

DISSIPATION FACTOR DETERMINATION OF THE FLOWING AIR INTO THE AIR GAP AND ROTOR STAR INLET

Jaroslav Chlup

Master Degree Programme (2), FEEC BUT
E-mail: xchlup00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Marcel Janda
E-mail: janda@feec.vutbr.cz

ABSTRACT

This project is dealing with simulation's possibilities of air flow in electric machines. A finite element method is the final element technique. Aim of this project is conversion universal formula for calculation dissipation factor. For its location is necessary create 27 simulation according to the 2nd plan order. Usage programme MATLAB for processing results obtain requisite algorithm for calculation dissipation factor.

1. ÚVOD

V dnešním světě pohonů je snahou docílit pokud možno co největší účinnosti. Účinnost lze zlepšit vývojem kvalitnějších chladících metod, které zajistí navýšení zatížení těchto strojů. Vzhledem k faktu, že se zvyšováním zatížení nám roste oteplení stroje, což může vést ke zničení izolace uvnitř stroje, která slouží k oddělení elektricky živých částí od neživých, je nutné zjistit, pokud možno co nejefektivněji, co se v daném stroji děje. K tomu nám slouží metody teplotních a ventilačních sítí, kterými lze zjistit, jednak tepelné odpory různých materiálů a taky ztrátové součinitele chladícího média uvnitř stroje. Ke zjištění těchto veličin nám také mohou posloužit simulační programy, které jsou na tyto výpočty navrženy. Při výpočtech v těchto programech je nutné znát fyzikální zákony, které simulované děje reprezentují.

Při ventilačních výpočtech je nutné znát ztrátové součinitele a aerodynamické odpory v oblastech, kde prochází chladící médium. Těmito oblastmi u synchronního stroje jsou vzduchová mezera radiální či axiální kanály (statoru i rotoru), čela vinutí, vstup do rotorové hvězdy apod.

2. ROZBOR

V projektu je naznačeno možné využití metody konečných prvků, pro zjištění chování procházejícího vzduchu elektrickými stroji. Výsledky simulací lze použít pro identifikaci celkového ztrátového součinitele, jenž reprezentuje celkové ztráty na rychlosti vzduchu vlivem tření a turbulencí a dalších nežádoucích faktorů vyskytujících se při chlazení zařízení.

U nasimulovaných částí elektrického stroje (vzduchová mezera, rotorová hvězda s 6 a 8 žebry) bylo provedeno 27 simulací pro splnění plánu 2. řádu. Za pomoci výsledků získaných simulacemi, byla sestavena regresní analýza pro nalezení univerzálního vztahu pro výpočet ztrátového součinitele, a to v závislosti na třech proměnných parametrech. U vzduchové mezery se jednalo o vnější průměr vzduchové mezery, o otáčky rotoru a šířky vzduchové mezery. U rotorové hvězdy se jednalo o vnější průměr rotorové hvězdy, šířky žeber, a otáčkách rotorové hvězdy.

Výsledné vztahy lze použít v rámci parametrů plánu 2. řádu. Porovnáním výsledků získanými dosazením do rovnic a výsledky získanými simulacemi, byla zjištěna maximální relativní chyba $\pm 14\%$.

2.1. ROVNICE

Využitím programu MATLAB pro výpočet regresní analýzy byla zjištěna rovnice (1), která zahrnuje tři nezávislé vstupní proměnné a jednu závislou výstupní proměnnou. Rovnici (1) lze použít pro výpočet ztrátového součinitele procházejícího vzduchu na vstupu do rotorové hvězdy s osmi žebry, a to při dodržení rozmezí vstupních veličin v rámci plánu 2. řádu. Vstupní veličiny použité pro sestavení algoritmu jsou zadávány uživatelem, a to v rámci plánu 2. řádu, a výstupní veličiny jsou získány na základě simulací.

