

EFEKTOROVÉ JEDNOTKY MONTÁŽNYCH A DEMONTÁŽNYCH ROBOTOV

prof. Ing. Jozef Kováč, CSc.

Technická univerzita v Košiciach

Strojnícka fakulta

Katedra manažmentu a ekonomiky

Němcovej 32, 042 00 Košice

jozef.kovac@tuke.sk

Anotácia

Z hľadiska besprostrednej realizácie montážnych, ale aj demontážnych úkonov a operácií sú významnými prostriedkami efektorové systémy robotov. Príspevok uvádza ich základnú klasifikáciu a príklady riešení.

Kľúčové slová

Efektorové jednotky, montážne a demontážne roboty, chápadla, montážne hlavice, systémy automatizovanej výmeny efektorových jednotiek

Montážne roboty realizáciu montážnych funkcií vykonávajú prostredníctvom efektorov. Efektory sú umiestňované na konci kinematických reťazcov montážnych robotov a sú technickým rozhraním medzi manipulačným a technologickým systémom []. Táto časť konštrukcie tvorí výstup montážneho robota a bezprostredne realizuje príslušné montážne a manipulačné operácie. Sortiment efektorov využívaných v montáži je široký a môže byť klasifikovaný v zmysle obr.1.



Obr.1 Klasifikácia efektorových jednotiek montážnych robotov

Chápadlá

Pri realizácii manipulačných a montážnych operácií v montážnych procesoch sa využíva široký sortiment rôznorodých jednoduchých, ale aj špeciálnych chápadiel. Tieto zabezpečujú uchytenie objektov, ich fixáciu, presné polohovanie a orientovanie počas

manipulácie a v rade prípadov aj snímanie a korigovanie neregulárnej činnosti.

Na chápadlá montážnych robotov sa kladú viaceré požiadavky. Z nich ako najdôležitejšie vystupujú:

- optimálne prispôsobovanie sa funkciám manipulačnej a montážnej operácie (úkonom),
- tvarová a rozmerová adaptivita s objektami manipulácie,
- vysoká presnosť uchopenia objektov,
- zabezpečenie stálosti orientácie a polohy manipulovaného objektu,
- viazaný a synchronizovaný pohyb aktívnych prvkov,
- jednoduchá, robustná a tuhá konštrukcia,
- nízka vlastná hmotnosť a malé rozmery,
- minimalizovaný počet konštrukčných prvkov,
- vysoká spoľahlivosť, jednoduchá údržba,
- ľahká výmena poškodených a opotrebovaných prvkov,
- možnosť silového a tepelného preťažovania,
- ochrana objektov manipulácie pred poškodením.

Existujúca vysoká variantnosť funkčných a technických riešení chápadiel montážnych robotov vyplýva zo základných faktorov:

- z rôznorodosti a početnosti manipulovaných a montovaných objektov, ich charakteristík, najmä tvarových, rozmerových, hmotnostných, konfiguračných a pod.,
- z rôznorodosti architektur a konštrukčných riešení montážnych robotov, ktoré ovplyvňujú spôsob upevňovania chápadla na rameno, jeho rozmerové charakteristiky, kinematiku a dynamiku pohybu,
- z rôznorodosti architektur a konštrukčných riešení obsluhovaných pomocných zariadení a montážnych jednotiek, ktoré ovplyvňujú také charakteristiky akými sú manévrovateľnosť

v pracovnom priestore, spôsob ustavenia, presnosť polohovania a pod.

