UZIMEX PRAHA, spol. s r. o., pro výrobu a seřizování obráběcích strojů

Řemeny Gates

Řemenovým pohonem jsou v konstrukci obráběcích strojů nejčastěji řešeny požadavky na různou rychlost hnacího a hnaného členu, zvyšování krouticího momentu na vřeteni a také prostorové uspořádání, kdy řemenový pohon umožňuje rovnoběžné uložení motoru a hnaného členu. Vývoj v oblasti obráběcích strojů směřuje ke stále vyšším rychlostem vřeten (HSC), často při zachování přenosu vysokého krouticího momentu v nízkých otáčkách. Dalšími kritérii jsou hlučnost pohonu, zástavbová velikost a minimální požadavky na údržbu. Ve světovém měřítku hraje rozhodující úlohu firma Gates navazující na myšlenky vynálezce klínového a synchronizačního řemene Mr. Gatese.

Řemeny pro pohon vřeten

Polyflex JB – polyuretanové, po obvodu spojené řemeny určené standardně pro otáčky až do 10 000 min^{-1}. V konkrétní aplikaci je možno použít tyto řemeny i pro vyšší otáčky, je však třeba vzít v potaz řadu faktorů, souvisejících s vysokou obvodovou rychlostí řemene. Vysoký součinitel tření polyuretanu umožnil použít větší úhel rozevření klínové drážky, která tak podpírá řemen ve větší šířce. Profil řemene je proto širší, při zachování vysoké ohebnosti známé u mikroklínových řemenů dosud nejčastěji nasazovaných ve vřetenových jednotkách.

Místo desítek spojených mikroklínů se použije několik spojených žeber polyuretanových řemenů. Spojené řemeny mají klidnější chod a vykazují nižší úroveň vibrací.

Pohon s řemeny Polyflex JB je kompaktní, lehký, s vysokým přenosem výkonu a nízkou úrovní akustického hluku. Při jeho aplikaci je třeba důsledně dbát doporučených podmínek pro napínání, protože při prokluzu dojde ke „spálení“ tažné vrstvy a řemen ztrácí schopnost přenosu výkonu, kterou nelze obnovit dopnutím řemene. Při napnutí na doporučené parametry se tento řemen po záběhu již pouze minimálně vytahuje, nepřetěžuje ložiska a zaručuje nízkou potřebu údržby. Zajímavě se jeví možnost použitím více klínů menší šířky a tím dosažení příznivějších silových poměrů v převodu s vlivem na snížení oteplování ložisek. Řemeny Polyflex JB se vyrábějí spojené po dvou nebo třech pro drážky široké 5, 7 a 11 mm.

Micro-V – velmi ohebné polychloroprenové řemeny s mikroklínovou konstrukcí. Tento typ řemenů je dosud nejčasteji používaným řemenem pro pohon vřetenových jednotek. Vyniká vysokou ohebností a provozní spolehlivostí. Jako nevýhoda se jeví velká šířka pásu spojených mikroklínů, který působí jako akustická membrána. Je také obtížné vyrobit tento vulkanizovaný řemen v tak přesných tolerancích, jako lité řemeny Polyflex, což se projevuje horší vyvážeností řemene. Důsledkem je větší pravděpodobnost kmitání a hluku ve vysokých otáčkách. Běžně jsou tyto řemeny nasazeny na pohonech do 6000 otáček min^{-1}, ale jsou známy již aplikace pro 12 000 otáček min^{-1}. I zde platí zásada dbát pečlivě na doporučenou úroveň napínání.

