

FEM ANALYSIS OF OVERCURRENT TRIP UNIT

Zbyněk Makki

Master Degree Programme (2), FEEC BUT
E-mail: xmakki00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Jiří Valenta

E-mail: valentaj@feec.vutbr.cz

ABSTRACT

This work describes analysis of the current path in a circuit breaker. Current flow causes voltage drop and heat loss on current path. Voltage drop and heat loss are calculated with Finite Element Method (FEM). The size of voltage drop and heat loss affects not only material used for the current path, but also its thickness. The computer program ANSYS is used.

1. ÚVOD

Nadproudová spoušť je součástí jisticího prvku obsaženého v elektrickém obvodu. Má za úkol vyhodnocovat průběh proudu obvodem a při překročení limitních hodnot jmenovitého proudu vydává impuls k vypnutí jisticího prvku. Nadproudové spouště dělíme do dvou kategorií, a to na spouště tepelné a elektromagnetické. Tepelné spouště obsahují bi-metal a slouží k ochraně obvodu před malými nadproudy, tj. přetíženími. Elektromagnetické spouště slouží k ochraně obvodu před velkými nadproudy, tj. zkratovými proudy. Nadproudová spoušť je umístěna na části proudovodné dráhy obsažené v jisticím prvku.

2. ROZBOR

2.1. POSTUP A PARAMETRY SIMULACE

V případě řešeného problému se vychází z předpokladu, že se jedná o **stacionární** úlohu, tzn., že průchod stejnosměrného elektrického proudu vytváří stacionární elektrické a magnetické pole. Pro výpočet se zanedbává elektrický povrchový jev, který má vliv na rozložení vektoru hustoty proudu. Úloha, vzhledem ke své geometrii, byla řešena jako **třírozměrná**.

Postup simulace proběhl podle následujícího postupu:

- překreslení proudovodné dráhy na vhodný počet elementů v programu **Solidworks** a tvorba výměnného formátu potřebného pro převedení geometrie do prostředí programu **Ansys**, volba elementu pro výpočet metodou konečných prvků, zadání okrajových podmínek...
- volba vhodné analýzy, tj. **Thermal** a **Electric**

- výpočet úbytku napětí **U** na topítku
- výpočet tepelných ztrát **P** na topítku

Topítkem je myšlena část proudovodné dráhy, na které je umístěna tepelná nadproudová spoušť.

2.2. ÚBYTEK NAPĚTÍ NA TOPÍTKU

Pro výpočet úbytku napětí na topítku vycházíme z Rovnice (1), která popisuje vzniklý úbytek napětí procházejícím proudem na odporu topítka a Rovnice (2), která popisuje výpočet odporu topítka.

$$U = I * R \quad (1)$$

$$R = \rho \int_l \frac{dl}{S} \quad (2)$$

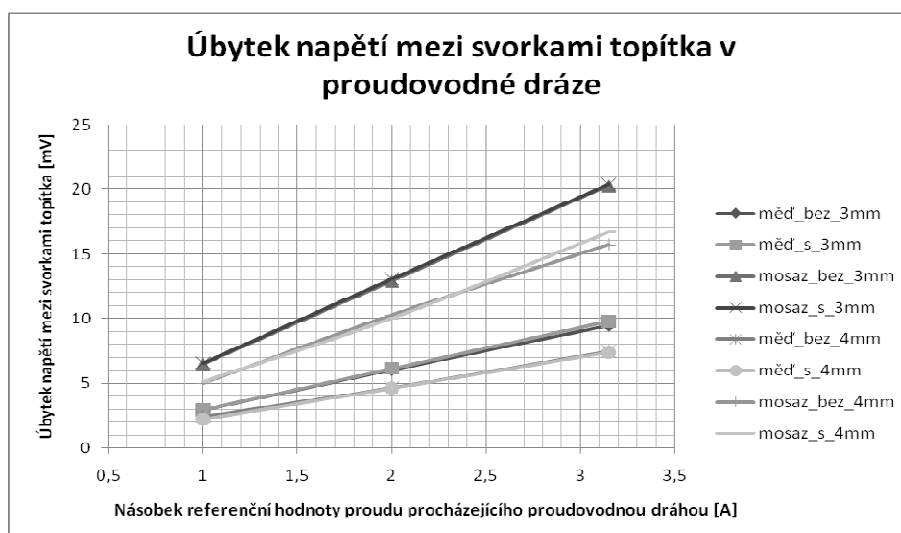
2.3. TEPelnÉ ZTRÁTY V TOPÍTKU

Tepelné ztráty rostou s kvadrátem procházejícího proudu, jak je patrné z Rovnice (3).

