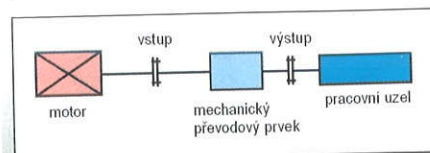


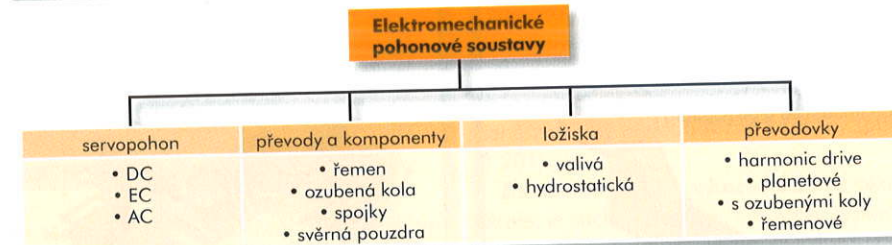
5.11 Mechanické komponenty elektromechanických pohonových soustav

Mechanický převod transformuje parametry mechanického výkonu motoru při jeho přenosu k pracovním uzlům CNC obráběcího stroje. Mechanický převod je nejjednodušší elementární stavební prvek. Každý převodový prvek má vstupní (hnací) prvek a výstupní (hnaný) prvek.

Vstupní a výstupní prvky mechanických pohonů jsou spojeny mechanickým principem (obr. 5.206).



Obr. 5.206. Elektromechanická pohonová soustava CNC stroje



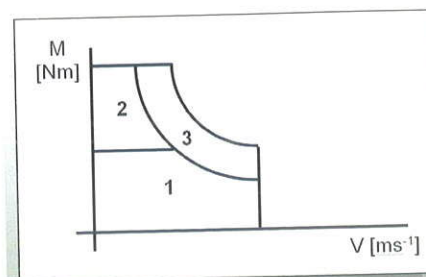
Obr. 5.207. Morfologie elektromechanických pohonových soustav

Stejnoseměrné elektromotory (DC) – kartáčové

Výhradně se používají motory s cizím buzením pomocí permanentních magnetů. Přestávají se používat konstrukční řešení s kartáči a mechanickým komutátorem, který je nahrazen elektronickou komutací.

Otáčky se regulují změnou napětí kotvy z polovodičového měniče (oblast konstantního momentu) nebo odbuzováním (oblast konstantního výkonu). Otáčková vazba je realizována stejnoseměrným tachodynamem. V otáčkové vazbě je nadřazen regulátor polohy (inkrementální snímač). Použití permanentních magnetů namísto elektromagnetů je výhodné, protože odpadají Jouleovy ztráty.

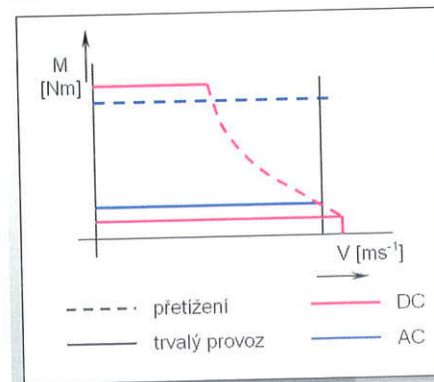
Rozlišujeme motory s kotvou ze železa nebo bez železa. Motory se železem se provádějí s komutátorem. Oblast (3) vymezuje chod při krátkodobých dynamických změnách (rozběh, brzdění, reverzace).



Obr. 5.208. Momentová charakteristika motoru

dějí s drážkovanou nebo hladkou kotvou. Motory bez železa mají rotor složený pouze z vodičů samonosně navinutých a lepených ve tvaru hrnce, s jehož dnem je spojen komutátor. Existují i motory ve tvaru disku. Časté střídání pracovních režimů při rozběhu, brzdění a reverzaci vyžaduje od napájecího obvodu, aby dovolil provoz v čtyřkvadrantovém režimu. I přes dobrou komutaci je pracovní oblast momentů omezena [12] – obr. 5.208.

