

OBRÁBĚCÍ CENTRA NA NEROTAČNÍ SOUČÁSTI

www.mmspektrum.com/100721

V květnovém vydání MM Průmyslového spektra jsme vám přinesli pod názvem Obráběcí centra a stroje soustružnického typu druhý díl reportáže z výrobních závodů Mori Seiki. Vnímavý čtenář si zajisté pak vzpomene, že první díl reportáže přinášející autentické postřehy z výrobních závodů byl prezentován v březnovém vydání. Tímto příspěvkem seriál uzavíráme a představujeme stroje na obrábění nerotačních obrobků od téže firmy.

Připomeňme pro úplnost, co rozumíme obráběcím centrem. Pro jednovřetenová obráběcí centra lze stanovit obecně platnou následující definici: „Obráběcí centrum je takový obráběcí stroj, který může provádět různé druhy technologických operací, pracuje v automatickém cyklu, je vybaven automatickou výměnou nástrojů a obrobků, může pracovat v bezobslužném provozu, má možnost víceosého a vysokorychlostního obrábění a je vybaveno prvky diagnostiky či technické inteligence.“ Podle toho, kolik uvedených atributů naplňuje, je pak určeno, o kolikátou generaci obráběcích center se jedná. Obráběcí centrum je takový obráběcí stroj, na němž lze z velké části anebo úplně obrobít různé součásti pokud možno při jednom upnutí.

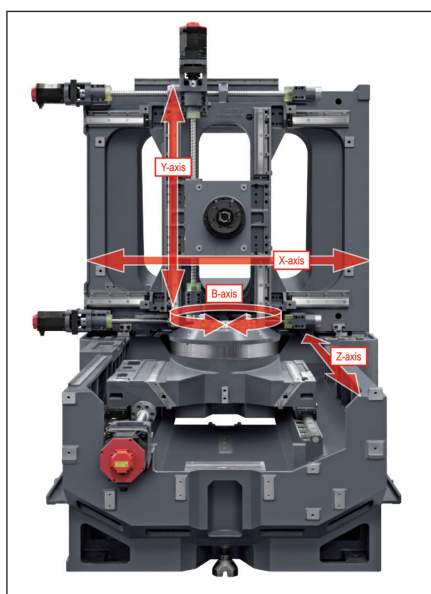
I v případě obráběcích center na nerotační součásti má firma Mori Seiki v jejich stavbě využity již vyvinuté unikátní konstrukční principy:

- Driven at the Centre Gravity (DCG);
- Direct Drive Motor (DDM);
- Built in Motor Turret (BMT);
- Octagonal Ram Construction (ORC).

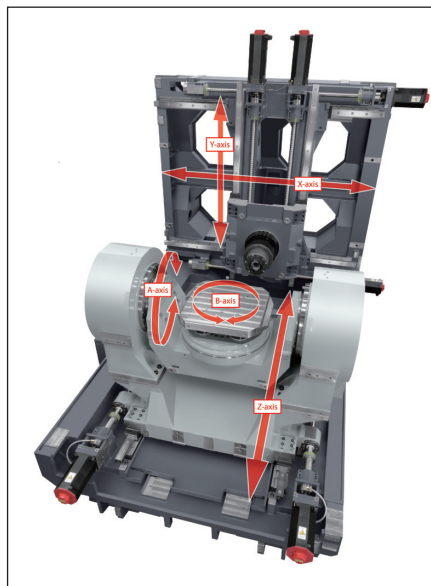
Obdobně jako u soustružnických obráběcích center je i u této kategorie obráběcích strojů realizováno svislé anebo vodorovné vřetenno. Navíc je možné stroje vybavovat víceosými naklápěcími stoly.

Vibrace je pro každý obráběcí stroj škodlivá. Je to jev, který významně snižuje kvalitu obráběného povrchu a dosahovanou přesnost. Princip DCG používaný u obráběcích center na nerotační součásti označovaných jako NH tento nepříznivý jev výrazně potlačuje. Stroje NH jsou vyráběny pod označením NH4000 DCG, NH5000 DCG, NH6300 DCGII a NH8000 DCGII. Box in box konstrukce podepřít suport z obou stran a umožňuje také náhon v těžišti, což výrazným způsobem přispívá ke stabilitě stroje.

