

Oponentní posudek diplomové práce

zpracované na téma

Návrh obecného trubkového svazku axiálního kondenzátoru

Jméno studenta: **Bc. Veronika Havlíčková**

Oponent diplomové práce: **Ing. Jindřich Louthan**

Předmětem oponentního posudku je diplomová práce zpracovaná Bc. Veronikou Havlíčkovou, studentkou Fakulty Aplikovaných věd Západočeské univerzity v Plzni. Práce byla vypracována v rozsahu 99 stran a je členěna do 11 kapitol. V úvodních kapitolách je čtenář uveden do problematiky povrchových kondenzátorů páry používaných v energetice.

Diplomová práce je zaměřena na analýzu trubkových svazků kondenzátorů z pohledu vhodného rozmístění teplosměnných trubek v plášti kondenzátoru. Pro tuto analýzu byl využit tzv. zonální výpočet, který byl ve formě uživatelské funkce (UDF) integrován do výpočetního systému ANSYS Fluent. Zonální výpočet umožňuje simulovat proces kondenzace páry za přítomnosti vzduchu včetně uvažování vlivu rychlosti proudění páry, poklesu tlaku vlivem tlakových ztrát ve svazku a vlivu stékání kondenzátu z horních řad teplosměnných trubek na spodní řady. Práce měla za cíl srovnat dva typy trubkových svazků především z pohledu:

- **rychlosti páry**, kdy příliš vysoké rychlosti páry mohou vést k ohrožení teplosměnných trubek erozí, ke zvýšení tlakových ztrát ve svazku a kladou též vyšší nároky na zabezpečení vibroelastické stability svazku
- **velikosti zón s vysokou koncentrací vzduchu (inertů)**, kdy vysoká koncentrace vzduchu ve svazku vede na výrazné zhoršení přestupu tepla na straně kondenzující páry, což vede k nutnému zvětšení teplosměnné plochy a tedy dražšímu provedení kondenzátoru

Postup práce byl detailně popsán v zavedeném schématu:

- 1) příprava modelu + tvorba sítě s definicí hranic a okrajových podmínek (preprocessing)
- 2) numerický výpočet (processing)
- 3) vyhodnocení (postprocessing)

Jak již bylo řečeno výše, samotné numerické řešení úloh bylo provedeno v systému ANSYS Fluent za použití uživatelských funkcí (UDF). Uživatelské funkce nemohou být v diplomové práci zcela odhaleny, neboť zadavatel práce (Doosan Škoda Power s.r.o.) investoval do vývoje této výpočetní pomůcky nemalé prostředky. Tedy v rámci ochrany “know-how“ nemohou být v diplomové práci některé výpočetní postupy detailně popsány.

K předložené diplomové práci mám tyto připomínky a otázky:

- Pro vyhodnocení jednotlivých variant tvaru trubkového svazku se jeví jako nejlepším kritériem součinitel prostupu tepla, který však v rámci diplomové práce nebyl vyhodnocován, což považuji za velkou škodu. Nicméně, je třeba přihlédnout k tomu, že zonální výpočet je stále ve fázi vývoje a v dané chvíli studentka neměla možnost využít vyhodnocení součinitele prostupu tepla.
- V diplomové práci byl mimo numerický výpočet proveden též výpočet metodou dle HEI Standardu, což je celosvětově uznávaná empirická metoda. Bylo by zajímavé provést ještě výpočet analytický (fyzikální) a po té provést srovnání tří rozdílných přístupů k výpočtu (empirický přístup X fyzikálně-analytický přístup X numerický přístup).
- Numerické řešení je v diplomové práci bez dalšího zdůvodnění považováno za turbulentní.

Jak byste zdůvodnila klasifikaci proudění v kondenzátoru jako turbulentní?

- V diplomové práci je uvedeno použití modelu turbulence k- ϵ . Avšak zvolený model turbulence k- ϵ není v diplomové práci dále specifikován.
- Na straně 46 je uvedeno: “Vnější poloměr trubek a rozteče mezi jednotlivými trubkami jsou taktéž vyznačeny v obrázku 18“. Na obrázku 18 však nejsou zmiňované rozměry k nalezení. Až ve výpočtu porozity na straně 69 je možné odvodit rozteč trubek z obrázku 36 a po té číselně z výpočtu (rozteč teplosměnných trubek 28 mm).
- Pokud je uvažovaná rozteč teplosměnných trubek 28 mm a vnější průměr samotných trubek 20 mm, vychází můstek 8 mm, což je nestandardně velký můstek. Běžně se aplikuje velikost můstku 6 mm. Jedná se o chybu v zadání ze strany Doosan Škoda Power.

- V diplomové práci není, alespoň pro informaci, zmíněn uvažovaný úhel rastru trubek.

Jaký úhel rastru teplosměnných trubek byl v každé variantě uvažován?

- Na obrázku 36 na straně 69 chybí u označení vnějšího průměru teplosměnné trubky index “e“.
- Na straně 72 na obrázku 37 jsou vyznačeny “Usměrňovací plechy“. Hlavním účelem plechových kvádrů však není usměrňování, nýbrž zamezení zkratu páry z vnější strany trubkového svazku přímo do sání vývěv.
- V diplomové práci není uveden průtok páry/směsi odcházející k sání vývěv v řešeném modelu. Byl sice proveden teoretický odhad odsávaného množství parovzdušné směsi, avšak při samotném řešení v systému ANSYS Fluent bude průtok jistě odlišný, neboť vývěva byla zadána tlakem nikoliv průtokem. Bylo by vhodné srovnat předpokládaný průtok směsi k vývěvám s průtokem, který skutečně vyšel při numerickém řešení. V případě velkého nesouladu je třeba nastavení modelu na výstupu směsi pozměnit.

Předložená diplomová práce je po formální stránce v naprostém pořádku. Co se týče grafického zpracování, nemám žádných výtek. Studentka prokázala teoretickou i praktickou znalost řešené problematiky. Její schopnost práce v systému ANSYS Fluent je na vysoké úrovni. Některé postřehy z řešení diplomové práce byly použity k dalším úpravám Zonálního výpočtu integrovaného v systému ANSYS Fluent.

Na základě výše uvedeného posudku diplomovou práci **doporučuji k obhajobě.**

Diplomovou práci hodnotím známkou **výborně.**

V Plzni dne 20.6.2014



Ing. Jindřich Louthan