



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ СТРУКТУРНИ И
ИНВЕСТИЦИОННИ ФОНДОВЕ



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

VI INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND TECHNICAL CONFERENCE

30 MAY - 2 JUNE 2018

ENGINEERING. TECHNOLOGIES. EDUCATION. SECURITY

ISSN 2535-0315 (Print)
ISSN 3535-0323 (Online)

2018

PROCEEDINGS

VOLUME II
TECHNICS AND TECHNOLOGIES
INFORMATION TECHNOLOGIES, NATURAL AND MATHEMATICAL SCIENCES

ORGANIZERS

SCIENTIFIC-TECHNICAL UNION OF MECHANICAL ENGINEERING
VASIL LEVSKI NATIONAL MILITARY UNIVERSITY

УЧАСТИЕТО НА ПРЕПОДАВАТЕЛИ ОТ НАЦИОНАЛНИЯ
ВОЕНЕН УНИВЕРСИТЕТ СЕ ФИНАНСИРА ПО ПРОЕКТА.

Проект BG05M2OP001-2.009-0001 „Подкрепа за развитие на човешките ресурси и
научно-изследователския потенциал на Национален военен университет „Васил Левски“
за утвърждаването му като съвременен център на знанието“

Проектът е финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж 2014–2020“,
съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския социален фонд.

INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE

**TECHNICS. TECHNOLOGIES.
EDUCATION. SAFETY. '18**

PROCEEDINGS

YEAR II, ISSUE 2 (5), SOFIA, BULGARIA 2018

VOLUME 2

TECHNICS AND TECHNOLOGIES

**INFORMATION TECHNOLOGIES,
NATURAL AND MATHEMATICAL
SCIENCES**

30.5-02.06.2018

VELIKO TARNOVO

Publisher: Scientific technical union of mechanical engineering
“Industry-4.0”

ISSN 2535-0315(Print),
ISSN 2535-0323 (Online)

ПОВИШАВАНЕ ЕКСПЛОАТАЦИОННИЯ ЖИВОТ НА КЛАС СТРУГОВИ МАШИНИ

INCREASE THE EXPLOITATION LIFE OF A CLASS OF TURNING MACHINES

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ЖИЗНИ ОПРЕДЕЛЕННОГО КЛАССА ТОКАРНЫХ СТАНКОВ

Гл. ас. д-р инж. Жилевски М.,
Технически университет – София, България
E-mail: mzhilevski@tu-sofia.bg

Abstract: In this paper are shown the opportunities to increase the exploitation life and the reliability for a class of turning machines with digital program control, taking into account the basic subsystems that build them. A block diagram has been developed and the requirements to the basic subsystems are formulated. The research held and the results obtained can be used in the development and modernization of such class of machine tools.

KEYWORDS: TURNING MACHINES, LADDER DIAGRAM, AUXILIARY DRIVES.

1. Въведение

Пред съвременните металоурежещи машини се поставят високи изисквания по отношение на тяхната работна точност, производителност, надеждност, енергопоглъщаемост, ремонтно-пригодност, експлоатационен живот и други [1, 2, 3].

Експлоатационния живот и надеждността са взаимосвързани параметри, като те отчитат, че машините и техните елементи могат да изпълняват зададените функции в течение на времето [4].

Струговите машини са предназначени за обработване чрез струговане на ротационно-симетрични детайли, изградени от външни и вътрешни цилиндрични, конусни, профилни и челни повърхнини [1]. Основните проблеми и изисквания свързани с тях може да се формулират по следния начин [5]: избор на подходящи електрозадвигания за координатните оси и шпиндела; разработване на подходящи алгоритми за тяхното управление; създаване на необходимия софтуер за съгласуване на движението по съответните координатни оси и шпиндела; повишаване на бързодействието; подобряване на точността на управление; универсалност, свързана с механичната обработка; избор на оптимални механични предавки; изследване процеса на обработка на материали с различна твърдост; изследване износването на режещите инструменти; повишаване на производителността; разработване на ладер диаграма; намаляване на енергийната консумация; повишаване на надеждността и експлоатационния живот.

