

MODEL OF ELECTRIC FURNANCE FOR HEAT-RESISTANT MATERIAL PROCESSING

Lešek Franek

Bachelor Degree Programme(3), FEEC BUT

E-mail: xfrane01@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Martin Dvořáček

E-mail: Dvoracek.Martin@phd.feec.vutbr.cz

ABSTRACT

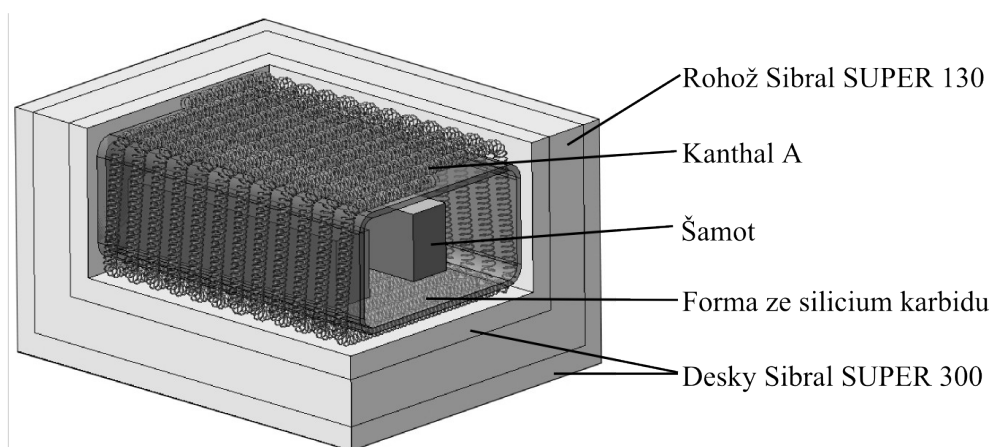
Content of the document is to create model of kiln and compare result with the real kiln. There is described 3D design in SolidWorks application, creation of a physical model in COMSOL Multiphysics and its export to Simulink. Subsequently is described the Simulink scheme, functions of program parts and visualization in B&R Automation Studio. The obtained results are compared with measured values.

1. ÚVOD

Cílem práce je vytvoření modelu pece pro výpal žárovzdorných materiálů, jeho implementace do PLC, seznámení se s programem Comsol Multiphysics a ověření modelu srovnáním s reálnou pecí.

2. CHARAKTERISTIKA PECE

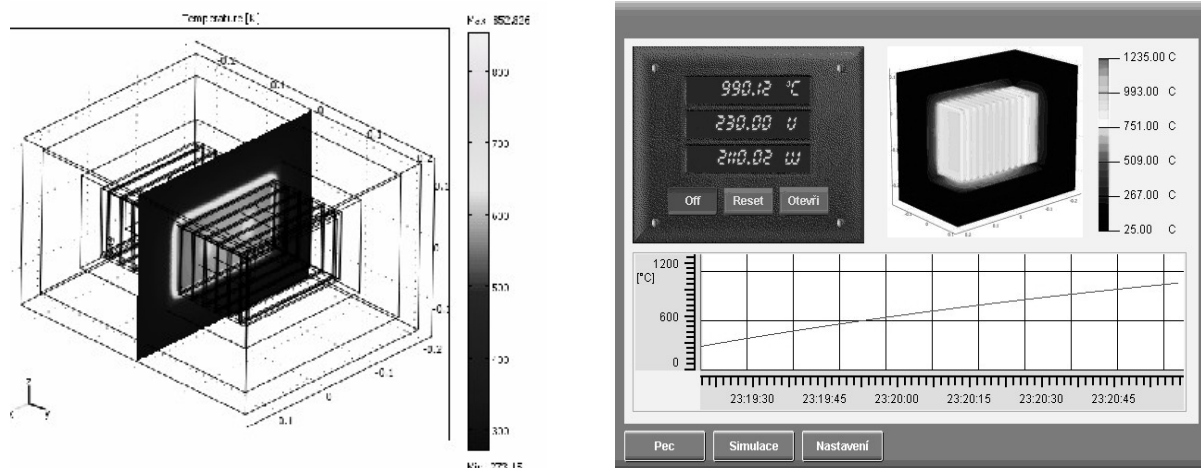
Jedná se o novou laboratorní pec ve firmě Refrasil s.r.o., která slouží pro výpal vzorků žárovzdorných materiálů, zkoušky tepelných křivek a výpal jednotlivých kusů, které vyžadují individuální přístup.



Obrázek 1: Struktura pece používané ve firmě Refrasil s.r.o. zobrazená pomocí 3D modelu z programu SolidWorks (vlastní model)

3. TVORBA FYZIKÁLNÍHO MODELU

K vytvoření fyzikálního modelu byl použit program Comsol Multiphysics, do kterého byl importován 3D model z programu SolidWorks. V Comsolu byly jednotlivým součástem 3D modelu přiděleny materiály a těmto materiálům fyzikální parametry. Následně již bylo možné simulovat příslušné časové průběhy teplot uvnitř pece v závislosti na příkonu kanthalového drátu. Výsledný model byl vyexportován jako statespace model do Matlabu.