PowerGrip GT2 – polychloroprenový synchronizační řemen se skleněným kordem. Řemen navazuje na řadu PowerGrip GT (Gates Teth). Dokonalejší tvar zubů, pevnější základní materiál zubů, silnější krycí polyamidová tkanina a zvýšená přilnavost k tažné vrstvě zvyšují výrazně výkon řemene ve srovnání s jeho předchůdci – proti typu HTD (High torque drive) až dvakrát. Rozdíl je výraznější se vzrůstající rychlostí. PowerGrip GT vyvíjí nejnižší hodnoty akustického hluku ze známých synchronizačních řemenů. V pohonech vřeten se používá nejčastěji modul pro vysokou schopnost přenosu krouticího momentu a výkonu při nižší úrovni napnutí a tím i zatížení ložisek. Konstruktér převodu se musí vypořádat s hlukem, který vzniká při unikání vzduchu ze zubových mezer řemenic při jejich zaplňování zuby řemenu. Nejčastěji je tento úkol řešen rozdělením potřebné šířky řemenu na několik pásů a ty jsou na řemenici odděleny hrázkami. Řemen se vyrábí v metrickém modulu 8 mm a 14 mm. Na pohonech vřeten bývá nejčastěji nasazován modul 8mm s šířkou pásu do 90mm pro otáčky zatím do cca 6000 min^{-1}. Proto lze řemen použít i pro vyšší obvodové rychlosti, ale limitujícím kritériem je možnost zatlumení akustického hluk v tělese vřeteníku.

Řemeny pro pohon lineárních os

PowerGrip GT2 – tento vysoce výkonný řemen již téměř vytlačil dříve hojně nasazovaný řemen Power Grip HTD. Pohony os vycházejí kompaktnější a užší při stejné schopnosti přenosu krouticího momentu. Řemen je velmi přesný a po zaběhnutí již nevyžaduje kromě občasné kontroly úrovně napnutí žádnou údržbu. Potřeba dopnutí se vyskytuje minimálně. Řemeny se osvědčily i na osách s digitálními pohony, kde je možno jimi nahradit spojku s polyuretanovou hvězdou. Nejčastěji se používá modul 8 mm.

Řemeny pro snímače otáček

PowerGrip GT – pro náhon snímačů otáček lze opět doporučit řemen typu PowerGrip GT, tentokrát v modulu 5 mm. Tento řemen díky patentovanému tvaru zubu z dostupných řemenů nejlépe přenáší informaci o uhlové poloze snímané řemenice a zároveň vyvíjí nejnižší úroveň akustického hluku. Lze říci, že v aplikacích s vysokými nároky na přesnost snímání polohy vytlačil dříve hojně používané řemeny s lichoběžníkovým tvarem zubu, nebo i řemeny typu HTD. Běžně je aplikován na snímači polohy vřetena.

Výroba řemenic

Firma UZIMEX PRAHA, spol. s r. o. jako první a doposud jediná firma v bývalé východní Evropě zavedla výrobu ozubených řemenic s licencovaným profilem GT. Ve spolupráci s předními výrobci obráběcích strojů byly vyvinuty a odladěny jak konstrukčně, tak materiálově řemenice pro snímače otáček s modulem 5MR i řemenice pro pohony kuličkových šroubů s modulem 8M. Kromě typů pro obráběcí stroje jsou vyráběny řemenice pro pohony textilních strojů a další konstrukce podle přání našich zákazníků.

V oblasti klínových řemenic byly řešeny zejména úlohy související s aplikací řemenů Polyflex JB a Micro V. Jednalo se zejména o stanovení odpovídajících tolerancí a způsobů upínání pro aplikaci na rychloběžných pohonech.

Řemenice jsou vyráběny na CNC soustruzích a odvalovacích strojích. Kontrola je vybavena třísouřadnicovým měřicím strojem. Dodávky jsou prováděny v termínech podle přání zákazníků a stále častěji jsou řešeny jako dodávka kompletního pohonu – tj. řemenice včetně řemene až ke stroji.

