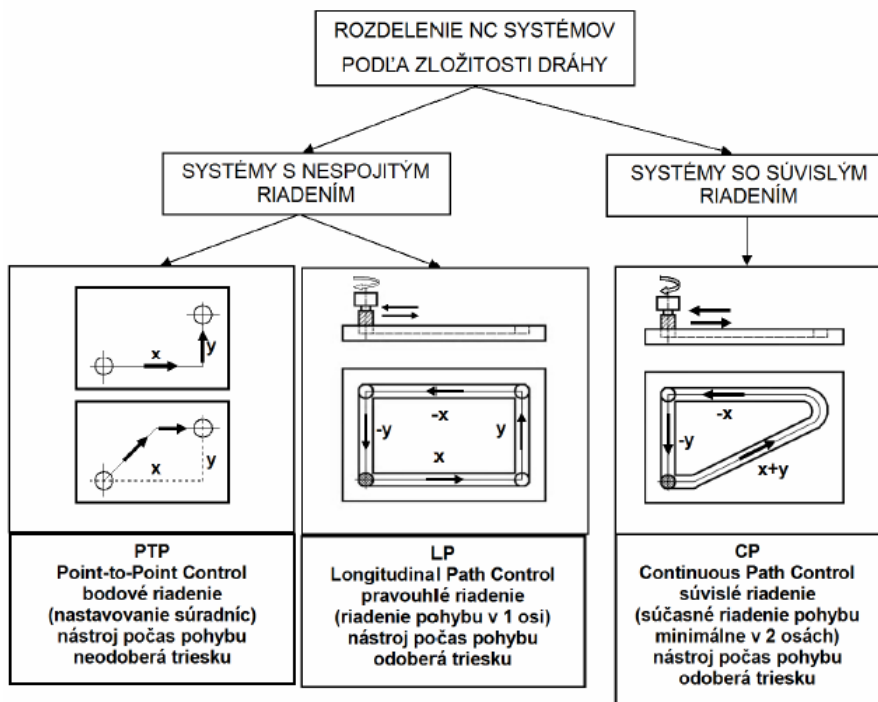


Spôsoby programovania CNC strojov

1. vysvetlite základné spôsoby programovania, pretržité a súvislé riadenie, popíšte jednotlivé spôsoby programovania a ich využitie v praxi, vysvetlite pojmy ručné a dielenské programovanie, popíšte CAD/CAM programovanie
2. podľa obrázku vyplňte tabuľku pre absolútne programovanie, podľa obrázku vyplňte tabuľku pre prírastkové programovanie, uveďte príklad programovania pomocou polárnych súradníc
3. popíšte pojem automatizovaná výmena nástrojov, vysvetlite AVN s nosným zásobníkom a so skladovacím zásobníkom, popíšte držiaky nástrojov, vysvetlite spôsoby kódovania nástrojov
4. popíšte pojem automatizovaná výmena obrobkov, vysvetlite AVO s paletami a bez palet

NC systémy môžeme rozdeľovať do skupín podľa rôznych kritérií. Ako základné sa spravidla používa kritérium zložitosti dráhy, po ktorej dokáže riadiaci systém viesť nástroj relatívne vzhľadom k objektu pôsobenia v technologickom procese (obrobok, výstrižok, a pod.). Podľa tohto kritéria rozoznávame NC systémy s pretržitým riadením (nespojité) a systémy so súvislým riadením. Systémy s pretržitým riadením ešte ďalej rozdeľujeme na systémy pre nastavovanie súradníc a systémy pravouhlé. Základné rozdelenie NC systémov podľa zložitosti relatívnej dráhy nástroja a objektu pôsobenia je prehľadne zobrazené na obr. 2.



Obr. 2

Rozdelenie NC systémov podľa zložitosti relatívnej dráhy nástroja a objektu pôsobenia

Základnou funkciou *systemov pre nastavovanie súradníc* (**PTP: Point-to-Point Control**, t.j. riadenie z bodu do bodu) je nastavovanie (polohovanie) objektu pôsobenia (obrobku) vzhľadom k nástroju postupne do jednotlivých vopred stanovených bodov, spravidla súradníc dier. Tieto systémy sa najčastejšie používajú na číslicovo riadených vrtačkách, vyvrtávačkách, ale aj na dierovacích lisočoch či bodových zvráčkach. Naprogramovaná poloha sa nastavuje v dobe, kedy nástroj nie je v styku s objektom pôsobenia (neobrába). Po dosiahnutí tejto polohy sa vykoná pohybom v tretej súradnici vlastný úber materiálu. Nastavenie súradníc x a y sa pritom môže vykonať buď postupne, alebo súčasne v oboch riadených osách (pozri obr. 2).

Systémy pravouhlé (**LP: Longitudinal Path Control**, t.j. riadenie po pozdĺžnej trajektórii) sa používajú na sústruhoch, frézkach a obrábacích centrách. Charakteristickým znakom pre ne je to, že počas

pohybu nástroja vzhľadom k obrobku sa obrába, pričom tento pohyb prebieha vždy iba v smere jednej riadenej osi (súradnice). Až keď je pohyb v tejto súradnici ukončený, môže nasledovať obrábanie v súradnici druhej.

Systémy so súvislým riadením (**CP: Continuous Path Control**, t.j. riadenie po súvislej trajektórii) sú charakteristické tým, že u nich je relatívny pohyb nástroja a obrobku pri obrábaní riadený plynule a súčasne minimálne v dvoch riadených osách. Tým je daná možnosť obrábať všeobecné tvary či už v rovine (súvislé riadenie v dvoch osách), alebo v priestore (súvislé riadenie v troch osách). Medzi pohybmi v súčasne riadených osách, ako aj medzi dráhou a rýchlosťou posuvu existuje určitá závislosť, ktorá vyplynie z požadovaného tvaru obrobku. Príklad súvislého riadenia dráhy nástroja voči obrobku pri frézovaní drážky všeobecného tvaru je na obr. 2.