Obrázek 2: Rozložení teploty v peci během simulace v programu Comsol (vlevo)
Vizualizace simulace v PLC (vpravo)

4. DOPLNĚNÍ FUNKČNOSTI V PROGRAMU SIMULINK

V programu Simulink byla doplněny tyto funkce:

- Změna časového měřítka simulace
- Výpočet příkonu pece
- Simulace otevření dvířek pece
- Šum na termočlátku

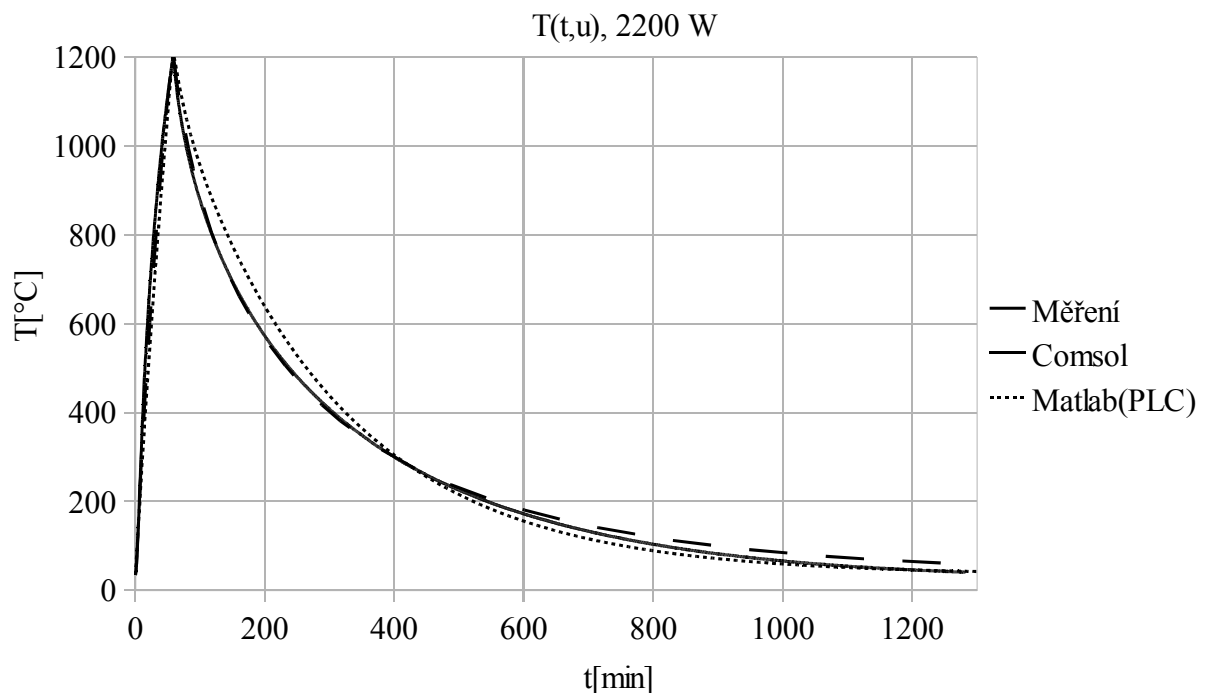
5. IMPLEMENTACE DO PLC FIRMY B&R

Výsledný model byl implementován do PLC s dotykovou obrazovkou. Vstupní napětí pece je nastavováno pomocí analogových vstupů nebo ručně. PLC taky umí komunikovat s programem Matlab, od kterého může přijímat vstupní napětí a vrací mu teplotu uvnitř pece.

6. MĚŘENÍ

Měření probíhalo pomocí termočlátku S, který je vhodný pro rozsah teplot 0 – 1600°C. Celý průběh měření byl zaznamenáván pomocí PC, což bylo nezbytné pro záznam chladnutí, které trvalo desítky hodin.

7. SROVNÁNÍ PRŮBĚHŮ



Obrázek 3: Srovnání průběhů z jednotlivých programů

8. REGULÁTOR

Pro řízení byl použit PSD regulátor s periodou vzorkování 1s. PSD regulátor umožňuje přímo omezit hodnotu integrátoru a tím velmi dobře zabránit wind-up efektu.^[1] K nastavení parametrů regulátoru byla použita metoda Zieglera-Nicholse, přičemž byla snížena proporcionální část a zvýšená integrační část z důvodu snížení kmitání akční veličiny. Následně byla zvýšena derivační konstanta aby byl minimalizován překmit. Regulátor se taky velmi dobře vypořádá s poruchou (otevření dvířek pece), pokud ztrátový výkon není větší než maximální možný výkon pece. Regulátor také umí identifikovat regulovanou soustavu.

9. ZÁVĚR

Byl vytvořen funkční simulátor reálné pece, přičemž výsledné průběhy poměrně dobře odpovídají naměřeným průběhům. V simulátoru se nacházejí 4 modely pro prázdnou pec, pro pec naplněnou a totéž ještě pro pec s jinou izolací. Je tedy nejen možné vyzkoušet jak se regulátor bude chovat pokud do pece vložíme vypalovaný materiál, ale také jestli je dostatečně robustní aby si poradil s pecí s jiným druhem izolace. Simulátor umožňuje změnu mnoha nastavení a je v něm implementována podpora Matlabu. Díky řízení přístupu a zablokování při poškození pece, se velmi dobře hodí pro výuku v laboratoři. V samotném simulátoru se nachází schémata, fotografie a popisy jednotlivých modelů, což opět přispívá k lepšímu pochopení modelu studenty. K modelu byl navržen vhodný regulátor.

LITERATURA

- [1] PIVOŇKA, P. *Číslicová řídicí technika*. VUT Brno. Skriptum. 2003