Napínání řemenových pohonů

Správné napnutí řemenů je pro životnost i funkci pohonu stejně důležité jako správné dimenzování. Jak již bylo zmíněno výše, ne všechny typy řemenů jsou na správné napnutí stejně citlivé z hlediska své funkce, ale všechny jsou citlivé z hlediska životnosti a funkce pohonu jako celku. Nejčastějším důsledkem nesprávného napnutí řemenů je prokluzování řemene se ztrátou schopnosti přenosu krouticího momentu, pleskání řemene ve vysokých rychlostech nebo naopak při přepnutí zvýšené vytahování, opotřebení řemenic a hlavně přetížení ložisek, která se začnou hřát a v krajním případě dochází k zadření a havárii zařízení.

Firma Gates má ve svém výrobním programu řadu typů měřičů předpětí. Od jednoduchého typu velikosti tužky, který pracuje na principu síloměru a slouží pro orientační měření až po **sonický měřič předpětí**. Tento typ využívá snímání vlastních kmitů řemene a z nich vypočte vlastní frekvenci a napětí. Jedná se o přesný dílenský přístroj, jehož nastavení velmi zkvalitňuje a zároveň zrychluje sériovou montáž řemenových pohonů. Sonickým měřičem se ve stále větší míře vybavují prvovýrobci strojů s řemenovými náhony. Tužkový měřič se pomalu stává součástí dodávky nového stroje.

Pružné spojky pro náročné pohony

Spojky pro konstrukci obráběcích strojů patří velikostně mezi subtilnější, ale z hlediska splňovaných požadavků ke šlechticům. Jsou nasazovány tam, kde hnaný i hnací člen mají stejnou rychlost. Hřídele motoru i hnané skupiny jsou zpravidla uloženy ve vlastních ložiskách s jistou mírou nesouososti. Spojka nesmí do tohoto spojení vnášet statickou neurčitost, musí přenést požadovaný krouticí moment a Zachovávat požadovanou polohu hřídelí v průběhu otáčení. Vyšší přesnost souhlasu úhlových poloh vyžaduje vyšší vlastní frekvenci spojení a v některých případech i schopnost tlumení torzních vibrací.

Spojky **Gerwah** dokonale splňují požadavky na nejnáročnější spojení. Konstruktér může vybrat spojku, která pro dané momenty setrvačnosti splní požadavek na vlastní frekvenci spojení, utlumí vibrace a případně bude plnit pojistnou funkci při přetížení. Při návrhu je třeba respektovat přípustný rozsah rovnoběžného přesazení, úhlové chyby os a jejich axiálního přesazení. Spojka je tvořena pružným členem, připojovací objímkou a u pojistných spojek ještě pojistným členem.

Důležitým parametrem spojky je tuhost v krutu, která spolu s momenty setrvačnosti spojených dílů určuje vlastní frekvenci spojení. Obvykle se požaduje nejméně dvojnásobná vlastní frekvence spojení než je budící frekvence motoru.

Spojky s polyuretanovou hvězdou

Nabyly na významu s rozvojem digitálních pohonů. Rychlé regulační smyčky digitálních pohonů nelze kvalitně naladit za použití tradičních tuhých spojek. Tyto smyčky vyžadují určitou úroveň tlumení, aby pohom stále nekmital. Spojky Gerwah se dodávají se třemi tvrdostmi hvězdy, což umožňuje přesnější naladění pohonu. Hvězda je navíc průchozí vyztužená kovovým kroužkem, který zároveň umožňuje přívod chladicí kapaliny do nástroje, pokud je spojka nasazena na vřeteni stroje. Touto spojko lze řešit také montážní potíže neboť umožňuje montáž motoru s upevněnou objímkou zasazením do polyuretanové hvězdy protikusu. Jsou-li konce hřídelí radiálně nepřístupné, volí se objímky s přitahovacími šrouby zevnitř spojení. Spojky jsou určeny pro hřídele od 2 mm s krouticím momentem 0,5 Nm až po hřídele o 60mm, které přenáší 500 Nm.

Spojky s vlnovcem

Vykazují vyšší úroveň torzní tuhosti, parametry spojení – max. radiální a axiální nesouosost hřídelí je na úrovni spojky s polyuretanovou hvězdou. Tyto spojky se vyrábějí pro hřídele od 1 až po 85 mm a krouticí moment 5000 Nm.

