

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд
за придобиване на образователната и научна степен "доктор" в
област на висше образование – **5. Технически науки**
професионално направление – **5.1. Машинно инженерство**
докторска програма – **Металорежещи машини и системи**

Автор: **маг. инж. Христо Христов Якимов**

Тема: „**ОБРАБОТВАНЕ НА ЗЪБНИ ПРОФИЛИ ВЪРХУ МАШИНИ С
ЦИФРОВО ПРОГРАМНО УПРАВЛЕНИЕ**”

Рецензент: **доц. д-р инж. Илия Георгиев Попов**, ТУ- София, ф-л Пловдив

Настоящата рецензия представям в качеството ми на член на научното жури, назначено със Заповед № 3-01-219 от 10.05.2023 г. на Ректора на Технически университет - Габрово.

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем

Дисертационният труд на маг. инж. Христо Христов Якимов на тема „Обработване на зъбни профили върху машини с цифрово програмно управление” е представен в 4 глави с обем 164 стр. и приложение.

Характерна особеност на съвременното машиностроене е тенденцията за цялостна интензификация и приложение на нови методи в дребното и средното серийно производство. Решението е внедряването на все по-сложни машини с цифрово програмно управление с все по-висока степен на концентрация на операциите.

Обработването на зъбни и други профилни повърхнини, които са твърде често срещани в изделията е трудоемка задача, свързана с обширен специализиран машинен парк, ниска гъвкавост и високи разходи. Конвенционалните зъбообработващи машини покриват стандартите за качество на зъбните колела, но невъзможността за концентрация на операциите, големите времена и разходи за обработване са определено предизвикателство.

Настоящият дисертационен труд е посветен на технологични задачи, свързани с приложението на метода зъбоструговане при обработването на зъбни профили върху струго-фрезови машини с цифрово програмно управление.

Приложението на този метод решава проблемите свързани с гъвкавостта, концентрацията, производителността и високите разходи за обработка. Това обуславя и научния интерес в областта на изследванията на метода зъбоструговане, което е основателна причина дисертационният труд да бъде определен като актуален.

2. Степен на познаване състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературния материал

В направения анализ на най-често използваните в машиностроенето зъбни и други профилни повърхнини и методите за обработването им е обърнато особено внимание на метода зъбоструговане, като особено перспективен за реализация върху съвременни машини с цифрово програмно управление.

В работата са използвани голям брой литературни източници - 105, като преобладаващата част са от водещи специалисти в областта. Литературните източници са предимно нови, около 70% са публикувани след 2000 г. Застъпени са също така и основополагащите в тази област автори от недалечното минало. От списъкът и цитиранията в текста се вижда, че авторът е много добре запознат със съвременните достижения на водещи фирми и учени в областта.

Въз основа на извършения анализ и направените изводи е формулирана целта на дисертационната работа – „Изследване на процеса зъбоструговане с оглед разкриване на възможности за приложението му върху струго-фрезови обработващи центри и оптимизиране на условията за неговата реализация“.

Коректно са дефинирани и основните задачи за постигането ѝ:

- Анализ на технологичните възможности на методите и оборудването за обработване на зъбни профили с оглед на параметрите производителност, точност и възможност за концентрация на операциите.

- Теоретично изследване на технологичните основи на процеса зъбоструговане с оглед приложението му върху струго-фрезови обработващи центри.

- Създаване на методика за профилиране на зъбостругови инструменти.

- Анализ на програмните възможности за реализиране на метода и съставяне на управляващи програми.

- Комплектоване на оборудване и реализиране на експериментални изследвания на процеса зъбоструговане върху струго-фрезов обработващ център.

- Моделиране на качествените параметри на процеса зъбоструговане и определяне на оптимални условия за неговата реализация.

3. Съответствие на избраната методика на изследване с поставената цел и задачи на дисертационния труд

Представените в работата изследвания са осъществени със съвременни и адекватни за решаване на поставените задачи методи и технически средства. Приложени са методи за моделиране, статистическа обработка и анализ на експерименталните резултати, планиране на експериментите и оптимизиране, посредством специализиран софтуер.

Доказана е технологичната възможност за реализиране на процеса зъбоструговане върху струго-фрезови обработващи центри. Обоснован е нов вариант на кинематиката на процеса, при който подаването е по направлението на зъба и не се налага корекция в ъгловата скорост. Анализирани са факторите на процеса и са обосновани изборът на инструмент и ъгъл на кръстосване. Построени са диаграми за избор на параметрите на режима на рязане при различни комбинации от фактори. Установени са препоръчителни области за използването на инструменти от металокерамика.

