
OPONENTSKÝ POSUDEK DISERTAČNÍ PRÁCE

Název: **Metody přípravy elektrod a obrobků pro elektroerozivní obrábění**
Autor: **Ing. Petr Šindelář**
Školitel: **Doc. Ing. Jan Hošek, Ph.D.**
Oponent : **Prof. Dr. Ing. Antonín Kříž, IWE**

Předložená disertační práce vypracovaná Ing. Petrem Šindelářem má 101 stran (včetně příloh), je členěna do šesti číslovaných kapitol a je doplněna seznamem použité literatury, seznamem obrázků a tabulek. Práce se zabývá elektroerozivním obráběním (EDM) a to jak po teoretické stránce, tak i praktickým řešením spočívající ve stavbě zařízení pro tuto technologii. Cílem práce je nejen konstrukční návrh, stavba zařízení, ale i jeho odzkoušení. Požadavkem na toto zařízení bylo navrhnout řešení dvou režimů podle polohy pásku. Dále se práce věnuje stavbě zařízení pro obrábění elektrod pro mikroobrábění. Uvedené kapitoly na sebe logicky navazují a poskytují tak logický sled informací, které uvádí komplexně danou problematiku této technologie i požadavků na strojní zařízení.

V úvodní kapitole jsou uvedeny základní informace k technologii elektroerozivního obrábění. Jsou rovněž uvedeny velmi stručně motivační aspekty autora k tomuto tématu a nastiňuje, co by chtěl řešit. Zároveň shrnuje celkový obsah práce a zvláště se věnuje jednotlivým kapitolám. Na úvod, který je na necelých dvou stranách, je to poměrně velké množství informací, čímž se pouze „dotýká“ jednotlivých souvislostí. Některé jsou v dalších kapitolách rozvedeny, některé jsou ponechány v této základní studii. Takto vznikl poměrně netradiční úvod, v němž jsou uvedeny některé informace, které jsou v dalších kapitolách nepotvrzeny, nebo dokonce lehce rozostřeny. Jako příklad lze uvést historický vývoj metody EDM.

Rešeršní studie je obsažena ve dvou rozsáhlých kapitolách na 36 stranách s citací 65 rešeršních i 3 vlastních zdrojů. Jsou použity aktuální zdroje, z nichž je mnoho dostupných na internetu. Autor tak prokázal svoje schopnosti vyhledat a zpracovat k tématu vhodné zdroje a použít jejich myšlenku k dalšímu zpracování do vlastního řešení.

Druhá kapitola se zabývá popisem stavu řešené problematiky. Jak již bylo popsáno v úvodu, některé obsažené informace nejsou v souladu a zvyšují tak nepřehlednost sdělení. Tak jako v celé disertační práci jsou uvedeny některé pojmy, které by si zasloužily hlubší vysvětlení, protože z jejich podstaty není definice jasná.

Ve třetí kapitole jsou uvedeny předpoklady a cíle disertační práce. Již z názvu a následně i z textu vyplývá, z jakého úkolu práce vychází a co je jejím cílem. Disertační práce se věnuje konstrukčnímu řešení EDM stroje a použití různých druhů elektrod (drát, páska s různou orientací).

Čtvrtá kapitola se již plně věnuje experimentům s novými typy vodiček. V této kapitole jsou popsány i použité analytické přístroje, což považuji za zbytečné, protože jsou využity k běžné analýze. Opodstatněné by to bylo, kdyby byla odladěna metodika testování, nebo jinak upraveno jejich konstrukční uspořádání nebo princip využití. Tato kapitola je nejobsáhlejší a nachází se v ní experimentální těžiště vědeckého úkolu.

Pátá kapitola sleduje vlastní návrh elektrody. Přínosem této kapitoly je, že se nejvíce vrací k rešeršní studii a práci s dosaženými poznatky.

Šestá kapitola obsahuje závěr a celkové zhodnocení. Tato kapitola skutečně shrnuje všechny důležité poznatky i konstrukční řešení.

