

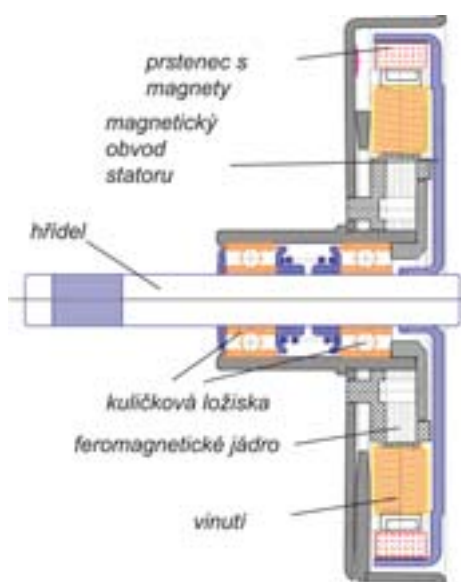
Aplikace diskových motorů **maxon EC**



Diskový motor



Stator diskového motoru EC



Řez diskovým motorem

Pojem stejnosměrný motor

Původní význam pojmu byl motor napájený stejnosměrným proudem. V době nástupu elektřiny nebyl znám jiný prostředek jak roztočit motor než mechanický komutátor a kartáče. Přepínání proudu do sekcí vinutí rotoru komutátorem je doprovázeno vytahováním elektrických oblouků, jiskřením. Oblouk je způsoben změnou směru proudu a magnetického pole v přepínané části vinutí. Intenzita oblouků záleží na velikosti magnetické energie rotoru.

Nástup střídavého proudu inicioval vznik konstrukcí motorů na střídavý proud. Životnost střídavých motorů není omezena životností kartáčů a komutátoru. Střídavé motory vytlačily stejnosměrné motory u středních a velkých výkonů. Chybí jim ale některé důležité vlastnosti stejnosměrných motorů, které se ve stejnosměrných motorech realizují použitím moderních materiálů a technologií. Komutace ve stejnosměrných motorech zajišťuje jednoduše optimální úhel 90 ° magnetických polí statoru a rotoru v celém rozsahu rychlostí a zatížení. Střídavé motory se proto pro malé výkony neprosadily. Vývoj a výroba malých stejnosměrných motorů v oblasti do 400 W pokračuje intenzivně dál.

Typy moderních stejnosměrných motorů

Mechanická komutace

Malé komutátorové motory DC nabízejí:

- jednoduché řízení rychlosti ve velkém rozsahu změnou napětí,
- několikanásobnou krátkodobou přetížitelnost,
- časové konstanty rozběhu 5–10 ms,
- vysokou koncentraci výkonu v motorech s miniaturními rozměry,
- minimální spotřebu energie při bateriovém napájení.

Vedoucí výrobce **maxon** zvýšil životnost mechanické komutace na 1 000 až 10 000 hodin zavedením samonosného vinutí bez železného jádra. Rotor tak akumuluje minimum magnetické energie a kartáče velmi málo jiskří. 2 000 hodin představuje v trvalém provozu 250 pracovních

směn, a to zpravidla nestačí. Pro provoz s občasným chodem, např. pro řízení procesů, je životnost dostatečná a malý moderní stejnosměrný motor nabízí ekonomicky výhodné řešení.

Elektronická komutace

K dalšímu zvýšení životnosti stejnosměrných motorů došlo s rozvojem elektroniky zavedením elektronické komutace místo mechanického komutátoru. Reálná životnost motorů EC je omezena životností kuličkových ložisek na několik desítek tisíc provozních hodin. Vinutí motoru EC se umísťuje do statoru a permanentní magnet do rotoru. Nutnou součástí pohonu je řídicí jednotka, která snímá úhel natočení rotoru a podle něj spíná proud do sekcí vinutí. Malé motory EC nabízejí funkční vlastnosti, které se neliší od uvedených vlastností komutátorových motorů DC. Pro řízení jejich rychlosti je ale nutná řídicí elektronika. Přestože konstrukce motorů EC je blízká konstrukci třífázových střídavých synchronních motorů, motory EC se svými vlastnostmi řadí mezi stejnosměrné.

Válcové motory maxon EC

Jsou konstrukčně uspořádány tak, že rotor tvoří obvykle dvojpólový magnet a třífázové vinutí ve tvaru trubky je umístěno kolem něj. Vinutí má tři sekce bez železných pólů. Magnetický tok permanentních magnetů a vinutí se uzavírá feromagnetickým sendvičovým prstencem vně vinutí. Směr magnetického toku statoru motoru EC se při otáčení rychle mění. Sendvičový prstenek minimalizuje ztráty přemagnetováním a hysterezí. Nejmenší rychloběžné motory mají prstenek ze slinutých prášků. Válcové motory se vyznačují malým průměrem a několikanásobnou délkou. Mají vysoké rychlosti, mezi 100 000 ot./min u motoru průměru 6 mm a 7 000 ot./min pro motor 400 W průměru 60 mm. Často je třeba použít převodovku, která motor podlouhlého tvaru dále prodlužuje.

Diskové motory EC

Diskové motory EC vznikly pro aplikace v omezeném plochém prostoru a s menšími

maxon motor

rychlostmi, které mohou vyvinout i bez převodovky. Zpomalení se realizuje konstrukcí motoru s větším počtem pólů. Rotor ve tvaru vnějšího prstence nese 8 až 24 magnetů s prostřídánými póly po obvodu. Ve statoru uvnitř prstence je vějířovitě 6 až 18 cívek s póly. Tři sousední cívky tvoří třífázovou skupinu. Trojice se po obvodu 2 až 6 × opakuje. Motory mají plochý tvar a nižší rychlosti, mezi 20 000 ot./min u motoru průměru 6 mm a 5 000 ot./min pro motor 90 W průměru 90 mm. Větší motory mohou být vybaveny snímačem s Hallovými sondami, které umožňují plně využít dynamických vlastností komutovaného motoru i při rozběhu, nebo mohou být bez snímačů. Menší motory do průměru 20 mm se dodávají pouze bez snímačů. Motory bez snímače jsou určeny pro jednoduché aplikace s omezenou dynamikou v malých rychlostech.

