

Motory s tichým chodem

z německého originálu časopisu *de*, 4/2007,
vydavatelství Hüthig & Pflaum Verlag GmbH München,
upravil Ing. Josef Košťál, redakce Elektro

V průmyslových zařízeních a přístrojích jsou žádány kompaktní elektromotory, které dávají vysoký výkon při minimálních požadavcích na prostor. Dalším důležitým požadavkem je dlouhý život elektromotoru i v provezech s plným zatížením. Těmto požadavkům velmi dobře vyhovují motory s elektronickým komutátorem EC (*Electronically Commutated*). Mají velmi dobré dynamické vlastnosti a vysokou účinnost. Dokážou pracovat i za nepříznivých provozních poměrů a v současné době představují dobrou volbu, jde-li o spolehlivé a silné pohony s kompaktními rozměry a dobrým poměrem ceny a výkonu.

Moderní koncepce zařízení a strojů spoléhají na decentralizovanou inteligenci a decentralizované pohony. Pohon přímo v místě přináší oproti mechanickému rozvodu síly od ústředního pohonu podstatné výhody s ohledem na výkon a životnost. Pro tuto úlohu jsou ideální bezúdržbové motory s elektronickým komutátorem. Společnost ebm-papst St. Georgen vyvinula novou řadu EC-motorů, která vychází ze standardizovaných rozměrů a přírubových velikostí známých kartáčových motorů. Při vývoji byla věnována pozornost zvláštním požadavkům na pružnost a především na dlouhou životnost průmyslového motoru. Výsledkem byla realizace optimální koncepce pohonu.

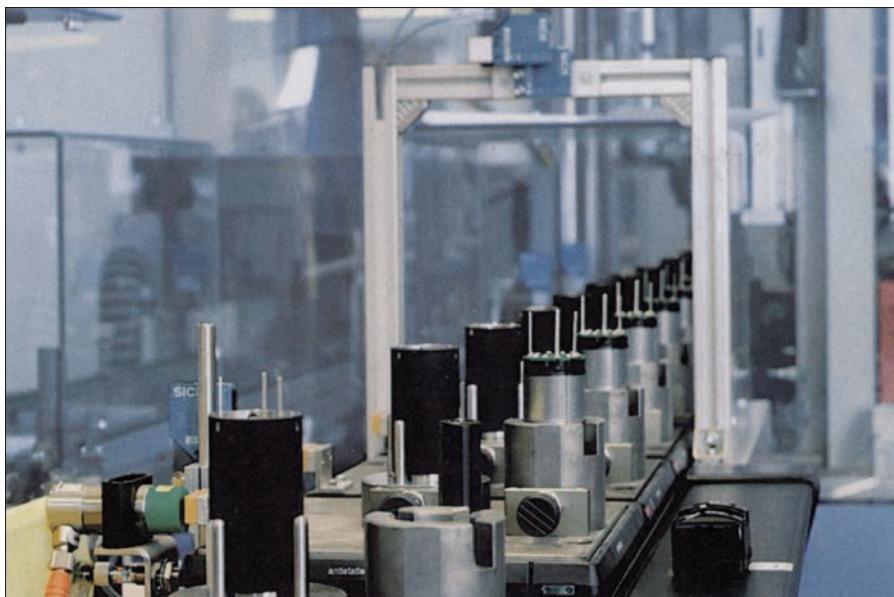
Technická rafinovanost

Zadaným úkolem pro výrobu nové řady motorů ECI 63 bylo vybudování jednotného systému, který umožní výrobu pohonů na automatizované výrobní lince se stoprocentním sledováním procesu všech výrobních kroků. Pro vývojové inženýry byla na prvním místě nejen kvalita ve výrobě, ale i výkonová charakteristika a způsobilost systému pohonů (obr. 1).

Pro motory samotné pak bylo třeba najít koncepci, která dovolí jednak citlivé pohyby téměř jako u krokových motorů, jednak rychlý přechod k dynamickému rozběhu. Pohon by měl bez problémů zdolávat také trvalé přechody ve čtyřkvadrantovém režimu. Řešení realizované u nové řady motorů je založeno na principu třífázového synchronního motoru buzeného permanentními magnety v konstrukčním provedení s vnitřním rotorem pro provoz s blokovou, popř. sinusovou komutací. Tento motor je složen ze šestidrážkového statoru a čtyřpólového rotoru. Soustředné vinutí statoru má malé ztráty v mědi, je díky překřížení cívek robustní a současně výrobně úsporné. Cílené rozšíření vzduchové mezery (obr. 2) v povrchu rotoru snižuje klidový moment motoru na minimum. Značné technologické výhody přináší také ustoupení od jakéhokoliv zkosení ve statoru i rotoru.

