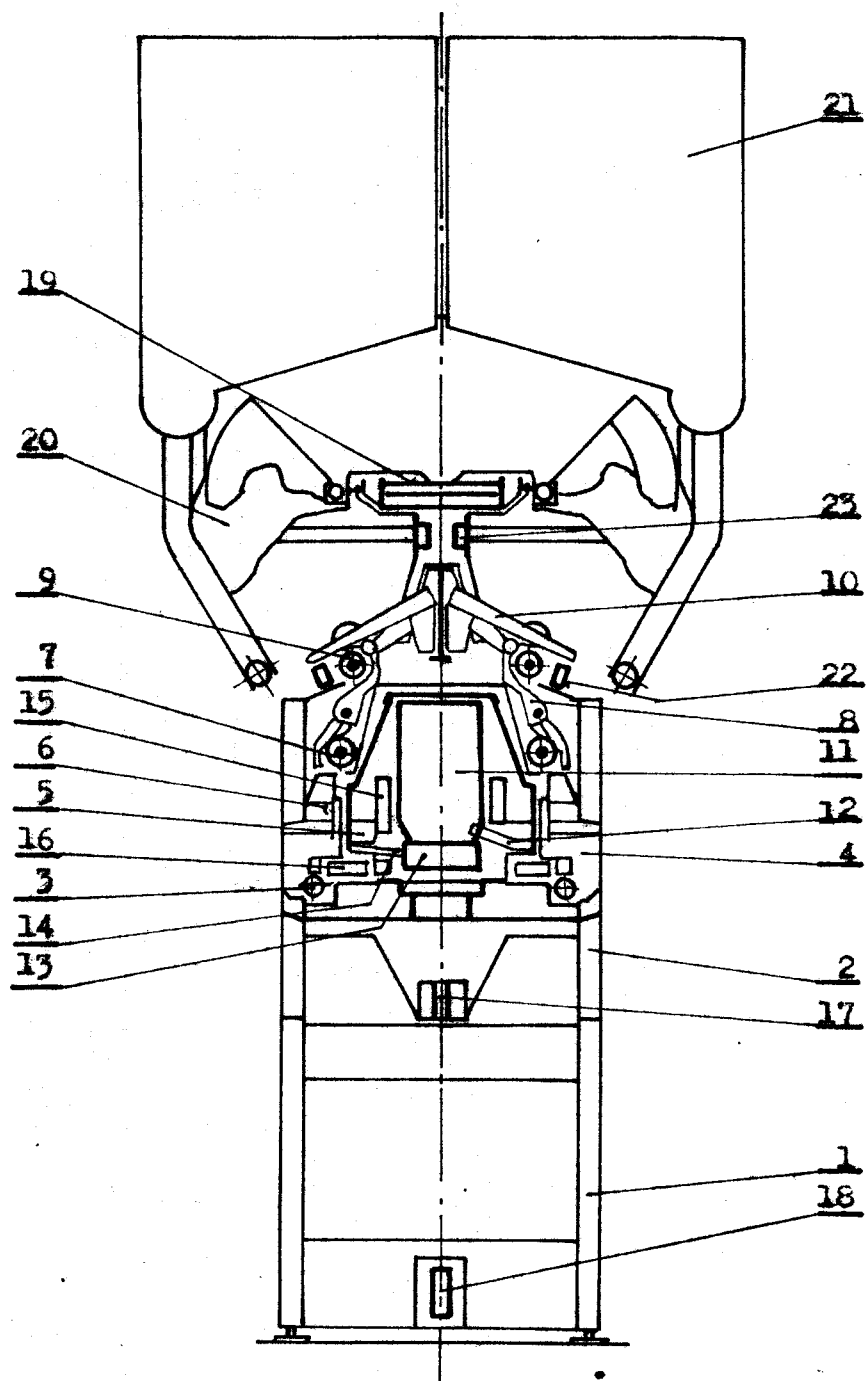
#### 4.1.2 Hlavné časti stroja

- 1) sekcia stroja
- 2) bočnica pohonu
- 3) bočnica čistenia
- 4) skriňa prístrojov elektro
- 5) dopravník plných cievok
- 6) snímacie zariadenie
- 7) automatický paletizačný stroj

