



GM pre výskum a vývoj USSE
GM USSE Research and Development
Vstupný areál U. S. Steel
044 54 Košice
Slovak Republic

Adresát / Addressee

VUT Brno, Fakulta strojního inženýrství
Děkanát – Oddělení vědy a výzkumu
Technická 2
616 69 BRNO

Dátum / Date: 15.3.2019

V / At: Košice

Vec / Subject: **Oponentský posudok / The Review dissertation**

Doktorand: Ing. H. Votavová:

Dizertačná práca: Vývoj nových prístupů v odstraňování okují při kontinuální výrobě oceli s využitím vysokotlakého vodního paprsku / Development of new approaches in descaling in the continuous production of steel using high-pressure water jet

Predložená dizertačná práca shrňuje základné a aktuálne poznatky v oblasti odstraňovania okovín na spojitých valcovacích tratiach za tepla s využitím vysokotlakého vodného lúča a navrhuje ďalšie zefektívnenie procesu odokovínovania v priemyselovej výrobe.

Autorka svoju prácu vhodne rozdelila na jednotlivé časti. Úvodná časť popisuje proces vzniku, štruktúru a fyzikálne vlastnosti okovín. Na úvodnú časť nadväzuje časť popisujúca samotné princípy odstraňovania okovín s využitím vysokotlakého vodného lúča. Tretia časť práce sa venuje popisu konkrétnych typov experimentov, ktoré slúžia k štúdiu vysokotlakého vodného lúča. Štvrtá časť, nazvaná ako praktická časť, sa venuje popisu a vyhodnoteniu vykonaných experimentov a predstavuje ťažisko dizertačnej práce. Táto časť je rozdelená do 6. sekcií, ktoré zodpovedajú 6. výskumným cieľom a spracováva viac ako 350 meraní 7 rôznych typov. Veľmi vhodne boli merania pomenované jednotnou štruktúrou pre ľahšiu orientáciu.

V prvom celi praktickej časti autorka navrhla regresný model dynamiky rastu okovín pre ocele 54SiCr6 a HDT580X. Bolo preukázané, že výška vytváraných okovín rastie s časom a teplotou oxidácie, pričom bola overená vrstevnatá povaha vytváraných okovín.

V druhom celi posudzovala vplyv dĺžky stabilizátoru trysky na rozloženie impaktného tlaku vodného lúča. Experimentami dokázala nutnosť používať trysku so stabilizátorom. Predlžujúca sa dĺžka stabilizátoru zvyšuje priemernú hodnotu impaktného tlaku o 4÷11%

V treťom celi fotografickou metódou boli analyzované prúdy plochých lúčov z trysiek. V rámci dizertačnej práce bol vyvinutý skript pre analýzu týchto fotografií pomocou adaptívneho prahovania. Na základe výsledkov autorka sformulovala aj regresnú diagnostiku so 75% variabilitou súboru z 13 experimentov. Optimálna výška ústia trysky od povrchu by mala byť 50 ÷ 100 mm pri tlaku vody 20 MPa.

Štvrtý cieľ riešil vplyv zmeny tlaku a vzájomného presadenia trysiek na oblasť tzv. washoutu. Pri riešení bol navrhnutý geometrický model, predpovedajúci šírku oblasti washoutu na základe veľkosti uhlu rozstreku - α , uhlu sklonu - β , uhlu natočenia - γ a veľkosti presadeniu trysiek - S .

Experimenty nepreukázali štatisticky významný vplyv tlaku na šírku oblasti washoutu, pričom z geometrických faktoroch umiestnenia trysiek má najväčší vplyv uhol natočenia - γ .

Piaty cieľ nadviazal na predchádzajúci cieľ a posudzoval najkomplexnejšiu časť (12 konfigurácií pomocou 5 metód) a to vplyv uhlu natočenia γ na oblasť prekrytia, na rozloženie impaktného tlaku po šírke, na veľkosť erózie – prieniku lúča do materiálu a na priemerný súčiniteľ prestupu tepla. Analýzou výsledkov sa stanovila optimálna konfigurácia a to natočenia trysky $\gamma = 0^\circ \div 5^\circ$ a prekrytie približne 10% veľkosti dopadovej stopy. V tejto časti autorka analyzovala aj vplyv opotrebovania samotnej trysky ako aj stabilizátora na veľkosť impaktného tlaku.

Šiesty cieľ praktickej časti analyzoval vplyv rýchlosti pohybu materiálu pod tryskou na súčiniteľ prestupu tepla. Na základe regresného modelu bolo dokázané, že s vyššou rýchlosťou valcovania dochádza k zníženiu priemerného súčiniteľa prestupu tepla až o 23%.

V záverečnej časti sú zhrnuté dosiahnuté konkrétne výsledky a sú navrhnuté kroky, ktorými je možné v priemysle zefektívniť proces odstraňovania okovín pri valcovaní za tepla..

Dizertačná práca rieši vysoko aktuálnu tému v súčasnosti. Na základe výsledkov experimentov, analýzy modelov a doporučení, má potenciál stať sa metodikou na optimálne umiestnenie najvhodnejšieho typu trysiek v ostrekových boxoch.

Použitý prístup k riešeniu vyhodnocovania experimentov je moderný a plne zodpovedá súčasným trendom a stupni rozvoja vyhodnocovacej a zobrazovacej techniky v LPaPT. Jazyková úprava a grafické prevedenie sú veľmi dobré.

Obsahová stránka téz, ich členenie a štruktúra spĺňajú smernice stanovené VUT Brno. Doporučujem Tézky k publikovaniu v Edícii PhD Thesis.

Otázky k diskusii

- 1.) Dokázali by ste predikovať ako sa bude líšiť proces rastu a vývoja vrstiev okovín konštrukčných ocelí ($C < 0.2\%$) realizované v LPaPT a napr. v narážacích peciach?
- 2.) Ako by ste ideovo riešili návrh na efektívne odstraňovanie okovín na spojitý valcovacej trati, ktorá valcuje napr. oceľ HDT580X medzi stolicami prípravného poradia (5.stolíc, celková doba pobytu v prípravnom poradi T=5 min), t.j. predikovať typ a veľkosť vrstvy okovín, uhol rozstrek, sklonu a natočenia trysky?

Záverom konštatujem, autorka splnila všetky stanovené ciele dizertačnej práce a preukázala schopnosť novými a tvorivými spôsobmi riešiť problém odstraňovania okovín. Na základe vyššie spomínaného **doporučujem**, aby predložená práca Ing. Heleny Votavovej bola prijatá k obhajobe.

Vypracoval: Ing.Ladislav Čecho, výskumný pracovník, UGM pre Výskum a Vývoj,