Konstrukce a řízení diskového motoru EC

Uspořádání motoru se snímačem

Toto uspořádání se třemi Hallovými sondami je v horní polovině řezu diskovým motorem. Další obrázek ukazuje průběh signálů Hallových sond snímače během proběhnutí 360 elektrických stupňů, t.j. pootočení jednoho obvodového magnetu o rozteč sousedních cívek. Řídicí jednotka ze signálů snímače odvodí napájení sousedních cívek. Je patrné, že v každé části cyklu o 360 ° elektrických jsou napájeny současně dvě cívky.

Průběh magnetizace cívek diskového motoru EC32 je také zobrazen na jednom z uvedených obrázků. Motor má 6 pólů s vinutím a 8 pólů permanentních magnetů. Rotor se v průběhu 360 ° elektrických pootočí o rozteč jednoho páru permanentních magnetů, t.j. o čtvrt otáčky. Motor je čtyřikrát pomalejší než válcový dvoupólový při stejné frekvenci napájecích impulsů. Obdobně můžeme odvodit rychlost pro jiné motory s 9 póly vinutí a 8 magnety, s 12 póly vinutí a 16 magnety nebo s 18 póly vinutí a 24 magnety. Poslední kombinace v motoru EC90 s 90 W je nejpomalejší z používaných. Kombinace počtu pólů statoru a rotoru se volí s cílem dosáhnout nízkou rychlost.

Motor bez snímače

Uspořádání motoru bez snímače je v dolní polovině řezu diskovým motorem.

Řídicí jednotka nahradí informaci snímače informací o průběhu indukované elektromotorické síly EMS v některé z cívek. K získání EMS je třeba, aby se motor otáčel. Proto motor dostane před rozběhem impuls, během kterého se může pootočit i na opačnou stranu. Rozběh motoru EC bez snímače není přesně definovaný, při vysoké rychlosti je ale elektronické řízení komutace kvalitní.

Diskový motor s převodovkou

Výrobce MAXON připravuje kombinace diskových motorů EC20, EC45 a EC90 s převodovkami. Snaha zbytečně neprodlužovat motor vede k aplikaci plochých převodovek s ozubenými koly na předlohách. Planetové převodovky přenášejí sice vyšší momenty, ale jsou delší. Vedle vyráběné převodovky GS 38 se připravují nové ploché převodovky GS 45 a GS 50.

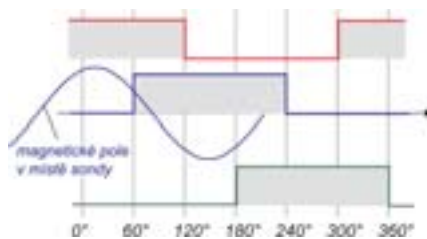
Životnost převodovky

Ta je vždy nižší než životnost motoru EC, který kromě klece ložisek neobsahuje prvky podléhající opotřebením třením.

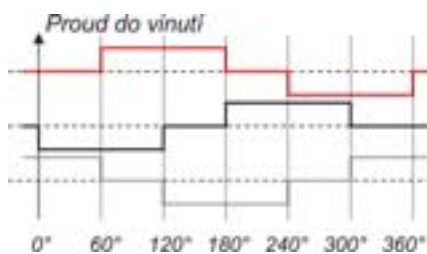
Kritickým místem převodovek z hlediska životnosti jsou čepy ozubených kol, které se opotřebí ve směru reakce na obvodové síly v ozubení. Převodovky MAXON používají keramické čepy na bázi ZrO_2 s vyšší životností oproti kaleným ocelovým. Keramické čepy se používají zejména v pomalém převodovém stupni převodovky, kde velké síly a malé rychlosti znesnadňují udržení mazacího filmu. Mazání malých převodovek je standardně tukem. Reálná životnost převodovky využívané při nejvyšší doporučené vstupní rychlosti a limitního povoleného momentu na výstupu je 1 000 až 3 000 provozních hodin. Snížený moment zátěže může prodloužit životnost několikrát. Vliv snížení rychlosti na životnost je slabší. ✕



Průběh magnetizace cívek



Signály Hallových sond snímače



Proud do vinutí tří sousedních cívek

Řízení motoru EC bez snímače

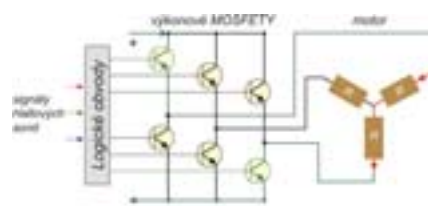
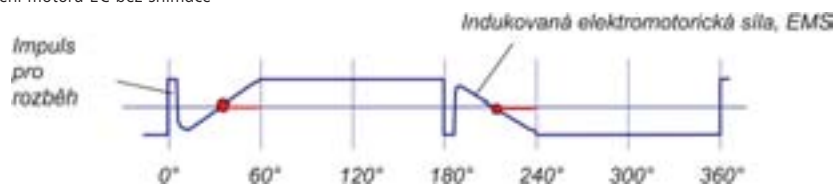
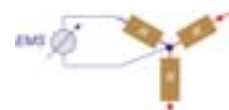


Schéma elektronické komutace se snímačem



Snímání EMS motoru EC bez snímače