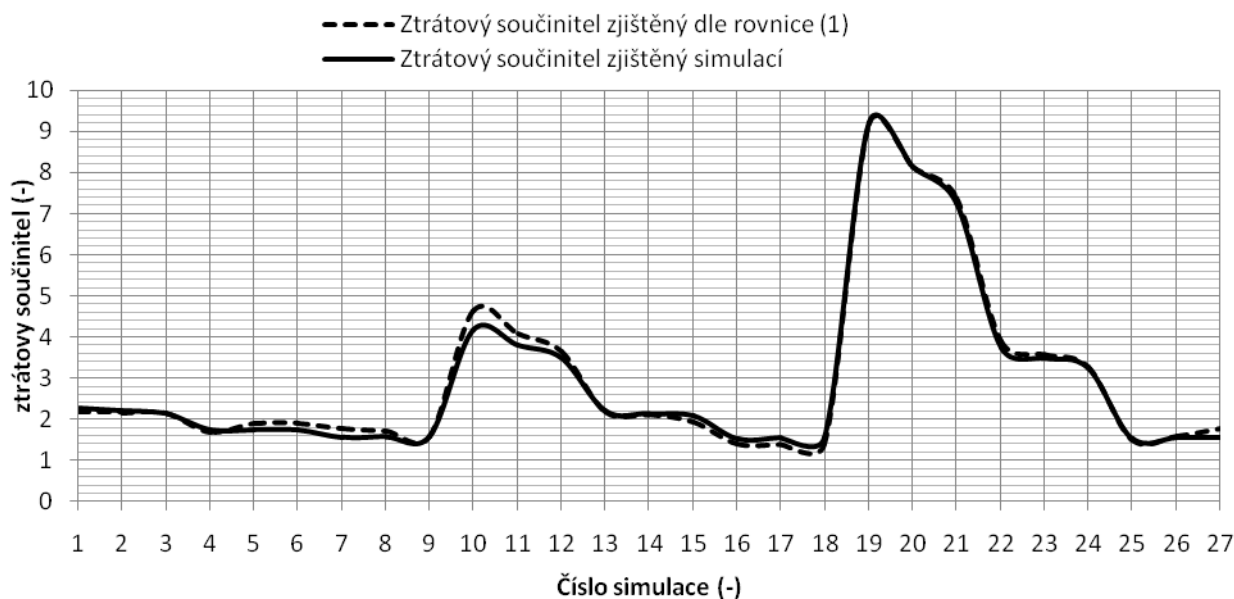
$$\xi = 15,41 + 4,962 * D_{2R}^3 * n - 13,326 * D_{2R} * \sqrt{n} + 269,729 * D_{2R}^3 * \delta + 81,349 * D_{2R}^3 * n^2 * \delta^3 + 242,678 * \delta * \sqrt{n} - 56,631 * D_{2R} * \delta * n + 0,064 * D_{2R}^3 * n^2 - 8493,736 * \delta^3 - 491,824 * \delta - 1413,641 * D_{2R}^2 * \delta^3 * n + 61254,173 * D_{2R}^2 * \delta^3 + 24,234 * \delta^3 * n^2 - 0,00775 * D_{2R} * n^2 - 996,0842 * \delta^3 * n \quad (1)$$

kde D_{2R}	...	je vnější průměr rotorové hvězdy [m]
δ	...	šířka žeber [m]
n	...	otáčky rotorové hvězdy [ot/s]

Tím samým způsobem byly určeny i rovnice u rotorové hvězdy s 6 kanály a vzduchové mezery.

2.2. OBRÁZEK

Porovnání hodnot získaných simulacemi a hodnot získaných pomocí rovnice (1) je naznačeno na obr. 1. Výpočet byl proveden s maximální relativní chybou $\delta = \pm 13,98\%$.



Obrázek 1: Porovnání hodnot zjištěných simulací a výpočtem.

3. ZÁVĚR

Výše uvedená problematika se týká využití výpočetní techniky pro optimalizaci návrhu elektrických strojů z hlediska chlazení. Pomocí simulačních programů je možné zjistit poměry rozložení chladicího média v elektrických strojích. Pomocí výsledků získaných simulacemi pro různé vstupní hodnoty v rámci plánu 2. řádu, lze využitím programu MATLAB získat univerzální rovnici pro výpočet ztrátového součinitele chladicího média, a to použitím regresní analýzy. Tuto analýzu lze využít pro různé simulované veličiny, proto by bylo vhodné ji aplikovat i na jiné oblasti, kde je zapotřebí pro různé vstupní veličiny zjistit požadovanou hodnotu výstupní veličiny. Těžko říct, co sem ještě tak asi napsat. Doufám, že tato šablanka někomu usnadní splnění zostřených požadavků, které jsou kladeny na příspěvky pro konferenci EEICT v roce 2007.

LITERATURA

- [1] Ondrušek, Č.: Elektrické stroje, ES VUT
- [2] Bartoš, V., Skala, B.: Měření na elektrických strojích, Západočeská univerzita v Plzni, 2006
- [3] Chlup, J. *Identifikace ztrátového součinitele tření při proudění ve vzduchové mezeře a na vstupu do rotorové hvězdy*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2009. 44 s. Vedoucí semestrální práce Ing. Radek Vlach, Ph.D.