Súvislé riadenie dráhy

Pri **súvislom** riadení dráhy sa môže nástroj pohybovať po ľubovoľnej priamke alebo po kruhovej dráhe. Koordináciu pohybu zabezpečuje interpolátor lineárny alebo kvadratický.

Lineárny interpolátor vypočítava dráhu podľa rovnice priamky

Kvadratický interpolátor vypočítava dráhu podľa rovnice kružnice v mimo stredovom tvare

Ďalším dôležitým kritériom, podľa ktorého sa NC systémy rozdeľujú, je spôsob programovania geometrických inštrukcií. Podľa neho rozdeľujeme NC systémy na systémy s absolútnym programovaním, systémy s prírastkovým programovaním a systémy kombinované.

Systémy s absolútnym programovaním sú také, u ktorých sa súradnice programovaných bodov relatívnej dráhy nástroja a obrobku vyjadrujú v presne definovanom súradnicovom systéme.

Príslušný číselný údaj sa vždy vzťahuje k príslušnému pevnému začiatku súradnicového systému

Systémy s prírastkovým (inkrementálnym) programovaním sú také, u ktorých sa súradnice programovaných bodov relatívnej dráhy nástroja a obrobku vyjadrujú vždy ako hodnoty merané vzhľadom k predchádzajúcemu bodu (pozri obr. 3b). Príslušný číselný údaj je vlastne celistvým násobkom inkrementov (základných jednotkových krokov), po prejdení ktorých sa nástroj dostane do požadovanej koncovej polohy.

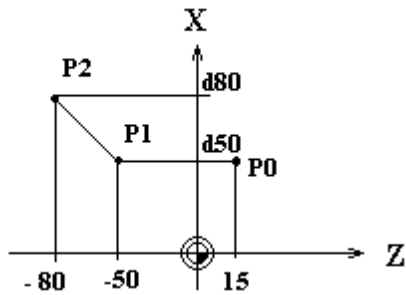
Systémy kombinované sú také systémy, u ktorých je možné podľa potreby v jednom programe kombinovať vyjadrenie dráhových inštrukcií v tvare absolútnych súradníc, alebo v tvare inkrementálnych súradníc.

Absolútne a prírastkové programovanie

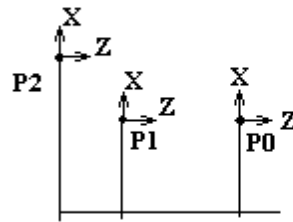
Pri tvorbe NC programu sa používajú dva spôsoby programovania:

1. absolútnu programovanie G90
všetky zadávané súradnice, na ktoré sa nástroj pohybuje, sa vzťahujú k nulovému bodu obrobku. Je preddefinovanú funkcií a platí do doby použitia funkcie G91.
2. prírastkové programovanie G91
zadávané údaje sa vzťahujú k východiskovému bodu pohybu nástroja. Platí do doby použitia funkcie G 90. Prírastkové programovanie sa používa hlavne v podprogramoch. Pri prírastkovom programovaní sa musia písať znamienka + alebo – pre určenie smeru pohybu nástroja. Pri pohybe nástroja v smere len jednej osi programuje sa len tá os, po ktorej sa má nástroj pohybovať.

Príklad: program pohybu nástroja z bodu P0 cez P1 do bodu P2 v absolútnom a v prírástkovom programovaní.



absolútne programovanie

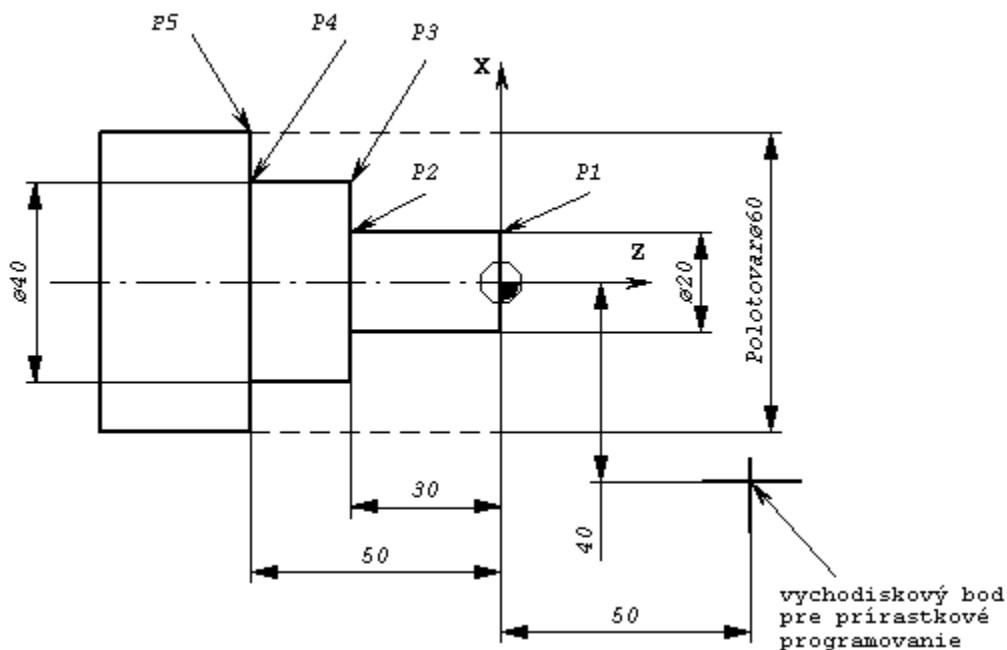


prírastkové programovanie

	G90	G91
z P0 do P1	G00 X50 Z-50	G00 X0 Z-65
z P1 do P2	G00 X80 Z-80	G00 X15 Z-30

Súradnice v osi X pri absolútnom programovaní sa zadávajú ako priemer
Príklad -program pohybu nástroja z bodu P0 cez P1 do bodu P2 v absolútnom a v prírástkovom programovaní.