Предложен е работоспособен метод за профилиране на зъбостругови инструменти, основаващ се на използването на възможностите на съвременните CAD/CAE системи за автоматизация при моделирането, симулация на работата и анализи.

Решени са редица задачи свързани с реализирането и изследването на процеса зъбоструговане. Създадена е опитна уредба и съответното програмно осигуряване за изследванията. В съответствие с разработената методика са проведени серии от експерименти за оценка на влиянието на избраните фактори върху точностните показатели на обработените зъбни колела. Построени са адекватни регресионни теоретико-експериментални модели. Проведена е многоцелева оптимизация и е определена комбинация от стойности на управляващите фактори, при която се осигуряват най-добри показатели на качеството.

4. Кратка аналитична характеристика и оценка на достоверността на материала

Усвоените и използвани от автора методи и средства за аналитични и експериментални изследвания свидетелстват за постигнатите изисквания в образователен аспект и гарантират качество и достоверност на получените резултати.

5. Приноси на дисертационния труд

Работата е с ясно изразен научно-приложен характер. Открояват се две групи приноси:

Научно-приложни приноси:

- Обосновано е реализирането на нов вариант на кинематиката на процеса зъбоструговане при нарязване на наклонени зъби, при който подаването е по направление на зъба и не се налага корекция в ъгловата скорост.

- Обоснован е изборът и са построени диаграми за брой зъби на инструмента и ъгъл на кръстосване, осигуряващи препоръчителни режими при рязане.

- Доказана е работоспособността на метода зъбоструговане, осигуряваща $8^{\text{ма}} \div 12^{\text{та}}$ степен на точност.

- Построени са адекватни теоретико-експериментални модели за отклонението от профила на зъба, отклонението в направлението на зъба, натрупаната грешка на стъпката, най-голямата разлика в стъпката и грешката от радиално биене, отразяващи влиянието на ъгълът на кръстосване и подавателната скорост.

- Определени са оптимални условия за реализация на метода зъбоструговане чрез многоцелева оптимизация по концепцията за Парето оптималност търсене и метода на обобщената функция на полезност.

Приложни приноси:

- Установено е, че при модул по-голям от 1,5 mm е препоръчително използването на инструменти от металокерамика.

- Разработен е метод за графично профилиране, основаващ се на възможностите на CAD/CAE софтуер от среден клас, позволяващ построяване на зъбни профили, необходими при профилирането на зъбообработващи инструменти.

- Разработена е управляваща програма за реализация на метода зъбоструговане на базата на функцията "Електронна предавка".

- Разширени са технологичните възможности на клас машини с ЦПУ, които се внедряват интензивно в съвременното производство, чрез условия за прилагане на метода зъбоструговане.

6. Оценка за степента на личното участие на дисертанта в приносите

Считам, че постигнатите резултати са дело на докторанта под научното и методическото ръководство на неговите ръководители. Личното участие в разработката и провеждането на експерименталните изследвания е несъмнено. Доказателство за това са публикациите на докторанта.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд

Във връзка с дисертационния труд са представени 5 публикации, от които една е в съавторство с научните ръководители на докторанта а 4 са самостоятелни. Списъкът с публикации като брой, съдържание и качество, удовлетворява изискванията, посочени в Правилника за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в Технически университет – Габрово. Публикациите са в международни научни конференции (Национална конференция по машиностроене и машинознание гр. Варна, Научна конференция TechCo – Lovech 2018 г.). Цитирания на публикации по дисертационния труд не са представени.

8. Оценка на съответствието на автореферата с изискванията за изготвянето му

Авторефератът е разработен в обем от 36 страници, според изискванията за изготвянето му. Той отразява адекватно основните моменти и резултати, постигнати в дисертационния труд.

9. Забележки по дисертационния труд

Към дисертационния труд имам забележки по отношение по-големия обем на обзорната част, както и някои технически и редакционни пропуски по текстовата част. Считам, че работата би спечелила ако глава четвърта, поради големия си обем, се структурира в две други части. Едната - натурни и експериментални изследвания и измервания, а другата - моделиране и оптимизиране на процеса зъбоструговане.

Направените бележки не намаляват достойнствата на проведеното изследване, получените резултати и тяхната значимост за практиката.

11. Заключение

Считам, че представеният дисертационен труд отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България.

Постигнатите резултати ми дават основание да дам **положителна** оценка и да предложа на уважаемото Научно жури да присъди образователната и научна степен „**доктор**” на маг. инж. Христо Христов Якимов в:

област на висше образование - **5. Технически науки ;**

професионално направление - **5.1. Машинно инженерство;**

докторска програма - **Металорежещи машини и системи.**

08.06.2023 г.

Подпис: /п/

/доц. д-р инж. И. Попов/