$$P = R * I^2 \quad (3)$$

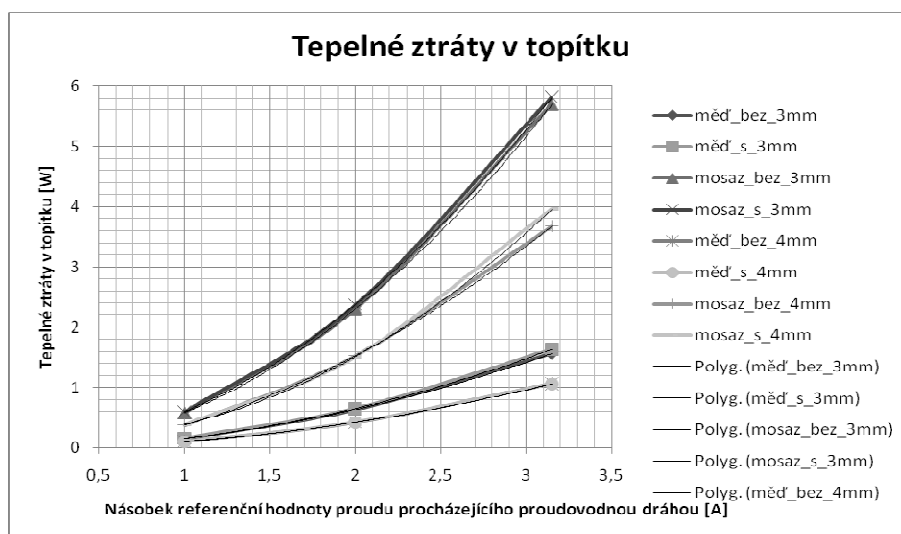
3. ZÍSKANÉ VÝSLEDKY

Z Grafu 1 je patrné, že největší úbytky napětí vznikly na topítku proudovodné dráhy z mosazi o tloušťce 3mm bez i s otvory pro uchycení topítka v bloku jisticího prvku. Nejmenší úbytky napětí vznikly na topítku z mědi o tloušťce 4mm bez i s otvory pro uchycení topítka v bloku jisticího prvku. Tyto výsledky bylo možné předpokládat, když vycházíme z rovnice (2), kde je patrné, že v případě zvětšení tloušťky materiálu topítka bude jeho odpor klesat a s tím i úbytek napětí při konstantním elektrickém proudu. Úbytek napětí klesá také s rezistivitou použitého materiálu topítka.



Graf 1: Úbytek napětí mezi svorkami topítka proudovodné dráhy

Z Grafu (2) jsou patrné tepelné ztráty v topítku proudovodné dráhy, které jsou ovlivněné úbytky napětí na topítku a kvadrátem procházejícího elektrického proudu, jak je patrné z Rovnice (3).



Graf 2: Tepelné ztráty v topítku proudovodné dráhy

[1]

4. ZÁVĚR

Tento projekt vznikl na základech požadavků praxe a jako součást řešení projektu FEKT-S-10-10. Cílem práce bylo ověřit možnost využití numerických metod při návrhu přístroje, který bude obsahovat simulovanou proudovodnou dráhu s nadproudovou spouští. Byly vyhodnoceny úbytky napětí a ztráty pro několik hodnot proudů a nadproudů. Získané výsledky mohou sloužit například k zhodnocení ztrát na spoušti, volbě materiálu topítka proudovodné dráhy a jeho geometrického uspořádání.

PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek vznikl za podpory projektu FEKT-S-10-10.

LITERATURA

- [1] MAKKI, Z.: *VYUŽITÍ NUMERICKÝCH METOD PŘI NÁVRHU SPOUŠTĚ JISTI-ČE*. Brno, 2009. 41 s. Semestrální práce II. Vysoké učení technické v Brně, FEKT.