Spojky s membránami

Vykazují ještě vyšší torzní tuhost a jsou určeny pro hřídele do 85 mm a krouticí moment 5000 Nm.

EuroGrip

Nový typ pružné spojky připravené pro nasazení v elektronicky řízených pohonech. Spojky sestávají z ozubeného rukávu a dvou kovových objímek. Objímky jsou připraveny pro montáž na kužel nebo pouzdro s předvrtanou dírou a drážkou pro pero. Spojky vynikají vysokou schopností utlumit rázy, bezvůlovostí, možností montáže i při radiálním a úhlovém přesazení hřídelí. Spojky jsou vybaveny patentovanými OGEE liniemi, pomocí kterých lze vizuálně kontrolovat stupeň zatížení spojky.

Seřizování a způsobilost CNC obráběcích strojů

Numericky řízené obráběcí stroje dnes patří k základní výbavě firmy zabývající se obráběním kovů. Téměř každá firma v oboru počítá s rozšiřováním strojního parku o tento typ strojů. Pokud začneme uvažovat o seřizování a následné kontrole přesnosti obráběcích strojů, je nutno mít na paměti pohled výrobce i uživatele stroje. Pokusme se nyní společně vžít do myšlení obou zmíněných skupin, probrat si jejich nároky a následně požadavky na přístrojové vybavení.

Pohled výrobce stroje

Pro zachování sledu myšlenek začneme u výrobce obráběcího stroje, např. obráběcího centra. Stroj je vybaven digitálními pohony, přímým odměřováním, řídicím systémem schopnými souvisle řídit několik os, rám stroje byl dimenzován metodou konečných prvků, konstruktéři simulovali chování stroje na výkonných pracovních stanicích. Nyní prochází procesem výroby. Musí být dobře postavena geometrie stroje – přímost a rovnoběžnost vedení, kolmosti os, po nastrojení pohonů a elektrovýzbroje je třeba stroj oživit, vyladit spolupráci pohonů, odměřování a řídicího systému, provést konečnou kontrolu geometrie stroje. O stavu stroje je třeba vydat protokol podle normy přijímané v zemi zákazníka. Je velmi pravděpodobné, že zákazník bude chtít přeměřit stroj i po ustavení ve svém závodě.

Požadavky výrobce

- Přesnost nejméně o řád vyšší než požadavky na stroj.
- Snadná obsluha, možnost automatizace měření.
- Musí snášet dílenské prostředí.
- Univerzálnost
- Vyhodnocení podle mezinárodních norem.
- Přenosnost.
- Dostupnost servisu

Pohled uživatele stroje

Uživatel požaduje pokud možno univerzální stroj s možností výroby široké palety dílů v přesných tolerancích při co nejkratších výrobních časech. Skloňuje HSC a požadavky na přesnost stroje vyjadřuje v mikronech. Výše zmíněné obráběcí centrum je natolik přesvědčivé svými parametry i shlédnutou ukázkou, že se rozhodl pro jeho koupi. Výrobce stroj ustaví a předá dohodnutým způsobem. Bylo by však zajímavé, provést nezávislé měření. Po předání proběhne období, kdy je stroj v záruce, odladí se několik zjištěných závad a stroj přechází pod údržbu závodu. Systém jakosti vyžaduje sledovat pravidelně stav stroje, jeho způsobilost. Tu a tam je třeba určit stupeň poškození po havárii stroje. Optimální by byla možnost seřízení po opravě – případně možnost převzetí stroje po repasi nejen podle kusu, ale i podle protokolu.

