

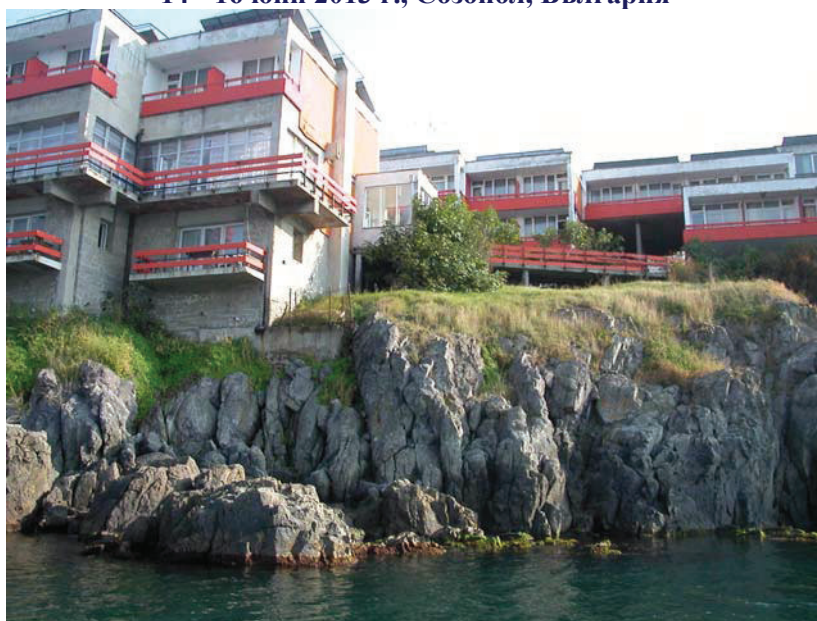


ISSN 1311-0829

ГОДИШНИК НА ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ-СОФИЯ

Том 63, книга 2, 2013

МЕЖДУНАРОДНА КОНФЕРЕНЦИЯ АВТОМАТИКА'2013, ФА
юбилей "50 ГОДИНИ ОБУЧЕНИЕ ПО АВТОМАТИЗАЦИЯ НА ПРОМИШЛЕННОСТТА"
14 - 16 юни 2013 г., Созопол, България



PROCEEDINGS OF TECHNICAL UNIVERSITY OF SOFIA

Volume 63, Issue 2, 2013

INTERNATIONAL CONFERENCE AUTOMATICS'2013, FA
Anniversary "50 YEARS EDUCATION IN INDUSTRIAL AUTOMATION"
June 14 - 16, 2013 , Sozopol, Bulgaria

ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ - СОФИЯ

ФАКУЛТЕТ АВТОМАТИКА

форум
„ДНИ НА НАУКАТА НА ТУ-СОФИЯ“ Созопол'2013

юбилей
“50 ГОДИНИ ОБУЧЕНИЕ ПО АВТОМАТИЗАЦИЯ НА ПРОМИШЛЕННОСТТА“

МЕЖДУНАРОДНА КОНФЕРЕНЦИЯ АВТОМАТИКА'2013, ФА

Созопол 14.06. - 16.06.2013

ПРОГРАМЕН КОМИТЕТ

председател

проф. д-тн, д.х.к. **Емил Николов**

зам. председател

проф. д-р **Тодор Йонков**

членове

чл. кор. проф.	д-тн	Петко Петков
проф.	д-р	Снежана Йорданова
проф.	д-р	Валери Младенов
проф.	д-р	Емил Гарипов
проф.	д-р	Живко Георгиев
проф.	д-р	Михо Михов
проф.	д-р	Пламен Цветков
доц.	д-р	Васил Гълъбов
доц.	д-р	Снежана Терзиева

ОРГАНИЗАЦИОНЕН КОМИТЕТ

председател

доц. д-р **Александър Ищев**

зам. председател

гл. ас. д-р **Антония Панделова**

членове

доц. д-р	Симона Филипова-Петракиева
доц. д-р	Евтим Йончев
доц. д-р	Цоньо Славов
гл. ас. д-р	Станислав Енев