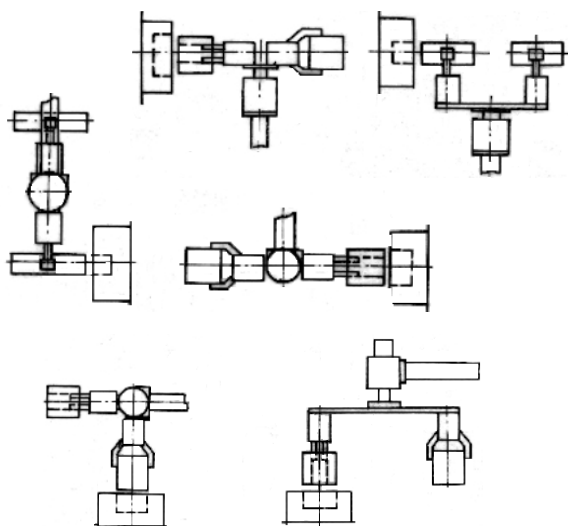
Početné je využívané aj dvojchápadiel, resp. viacnásobných chápadiel pri manipulácii s objektami montáže. Ich využitie je efektívne z nasledovných dôvodov:

- minimalizujú manipulačný čas, pričom pri zakladaní objektov je možné manipulačný čas skrátiť na 80 %,
- umožňujú súčasnú obsluhu dvoch montážnych jednotiek, resp. dvoch montážnych miest, v takomto prípade sa manipulačný čas skraca o 50 %,
- manipuláciu je možné vykonávať s dvoma rôznymi objektami montáže.

Použitie dvojchápadiel je limitované nosnosťou montážneho robota a manipulačným priestorom. Pre usporiadanie dvojchápadiel na rameno, resp. zápästia je možné, ako základne konštrukčné schémy rozlíšiť:

- umiestenie chápadiel v jednej osi, pričom vzájomná poloha je 180 a vyžaduje sa pohybová os pre otáčanie zápästia,
- pohybová os pre sklápanie zápästia,
- paralelné usporiadanie chápadiel, pri ktorom výmenu objektov možné je realizovať otočením zápästia resp. posuvom ramena.

Príklady rôznych konfigurácií dvojchápadiel a realizácia výmeny objektov sú na obr.2.

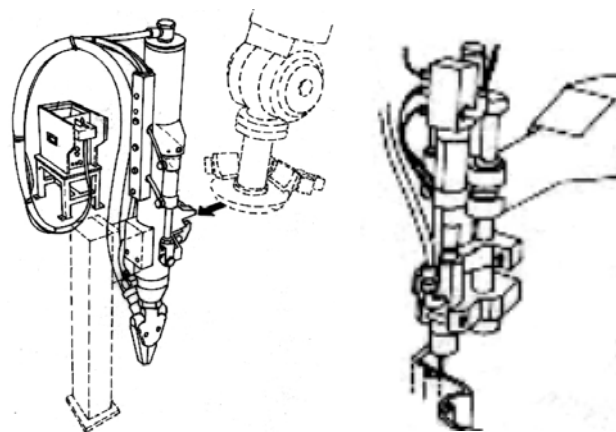


Obr.2 Konfigurácie dvojchápadiel využívaných v montáži

Využívané sú aj chápadlá, ktorých konštrukcia sa odvádza od tvaru a činnosti ľudskej ruky. Tá je zatiaľ najdokonalejším uchopovacím a manipulačným systémom.

Druhým základným typom efektorových systémov sú technologické jednotky. Realizujú sa

ako skrutkovacie, nitovacie, zváracie, spájkovacie, vŕtacie, brúsne, lepiace a iné hlavice. Využívajú rozmanité koncepčné a konštrukčné princípy s ohľadom na potrebu niekoľkých prídavných pohybov v rámci jednotky. Kritickým faktorom pri ich vývoji je dodržanie limitu nosnosti montážneho robota a dodržanie presnosti pohovovania. V elektronickej výrobe a pri mikromechanických aplikáciách montážnych robotov, zvýšená výrobnosť si vyžaduje efektor s väčším počtom aktívnych prvkov. Najväčšiu skupinu v tejto kategórii efektorov robotov tvoria automatické skrutkovacie jednotky. Pracujú v zmysle osvedčených konštrukčných princípov. Skrutky sú automaticky so zásobníka podávané pod skrutkovák jednotky. Uvádzanie do chodu je realizované najčastejšie tlakovým štartovacím systémom (zatlačenie hrotu skrutkováka). Vyrábajú sa s elektrickým, ale aj s pneumatickým pohonom. Ovládanie môže byť ručné alebo automatické. Jednotky majú vysokú momentovú presnosť, nízku hlučnosť, vysokú výkonnosť, jednoduché ovládanie a údržbu. Príklady technologických jednotiek sú na obr. 3.



skrutkovacia jednotka jednotka pre nanášanie tesniacich hmôt

Obr.3 Technologické jednotky montážnych robotov

V súčasnosti v tejto kategórii sú početné riešenia. Umožňujú riešiť aj vysoko špecializované funkcie montážneho procesu (strihacie nožnice a pod.).