Spodní hyperbola (1) vymezuje oblast dobré komutace, kde leží režim trvalého i přerušovaného chodu. Hyperbola (2) představuje extrémní hranici komutace, kde dochází k poklesu životnosti motoru vlivem opalování.



Obr. 5.209. Srovnání AC a DC motoru

ní komutátoru. Oblast (3) vymezuje chod při krátkodobých dynamických změnách (rozběh, brzdění, reverzace).

Bezkartáčové elektronicky komutované elektromotory (EC)

U těchto motorů je mechanický komutátor nahrazen elektronickou komutací. Permanentní magnety nese rotor a proud je přepínán do cívek statoru. Mechanické spínání

kartáče s komutátorem je nahrazeno elektronicky pomocí spínacích tranzistorů, jejichž řízení je odvozeno od okamžité polohy rotoru vůči statoru tak, aby platilo, že fázový posuv mezi tokem magnetů rotoru protínajícími cívkami statoru a proudem cívkami je 90°. Motory jsou napájeny třífázovým napětím, a to je pak usměrněno na 600 V. Motor je nejčastěji zapojen do hvězdy kvůli menší proudové zátěži [12].

Synchronní elektronicky komutované elektromotory (AC)

Tvoří kvalitativně vyšší typ bezkartáčových elektromotorů založených na současném řízení tří svorkových proudů, které mají harmonické průběhy [12]. Tento typ motorů se nejčastěji používá pro pohon posuvů (kap. 5.3). Srovnání momentové charakteristiky kartáčových a bezkartáčových elektromotorů je na obr. 5.209.

Motor má následující výhody oproti DC motoru:

- nemusí se udržovat komutátor;
- nedochází k omezení výkonu – maximální moment je i při maximálních otáčkách (obr. 5.209);
- motor se lépe chladí (ztráty jsou ve statoru);
- dobré krytí IP 65;
- otáčky nejsou omezeny mechanickým komutátorem;

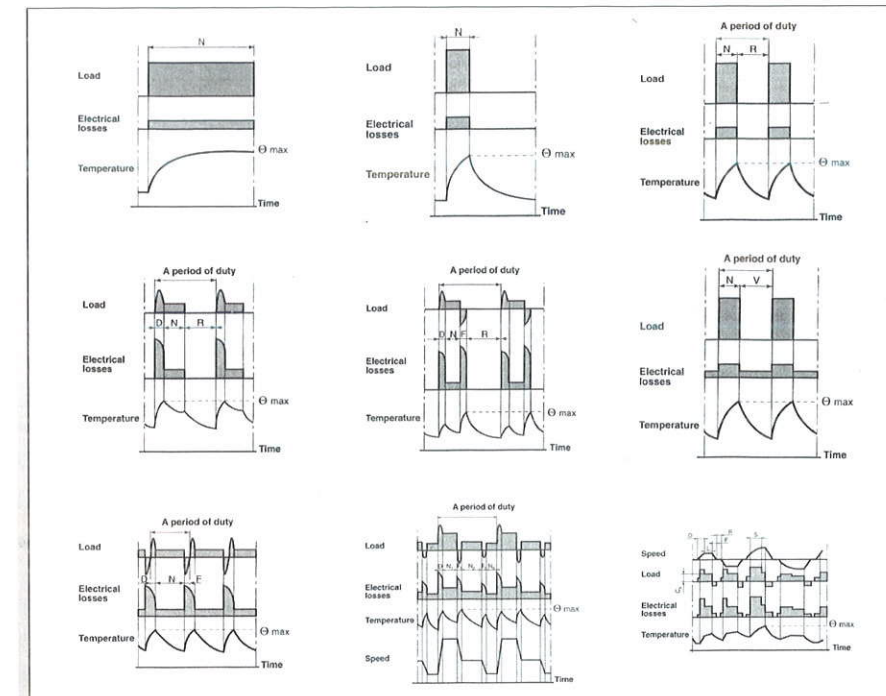
Asynchronní elektronicky komutované elektromotory (AC)

Používá se asynchronní motor s klecovou kotvou nakrátko. Napájení statorového vinutí je pomocí tříharmonických proudů. Magnetické pole není tvořeno magnety, ale indukovanými proudy, které se do kotvy indukují vlivem skluzu [12]. Tyto motory se používají pro náhon vřeten (kap. 5.4).