Jedna z velkých výzev u strojů s vodorovnou osou je redukce obráběcích časů, což vede k tomu, že stroje mohou být vybavovány zdvojenými náhony pomocí kuličkových šroubů v jednotlivých osách, čímž je docíleno větších posuvových rychlostí.



Vodorovné obráběcí centrum na nerotační součásti NH5000 DCG

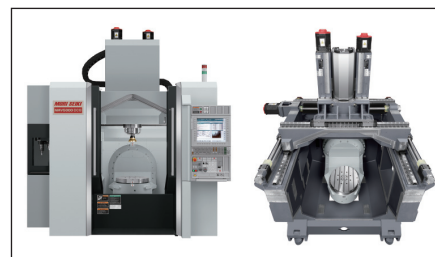


Vodorovné obráběcí centrum na nerotační součásti s dvousým naklápěcím stolem NH6300 DCG s twin pohony v jednotlivých osách pro zvýšení posuvových rychlostí

Stroje řady NH mohou dosahovat rychloposuvů až $50 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$, což je samo o sobě teoretickým předpokladem k redukci ztrátových časů při obrábění. Reálně je dosaženo zrychlení od $0,41\text{--}0,76 \text{ g}$. Pozornost je věnována také akceleraci vřeten, kdy je dosaženo času rozběhu z 0 na $10\,000 \text{ ot./min}$ za $3,2 \text{ s}$. Při těchto otáčkách je nutné povýšit i upínací sílu nástroje, ta je pak 27 kN . Takto velká upínací síla je možná díky novému vývoji v oblasti upínání nástrojů. Stroj je vybaven paletizací.

Pro plynulé otáčení palet (osa B) slouží vestavěný příčný náhon. Upínání čtvercové palety je přes čtyři upínací mechanismy a centrovací kužele situované v rozích upínacího základu. Zásobník nástrojů na boku stroje je řetězový s výměnou nástrojů pomocí dvou-ramenného manipulátoru. Za standardní vybavení je považováno chlazení středem kuličkových šroubů.

Existuje „nepřeberné“ množství nabízených kombinací a způsobů chlazení nástroje. Velká pozornost je též věnována odvodu třísek z pracovního prostoru stroje, dále pak uživatelské přívětivosti. Jak plyne z výše umístěných obrázků, lze poměrně jednoduše stroj doplnit naklápěcím a otočným sto-

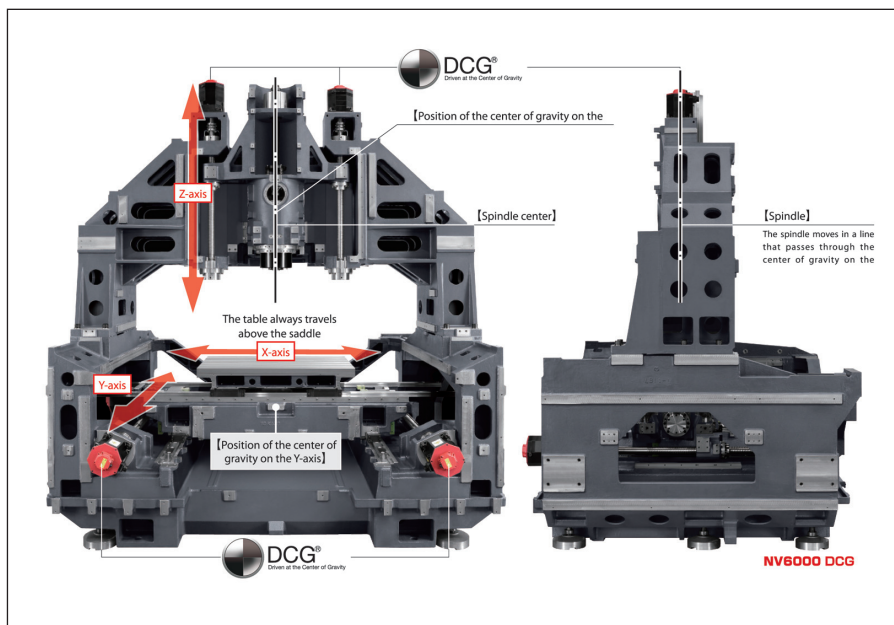


Pohled na zakrytovaný stroj řady NMV 5000 DCG a jednotlivé pohybové skupiny

lem. V ostatním jsou tyto stroje konstrukčně téměř shodné.

