

Oponentní posudek diplomové práce

Jméno studenta: Bc. Jakub Vlasák

Jméno oponenta: Ing. Eva Folková

Předmětem oponentního posudku je diplomová práce **Vývoj mikrostruktury žárovevých ocelí během klasických a zrychlených zkoušek tečení.**

Diplomová práce obsahuje teoretickou část (31 stran), experimentální část (42 stran), diskusi a závěr (5 stran). Práce je přehledně zpracovaná s použitím 22 literárních odkazů, z toho 11 odkazů v angličtině. Předmětem práce je mikrostrukturní studium vzorků po dlouhodobých a zrychlených creepových zkouškách heterogenního svarového spoje rotoru COST F a COST FB2 určeného pro aplikace v energetice, konkrétně pro turbíny pracující v podmínkách USC parametrů páry. Cílem diplomové práce je ověření, zda mohou krátkodobé creepové zkoušky simulovat standardní creepové zkoušky, zda po obou typech zkoušky dochází ke shodným degradačním procesům.

Teoretická část popisuje princip dlouhodobých a krátkodobých creepových zkoušek a zabývá se žárovevními vlastnostmi (9-12) % Cr ocelí aplikované zejména pro energetické účely. Soustředí se zejména na vývoj mikrostruktury během creepových expozič. K teoretické části mám jednu malou připomínku, týkající se dlouhodobých standardních zkoušek tečení a to na str. 35, kde se v posledním odstavci uvádí, že tyto zkoušky jsou aplikované v rádech měsíců. Ve skutečnosti je ve většině případů nezbytné zkoušet materiál i několik let, abychom se dopracovali k objektivním výsledkům.

V experimentální části diplomant provedl makrostrukturní a mikrostrukturní rozbor zkušební svarového spoje a měření tvrdosti před creepovou expozič, po dvou standardních a jedné zrychlené zkoušce tečení. Zároveň popsal mikromechanismy porušení, které se projeví na vzhledu lomových ploch. Při popisu mikrostruktury a kavitačního porušení vzorku po zrychlené zkoušce tečení se několikrát uvádí, že se pozorovaná lokalita nachází v blízkosti lomu, ačkoliv v tomto případě nedošlo k úplnému rozlomení vzorku. Pro mikrostrukturní rozbor byly kromě světelné mikroskopie použity i metody TEM a ŘEM a především bylo provedeno kvantitativní hodnocení sekundárních fází, které mají rozhodující vliv na jeho žárovevost daného typu oceli. Byly hodnoceny částice karbidů Cr v Lavesovy fáze v kritické oblasti svarového spoje – TOO oceli COST F. Nejcennějším výsledkem je zjištění, že během zrychlené zkoušky tečení nedošlo k očekávané precipitaci Lavesovy fáze, která při reálných creepových expozičích patří k nejvýznamnějším degradačním procesům. V tomto daném případě zrychlená creepová zkouška sice simulovala objektivně v souladu se standardní zkouškou precipitaci karbidů, ale nedokázala simulovat ten hlavní mechanismus vedoucí ke snížení žárovevosti. Proto lze na základě zrychlené zkoušky stěžít predikovat životnost rotoru, jak velmi správně diplomant v závěru práce uvádí.

Řešená problematika je zcela aktuální. U turbín se zvýšenými parametry páry až na hranici 600°- 620°C je skutečně nutné použít novou generaci rotorových ocelí na bázi 9-10 % Cr. V evropských podmínkách se jedná o materiály dle SEW 555 X14CrMoVNB10 1 (1.4902- COST F) nebo X12CrMoWVNB10 1 1 (1.4906- COST E) - tyto dva materiály jsou aplikovány do teplot provozu cca 600°C; dále pak materiál X13CrMoCoVNB9 1 (FB2) pro teploty provozu až 620°C - vyvinutý v programu COST stejně jako předcházející citované modifikace materiálu P 91 - a dosud komerčně velmi omezeně nabízený.

Provedené experimenty diplomanta pomohly potvrdit již některé závěry zkoušek provedených nadstandardně pro Doosan Škoda Power s.r.o. v rámci kvalifikace WPQR pro zkoumaný svarový spoj a navíc přinesly rozšířené poznatky týkající se mikrostruktury a jejího vlivu na vlastnosti svarového spoje.

Doplňující otázka pro diplomanta:

- 1) V kapitole 8 je nejasně formulovaný výraz pro rozlišení snímků el. mikroskopie. Moje otázka zní- jak je definováno v mikroskopii rozlišení.
- 2) Tvrdost kritické oblasti TOO COST F je prakticky stejná po standardních i zrychlených zkouškách tečení. Jak lze vysvětlit, že nedošlo ke snížení tvrdosti HV v důsledku precipitace Lavesovy fáze?

Závěr:

Předloženou diplomovou práci považuji za velmi zdařilou. Student se do určité míry mohl seznámit se složitou technologií svařování heterogenního spoje pro rotor 9-10% Cr oceli a to i z hlediska praktického výstupu kvalifikační zkoušky WPQR, které jsou pro Doosan Škoda Power s.r.o. jejím know-how. Práce shrnuje velké množství experimentálních dat, která jsou uvedena do širších souvislostí využitelných v inženýrské praxi.

Doporučuji přijmout diplomovou práci Bc. Jakuba Vlasáka k obhajobě, neboť splnil v plném rozsahu zadání této práce.

Navrhovaná výsledná klasifikace (*nehodící škrtněte*) :

výborně
velmi dobře
dobře
nevyhověl

V Plzni, dne 20.6.2017



.....
podpis