sústruženie

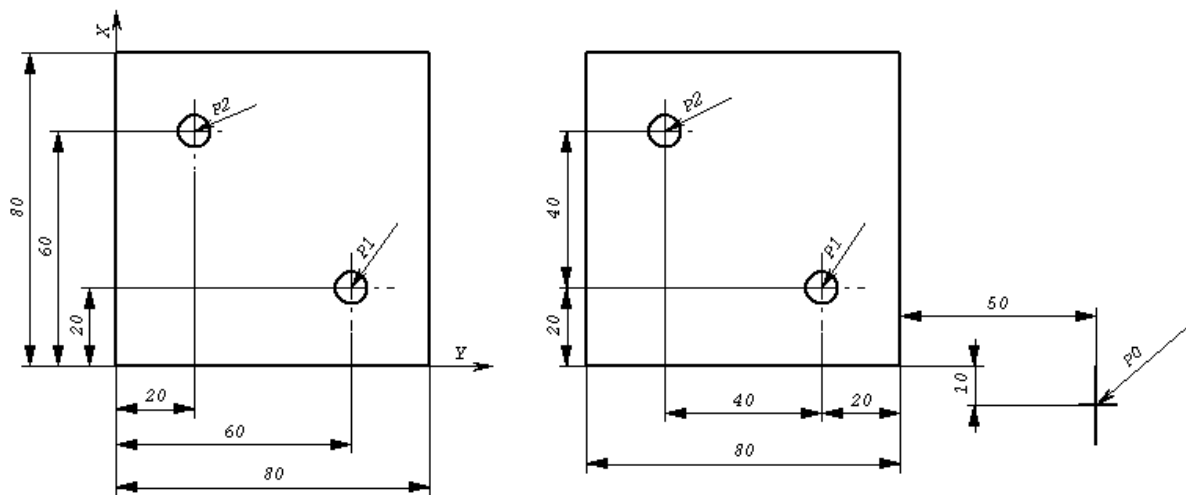


absolútne programovanie prírástkové programovanie

G90 G91
z P0 do P1 G00 X20 Z0 G00 X-40 Z-50
z P1 do P2 G01 X20 Z-30 G01 Z-30
z P2 do P3 G01 X40 Z-30 G01 X+10
z P3 do P4 G01 X40 Z-50 G01 Z-20

Súradnice v osi X pri absolútnom programovaní sa zadávajú ako priemer, pri prírástkovom programovaní sa programujú jednotlivé prírástky dráhy aj v osi X a nástroje musia vždy vychádzať z jedného pevného bodu aj sa do neho vracáť pri výmene.

frézovanie, vrtanie



absolútne programovanie prírástkové programovanie

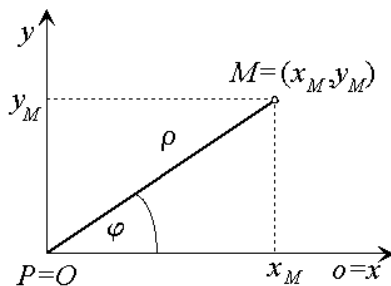
podľa umiestnenia nulového bodu obrobku P0 – východiskový bod

G90 G91

z 0 do P1 GO X60 Y20 z P0 do P1 GO X-70 Y+30

z P1 do P2 GO X20 Y60 z P1 do P2 GO X-40 Y+40

Programovanie polárnymi súradnicami - bod je definovaný polomerom a uhlom. Používa sa pri výrobe otvorov.



Ručné programovanie program (kód) je písaný v riadiacich systémoch priamo na CNC strojoch
Dielské programovanie CNC program (kód) je vytváraný na stroji pomocou údajov o polotovare a tvaru súčiastky Vhodné je pre jednoduché súčiastky, ale aj pre zložitejšie programujeme 2D-kontúry - podľa výkresu Zadávame priamky a kruhové oblúky - pomocou priamo funkčných kláves Pevné cykly urýchľujú programovanie - zobrazený dialóg nás vedie (kapsy, kontúry, vrtanie)

Externé vytváranie programov (CAD/CAM systémy) NC program (kód) je vytváraný (generovaním) na počítačoch v kanceláriách pomocou špeciálnych CAM softwarom, CAM systémy: AlphaCAM, SurfCAM, EdgeCAM, GibsCAM, SolidCAM

AVN automatizovaná výmena nástrojov

Automatizácia výmeny nástrojov sa najskôr začala uplatňovať vo veľkosériovej a hromadnej výrobe. Vytvárali sa prvé konštrukcie poloautomatických a automatických strojov s vačkovým alebo narážkovým riadením, na ktorých sa nástroje menili automaticky pomocou revolverovej hlavy. Nástroje v revolverovej hlave sú zoradené v operačnom slede, ich počet je relatívne malý (5 až 16) a impulz na zmenu nástroja realizovaný pootočením revolverovej hlavy o jeden rozstup prichádza od príslušného pamäťového média tvrdej automatizácie

S rozvojom číslicovej riadiacej techniky dochádza k intenzívnemu vývoju rôznych systémov automatickej výmeny nástrojov. Zvyšuje sa ich kapacita (150 i viac nástrojov – dnes i 400 a viac nástrojov v jednom zásobníku), skracujú sa časy výmeny nástroja, nástroje nemusia byť v operačnom slede, čím sa zvyšuje pružnosť a univerzálnosť strojov. Vznikajú prvé obrábacie centrá - stroje schopné na jedno upnutie obrobku automaticky vykonať veľké množstvo operácií rôznymi výrobnými

spôsobmi (napríklad operácie sústružnícke, vŕtacie a frézovacie). Tým sa prakticky dostala automatizácia aj do oblasti malosériovej a kusovej výroby.

