

Brusky

Petr Kolář, Pavel Lysák

Abstrakt:

Článek popisuje broušící stroje vystavené na EMO 2009: brusky hrotové i bezhroté pro broušení vnějších a vnitřních průměrů, brusky pro broušení na plocho, brusky nástrojové a speciální.

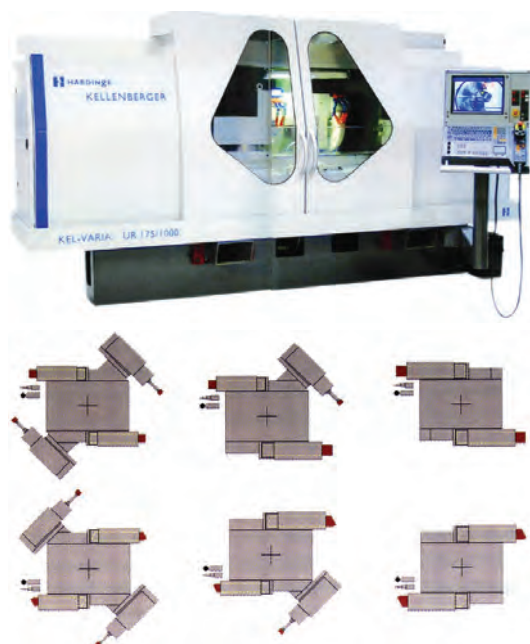
1 Úvod

Technologie broušení byla na EMO zastoupena výrazně výrobci strojů i brusných nástrojů. Většina stánků byla menších a skromnějších než před dvěma lety v Hannoveru. O to více vynikaly státem podpořené expozice čínských a thajwanských firem. Hlavním tématem všech firem bylo zvyšování produktivity a snižování nákladů. Ve stavbě strojů firmy čerpají z ověřených řešení a soustředí se spíše na automatizační prostředky pro výměnu nástrojů a obrobků, automatizované měření apod. Právě automatizace je prezentována jako klíč k vyšší produktivitě, vysoké výrobní kvalitě a nižším výrobním nákladům.

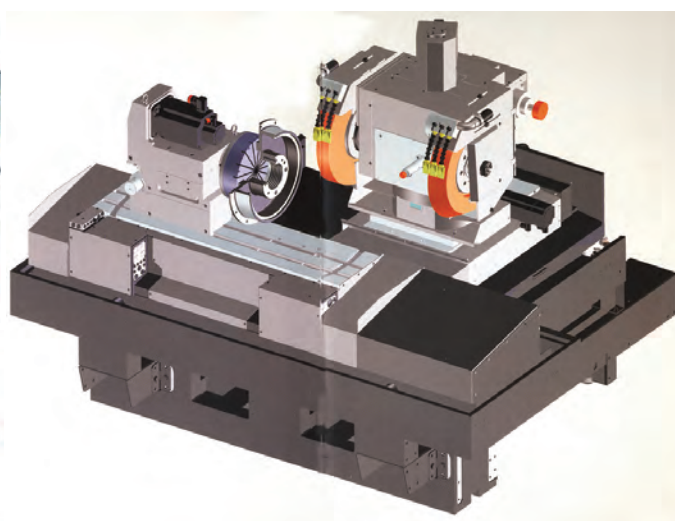
2 Brusky pro broušení vnějších průměrů

2.1 Brusky hrotové

Firma Kellenberger vystavovala brusku Kel-Varia UR 175/1000 (obr. 1). Jedná se o typický příklad univerzálního broušícího stroje, k němuž výrobce nabízí širokou paletu broušících vřeteníků podle potřeb zákazníka. Bruska je určen pro opracování obrobků o max. průměru 175mm, max. délky 1500mm a hmotnosti 150kg. Vřeteník může být nabízen ve 28mi samostatných konfiguracích s možností broušení vnějších i vnitřních ploch. Osu B lze řídit souvisle nebo s automaticky indexovat přes Hirthovo ozubení po $2,5^\circ$. Unášecí vřeteník je možno vybavit souvislým řízením v ose C s rozlišením snímače $0,0001^\circ$. Díky tomu je možno obrobek zapolohovat a brousit na něm plošky. Bruska disponuje hydrostatickým vedením v osách X a Z a automatickou kalibrací osy B po výměně kotoučů.



Obr. 1: Kellenberg Kel-Varia a ukázky možné konfigurace jeho vřeteníků



Obr. 2: Kel-Vera v konfiguraci pro přírubové součásti

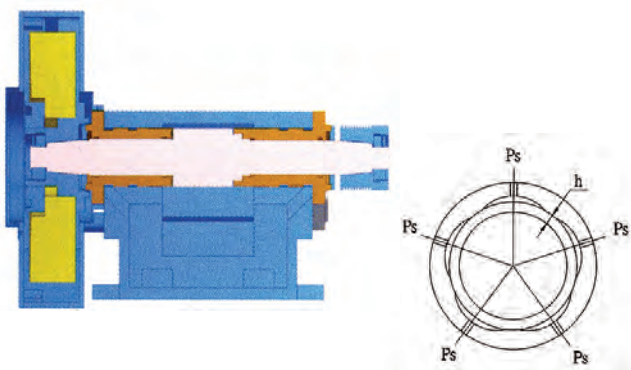


Obr. 3: Nahoře Kel-Vita s manipulací Kel-Portal;
dole úchopná hlavice a zásobník obrobků