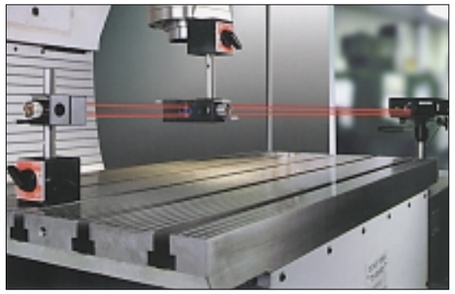
Požadavky uživatele

- Možnost sledovat způsobilosti stroje
- Nesmí zdržovat výrobu ani údržbu
- Jednoduché použití, dostatečná přesnost
- Vyhodnocení podle mezinárodních norem
- Univerzálnost
- Dostupnost servisu
- Přenosnost

Možnosti laserového interferometru

Při popisu možností splnění výše předložených požadavků použijeme laserový interferometr britské firmy RENISHAW. Jedná se o světově nejrozšířenější přístroj používaný významnými výrobci i uživateli obráběcích strojů. Přístroj je neustále inovován jak po hardwarové tak i softwarové stránce, a tedy odráží současné nároky uživatelů.

Měření lineárních os



LI umožňuje měřit:

- Přesnost najetí polohy
- Přímočarost
- Úhlové odchylky (náklon a odklon)
- Rychlost, zrychlení a polohu v závislosti na čase
- Kolmost dvou lineárních os

Interferometr je doplněn jednotkou kompenzace vlnové délky svazku v závislosti na podmínkách prostředí. S touto jednotkou se dosahuje přesnosti měření polohy lepší než 1,1 m/m. Optické prvky se na stroj ustavují pomocí vtipně vymyšlené montážní sady, která umožňuje seřízení svazku pro měření v několika minutách a při změně úlohy – např. z polohy na přímočarost nevyžaduje nové ustavení laserové hlavice. Měření polohy lze provádět ručně nebo automaticky kdy stroj najíždí na zadanou polohu a LI sám odečítá odchylku. Podobně při měření úhlu a přímočarosti stroj najíždí samostatně, obsluha pouze dálkovým ovládáním nebo tlačítkem z klávesnice zapisuje čtení LI. Naměřené soubory lze vyhodnotit podle řady mezinárodních norem (ISO 230-2 1997, VDI 2617, NMTBA, BS, JIS). Zajímavým usnadněním je možnost **automatického vytvoření programu pro ovládání stroje softwarem LI na základě zadání testu.**

Automatické kompenzace

Naměřené soubory ***polohy nebo přímočarosti*** lze zpracovat kompenzačním softwarem, který vypočítá kompenzační hodnoty v měřených bodech a vytvoří potřebnou formu kompenzačního souboru. Ten lze nahrát po sériové lince nebo přes disketu do řídicího systému stroje. Po nahrání kompenzačního souboru se provede ověřovací měření. Činnost, která dříve trvala dny lze zvládnout v řádu několika hodin. Výrobcům strojů se naskytla možnost proměřovat a kompenzovat prakticky každý stroj, který vyrobí.

Kalibrace rotačních os

Vliv přesnosti polohování rotačních os obráběcích strojů na celkovou přesnost stroje je často podceňován. Firma Renishaw vyvinula originální kalibrační metodu, která umožňuje měřit přesnost polohování rotační osy podle různých metodik – např. krok 0,1° v rozsahu 5°, krok 3° v rozsahu 360°, polohu 0°, 90°, 180°, 270° a devět náhodných poloh v rozsahu 360°…

Patentovaný kalibrační postup umožňuje automatizaci a tím podstatné zkrácení času kalibrace ve srovnání s tradiční metodou měření pomocí autokolimátoru a optického hranolu. Měření vyžaduje přídavný kalibrovací stůl, který se montuje mezi úhloměrnou optiku laseru a měřenou osu. Kalibrovací stůl je řízen přes PC, který současně vyhodnucuje měření. Stůl se plynule natáčí proti směru pohybu osy. Tímto způsobem je zaručeno stálé zaměření laserového svazku na detektor. Úhlovou odchylku je možno určit při zastavení v žádané poloze. Přesnost polohování systému je 1 úhlová vteřina a opakovatelnost 0,2 úhlové vteřiny.