ТЕХНИЧЕСКИ КОМИТЕТ

координатор

гл. ас. д-р **Антония Панделова**

системен администратор

гл. ас. д-р **Георги Ценов**

организационен секретар

маг. инж. **Мария Духлева**

TECHNICAL UNIVERSITY - SOFIA

FACULTY OF AUTOMATICS

Forum

„DAYS OF SCIENCE OF TU-SOFIA“ Sozopol'2013

Anniversary

“50 YEARS EDUCATION IN INDUSTRIAL AUTOMATION“

INTERNATIONAL CONFERENCE

AUTOMATICS'2013, FA

June 14 - 16, 2013, Sozopol, Bulgaria

PROGRAM COMMITTEE

chair of PC

Prof. DSc, Dh.C. **Emil Nikolov**

vice chair of PC

Prof. PhD **Todor Yonkov**

members of PC

Corresponding Member of BAS	Prof. DSc	Petko	Petkov
	Prof. PhD	Snejana	Yordanova
	Prof. PhD	Valeri	Mladenov
	Prof. PhD	Emil	Garipov
	Prof. PhD	Jivko	Georgiev
	Prof. PhD	Mikho	Mikhov
	Prof. PhD	Plamen	Tzvetkov
Assoc. Prof.	PhD	Vassil	Galabov
Assoc. Prof.	PhD	Snejana	Terzieva

ORGANIZING COMMITTEE

chair of OC

Assoc. Prof. PhD **Alexandar Ichtev**

vice chair of OS

Assist. Prof. PhD **Antonia Pandelova**

members of OC

Assoc. Prof.	PhD	Simona	Filipova-Petrakieva
Assoc. Prof.	PhD	Evtim	Jonchev
Assoc. Prof.	PhD	Tsonio	Slavov
Assist. Prof.	PhD	Stanislav	Enev

TECHNICAL COMMITTEE

coordinator

Assist. Prof. PhD **Antonia Pandelova**

system administrator

Assist. Prof. PhD **Georgi Tsenov**

organizing secretary

Mag. Eng. **Maria Duhleva**

НЯКОИ ПРОБЛЕМИ ПРИ МОДЕРНИЗАЦИЯТА НА ЕДИН КЛАС ФРЕЗОВИ МАШИНИ

Марин Жилевски

Резюме: В работата са анализирани проблемите при модернизацията на един клас фрезови машини. Формулирани са основните изисквания при задвижването на съответните координатни оси и са предложени някои решения за тяхното реализиране. Представени са експериментални резултати от проведени изследвания.

Ключови думи: многокоординатни електрозадвижвания, модернизация, допълнителни координатни оси, фрезови машини.

SOME PROBLEMS IN MODERNIZATION OF A CLASS OF MILLING MACHINES

Marin Zhilevski

Abstract: The problems in modernization of a class of milling machines are analyzed in this paper. The main requirements for driving of the coordinate axes are formulated and some solutions for their implementation are offered. Some results from experimental studies are presented.