Servomotory jsou provozovány v různých režimech (obr. 5.210). Dimenzování servomotoru je nejlepší provádět tak, aby vyhověl provozu S1 (trvalý provoz). V některých případech však je nutné motor krátkodobě přetěžovat, např. režim S2 – 30 min, S6 apod.

Řemenové převody

přenášejí požadovaný výkon při rovnoběžném uspořádání os řemenic na větší vzdálenosti (obr. 5.211). Mnohdy slouží jako tlumič člen. Zrychlení vyvolané motorem způsobuje rozdílné tahové napětí v řemenu.



Obr. 5.210. Provozní režimy servomotorů [Bonfiglioli]

Spodní část je natahována, horní je uvolňována. Teprve po tomto „zapružení“ se trhaně pohne hnaná řemenice. Spodní část se uvolní a horní napne, a tím nastane kmitání, které vymizí jenom díky tlumícím účinkům řemenu.

Amplituda kmitů je následující:

$J_{MOT} = J_{RED}$
– amplituda kmitání obou řemenic je stejně velká

$J_{MOT} > J_{RED}$
– amplituda kmitání je u zátěže zřetelnější, u motoru zůstává relativně klidná

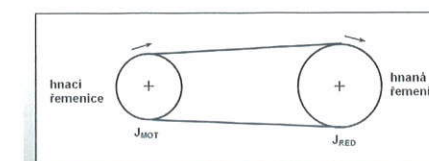
$J_{MOT} < J_{RED}$
– velká hmota zůstane klidná, motor vykonává větší rotační pohyby. Tyto jsou zachyceny regulací a korigovány řízením. Motor je náchylný k rotačnímu kmitání.

Řemeny používané ve stavbě CNC strojů jsou klínové (založeny na principu zvýšeného tření tažné vrstvy v klínové drážce) a synchronní (tažná vrstva je opatřena příčnými zuby – obr. 5.212) a je vyztužena ocelovými, skleněnými nebo aramidovými vlákny.

Původní klínové řemeny byly vyráběny z gumy. Základním materiálem klínových

řemenů je dnes polychloropren, který má vynikající třecí vlastnosti, čímž je určena i možná přenášená obvodová síla. Geometrický tvar „V“ klínové drážky pak tlakem na boky řemenu a tím vyvozením třecí síly umožní přenos obvodové síly. Ideální vrcholový úhel řemenu je 36°, po nasazení na řemenici je v intervalu <34° – 38°> [13]. U vícenásobných klínových řemenů Micro V je vrcholový úhel 40°. Pevnost řemenu je ovlivněna pevností tažné vrstvy. Výkon, který může klínový řemen přenášet, je roven součinu obvodové hnací síly a rychlosti, přičemž obvodová hnací síla je dána rozdílem tahů tažné a volné větve. Třecí síla mezi řemenem a řemenicí je odvislá od radiální síly, a ta se mění dle tahu v řemenu. Činná délka řemenu v řemenici je dána úhlem opásání. Vždy je pro výpočty rozhodující malá řemenice. Např. firma Gates dodává následující typy klínových řemenů:

- Hi Power, nízký klasický profil Hi Power MN (Z, A, B, C);



Obr. 5.211. Prostorové uspořádání řemenového převodu

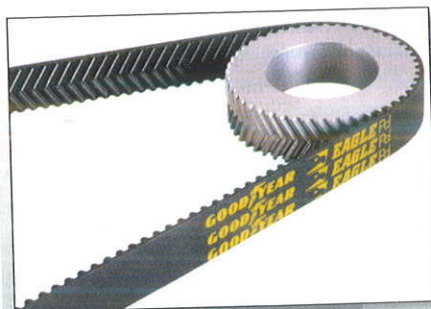
- Super HC;
- Quad Power II (XPZ, XPA, XPB, XPC, SPZ, SPA, SPB, SPC) pro velké výkony;
- Powerband (SPB, SPC, 9 J, 15 J, SV/25 J, JVX);
- Micro V (PJ, PL, PM);
- Polyflex JB.

