

BEHAVIOUR OF ELECTRICAL ARC AND ITS CONTACT WITH QUENCHING CHAMBER PLATES

Jan Tůma

Master Degree Programme (5), FEEC BUT

E-mail: jantm@volny.cz

Supervised by: Jiří Valenta

E-mail: valentaj@feec.vutbr.cz

ABSTRACT

This text is dedicated to a design and to a check on the mathematic model for the movement calculation of an electric arc. As for the source of dates for creation of the model, series of experiments were accomplished. The analysis of the situation and the selection of the numeric method were accomplished. The geomery of the model was constructed in Autodesk Inventor program and then it was imported to Ansys program. The basic control calculation for chosen geometry checking and mesh of elements were made. Model was checked on electric conductivity and magnetic flux density. The result of this project is a functional and checked model, which can be used in the next work.

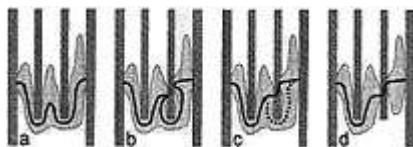
1. ÚVOD

Hlavním důvodem, proč je řešen tento projekt, je potřeba porozumění chování elektrického oblouku a tvorba teoretického modelu, který nám umožní další zkoumání. Elektrický oblouk je řešen ve zhášecí komoře NN jističe. První částí projektu bylo provedení několika experimentů, jejichž výsledky slouží jako základ k určení vstupních parametrů pro výpočet teoretického modelu oblouku. Druhá část projektu je tvorba modelu a jeho porovnání se skutečným obloukem.

2. EXPERIMENTY

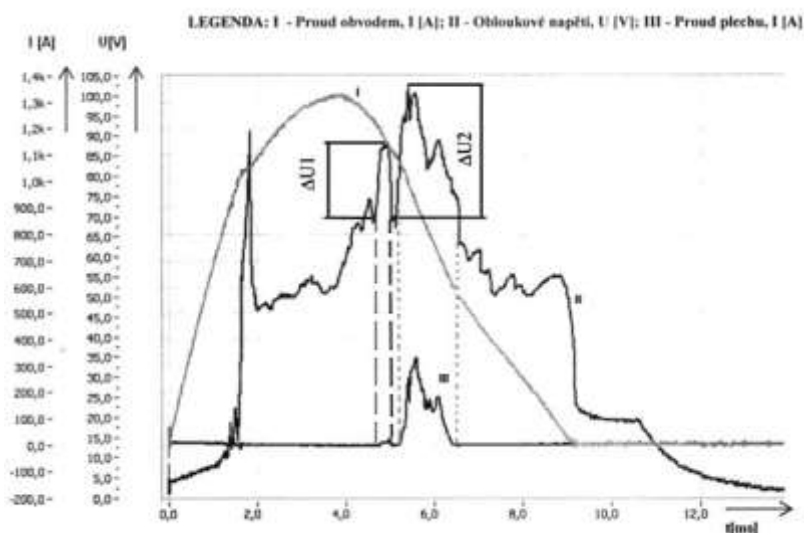
Experimenty byly prováděny pomocí přípravku se dvěmi elektrodami, které byly spojeny tenkým drátkem. Mezi elektrodami byl umístěn jeden plech kovové roštové zhášecí komory jističe. Po připojení napětí zkušební stolice NN dojde k přetavení drátku a ke vzniku elektrického oblouku, který hoří mezi elektrodami a postupuje směrem k plechu. Zaznamenány byly elektrické veličiny jako napětí mezi elektrodami, proud obvodem, proud plechem, atd. Při postupu se elektrický oblouk vtahuje mezi kovové desky, ale proud oblouku zprvu jimi neprochází (nerozdělí se). Pro oblouk je jednodušší hořet ve vzduchu, i když je jeho délka mnohem větší - (Obr. 1a). Elektrodové skvrny, které se vytvoří v místě, kde el. oblouk vstupuje respektive vystupuje z plechu, se objeví až za určitých podmínek.

Během experimentálních měření bylo zjištěno a zároveň potvrzeno, že se elektrodové skvrny nevytvoří ihned při styku oblouku s komorou, ale k jejich vytvoření je třeba určitého napětí, závislého především na teplotě elektrody.



Obr. 1: Vznik elektrodových skvrn.

Hlavním cílem experimentů bylo určit velikost tohoto napětí respektive úbytku napětí, který vzniká jak průchodem elektrického proudu skrz plech, tak vytvořením elektrodových skvrn. Během experimentů bylo naměřeno několik různých charakteristik. Základní poznatky, které byly získány, jsou následující. Oblouk se nejprve natahuje mezi plechy, prochází fázemi jak je vidět na - (Obr. 1a-c), a teprve po překročení určitého elektrodového úbytku napětí, který, jak bylo zjištěno, činí přibližně 17V, dojde k vytvoření elektrodových skvrn a oblouk prochází skrz plech - (Obr. 1d). Tento úbytek je prakticky nezávislý na velikosti proudu. Dokud není soustředěno okolo plechu toto napětí, lze plech z hlediska elektrického považovat za izolant. Jakmile dojde k překročení tohoto napětí, plech se stane vodivým.

