

**Ing. Petr Nesvadba, Ph.D.**

OZM Research s.r.o., Blížňovice 32, 53862 Hrochův Týnec

E-mail: nesvadba@ozm.cz

---

## **OPONENTNÍ POSUDEK DISERTAČNÍ PRÁCE**

Název práce: **Vliv zpevňování výbuchem na strukturu a vlastnosti Hadfieldovy oceli z hlediska užití v železniční dopravě**

Autor práce: **Ing. Petr Havlíček**

Školitel: **prof. Ing. Karel Stránský, DrSc.**

Školící pracoviště: **Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav materiálových věd a inženýrství**

### **Úvodem**

Předložená disertační práce (dále jen disertace) Ing. Petra Havlíčka (dále jen autor) obsahuje 135 stran textu se 100 obrázky a grafy, 25 tabulkami a 22 stranami příloh. V disertaci je využito celkem 124 citací literatury. Autoreferát disertační práce má 30 stran textů, obsahuje 36 citací použité literatury. V autoreferátu je dále uveden autorův životopis.

Disertace je přiměřeně obsáhlá a podrobná, sestavena přehledně s logickým sledem kapitol. Disertace je přednostně zaměřena na srdcovky železničních výhybek produkovaných z Hadfieldovy oceli.

Ve smyslu pokynů uvedených ve jmenovacím dekretu děkana FSI VUT v Brně, jako oponent zaujímám stanovisko k disertační práci:

### **Aktuálnost tématu**

Zvolené téma považuji za aktuální s ohledem na současný stav využití litých manganových srdcovek v železniční dopravě v celosvětovém měřítku. Rovněž dochází v současné době k nárůstu aplikací výbuchem zpevňovaných komponent v železniční dopravě a užití i v zemích, ve kterých byla dlouhodobě výbuchem zpevňovaná Hadfieldova ocel opomíjena. Velmi přínosná jsou data získaná sledováním a hodnocením srdcovek, které byly vloženy do železniční sítě. Autorovy získané výsledky doplňují poznatky, které se dlouhodobě získávají vyhodnocováním stavu komponent instalovaných v železničních tratích a je možné je celkově vyhodnotit až mnoha letech provozu.

Volba problematiky je rovněž v souladu s aktuálními trendy v oblasti výroby a aplikací manganových srdcovek železničních výhybek.

## **Splnění cílů disertační práce**

Cíle disertace stanovené autorem byly naplněny. V závěru autor zmiňuje skutečnost, že k celkovému vyhodnocení opotřeby srdcovek by mělo dojít po uplynutí 5letého sledovacího období, tedy v roce 2018.

## **Postup řešení, zvolené metody a vyhodnocené výsledky**

V úvodní části, str. 9 až 33, autor popisuje Hadfieldovu ocel, její výrobu, užití a fyzikálně mechanické vlastnosti. Následuje stručné seznámení s terminologií v oblasti železničních výhybek. Dále navazuje popisem technologie výbuchového zpevňování spolu se základním popisem trhavin užitých pro výbuchové zpevnění. V těchto úvodních kapitolách autor cituje značné množství literárních pramenů a uvádí výsledky a závěry prací různých autorů.

Připomínka 1): V kapitole 2.3.3 autor disertace popisuje vliv velikosti austenitického zrna na vlastnosti Hadfieldovy oceli. Protože tento fakt významně ovlivňuje vlastnost této oceli, bylo by vhodné blíže popsat technologii lití srdcovek a jejich tepelné zpracování, případně vliv materiálů použitých pro výrobu formy, rozdíly mezi výrobou různých geometrií srdcovek apod. Vliv velikosti zrna je dále sledován v kapitole 5.1.2.6.

Připomínka 2): V kapitole 3.2 a 3.4 autor uvádí tlak rázové vlny na úrovni 17 až 28 GPa. Zde je nutné podotknout, že se jedná o detonační tlak v reakční zóně trhavin, nikoli amplitudu tlaku procházející rázové vlny v kovovém materiálu.

