

Simulace čidla DN40 elektromagnetického průtokoměru

Bc. Jakub Rosický, Ing. Michal Kotek, Ph.D.

Abstrakt

Příspěvek se zabývá zlepšením citlivosti čidla elektromagnetického průtokoměru. Nejprve je řešen vliv mechanických úprav budicích cívek a svorníků. Pro vyhodnocení úprav se využívají simulační programy Ansys a Comsol Multiphysics. Podle vypočtených hodnot je vybrána nejlepší varianta průtokoměru, která je následně vyrobena. Funkční model je porovnán s hodnotami ze simulací, ale také s původním průtokoměrem na průtokoměrné lince.

Úvod

Pro měření kapalin v potrubí se v technické praxi využívají různé typy a varianty průtokoměrů. Průtokoměrná čidla lze rozdělit na objemové a hmotnostní průtokoměry. Do objemových průtokoměrů patří varianty: lopátkové, clonové, ultrazvukové, indukční atd. Práce se zabývá elektromagnetickými průtokoměry, které patří do skupiny objemových průtokoměrů.

Pro vysvětlení principu elektromagnetického průtokoměru se nejčastěji používá Faradayův indukční zákon [1]. Na proudící kapalinu v elektromagnetickém průtokoměru působí časově proměnné magnetické pole a v rovině kolmé na magnetickou indukci \mathbf{B} vzniká elektrické napětí U . Do hlavních předností indukčních průtokoměrů se zahrnují vlastnosti: absence mechanických částí ve vnitřním průřezu, spolehlivá činnost a použití průtokoměrů pro měření agresivních a korozivních medií. Mezi omezení indukčních průtokoměrů patří: minimální elektrická vodivost kapaliny ($5 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$); nepřesné měření při přítomnosti plynu v měřené kapalině; malé indukované napětí mezi elektrodami.

Pro studii elektromagnetických průtokoměrů poskytla firma Limesa meters s.r.o. vlastní čidlo DN40 elektromagnetického průtokoměru, které bylo použito pro vytvoření výchozího modelu. Ostatní modely elektromagnetického průtokoměru jsou modifikacemi výchozího modelu. Z nejlepší modifikované varianty byl vyroben funkční model pro následné reálné porovnání s výchozím elektromagnetickým průtokoměrem.

Experiment a metody

Pro efektivnější a přesnější práci byly geometrie simulačních modelů vytvořeny v externím CAD programu SolidWorks. Podle původního čidla elektromagnetického průtokoměru byla vytvořena výchozí varianta geometrie průtokoměru. Dále byly vytvořeny čtyři varianty modifikovaných budicích cívek a dvě modifikované varianty svorníků. Tyto geometrie byly následně importovány do simulačních programů Ansys a Comsol Multiphysics. V simulačních programech byl vyhodnocen vliv mechanických úprav podle rovnice (1), která je odvozena z Lorentzova zákona.

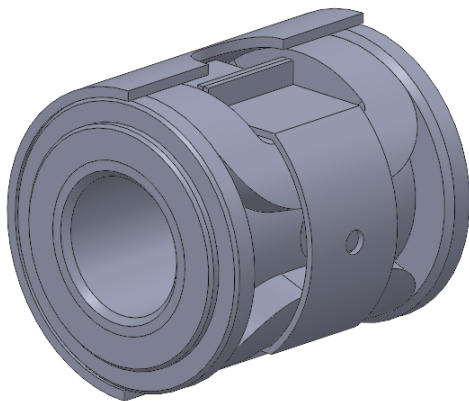
$$U = v \cdot B \cdot D \quad (1)$$

Výsledné napětí mezi elektrodami je označeno symbolem U . Symbol v je rychlost proudění kapaliny, magnetická indukce je označena symbolem B a D je průměr potrubí.

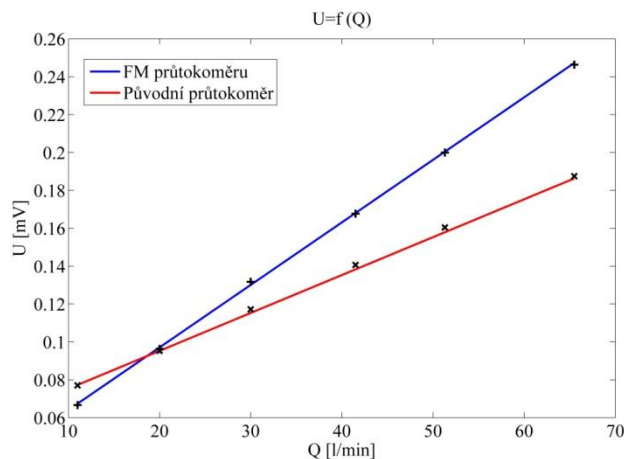
Nejprve byl řešen vliv mechanických úprav u budicích cívek. Podle napětí U byla vybrána nejlepší varianta budicí cívky. Stejně bylo postupováno i u svorníku. Podle nejlepší varianty budicí cívky a svorníku byl vyroben funkční model elektromagnetického průtokoměru. Nakonec byl funkční model porovnán na průtokoměrné lince s původním průtokoměrem.

Výsledky a diskuze

Pro experimentální měření byl připraven funkční model (dále jen FM) průtokoměru. Porovnání FM s původním průtokoměrem bylo provedeno na průtokoměrné lince. Při experimentu bylo měřeno výsledné napětí U mezi elektrodami v závislosti na změně objemového průtoku kapaliny Q . Naměřená data jsou zobrazena na obr. 2.



Obrázek 1. Geometrie funkčního modelu průtokoměru



Obrázek 2. Závislost objemového průtoku Q na výsledném napětí U mezi elektrodami

Z měření byla odvozena kalibrační přímka původního průtokoměru (2).

$$y = 0,002x + 0,0553 \quad (2)$$

Kalibrační přímka FM průtokoměru je zobrazena rovnicí (3).

$$y = 0,0033x + 0,0311 \quad (3)$$

U funkčního modelu průtokoměru byla zvětšena směrnice kalibrační přímky o 65 % oproti původnímu průtokoměru.

Závěr

Hlavním cílem práce bylo zlepšení citlivosti elektromagnetického průtokoměru. Pro zhodnocení mechanických úprav budících cívek a svorníků byly použity simulační programy Ansys a Comsol Multiphysics. Podle nejlepší varianty budící cívky a svorníku byl vyroben funkční model průtokoměru, který byl následně porovnán na průtokoměrné lince s původním průtokoměrem. Po experimentálním měření bylo ověřeno, že byl vyroben funkční model průtokoměru se zlepšenou citlivostí.

Poděkování

Práce byla řešena s podporou projektu TUL FM SGS 2013/78000 v rámci specifického vysokoškolského výzkumu na rok 2013.

Reference

- [1] Ďaďo, S.; Bejček, L.; Platil, A.: *Měření průtoku a výšky hladiny*. BEN - technická literatura, 2005, ISBN 80-7300-156-X
- [2] ANSYS *Magnetostatic Guide*. ANSYS inc. 2012
- [3] Comsol Multiphysics *Magnetic Field Interface Guide*. Comsol inc. 2012