

SYSTÉM AUTOMATIZOVANEJ VÝMENY NÁSTROJOV

AUTOMATIC TOOL CHANGING SYSTEM

Radovan ZVOLENSKÝ

Autor: Ing. Radovan Zvolenský

Pracovisko: Katedra technologických zariadení a systémov, Materiálovotechnologická fakulta STU

Adresa: Paulínska 16, 917 24 Trnava, Slovensko

Tel: 00421 33 5521 164

e-mail: radovan.zvolensky@stuba.sk

Abstract

Trieskové obrábanie je v súčasnosti charakteristické vysokými výkonmi a krátkymi výrobnými časmi. Týmto vlastnostiam zodpovedajú najnovšie výrobné zariadenia, ktoré sú bežne schopné pracovať s otáčkami od 15 000 do 50 000 ot/min. Týmto spôsobom sa výrobcovia CNC obrábacích zariadení neustále snažia skracovať strojové časy na minimum. Z časového hľadiska sú však náročnejšie činnosti, ktoré výrobné zariadenie vykonáva mimo samotného rezného procesu. Jednou činnosťou patriacou do spomínanej skupiny činností je výmena nástroja, ktorá má významné postavenie hlavne pri CNC obrábacích strojoch. CNC obrábacie zariadenia sa vyznačujú vysokými vstupnými nákladmi, ktoré sa musia kompenzovať maximálnou využiteľnosťou stroja. Rozsiahle výrobné možnosti stroja sú dané jeho nástrojovým vybavením a schopnosťou jeho rýchlej a automatizovanej výmeny.

Cutting process is in nowadays specified by high performance and short operating periods. To these facilities respond the newest machining devices, which are normally able to work with operating speed from 15 000 to 50 000 rpm. The producers of CNC machining devices are trying to produce devices, which are able to work with minimal machine times. In term of machine time are more important operations which can device do except of cutting process. One of these operations is the operation of automatic tool change, which has important state in CNC machining devices. CNC machining devices are characterized with high outlays. High outlays are compensated with maximal efficiency of the device. Maximal efficiency of the device is given with its cutting tool equipment and with the rapid automatic tool changing system.

Key words

zásobník nástrojov, držiak nástroja, výmena nástroja automatizovaná

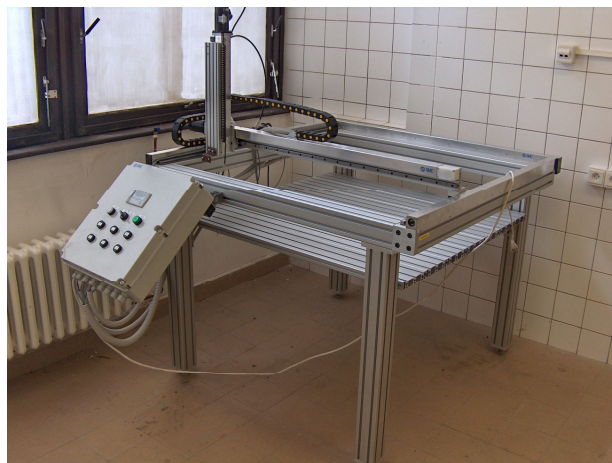
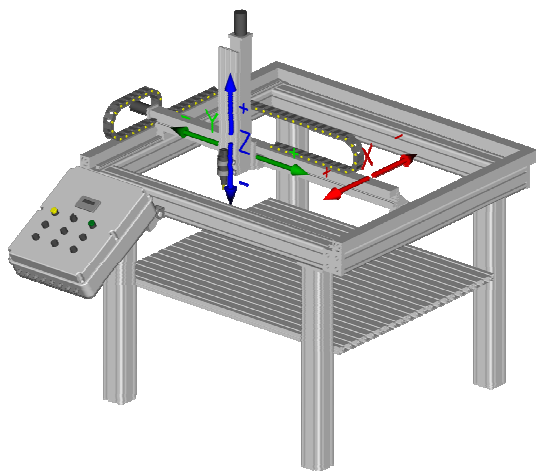
cutting tool buffer, tool holder, automatic tool change

Úvod

Modernizácia a automatizácia výrobných procesov je ovplyvňovaná požiadavkami technologických procesov a neustálym tlakom na znižovanie nákladov a flexibilnú zmenu výrobného programu. Flexibilná zmena výrobného programu si vyžaduje flexibilnú zmenu výrobných nástrojov, ktorú možno uskutočniť buď použitím revolverových hláv, alebo systémami automatizovanej výmeny nástrojov, ktoré zabezpečia skrátenie výrobného času a tým následne výrobných nákladov v súlade s požadovanou zmenou výrobného programu.

