

Oponentský posudek disertace

Ing. Martin Mach:

Analýza ztrát asynchronních motorů malého výkonu

Losses Analysis of Induction Machines with Small Output Power

disertace zpracována na FEKT VUT v Brně

Posudek vypracoval:

doc. Ing. Petr Voženílek, CSc., FEL ČVUT v Praze, Technická 2, 166 27 Praha 6

Asynchronní motory s kotvou nakrátko jsou početně nejvíce zastoupeny v elektrických pohonech prakticky v celém výkonovém spektru. To je v první řadě dáno robustní konstrukcí, zvláště jednoduchou koncepcí rotoru. Proto je výroba technologicky jednodušší, výrobní náklady nižší a spolehlivost vyšší, nároky na údržbu nižší než u jiných typů strojů. Navíc s využitím výkonové elektroniky lze překonat překážku v podobě problematického řešení plynulého řízení rychlosti asynchronních motorů, použitím napájení z frekvenčních měničů.

Jedním z klíčových problémů při zajištění konkurenceschopnosti je dosažení co nejvyšší účinnosti, a tedy vyvstává otázka snížení ztrát na co nejmenší možnou hodnotu.

Předložená písemná zpráva k disertaci o rozsahu 120 stran obsahuje 113 stran textu, na 6 stranách je seznam použité odborné literatury a publikací autora, které souvisí s tématem disertace.

Textová část disertace je členěna do 8 kapitol.

Disertace se zabývá oblastí aplikace asynchronních motorů malých výkonů se zvláštním zaměřením na snížení ztrát a tedy na zvýšení účinnosti. Autor podrobil rozboru všechny reálné možnosti omezení ztrát. Zabýval se různými variantami ve volbě rozměrů vodičů, počtu závitů i materiálů pro vinutí statoru i rotoru. Vedle toho se zabýval materiály magnetického obvodu, jejich jakostí, geometrickými rozměry a zpracováním, tj. technologií výroby. To vše, jak plyne z předložené práce, má vliv na ztráty ve vinutí a ztráty v železe. Stranou nezůstala ani analýza vlivu různých tvarů a rozměrů drážek na celkové ztráty.

Cílem práce byla analýza a hledání cest ke snížení ztrát ve stroji a doporučení pro výrobu k zajištění co nejvyšší účinnosti vyráběných strojů. Odvedená práce a její výsledky a doporučení jsou experimentálně ověřeny na 10 funkčních vzorcích motorů, lišících se provedením statoru a rotoru podle elektromagnetického a mechanického návrhu všech deseti variant motoru a podle pokynů řešitele. Motory vyrobila firma ATAS Elektromotory Náchod, a.s. Pro účely disertace byl zvolen malý dvoupólový asynchronní motor pro nepřetržitý provoz, o jmenovitém výkonu $P_N = 600 \text{ W}$. Experimentální laboratorní měření na vzorcích byla doplněna simulacemi rozložení ztrát v železe metodou konečných prvků, při různém zatížení stroje. Výsledky měření na strojích s různými úpravami a vyhodnocení vlivu úprav jsou shrnuty v kap. 7. Pro srovnání efektivnosti jednotlivých úprav je v kap. 6 uvedena analýza současně vyráběného motoru ATAS Náchod, který odpovídá aktuálně platné normě.

Z teoretického rozboru a současného stavu řešené problematiky, uvedeného v kap. 2 je možno usoudit, že disertant má široký přehled o dané problematice a je schopen tvůrčím způsobem aplikovat schopnost samostatné vědecké práce, při řešení problematiky nejen výroby elektrických strojů.

Cíle disertace jsou formulovány v kap. 1.: Navrhnout opatření ke zvýšení účinnosti asynchronních motorů, aby vyráběné stroje vyhovovaly podmínkám třídy účinnosti IE2.

Řešení zadaného úkolu je rámcově rozvrženo do čtyř fází:

- analýza současného stavu ztrát a účinnosti malých asynchronních motorů,
- návrh opatření ke snížení ztrát a tím ke zvýšení účinnosti daného motoru,
- experimentální ověření přijatých opatření na řadě upravených funkčních vzorků,
- vyhodnocení analýzy a experimentů na řadě dvou pólových motorů $P_N = 600 \text{ W}$.

Předloženou práci, její obsah, způsob zpracování, dosažené výsledky, aktivity disertanta a jeho osobnost hodnotím následovně:

námět práce odpovídá oboru disertace a z hlediska současného stavu vědy v oboru elektrických pohonů v širším kontextu je vysoce aktuální. Pro nezanedbatelný význam pro vývoj a výrobu elektrických strojů, pro stále naléhavější snahy o udržení konkurenceschopnosti a pro svůj vědecký potenciál je tedy zpracovávané téma plně disertabilní.

za přínos práce považuji komplexnost a houževnatost, s jakou disertant přistoupil k řešení poměrně komplikovaného úkolu, jako je průlom do dlouholetých zažitých postupů v návrhu elektrických strojů a k řešení rozsáhlého komplexu běžných i vyvolaných problémů. Disertace poskytuje konkrétní náměty výrobcům elektrických strojů ke zvýšení kvality výrobků a tím i na konkurenceschopnost.

jádro disertační práce bylo na potřebné úrovni publikováno v 18 příspěvcích na mezinárodních tuzemských i zahraničních konferencích a v prezentacích 6 funkčních vzorků.

jedná se o pracovníka s vědeckou erudicí, s dobrými předpoklady pro úspěšnou vědecko-výzkumnou práci s výraznou tendencí k praktické realizaci díla, prokázal to svým přístupem k řešení komplexního úkolu. Můj soud potvrzuje i přehled realizovaných výsledků výzkumné práce, forma a obsah publikovaných referátů a dalších aktivit.

Předloženou práci hodnotím jako velmi zdařilou, která odpovídá obecně uznávaným požadavkům na doktorskou disertaci v oboru Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika.

Disertační práci pana Ing. Martina Macha **doporučuji k obhajobě** pro řízení k udělení akademicko-vědeckého titulu doktora v oboru

Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika.

Dotazy:

1. Na str. 27 autor navrhuje snížení odporu rotorové klece. Je tento způsob vhodný u motorů s „těžším“ rozběhem?
2. Na str. 28 je úvaha o použití optimalizovaného tvaru drážek. Prosím doplnit: Co je lepší s ohledem na výrobní náklady s dopadem na cenu a konkurenceschopnost stroje na trhu: optimalizovat, pořídit nová razidla na výrobu plechů statoru a rotoru, tím zvýšit výrobní náklady a cenu, anebo použít razidla „ze skladu“ a zachovat osvědčený používaný tvar drážky?

V Praze dne 24.02.2016

doc. Ing. Petr Voženílek, CSc.