

СТАНОВИЩЕ

върху дисертационен труд
за получаване на образователна и научна степен “доктор”

област на висше образование – 5. Технически науки

професионално направление – 5.1. Машинно инженерство

докторска програма – „Металорежещи машини и системи“

Автор на дисертационния труд: маг. инж. Христиан Йосифов Митев

Тема на дисертационния труд: “Проблеми при машиностроителното оборудване с паралелна кинематика“

Член на научното жури: доц. д-р инж. Асен Петков Найденов, заповед на Ректора на ТУ – Габрово 3-01-285/03.07.2020 г.

1. Характеристика на дисертационния труд

1.1. Актуалност

Възможността да се разработи ново поколение металорежещи машини със структура, много различна от класическата привлече в последните години огромен научен и конструкторски потенциал в полза на механизмите с паралелна кинематика (МПК). Всеки успешен проект на такава машина дава в ръцете на технолозите два – три пъти по-високи скорости на позициониране, много високи скорости на рязане, обработка на много сложни повърхнини. Такива успешни проекти има, но не са малко и проблемите, свързани с цената и с масовото им използване в модерното машиностроително производство.

За да се решат някои от тези проблеми се разработват и т.н. хибридни структури, в които класическата металорежеща машина с последователна кинематика се съчетава с един или няколко възела с паралелна кинематика. Целта е да се получи оптимално използване на предимствата на двата типа структури. Ясно е, че броят на възможните комбинации при такова съчетаване е огромен.

От изложеното до тук се вижда, че при ясно дефинирани цел и задачи на дисертационна работа в тази област, актуалността на темата не подлежи на съмнение.

1.2. Познава ли докторантът състоянието на научния проблем

Представеният списък на използвани литературни източници дава представа за общата информираност на докторанта за разработки, близки до

темата. Общият брой на цитираните източници е достатъчно голям – общо 135. Като се изключат няколко източника, използвани при въвеждане в използваната терминология, сред останалите заглавия преобладават статии и доклади, изнесени по време на тематични конференции, проведени на различни места в света. Посочени са и 12 сайта с най-нова информация. Източниците на кирилица са само 17, включени са почти всички български автори, писали на тема CNC-технологии. Присъстват и фирмени издания, информация от които е използвана при провеждане на изследванията.

Смятам, че докторантът познава достатъчно добре специализираната литература, свързана с темата на дисертацията. Използвал е литературните източници за изясняване на тезите, разработвани в докторската работа. Големият брой заглавия на латиница свидетелстват също за добра езикова подготовка.

1.3. Методика на изследването.

Основни характеристики на методите, използвани при проведените изследвания са комплексност и подчиненост на крайната цел. Докторантът умело е подбирал различни по типа си модели, за да извърши необходимите изследвания – геометричен при изследване на аналитични зависимости за предотвратяване на недопустими конфигурации на звената на МПК; виртуален модел в САД среда за изследвания на кинематични и динамични характеристики, за изследвания на формата на работната зона, на функционални зависимости между работната зона и конструктивни параметри на МПК. Разработен е и теоретико-експериментален модел за изследване на точността на позициониране във функция на натоварването по ос Z и от положението в работната зона (в среда на MATLAB).

Заедно с проведените теоретични изследвания докторантът е проявил конструкторски знания и умения при разработването на задвижване, на система за управление, базирана на PLC-структура.

За настройка параметрите на Fuzzy PID регулатора са решени оптимизационни задачи, отново в среда на MATLAB. Така, освен че е комплексна, използваната методология е на добро научно ниво.

1.4. Кратка характеристика на материала, върху който са формулирани приносите

1.4.1. Структура

Основните тези, разработени в дисертационния труд са представени в четири, предхождани от една обзорна глава.

Обзорната глава обхваща тематично насочен преглед на МПК, от гледна точка на приложимостта им като цялостна структура или като възел от металорежеща машина. Подробно и компетентно са оценени предимствата и недостатъците на няколко основни типа МПК. Направени са изводи и е избран един от тях, който е

развит и изследван в следващите глави. Тук е формулирана основната цел на работата, както и на пет конкретни, взаимно свързани задачи, чрез изпълнението на които се постига поставената цел.

Както целта, така и задачите са формулирани ясно и са достатъчно конкретни. Обемът на обзорната част е 43 страници текст, фигури и таблици, малко по-вече от 25 % от общия обем на работата.

1.4.2. Извършена работа

Същинската част на дисертационния труд, върху която са формулирани приносите, е описана в четири глави – от втора до пета:

Глава Втора: конструкторските дейности по подготовка на изследванията е съсредоточена тук.

При конструирането са използвани както класически методи, така и параметрично проектиране на базата на виртуален модел на линапод в CAD среда на Autodesk Inventor. Разработени са оригинални стави за връзките между платформата и лостовете с постоянна дължина. Сглобен е физически модел на линапод, подходящ за извършване на изследвания в реална среда.

Глава Трета е посветена на важни изследвания за решаване на правата кинематична задача на МПК, установяване на забранени конфигурации при позициониране на модулите за линейно преместване, на процеса за нулиране. Използван е математически модел на геометрията на линапода. Разработен е алгоритъм за установяване на критичния ъгъл между лоста и линейния модул, който гарантира стабилна работа на МПК.

Глава IV е свързана със системата за управление. Направена е сравнителна оценка на няколко типа управляващи системи, няколко типа двигатели за подавателните задвижвания и управлението за тях. Импортиран е 3D-моделът на линапод за изграждане на Simulink model в среда на MATLAB. Проектиран и настроен е Fully PID – регулатор за задвижванията по трите оси. Аргументирано са подбрани двигатели за тях.