Projekt automatizovanej výmeny nástrojov vo vretene portálového frézovaco-vŕtacieho stroja

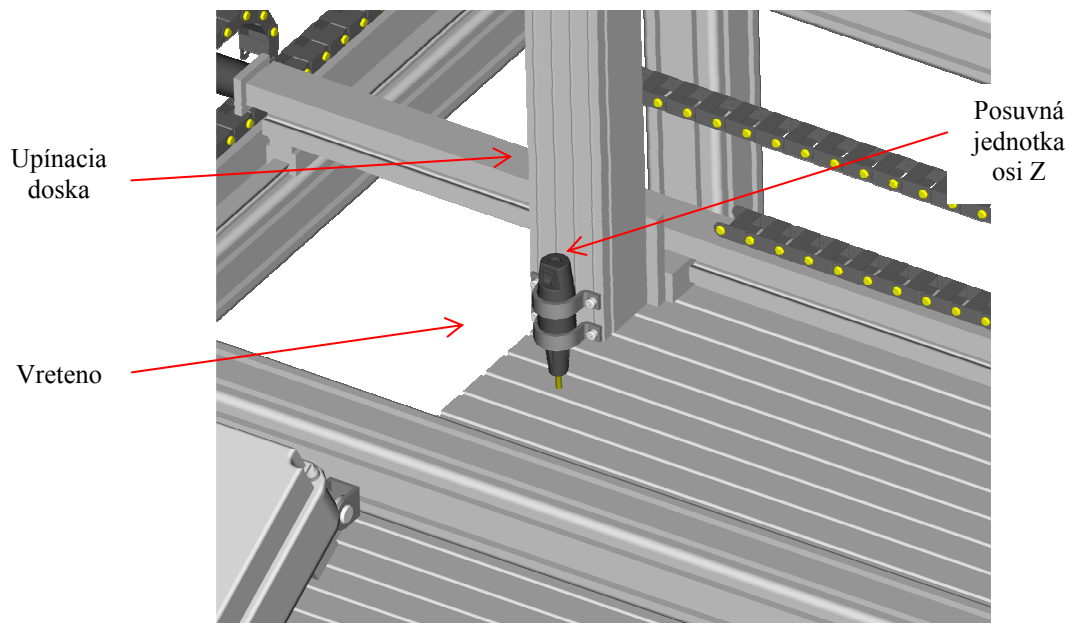
Systém automatizovanej výmeny nástroja bol navrhovaný pre podmienky laboratória katedry technologických zariadení a systémov. Systém bol navrhovaný pre portálový frézovaco-vŕtací stroj. Spomínané zariadenie je súčasťou laboratória katedry technologických zariadení a systémov. Jeho konštrukciou sa zaoberala firma SMC (obr. 1).



Obr. 1. Frézovaco – vŕtacie zariadenie

Pohyby stroja vo všetkých troch osiach sú realizované za pomoci posuvných jednotiek firmy SMC. Každá jednotka je poháňaná servomotorom s výkonom 30 W. Pohony sa posúvajú s presnosťou 0,03 mm. Presné vedenie posuvných jednotiek je zabezpečované vedeniami s valivými hniezdami. Valivé hniezda sa pohybujú po kalených lištách (koľajniciach). Použité valivé hniezda môžu prenášať zaťaženie v štyroch smeroch v rovine kolmej k pohybu hniezda. Môžu taktiež prenášať aj momenty pôsobiace vo všetkých troch základných rovinách. Posledná posuvná jednotka zabezpečujúca pohyb v osi Z, je doplnená o pomocnú upínaciu dosku obsahujúcu prvky pre upevnenie výkonných zariadení stroja ako sú vreteno, prípadne chápadlo.

Výkonnou jednotkou obrábacieho zariadenia je vreteno, ktoré je možné osadiť vŕtacím ako aj frézovacím nástrojom. Vretenník je namontovaný na upínacej doske posledného posuvného člena zabezpečujúceho pohyb v osi Z (obr. 2).



