

## 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“

Научна специалност: „Металорежещи машини и системи“

направление: „Технология в машиностроенето и металорежещи  
машини:

Автор: инж. Мадлена Васкова Жилевска

Тема: Модернизация на клас фрезови машини

Научен ръководител – доц.д-р. инж. Йосиф Митев Митев

Рецензент: доц. д-р.инж. Георги Иванов Иванов

Определен за рецензент съгласно Заповед No 3 01-20

от Ректора на ТУ -Габрово, 24.01.2017г

Дисертационният труд се състои от въведение, пет глави, приложение, използвана литература, списък на публикациите по труда в общ обем от 130 страници, съдържащ текст, 27 фигури, 21 таблици и две приложения, включващи електро схемите за управление на релейната и контакторна част и ладер диаграмите за управление работата на програмируемия логически контролер за периферните устройства и 4 удостоверения за участие на автора при модернизацията на фрезовите машини в производството. Цитирани са 86 литературни източника, от които 63 на латиница и 23 на кирилица. По труда са направени 5 научни публикации. Номерата на фигурите, таблиците и литературните източници в автореферата съвпадат с тези от дисертацията.

### 1. Актуалност на дисертационния труд

Машиностроенето се явява основен сектор в българската икономика. Той е предимно експортно ориентиран, а негов най-голям пазар са страните от Европейския съюз. Водещите търговски партньори на българските машиностроителни предприятия са фирми от Германия, Италия, Франция. Техническото и технологично развитие и обновяване на бранша зависят

изключително от възможностите за реализиране на съвместни проекти и производствена дейност с европейски фирми, от стабилността и разширяването на потребностите на европейския пазар.

Членството на България в ЕС и достъпът до европейския пазар имат определящо значение за формиране на производствената и продуктова структура и пазарната политика на българските машиностроителни предприятия. Външните пазари и преди всичко пазарът в ЕС са определящи за развитието на българското машиностроене.

Едно от главните направления за модернизация на съвременната икономика се явява иновационната дейност. Машиностроенето е естествена среда за иновационни търсения и инициативи и постоянен източник на иновационни решения.

Едновременно с това развитието на технологичния процес налага производството на все по сложни изделия. Всичко това води до нуждата от разработването на все по сложни и обемни управляващи програми за машините с ЦПУ.

Докторантът при зачисляването си с решение на КС на катедра МГТ при ТУ-Габрово е насочил своето внимание към научно-изследователска работа, свързана с клас фрезови машини, към които е добавен допълнителен фиксиращ модул, разработване на надеждна логическа схема с цел автоматизация на технологичния процес и изследване на изграждащите ги подсистеми.

## 2. Обзор на цитираната литература

В дисертационната работа е направен задълбочен обзор и анализ на използваните в машиностроенето металорежещи машини с ЦПУ, компоновки, координатни системи, технологични възможности, приложимост. Изследвани са възможностите за повишаване на производителността, разширяване на технологичните възможности на металорежещите машини с ЦПУ, повишаване на надеждността и ремонтпригодността на технологичното оборудване. Изследвани са възможностите на системите за ЦПУ на металорежещите машини, техните технологични възможности. Проучени са възможностите за приложение на програмируемите логически контролери към

системите за ЦПУ при разглеждания клас фрезови машини.

В обзора са включени голям брой съвременни публикации, както и класически трудове в разглежданите области. Специално внимание е обърнато на въпросите, отнасящи се до конструиране, приложение, поддържане и ремонт, надеждност и модернизация на ММ. Разгледани са принципите за електрозадвижване и системите за управление на ММ с ЦПУ, възможностите и управлението на сервозадвижванията. Изследвани са възможностите, структурата и областта на приложение на програмируемите логически контролери. Проучени са каталожните

данни и ръководства за обслужване на ситемите за ЦПУ на фирмата „Фанук“, предимствата и областта за приложението им в технологичното обзавеждане на разглеждания клас фрезови ММ с ЦПУ.

Методика на изследване

За постигане на целта на дисертационната работа, задачите са изпълнени в следните етапи:

-теоретичен етап ( изследване и анализ на компоновката, структурата, производителността, точността на обработката, надеждността, ремонтпригодността на ММ с ЦПУ: възможностите, структурата, комуникацията и областта на приложение на ЦНЦ системите за дадения клас фрезови машини; предназначението, структурата, комуникацията на програмируемите логически контролери със ЦНЦ системата на фрезовите машини; връзки и управление на периферните устройства на фрезовите машини посредством програмируемия контролер и ЦНЦ системата на фрезовата машина: предназначение и приложение на сервозадвижванията на работните органи и тяхното управление от програмируемия контролер и ЦНЦ системата на фрезовите машини; изследване и обосноваване необходимостта от въвеждането на допълнителен фиксиращ делителен работен орган (въртяща маса), за разширяване технологичните възможности на фрезовите машини с ЦПУ.