Глава Пета показва практическите резултати от всички дейности, описани в предходните глави. Вижда се формата на работната зона на МПК, изследвани са условията за сингулярност на основните функции, кинематични ограничения, динамични изследвания. Изследвана е точността на позициониране, особено на характерната нелинейна зависимост между позицията в работната зона и задвижващия въртящ момент. Създаден е алгоритъм, който чрез допълнителни ограничения гарантира, че няма да се получи сингулярност или излизане извън допустимото координатно пространство. Изследвани са основните фактори, които определят полето на девиация при позициониране. Резултатите са поднесени прегледно и ясно чрез графики и таблици.

2. Приноси на дисертацията

Приемам, че част от заявените приноси имат научно – приложен характер, именно:

1. Създаден е математически модел на линапод, отразяващ зависимостта между координатите на центъра на подвижната платформа и положението на задвижващите модули, чрез използване на който са определени аналитични условия, предотвратяващи недопустими конфигурации на звената на механизма, водещи до разрушаването му.
2. Създадени са виртуален модел в графична CAD среда от високо ниво Autodesk Inventor, като са използвани методите на параметричното проектиране, както и реален модел на механизъм с паралелна кинематика (тип линапод), които позволяват провеждането на изследвания, свързани с проектиране, компютърни симулации на кинематични и динамични характеристики, технологични приложения и други проблеми при този вид оборудване.
3. Разработена е методика за визуализиране на работната зона на механизми с паралелна кинематика в CAD среда. Изследвана е формата на работната зона за избраната конструкция механизъм с паралелна кинематика, дефинирани са характерните ѝ зони и е обосновано технологичното им значение. Установени са функционални зависимости между размерите на работната зона и конструктивните параметри на избраната конструкция механизъм с паралелна кинематика.
4. Изследвани са зависимостите между скоростите и натоварванията на крайното звено и задвижващите модули и е установен нелинейният им характер.
5. Предложена е методика за изследване на полето на разсейване при позициониране на изследвания механизъм с паралелна кинематика в работната зона, чрез прилагане на която е построен адекватен теоретико-експериментален модел, описващ точността на работа на изследвания линапод в зависимост от натоварването във вертикална посока и позицията в работното пространство.

Приемам също, че останалата част от заявените приноси имат приложен характер:

6. Разработено е задвижване на механизъм с паралелна кинематика, включващо високомоментни двигатели и тиристорни преобразуватели.
7. Създадена е система за управление на механизъм с паралелна кинематика, базирана на PLC структура и осигуряваща условия за изследвания на кинематиката и динамиката на механизма, както и прилагането на нови алгоритми за управлението му.

3. До каква степен дисертацията и приносите са лично дело на докторанта

При решаване на поставените в глава първа задачи докторантът е използвал фирмена литература и публикации, които са цитирани добросъвестно в текста. Резултатите, за които са заявени приноси са дело само на докторанта. Това включва създаване на описаните по-горе математически, виртуални и физически модели, извършените изследвания, представяне на резултатите. При публикуване на тези резултати съответните доклади и статии имат за автор само докторанта, докторанта и негов ръководител или докторантът има водещо участие при формиране на темата им.

4. Публикации по дисертацията

Съществени части от дисертационния труд са публикувани в общо пет публикации. Една от тях е самостоятелен доклад пред международна конференция в Йорк, Англия през 2014г. и отразява голяма част от дисертационния труд, чрез описания на управляващата система. Друга съществена част, свързана със синтезирането на ПИД регулатор в управлението, е докладван в съавторство с ръководител на докторанта пред научен форум в Кавала, Гърция през 2015г. Останалите три публикации са доклади, изнесени в съавторство на конференциите УНИТЕХ'12 и УНИТЕХ'14 в Габрово и статия, публикувана в сборник „Дни на механиката“ във Варна през 2017г., също в съавторство.

Смятам, че основните тези в докторската работа са публикувани в достатъчен обем и са достъпни за заинтересованите.

5. Цитирания

Не ми е известно резултати от докторската работа да са цитирани в други разработки.

6. Приложимост на резултатите от дисертационния труд

Нуждата от конкретни и достоверни данни, свързани с функционалните зависимости, формата и обема на работната зона, точност на позициониране и останалите въпроси, изследвани и обсъждани в работата е посочена още в обзорната част. Получените данни са градивен материал при включване на възел с МПК в състава на хибридна металообработваща машина или при създаване на нова машина с подобна структура, предназначена за конкретна цел в машиностроенето.

7. Автореферат и авторска справка

Авторефератът е разработен в обем от 36 страници и напълно отговаря на изискванията. Смятам, че той адекватно отразява целта, задачите, съдържанието, авторската справка за приносите и публикациите по дисертацията.

8. Лични впечатления от докторанта

Познавам инж. Христиан Митев от началото на работата му по този дисертационен труд. Познавам и работата му в катедра МТТ от момента на постъпването му на длъжност „асистент“. Личните ми впечатления са, че той притежава присъщите на изследовател и научен работник качества: отлична работоспособност, аналитичност, чувство за отговорност и способност за работа в екип.

9. Общи забележки и препоръки

Към дисертационния труд в този му вид нямам съществени забележки, а с несъществените докторантът се е съобразил. Препоръчвам на инж. Х. Митев да търси и му пожелавам да намери приложение на резултатите от този труд в реална металорежеща машина.

10. 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 предложи** да бъде придобита образователната и научна степен „доктор“ от маг. инж. Христиан Йосифов Митев в област на висше образование - 5. Технически науки, професионално направление - 5.1. Машинно инженерство, докторска програма - Металорежещи машини и системи.

06.08.2020 г.

Член на научното жури: /п/

гр. Габрово

(доц. д-р инж. Асен Найденов)