Další z brusek, které Kellenberg vystavoval v Miláně, byly brusky řady Kel-Vera (obr. 2). Koncepte brusek je podobná typu Kel-Varia, stroje jsou však určeny pro menší obdobky do délky 400 mm mezi hroty. Osy X a Z mají hydrostatická vedení. Množství nabízených brousících vřeteníků je menší než u stroje Kel-Varia. Na rozdíl od ní je Kel-Vera nabízena s unášecím vřeteníkem s univerzální hlavou pro čelní broušení krátkých přírubových součástí. Unášecí vřeteník může být též vybaven souvisle řízenou C osou. Výraznou odlišností mezi oběma typy brusek je možnost dovybavení stroje Kel-Vera automatickou výměnou obrobků. Výměna může být v závislosti na povaze obrobku realizována portálovým zakladačem, zakládací buňkou nebo robotickou buňkou s šestiosým robotem. Největší flexibilitu nabízí robotizovaná buňka, která může pracovat jako samostatné zařízení. Naopak nejvíce

integrován do stroje je zakládání portálovým zakladačem. Automatickou výměnou obrobků pro kusovou až malosériovou výrobu nabízí přídatný systém Kel-Portal, montovaný například k brusťákům Kel-Vita. Přídatná manipulace je schopna zpracovat dávky od 20 do cca 5000 ks obrobků se zachováním možnosti vkládání obrobků ručně. Přestavitelnost mezi jednotlivými druhy obrobků je menší než 15 minut. Úchopná hlavice může odebírat obrobky buď ze zásobníku obrobků nebo z paletizační systému.

Taiwanský výrobce Palmary blíže prezentoval technická řešení svých brusek. Hlavním prvkem konstrukce jsou hydrostatická uložení. Hydrostaticky uložené vřeteno má pět kapes (obr. 4). Hydrostatické vedení osy Z je standardní koncepce V-drážka - ploška. Hydrostatické vřeteno a vedení je použito například na brusťácích řady S, na brusťácích OCD 45 a také na brusťácích řady OCD 32 (brusky na vačkové a klikové hřídele). Široké schopnosti svých brusek na kulato prezentovala firma vzorovými obrobky (obr. 5).



Obr. 4: Hydrostaticky uložené vřeteno Palmary

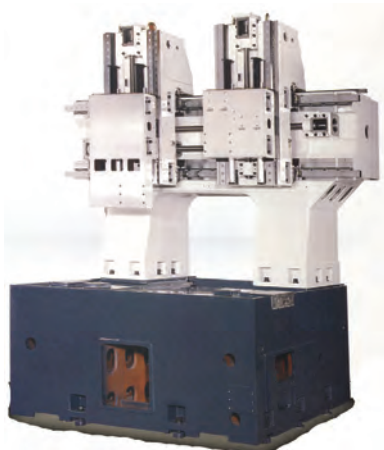


Obr. 5: Technologické možnosti brusek Palmary řady S

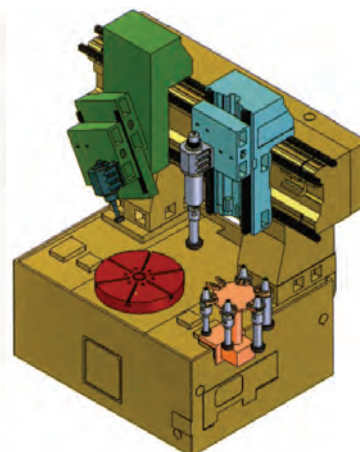
Kromě strojů s horizontální osou obrobku byl na stánku Palmary k vidění stroj série Valical pro broušení vertikálně upnutých obrobků. Nosná struktura je odlitek ze šedé litiny. Na vertikálním stojanu se mohou pohybovat dvoje křížové saně s dvěma vřeteny o otáčkách 30.000 1/min (malé a vnitřní průměry) nebo 10.000 1/min s olejovým chladícím okruhem. Vřeteník pro vnitřní broušení lze dále osadit přídatným vřetenem s otáčkami 75 000 1/min. Stroj je vybaven automatickou výměnou nástrojů. Zásobník nástrojů je společný pro obě vřetena a nabízí 6 pozic. Nástrojové rozhraní je BT 50. Průměr otočného stolu dosahuje 800mm s maximálními otáčkami 200 1/min. Stroj je schopen brousit obrobky do většího průměru 800mm a výšky 600mm.



Obr. 6: Palmary Valical VIG 2015E



Obr. 7: Nosná struktura brusky Palmary Valical

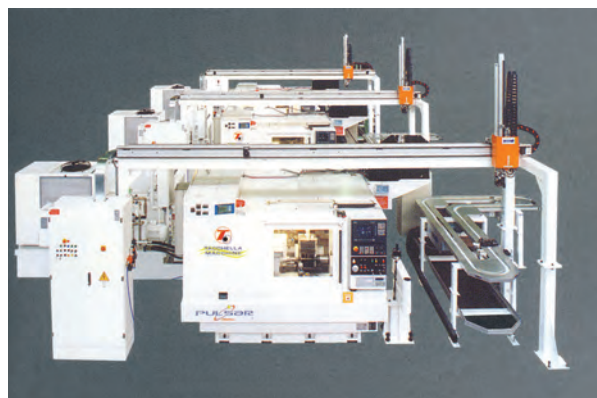


Firma Tacchella vystavovala brusky série Pulsar. Stroje mají hydrostatické vedení v osách X a Z pro lepší tlumení a širokou nabídku konfigurací brousících vřeteníků. Bruska je připravena pro integraci portálového zakladače obrobků. V rámci veletrhu EMO 2009 bylo u brusek Tacchella představeno nové barevné schéma.