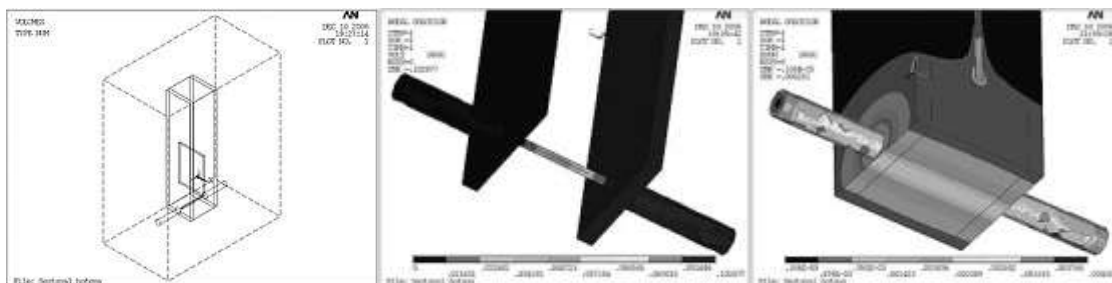


Obr. 2: Průběh naměřených elektrických veličin při studiu elektrodových skvrn.

Naměřená charakteristika je vidět na - (Obr. 2). Prvně vytvořená katodová skvrna je znázorněna čárkovanými čarami. Jak je vidět z průchodu proudem plechem v tomto okamžiku, proud je velice malý. Vzrůstající napětí potřebné ke vzniku skvrny se vytváří prodloužením délky oblouku. Úbytek napětí na plechu v tomto okamžiku má hodnotu $\Delta U1$ 17 V. Poté dojde ke krátkodobému vyklouznutí oblouku z plechu a za několik desetin milisekundy dochází ke vzniku nové skvrny - tečkované čáry. Oblouk se na plechu tentokrát udrží a plechem prochází asi třetina celkového proudu, což odpovídá případu c na - (Obr. 1). K určení elektrodového úbytku je tedy významný případ označený čárkovanými čarami, kdy je díky nepatrnému proudu vyloučen vliv úbytku napětí na vodiči, který spojuje oba plechy.

3. SESTAVENÍ MODELU

Pro řešení modelu, vzhledem k jeho složitosti, byla zvolena metoda konečných prvků, konkrétně program ANSYS. Pro pohyb oblouku musíme uvažovat mimo jiné elektrickou energii, magnetismus, teplo uvolněné při hoření, proudění vzduchu, gravitaci. Pohyb oblouku na plechách je možno modelovat pomocí dvou rozdílných principů. První možnost je taková, že plech uvažujeme jako elektrický izolant a druhá možnost je, že plech chápeme jako elektrický vodič. V našem případě chceme tyto dvě možnosti spojit a navzájem je provázat, což povede k většímu přiblížení simulace ke skutečnosti. V první fázi simulace budeme skutečně plech uvažovat jako izolant, ale ve vhodném okamžiku, druhá fáze, změníme během simulace jeho parametry na vodič. Onen vhodný okamžik představuje právě experimentálně zjištěná hodnota napětí, tedy přibližně 17V. Tento postup nám umožní navíc simulaci vzniku elektrodových skvrn. Oblouk tedy bude z počátku nucen hořet kolem plechu, ale po překonání hranice napětí, respektive výstupní práce elektronů materiálu plechu, se rozdělí (na dvě části) a bude hořet mezi plechem a elektrodami. Zvolená geometrie je zobrazena na – (Obr. 3a).



Obr. 3: a) Zvolená geometrie; b) Výpočet el. vodivosti; c) Výpočet rozložení mag. indukce

4. ZKOUŠKY MODELU

Prozatím byly provedeny výpočty modelu na el. vodivost, kdy dojde, dle předpokladu, k rovnoměrnému rozložení úbytků napětí na elektrickém oblouku – (Obr. 3b). Pro proud 3kA je úbytek napětí na oblouku přibližně 6V. Dále byl proveden mag. výpočet. Na - (Obr. 3c) můžeme zřetelně vidět, jak se magnetická indukce na plech jakoby natahuje a v jeho dolní části nabývá relativně vysokých hodnot. Pro hodnotu proudu 3kA, dosahovala hodnota mag. indukce v některých místech hodnot až 0,36 T.

5. ZÁVĚR

Výsledkem prozatímní práce je zjednodušený model zhášecí komory, u kterého jsou provedeny základní výpočty. V následující práci dojde k rozpohybování oblouku, budeme uvažovat ohyb oblouku, proudění, budeme simulovat přilepení oblouku na zhášecí desku a vznik elektrodových skvrn. Na závěr celé práce bychom měli být schopni porovnat výsledky vypočítané, s výsledky naměřenými a zaznamenanými rychlokamerou.

PODĚKOVÁNÍ

Príspevek byl připraven za podpory výzkumného záměru MSM 0021630516.