Interferometr Renishaw je přenosné zařízení přepravované i se stativem ve dvou kufrech, které přepraví jedna osoba. Jako vyhodnocovací jednotka je použit běžně dostupný notebook napojený na LI přes PCMCIA kartu.

Možnosti přístroje QC10

Výrobci i uživatelé obráběcích strojů hledají metody pro rychlé přesnosti stroje. Firma Renishaw vyvinula přístroj QC10(Quick Check), který je určen pro seřizování strojů a rychlou kontrolu ve výrobě i při servisu.

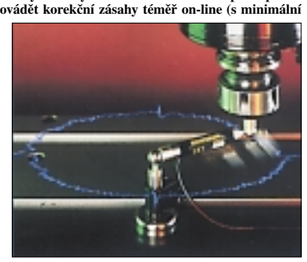
Přístroj se montuje na stroj pomocí magnetických upínek. Snímač s přesností 0,5 µm je spojen přes seriový port s počítačem (stacionární nebo notebook), na kterém je nainstalován diagnostický software. Pro stanovení úchylky kruhovitosti dle normy ISO 230-4 a automatickou analýzu příčin nepřesností postačí provést kruhovou interpolaci ve směru a proti směru hodinových ručiček. **Celý test trvá cca 20 minut včetně automatické analýzy příčin úchylek.** Automatickou analýzou je míněn expertní software, který na základě naměřených dat dokáže rozeznat geometrické odchylky (kolmost, přímočarost), stav pohonů (zesílení, master-slave, zpoždění), stav kuličkového šroubu a vedení(vůle mezi šroubem a maticí, vůle ve vedení) i stav seřízení odměřování. **Odchylky lze seřadit na protokolu podle závažnosti, což velmi usnadňuje nalezení příčiny nepřesnosti stroje.**

Uživatel CNC stroje získá v přístroji QC-10 mocného pomocníka v zápase o přesnost a efektivnost výroby.

Nasazením tohoto přístroje **je možno sledovat trendy vývoje způsobilosti** CNC strojního parku. Určit, který stroj je schopen splnit požadavky na přesnost určitého typu součásti. Touto klasifikací a jejím periodickým opakováním lze snížit náklady na zmetky vzniklé špatným přiřazením výrobku na stroj. Dále lze snížit náklady vzniklé odstavením stroje, protože sledováním trendu vývoje přesnosti **lze stanovit potřebu opravy dříve než dojde k závažné poruše.** Stroj lze lépe a přesněji seřídit, dokladovat jeho stav protokoly podle mezinárodních standardů, což napomáhá vytváření příznivého obrazu o kvalitě a schopnostech firmy v očích zákazníků i kooperačních partnerů.

Spolupráce laserového interferometru a přístroje QC10

Laserový interferometr ML10 a přístroj QC10 se vzájemně doplňují. Výrobci stroje poskytuje laserový interferometr maximální přesnost a návaznost přesnosti polohování a geometrické přesnosti obráběcího stroje. Přístroj QC10 podstatně (o cca 40–50 %) urychluje seřízení parametru nového stroje. Měření lze provádět dynamicky a vzhledem k okamžité přístupnosti výsledku analýzy lze provádět korekční zásahy téměř on-line (s minimální ztrátou času). Odpadá nutnost obrábění fyzického zkušebního kusu, čímž kromě významné časové úspory vzniká i úspora mzdových a materiálových nákladů. Při servisním zásahu QC10 umožňuje velmi rychle kontrolovat stav stroje a nalézet příčinu nepřesnosti stroje. Výrobci využijí spolupráce a přenosti obou přístrojů ke kvalitnímu seřízení stroje a zrychlení servisu.



Uživatelé strojů uvítají především přínos přístroje QC10. Na základě nízké potřeby času pro měření lze provádět permanentní dozor nad přesností s odpovídajícím vyhodnocením trendu, aniž následovala přerušení výroby. Průběžně jsou informováni o přesnosti svého stroje, takže mohou zasáhnout dříve než dojde k výpadku. Zároveň získané informace nedovolí předčasně vyřadit stroj, podkud ještě vyhovuje požadavkům přesnosti. S rostoucími nároky na přesnost si i zde v brzké budoucnosti uplatní periodická kontrola laserovým interferometrem.