-емпиричен етап(провеждане на експерименталните работи; модернизация и внедряване в производството на два модела фрезови машини с ЦПУ на допълнителен фиксиращ модул за ъглово делително движение ; изследване в производствени условия на производителността, точността на обработката, експлоатационната надеждност и ремонтпригодност на внедрените в производството машини;

-аналитичен етап ( обработване и анализ на резултатите от първите два етапа).

Използвани са теоретични и експериментални методи за изследване. Получените резултати по моя преценка са обективни и адекватни.

Кратък анализ на дисертацията

Глава 1. Литературен преглед

Направен е анализ на съвременните металорежещи машини, като са изтъкнати високите изисквания спрямо тях по отношение на работната им точност, производителност, надеждност, енергопоглъщаемост, ремонтпригодност.

Целта на дисертационната работа е изследване на клас фрезови машини с ЦНЦ управление. В тази връзка са разгледани особеностите при осъществяване на технологичния процес фрезване, като са разяснени формообразуващите движения

на работните органи при процеса фрезование. Разгледани са скоростния и подавателни преводи, режимите на рязане и основните параметри при процеса фрезование. Обяснена е архитектурата и структурата на управление на основните работни органи в комплекса ММ с ЦПУ, периферните устройства и компонентите на системата за ЦПУ. Направена е класификация на фрезовите машини и са дадени особеностите на разглеждания клас фрезови машини. Обоснована е наложителната необходимост от модернизация на разглеждания клас фрезови машини. По този начин се обосновава необходимостта от модернизиране на съществуващите трикоординатни машини чрез добавяне на допълнителни механизми, като целта е да се разширят технологичните възможности на машината и да се осигури възможност за обработка на детайли със значително по-сложни геометрични форми. Дадени са шестте ключови характеристики, на които трябва да отговаря

софтуерната и хардуерната архитектура на една система, а именно- модулност, производствена гъвкавост, интегрируемост, конвертируемост, функционалност, пренастройваемост и диагностируемост. Въз основа на тези изисквания са направени избор на система за цифрово-програмно управление, разработка на логическа схема на фрезовите машини, логически програмируем

контролер, въвеждане на допълнителен фиксиращ модул, който позволява ъглово позициониране на детайла.

## Глава 2

Представена е системата за цифрово програмно (СЦПУ) като широко използвана за управление на всички отделни възли и компоненти в металорежещите машини, с изключение на системата за електрозадвижване. Като основен елемент за управление на всички части в СЦПУ се явява процесорът. Той използва оперативната RAM памет, с която комуникира постоянно, а неговата работа се осъществява по определена базова програма, записана в ROM паметта от производителя. В СЦПУ съществува и блок с CMOS RAM памет, в която се съхраняват детайл програмите, параметрите, както и необходимите таймери, използвани в разработването на логическата схема на съответната машина- ладер диаграма. Ладер диаграмата се записва в програмируемия логически контролер на EPROM памет чрез специализиран за всяка СЦПУ програматор. Тя дава възможност за формиране на различни логически функции, защиты и блокировки.

Системата за ЦПУ дава възможност за използване на входни и изходни сигнали, чрез които се следят различни датчици, бутони и др.

Базовата програма изисква използваните входни и изходни сигнали от програмируемия логически контролер да бъдат записани на точно определено място в СЦПУ. Те са означени като PC – NC и NC -PC.

Разработена е блоковата схема на СЦПУ, в която са дадени градивните елементи на СЦПУ, интерполатора за управление по три координатни цифрови оси, блоковете

за сервоуправление, процесора със съответните RAM памет, Оперативна RAM памет и ROM паметта, програмируемия логически контролер, входно-изходните сигнали, пулта за управление и програматора.

В съответствие с разработената блокова схема са съставени електрическите схеми, създаден алгоритъм за разработка на логическа схема на металорежещи машини, направен е избор на проблемно ориентиран език, избор на команди, проманливи и отчитане на защитите. Уточнени са базовите сигнали за СЦПУ, входно-изходните сигнали и междинните условия. Изчертани са релейната и таблична части.

### Глава 3

#### Изследване надеждността на фрезовите машини

Разяснени са високите изисквания, които се поставят пред съвременните машини по отношение на тяхната работна точност, производителност, надеждност, енергопоглъщаемост, ремонтпригодност. Това са взаимно свързани елементи, които трябва да бъдат отчетени при проектирането на фрезовите машини, както и при тяхното изследване.

