

## Oponentní posudek diplomové práce

### „Vliv tepelného působení na mikrostrukturu a vlastnosti zirkoniových slitin“

Jméno studenta: Bc. Zdeněk Jansa

Jméno oponenta: doc. RNDr. Dagmar Jandová, Ph.D.

Diplomová práce se zabývá vysoce aktuální problematikou – studiem materiálu, který je používán na výrobu palivových tyčí jaderných reaktorů a souvisí s bezpečností provozu jaderných elektráren. Konkrétně se jedná o simulaci podmínek, kterým je zkoumaný materiál vystaven v případě havárie typu LOCA, kdy v důsledku úniku chladicí média v primárním okruhu dojde k nebezpečnému zvýšení teploty uvnitř reaktor a následně k porušení povlakových trubek palivových tyčí.

Diplomová práce je po formální stránce vyvážená a dobře zpracovaná. Obsahuje teoretickou část v rozsahu 18 stran, experimentální část v rozsahu 20 stran, věcnou diskusi a podrobný závěr v rozsahu 6 stran, seznam použitých zkratk a 28 literárních odkazů převážně v anglickém jazyce. Bylo nalezeno několik nepodstatných gramatických a stylistických chyb, které jsou v práci vyznačeny, a není potřeba je uvádět v oponentním posudku. Pouze bych upozornila na nesprávné zvětšení snímků ze světelného mikroskopu na obr. 36 až 45 v důsledku úprav jejich velikosti. Pokud je ve snímku znázorněno měřítko, není potřeba v popisu zvětšení uvádět.

Po odborné stránce má práce velmi dobrou úroveň. Stručná nicméně kvalitní literární rešerše zahrnuje popis vlastností a struktury zirkonia a jeho slitin, které byly vyvíjeny jako náhrada korozivzdorných ocelí používaných pro výrobu jaderných reaktorů pohánějících lodě a ponorky a později pro reaktory v jaderných elektrárnách. Jsou uvedeny vlivy různých legujících prvků používaných v zirkoniových slitinách a změny způsobené radiací a tepelnou expozicí při havárii LOCA. Pozornost je zaměřena zejména na fázové transformace, které mohou vést ke zkřehnutí slitin a následnému porušení povlakových trubek jaderného paliva. Lze uvést pouze jedinou drobnou výtku týkající se cílů práce, které nejsou explicitně vyjádřeny, ale pouze nastíněny v kapitole 6. a 8.1.

Experimentální program zahrnuje studium struktury a fázových transformací v povlakových trubkách ze zirkoniové slitiny E110 chráněné různými typy vrstev zhotovených PVD depozicí před a po teplotní expozici při 1200°C, která má simulovat podmínky při havárii. Mikrostruktura byla pozorována pomocí světelné a řádkovací elektronové mikroskopie při využití energiově disperzní rtg. mikroanalýzy a rtg. difrakční fázové analýzy. Experiment byl precizně proveden a výsledky správně vyhodnoceny. V diskusi byl zhodnocen vliv detekovaných fází na mechanické vlastnosti povlakových trubek. Byl jednoznačně prokázán pozitivní vliv PVD vrstev a byla vybrána nejvhodnější povrchová úprava povlakových trubek, která může zamezit jejich porušení při manipulaci s palivovými tyčemi a při ohřevu tyčí během havárie jaderné elektrárny.

Dotazy na autora práce:

- 1) Na difraktogramu vzorku č. 1 po tepelné expozici uvedeném na straně 38 se vyskytuje difrakční linie označená jako Zr (002), která může pocházet od zirkoniové matrice. Uvádí se, že tato linie může příslušet i fázi  $\text{Cr}_2\text{Zr}$ , a z toho se odvozuje možná přítomnost nízkotavitelného eutektika. Máte i jiné podklady pro tuto domněnku? Můžete blíže objasnit vznik tohoto eutektika?
- 2) Můžete upřesnit, jak mohou ochranné vrstvy na povlakových trubkách palivových tyčí zvýšit bezpečnost provozu jaderné elektrárny?

Autor diplomové práce prokázal schopnost k samostatné a tvořivé práci. Osvojil si náročné experimentální metody, dokázal správně interpretovat a zhodnotit výsledky a vytvořit závěry pro jejich praktické využití.

Navrhovaná výsledná klasifikace (*nehodící škrtněte*) :  
výborně  
~~velmi dobře~~  
dobře  
nevyhověl

V Plzni, dne 6. 6. 2018

  
.....  
Podpis