Hlavným prínosom systémov automatickej výmeny nástrojov (AVN) u číslicovo riadených strojov je možnosť automaticky riadiť komplexné obrábanie celého obrobku na danom stroji. Systémy AVN teda vylučujú z relatívne dlhého pracovného cyklu zásahy ľudskej obsluhy, čo umožňuje podstatne skrátiť vedľajšie časy potrebné na výmenu nástrojov a tým dosiahnuť vyššiu výrobnosť stroja.

Aby systém pre výmenu nástrojov kvalitne plnil svoju funkciu, musí spĺňať minimálne tieto požiadavky:

- čas na výmenu nástroja musí byť čo najkratší;
- uzol stroja, ktorý nesie nástroj počas odoberania triesky, musí byť dostatočne tuhý;
- zásobník nástrojov musí mať dostatočnú kapacitu a nemá byť náročný na priestor, resp. pôdorysnú plochu;
- celý systém AVN má byť navrhnutý tak, aby nepracujúce nástroje alebo mechanizmy systému neobmedzovali pracovný priestor stroja;
- mechanizmy systému a nepracujúce nástroje musia byť zakryté alebo usporiadané tak, aby neohrozovali operátora (obsluhu stroja);
- celý systém AVN má byť čo možno najjednoduchší a spoľahlivý.

Systémy AVN rozdeľujeme podľa použitého zásobníka nástrojov na tri základné skupiny:

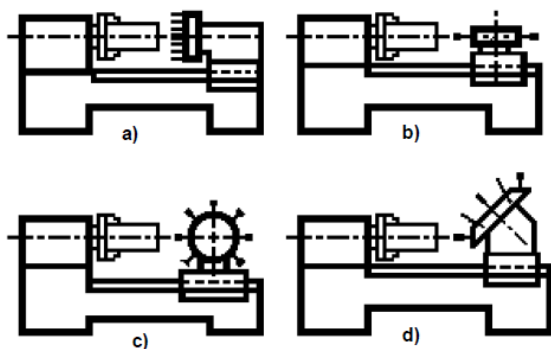
1. systémy AVN s nosným zásobníkom (zásobník nástrojov pri práci stroja prenáša rezné odpory),
2. systémy AVN so skladovacím zásobníkom (zásobník nástrojov neprichádza pri práci stroja do kontaktu s obrobkom a neprenáša rezné odpory),
3. systémy AVN kombinované, ktoré majú sekciu prenášajúcu pri práci stroja rezné odpory a sekciu skladovaciu.

1. SYSTÉMY AVN S NOSNÝM ZÁSOBNÍKOM

Najdôležitejšou časťou týchto systémov je zásobník nástrojov, ktorý je súčasťou nosného systému (rámu) stroja. Pri práci (odoberaní triesky) sa podieľa na väzbe silových tokov v stroji - prenáša rezné odpory. Pretože poloha zásobníka nástrojov pri odoberaní triesky (vyplývajúca z funkcie) musí byť priamo v pracovnom priestore stroja, je zrejmé, že zásobník musí byť umiestnený priamo na stroji. Z tohto dôvodu musí mať relatívne malé rozmery a teda nemôže mať veľký počet nástrojových miest. To ale na druhej strane prináša výhodu v tom, že systém s nosným zásobníkom nezväčšuje pôdorysnú plochu stroja.

Typickými predstaviteľmi [systémov AVN s výmenou jednotlivých nástrojov](#) upnutých v zásobníku sú [revolverové a nožové hlavy](#) číslicovo riadených sústruhov a sústružníckych centier, ktoré by mali spĺňať nasledujúce požiadavky:

- minimálny počet nástrojov (pre vnútorné i vonkajšie operácie) v rozsahu 8 až 12,
- nástroje pre vnútorné a vonkajšie obrábanie si nesmú vzájomne prekážať,
- minimálny čas výmeny nástroja v automatickom cykle,
- vysoká presnosť polohovania nástroja pri výmene,
- výmena nástrojového osadenia hlavy musí byť jednoduchá, rýchla a presná.

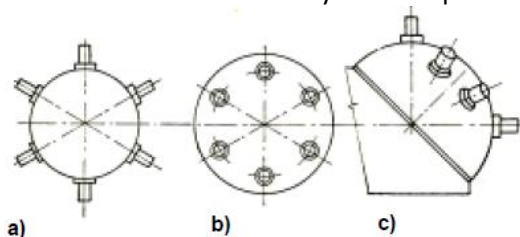


Obr. 5 Základné varianty revolverových hláv
 a) s vodorovnou osou otáčania, b) so zvislou osou otáčania,
 c) s priečnou osou otáčania, d) so šikmou osou otáčania

Systémy automatickej výmeny nástrojov s výmenou vretien s nástrojmi využívajú v podstate tri základné koncepcie výmeny vretien:

- pomocou vretenovej revolverovej hlavy,
- pomocou vretien rozmiestnených v kruhu (vretenové bubny),
- pomocou vretien rozmiestnených lineárne.

Vretenové revolverové hlavy sa často používajú na frézovacích strojoch alebo vrtačkách.



Obr. 6 Varianty usporiadania vretenových revolverových hláv

2. SYSTÉMY AVN SO SKLADOVACÍM ZÁSOBNÍKOM

Typickým znakom všetkých systémov AVN so skladovacím zásobníkom je, že zásobník s nástrojmi nie je súčasťou nosného systému stroja, neprenáša rezné odpory a plní iba skladovaciu funkciu.