Montážne hlavice

Realizácia montážnych operácií robotom vyžaduje presnú vzájomnú polohu montovaných objektov a ich spájanie s určitou citlivosťou. Vyžadujú sa také technické prostriedky, ktoré okrem toho, že uskutočňujú opakujúce sa pohyby medzi určenými polohami, sú schopné vykonávať svoju činnosť v závislosti na okamžitom stave montovaných objektov.

Jedným z hlavných problémov je riešenie vhodného priebehu relatívnej dráhy pohybu montovaných objektov. Vyššie požiadavky na strojovú inteligenciu sa kladú pri riešení

mikropohybov pri vzájomnom približovaní a orientovaní montovaných objektov. Problémy mikropohybov sú v súčasnosti úspešne riešené pomocou montážnych hlavíc, ktoré zvyšujú citlivosť robotov. Montážny robot v prípade použitia takýchto hlavíc sa môže používať aj na také montážne úlohy, ktorých realizácia je spojená s vyššou presnosťou, ako je presnosť polohovania.

Vzájomná orientácia a spájanie objektov montáže kladie rad požiadaviek na adaptabilné funkcie montážneho robota. Vysoké sú najmä požiadavky na presnosť polohovania koncového efektora. V súčasnosti v robotizovanej montáži sú vysokoefektívne na realizáciu vzájomnej orientácie a presného spájania objektov montáže montážne hlavice.

Montážne hlavice sú prídavné prvky efektorových systémov, ktorými je možné eliminovať nepresnosť polohovania montážnych robotov. Bezprostredne snímajú priebeh montážneho procesu a podľa jeho postupného vyhodnotenia korigujú polohu a silové pôsobenie aktívnej časti montážneho robota. Vyrovnávajú geometrický odklon medzi polohou v ktorej sa skutočne nachádza.

Z hľadiska spôsobu činnosti montážne hlavice je možné rozdeľovať na aktívne, pasívne a hlavice s kombináciou aktívnej a pasívnej pružnosti.

Aktívna pružnosť je schopnosť montážneho robota realizovať malé premiestnenia na nulovanie síl a momentov pozdĺž a v zvolenej osi. Montážne hlavice takého typu si vyžadujú interakciu na riadiaci systém montážneho robota. V úzkej nadväznosti na riadiaci systém potom zabezpečujú korekciu skutočnej a požadovanej polohy montovaného objektu v koncovom prvku montážneho robota. Ekonomicky a technicky sú značne náročné.

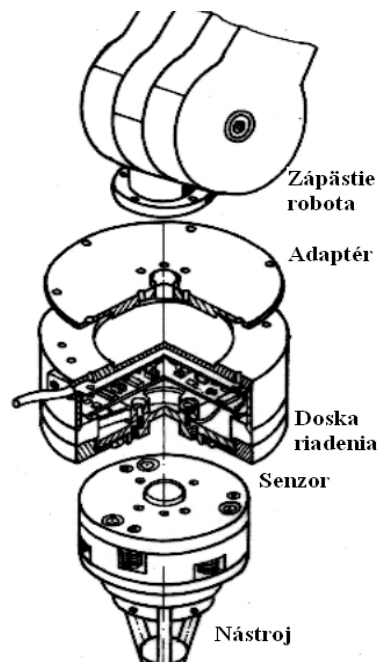
Schopnosť montážneho robota priamo modifikovať dráhu chápadla vonkajším obmedzením je vyjadrovaná ako pasívna pružnosť. Jej princíp využívajú montážne hlavice, ktorých základným stavebným prvkom je pružný člen, ktorý sa priamo prispôbuje kontaktným silám a momentom vznikajúcim pri vzájomnom dotyku spájaných objektov tým, že vyrovnáva lineárne a uhlové odchýlky ich vzájomnej polohy.