Řemeny klínové Micro V a Powerband jsou bočně spojeny (3 – 4 profily), ostatní se dodávají samostatně a jejich dodávka nevyžaduje zvláštní výběr.



Obr. 5.212. Klínový a synchronní řemen [Gates – Ulmer]

5.11 Mechanické komponenty elektromechanických pohonových soustav



Obr. 5.213. Šípové ozubení synchronního řemene [Goodyear]

Synchronní řemeny jsou vyráběny za účelem spolehlivého zachování úhlové polohy spojovaných hřídelí. První synchronní řemeny měly příčný zub lichoběžníkového tvaru, postupem doby však byl tvar zakulacen. Zuby jsou zhotoveny z polychloroprenu s ochrannou nylonovou vrstvou. Tažná vrstva je tvořena kordovými vlákny, který je podle druhu namáhání vyroben ze skla, aramidu nebo oceli.

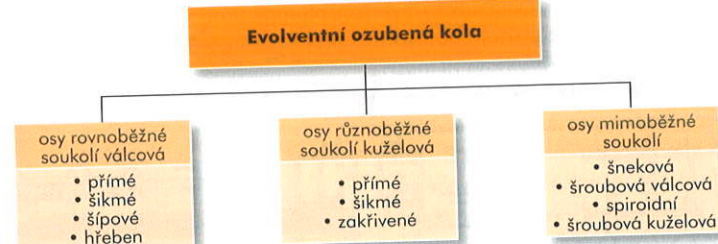
Dále je popsána situace při odvalování synchronního řemenu [13]. Řemen se odvaluje po vnějším povrchu řemenice obvodovou rychlostí danou jeho skutečným průměrem. Pro získání rychlosti v ose tažné vrstvy je třeba uvažovat skutečný průměr zvětšený o hodnotu PLD [Pitch Line

Distance]. Zuby řemenice unášejí řemen obvodovou rychlostí určenou počtem zubů na obvodu řemenice. Obvodová rychlost určená odvalováním se vlivem výrobních tolerancí neshoduje přesně s obvodovou rychlostí určenou počtem zubů. Nesoulad se koriguje při vnikání každého zubu do řemenice skluzem po přední straně nebo po zadní straně zubu. Zub řemenu má v drážce řemenice vůli, která je u moderních řemenů několik setin milimetrů. Vůle umožňuje řemenu dosednutí na vnější povrch řemenice. S popsáním ne-

ných kol. Vytvářejí se tak příznivé podmínky pro řízené pohony.

Řemenice synchronních řemenů jsou vybaveny bočnicemi z lisovaného ocelového plechu, mají vyhnutý náběh (cca 15°). Gates vyrábí synchronní řemeny Power Gripp GT2 a Power Gripp GT3. Některé synchronní řemeny mají šípové uspořádání zubů (obr. 5.213), což zvyšuje jeho únosnost a snižuje hladinu hluku.

Jak klínové řemenice, tak i synchronní se nejčastěji upevňují pomocí kuželových svěrných pouzder. Svěrná pouzdra představu-



Obr. 5.215. Druh ozubení dle typu polohy osy

souladem obvodové rychlosti souvisí i nesoulad obvodu a vůle zubů podél opásaného obvodu řemenice se vymezí. Mimo to se při otáčení jedním směrem nabíhající zuby přitlačují k jedné straně. Převod synchronním řemenem se může chovat jako převod bez vůle, která je obvyklá u ozube-

ných hřídelí s nábojem mechanického převodu (ozubené kolo, řemenice apod.) – obr. 5.214. Výhodou je poměrně jednoduchá montáž, odolnost proti vnějšímu zatížení, průřez hřídele není zeslabován, přenos vysokých kroutících momentů, radiální i axiální fixace náboje či bezvůlové spojení.