Výhody:

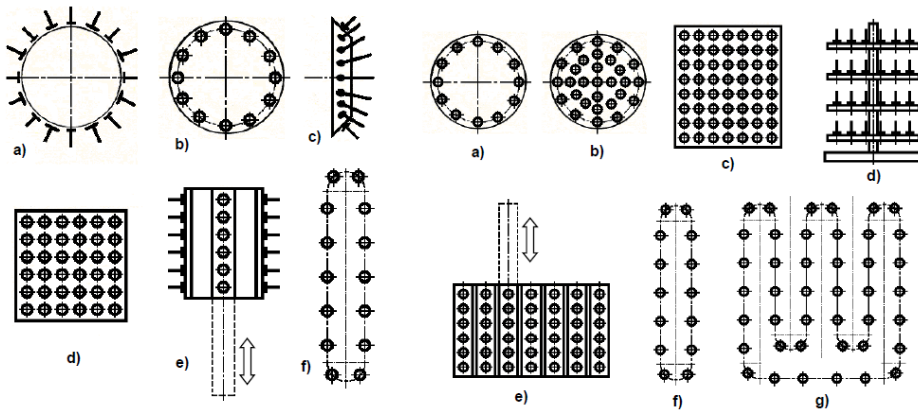
- Nemusí byť umiestnený priamo na stroji
- Rozmery nie sú obmedzené
- Väčšia kapacita.
- Absencia vzniku kolízií nepracujúcich nástrojov

Medzi nevýhody

- Nutnosť využívať pre všetky nástroje na jednom stroji jeden typorozmer nástrojového držiaka
- Čím je kapacita zásobníka nástrojov väčšia, tým musí byť poloha zásobníka vo väčšej vzdialenosti od miesta, v ktorom nástroje pracujú

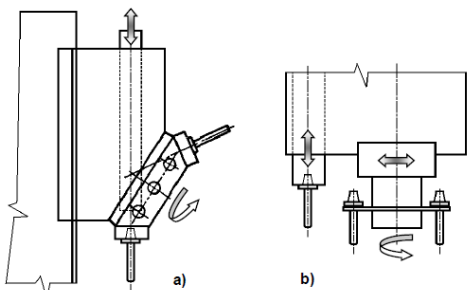
Na preklenutie väčších vzdialeností sa vyvinuli relatívne zložité manipulačné systémy, čím samozrejme narastajú náklady na konštrukciu, výrobu i prevádzku takýchto systémov a zvyšuje sa pravdepodobnosť vzniku porúch.

Systémy AVN so skladovacím zásobníkom sa používajú na obrábacích centrách pre nerotačné obrobky, ale aj na sústružníckych centrách, a to v relatívne veľkom počte rôznych variantných riešení s rôznou zložitou.

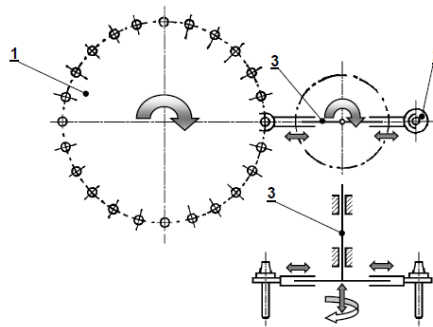


Obr. 11
Základné typy maloobjemových zásobníkov

Obr. 12
Základné typy veľkoobjemových zásobníkov



Obr. 13 Princípy činnosti systémov AVN „zásobník – upínač“



Obr. 19
Systém AVN „zásobník – podávač – upínač“

3. KOMBINOVANÉ SYSTÉMY AVN

Kombinované systémy AVN sú vytvorené integráciou systému AVN so skladovacím zásobníkom a systému s nosným zásobníkom. Najjednoduchšie usporiadanie tohto typu predstavuje systém s bubnovým skladovacím zásobníkom 1 a revolverovou hlavou 2 o minimálnom počte nástrojových miest, teda s dvojpohovou revolverovou hlavou.

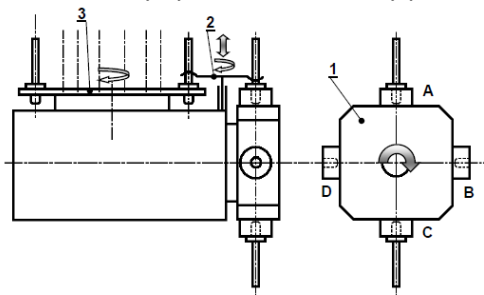
Výhody:

- krátke časy pre výmenu nástroja priamo v pracovnom priestore stroja
- v priebehu práce jedného nástroja druhý nástroj je uložený naspäť do skladovacieho zásobníka a ďalší nástroj je vsadený do hlavy
- výmena nástroja v pracovnom priestore stroja trvá len 1 až 4 s.

Nevýhody:

- pri časovo krátkej operácii sa nestačí nástroj na druhej pozícii hlavy vymeniť. Potom sa musí čakať i 15 až 20 s, než sa výmena dokončí.

Kombinovaný systém AVN vhodný pre sústružnícke stroje.



Obr. 29
Kombinovaný systém AVN so štvorpohovou revolverovou hlavou

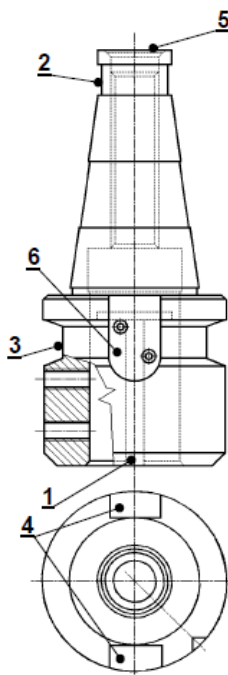
UPÍNANIE A DRŽIAKY NÁSTROJOV

Každý držiak nástrojov použitý v systéme AVN so skladovacím zásobníkom musí spĺňať nasledujúce funkcie:

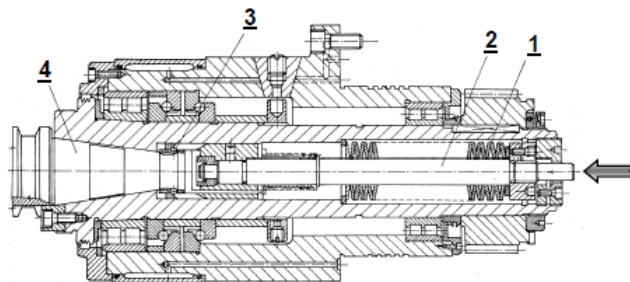
- Musí umožňovať presné upnutie do vretena alebo na nosič nástrojov stroja. Upínacia časť držiaka môže byť valcová, kužeľová alebo zložená. Táto časť držiaka musí tiež umožniť v prípade potreby jeho uchytenie upínacím alebo poistným zariadením.
- Držiak nástroja musí preniesť celé zaťaženie reznými odpormi trením v upínacích plochách alebo systémom týchto plôch.
- Na držiaku musia byť vytvorené jednotné plochy pre uchopenie manipulátorom nástrojov pri automatickej výmene.
- Na držiaku nástrojov musí byť plocha (plochy), kde by bolo možné umiestniť kód pre identifikáciu nástroja.