Obr. 2. Výkonná jednotka frézovaco-vŕtacieho stroja

Návrh prvkov systému automatizovanej výmeny nástroja

Systém automatizovanej výmeny nástroja na portálovom frézovaco-vŕtacom stroji musí spĺňať parametre ktoré sú zadané, alebo priamo vyplývajú z konštrukcie a možností obrábacieho zariadenia.

Medzi zadané parametre systému automatizovanej výmeny patrí fakt, že systém nesmie byť náročný na riadenie. To znamená že výmena nástroja musí byť plne realizovaná iba pohybmi, ktoré ponúka kinematika stroja. Výmena nástroja nesmie byť poháňaná aktívnym prvkom, ktorý je potrebné riadiť riadiacou jednotkou. Ako hlavné konštrukčné prvky každého systému automatizovanej výmeny nástroja môžeme označiť:

- a) Spôsob prenosu krútiaceho momentu z vretena na držiak nástroja
 - b) Spôsob upnutia držiaka nástroja na vretene
 - c) Spôsob upnutia nástroja v držiaku
- a) Pre prenos krútiaceho momentu z vretena na držiak nástroja je použitý princíp unášania za pomoci unášacích kameňov a drážkovanej spojky (obr. 3).

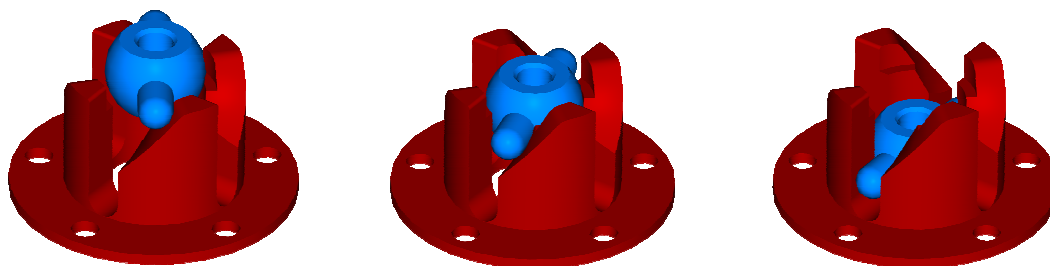


vretenník s unášacími kameňmi

drážkovaná spojka

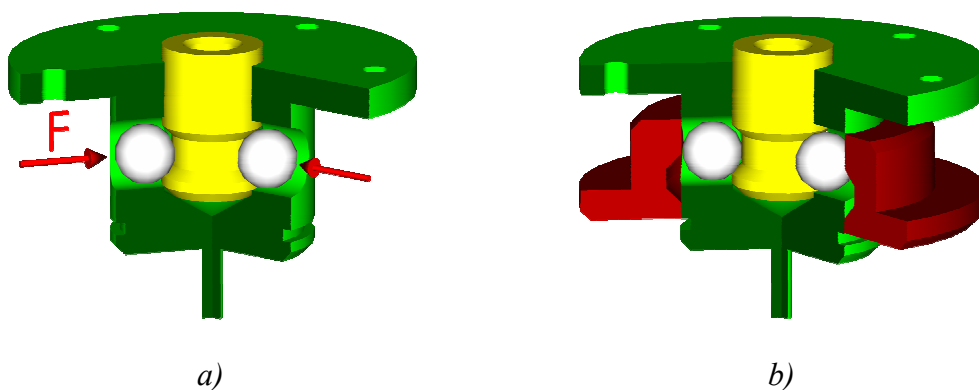
Obr. 3. Riešenie prenosu krútiaceho momentu z vretena na nástroj

Veľmi dôležitou vlastnosťou takto navrhnutého systému je navádzanie unášacích kameňov do drážok počas zakladania držiaka nástroja do vretena stroja. Konštrukcia drážok obsahuje nábehové plochy, ktoré presne navedú unášacie kamene do drážok pri akejkoľvek orientácii vretena. Po navedení a uložení unášacích kameňov do drážok v telese držiaka sú kamene schopné prenosu krútiaceho momentu z vretena na nástroj. Postupné navádzanie unášacích kameňov do drážok po nábehových plochách je znázornené na obr. 4.