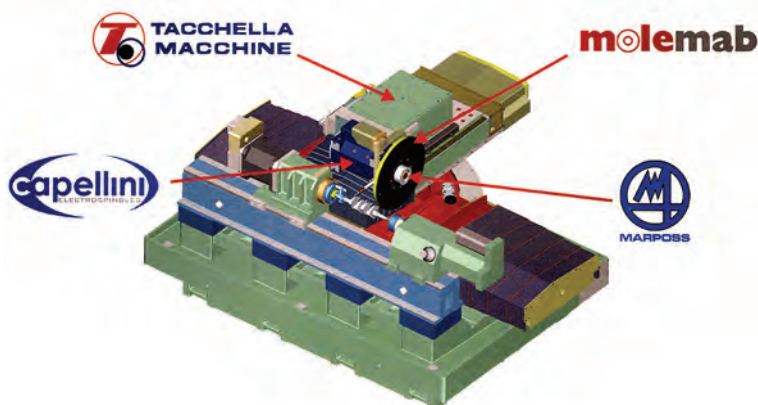
Firma Tachella vystavovala také speciální stroj Pulsar S1.50. Jedná se o výsledek společného vývoje několika firem v oblasti vysokorychlostního broušení. Koncept stroje byl označován zkratkou HPGS (High Performance Grinding Solution). Stroj nabízený ve třech velikostech se vzdáleností hrotů 1.000 až 2.000 mm je v osách X a Z vybaven lineárními motory a hydrostatickým vedením. Unášecí vřeteno má přímý pohon a osu C. Stroj je vybaven uhlíkovými vlákny vyztuženým kotoučem s CBN vrstvou umožňující brousit řeznými rychlostmi až 250 m/s. Firma uvádí, že vysoká dynamika stroje a špičkové technologické parametry umožňují zkrátit cyklový čas obrobku, snížit náklady na výměnu nástroje a současně také snížit energetickou spotřebu stroje.



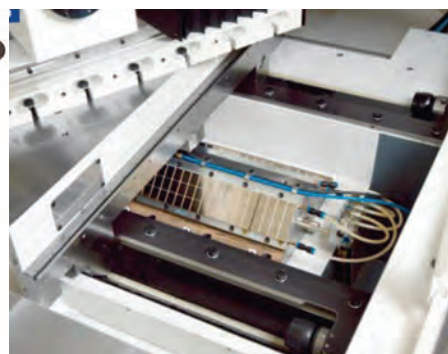
Obr. 8: Tacchella Pulsar v novém barevném schématu



Obr. 9: Zapojení brusek Pulsar do automatické linky



Obr. 10: Výsledek projektu HPGS - stroj Tachella Pulsar S1.50



Obr. 11: Hydrostatické vedení na brusce Studer S22 předeprnuté lineárními motory

Studer vystavoval na svém stánku brusku S22. Lože brusky je vyrobeno z minerální litiny Granitanu. Bruska je schopna brousit dílce do délky 800mm, výška hrotů je 175 nebo 225mm. Pro pohyb osy X a Z je možno zvolit standardní lineárního vedení a kuličkového šroubu lze použít předepjaté hydrostatické vedení. Předepnutí je provedeno umístěním dvojice lineárních motorů ve tvaru A.

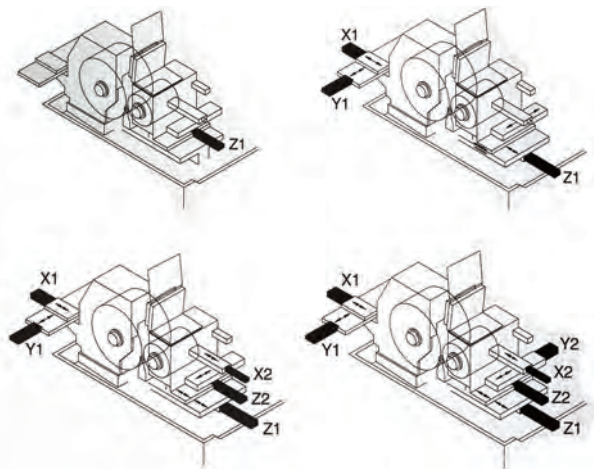
Firma Erwin Junker vystavovala na svém stánku univerzální hrotovou brusku Grindor, která je ekonomickou variantou pro široké spektrum broušicích aplikací. Formou výstavky obrobků pak byly prezentovány další typy strojů vyráběné touto firmou především pro automobilový průmysl.

2.2 Brusky bezhroté

V oblasti bezhrotých brusek byla v Miláně představena jediná novinka. Bruska Kronos S250 pochází od německého výrobce Schaudt Mikrosa, člena skupiny Körber Schleifring. Bruska je určena pro přesné broušení malých obrobků s průměrem od 1,5mm do 35 mm a maximální délky 245mm. Základ brusky tvoří robustní lože vyrobené z minerální litiny, která prý vykazuje výborné tlumicí a termostabilní vlastnosti. Nejmenší krok



Obr. 12: Mikrosa Kronos S250 s detailem uložení podávacího kotouče



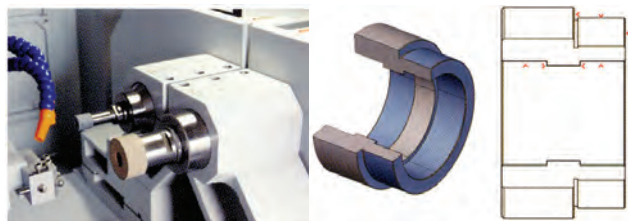
Obr. 13: Ukázka konfigurací vřeteníků brusek Jaguar

posuvu v osách X a Z je díky standardně montovaným skleněným pravítkům nastaven na $0,1\mu\text{m}$ a bruska podporuje CBN broušení do rychlosti 150 m/s. Brusný kotouč je oboustranně uložen. Další z výrobců bezhrotých brusek, který se prezentoval na veletrhu EMO, byl taiwanský Jaguar Industry s bruskami JAG. Standardní základnu pro celou řadu je možno osadit až šesti různými konfiguracemi broušicích jednotek v závislosti na počtu řízených os.