Na rozdiel od montážnych hlavíc s aktívnou pružnosťou tieto nie sú vybavované senzormi. Väčšina montážnych hlavíc s pasívnou pružnosťou je založená na princípe RCC (Remote Center Compliance – vzdialený stred pružnosti). Sú ekonomicky a technicky menej náročné ako aktívne hlavice. Oblasť ich použitia je daná ich konštrukciou. Príklady hlavíc sú na obr.4.

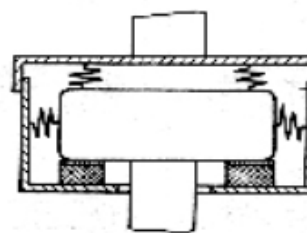
Montážne hlavice, ktoré využívajú kombináciu aktívnej a pasívnej pružnosti, tvoria relatívne početnú skupinu. Obyčajne pracujú na

princípe pasívnej pružnosti, pričom najdôležitejšie parametre, ktoré určujú kvalitu a presnosť montážneho spoja snímajú senzory. Ich výstupy vstupujú do riadiaceho systému montážneho robota a ovplyvňujú jeho činnosť.

Montážne hlavice môžu byť súčasťou chápadla, montážnej jednotky, resp. samostatným prvkom, ktorý sa umiestňuje medzi zápästie (rameno) robota a jeho výkonný člen (chápadlo, jednotka). Využívajú sa aj riešenia pri ktorých pružné prvky eliminujú nepresnosť polohovania sa umiestňujú v montážnom prípravku, resp. v montážnom stole.



Aktívna hlavica



Translačná pružnosť na báze pružín
Pasívna hlavica

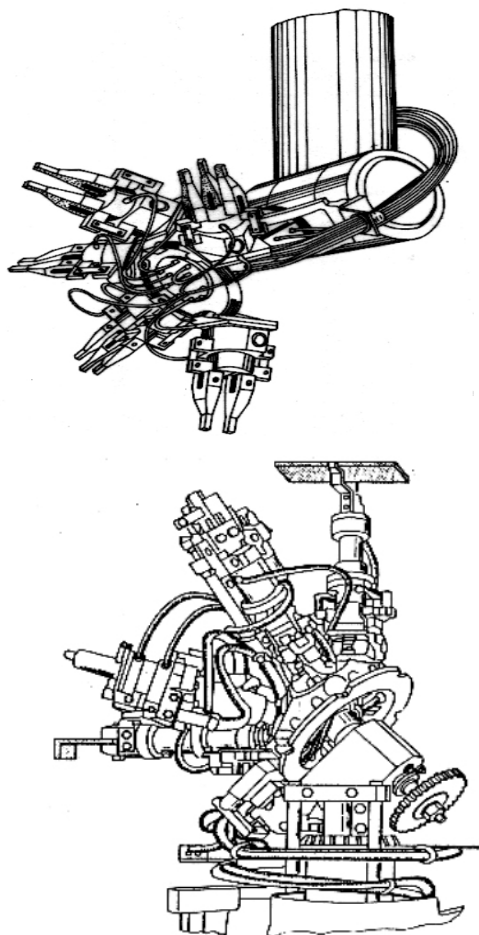
Obr. 4 Príklady montážnych hlavíc

Systémy automatizovanej výmeny efektorov

Významným technickým prostriedkom, ktorý umožňuje efektívnym spôsobom zvyšovať pružnosť a rozširovať aplikačné možnosti montážnych robotov sú systémy automatizovanej výmeny chápadiel, montážnych a technologických hlavíc. Tieto systémy je možné považovať za jeden z významných znakov vývoja efektorov robotov. Robotizovaná montáž je pritom dominantnou oblasťou ich aplikácií. V robotizovaných

montážnych systémoch ich význam rastie aj z toho dôvodu, že ich využívaním sa menia nielen technické, ale aj technologické podmienky pre realizáciu montážneho procesu. Systémy automatizovanej výmeny chápadiel a hlavic sú efektívnym technickým prostriedkom aj napriek tomu, že zvyšujú vedľajšie časy v súvislosti ich manipuláciou a výmenou.