Надеждността е комплексно свойство, което включва в себе си или в съчетание свойствата безотказност, трайност, съхраняемост и ремонтпригодност.

Представен е процеса на машинната обработка от системата за компютърно проектиране и производство (CAD/CAM) до действителното формообразуване на детайла, който се характеризира с така наречения „алгоритъм при процес на машинна обработка“. Показана е общата функционална схема на този алгоритъм и са обобщени последователно стъпките, като се започва с проектирането на детайла с (CAD) частта, компютърното автоматизирано

производство с (CAM) частта, преобразуваща геометричните данни от (CAM) частта в разбираем код на машината, наречен „програмна част“.

Частта „управление и задвижвания“, анализира кода на програмната част, проектира оптимални траектории (по позиция, скорост, ускорение) за съответните оси и осигурява тяхното задвижване с необходимите сигнали за управление.

„Програмната част“ се въвежда в металообработващата машина и след механична обработка се оформя желаната контур на детайла.

Общата надеждност на фрезовите машини от разглеждания клас се определя от безотказната и ефективна работа на всички подсистеми, които я изграждат.

Проведените експериментални изследвания отчитат работата на всички подсистеми, изграждащи машините от разглеждания клас. Данните са получени

от „Дневник“ на фирми при работа от 5 години при различни натоварвания.  
Таблица 3.7 представя резултатите, получените от експериментални изследвания.

#### Глава 4

Тук е обоснована необходимостта от модернизация на разглеждания клас фрезови машини. Те разполагат с три цифрови оси за праволинейни подавателни движения по координатните цифрови оси  $x$ ,  $y$ ,  $z$  и една въртяща се цифрова ос  $C$  на главното вретено от скоростния превод. Тези оси се задвижват от различни постоянноточкови и променливоточкови електрозадвижвания.

Въртящите се координати значително разширяват функционалните възможности на фрезовите машини, увеличават производителността и точността на обработката. Тези оси осъществяват ъглово позициониране на детайла и дават възможност за обработка с висока точност.

Добавянето на управляеми въртящи се оси към фрезовите машини изисква и внедряване на съответни електрозадвижвания. Това води до значително оскъпяване на цялата машина поради наличието на допълнително използвани двигатели, силови преобразуватели, датчици за път, както и необходимост от по-сложна система за ЦПУ.

Нуждата от твърдо позициониране на детайла на строго фиксиран ъгъл през 30 градуса довежда до търсене на по-евтини и надеждни решения с практическо приложение.

При модернизацията на този клас фрезови машини се въвежда допълнителен фиксиращ модул.

За управлението на допълнителния фиксиращ модул е разработена принципна електросхема и пулт за ръчно превключване на зададена позиция (ъгъл на завъртане), който се задава с галетен превключвател.

Основен недостатък тук се явява липсата на автоматизирано управление от системата за ЦПУ.

Този недостатък се отстранява, с добавянето на системата за ЦПУ за управление на фиксиращия модул, с което се осигурява възможност за:

- автоматизиране на технологичния процес;
- намаляване времето за обработка на детайла;
- повишаване на точността;
- увеличаване производителността на машината.

За да се използва системата за ЦПУ като управляващ елемент е разработена ладер диаграма , която е добавена на точно определено място в общата релейна част на машината. Уточнени са входно/изходните сигнали и междинните условия.

При разработката на ладер диаграмата са изчертани релейната и таблична части, изследвана е логическата схема на работа за определено периферно устройство.

Осъществена е практическа реализация на въведения модул, която е свързана с обработка на детайли със значително по-сложна геометрична форма и завишени изисквания за успоредност и перпендикулярност.

## Глава 5

### Изследване на периферните устройства на фрезовите машини

В последният етап от разработването на логическата схема за разглеждания клас фрезови машини е съставена табличната част, отговаряща на релейната схема, показана в Приложение 2 (П2).

Изследвана е работата на периферните устройства на разглеждания клас машини, свързани с:

- блок за инструментален магазин (БИМ);
- блок режими (БР);
- блок хидравлика (БХ);
- блок за дозаторно мазане (БДМ);
- блок за охлаждане (БО);
- блок за задвижване по координатните оси x, y, z (BZO);
- блок за главно задвижване (БГЗ);
- блок аларми (БА);
- блок нулеви точки по координатните оси (БНТ);
- блок импулсен генератор (БИГ);

Разработени са гама фрезови машини, в които са приложени резултатите от представената ладер диаграма. Машини от разглеждания клас са внедрени в следните фирми: „Балкан“ гр. Ловеч, „Алфа 3“ -гр. Плевен и други.

