

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>Robotické navařování 3D struktur mikro MIG/MAG</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Štěpán Potůček</b>
<b>Typ práce:</b>	bakalářská
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta strojní (FS)
<b>Katedra/ústav:</b>	Ústav strojírenské technologie
<b>Oponent práce:</b>	Ing. Marek Janata, IWE
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	Ústav Fyziky Plazmatu AV ČR, v.v.i.

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>průměrně náročné</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Samotné zadání s jasným cílem sice nemělo složitou strukturu a vycházelo z prací předcházejících studentů, nicméně cesta k optimalizaci parametrů procesu 3D navařování metodou WAAM vedla k náročnější a rozsáhlejší experimentální činnosti.	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno</b>
<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>	
Cíl práce, kterým bylo nalézt vhodné procesní navařovací parametry a na závěr s nimi provést 3D zkušební návar metodou WAAM – MAG, byl bezesporu splněn. Autor před tím provedl literární rešerši pro oblast mikro MIG/MAG svařování se zaměřením na metodu WAAM a seznámil se s funkcionalitou a programováním kolaborativních robotů. Jak jsem již zmínil, experimentální část byla co do objemu rozsáhlejší a tak práce s více než 60 stranami převyšovala standardní rozsah bakalářské práce.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>správný</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Zvolený postup řešení této diplomové práce byl logický a zcela správný. Rešeršní část nejprve shromáždila relevantní informace jak o technologiích svařování MIG/ MAG, metodě WAAM, tak i o kolaborativních robotech. Následně byly tyto poznatky využity pro sestavení navařovacího pracoviště a provedení experimentální části zmíněné bakalářské práce. V ní pak byly vhodně zvoleny dvě cesty, dle nichž byly hledány optimální parametry pro výsledný navařovací proces. Z takto vzniklých návarů byly odebrány vzorky, které byly následně kvalitativně vyhodnocovány. Dle parametrů vzorku s nejlepšími výsledky z hlediska jakosti a zároveň zejména minimalizovaným rozměrem tloušťky stěny, byl na závěr proveden návar segmentu o 50 vrstvách.	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>A - výborně</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Práce na velmi dobré odborné úrovni zahrnuje ve své teoretické části nejprve jak dostatečnou přehledovou rešerši problematiky MIG/ MAG svařování, tak i obšírnější popis problematiky kolaborativních robotů. Dále pak ještě autor popsal aditivní technologii WAAM a její specifika pro navařování různých kovových slitin. Autor prokázal schopnost odborné práce na tématu, které je aktuální nejen v oboru aplikací technologií navařování, ale též i v oblasti užití průmyslové robotiky. V praktické části práce student předvedl schopnost sestavit experiment, vybrat vhodné směry řešení a zaznamenat relevantní data svařovacího procesu. Získané výstupy záznamů navařovacích parametrů a výsledky makro/mikroskopických analýz bylo třeba pak vyhodnotit, vybrané procesní parametry pak porovnat a vybrat nejhodnější parametry pro finální mnohavrstvý návar segmentu.	

## Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

**B - velmi dobře**

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

Předložená bakalářská práce se zdá být v tomto ohledu na velmi dobré úrovni. Uspořádání práce je přehledné a má logický sled. 63 stránkový text prolíná 55 obrázků, 7 tabulek a 1 graf, což požadavek minima bakalářské práce jistě bohatě převyšuje. Z hlediska formální úpravy nemám, až na tři drobné "písařské" chybičky či opomenutí (str. 20, a 62), žádné zásadní připomínky. Text je psán srozumitelným jazykem s výstižnými formulacemi a autor používá správné oborové názvosloví. Formální připomínku bych však měl k tomu, že obrázek č.4 (str. 25) má popisky pouze v angličtině a není k němu ani případná vysvětlivková legenda v jazyce práce (češtině).

Z formálního obsahového hlediska mi však rovněž v popisu experimentu scházely některé základní údaje definující přesněji podmínky experimentu. I když to pro tuto práci není příliš podstatné, nebyl např. nikde zmíněn konkrétní typ či označení ochranné atmosféry a její průtok. Z tohoto hlediska lze tedy práci hodnotit stupněm B.

## 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.*

Hodnocená bakalářská práce prokázala, že posluchač se obeznámil s řadou odborné literatury a to jak s tuzemskými i zahraničními autorskými publikacemi, tak i firemní literaturou. Autor používal jak klasickou odbornou literaturu, tak i články z odborných časopisů a rovněž i informace dostupné z internetových zdrojů. Při práci autor použil celkem 40 zdrojů, které měly dostatečnou obsahovou hodnotu pro získání přehledu o studované problematice. Citované zdroje hodnotím jako přiměřené a dostatečně aktuální. Ze zmíněných zdrojů pak pan Štěpán Potůček citoval v souladu s bibliografickými zvyklostmi a etikou a z uvedených zdrojů dokázal pro svoji práci získat relevantní informace.

Na str. 15 však student mylně uvedl, že společnost Migatronik je holandská, přestože Migatronik A/S je ale registrována v Dánsku.

## 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.*

Hlavního cíle experimentální části předložené práce, který spočíval v nalezení vhodných navařovacích parametrů pro MAG navařování tenkým drátem metodou WAAM a provedení návarové stěny s co nejmenší šířkou bylo v zásadě dosaženo.

Autorem popsané výsledky mohou být užitečné i pro průmyslové aplikace, kde praktická zkušenost z této práce může být dobrým výchozím bodem pro konkrétní výrobní aplikaci metody WAAM při 3D tisku kovových materiálů.

## 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 bakalářská práce měla velmi dobrou úroveň jak v rešeršní, tak i experimentální části. Informace byly předkládány uspořádaně a v relevantních souvislostech. Experimentální část měla konkrétní výsledky s použitelným výstupem např. pro výuku, publikaci či případně i v praxi. Tato bakalářská práce může být tedy prospěšná pro praktické aplikace aktuálně se dynamicky rozvíjejících technologií 3D tisku kovových materiálů.

**Dotaz** k obhajobě předložené bakalářské práce:

V rešeršní části předložené práce bylo v kapitole o tavných elektrodách zmíněno, že ocelové svářecí dráty pro MIG/MAG technologii bývají poměděné. Chtěl bych se tedy studenta zeptat na to, jaké funkce (účely) ta poměděná vrstva zastává?

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

Datum: 12.6.2024

Podpis: Ing. Marek Janata