3 Brusky na díry

Vedle brusek Kel-Vera v konfiguraci pro vnitřní broušení vystavoval na veletrhu v této kategorii další taiwanský výrobce Ju Sheng brusky série D1. Na jedno nastavení je schopna bruska brousit 16 různých povrchů (vnitřní broušení, vnější broušení, broušení závitů, broušení čel atd.). Brusky Ju Sheng používají patentovný sdružený broušicí vřeteník s dvěma broušicími vřeteny. Pro eliminaci chyb a vibrací je povolen posuv vždy jenom jednoho vřetena a to pouze v jedné ose.

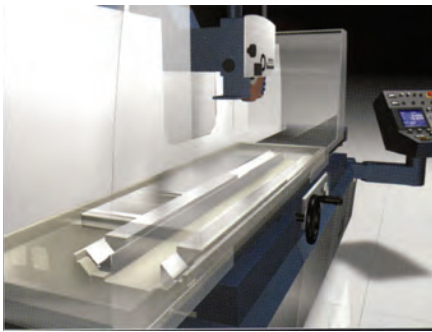
Přířev do řezu a přesouvání obrobku mezi broušicími vřeteny je zajištěn unášecím vřeteníkem. Do vřeten je navíc integrováno inprocesní měření schopné detekovat kontakt mezi nástrojem a obrobkem. To by podle výrobce mělo přinést zrychlení cyklových časů a odstranění kolizí vznikajících při ruční manipulaci s obrobkem. Pro vnitřní broušení malých obrobků byl dále prezentován způsob broušení se stacionárním nástrojem, kdy hlavní pohyb koná unášecí vřeteník s obrobkem.



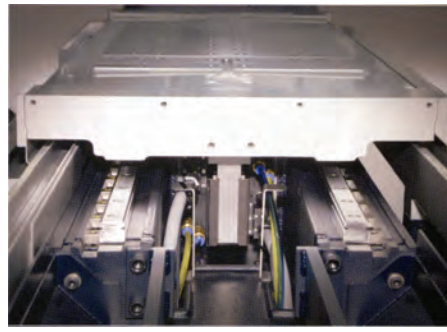
Obr. 14: Ju Sheng sdružený broušicí vřeteník a ukázka technologických možností broušení

4 Brusky na plocho

Na stánku německé firmy Okamoto byla prezentována nová řada brusek na plocho. Brusky označené SA mají stůl do maximálního rozměru 600x300mm. Ve směru osy Z se pohybují křížové saně na rozdíl od brusek označených CA, které mají větší stůl (až do 1000x600mm) a v ose Z se pohybuje stojan. Společné pro obě řady je tvar vedení stolu v ose X. To je provedeno jako dvojitě V-V drážky. Hlavním přínosem tohoto uspořádání by mělo být zlepšení přímosti vedení a lepší kontrola olejové vrstvy ve vedení. Další řadou brusek, prezentovanou na stánku Okamoto byla řada Li I. U této řady jsou ke zvýšení dynamiky v ose X použity lineární motory v uspořádání ve dvojici pro eliminaci přitažlivých sil působících na lineární vedení. Všechny tři řady brusek je možno vybavit speciálním softwarem pro řízení orovnávaní profilou brusných kotoučů.



Obr. 15: Okamoto V-V drážky a uložení lineárních motorů

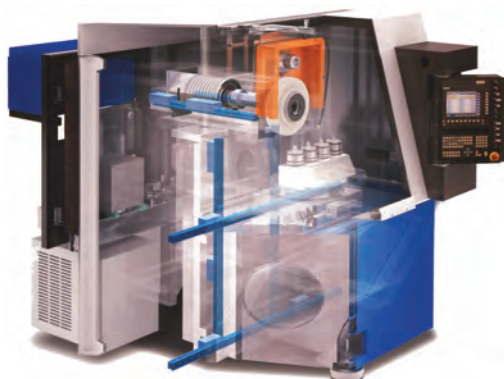
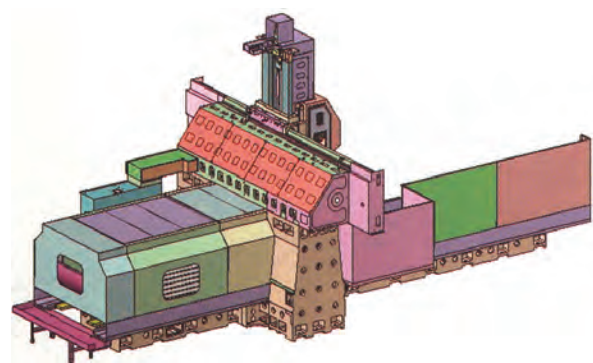


