Oponentní posudek diplomové práce

Jméno diplomanta: **Bc. Jaroslav Vorel**

Oponent diplomové práce: **Prof. Ing. Jiří Linhart, CSc.**

Posuzovaná diplomová práce se zabývá **výpočtem odvodu tepla z palivové kazety do okolí**, které je tvořeno kontejnerem CASTOR a nedefinovaným okolím kontejneru. Práce má 77 stran textu, 36 obrázků, 8 grafů, 16 tabulek a 1 výkres formátu A3.

V první části do str. 27 práce obsahuje perfektní popis konstrukce, materiálů a vlastností palivových článků, palivových kazet reaktoru VVER440 a kontejneru na vyhořelé palivo CASTOR 440/84. U kontejneru jsou podrobně uvedeny požadavky na něj kladené, funkce, konstrukce, zajištění hermetičnosti, plnění, způsoby manipulace, mechanické zkoušky, zkoušky vodotěsnosti a tepelné odolnosti. Na str. 28 až 33 je učebnicovým způsobem připravena Fourier-Kirchhoffova rovnice ve válcových souřadnicích spolu s podmínkami jednoznačnosti. Rovnice je pak v další části na str. 34 až 45 použita k analytickému řešení stacionárního přenosu tepla z palivových kazet stěnami silně zjednodušeného modelu CASTORU do okolí. Poslední část na str. 46 až 68 je věnována numerickému výpočtu uvedeného přenosu tepla a hledání ekvivalentních tepelných vodivostí dvou štěrbin v nádobě, které obsahují plynné helium. Nalezení tepelné vodivosti fiktivního materiálu je hlavním úkolem práce.

K práci mám tyto poznámky, připomínky, popř. dotazy:

1. Text má logickou strukturu a širší záběr problematiky ukládání vyhořelého paliva než odpovídá zadané specifické úloze.
2. Náhrada konvektivního přestupu tepla štěrbinou ekvivalentním vedením tepla je dávno experimentálně vyřešena, a je zobecněna do kriteriální rovnice na bázi $Gr_{f\delta}$ a Pr_f čísla, kde δ je tloušťka štěrbiny a T_f aritmetický průměr teplot obou stěn:
$$\lambda_{ek} = \lambda.\varepsilon, \quad \varepsilon = 0{,}18(Gr_{f\delta}.Pr_f)^{0,25}$$
3. Str. 38, kap. 6.2, 11.ř.: Ve štěrbinách nelze určit odděleně součinitel přestupu tepla na obou stěnách, tedy např. α_{qv} , α_{PKin} , protože nevznikají dvě oddělené rychlostní a teplotní mezní vrstvy, nýbrž vzestupný proud u teplé stěny a sestupný u studené stěny vytvoří soustavu vírů, které jsou příčinou malého tepelného odporu štěrbiny.
4. Str. 40, 1.odst.: Pro teplo prostoupené složenou stěnou velikosti S, při rozdílu teplot ΔT za čas t se používá vztah $Q = K\,S\,\Delta T\,t$, kde součinitel prostupu tepla K není pouhou převrácenou hodnotou uvedeného tepelného odporu. Pokud je, pak to není součinitel prostupu.
5. Str. 40, rov. (40): Věta, že známe všechny veličiny potřebné do vzorce (40) pro výpočet povrchové teploty kontejneru není pravdivá. Neznáme teplo Q, protože je funkcí nezjistitelných součinitelů přestupu tepla na stěnách štěrbin, viz poznámku 3.
6. Str. 41, rov. (51) a (53): Obě štěrbiny v kontejneru jsou různé tloušťky a je v nich různý rozdíl teplot i jiná střední teplota. Podle lety ověřené kriteriální rovnice v nich tedy nemůže být stejné ekvivalentní λ, zde značené jako λ_{FM}. Pokud se jako stejné určí z identity s numerickým výpočtem, pak bude platit jen pro danou geometrii, materiál a teplotní průběh.
7. Str. 42, rov. (55): Pokud se všechny plynové vrstvy složené stěny nahrazují materiálem o fiktivní tepelné vodivosti, musí to platit i pro vzduchovou vrstvu zavedenou kolem CASTORU, protože je náhradou za konvektivní přenos tepla.
8. Str. 43, rov. (60): Vzorec platí pro teplo vysálané z povrchu CASTORu do okolí, jenže mnoho sálavého tepla se vrátí z okolních těles i když mají třeba nižší teplotu. Měl by se uvažovat alespoň případ tělesa obklopeného jiným při použití efektivních sálavostí. Tato poznámka se týká i rovnice (63), kde by místo prosté poměrné sálavosti ε měla být složená poměrná sálavost.
9. Str. 57 obsahuje větu: Není znám čas trvání daného tepelného procesu do ustálení výpočtu, ale pouze počet iterací do tohoto ustálení ???. Počet iterací výpočtu nemá samozřejmě nic společného s časem probíhajícího stacionárního procesu, a kdyby byl nestacionární tak také ne. Prosím o vysvětlení citovaného výroku.

10. Numerický výpočet se diplomantovi povedl, úloha konvergovala. Jen ve štěrbinách měla být asi jemnější síť s oky nepatrně nad velikostí Taylorových setrvačných vírů. Pak by proudění ve štěrbinách dopadlo jinak, bylo by více zavířené. Interpretace výsledků dosažených na modelu a jeho zkrácené verzi je reálná.
11. Práce má dobrou jazykovou, slohovou i grafickou úroveň, minimum překlepů. Autor na všechny zadané otázky dal odpověď, zabýval se i souvisejícími problémy a je přesvědčen, že zadaný úkol splnil. Kromě výše uvedených věcných chyb se nevyvaroval několika spíše formálních nedostatků uvedených níže:

a) Str. 28, 6.ř.: Úbytek nebo přírůstek tepla by měl znít úbytek tepelné energie nebo přírůstek tepelné energie. Je třeba rozlišovat tepelnou energii (mírou je teplota) a teplo (mírou je tepelný tok).
b) Str. 39, 1.ř.: integrační konstanta se neodstraňuje, ale určuje pomocí okrajové podmínky.
c) Str. 39, poslední řádek: Místo vzájemným odečtením rovnic (24), (26), (32), ...(36) má být jejich sečtením.
d) Str.41, rov. (50): Střední teplota mezní vrstvy musí mít v čitateli součet a nikoli rozdíl krajních hodnot.
e) Str. 42, rov (56): Pro získání rovnice (56) se musí předchozí rovnice sečíst a ne odečítat.
f) Str. 60, Obr. 31: Není uvedeno, co obrázek ukazuje (přetlak podle výšky v nádobě?).
g) Str. 62, Graf 6: Je popsána jen jedna osa histogramu.
h) Str. 31, 6. řádek zdola a i jinde: Dirichtetova podmínka ?? = Dirichletova podm.

Event. pokračování textu na přiložených listech.

Navrhovaná výsledná klasifikace *(nehodící škrtněte)*:

~~výborně~~
~~velmi dobře~~
dobře
~~nevyhověl~~

Místo, dne: Praha 6.6.2014

J. Linhart

podpis