Приноси на дисертационния труд

По моя преценка приносите могат да се класифицират както следва:

#### 5.1. Научни приноси:

В дисертационния труд не забелязах ясно дефинирани научни приноси, но мисля, че те не се изискват за подобна разработка.

8

#### 5.2. Научно -приложни приноси:

Към тези приноси се отнасят резултати, надхвърлящи традиционно приетия обем на проведени изследвания и внедряване, както и съответните резултати, постигнати от тях. Приемам като научно-приложни приноси следните:

Направената подробна класификация на фрезовите машини по редица съществени признаци.

Предложеният алгоритъм за разработка на ладер диаграма на металорежещи машини, отчитащ разработения пулт за управление, изискванията на потребителя и специфичните особености на подсистемите, които ги изграждат.

Изследвана е надеждността на работа на машините от разглеждания клас с цифрово-програмно управление.

#### 5.3 Приложни приноси:

Въведен е допълнителен фиксиращ модул, който разширява възможностите, подобрява точността и осигурява по-висока производителност на разглеждания клас машини.

Реализирано е автоматизирано управление на фиксиращия модул, посредством системта за ЦПУ.

Разработена е надеждна логическа схема на фрезовите машини от разглеждания клас, която подобрява работата, увеличава експлоатационния живот и намалява разхода на енергия на всички периферни устройства.

Разработени са гама фрезови машини, в които са приложени резултатите от представената ладер диаграма. Машините от разглеждания клас са внедрени във фирмите: „Балкан“ -гр. Ловеч, „Алфа 3“ -гр. Плевен и други.

Публикации по дисертационния труд



Основните резултати от дисертационния са изложени общо в 5 публикации - 4 доклада (от 1 до 4) в български списания и публикация 5 в сп. „Научни известия на НТС по машиностроене, кн.8“. Четири от публикациите (1,2,3,4) са с един съавтор и една 5 е самостоятелна.

Считам, че броят на публикациите по дисертационния труд отговаря на изискванията на Правилника за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в ТУ-Габрово.

#### 7.Авторство на получените резултати

От рецензираната докторска работа мога да характеризирам ас. инж. Мадлена Жилевска като вече подготвен и изграден научен работник в областта на технология на машиностроенето и металорежещи машини. От стила на работа се чувстват готовност за упорит труд, активност и стремеж към усъвършенстване. Постигнатите резултати и приноси са лично постижение на докторанта, под ръководството на научния си ръководител.

#### 8.Критични оценки, въпроси, забележки и препоръки

При внимателния прочит на дисертацията се забелязват и някои редакционни неточности и незначителни грешки.

Например:Въртеливото движение на инструмента осигурява скоростта на рязане при фрезоване. Необходимите обороти се предават на инструмента от вретеното на фрезовата машина. В дисертацията е записано като „шпиндел“. Това наименование е получило полярност у нас от немски език.

Забелязаните неточности и грешки не намаляват качеството на извършената работа и стойността на получените резултати и приноси.

Към принципните постановки, залегнали в основата на извършената работа имам препоръка. Допълнителния фиксиращ модул за въртеливо делително движение да бъде заместен с цифрова ос „С“, която осъществява както делително въртеливо движение, така и въртеливо подавателно движение, управлявана от системата за ЦПУ.

Тази въртяща маса с цифрова ос „С“ разширява технологичните възможности на фрезовата машина, като освен делителните движения при обработката на детайла позволява и обработката на детайли с винтови стружкови канали, винтови канали на барабанни гърбици, профили с архимедова спирала на дискови гърбици.

#### Заклучение

Въз основа на доброто познаване на състоянието на изследваната област докторантът е формулирал ясно целта на изследванията и убедително е обосновал

начините за постигането и. При решаването на сложните задачи в дисертацията докторантът е проявил необходимите задълбоченост и ерудиция при провеждане на изследванията. Факт е, че добрата му практическа, инженерна и компютърна подготовка са допринесли а успешното справяне с амбициозните задачи на дисертационната работа.

Въз основа на всичко изложено в рецензията дотук считам, че представенят ми за рецензиране дисертационен труд отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България. Постигнатите резултати ми дават основание да оценя положително рецензирания дисертационен труд и да предложа на Уважаваните членове на Научното жури да присвоят на ас. инж. Мадлена Васкова Жилевска образователната и научна степен „Доктор“ от област на висше образование -5. Технически науки професионално направление – 5.1. Машинно инженерство специалност – Технология на машиностроенето и металорежещи машини.

03.04.2017 г.

Габрово

Рецензент :

**Заличено обстоятелство,  
на основание чл.2 от ЗЗЛД**

/доц. д-р инж. Г. Иванов/