## 4.1.3 Rez stroj - obr. 4.1

- 1 - Nosník spodnej delenej postranice
- 2 - Nosník hornej delenej postranice
- 3 - Podávací hriadeľ
- 4 - Ojednocovacie ústroje
- 5 - Spriadacie ústroje - rotor
- 6 - Čidlo pretrhu
- 7 - Valec odťahu
- 8 - Zapriadacia páka
- 9 - Valec navíjania
- 10 - Ramená navíjania
- 11 - Konický kanál odvodu technologického vzduchu zo stroja
- 12 - Trubica odvodu technologického vzduchu zo spriadacej jednotky
- 13 - Kanál odvodu vylúčeného odpadu zo stroja
- 14 - Trubica odvodu vylúčeného odpadu zo spriadacej jednotky
- 15 - Pohon spriadacieho ústroja
- 16 - Pohon ojednocovacieho ústroja
- 17 - Rozperka horná - kanál elektro
- 18 - Rozperka spodná - kanál elektro
- 19 - Dopravník cievok
- 20 - Automatické snímacie zariadenie
- 21 - Zásobník čutíniiek
- 22 - Podtlakový kanál tretej ruky
- 23 - Podtlakový kanál snímacieho zariadenia

Obr. 4.1



#### 4.2 Dopravník cievok

Dopravník cievok slúži k náhonu snímacieho ústroja a k doprave plných cievok od snímacieho ústroja k palletizačnému zariadeniu APS 200. Dopravník cievok sa skladá z nosnej časti, pohonu dopravníka a napínania dopravníka. Nosná časť dopravníka je pomocou vzpery upevnená nad sekciou stroja. Pohon dopravníka je umiestnený v bočnici čistenia a napínanie dopravníka v bočnici pohonu.

Pohon dopravníka je špeciálnym elmotorom „JOKI“ typ II TA s výkonom 0,35 kW a rýchlosťou 0,12 m/s.

Horná vetva remeňa, ktorá nesie cievky sa pohybuje o vodiacich lištách. Spodná vetva je nadťahovaná a vedená podpornými valcami. Napínanie remeňa sa prevádza napínacím valcom, posúvajúcim sa v lištách pomocou napínaných skrutiek. Remeň je v oblasti pohonu a napínanie dopravníka navádzaný do príslušného smeru vodiacim valcom. Súčasťou nosnej časti dopravníka sú vodiace dráhy a vzduchové kanály. Po vodiacich dráhach prechádza snímací ústroj, ktorý pre svoju činnosť dostáva impulzy od výrezov v týchto dráhach. Vzduchové kanály sú opatrené otvorami, ktorými je priadza pomocou podtlaku odvádzaná do zberača priadze, takže proces pradenia nie je prerušený. Otvory v kanáloch uzatvárajú klapky, ovládané snímačom. Dopravník cievok a tým aj snímací ústroj sú uvádzané v činnosť a zastavované tlačítkovým ovládačom štart a stop. Automatické zastavenie dopravníka a snímača prevádza snímač pomocou koncového spínača 0 - 1, umiestnené-

ho v bočnici čistenia. Automatické prepnutie zmyslu pohybu dopravníka prevádza snímač koncovým spínačom 1 - 1 a nárazníkom, umiestneným v bočnici prevodu.

#### 4.3 Snímacie zariadenie

Snímacie zariadenie slúži k výmene plného návinu za prázdne dutinky bez prerušenia kontinuity pradenia. Je prevedené ako obojstranné. Skladá sa z troch základných celkov - z podvozku, skrine a zásobníka dutiniek.