Hladký běh

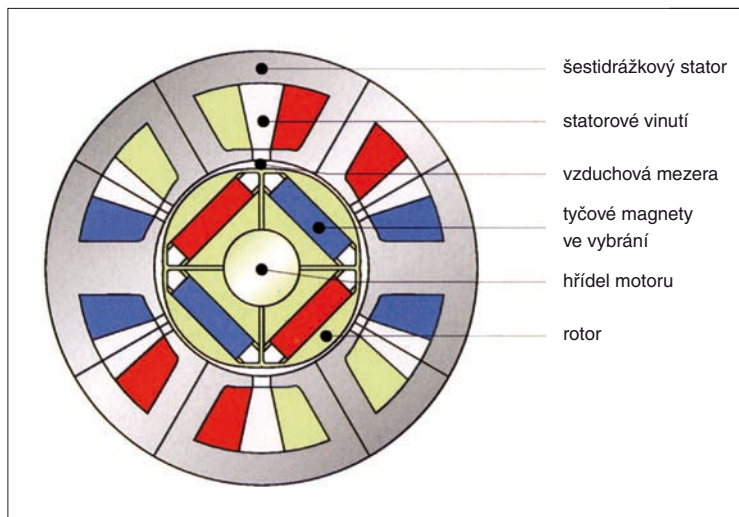
Další výzvou pro vývojáře tohoto motoru bylo na jedné straně zachování minimální pulzace točivého momentu ve stavu s protékajícím proudem i bez proudu, na straně druhé velmi nízká hladina hluku při chodu



Obr. 1. Plně automatizovaná výroba řady ECI 63

Tyčové permanentní magnety z neodym-železo-boru jsou uloženy v rotorovém svazku z plechů. Díky vybrání v rotorovém plechu jsou tyto magnety trvale pevně uchyteny, a jsou tak bez dodatečných zajišťovacích opatření vhodné i pro vysoké otáčky.

motoru. Vhodnými analytickými a numerickými výpočetními programy a výpočty podle metody konečných prvků bylo možné snížit pulzaci točivého momentu na minimum. Dlouhodobé zkoušky za extrémních podmínek a zátěžové testy všech komponent



Obr. 2. Cílené rozšíření vzduchové mezery pro optimální výstředný běh a kapsy magnetů v rotoru z plechů k získání stability při maximálních otáčkách



Obr. 3. Odstupňovaná výkonová řada tříšedesátek

motoru zdárně završily vývojovou fázi tohoto motoru.

V praxi

Nová řada pohonů sestává ze tří základních motorů, které při jmenovitém napětí 24 V poskytují výkon v rozsahu 85 až 270 W (obr. 3). Tyto pohony mají jednotný průměr 63 mm, a liší se tedy rozměrově jen v délce. Jejich konstrukční délky jsou 85, 100 a 135 mm. Všechny motory jsou dodávány od výrobce v krytí IP40. Motory jsou připraveny pro montáž snímačů a brzdy. Pro možnost řízení dodává výrobce digitální provozní elektroniku uzpůsobenou pro tyto motory. Tak si může zákazník přesně zvolit pohon, který bude vhodný právě pro jeho konkrétní použití. Mohou to být např. čisté pohonářské komponenty, tj. motor s integrovanou senzorikou pro již existující řízení, nebo kompletní pohonářský balíček, který obsahuje všechny potřebné komponenty, a pohon tak stačí již jen připojit.

Sporý a silný

Jako příslušenství k těmto motorům se dodá jedno- a dvoustupňová planetová převodovka s převody dopomala 5 : 1 a 30 : 1 s maximálním jmenovitým momentem 14,8 N·m (větší točivé momenty jsou k dispozici na vyžádání). Výstupní hřídel převodovky je uložena ve dvou kuličkových ložiskách. Všechny konstrukční díly převodovky jsou přizpůsobeny výkonovému potenciálu EC-motoru a jejich přetížitelnosti.

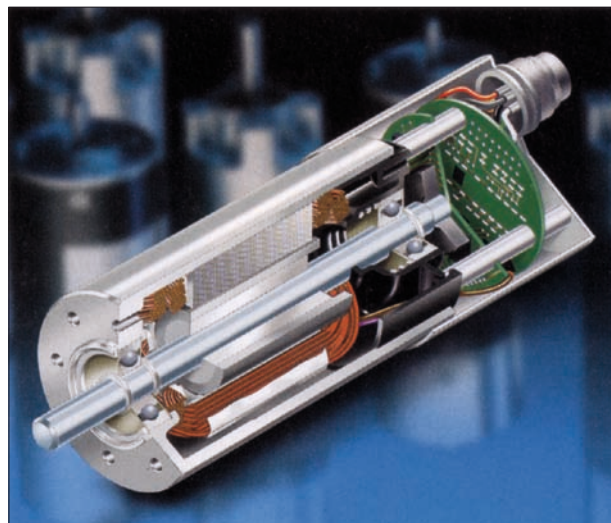
K systémové nabídce patří vedle optických generátorů impulzů pro otáčkovou senzoriku také elektromechanické brzdy. Optimální řízení a regulaci otáček motorů zajišťuje provozní elektronika Drivecontrol od firmy ebm-papst.