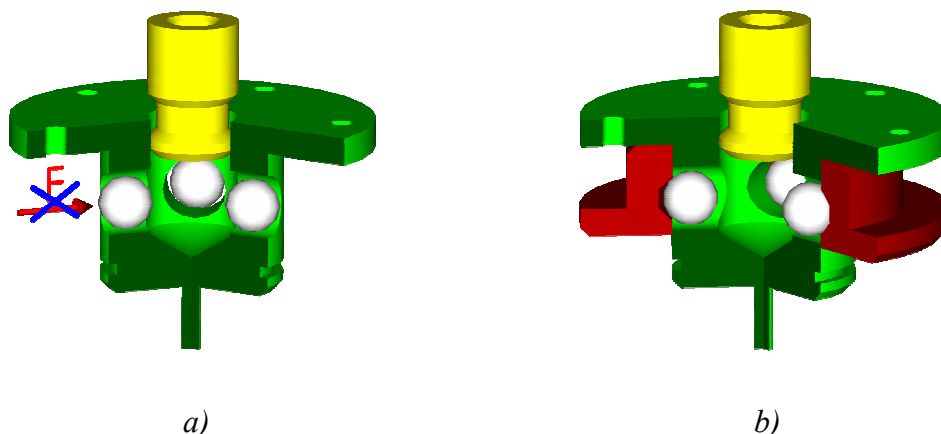
Obr. 4. Navádzanie unášacích kameňov po nábehových plochách

- b) Po navedení vretena s unášacími kameňmi do unášacích drážok prichádza na rad upnutie a uzamknutie držiaka nástroja na vretene. Konštrukčne najjednoduchší spôsob upínania držiaka na vretene stroja je guľôčkový mechanizmus. Veľkou výhodou guľôčkových zamykacích systémov je fakt, že upínajú za valcovú stopku, ktorej výroba je jednoduchšia než výroba stopky kužeľovej. Konštrukcia stopky obsahuje tvarové prvky slúžiace pre zapadnutie guľôčok. Upnutie a zamknutie systému sa realizuje vyvedením sily, ktorá zatlačí guľôčky do drážky vo valcovej stopke (obr. 5).



Obr. 5. Guľôčkový zamykací mechanizmus – poloha zamknuté

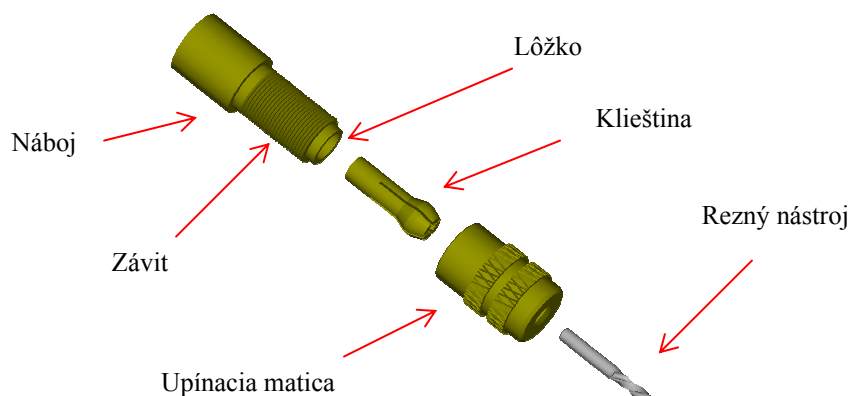
Upínacia sila nie je vyvodzovaná pohonom, ale pohybom šablóny, ktorá guľôčky zatlačí do drážok na stopke a zároveň zabráni ich spätnému pohybu (obr. 5b). Uvoľňovanie valcovej stopky je sa realizuje odstránením pôsobiacej sily (obr. 6a). Šablóna sa posunie do polohy, kedy nebráni pohybu guľôčok. Takto uvoľnené guľôčky môžu ustúpiť vyložieniam vytvoreným na valcovej stopke pri jej vychádzaní z lôžka (obr. 6b).



Obr. 6. Gulôčkový zamykací mechanizmus – poloha odomknuté

- c) Systém automatizovanej výmeny nástroja a vreteno namontované na portálovom obrábacom stroji, sú navrhované pre rezné nástroje s priermi od 0,3 do 3 mm. Rezné sily ktorými bude držiak zaťažovaný budú nadobúdať malé hodnoty. Z tohto dôvodu sa ako najvýhodnejší spôsob upnutia rezného nástroja javí upínanie za pomoci klieštiny.