Podvozok je opatrený šiestimi pojezdovými kolesami, ktorými prechádza po koľajovej dráhe dopravníka dutiniek. Je opatrený ústrojom pre snímanie krútiaceho momentu z pohybu pásu, ktoré sa skladá z troch kolies a prevodovky a kužeľovými kolesami. Výstup z prevodovky je opatrený vidlicou spojku umožňujúcou pripojenie skrine snímača na podvozok. Ďalej je na podvozku sklápacie zariadenie cievok, ktoré slúži k spoľahlivému sklopeniu plných cievok. Skriňa snímača je prevedená ako odtliatok. Krútiaci moment ústroja podvozku sa prenáša na koleso s ozubenými segmentami, ktoré zaberajú do ozubeného kolesa, na ktorom je upevnené časovacie koleso. Ozubené koleso potom zaberá do dvoch ozubených kolies, ktoré sú prevedené ako čelná kľuka. Od tejto kľuky je odvodený priamočiary vratný pohyb ozubeného hrebeňa. Od pohybu hrebeňa sú odvodené rotačné pohyby unášačov cievok a zberacích žlabov cez ozubený pastorek a rotačný vratný pohyb ramien výmeny cez ojnicu a kľuku. Od rotačného pohybu kolesa sa súčasne pre-

náša krútiaci moment cez reťaz na kľuku maltézskeho kríža sa reťazou prenáša na pohon zásobníka, na jeho hriadelí je umiestnená kľuka, ktorá cez tiahlo, opatrené na konci ozubeným ~~hnačným~~ hnačným zaberajúcim do pastorka, poháňa švihadlo, ktoré alúži ku zdvíhaniu ramien navíjania.

Pri použití kužeľových dutiniek  $1^{\circ}30'$  nie je možné snímať cievky animacím zariadením.

#### 4.3.1 Popis pracovného cyklu snímača

Údaje pre riadenie pohybu snímača sú snímané mechanickým čidlom z rovinných vačiek a stavacích zárezov, umiestnených v koľajniciach dopravníka cievok.

Čidlo cez tiahla ovláda pohyb blokovacej páky a riadacej páky. Páka je na konci opatrená kladkou, ktorá zapadá do ozubu časovacieho kolesa.

Ak je kladka páky v ozube, je časovacie koleso zablokované, a tým celý pohonový mechanizmus včítane trecích, hnačích kolies a mechanické čidlo je vysunuté zo stavacieho ozubu koľajnice. Pretože však trecie kolesá sú trvale pritlačované na pás dopravníka, dochádza pri zablockovaní trecích kolies k unášaniu celého snímača o rozstup k ďalšiemu spriadaciemu miestu. Pri pojazde snímača nadíde mechanické čidlo na šikmú plochu rovinnej vačky, presunie páku do hornej krajnej polohy a pružina, ktorou sú páky spojené vysunie páku z ozubu časovacieho kolesa a zároveň čidlo zapadne do stavacieho zárezu koľajnice, a tým zablokuje snímač nad spriadacím miestom. V tomto

okamžiku

okamžiku začne pás dopravníka otáčať hnacími trecími kolesami a dochádza k prenosu krútiaceho momentu na jednotlivé ústroje už popísaným spôsobom.

Celý cyklus snímača je rozdelený do piatich dôb.

Prvá doba: rameno výmeny sa pootočí nad kanál tretej ruky tak, aby nasávacía trubica bola postavená nad vodiacu hranu kanálu tretej ruky.

Druhá doba: rameno výmeny a snímací ústroj je v kľude a dochádza ku zdvíhaniu ramien navíjania pomocou švihadla, ktoré je v hornej polohe aretované (maltezáckym krížom), takže zabráňuje spätnému pohybu ramien navíjania. Švihadlo spolu s plastickou ručičkou konca ramena navíjania zapadne v hornej polohe do vidlice dorazu, uloženej v štvorčlene, ktorý umožňuje spoločný výkyv (švihadla a ramenom) do strany pri rozvretí ramien navíjania vačkovým mechanizmom. Pri nadvihnutí ramien navíjania, a tým aj cievky, dochádza k uvoľneniu priadze na vodiacej hrane kanálu tretej ruky a k okamžitému nasávaniu priadze do nasávacej trubice, umiestnenej na ramene výmeny. Priadza je odvádzaná do rezacieho zariadenia, jeho pohon je odvodený od pohybu kolesa. Kusy nastrihanej priadze sú odvádzané cez prísavnú trubicu do kanálov, umiestnených na dopravníku cievok. Prísavná trubica ovláda pri pohybe snímača zat-

váranie a otváranie klapiek, zakrývajúcich otvory v kanály.