Nová řada EC-motorů poskytuje velký výkon na malém prostoru, citlivý provoz a velmi dynamické zrychlení. Díky uzpůsobené převodovce s dlouhou životností mohou tyto pohony pokrýt širokou oblast použití, a nabízejí tak atraktivní alternativu k nepruž-

ným centrálním pohonům. Zcela nové možnosti použití s velkou flexibilitou a dynamikou podporuje i technologický přechod od kartáčových motorů k technice elektronické komutace.

Shrnutí

Nevýhodou konvenčních stejnosměrných strojů je jiskření, které vzniká na kartáčích. Jiskření kartáčů je hlavní příčinou vysokofrekvenčního rušení, kterým motor za pro-



Obr. 4. Řez EC-motorem

vozu zpětně napájí rozvodnou síť a které ruší ostatní elektrické spotřebiče. Je také omezující podmínkou pro maximální rychlost otáčení, neboť kartáče se při vysokých otáčkách silně zahřívají a velmi rychle opotřebovávají. Navíc vysoké otáčky způsobují vyšší indukční napětí, která mohou vést až k rotačnímu jiskření kartáčů.

Tyto nepříznivé vlastnosti u bezkartáčového stejnosměrného stroje – EC-motoru – odpadají. Rotor sestává z permanentního magnetu, stator je složen z několika magnetových cívek (obr. 4). Poloha rotoru je trvale měřena např. přes zpětně působící indukované napětí, popř. přes výsledný proud (tzv. bezsenzoro-

vé motory) nebo senzorem na principu Hallova jevu. Bezsenzorové motory se používají především v oblasti malých výkonů, jakož i v aplikacích, kde jsou kladeny malé požadavky na dynamiku a rozběhový moment. Naproti tomu vysoce kvalitní průmyslové motory (např. servomotory) jsou většinou konstruovány jako senzorově řízené.

EC-motory

U konvenčních kartáčových motorů jsou kontakty (kartáče) komutátoru řešeny tak, že během otáčení kotvy (část elektrického stroje, ve které se indukují elektromotorické napětí – tvoří ji rotor nebo stator svým magnetickým obvodem a vinutím) neustále střídají polaritu vinutí kotvy. Kartáče jsou vyrobeny z materiálu, který dobře vede elektrický proud a při provozu umožňuje částečný otěr. Při opouštění lamely komutátoru dochází k přeskočení odtrhové jiskry, tj. k jiskření kartáčů. Toto jiskření neznamena jen opotřebování a elektromagnetické rušení, ale také omezení maximálních otáček, neboť kartáče se při vysokých otáčkách silně zahřívají. Obvykle se životnost kartáčů pohybuje jen okolo 3 000 h.

Významně lepších hodnot s ohledem na elektromagnetické rušení, výkon a životnost dosahují stejnosměrné motory s elektronickou komutací, EC-motory.

Jde o synchronní motory s interní nebo externí elektronikou, která vytváří ze stejnosměrného proudu potřebné, zpravidla třífázové točivé pole. Svými vlastnostmi se EC-motor podobá stejnosměrnému motoru, proto také dostal název stejnosměrný motor s elektronickou komutací. Na rozdíl od kartáčového motoru sestává rotor EC-motoru z permanentních magnetů, stator má naproti tomu několik cívek, které tvoří elektromagnety. Poloha rotoru vůči statorové cívce je trvale snímána a proud pro statorové vinutí je spínán v závislosti na

zjištěných hodnotách. Díky stálému optimálně řízenému úhlu mezi kotvou a statorovým magnetickým polem je možné velmi dobře nastavit točivý moment a otáčky. Účinnost EC-motoru je z tohoto důvodu velmi vysoká, takže tyto motory mohou výkonně pracovat i za ztížených chladicích podmínek. Ložisko kotvy je jediné místo na tomto motoru, které je vystaveno mechanickému opotřebování. Nicméně moderní kuličková ložiska EC-motorů mají velmi dlouhou životnost a běžným standardem je více než 20 000 h i při otáčkách několik desítek tisíc za minutu.

☒