Obr. 16: Rosa Linea Rotor

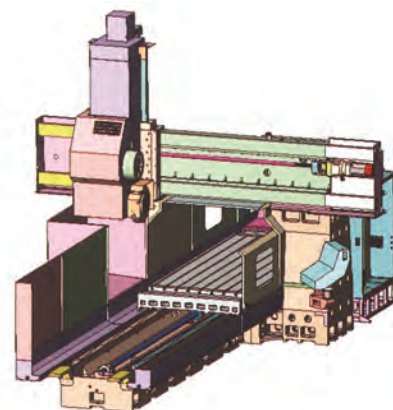
Na stánku Rosa byly vystaveny brusky na plocho s lineárním a rotačním stolem. Bruska Linea Rotor má kruhový stůl s přímým pohonem. Rychlost otáčení osy B je proměnná v závislosti na poloze broušícího kotouče od středu osy tak, aby byla zachována konstantní broušící rychlost mezi brusným kotoučem a obrobkem. Další prezentovanou brusku na stánku Rosa byla Linea Steel Linear. Jak název napovídá, posuv stolu v ose X je realizován pomocí lineárních motorů. Rychlost posuvu této osy dosahuje až 65 m/min. Další brusky s rotačním stolem vystavovala taiwanská firma Proth. Problém při broušení na bruskách s otočným stolem při vysunutí vřeteníku nad osu otáčení stolu, kdy je unášivá rychlost nulová, bude podle vyjádření zástupců firmy Proth odstraněn v další generaci těchto brusek. Firma Ziersch vystavovala velké portálové brusky na plocho pro obrobky nadměrných velikostí. Brusky mají stavbu nosné soustavy podobnou portálovému obráběcímu centru stroje s pohyblivým ložem. Maximální velikost stolu je 4 200x 1800mm.



Obr. 17: Rosa Steel Linear



Obr. 19: Peter Wolters Micron



Obr. 18: Nosná struktura brusek Ziersch

Na stánku výrobce Peter Wolters byl prezentován profiler Micron. Veškeré pohyby během broušení a přestavování brusky jsou vykonávány pohybem brousící hlavy. Toto uspořádání, v porovnání s pohyblivým stojanem a pohyblivým stolem, umožňuje postavit brusku s velice kompaktními rozměry a s příznivým rozložením reakčních sil a teplotního ovlivnění konstrukce. Periferie brusky (zásobník brusné emulze, výměník tepla chladicího okruhu atd.) jsou koncipovány jako samostatně stojící součásti připojené k brusce přes rychlospojky. Takové řešení je výhodné v případě manipulace se strojem nebo v případě nutnosti servisního přístupu k zadům stroje.

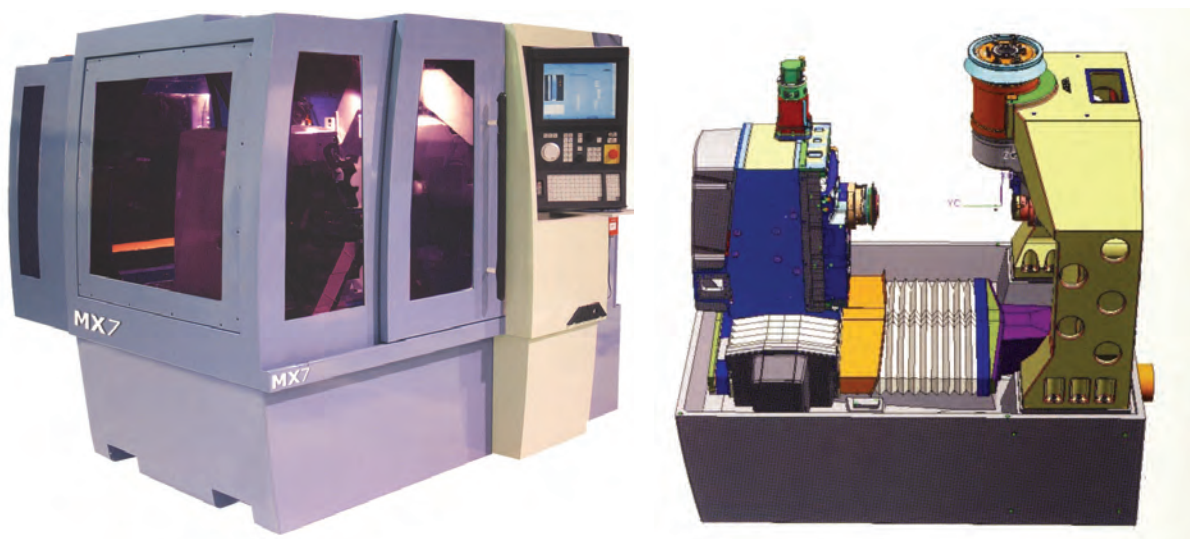
5 Speciální brusky

5.1 Brusky na nástroje

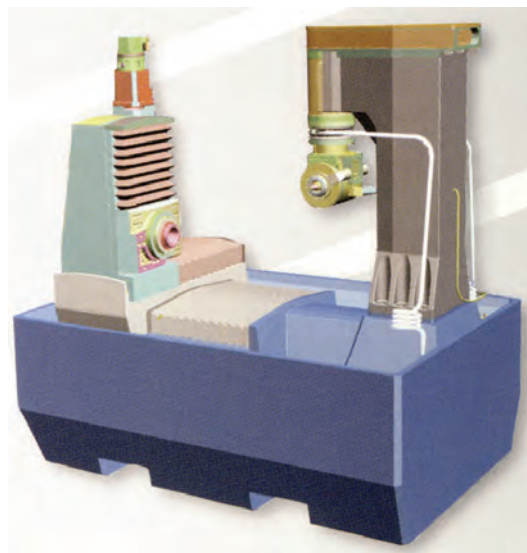
Stroje na broušení nástrojů byly zastoupeny na EMO poměrně výrazně. V pavilónu s bruskami obsadily téměř čtvrtinu výstavní plochy.

