

Oponentský posudek disertační práce
Ing. Zdeňka Pitrmuce

**Kvalita povrchové vrstvy: Výzkum vybraných parametrů integrity povrchu
při obrábění materiálů leteckého průmyslu**

Pracoviště: Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie, Fakulta strojní,
České vysoké učení technické v Praze

Studijní obor: Strojírenská technologie

Školitel: Prof. Dr. Ing. František Holešovský

Školitel specialista: Ing. Vítězslav Rázek, CSc.

Předmětem předložené disertace je systematický výzkum charakteristik integrity povrchu při různých technologiích povrchového opracování technických materiálů využívaných náročných technických aplikacích jako jsou energetika, letectví nebo zbrojní průmysl. Zvláštní pozornost a úsilí věnoval autor zdokonalení metody FS ČVUT v Praze pro stanovení podpovrchového průběhu zbytkových napětí a její následné aplikaci k výzkumu integrity povrchu slitin na bázi Ti, Ni a γ -Fe.

Téma disertační práce je velmi aktuální, neboť provozní spolehlivost a životnost strojírenských výrobků jsou nejen funkcí složení výchozích materiálů, ale i technologického postupu použitého při jejich zpracování. V této souvislosti jsou mechanická napětí vznikající uvnitř těles jako důsledek působení vnějších sil nebo jiných příčin (teplotních polí, fázových transformací apod.) buď přímo, nebo zprostředkovaně (např. jako důsledek nehomogenní deformace) významným faktorem určujícím provozní spolehlivost a životnost strojních dílů a konstrukcí. Stanovení zbytkových napětí má proto při diagnostice látek stejný význam jako klasické metody výzkumu jejich vlastností (pevnost, tvrdost, otěruvzdornost, odolnost vůči korozi aj.). V této souvislosti v poslední době stále stoupají požadavky na zvýšení přesnosti a spolehlivosti používaných experimentálních postupů. *Vytyčená koncepce předurčuje významný praktický přínos dosažených výsledků.*

Předložený spis má 173 stran a je členěn do třinácti kapitol doplněných seznamem použité literatury, seznamem publikací autora. Jsou zde rovněž seznamy použitých symbolů a zkratk, obrázků, tabulek a použitého softwaru. Bezprostředně po výstižném úvodu následuje *výklad současného stavu poznání v oblasti řešené problematiky, jehož rozbor je účelný a zpracovaný kriticky s přehledem.* Cíle disertační práce jsou formulovány jasně způsobem, který umožňuje jednoznačné posouzení jejich splnění.

Výklad výzkumu provedeného doktorandem při plnění úkolů disertační práce tvoří více než dvě třetiny obsahu předloženého textu a je strukturován účelně. Z metodického hlediska považují za vysoce přínosnou kap. 4 Vývoj metodiky měření zbytkových napětí. Na 34 stránkách autor popisuje modernizace a zpřesnění metody postupného odnímání povrchových vrstev, která si jistě vyžádala velmi mnoho času, úsilí a vynalézavosti. Měřicí postup byl následně náležitě verifikován analýzou stavu zbytkové napjatosti řízeně balotinovaných destiček a 5D frézovaných segmentů lopatek. Byla též provedena srovnávací měření rtg difrakcí. *Právě tento soubor poznatků považují za významný přínos v teoretické oblasti analýzy zbytkových napětí.*

Vypovídací schopnost navržené metodiky dokumentují výsledky její aplikace pro stanovení parametrů integrity povrchu slitin na bázi Ti (kap. 6.), γ -Fe (kap. 7. a 9.) a Ni (kap. 8). Je zde velmi rozsáhlý soubor experimentálních výsledků doplněný jejich diskusí. Právě tato část disertace dokumentuje **široký aplikační potenciál výsledků disertační práce**. Důkazem jejího **praktického přínosu** jsou rovněž řešené projekty aplikovaného výzkumu uvedeny v práci a vypracovaný návrh ověřené technologie. Je tedy zřejmé, že **metody**, které doktorand při řešení použil, **jsou adekvátní vytyčeným záměrům a aplikovány vhodným způsobem**.

Práce má dobrou formální, koncepční i obsahovou úroveň. K porozumění textu přispívá řada názorných obrázků, grafů a fotografií.

Při vlastní obhajobě bych měl pro doktoranda následující podněty k diskuzi:

- Jaká je vypovídací schopnost metody postupného odnímání vrstev v povrchové vrstvě o tloušťky několika mikrometrů? Viz obr. 4.29, 4.30, 6.5, 8.4.
- Na str. 26, 6. řádek odzdoła autor uvádí: *“Tlaková napětí zamezují nebo zpomalují iniciační a propagační fázi“*. Čeho?
- U vícefázových materiálů jsou hodnoty zbytkových napětí získaných difrakčními metodami vždy vztažené k měřené krystalografické fázi. Je tato skutečnost vždy nevýhodou?
- Můžete rozvést myšlenku ze stránky 82, 6. řádek seshora: *„... Měření postihuje zbytková napětí mikroskopická – tzv. napětí II. druhu. Korelaci mikroskopických a makroskopických napětí užívaných v technické praxi zajišťují kalibrační zkoušky. Při těchto zkouškách je těleso zatěžováno vnějšími silami... , čímž je umožněno získání elastických konstant pro tento přepočet“?*

Ing Zdeněk Pitrmuc splnil všechny vytyčené cíle disertace. Stěžejní výsledky svého výzkumu již publikoval v prestižních časopisech a prezentoval na mezinárodních konferencích.

Je zde na místě vysoce ocenit také toho, kdo téma disertace zformuloval a doktoranda vedl.

Uchazeč prokázal odpovídající znalosti v oboru Strojírenská technologie, cíle disertační práce byly splněny v předpokládaném rozsahu.

Závěr

Konstatuji, že disertace *Kvalita povrchové vrstvy: Výzkum vybraných parametrů integrity povrchu při obrábění materiálů leteckého průmyslu* je dokladem vysoké dovednosti

Ing Zdeňka Pitrmuce

v oboru Strojírenská technologie. Dosažené původní vědecké výsledky prokazují schopnost doktoranda samostatně tvořivě vědecky pracovat a úspěšně aplikovat získané vědomosti v praxi. Předložený spis splňuje odborná i formální kritéria kladená na disertační práce. Práci doporučuji k obhajobě a po jejím úspěšném průběhu udělení akademického titulu Ph.D.

V Praze 10. 6. 2022

prof. Ing. Nikolaj Ganev, CSc.
Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT v Praze
Trojanova 13
120 00 Praha 2