Svěrné hřídelové spojení pracuje na principu vytvoření měrného tlaku mezi nábojem a hřídelí. Pro výpočet minimálního průměru náboje se používá obdobný vzorec jako pro silnostěnný dutý válec.

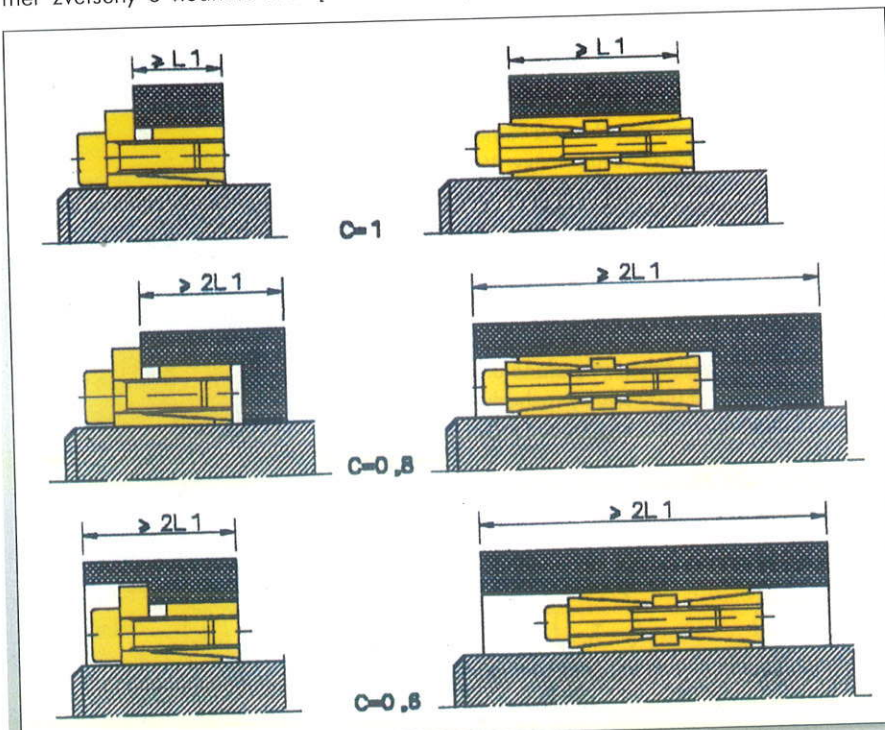
Ozubená kola

Mechanické převody pomocí ozubených kol používají k přenosu tlaku mezi zuby spolupřevodících kol. Rozdělení ukazuje obr. 5.215 a 5.216.

Hřídelové spojky slouží ke spojení dvou hřídelí, které vykonávají rotační pohyb a přenášejí kroutící moment (obr. 5.217). Kromě toho se spojky podílejí na vyrovnání chyb při nastavování montážní polohy, ochranou mechanismu při přetížení, tlumením torzních kmitů nebo rychlým spojením a rozpojením hřídelí.