ANCA, světový výrobce kompletních CNC brousících systémů, vystavovala v Miláně svůj nový stroj MX7. Bruska MX7 navazuje na své úspěšné předchůdce, typ TX7 svojí výkonností a stabilitou a RX 7 svojí univerzálností. Vysokou kapacitou výroby, pružností a úsporou časů při seřízení je určena pro oblast výroby nástrojů s nejvyššími požadavky na univerzálnost, hospodárnost a flexibilitu při výrobě. MX7 se svým vybavením a automatizací řadí do oblasti strojů, které vyžadují minimální zásahy obsluhy do výrobního procesu. Automatická výměna brousících kotoučů je umístěna v pracovním prostoru stroje v automatickém výměníku, který obsahuje 6 pozic pro nástroje, ve kterých mohou být umístěny jednotlivé sady po max. 4 kotoučích se standardním rozhraním HSK 50F. Výměna jedné sady trvá 10 sekund. Současně s výměnou sady kotoučů se vyměňuje také sada chladicích trysek, které jsou již předem nastaveny na danou operaci a brousící kotouč. Pracovní vřeteník s možností až 6.000 ot/min nabízí i možnost broušení na kulato a také orovnávaní brousících kotoučů. Stroj dále disponuje automatickou výměnou obrobků pomocí vysokokapacitních palet. Počet pozic na paletě se liší v závislosti na průměru nástroje od 840 ($\phi 3\text{mm}$) do 154 ($\phi 16\text{mm}$). Výměna jednoho nástroje trvá opět 10 sekund. Další varianty výměny obrobku jsou pomocí robotického nebo kompaktního zakladače. Se strojem je dodáván software ANCA ToolRoom, který slouží k návrhu optimální brusné dráhy kotouče.

V oblasti kusové a malosériové výroby představila ANCA brusku FastGrind. Výměna nástrojů a brousících kotoučů je prováděna ručně. Zaměření stroje odpovídá i menší počet řízených os - 5 oproti 7 u MX7. Nástrojové rozhraní brusných kotoučů je HSK 40F.



Obr. 20: ANCA MX7



Obr. 21: ANCA FastGrind 5DX

Michael Deckel prezentoval ostříčku nástrojů S20E num. Stroj je určen pro nástroje do průměru 250mm a délky 340mm. Pětiosý stroj nabízí automatickou výměnu brousících kotoučů ze zásobníku s 6ti pozicemi. Každou pozici lze osadit třemi nástroji. Vedle ručního vkládání nástrojů je možnost ostříčku vybavit řetězovým automatickým zakladačem s 41 pozicemi. Pro lepší kompenzaci posunutí os Y a Z během výměny broušeného nástroje má zakladač referenční bod, který vždy zaručuje jeho najetí do přesné pozice. Další prezentovanou brusku na nástroje od společnosti Michael Deckel byla S22 s patentovanou vertikální stavbou. Bruska je určena pro delší nástroje (do 400mm). Zásobník brusných kotoučů nabízí 8 pozic pro kotouče se standardním nástrojovým rozhraním HSK. Orovňávání kotoučů lze provádět v předem naprogramovaných cyklech nebo inprocesně pro maximální zajištění přesného tvaru. Výměna nástrojů opět ručně nebo pomocí řetězového zakladače.

Hawemat prezentoval 5ti osou ostříčku s patentovanou horizontální strukturou Hawemat 2001. Bruska nemá zásobník brusných kotoučů, na jeho místě je pick-up zásobník broušených nástrojů. Alternativně lze nástroje zakládat pomocí paletového zásobníku. Nástrojové rozhraní brusných kotoučů je standardní ISO 50.

Walter prezentoval v oblasti ostření nástrojů 2 stroje. Helitronic Power je vysoceproduktivní bruska s portálovou nosnou strukturou. Uspořádání stroje zkracuje pojezdové vzdálenosti a snižuje cyklové časy. Dvojitý vřeteník se skládá ze dvou horizontálně uložených vřeten. Pro broušení nástrojů v rozmezí velikostí od 0,5 do 12mm prezentoval Walter ostříčku Helitronic Micro. Bruska je vybavena přímými pohony (lineárními nebo torzními) ve všech pohybových osách. O zakládání nástrojů se stará přídatný robot. Zajímavě je řešení vřeteník, který je ve tvaru trojúhelníka s třemi vřeteny.



Obr. 22: Michael Deckel S20E num



Obr. 23: Michael Deckel S22



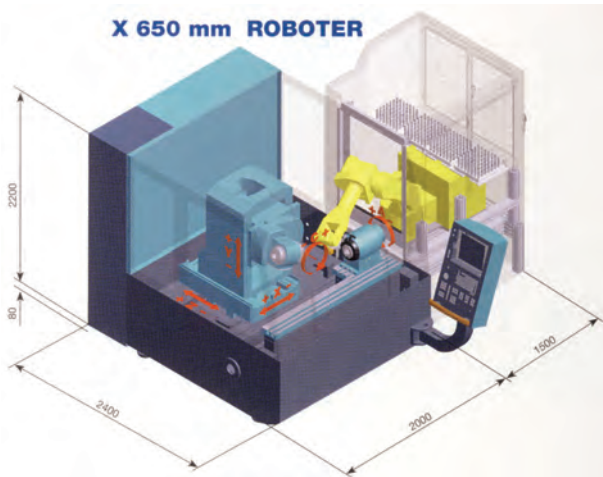
Obr. 24: Hawemat 2001



Obr. 25: Walter Helitronic Power



Obr. 26: Walter Helitronic Micro



Obr. 27: Schneberger Corvus x650 Roboter

Firma Schneberger vystavovala ostříčku nástrojů Corvus. Stroj je postaven na loži z minerální litiny Rhenocast. Výrobce nabízí upínání obrobků do nástrojových rozhraní dle přání zákazníka. Dle přání zákazníka lze také dodat stroj s různou délkou pracovního prostoru. Brusky mohou mít brusky Corvus posuv v ose X od 650 do 2900mm. S tím je spojena možnost automatizace výměny obrobků. U menších strojů pomocí portálového zakladače nebo robotu, u velkých obrobků jeřábem.