Tretia doba: švihadlo pri svojom pohybe do hornej polohy svojou naháňacou tyčou uvoľní pomocou lanovedu závesiaci kolík zberacieho žlabu cievok, ktorý voľným pádom zide zo svojej aretovanej polohy pod vymenovanú cievku a tam sa zabrzdí. Švihadlo príde do hornej polohy a zasunie rukoväť navíjacích ramien do vidlice dorazu štvorčlena. Súčasne nastáva pohyb unášača cievok a zberacieho žlabu zo zadnej východnej polohy a tvorený segment otvára pohyblivé rameno navíjacích ramien a uvoľňuje cievku, ktorá spadne do zberacieho žlabu. Unášač cievok a zberný žlab sa pohybuje po svojej pracovnej dráhe do svojej hornej vyklápacej polohy. Stretáva sa s ramenom výmeny, ktoré sa pohybuje od hrany kanála tretej ruky s prázdnu dutinkou a nasávanou priadzu medzi roztvorené ramená navíjania. Po dosiahnutí hornej predávacej polohy dutinky sa ramená výmeny zastavia, dutinka je upnutá do ramien, lebo v tomto okamžiku preatáva pôsobiť roztvárací segment švihadla, ktorý prevzal funkciu roztvorenia pružného ramena navíjania od segmentu unášača cievok a zberacieho žlabu. V konečnej polohe zberacieho žlabu nastáva vyklopenie cievok na pás dopravníka, najakôr ľavá strana animacieho ústroja a po odčasovaní za-

rážky cievky aj pravá strana snímacieho ústroja. Cievky sú odvádzané po odstřižení priadze a sklopení na pás dopravníka sklápacím zariadením do kraja stroja v bočnici čistenia.

Štvrtá doba: rameno výmeny sklápa ramená navíjania do pracovnej polohy na valec navíjania. Po priklopení dutinky opásaná priadza je chytaná rozvádzacím vodičom a ozubom dutinky a začne navíjanie priadze. Odsávacia hubica priadze sa vychýli do ľavého konca dutinky a zo zvyšku odsávanej priadze vytvára zálohu na dutinke.

Pri tejto operácii sa rameno výmeny zastaví v optimálnej polohe pre návin zálohy asi na jednu sekundu. Po vytvorení zálohy sa odsávacia hubica opäť vráti do svojej pracovnej polohy a rameno výmeny pokračuje až do svojej spodnej polohy, kde sa zastaví, pretože pracovný cyklus snímania bol skončený.

Pri spätnom pohybe unášača cievok a zberacieho žľabu je najskôr zberací žľab zaistený vo východzej polohe pomocou kolíka, ktorý je pružinou vytlačený po ukončení pohybu lanovodu ovládaného ozubenou tyčou švihadla. Unášač pokračuje vratným pohybom až do svojej východzej polohy pri odsávacích kanáloch priadze. Zaisťovacia západka časovacieho koleša zapadne po skončení cyklu snímania do výrezu koleša a celý náhonný systém zablokuje. Behom dokončovania cyklu

je dávkovacím zariadením ramena výmeny doplnená ďalšia dutinka do ramena výmeny pre ďalšie miesto snímania.

Piatá doba: otáčanie trecích kolies podvozku na pásu ustane a pás dopravníka pohybuje snímacím ústrojom k ďalšiemu pracovnému miestu. Západkový systém nadíde na šikmý klin ovládacej lišty, prepne západkový systém, odíatí časovacie koleso a zaistí polohu snímacieho ústroja pre ďalší pracovný úkon. Cyklus snímania sa opakuje od prvej po piatu popísanú dobu. Pri rýchlosti dopravného pásu 0,13 m/s je doba pre pojazd a snímanie asi 8 sekund. Pri oboch rozstupoch stroja  
BD 200 - S.

#### 4.3.2 Časový rozvrh funkcií snímacieho zariadenia.

Prvá doba: v dĺžke 0,87 sekundy

Druhá doba: v dĺžke 2,18 sekundy

Tretia a štvrtá doba: v dĺžke a) 3,94 sekundy, a to od začiatku tvorby zálohy

b) 1,21 sekundy tvorba zálohy

c) dokončenie cyklu 0,52 sek.