Valivá ložiska

Používají se v konstrukci CNC obráběcích strojů v pomocných uzlech (převodovky, naklápací mechanismy, otoče apod.) (obr. 5.218). Výhody valivých ložisek jsou malé součinitele tření, malá závislost součinitele

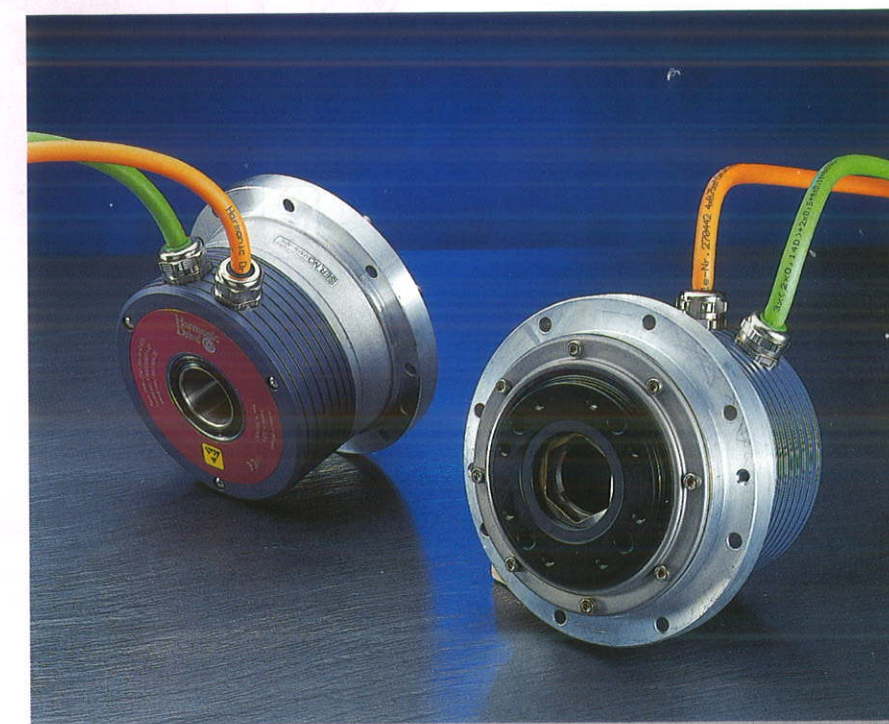


Obr. 5.214. Spojení hřídele s nábojem pomocí svěrného pouzdra [Tollak]

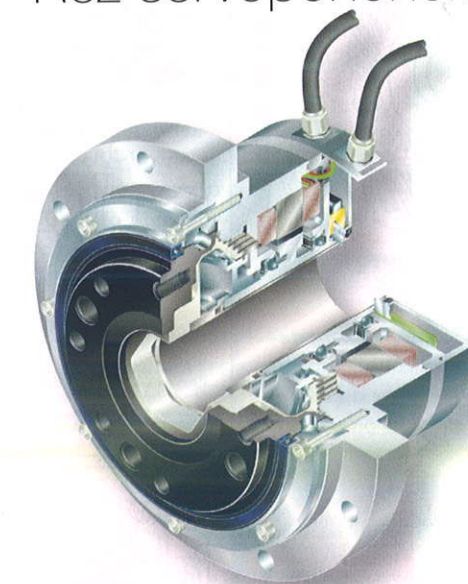
Přesnost v pohybu

Harmonic Drive®

AC servopohon FHA-C s průběžnou dutou hřídelí



Řez servopohonem



Hlavní výhoda:

Vysoce integrované mechatronické řešení AC servopohonu FHA-C (super flat) s průběžnou dutou hřídelí vyznačující se zvýšenou přenositelností kroutících momentů a torzní tuhostí při současném zkrácení osové délky.

Vhodné použití pro:

- Ramena a klouby u scara robotů
- Rotační osy u kovoobráběcích, dřevoobráběcích a sklářských strojů
- Výkyvné a naklápací osy pro antény radarů a teleskopů
- Přisuvové osy u brousících strojů
- Naklápací hlavy pro laserové obráběcí stroje
- Indexové stoly pro montážní automaty
- Polohovací osy v balících strojích

Kontakt:

Ing. Vladimír Trhoň

Svatá 202, CZ – 267 51 Zdice

Tel: +420 311 686 142, Fax: +420 311 685 638

E-mail: trhon@centrum.cz

Web: www.harmonicdrive.de

MSV 2006 v Brně 18. – 22. 9. 2006
Pavilon Z, stánek 73