Držiaky s kužeľovou stopkou sú dvoch typov – s dlhým, resp. s krátkym kužeľom.

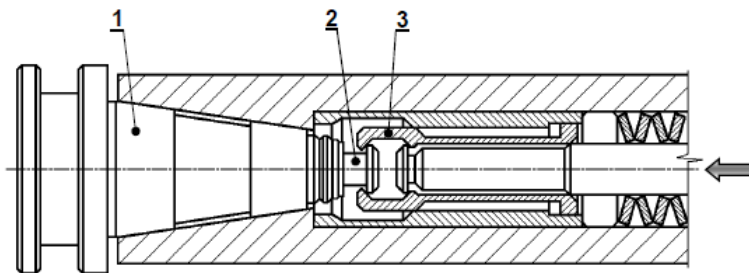
Nástroj sa do držiaka upína do vnútornej valcovej plochy pomocou skrutiek. Krútiaci moment z držiaka na nástroj sa prenáša perom v drážke 1, zápich 2 na konci kužeľovej časti držiaka je určený na zachytenie guľôčkového alebo klieštinového upínacieho zariadenia. Drážka 3 je určená pre uchopenie držiaka manipulátorom. Krútiaci moment z vretena na držiak sa prenáša pomocou unášacích kameňov, ktoré zapadnú do drážok 4. Na miestach 5 a 6, prípadne aj inde na držiaku môže byť umiestnené označenie nástroja v určitom kóde.



Obr. 31
Držiak nástrojov
s kužeľovou stopkou ISO



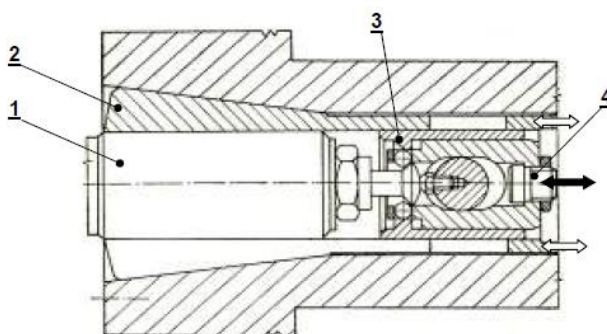
Obr. 4.32
Upínanie držiaka s nástrojom vo vretene pomocou guľôčkového
mechanizmu [7]



Obr. 4.33
Upínanie držiaka s nástrojom vo vretene pomocou klieštiny [7]

Držiak s valcovou upínacou plochou

Držiak 1 je do vretena upnutý pomocou klieštiny 2 a poistený je pomocou guľôčkového mechanizmu 3 ovládaného tiahom 4. Valcová stopka má spravidla priemer 45 až 50 mm.



Obr. 36
Držiak nástrojov s valcovou stopkou upnutý vo vretene

Výhodou držiakov s valcovou stopkou je, že sa jednoducho udržujú v čistote, čo prispieva k vysokej presnosti upínania. Nečistoty sa odstraňujú prakticky pri každom zasúvaní do vretena i do zásobníka. Opotrebenie upínacích plôch je minimálne. Pri výmene nástroja vo

vretene nie je nutné vreteno vždy presne polohovať. Upínacia sila vyvinutá klieštinou je pre ľahšie a menej namáhané nástroje dostatočná. Výhodou valcovej stopky držiaka je aj jej jednoduchšia výroba. Nedostatkom je menšia tuhosť upnutia vo vretene. Konštrukcia upínacieho zariadenia je zložitejšia a náročnejšia na výrobu. Zariadenie potrebuje pre svoju činnosť dva samostatné upínacie a ovládacie mechanizmy - jeden je určený pre upínanie klieštinou (jeho ovládanie je na obrázku schematicky znázornené bielou šípkou) a druhý je určený pre poistné zariadenie (na obrázku je jeho ovládanie znázornené čiernou šípkou).

KÓDOVANIE NÁSTROJOV V SYSTÉMOCH AVN

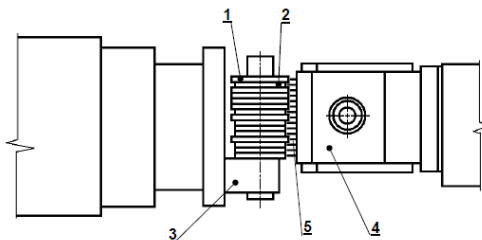
Aby bolo možné programovať sled nástrojov potrebných na obrábanie určitého obrobku, musia byť nástroje alebo nástrojové pozície v zásobníku určitým spôsobom kódované. Každému nástroju (nástrojovej pozícii v zásobníku) potom je jednoznačne priradený určitý kód, na ktorý sa odvolávame pri volaní nástroja v príslušnom bloku programu slovom s adresou „T“.

Kódovanie teda môže byť v zásade dvoch druhov:

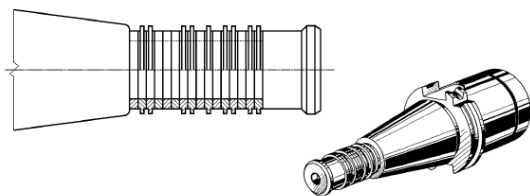
1. kódovanie pozície v zásobníku,
2. kódovanie samotného nástroja.