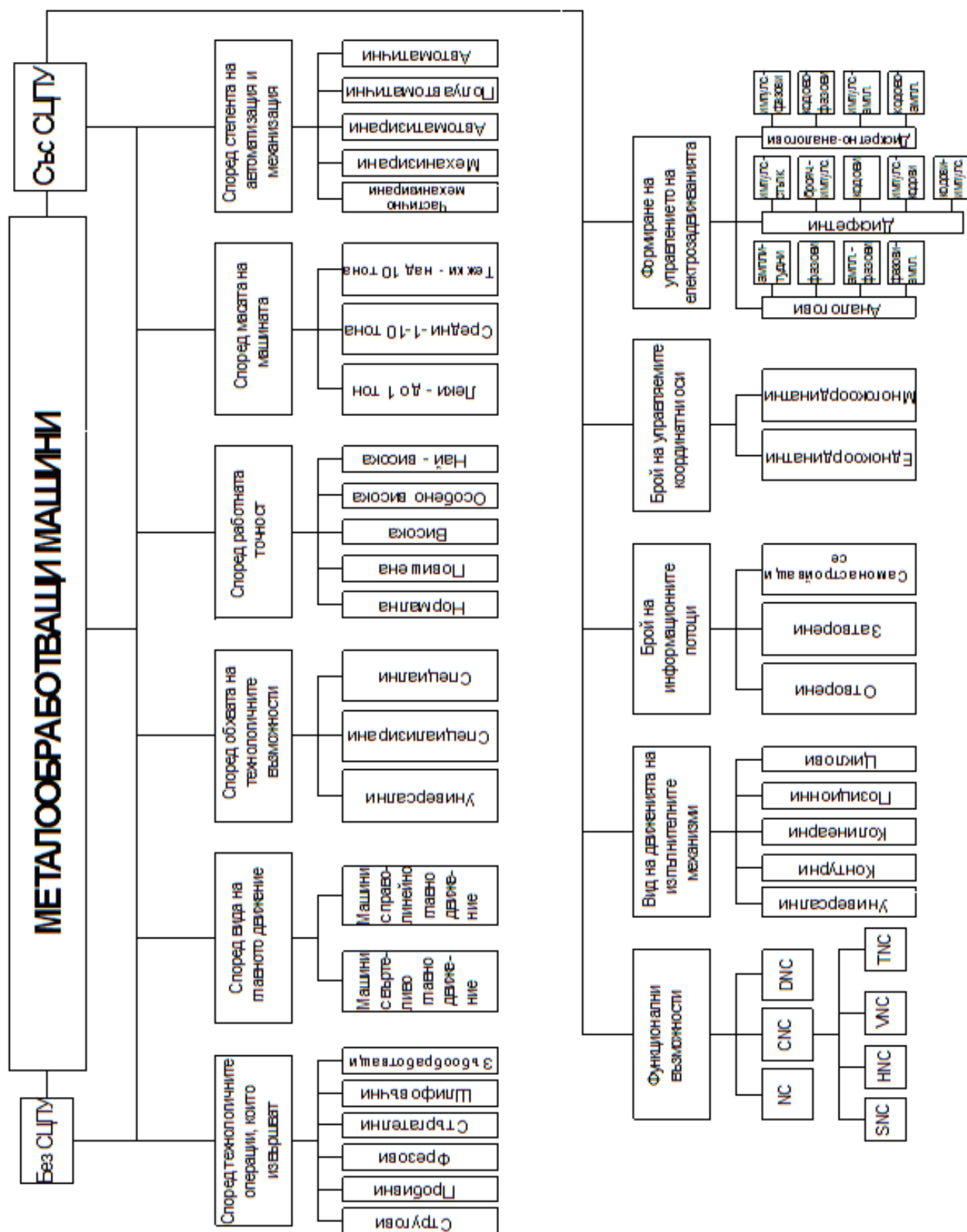
Keywords: multi-coordinate electric drives, modernization, additional coordinate axes, milling machines.

1. Въведение

При модернизацията на един вид фрезови машини се въвежда допълнителна управляема координатна ос. Тя се реализира посредством въртяща се маса, осъществяваща ъглово преместване в двете посоки. С добавянето на тази управляема координата се цели да се разширят възможностите на тези машини за обработка на по-сложни детайли, а също така и повишаване на производителността. Резултати от изследванията на различни видове електрозадвижвания за някои от координатните оси са представени в [3], [4], [5] и [6].

В тази работа са анализирани изискванията при управлението на всички координатни оси и са формулирани основните проблеми, свързани с осъществяваната модернизация на разглеждания клас машини.

