

OPONENTNÍ POSUDEK DOKTORSKÉ DISERTAČNÍ PRÁCE

Autor práce: Ing. Matúš Varhaník

Název práce: Využití moderních technologií pro výrobu tvarově složitých ploch

Pracoviště: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie

Školitel: doc. Ing. Josef Sedlák, Ph.D.

Studijní obor: Strojírenská technologie

Akademický rok: 2023/2024

Oponent: **prof. Ing. Marek Sadílek, Ph.D.**
VŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, kat.346, Katedra obrábění a montáže a strojírenské metrologie.

Předložená disertační práce se zabývá vysoce aktuálním žádaným tématem zaměřeným na návrh a výrobu femorální komponenty totální kolenní endoprotézy dle individuálních potřeb pacienta. Svým zaměřením jednoznačně zapadá do studovaného oboru strojírenská technologie a shrnuje výsledky dosavadní vědecko-výzkumné práce doktoranda. Disertační práce přináší nové poznatky do oblasti teoretických rozborů výroby tvarových ploch s implementací povlaků nanášených metodou PVD s aplikací v lékařství.

Práce ukazuje a potvrzuje velký význam zkoumání této problematiky jak z pohledu teoretických výzkumů, které jsou základem pro praktické uplatnění, tak z pohledu okamžitého praktického ověření v praxi.

Předložená disertační práce se sestává ze 8 kapitol, které jsou členěny v logickém sledu a poskytují ucelený soubor informací. Teoretické základy kapitol týkající se lékařského pohledu na problematiku jsou obsáhle popisovány.

Praktická část disertační práce se dále sestává ze dvou základních experimentálních částí, které na sebe logicky navazují.

Při vypracování disertační práce autor využil známé a běžně používané postupy a metody zpracování vědeckovýzkumných problémů: analýzu problému, syntézu poznatků, návrh a realizaci experimentů, zpracování výsledků měření a jejich rozbor. Autorem navržené metody a postupy jsou korektní a respektují vývoj v dané oblasti. Metody zpracování disertační práce odpovídají technickému a technologickému vybavení fakulty a spřátelených pracovišť, na kterých byla experimentální práce vykonána. Metody zpracování jsou adekvátní pro zpracování disertační práce. Práce je svým rozsahem přiměřená, počet citované literatury je průměrem podobných vědeckých prací.

Soupis vlastních publikací autora není bohužel v práci uveden. Obecně dohledatelný rozsah vlastních publikací autora je standardní a vypovídá o progresivním přístupu a publikační činnosti autora. V databázích WOS je jako spoluautorem 7 záznamů, H-index 2.

Připomínky a poznámky k disertační práci

Formální úprava a přehlednost práce je na standardní úrovni. Následně jsou uvedeny formální připomínky, které však výrazně nesnižují odbornou úroveň práce.

Výčet připomínek k formální části práce:

- Seznam zkratk postrádá výčet názvů parametrů drsnosti povrchu a další chyby v jednotkách.
- Obrázky by měly být přeloženy z angličtiny do slovenštiny, ve které je práce napsána.
- Mnohdy je zbytečně a zdlouhavě popisována teorie měření, např. v Kap. 6.1. a obecné rozborů z lékařské pohledu .

Připomínky k obsahové části práce:

- V teoretické části práce bych očekával uvedení teoretických závislostí vybraných parametrů kvality povrchu v závislosti na dlouhodobou funkci totální kolenní endoprotézy, což při daném zaměření disertační práce pokládám za stěžejní.
- Uvedený závěr práce pouze na jediné straně je dosti nešťastný. Bývá zvykem u disertačních prací rozdělit a vyzdvihnout zvlášť praktické přínosy práce a zvlášť vědecké přínosy práce.