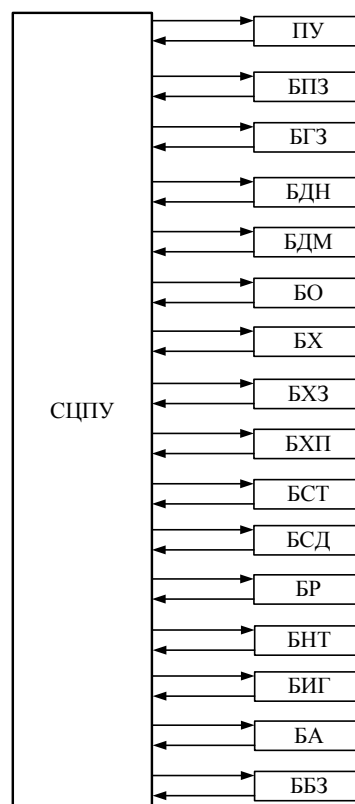
Струговите машини са изградени от две подавателни оси, шпиндел и допълнителни спомагателни подсистеми. За управление на подавателни оси и шпиндела се използват постоянно и променливотокови електрозадвигания [6, 7]. Системата за цифрово-програмно управление (СЦПУ) е широко използвана за управление на допълнителните спомагателни подсистеми в металообработващите машини. Това става с помощта на разработена ладер диаграма, която се въвежда в програмируемия логически контролер. Разработката на ладер диаграмата в металоурежещите машини се осъществява по определен алгоритъм, даден в [8].

Една машина от разглеждания клас стругови машини е дадена в [5]. С цел повишаване на експлоатационния живот на разглежданите машини е разработена ладер диаграма като са отчетени системите, които изграждат машината. Повишаването на експлоатационния живот на цялата машина зависи от надеждната и безпроблемната работата на отделните системи.

В настоящата статия е съставена блокова схема и са формулирани изискванията към подсистемите, които изграждат струговите машини с ЦПУ за разглеждания клас. Показани са възможностите за подобряването на работата им и повишаването на техния експлоатационен живот, а от там и на цялата машина. Направените изследвания могат да бъдат използвани при модернизацията на такъв тип стругови машини.

2. Изисквания към подсистемите

На фиг.1 е представена блокова схема на подсистемите, които изграждат струговата машина от разглеждания клас. Използвани са следните означения: СЦПУ – система за цифрово-програмно управление; ПУ – пулт за управление; БПЗ – блок подавателни задвижвания; БГЗ – блок главно задвижване; БДН – блок дванадесет-позиционен ножодържач; БДМ – блок дозаторно мазане; БО – блок охлаждане; БХ – блок хидравлика; БХЗ – блок хидро-затегач; БХП – блок хидро-пинола; БСТ – блок стружкотранспортър; БСД – блок смяна на диапазоните; БР – блок режими; БНТ – блок нулеви точки по координатните оси; БИГ – блок импулсен генератор; БА – блок аларми, ББЗ – блок блокировки и защиты.



Фиг. 1. Блокова схема на подсистемите на стругова машина.

Всяка от представените подсистеми има своите специфични особености и изисквания, които трябва да бъдат отчетени при тяхното проектиране, изследване и практическо прилагане. Основните изисквания към тях може да се формулират по следния начин:

- ПУ – напълно съобразен с нуждите на потребителя, като на него са разположени - бутони за задаване на преместване по координатните оси, за въртене и спиране на шпиндела, за избор на нулеви точки; галетни превключватели; реализирани са индикации за следене на текущото състояние на машината;
- БПЗ – необходимост от реверсивно управление, промяна на скоростта и участие в процесите на позициониране на инструмента и механична обработка [6,7];
- БГЗ – необходимост от реверсивно управление, промяна на скоростта и участие в процесите на позициониране на инструмента и механична обработка [6,7];
- БДН – осигуряване на твърд избор на желанния инструмент с висока точност;
- БДМ – осигуряване на необходимото мазане по координатните оси на машината;
- БО – възможност за автоматизирано и ръчно спиране и пускане от ПУ, с цел намаляване на изразходваната енергия;
- БХ – осигуряване на надеждна работа на блоковете БХЗ и БХП;
- БХЗ и БХП – необходимост от точно затягане на детайла през целия период на работа;
- БСТ – осигуряване на извеждане на стружките;
- БСД – нужда от лесна смяна в процеса на работа;
- БР – реализиране на лесен избор при различни възможности за работа от пулта за управление;
- БНТ – необходимост от ръчно и автоматизирано намиране, с цел ориентация на машината;
- БИГ – възможност за регулиране скоростта на подаване на отделни стъпки, разположен на ПУ;
- БА – необходимост от следене и спиране на работата на отделните подсистеми при претоварване и опасност, както и индикация на дисплея на СЦПУ;
- ББЗ – осигуряване безопасна и надеждна работа на цялата машина.

3. Възможности за повишаване надеждността и експлоатационния живот

След формулиране на основните изисквания, са представени практическите подобрения, които са направени, за да се повиши експлоатационния живот и надеждността на работа на отделните подсистеми, а оттам и на цялата машина.

Избраната СЦПУ е на фирмата FANUC, като са отчетени необходимия брой входни и изходни сигнали, както и е съставена таблица с междинните условия. Описание на използвания проблемно ориентиран език за разработка на ладер диаграма е дадено в [8]. След проведени множество експериментални изследвания, е установено че надеждността на системата за цифрово- програмно управление зависи от технико- икономически параметри.

