

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Ověření výšky navařené vrstvy procesu WAAM pomocí senzorických systémů
Jméno autora:	Bc. Rudolf Schwarz
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav strojírenské technologie
Oponent práce:	Ing. Karel Kovanda, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	Thermo King Manufacturing

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání diplomové práce hodnotím jako náročnější z pohledu vytyčených bodů k řešení.	

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>	
Díličí cíle stanovené v diplomové práci na straně 13 byly splněny, v závěru jsou shrnuty jednotlivé body zadání.	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Zvolený postup řešení hodnotím jako správný, logicky utříděný sled kapitol vázaných k dané problematice diplomové práce. V teoretické části jsou popsány metody obloukového svařování a navařování, způsoby odměřování vzdálenosti mezi napájecím průvlakem a navařeným materiálem. Je zde popis odměřování pomocí hodnot elektrického proudu, laserového paprsku a kamerový systém pro svařování. Návrh experimentu pomocí tří měřicích systémů a navařování modifikacemi procesu CMT (cycle step, pulse). Student využil offline simulace experimentu za účelem strategie navařování a předešel tak ztrátovým časům programování přímo na pracovišti.	

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>	
Odborná úroveň práce je velmi dobrá. Student využívá své znalosti získané studiem na VŠ, řešením předchodí bakalářské práce z oblasti navařování a z literární rešerše. Student si osvojil nové dovednosti například v podobě programování robota Fanuc Arc Mate 100iC, kalibraci kamery, obsluhy programu Xiris Weld Studio a Weldmonitor.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	B - velmi dobře
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Diplomová práce je po jazykové stránce velmi dobře a srozumitelně psaná. Rozsah práce je postačující. Schémata, grafy a obrázky jsou přehledové a na dobré úrovni. Doporučoval bych jiné uskupení slov, které je uvedené na straně 13 („rozebrat problematiku“ a „rozebrat možnosti“). Dodržovat mezeru mezi stanovenou hodnotou a jednotkou (strana 14 „v rozsahu 1 – 2mm“).	

Pod pojmem kontaktní hrot je v praxi označován napájecí průvlak neboli kontaktní špička u metody MAG. Občas se vyskytují spojky a předložky a konci řádku.

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.

Práce obsahuje 23 literárních pramenů, které jsou řádně citovány. Výběr literárních pramenů zasahuje do všech oblastí řešených touto diplomovou prací, autor se odkazuje na českou i cizojazyčnou odbornou literaturu, normy apod.

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.

Automatizace procesu navařování vyžaduje důkladnou kontrolu přírůstků navařené vrstvy kovu, aby systém robota mohl dodržovat téměř konstantní vzdálenost hořáku od návaru (stabilní parametry procesu). Systematicky je důležité hledat cesty kde měření a vyhodnocení dat bude možné spojit s řídicí jednotkou robotů. Předložená diplomová práce porovnává systémy odměřování laserem a externím kamerovým systémem, pro kontrolu jsou měření doplněna ručním měření posuvným měřítkem. V závěru práce jsou shrnuty poznatky z měření, které ukazují na nedostatečnou přesnost použitého laserového odměřování. Experimentální část diplomové práce je velmi zajímavá, studenti se zřejmě ve výuce nesetkávají s uvedenými přístroji.

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.

1. Jaký je rozdíl mezi parametry efektivní tloušťka stěny a efektivní šířka stěny?
2. Objasněte tvrzení ze strany 16 o MIG/MAG svařování „Při svařování se většinou volí nepřímá polarita, při svařování hliníku se polarita mění“.
3. Jak velké zkreslení bylo při měření vzdálenosti laserem před a po zastínění pracoviště, viz strana 48?
4. Pomohl by užší laserový paprsek k vyšší přesnosti měření vzdálenosti a jakých přesností se při měření dosahovalo? Práce ukazuje značný rozptyl naměřených hodnot.
5. Jaké jsou dnes nejpoužívanější měřicí systémy v průmyslové praxi pro robotizované navařování?

Předložená diplomová práce splňuje všechny formální náležitosti a má přínos pro praktické využití v průmyslové praxi. Práci doporučuji k obhajobě.

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

Datum: 30.8.2022

Podpis: Ing. Karel Kovanda, Ph.D.