V nejrozsáhlejší části 5 autor popisuje a vyhodnocuje realizované experimenty a dále uvádí dílčí výsledky. Pro dosažení stanovených cílů autor použil všeobecně používané postupy a metody zpracování získaných výsledků. Detailně jsou analyzovány vzorky s ohledem na způsob nárůstu tvrdosti a pevnosti vlivem deformačního zpevnění. Autor získanými výsledky dokazuje, že průchodem rázové vlny vysoké amplitudy nedochází transformací ke vzniku martenzitu.

Připomínka 3): Autor by se mohl zmínit o vhodnosti či nevhodnosti měření povrchové tvrdosti dynamickou metodou pomocí přístroje Equotip a vhodnosti výběru typu měřící sondy (odrazného tělíška) pro kontrolu odlitků z Hadfieldovy oceli.

Otázka 1): Lze blíže popsat vliv obrábění na výslednou povrchovou tvrdost výbuchem zpevňovaných srdcovek z Hadfieldovy oceli?

Připomínka 4): Obr. 55 zobrazující závislost tvrdosti na velikosti zrna považují za mírně zavádějící s ohledem na to, že největšího účinku tlaku vybraných výbušnin a počtu aplikací výbušnin bylo použito právě v místech, kde austenitické zrno vykazovalo menší velikost.

Zajímavou částí disertace jsou zkoušky kontaktně – únavového zatěžování vzorků uvedené v kapitole 5.2. Z předložených výsledků se nabízí otázka:

Otázka 2): Vyskytuje se tvrdá kontrastní vrstva rovněž na povrchu srdcovek vložených do železniční tratě? Jak ovlivňuje životnost srdcovek?

V části 5.3 jsou velice názorně zdokumentovány změny v geometrii srdcovek zatížených v trati a zhodnocen přínos výbuchového zpevnění v první fázi funkční životnosti srdcovky. Výsledky lze považovat za přínosné i s ohledem na skutečnost, že k plnému vyhodnocení dojde až po ukončení 5letého sledovacího období.

### **Přínosy disertační práce pro praxi a další rozvoj vědního oboru**

Přínos disertační práce lze spatřovat zejména ve vyhodnocení dat získaných nejenom v laboratorních podmínkách, ale rovněž sledováním srdcovek v provozních podmínkách železniční tratě. Autor svými výsledky potvrzuje nebo naopak vyvrací závěry jiných autorů a doplňuje tím poznatky z oblasti výbuchového zpevnění litých srdcovek z Hadfieldovy oceli. Získané poznatky i metody jsou uplatnitelné i v oblasti výuky.

### **Poznámky k formální úpravě disertační práce**

V teoretické části disertace by bylo vhodné sjednotit zejména popisky grafů (názvy os) do jednotné podoby českého jazyka nebo doplnit převzaté grafy překladem do českého jazyka. Jinak je disertace vypracovaná na velmi dobré grafické úrovni a splňuje podmínky kladené na práce tohoto druhu.

**Autoreferát disertační práce** obsahuje zřetelně vymezené cíle, je sestaven přehledně a shrnuje dosažené výsledky v závěru autoreferátu

### **Závěr**

Na základě výše uvedených závěrů konstatuji, že Ing. Petr Havlíček prokázal schopnost a připravenost k samostatné tvůrčí činnosti v oblasti výzkumu a vývoje. Autor zpracováním disertační práce, přípravou a realizací experimentů dokázal, že ovládá vědecké metody práce a má požadované teoretické znalosti ze zpracovávané problematiky. Proto **doporučuji disertační práci Ing. Petra Havlíčka k obhajobě**. Po objasnění připomínek, zodpovězení otázek a po obhájení práce **navrhuji Ing. Petru Havlíčkovi udělit akademický titul „philosophiae doctor“ - Ph.D.**

V Hrochově Týnci 10. 7. 2015

Ing. Petr Nesvadba, Ph.D.