5.2 Brusky na klikové hřídele

Strojů na broušení klikových a vačkových hřídelů bylo v Miláně vystavováno výrazně méně než na minulém EMO v Hannoveru. Stroje Palmary Valical jsou brusky klasické koncepce vycházející z brusek na kulato řady S, se kterými sdílejí hydrostatická vedení a hydrostaticky uložené vřeteny. Brusky Morara MT jsou dostupné ve variantách MT500K, MT1000K a MT1500K. Značení se odvíjí od upnutelné délky obrobku. Osy X a Z jsou osazeny lineárními motory a stejně tak je přímým pohonem poháněna osa B osazená dvěma nebo třemi vysokorychlostními vřeteny.

6 Stroje pro kombinované technologie

Stroje pro kombinované technologie umožňují provádět kromě brusných operací i další způsoby obrábění, např. soustružení nebo frézování. Kombinací technologií se lze dostat na vyšší úběry materiálu a kvalitu povrchu než při samostatném soustružení (frézování) nebo při vysokouběrovém broušení.

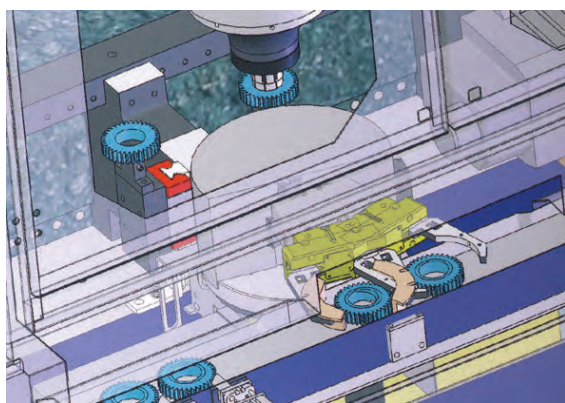
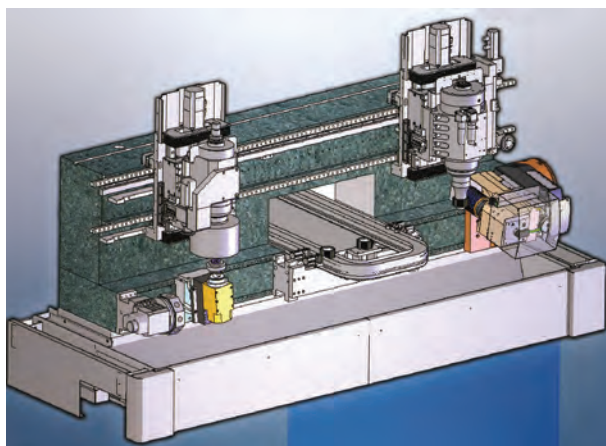
DVS Práwema vystavovala stroj HardFinisher určený na tvrdé soustružení a broušení ozubených kol. Stroj má vertikální koncepci. Na vertikálním loži se horizontálně pohybují křížové saně s unášecím vřetenem.

Unášecí vřeteno také odebírá a usazuje obrobek do dopravního pásu vedeného středem stroje, který zajišťuje dopravu polotovarů a hotových kusů. Uprostřed pásu je předávací stanice pro odložení obrobku při přepínání z jednoho vřetena do druhého. Vedle zadního podávání obrobků je možné stroj vybavit výměnou obrobků z přední strany. V uspořádání s předávací stanicí je možno v jedné části stroje soustružit a v druhé brousit.

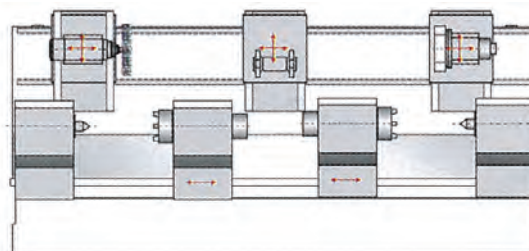
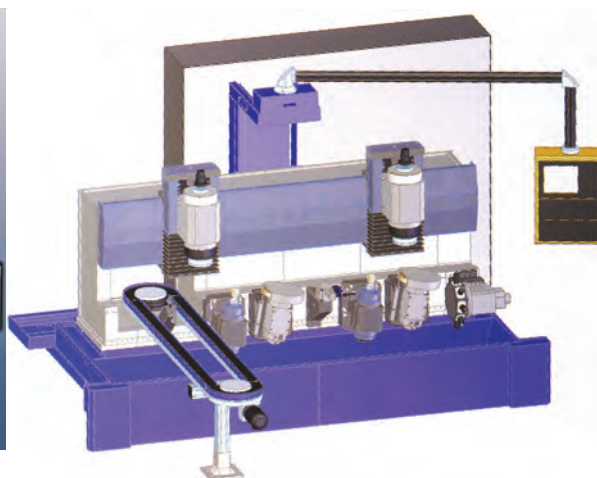
Dalším vystavovaným strojem od DVS Präwema byl SynchroFine XL. Konstrukce stroje je podobná vertikálnímu soustruhu s přídatným stojanem. Lože stroje je vyrobeno z přírodní žuly, stejně tak je z žuly vyroben pohyblivý stojan osy X1. Celkově má stroj 10 řízených os. Otočný stůl osy C je poháněn integrovaným vysokomomentovým motorem. Na křížové saně osy X2 lze přimontovat přídatné elektrovřeteno pro broušení přídatných ploch. To celkově zvyšuje množství operací, které lze na obrobku provést bez nutnosti přepnutí.