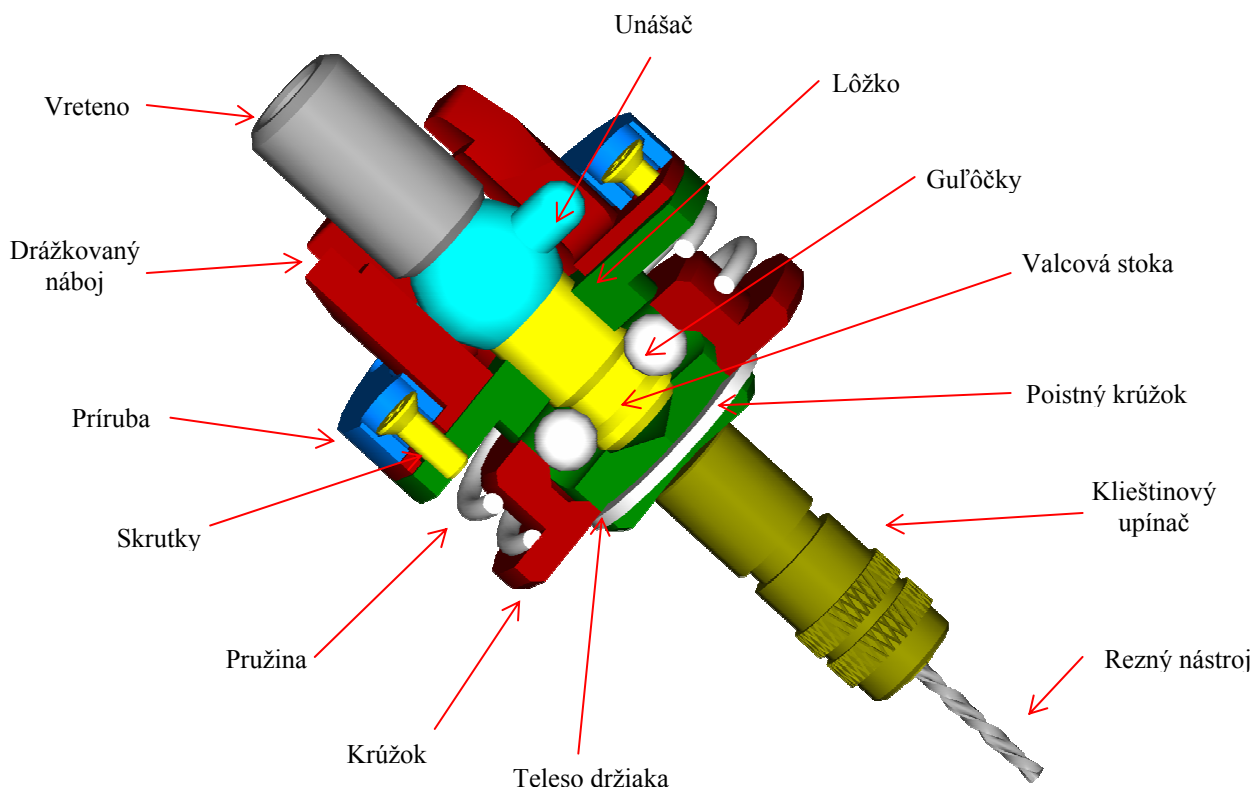
Celý systém upnutia nástroja pozostáva z troch častí (obr. 7). Prvou časťou je náboj, v ktorom je vytvorené lôžko pre uloženie klieštiny. Na vonkajšej valcovej ploche náboja je vytvorený závit, pomocou ktorého sa na náboj pripája upínacia matica. Funkciou upínacej matice je zatláčanie klieštiny do lôžka vytvoreného v náboji.



Obr. 7. Klieštinový systém upínania rezného nástroja

Spojením týchto troch prvkov vzniká systém automatizovanej výmeny nástroja, ktorý môžeme definovať ako klieštinový držiak s gulôčkovým zamykacím mechanizmom. Konštrukcia pozostáva z prvkov ako unášač, drážkovaný náboj, teleso s gulôčkami, klieština a upínací krúžok. Krútiaci moment je z vretena stroja na držiak prenášaný za pomoci unášača a drážok z nábehovými plochami. Drážkovaný náboj je k telesu držiaka pripevnený za pomoci prírubby a piatich skrutiek so zapustenými hlavami. Centrálnym prvkom je teleso držiaku valcového tvaru s prírubou. V telese držiaku sú vytvorené lôžka pre uloženie gulôčok, pričom teleso obsahuje prvky slúžiace pre upnutie klieštinového držiaka nástroja. Uzamykanie

valcovej stopky v telese držiaka je riešené za pomoci guľôčok a pohyblivého krúžku s jednou drážkou na jeho vnútornej valcovej ploche. Pohyb krúžku zabezpečuje pružina, ktorej funkciou je neustále uzamykanie mechanizmu (obr. 8).