Systém výměny nástrojů

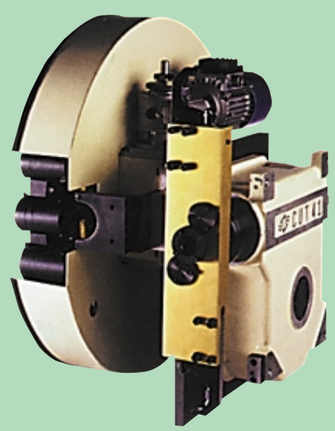
Trend zkracování výrobních časů nutí konstruktéry obráběcích strojů hledat cesty ke snížení obslužných časů. Již téměř nelze najít univerzální obráběcí stroj bez automatické výměny nástrojů. Mechanismus lze řešit různými způsoby. Velmi efektivní se jeví řešení pomocí vačkových mechanismů. Tyto systémy jsou velmi tuhé, rychlé s minimálními nároky na údržbu.

Výměna nástrojů CTM firmy MIKSCH je kombinací vačkových mechanismů s přerušovaným otáčivým a kyvným pohybem. Systém pracuje na principu současné výměny nástroje ve vřeteni a v zásobníku. Skládá se ze systému výměny nástroje CUT, výměnné ruky BP a zásobníku nástrojů. V konstrukci CUT je zohledněn způsob umístění na stroj, protože ruka měniče nástrojů má parkovací polohu pod úhlem 90 nebo 60. Ruka měniče se vyrábí v několika délkách, aby bylo možno pohodlně umístit zásobník nástrojů. Zásobník může být v kotoučovém nebo řetězovém provedení. Kotoučové provedení má 12,20 a 32 míst v zásobníku. Řetězové provedení má počet míst úměrný své délce. Také lze volit upínací kazety zásobníku pro různé kužele (SK40, SK50, HSK A 50). Ovládání systému je řešeno přes řídicí systém stroje. Polohy nástrojů jsou kódovány systémem kolíku a pneumatických ventilů. V některých případech lze využít a dodat pouze některé části systému.

Nově je vyřešen systém CTNA s vertikálním řetězovým zásobníkem pro 30–80 nástrojů s hmotností do 25 kg. Výměnný mechanismus může odebírat nástroje i ze zásobníku „za rohem“, což je typické umístění např. na těžkých frézovacích strojích nebo vodorovných vyvrtávačkách. Posuv přestavného mechanismu dosahuje rychlosti až 30 m/s. Zásobník se přestaví o jednu polohu za 0.85s a samotná výměna nástroje včetně odebrání nástroje ze vřetena trvá 2,25–6 s podle délky ruky a hmotnosti nástroje.

Další novinkou je vačkou přestavovaný zásobník TM 40 s 12, 16, 20 a 32 místy v zásobníku. Jedná se o velmi rychlý typ zásobníku pro stroje s napichovacím způsobem výměny nástrojů.

Při zabudování výměny nástrojů je třeba si uvědomit i detaily, jejichž opomenutí působí nepříjemnosti při montáži (kolik kamenů bude na vřeteni, jak budou umístěny a jaký kužel bude použit). Dobře navržený a namontovaný systém MIKSCH je velmi rychlé (s nástrojem 6 kg při délce ruky 550 mm je čas výměny 2,24 s) zařízení s minimálními nároky na údržbu.



UZIMEX PRAHA, spol. s. r. o., Na Celné 5, 150 00 Praha 5, tel. 02 573 198 84, fax: 02 573 250 25, e-mail: praha@uzimex.cz
Kancelář Brno, Příkop 25, 657 26 Brno, tel./fax: 05 511 96 32, tel. 05 511 96 31, brno@uzimex.cz, www.uzimex.cz