Další logickou skupinou strojů, která v portfoliu nechybí, jsou obráběcí centra na nerotační součásti se svislou osou vřetenno. Podotkneme, že dle dřívějších představ uživatelů byla určena obráběcí centra s vodorovnou osou spíše pro skříňové součásti, stroje se svislou osou pak pro deskové součásti a formy. Dnes jsou díky některým konstrukcím tyto pomyslné hranice stírány. Stroje řady NMV (NMV3000 DCG, NMV5000 DCG a NMV8000 DCG) jsou typu horní gantry s konstrukcí box in box a uplatněnými principy DCG, DDM a ORC. Toto kinematické uspořádání umožňuje stroj pohodlně řídit v 5 osách. Dále jsou odstraněny nevýhody strojů podobných konstrukcí, kde pokud není použit princip box in box, je nutné pro realizaci pohybů užít složitější tvary pohybujících se částí v jednotlivých osách.

Pro rotační a naklápěcí stůl pracující na principu DDM garantuje Mori Seiki při zatížení silou $3\,000 \text{ N}$ vchytku $5 \mu\text{m}$. Osmiboké svislé smykadlo (ORC) podobně jako u stro-

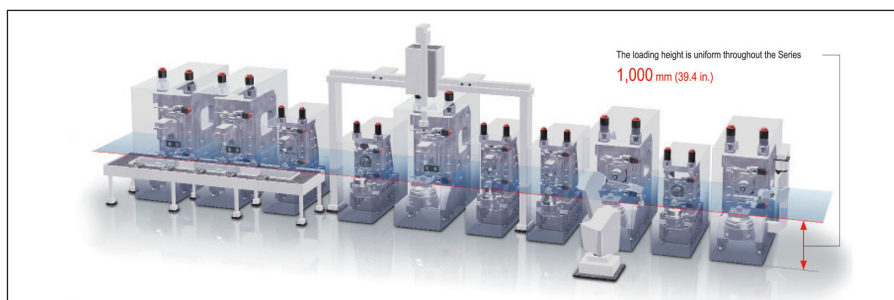


Svislé obráběcí centrum na nerotační obrabky NV6000 DCG

řady NT (kde je umístěno horizontálně) garantuje vysokou tuhost, přesnost a odolnost vůči vibracím. Stroje tohoto typu jsou určeny spíše pro víceosé obrábění u obrabků se složitým tvarem.

Pro těžší obrabky a silové obrábění slouží svislá obráběcí centra na nerotační obrabky řady NV (NV4000 DCG, NV5000 DCG, NV6000 DCG, NV7000 DCG). Stroje opět využívají principu DCG. Je pro ně charakteristický „most“ se svislým pohybem vřetena nad křížovým stolem. Touto konstrukcí rámu je zajištěna vysoká manévrovatelnost v ose Y (příčná osa) při zachování vysoké tuhosti a přesnosti při obrábění. Upínací kužel ve vřetenu BT40 má zvětšenou upínací sílu na 12 000 N. Výměna nástrojů je uskutečněna pomocí dvouramenného manipulátoru od třísky k třísce za 1,6 s. Všechny řídicí jednotky od jednotlivých médií (vzduch, hydraulika) jsou obsluhuje snadno přístupné, což usnadňuje údržbu. Stroj je možné vybavit bohatým příslušenstvím a mnoha opcemi od chlazení až po sondy na měření obrabků.

Firma Mori Seiki vytvořila též obráběcí centra s vodorovnou osou řady NX2000 DCG, která lze sestavit do velmi kompaktních celků – pružných výrobních linek a nebo pružných výrobních buněk.