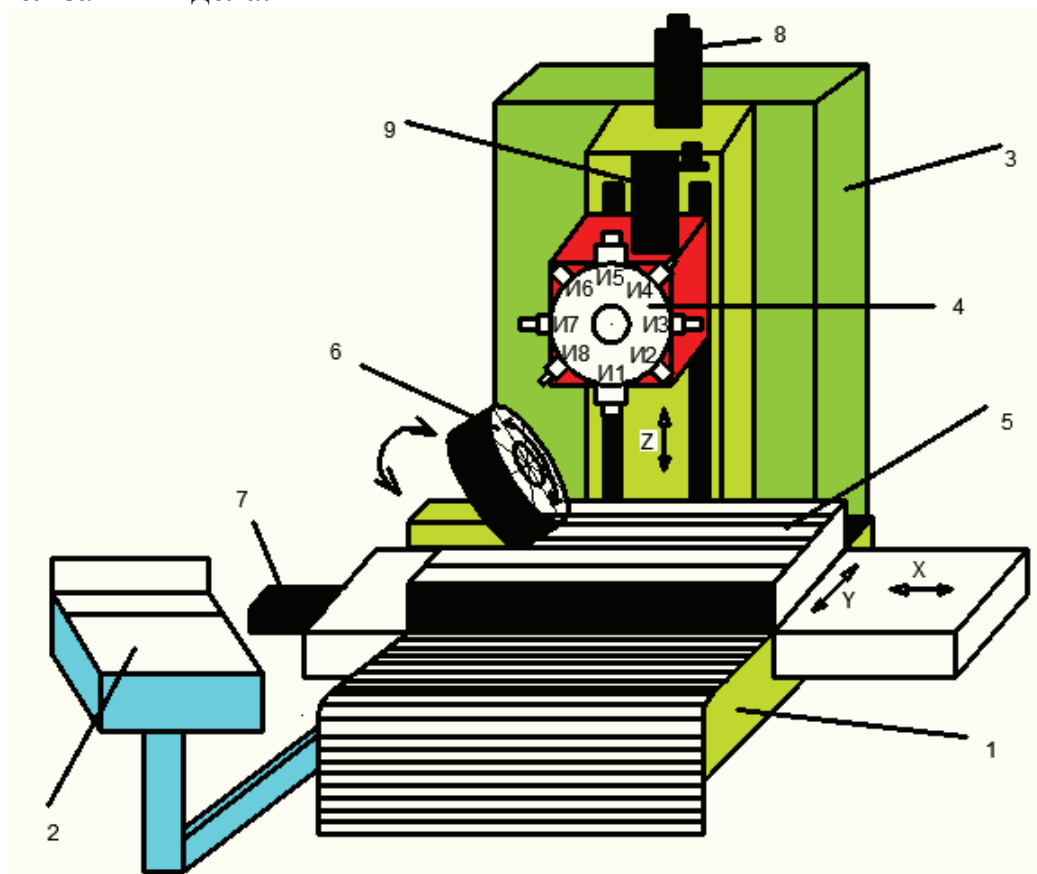
Показани са някои експериментално получени траектории на преместване по отделните координатни оси и шпиндела. Изследванията са проведени на базата на внедрените постояннотокови електрозадвижвания в няколко различни модела на разглежданите машини.



Фиг.1. Класификация на металообработващите машини.

На фиг.1 е предложена една разширена класификация на металообработващите машини по редица съществени признаци [1, 2] и е показано мястото на разглеждания клас машини с цифрово-програмно управление (ЦПУ).

Една машина, принадлежаща към изследваните фрезови машини, е представена на фиг.2. Използваните означения са следните: 1 – тяло на машината; 2 – пулт за управление; 3 – метален шкаф, в който са разположени системата за ЦПУ и съответните части от електрозадвижванията на съответните координатни оси и шпиндела; 4 – инструментален магазин; 5 – хоризонтална маса, извършваща движения по x и y координатни оси; 6 – въртяща маса, извършваща ъглово преместване по z – та координатна ос; 7 – двигател за ос x ; 8 – двигател за ос z ; 9 – двигател за шпиндела.



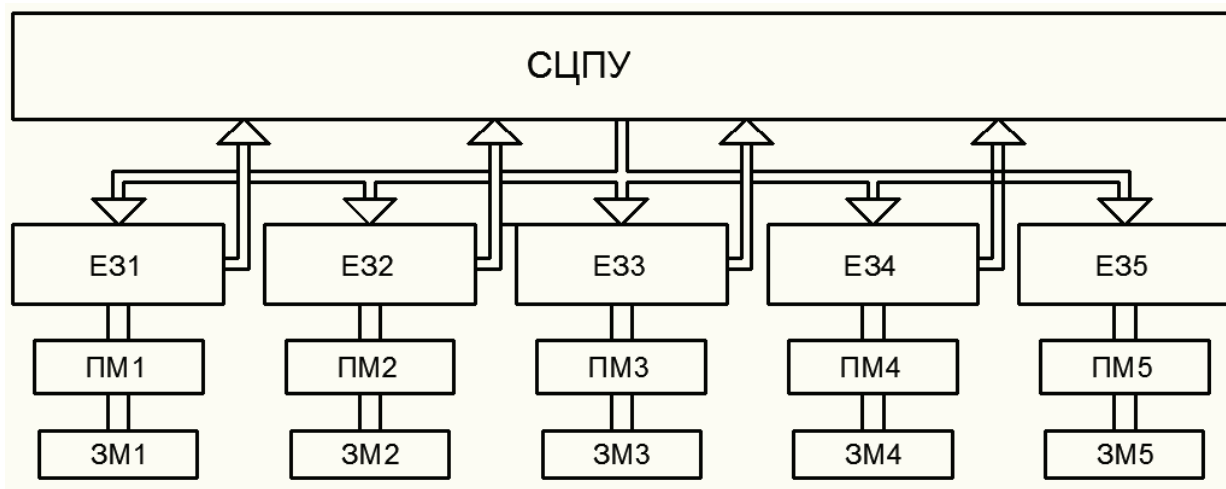
Фиг.2. Машина от разглеждания клас.

