

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Vliv mikrostrukturních změn způsobených teplotní expozicí na lomovou houževnatost oceli HR3C
Jméno autora:	Bc. David Hovorka
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav materiálového inženýrství
Oponent práce:	Ing. Ondřej Němec, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	ČEZ, a. s., útvar technická kontrola a diagnostika OZE a KE

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	mimořádně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
<p>Téma diplomové práce je aktuální pro oblast pokročilých materiálů v energetice. V současnosti je ocel HR3C použita pro výstupní část přehřívacích a přihřívacích teplosměnných trubek USC kotlů na evropských elektrárnách. V několika případech byly na platformě VGB již v roce 2016 presentovány netěsnosti svarových spojů výstupních přehříváků a to v souvislosti s relaxačním praskáním. Uplatnění sekundárních fází vzniklých v průběhu exploatace kotle v tomto degradačním mechanismu hraje důležitou úlohu. Znalost procesu stárnutí v průběhu teplotní expozice a vliv na křehkost, resp. lomovou houževnatost je klíčová.</p> <p>Jedná se o mimořádně náročné téma, které si musel studen osvojit, a to z hlediska teoretických znalostí z oblasti fázových přeměn, studiem dostupných publikací, přípravou experimentu s ohledem na limitované množství exponovaného materiálu a vlastní experimentální práci. Studen si musel osvojit pokročilé znalosti z oblasti kvantitativního a kvalitativního vyhodnocování sekundárních fází obrazovou analýzou, zkoušení lomové houževnatosti na zkušebních tělesech typu SEN [SE(B)] za kvazistatických podmínek, stanovení hodnoty J integrálu a následný přepočít na hodnotu lomové houževnatosti K_{Ic}.</p>	

Splnění zadání	splněno
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
<p>Předložená závěrečná práce splňuje stanovené zadání. V práci jsou v samostatné podkapitole 1.2 jasně stanoveny cíle práce. Popis naplnění cílů je přehledně sumarizován v závěru, resp. v podkapitole 6.1.</p> <p>Byly stanoveny strukturní změny oceli HR3C s různou úrovní doby teplotní expozice při teplotě 675°C. Kvantitativně a kvalitativně popsány vzniklé precipitáty, které byly dány do souvislosti s obsazeností hranic zrn, a to v souvislosti s jejich vlivem na křehkost. Byla stanovena lomová houževnatost K_{Ic} v závislosti na době teplotní expozice a následně byla dána do korelace s obsazeností hranic zrn.</p>	

Zvolený postup řešení	vynikající
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
<p>Postup řešení k získání stanovených cílů diplomové práce byl optimální a časově velice ambiciózní. Použité experimentální metody jsou popsány v metodické části kapitoly 3 a praktické části kapitoly 4. Metody zkoumání struktury oceli HR3C jsou velice komplexní a zahrnují získání zásadních potřebných informací, a to za využití světelné a elektronové mikroskopie včetně EDS analýzy k identifikaci chemického složení strukturních částí např. karbidických částic nebo sigma fáze. Velice zajímavé je využití obrazové analýzy pro kvantifikaci obsazenosti hranic zrn sekundárními fázemi u exponovaných vzorků. Využití lomové houževnatosti pro korelaci rozvoje změny struktury je velice užitečné a výsledky mohou být cenné pro technickou praxi.</p>	

Odborná úroveň	B - velmi dobře
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	

Předložená diplomová práce odpovídá současným výzkumným trendům z oblasti pokročilých austenitických ocelí v energetice. Touto oblastí se zabývají přední vědecká pracoviště a je pozorně sledována provozovateli uhelných elektráren s USC bloky. Pro diplomovou práci bylo využito vhodných literárních zdrojů tak, aby bylo možno navazovat na již získané poznatky. Student prokázal velice dobrou schopnost orientace v řešené problematice, a to jak po teoretické, tak i po praktické stránce. Vzhledem k časovým možnostem, daným k řešení diplomové práci, je práce řešena na vysoké odborné úrovni.

Z věcného hlediska u zkoušení lomové houževnatosti postrádám informaci o teplotě zkoušení, která je pro tuto materiálovou charakteristiku důležitá.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

B - velmi dobře

Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.

V práci jsou používány odborné termíny ve správném kontextu. Po formální stránce je práce zpracována velmi kvalitně, a to včetně obrazové dokumentace.

S ohledem na skutečnost, že lomová houževnatost byla stanovena z hodnoty J integrálu, je vhodné vždy uvádět u lomové houževnatosti označení K_{Ic} .

Výběr zdrojů, korektnost citací

A - výborně

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

Zdroje použité pro diplomovou práci jsou použity správně pro dosažení cílů. Představují publikace s aktuálními poznatky, které jsou dostupné ve světě a aktuální práce z tuzemských pracovišť. Bylo využito relevantních zdrojů. Po formální stránce jsou citace v pořádku, ale z hlediska přehlednosti by byl vhodný jednotný způsob citace autorů.

Z oblasti pokročilých austenitických ocelí existují zajímavé publikace v rámci EPRI a VGB, ale s ohledem na členský přístup nebylo umožněno autoru diplomové práce se s těmito publikacemi seznámit.

Další komentáře a hodnocení

Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.

Provedené hodnocení v práci navazuje na přímé řešení aktuálního problému se zkřehnutím ocelí SUPER 304H a HR3C. Z pohledu technické praxe jsou získané výsledky lomových houževnatostí v závislosti na precipitaci sekundárních fází velice cenné. Škoda, že experiment nebyl zaměřen na vzorky exponované při teplotách kolem 600°C, která je bližší současným výstupním teplotám páry z USC kotlů.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

Předložená diplomová práce je zvládnuta na vysoké úrovni. Zpracování teoretické části a plánování experimentální části svědčí o pečlivé přípravě studenta k zadané problematice. Provedené experimentální práce byly zvládnuty výborně. Velmi kvalitní je i obrazová dokumentace diplomové práce. Po formální stránce je diplomová práce na odpovídající úrovni.

Otázky k obhajobě:

- 1) Lze na základě zjištěných skutečností a z teoretického rozboru problematiky usoudit na vývoj zkřehnutí, resp. rozvoj sekundárních fází v jednotlivých zónách tepelně ovlivněné oblasti svarového spoje oceli HR3C?
- 2) Může hrát roli napětí např. vyvolané tlakem proudícího média (pára) u teplosměnných trubek z oceli HR3C na precipitaci sekundárních fází a rozvoj křehkosti?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Datum: 24.8.2022



Podpis: Ing. Ondřej Němec, Ph.D.