Efektívnym technickým riešením je použitie revolverových systémov (obr.5). Tie podstatne eliminujú zložky vedľajšieho času.



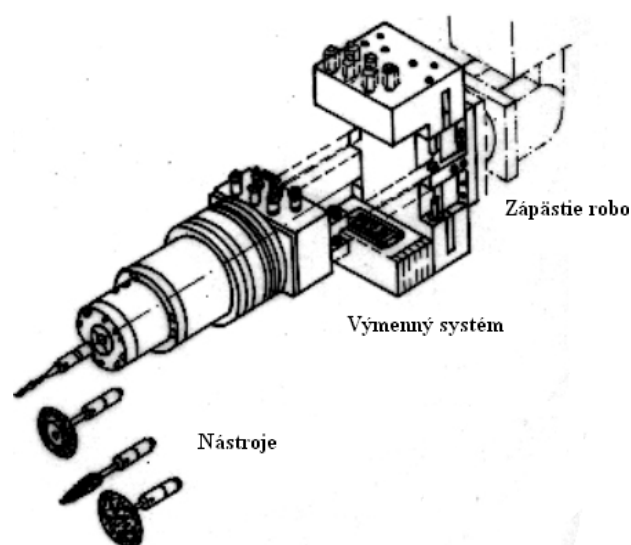
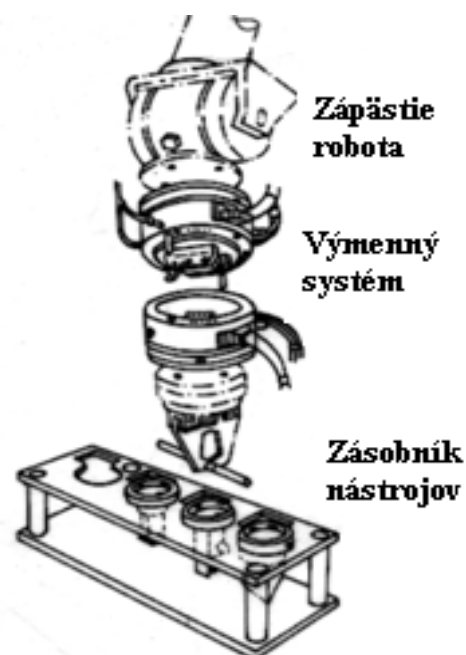
Obr. 5 Revolverové výmenné systémy efektorov montážnych robotov

Systémy automatizovanej výmeny chápadiel alebo hlavic musia spĺňať viaceré požiadavky:

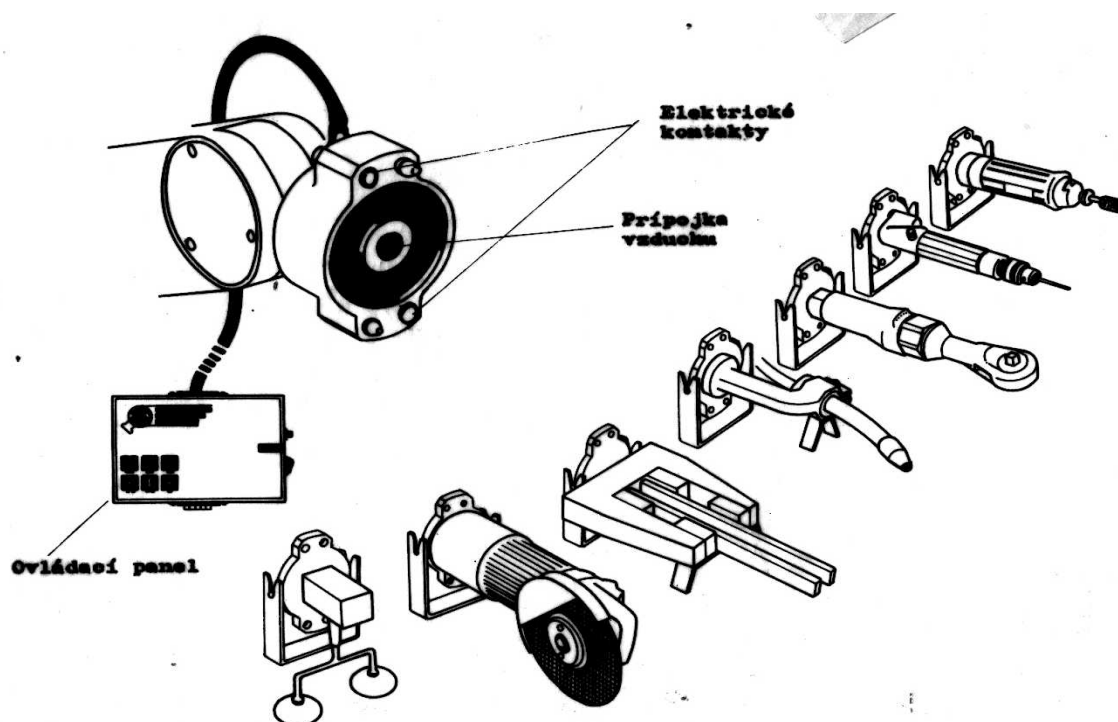
- vykonanie montážnej a manipulačnej operácie zvoleným chápadlom alebo hlavicou,
- vzájomné presné polohovanie spájaných prvkov systému,
- bezpečné spojenie a odpojenie pevnej a vymeniteľnej časti výmenného systému,
- prenos energie (pneumatické a elektrické kanály),
- nízka vlastná hmotnosť,

- vysoká presnosť polohovania (opakovateľnosť polohy),
- jednoduchá adaptácia pre rôzne konfigurácie chápadiel alebo hlavic,
- rýchla výmena chápadiel a hlavic,
- ochrana chápadiel a hlavic pred poškodením, preťažením a pod.

Pri analýzach požiadaviek na systém automatizovanej výmeny chápadiel a hlavic je dôležitou úlohou určenie stupňa ich pružnosti. V praxi sa osvedčili viaceré konštrukčné princípy. Príklady sú uvedené na obr.6 a obr.7.



Obr. 6 Príklady riešenia automatizovanej výmeny chápadiel a montážnych jednotiek



Obr.7 Systém automatizovanej výmeny chápadiel a nástrojov využívaných v montáži a demontáži

Literatúra

1. Buda, J., Kováč, M.: Projektovanie a prevádzka robotizovaných systémov. Alfa Bratislava, 1990
2. Kováč, J., a kol.: Projektová štúdiá laboratória projektovania, manažovania a riadenia výroby, SjF TU v Košiciach, 2005
3. Kováč, J., Svoboda, M., Liška, O.: Automatizovaná a pružná montáž. Viena, Košice, 2000
4. Palko, A., Smrček, J.: Robotika. Koncové efekторы pre priemyselné a servisné roboty. Edícia vedeckej a technickej literatúry. TU SjF Košice, 2004.
5. Rudy, V.: Metódy a techniky pre modernizáciu výrobných základných zákazníckych výrobov. Doktorandská diz. práca. SjF TU v Košiciach, 2001
6. Strama, M.: Príspevok k projektovaniu automatizovaných montážnych systémov a ich komponentov. SjF TU Košice, 1996
7. Svoboda, M.: Problémy zvyšovania konkurencieschopnosti montážnych systémov. Hab. práca, SjF TU v Košiciach, 2004
8. Valenčík, Š.: Riešenie pohybovej integrácie modulov robotickej techniky. ATP Journal plus 2 2/2006, Bratislava, 2006, s. 96-99.

Príspevok bol pripravený v rámci grantovej úlohy KEGA 3/5208/07 Virtuálne laboratórium pre projektovanie demontážnych systémov dožitých výrobkov.