2. Изискванията към задвижванията на координатните оси

Разглежданите фрезови се отнасят към класа на машините с многокоординатни системи за електрозадвижване. Те се състоят от хоризонтална маса, извършваща линейни движения по x и y координатни оси, вертикална ос z , както и въртяща маса, осъществяваща ъглово преместване.

Блокова схема на многокоординатната система за електрозадвижване е показана на фиг.3, където са използвани следните означения: СЦПУ – система за цифрово-програмно управление; E31 – електрозадвижване по координатна ос x ; E32 – електрозадвижване по координатна ос y ; E33 – електрозадвижване по координатна ос z ; E34 – електрозадвижване по четвъртата координатна ос; E35 – електрозадвижване на шпиндела; ПМ1 – предавателен механизъм за ос x ; ПМ2 – предавателен механизъм за ос y ; ПМ3 – предавателен механизъм за ос z ; ПМ4 – предавателен механизъм за четвъртата ос; ПМ5 – предавателен механизъм за шпиндела; ЗМ1 – задвижван механизъм по ос x ; ЗМ2 – задвижван механизъм по

ос y ; ЗМ3 – задвижван механизъм по ос z ; ЗМ4 – задвижван механизъм по четвъртата ос; ЗМ5 – задвижван механизъм за шпиндела.



Фиг.3. Блокова схема на многокоординатната система за електрозадвижване.

Основните изисквания към изследваните електрозадвижвания може да се формулират по следния начин:

- формиране на необходимите траектории на движение при зададени работни цикли;
- максимален пусков момент за осигуряване на високо бързодействие и добри динамични показатели;
- реверсивно управление;
- компенсиране на смущаващите въздействия, приложени към вала на съответните двигатели.

Използваните предавателни механизми (ПМ1, ПМ2, ПМ3) за осите x , y и z са еднакви и се определят от избраната сачмено-винтова двойка. В случая коефициентите на предавките са:

$$K_{ni(i=1,2,3)} = 10 \text{ mm/rev} \approx 1.6 \times 10^{-3} \text{ m/rad}. \quad (1)$$

Предавателният механизъм за четвъртата управляема координатна ос (ПМ4) има следния коефициент:

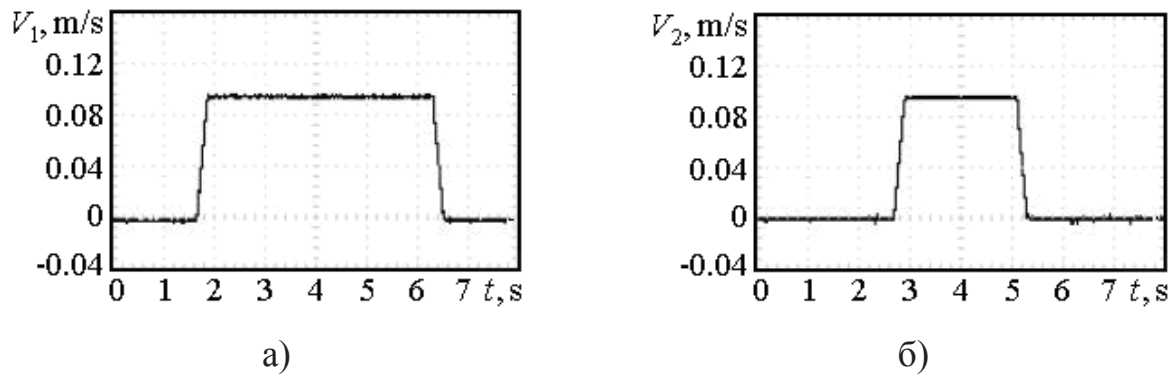
$$K_{n4} = 2^0 / \text{rev} \approx 0.00556. \quad (2)$$

Предавателния механизъм за шпиндела (ПМ5) е съставен от зъбни колела като чрез него се осъществява превключване на използваните диапазони на работа на вретеното.