V práci bylo dosaženo stanovených cílů. Je to dáno tím, že si je zřejmě autor definoval sám na základě již provedených rešeršních činností a posléze je korigoval dle skutečně dosažených výsledků. Na druhou stranu vědeckost práce by byla více posílena, kdyby se věnovala některým sporným bodům a pro ty by hledala řešení. Výsledkem tohoto řešení by mohla být i jeho nerealizovatelnost, nicméně i tento neúspěch by poskytl cenné poznatky. Pro toto pojetí by musel být i hlubší teoretický přínos disertační práce. Přestože je citována celá řada literárních zdrojů, které byly vhodně zvoleny, přesto se autor nepouští do žádné polemiky a nehledá nová i rozporuplná řešení.

Praktický přínos je díky několika konstrukčním řešením zcela prokazatelný a je zřejmé, že poskytuje pro praxi velmi cenné poznatky. Výhodou je i to, že autor práce dává svoje výsledky do souvislosti se zařízením Sodick AP1L, které má k dispozici. Konstrukční řešení vychází z výsledků zjištěných vlastními analýzami. Byly použity konvenční metody, což je v případě vědecké práce slabší stránkou, protože by měl být vymezen i prostor pro nové metody, popř. úpravu stávajících. Jako příklad lze uvést využití laserového konfokálního mikroskopu, kdy lze provést plošné měření úbytku materiálu (opotřebením povrchu). Vedle použitých metod popisující stav vodiček mohly být použity další metody, které by poskytovaly výsledky směřující do oblasti „integrita povrchu“. Tento pojem je v celé práci použit pouze jednou, a to bez hlubší vazby. Což je i z pohledu obrobku škoda, protože by bylo možné lépe popsat přínos daného konstrukčního řešení.

Doktorand prokázal svoje znalosti v oboru „Konstrukční a procesní inženýrství“. Slabinou práce je nedostatečný popis materiálů, tj. orientace v oboru „Materiálové inženýrství“. Uvádí celou řadu názvů materiálů, s kterými pracoval, aniž by jejich označení odpovídalo normovaným standardům, naopak používá nepřesná označení nebo obchodní názvy. Jako příklad lze uvést: „hliníkový plech, ocelový strunový drát“. Rovněž popis procesu EDM neodpovídá fyzikálním procesům. V popisu je tento princip procesu uveden velmi zjednodušeně a místy je nejasný nebo dokonce obsahuje i protichůdné informace.

Největší výhrady mám k formální úrovni práce. První a zásadní výhrada se týká použité mluvnické kategorie slovesa. Autor používá první osobu čísla jednotného místo 3. osoby a trpného slovesného rodu. Rovněž některá vyjádření nejsou z hlediska popisnosti dostatečná a dávají tak prostor k nejasnému pochopení poskytnuté informace. Tyto nejasnosti jsou uvedeny přímo v hodnocené práci. Je zřejmé, že výskyt těchto nejasností je místy natolik výrazný, že snižuje úroveň poskytnuté informace a tím i vědeckost disertační práce.

I přes výše uvedené výhrady a připomínky prokazuje disertační práce Ing. Petra Šindeláře jeho vědecké schopnosti. **Doporučuji proto, aby byl připuštěn k obhajobě a aby mu po úspěšné veřejné rozpravě a správném zodpovězení položených dotazů byl udělen titul Ph.D.** (dle zák. č. 111/1998 Sb. § 47).

Otázky k obhajobě:

1. Jak byste z pohledu technologie obrábění definoval „těžkoobrobitelný materiál“ a „tvrdý materiál“? (dotaz k úvodu na str. 9)
2. Popište princip elektroerozivního obrábění z hlediska podstaty procesu, a jak vzniká jiskra mezi elektrodou a obráběným materiálem?
3. Proč jste nešel cestou zkoušení nových konstrukčních řešení jako např. autoři studií Okamoto; Okada; Uno? (tj. vibrační působení na elektrodu, popř. obrobek)
4. Jaké očekáváte další možné konstrukční řešení EDM zařízení pro zlepšení procesu obrábění (lepší produktivita, vyšší kvalita obrobene plochy, nižší výrobní nebo pořizovací náklady apod.)

V Plzni, 9. května 2019

Prof. Dr. Ing. Antonín Kříž, IWE