Sestavení strojů řady NX do výrobních linek

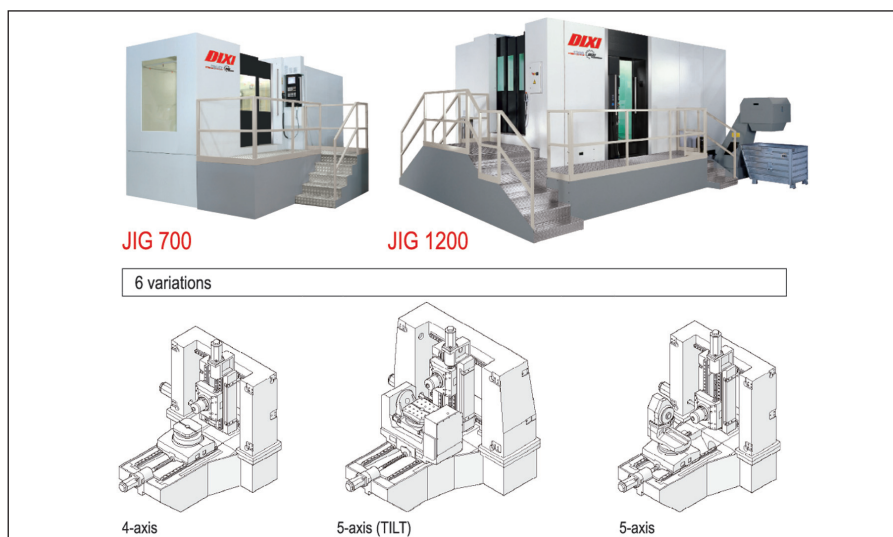
DIXI, kterou Mori Seiki vlastní, produkuje tzv. „nanopřesná“ obráběcí centra s vodorovnou osou pod označením JIG a DHP. Pracovní a geometrická přesnost těchto strojů snese srovnání s 3D souřadnicovými měřicími stroji. Stroje mohou mít až 5 řízených os. Vysoké přesnosti v oblasti „nano“ je dosahováno díky precizní ruční práci a výhodné kinematické struktuře.

Ve všech osách je použito profilové valivé vedení. A právě ručním zaškrabáváním (až 800 hodin!) je docíleno takových geometrických poměrů, že opakovatelnost dle normy ISO 230–2 je 900 nanometrů a přesnost polohování 990 nanometrů. To vše je měřeno při kroku 50 mm. Volumetricky jsou taktéž garantovány velmi nízké hodnoty přímosti a úhlové odchylky. Přímost je lepší než 1 μm a úhlová odchylka lepší než 6 μm , a to na zdvihu 1 140 mm. Bez zájímavosti není ani test pracovní přesnosti, kdy jsou proti sobě vrtány dva otvory, vždy do poloviny tloušťky obrabku, a pak dojde k otočení pomocí otočného stolu a dovtáčení. Na otvoru o průměru 20 mm při délce otvoru 200 mm je dosahována chyba vzájemné polohy os otvorů $\pm 4 \mu\text{m}$. Stroje vykazují tuhost 120 N/ μm a vlastní frekvenci rámu 80 Hz. Kromě toho jsou všechny osy teplotně kontrolovány a chlazeny.

Rám stroje je ukládán na třech bodech a je vyroben ze šedé litiny. Využívá principu box in box a v ose X principu DCG. Profilová valivá válečková vedení jsou mazána olejem. Ke stroji je možno doplnit výměník palet a zásobník nástrojů. Stroj má možnost všech běžných opcí.



Závěrem konstatujeme, že naší snahou bylo podělit se o dojmy a informace získané během návštěvy japonských závodů firmy



Precizní „nano“ obráběcí centra řady JIG

Mori Seiki. O dojmy a informace související s organizací práce, firemní kulturou, japonským přístupem při konstrukci a výrobě jejich obráběcích strojů, vlastním produktem a výrobními prostředky, na kterých jsou tyto stroje produkovány. Sebelepší popis ani články nenahradí všude přítomnou atmosféru a nadšení pracovníků Mori Seiki. Nakolik se to však alespoň částečně povedlo, nechť posoudí čtenář sám.

PROF. DR. ING. JIŘÍ MAREK
TECHNICKÝ ŘEDITEL TOSHULIN