Celkom tretia a štvrtá doba 5,67 sekundy

Celková doba snímania 8,7 sekundy

Doba pojazdu pre rozstup 120 mm 1,0 sekundy

Doba pojazdu pre rozstup 160 mm 1,23 sekundy

Celkom doba pojazdu + snímania (120) 9,7 sekundy

Celkom doba pojazdu + snímania (160) 9,93 sekundy

Snímania celého stroja ED 200 - S 120 včítane príchodu  
do východzej polohy = 18 min. + 10% preklz = 19,8 min.

Doba snímania sa rovná 19 minút 48 sekúnd.

Snímania celého stroja ED 200 - S 160 včítane príchodu  
do východzej polohy = 15,2 min. + 10% preklz = 16,72 min.

Doba snímania sa rovná 16 minút 43 sekúnd.

#### 4.4 Paletizačný stroj APS 200

Toto zariadenie naväzuje na koniec dopravníka cievok stroja ED 200 - S a prevádza automatické ukladanie plných cievok na trne, umiestnené na pojazdných vozíkoch. Tento celok je jednotný pre obidva rozstupy stroja ED 200 - S.

## 5. Závěr

Ťažiskom spracovaných informácií o priemyselných robotoch a ich využití je analýza súčasného stavu a ich predpokladaný vývoj v blízkej budúcnosti. Predpokladá sa, že vývojový trend sa bude postupne orientovať na koncepciu plnoautomatizovaných strojárskych závodov. Tieto prognózy do roku 2 000 sú ustálené a doterajší vývoj potvrdzuje ich opodstatnenosť. V koncepcii plnoautomatizovaného závodu sa roboty budú uplatňovať ako univerzálny prvok náhrady človeka vo výrobnom procese.

V programe výstavby plnoautomatizovaných závodov existuje ešte veľa doteraz nevyriešených problémov. Už v súčasnosti sa zvyšujú nároky na prácu vo všetkých etapách cyklu „výskum - výroba“. Zvyšujú sa nároky najmä na kvalitu, skracovanie predvýrobných etáp a automatizáciu. Moderné textilné stroje sú už z veľkej časti automatizované, k manipulácii na týchto strojoch sa však používajú len jednouúčelové manipulátory, ktoré tu stačia mechanizovať potrebné manipulačné úkony.

Priemyselné roboty možno v textilnom priemysle použiť predovšetkým v medzioperačných manipuláciách a v automatizovaných skladoch a medziskladoch, v spojení s automatizovanými dopravnými prostriedkami. Získame tak celý integrovaný výrobný systém, ktorý pracuje naprosto automaticky a človek ho len riadi a kontroluje.

Projekty nových a zdokonalených priemyselných robotov a plnoautomatizovaných závodov sa môžu niekedy

zdať málo reálne, podobne sa môže diskutovať o ich ekonomickej efektívnosti a účelnosti zavádzania do výroby. Vývoj však prekonáva takéto názory a je dôležité, aby sa socialistická spoločnosť dostala do popredia technických snažení, ktoré oslobodzujú človeka od únavnej, monotónnej a neatraktívnej práce.

Záverom diplomovej práce by som sa chcel poďakovať vedúcemu diplomovej práce (Doc. Ing. Jaroslavovi Charvátovi, CSc a konzultantom Ing. Františkovi Pešekovi a Ing. Milanovi Kubatovi za podnetné návrhy a pomoc, ktorí mi poskytovali pri riešení diplomovej práce.

## 6. Literatura

- [1] BUDA, J. - KOVÁČ, M.: Priemyselné roboty, 1976
- [2] LINDAUER, J.: Diplomová práca, 1977
- [3] PTÁČEK, V.: Rozvoj priemyselných robotov I.-II., 1975
- [4] YOUNG, J.: Robotics, 1977
- [5] Zborník: Integralnyje roboty, 1973

## Firemná literatúra

- [6] ELITEX: BD 200 - S, 1978