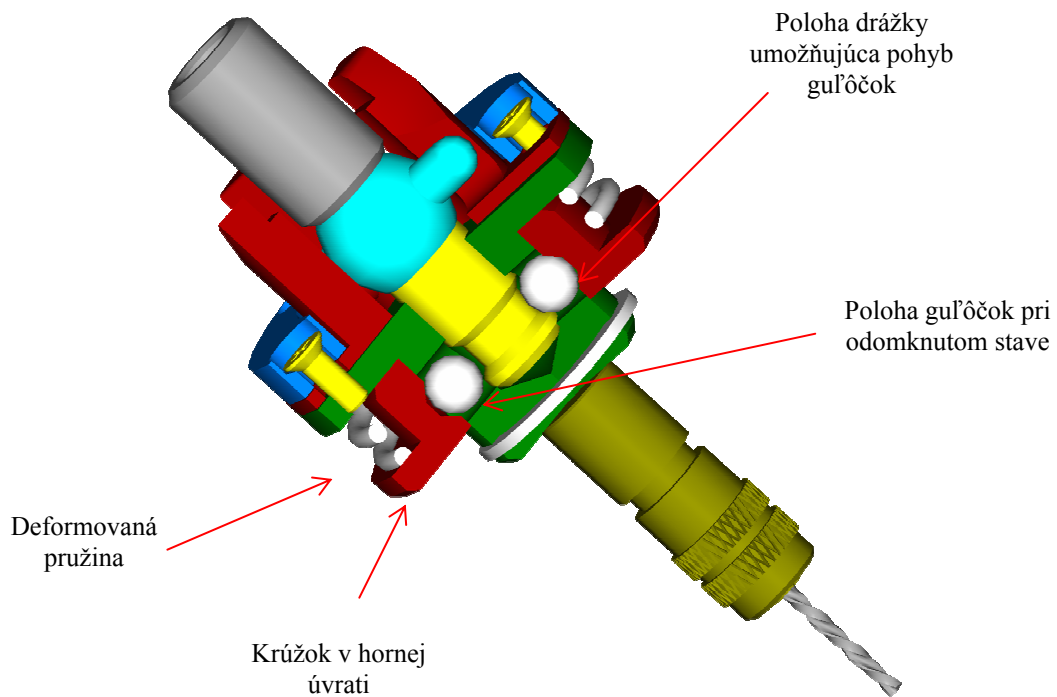


Obr. 8. Držiak nástroja - poloha zamknuté

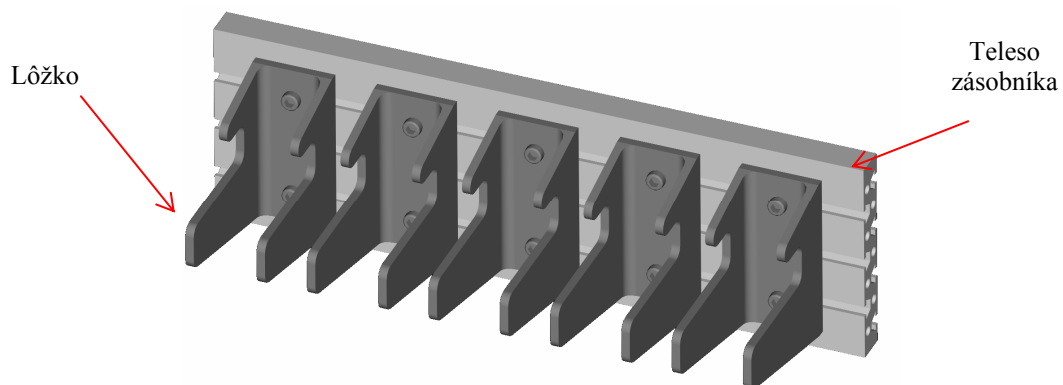
Proti pružine sa pôsobí iba vtedy ak chceme držiak odomknúť a uvoľniť valcovú stopku zo zovretia guľôčkami. Týmto spôsobom vznikajú dve polohy uzamykacieho mechanizmu. Prvou, zároveň stálou polohou je poloha v ktorej je mechanizmus uzamknutý (obr. 8). V tejto polohe pružina tlačí krúžok na poistný krúžok, čím nastavuje drážku do polohy, ktorá zatláča guľôčky do vybrania na valcovej stopke. Guľôčky bez možnosti pohybu pevne a zároveň bezpečne uzamknú valcovú stopku spoločne s vretenom v telese držiaka. V druhej polohe sa zatlačením krúžku do hornej úvrate proti pôsobeniu pružiny dosahuje taká poloha drážky, ktorá dovoľuje guľôčkam ustúpiť a tým uvoľniť stopku zo zovretia. (obr. 9). Polohovaním krúžku, teda pohybom pôsobiacim proti sile pružiny sa zaoberá kinematika portálového frézovaco-vŕtacieho stroja.