Otázky na disertanta:

1. Polyethylenový disk sloužící jako druhý kontaktní člen při zkoušce tření byl vyroben technologií soustružení. Svoji funkčností plochy tento disk neodpovídá funkčností plochy polyetylenové vložce vyráběné jinou technologií. Jakou technologii se polyethylenová vložka vyrábí? Jak byla odlišena jiná technologie výroby kontaktního člena u zkoušky tření, když bylo použito soustružení? Tedy jak byly odlišeny stopy po soustružení (kdy vzniklá specifická drsnost a vlnitost) při následném vyhodnocení u zkoušce tření?
2. 3D tiskem vyrobený indenter byl následně obrobený a vyleštěný, tak aby byly dosaženy geometrické a povrchové vlastnosti konvenčně vyráběného indentoru. Jaké parametry tedy byly dosaženy? V práci toto není uvedeno. Při snaze o srovnávání indentoru standardního a vyrobeného 3D tiskem pokládám za důležité, aby materiál indenterů a drsnost povrchů byly „relativně“ stejné. Ty přeci ovlivňují majoritně výsledky zkoušek tření.
3. Z jakého důvodu byly sledovány pouze parametry profilové drsnosti povrchu Ra a Rz a jeden plošný parametr Sa?
4. Vzorky v první části experimentu byly zhotoveny ve tvaru kvádrů. Tyto zjednodušené vzorky pak byly následně frézovány standardními frézovacími cykly rovinného frézování. Nabízí se však jiný postup, a to vytištění tvarových vzorků ve tvaru kloubu, které budou tvarově frézovány, broušeny a leštěny. Prosím o zhodnocení těchto dvou variant postupů.
5. Bylo provedeno zhodnocení minimálních rádiusů tvarové plochy s ohledem na použité průměry a zaoblení řezných hran fréz, které budou dokončovat tvarové plochy endoprotézy? Tuto informaci práce postrádá.

Dosažené výsledky a přínosy pro praxi

Disertační práce splnila zadané cíle. Práce potvrzuje a přináší nové poznatky do oblasti výroby komponentů femorální totální endoprotézy kolene.

Za hlavní přínos práce považuji uplatnění výsledku práce v oblasti návrhů povlaků na tvarovou část endoprotézy a jejich testování. Práce také shrnuje zdlouhavou předvýrobní fázi, která obsahuje několik fází převodu dat z magnetické rezonance do podoby vhodné pro

programování v CAM systému. Pro Customizaci, tedy výrobu endoprotézy pacientovi na míru, je nutné nalézt rychlejší a jednodušší převod dat při minimalizaci možných datových a i lidských chyb při zachování přesnosti modelu. Po 3D tisku z modelu vytvořeného v mnoha krocích z magnetické rezonance je v praxi kladen důraz na zvyšování geometrické přesnosti a kvality dokončených tvarových ploch. Děje se tak nejen výběrem vhodných technologických zařízení, ale také vhodných technologických postupů čerpajících z experimentálních prací obdobného typu.

Práce shrnuje poznatky pro teoretickou přípravu pro operaci dokončovacího tvarového frézování konvenčními strategiemi CNC frézování.

Práce bohužel pouze stručně nastiňuje možné navazující výzkumy, které by bylo záhodno vykonat.

Vyjádření k tézím disertační práce

Předložené téze na 36 stranách textu stručně popisují danou problematiku. Obsahují povinné části dle doporučeného členění.

Závěr

Vytýčené cíle byly v předložené doktorské disertační práci úspěšně splněny. Získané výsledky budou přínosem jak pro další rozvoj vědní disciplíny, tak využitelné v průmyslové a lékařské praxi. I přes uvedené připomínky má předložená disertační práce odpovídající úroveň, její výsledky jsou správné a využitelné a prokazují, že Ing. Matúš Varhaník je způsobilý tvůrčí vědecké práci, ovládá vědecké a experimentální metody a má odpovídající teoretické znalosti, kterých využil k získání nových poznatků při zpracování této disertační práce. Proto

DOPORUČUJI

doktorskou disertační práci Ing. Matúše Varhaníka k obhajobě a po jejím úspěšném absolvování udělení vědecké hodnosti Ph.D. ve studijním oboru „Strojírenská technologie“.

V Ostravě dne 17. 5. 2024

.....
prof. Ing. Marek Sadílek, Ph.D.

oponent disertační práce