Проведени са множество подробни експериментални изследвания на няколко машини от разглеждания клас фрезови машини. Изследванията са извършени по всички координатни оси, както и на двигателя на шпиндела, използващи постоянно-токова система за електрозадвижване. На тази база са анализирани възможностите за допълнително подобряване на някои от показателите. Част от ек-

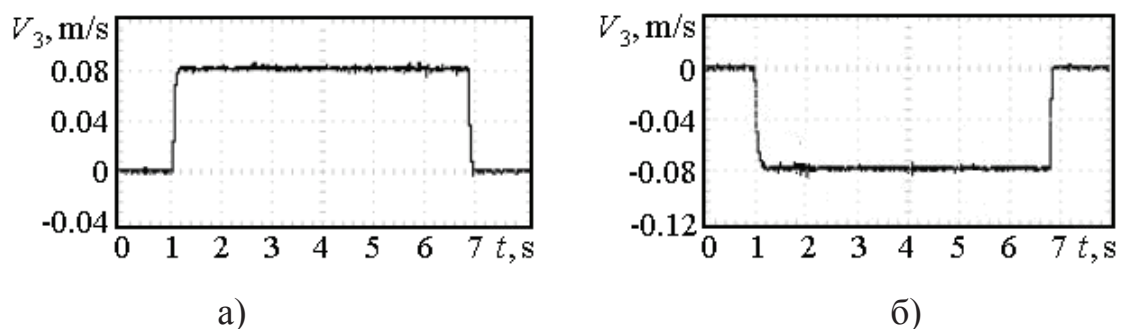
спериментално снетите траектории на движение са показани на следните фигури.

На фиг.4 са показани някои резултати от изследвания, получени при преместване на x и y координатни оси. На фиг.4.а е дадено преместване от 0.62 m по x координата. На фиг.4.б е представено преместване от 0.32 m по y координата.



Фиг.4. Времедиаграма на движение по x и y координатни оси.

На фиг.5.а е представена траектория на движение, получена при зададено преместване 0.25 m по ос z . На фиг.5.б е дадено преместване от 0.25 m в посока $-z$.

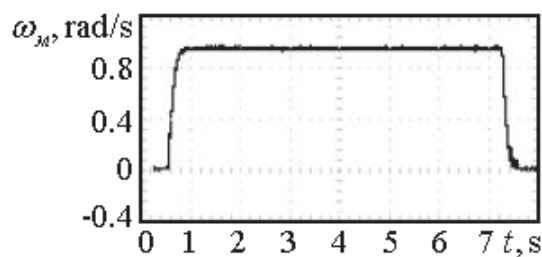


Фиг.5. Времедиаграма на движение по z координатна ос.

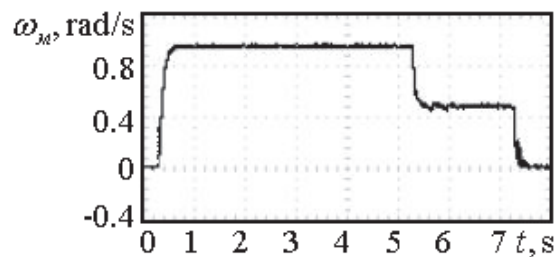
На фиг.6а е представена осцилограма на скоростта $\omega_m(t)$, получени при отработване на преместване, за което траекторията на скоростта е триучастъкова, със зададена установена стойност. На фиг.6.б е показана осцилограма на скоростта, получена при преминаване от висока към по-ниска стойност.

На фиг.7 са дадени експериментално получени осцилограми на скоростта на шпиндела.

За повишаване на производителността на машината, при настройката на регулиращите контури на съответните електрозадвижвания е заложен максимален темп на изменение на скоростта.

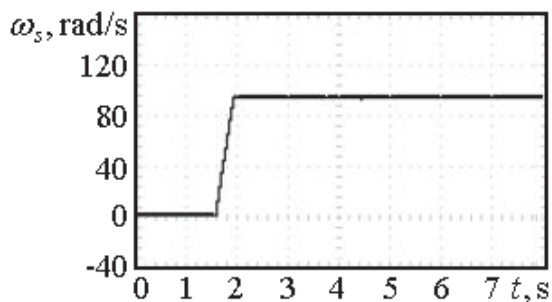


а)

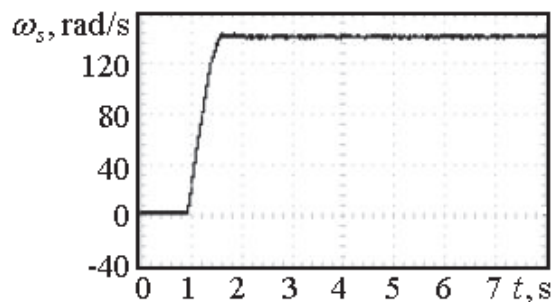


б)

Фиг.6. Осцилограми на скоростта на масата.