Kódovanie pozície v zásobníku je menej spoľahlivé, pretože v tomto prípade nie je kód na držiaku nástroja, ale na nástrojovej pozícii v zásobníku. Nástroje sa potom musia do zásobníka vkladáť na pozície presne určené programom a po použití sa presne tam zase musia vrátiť. Vložením nesprávneho nástroja na príslušnú pozíciu v zásobníku môže dôjsť až k havárii stroja.

V prípade **kódovania nástroja** je nositeľom kódu samotný nástroj. Na držiaku nástroja sú na umiestnenie kódu určené miesta. Kód teda zostáva na nástroji aj vtedy, keď nástroj nie je v zásobníku, a preto v prípade kódovania nástroja nezáleží na poradí, v akom nástroje do zásobníku vkladáme. Tým, že nositeľom kódu je samotný nástroj, neprichádza do úvahy ani možnosť nechcenej zámeny nástrojov, a preto nemôže dôjsť k chybe pri práci stroja vložením nástroja na iné miesto, než sa predpokladalo. Tento systém kódovania umožňuje aj automatizovať výmenu nástrojov pri zmene typu obrobku. Napríklad kód s 15 krúžkami umožňuje zakódovať až 32 767 nástrojov, čo môže stačiť približne na objem celej menšej nástrojárne. Každý nástroj môže teda mať svoj nemenný kód po celú dobu svojho života. Kód sa umiestňuje napríklad na stopke držiaka nástroja.



Obr. 38
Kódovanie nástroja pomocou sústavy 15 krúžkov



Obr. 39
Umiestnenie kódovacích krúžkov na držiaku s kužeľovou stopkou

Systémy automatickej výmeny obrobkov AVO

Systémy automatickej výmeny nástrojov slúžia u CNC strojov k skracovaniu vedľajších časov, k odstráneniu ľudského činiteľa z výrobného procesu, k vyššiemu využitiu strojov a k vyššej produktivite práce. Výmena, upnutie a ustavenie obrobku sa robí prevažne mimo stroj počas pracovného cyklu.

Spôsob manipulácie s obrobkom je volený podľa jeho rozmerov a hmotnosti. U malých a rotačných obrobkov sa obvykle manipuluje priamo s obrobkom. Malé a stredne veľké nerotačné obrobky sú

obvykle upínané na technologickú paletu. Ťažké obrobky sú upínané vždy na paletu a do stroja sú zakladané pomocou jednéhoúčelového manipulátora.

Rozdelenie systémov automatickej výmeny obrobkov:

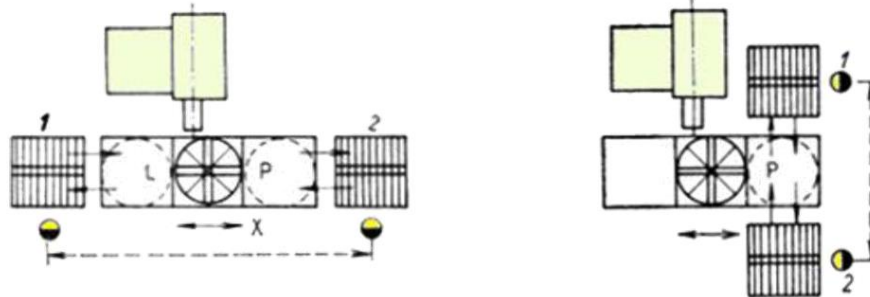
Systémy AVO s paletami

Použitie paliet je vhodné u obrobkov skriňovitého a plochého tvaru a ďalej u rozmernejších rotačných plochých súčiastok a prírub. Upnutie obrobku na paletu musí byť vykonané rýchlo a správne, musí zabezpečiť, aby obrobok bol správne usadený, musí správne prenášať reznú silu a pritom nesmie deformovať polotovar. Tiež nesmie brániť v prístupe k obrábaným plochám, napr. nástrojom, odstraňovaniu triesok pod.

Obrobok je spravidla upínaný na paletu mimo pracovný priestor stroja počas práce stroja. Samotná výmena paliet je tak realizovaná automaticky bez zásahu ľudského činiteľa.

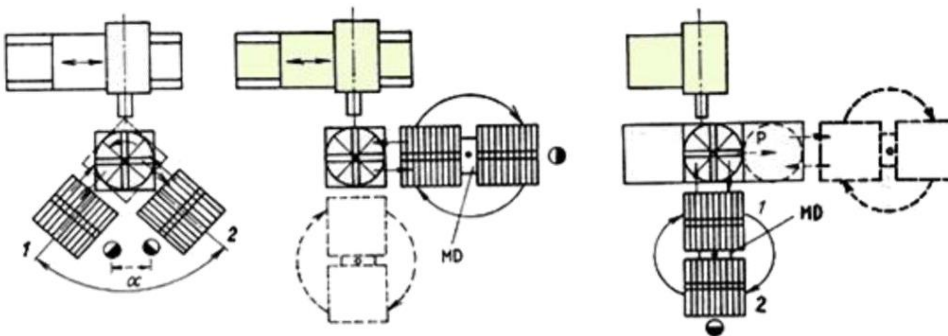
Tieto systémy je možné rozdeliť do niekoľkých skupín:

1. Systém s dvoma paletami - po dokončení obrábania na jednom obrobku prejde stôl do krajnej polohy a upínacie zariadenia uvoľní paletu, ktorá je potom vysunutá s hotovým obrobkom na voľný prvý manipulačný stôl. Prázdny stôl prejde do opačnej krajnej polohy, kde na druhom manipulačnom stole je pripravený na druhej palete nový obrobok, paleta je presunutá manipulačným zariadením na stôl stroja a upnutá.