Buderus Schleiftechnik vystavoval na svém stánku stroj CNC235. Stroj se vyznačuje podobnou stavbou jako níže zmíněný HardFinisher, větší je však modularita konfigurací. Vertikální lože stroje je sestaveno z odlévaných segmentů a není proto problém prodloužit nebo zkrátit pojezd v ose X. Unášecí vřeteníky v ose mohou být dva. Počet broušicích a frézovacích stanic je možno zvolit podle počtu operací. Je možná i obrácená koncepce - při broušení na kulato jsou unášecí vřeteníky umístěny stacionárně a v ose X se pohybují vřeteníky broušic. Samozřejmostí je automatická výměna obrobků.

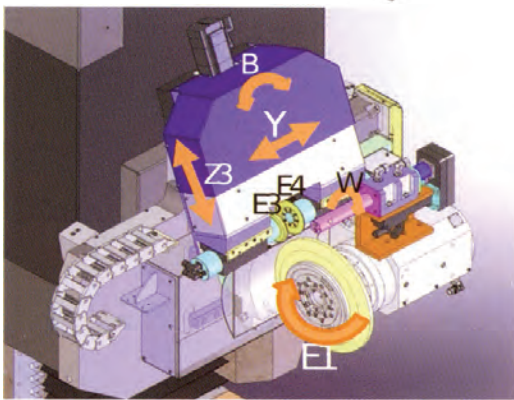
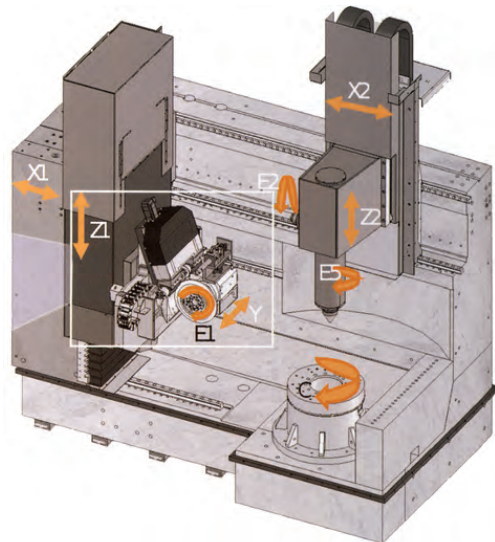
Meccanodora vystavovala v oblasti broušení a frézování stroj Uros 30 CNC. Jedná se o pětiosý stroj s automatickou výměnou nástrojů a se svařovaným ocelovým rámem. Lože stroje je pro lepší tlumení vyplněno polymerbetonem. Stroj je určen pro obrábění komponent pro letecký a vzduchotechnický průmysl, především pro lopatky turbokompresorů a turbín. Tomu odpovídají technologické možnosti - stroj umožňuje broušení, frézování, vrtání a vyvrtávání. Zásobník nástrojů má 24 pozic, výměna nástroje trvá 3-5s, nástrojové rozhraní je HSK 80. Maximální velikost obrobku, který lze upnout na kolébku, je 300 x 300 x 150 mm. Hmotnost obrobku je omezena na 300kg. Otočný stůl dosahuje maximálních otáček 120 1/min a vřeteno 11.000 1/min. Hodnota zrychlení v ose Y činí 5 m/s².



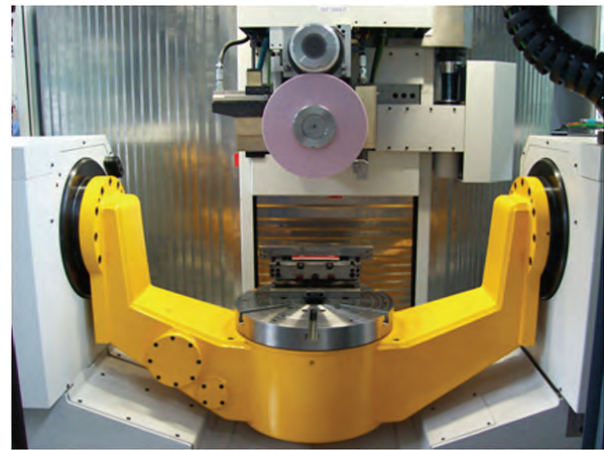
Obr. 28: DVS Präwema HardFinisher



Obr. 29: Buderus CNC235



Obr. 30: DVS Práwema SynchroFine XL



Obr. 31: Uros 30 CNC s pohledem do pracovního prostoru

7 Závěr

Hlavním motivem broušících strojů všech kategorií vystavovaných na EMO bylo zvyšování produktivity jako hlavního prostředku ke snížení výrobních nákladů. Nástrojem pro dosažení těchto cílů je především automatizace, která byla napřehlednutelná na všech vystavovaných strojích. Jedná se především o automatickou výměnu obrobků pomocí různých robotů a manipulátorů, automatickou výměnu nástrojů, která s výhodou využívá standardní rozhraní HSK, a zvyšování počtu pracovních vřeten (dvojstroje).

Ve stavbě strojů je vidět pomalé pronikání lineárních motorů do pohonových os. Podobně jako u obráběcích center je však tento typ pohonů používán pouze v aplikacích, kde je možno využít jeho vynikající přesnost, absenci pasivních odporů a vysokou dynamiku.

Na veletrhu byla nepřehlédnutelná účast výrobců z Thajwanu a Číny. Často se jedná o špičkové stroje, které nabízejí zákazníkovi vysoký uživatelský standard a lze tedy očekávat, že budou v blízké době tvrdou konkurencí tradičním výrobcům z Evropy.