Systém automatizovanej výmeny nástrojov ďalej dopĺňa zásobník držiakov nástrojov. Zásobník pozostáva z dvoch častí, ktorými sú hliníková lišta a lôžko (obr. 10).

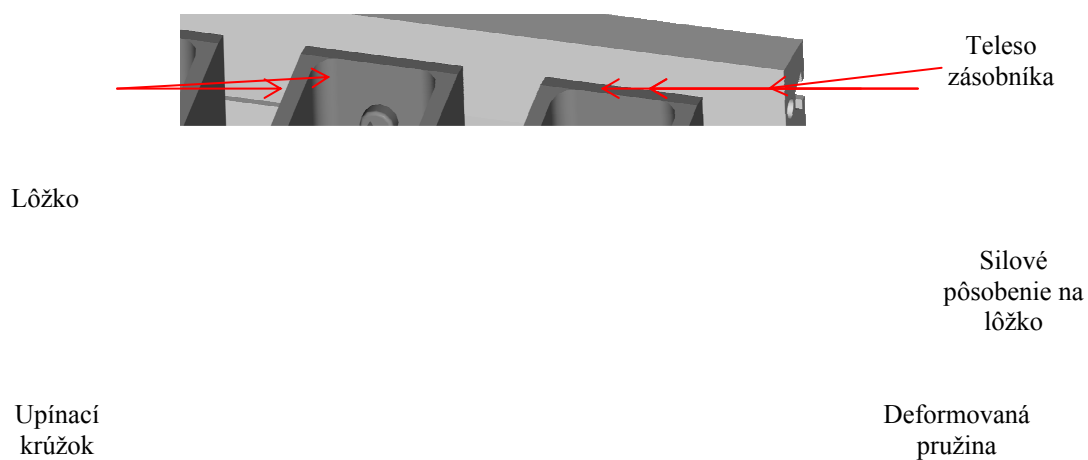
Držiak je vo zásobníku uložený v odomknutej polohe. To znamená, že portálový stroj musí do zásobníka držiak vložiť v polohe pri ktorej je pružina deformovaná. Táto poloha držiaka zabezpečuje otvorenie guľôčkového uzamykacieho mechanizmu, čím umožňuje voľný odchod stopky a vretena zo zovretia v telese držiaka. Snahou deformovanej pružiny je odtláčať upínací krúžok, čím vyvodzuje silu na lôžko v zásobníku. Týmto spôsobom pružina ustavuje držiak v lôžku zásobníka (obr. 11).



Obr. 9. Variant B – Držiak nástroja - poloha odomknuté



Obr. 10. Zásobník držiakov



Obr. 11. Uloženie držiakov nástrojov v ich zásobníku

Realizovaný návrh systému automatizovanej výmeny nástroja

Pri navrhovaní systému automatizovanej výmeny nástroja som dbal na celkovú jednoduchosť riešenia. Jednoduchosť konštrukcie priamo vplýva na funkčnosť zariadenia ako aj možnosti jeho nasadenia a riadenia. Navrhnutý a vyrobený systém obsahuje zvolené vreteno, ktorého výstupný hriadeľ je špeciálne upravený pre potreby navádzania a spájania sa z držiakom, ktorý je druhou časťou systému (obr. 12).



Obr. 12. Rozpojený systém automatizovanej výmeny nástroja

Spojením oboch častí vzniká pevné spojenie, ktoré bezpečne prenáša krútiaci moment. z vretenníka na rezný nástroj upnutý v držiaku (obr. 13).



Obr. 13. Spojený systém automatizovanej výmeny nástroja

Spojenie je realizované za pomoci guľôčkového uzamykacieho mechanizmu. Funkčnou jednotkou celého systému je držiak nástroja, ktorý v sebe spája všetky funkcie systému ako prenos krútiaceho momentu, upnutie stopky v telese držiaka, upnutie nástroja v držiaku (obr. 14).