а)



б)

Фиг.7. Осцилограми на скоростта на шпиндела.

На фиг.8 е показан реализиран детайл, изработен след добавяне на въртящата маса като допълнителна координатна ос. Точността, която е постигната при обработката не може да се осъществи от трикоординатна машина.



Фиг.8. Изработен детайл след добавяне на въртящата се маса.

3. Формулиране на основните проблеми при модернизацията

На базата на провените подробни експериментални изследвания и направения анализ на показателите, проблемите, свързани с модернизацията на разглежданите машини може да обобщят по следния начин:

- избор на подходящи електрозадвижвания за координатните оси;
- разработване на подходящи алгоритми за тяхното управление;
- създаване на необходимия софтуер за съгласуване на движенията по съ-

ответните координатни оси;

- повишаване на бързодействието;
- подобряване на точността на управление;
- универсалност, свързана с механична обработка на детайли от различен материал;
- избор на оптимални механични предавки;
- изследване процеса на обработка на материали с различна твърдост;
- изследване износването на режещите инструменти;
- повишаване на производителността;
- повишаване на надеждността и дълголетие на машините от разглеждания клас фрезови машини.

Бъдещата работа е свързана с въвеждане на още една допълнителна управляема координатна ос с цел увеличаване на производителността и достигане на висока точност, която се изисква от детайлите. Тази пета ос се предвижда да се реализира посредством въртящата се маса, служеща за четвърта управляема координатна, като в случая тя ще се движи под наклон от $0 \div 90$ градуса с възможност за връщане в изходната позиция.

4. Заключение

Предложена е подробна класификация на металообработващите машини по редица съществени признаци и е посочено мястото в нея на разглеждания клас фрезови машини.

Уточнени са изискванията към задвижванията на съответните координатните оси. Проведени са подробни експериментални изследвания на няколко типоразмера машини от разглеждания клас, в които са вградени многокоординатни постояннотокови електрозадвижвания по всички управляеми оси.

Анализирани са проблемите при модернизацията и са формулирани задачите, свързани с допълнителното подобряване на показателите и производителността, както и с разширяване на възможностите на разглеждания клас металорежещи машини с ЦПУ.

БЛАГОДАРНОСТИ

Научните изследвания, резултатите от които са представени в настоящата публикация, са финансирани от Вътрешния конкурс на ТУ – София-2013 г. по Проект № 132ПД0038-08.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Попов, Г., *Металорежещи машини, част 1: Приложимост, устройство и управление*, Технически университет – София, София, 2002, ISBN 954-438-317-4.
- [2] Михов, М., *Системи за електрозадвижване*, Технически университет – София, София, 2011, ISBN 978-954-438-922-2.
- [3] Михов, М., М. Жилевски, Възможности за подобряване на показателите на позиционно електрозадвижване за фрезови машини, *Годишник на Технически университет - София*, т. 62, №. 2, 269-278, София, 2012, ISSN 1311-0829.

- [4]. Mikhov M., M. Zhilevski, Computer Simulation and Analysis of Two-coordinate Position Electric Drive Systems, *Proceedings of the International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies*, pp. 251-254, V. Tarnovo, 2012, ISBN 978-619-167-002-4.
- [5] Mikhov M., M. Zhilevski, Analysis of a Multi-Coordinate Drive System Aiming at Performance Improvement, *Proceedings of the International Conference "Research and Development in Mechanical Industry"*, Vol. 2, pp. 1102-1107, Vrnjacka Banja, Serbia, 2012, ISBN 978-86-6075-037-4.
- [6]. Mikhov M., M. Zhilevski, A. Spiridonov, Modeling and Performance Analysis of a Spindle Electric Drive with Adaptive Speed Control, *Journal Proceedings in Manufacturing Systems*, Vol. 7, No. 3, pp. 153-158, Bucharest, Romania, 2012, ISSN 2067-9238.

Автор: Марин Милков Жилевски, маг. инж. - катедра „Автоматизация на електрозадвижванията”, Факултет Автоматика, Технически университет - София, E-mail address: electric_zhilevski@abv.bg

Постъпила на 07.05.2013 г.

Рецензент проф. д-р М. Р. Михов