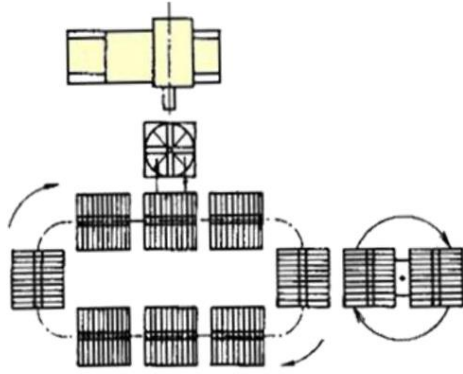
7-39 Systém AVO s 2 paletami

2. Systém s otočným dvojestolom - výhodou týchto systémov je, že sa obsluha paliet vykonáva stále z jedného miesta a že pracovný stôl stroja vo väčšine prípadov nevykonáva žiadne manipulačné pohyby.



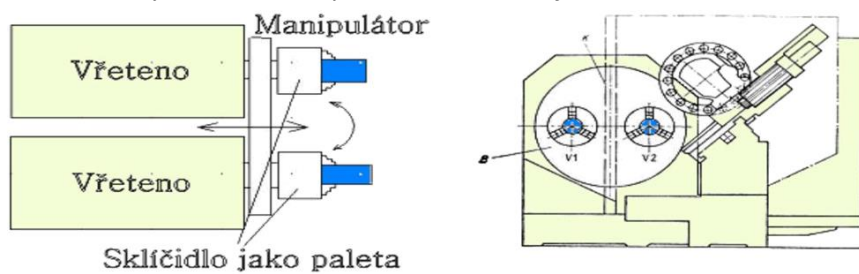
7-40 Systém AVO s otočným dvojestolom

3. Systém so zásobníkom paliet - palety bývajú cez operačnú paletu vkladané do pracovného priestoru a vyberané z neho. Je tu väčšia voľnosť obsluhy a možnosť vykonávať aj viacstrojovú obsluhu.



7-41 Systém AVO se zásobníkem palet

4. Systém s paletami pre rotačné súčiastky - paleta nahrádza skľučovadlo, po ukončení pracovného cyklu otočí manipulátor súčiastku aj so skľučovadlom



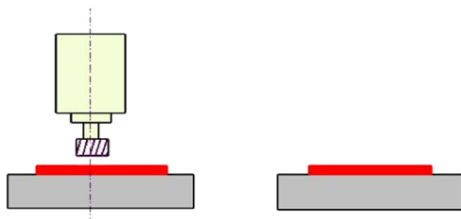
7-42 Systém AVO pro rotační součásti

Systémy AVO bez palet

U týchto systémov sa nepoužívajú palety, obrobok je vymieňaný priamo na pracovnom stole stroja alebo v upínači vretena. Tieto systémy sa môžu objavovať pri strojoch s dvoma a viac vretenami či pracovnými stolmi.

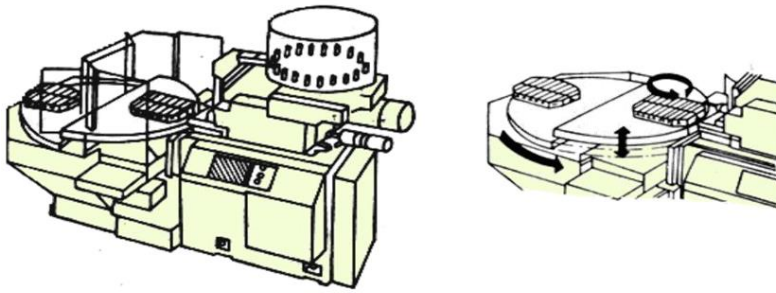
Tieto systémy je možné rozdeliť do týchto skupín:

1. Systém s dvoma pracovnými stolmi - výmena prebieha v blízkosti pracovného priestoru. Týmto je znížená bezpečnosť práce, môže dôjsť ku kolízii medzi nástrojom a obrobkom.



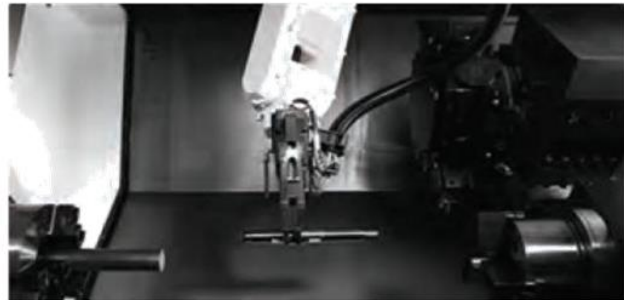
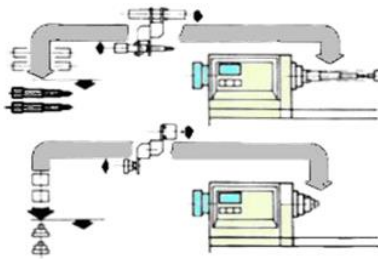
7-43 Systém AVO s 2 pracovnými stolmi

2. Systém s otočným pracovným dvojstolom - na prvom obrobku sa pracuje, druhý obrobok je vymieňaný priamo na stole. Vedľajšie časy sú skrátené na minimum.

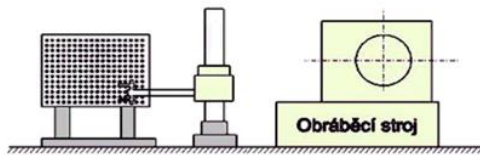


7-44 Systém AVO s dvoustolem

3. Systém s robotom alebo manipulátorem - tieto systémy sa skôr výhradne používali pri strojoch s jedným vretenom alebo pracovným stolom prevažne pre rotačné obrobky malé a stredné veľkosti. Dnes sa čoraz častejšie používajú aj pre manipuláciu skriňových obrobkov a paliet.



7-45 Systém AVO s manipulátorem



7-46 Systém AVO s robotem