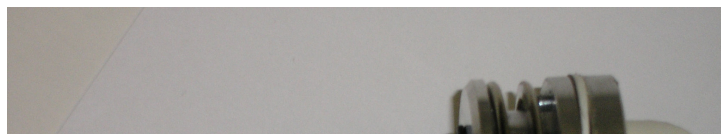
Obr. 14. *Držiak nástroja*

Zrealizovaný systém bol navrhovaný je stroj, ktorého pracovný priestor bude obsahovať niekoľko systémov zabezpečujúcich jeho chod a funkcie. Pracovný priestor preto vyžaduje také riešenie výmeny nástroja, ktoré bude spĺňať podmienku čo najmenších rozmerov (obr. 15).



Obr. 15 *Malé rozmery navrhnutého riešenia, možnosť porovnania so známym predmetom*

Navrhovaný systém a predovšetkým držiak nástroja túto podmienku svojimi rozmermi spĺňa (obr. 16).



Obr. 16. *Malé rozmery držiaka nástrojov, možnosť porovnania so známym predmetom*

Ďalšou výhodou malých rozmerov riešenia je jeho malá hmotnosť, ktorá stroju umožňuje jednoduchšie operovanie s navrhnutým systémom. Malú hmotnosť riešenia taktiež zabezpečuje použitý materiál, ktorým je hliníková zliatina so zložením Al-Mn-Si.

Tvary, konštrukčné prvky ako aj rozmery jednotlivých dielcov systému automatizovanej výmeny nástroja som navrhoval so zreteľom na ich vyrobiteľnosť a technologickosť konštrukcie. Pri navrhovaní som volil jednoduché tvary a normalizované konštrukčné prvky, ktoré sú jednoducho vyrobiteľné na univerzálnych obrábacích strojoch (obr. 17).



Obr. 17. Súčasti systému automatizovanej výmeny nástroja

Záver

Systémy automatizovanej výmeny nástrojov v súčasnosti predstavujú neoddeliteľnú súčasť najnovších výrobných zariadení operujúcich pri v rámci rôznych technológií obrábania. Kvalitná a rýchla výmena nástroja výrazne ovplyvňuje čas výroby súčiastok a tým zvyšuje celkovú produktivitu práce takto vybaveného zariadenia. Navrhnutý a zrealizovaný systém automatizovanej výmeny nástroja v laboratóriách KTZS, nielenže zvyšuje produktivitu práce frézovaco – vŕtacieho stroja, ale ukazuje zaujímavé a laboratórnymi podmienkami limitované riešenie automatizovanej výmeny nástrojov.

Zoznam bibliografických odkazov:

- [1] VELÍŠEK, K., KATALINIČ, B. *Výrobné systémy I*. Bratislava: STU, 2004, 208 s. ISBN 80-227-2009-7
- [2] POPEOVÁ, V., ČUBOŇOVÁ, N., URÍČEK, J., KUMIČÁKOVÁ, D. *Automatizácia strojárskych výroby*. Žilina: EDIS, 2002. 223 s. ISDN 80-7100-900-8
- [3] ZEMČÍK, O. *Technologická príprava výroby*. Brno: CERM, 2002. 158 s. ISDN 80-214-2219-X
- [4] PILC, J., STANČEKOVÁ, D., MIČIETOVÁ, A., SATAJ, J. *Jednúčelové stroje a výrobné linky*. Žilina: EDIS, 2001. 142 s. ISDN 80-7100-810-9
- [5] BISON. *Spindle tooling*. Firemný katalóg, 2005. 258 s. Dostupné na internete <: <http://www.workholding.com/bisonspindleadobelist.htm> >
- [6] KIWA. *40 taper horizontal machining centres*. Firemné katalógy, [online], 2005. Dostupné na internete <: <http://www.kiwacnc.com> >
- [7] AXA. *Horizontal face milling machines*. Firemné katalógy, [online], 2005. Dostupné na internete <: <http://www.axa-machinenbau.de> >
- [8] PRIMACON. *High speed machines*. Firemné katalógy, [online], 2005. Dostupné na internete <: <http://www.primacon.de> >
- [9] DETA. *Automatic tool changers for machining centres*. Firemné katalógy, [online], 2005. Dostupné na internete <: <http://www.deta.com/product.php.html> >