След отчитане на изискванията на потребителя е разработен пулт за управление за струговата машина от разглеждания клас, представен на фиг. 2.

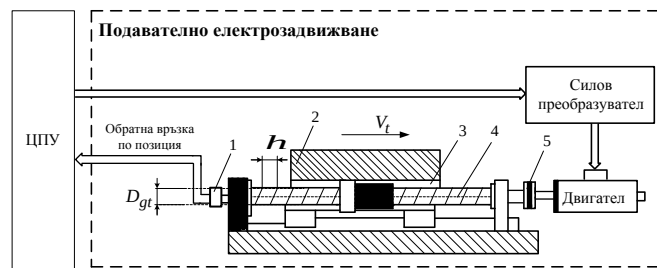


Фиг. 2. Разработен пулт за управление за стругова машина.

Блоковете „Нулеви точки по координатните оси“ и „Импулсен генератор“ са разположени на пулта за управление. С първия блок се осъществява ориентирането на цялата машина и настройка на разработената програма. Върху надеждността на работа влияние оказва най- вече използваните изключватели и датчици за позиционното управление. С цел повишаване на експлоатационния живот, се търсят методи за премахване на

механичните изключватели. Вторият блок се използва за подаване на малка стъпка за подавателните електрозадвижвания. Той улеснява значително потребителя и намалява общото време за настройка.

За повишаване експлоатационния живот на блоковете за подавателните и главно движение влияние оказва оптималния избор на двигатели, преобразуватели, датчици, измервателни средства, механични предавки и други. От съществено значение се оказва необходимостта от презапасяване на избраните елементи от система за електрозадвижване. Тъй като при техен избор за работа в гранични режими, води до по- бързо износване и се намалява експлоатационния им живот. От друга страна, една от съвременните тенденции е замяната на постояннотокови електрозадвижвания с променливотокови, поради по- лесната поддръжка и по- надеждна работа. На фиг. 3 са дадени основните елементи, които трябва да бъдат отчетени при избор на подавателно електрозадвижване за стругови машини с ЦПУ, като използвани са следните означения: 1- датчик на път; 2 – задвижван механизъм; 3 – направляващи; 4 – сачмено винтова двойка; h – стъпка на сачмено винтовата двойка, 5 – куплиране между двигателя и сачмено винтовата двойка; D_{gt} – диаметър на сачмено винтовата двойка; V_t – скорост на движение на задвижвания механизъм.

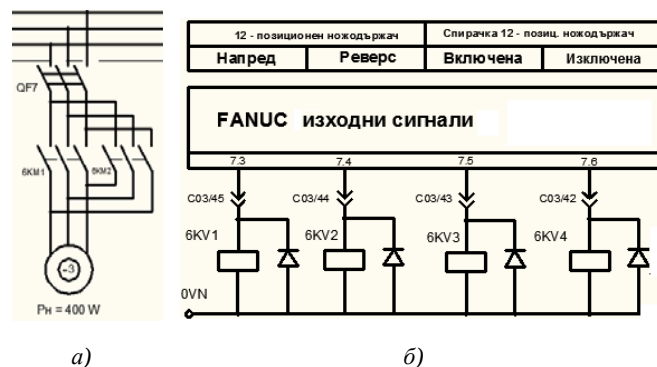


Фиг. 3. Основни съставни елементи при избор на подавателно електрозадвижване за стругова машина.

Блока дванадесет- позиционен се управлява от трифазен асинхронен двигател, даден на фиг. 4а с две посоки на въртене (права и реверс), като към вала на двигателя е куплирана електромагнитна спирачка. Механичната част се състои от механизъм, който избутва напред въртящия диск, представляващ триходов винт.

Подобряването на работата на БДН и повишаването на неговия експлоатационен живот се постига чрез модернизирана ладер диаграма.

На фиг. 4б са представени изходните сигнали, записани в ладер диаграмата, като те активират съответните релета: за задвижване на двигателя в права и обратна посока - 6KV1 и 6KV2; за включване и изключване на електромагнитната спирачка са съответно 6KV3 и 6KV4.



Фиг.4. Блок „Дванадесет- позиционен ножодържач“.

За избор на позиция от БДН се задава Т- функция ($T100 \div T1200$), която се декодира в ладер диаграмата. На фиг. 5

Diagram illustrating two parallel transmission lines, T01 and T02, connected to a common bus. The fault is located on line T01 at the midpoint, represented by a box divided into three sections: DECT, 0071, and 0111.1. The fault is labeled 'TF' and 'T01'. The fault impedance is 66.3, and the source impedance is 66.3. The fault is labeled 'TF' and 'T01'.

При задаване на съответна Т команда, асинхронният двигател се завърта в права посока. Първоначално подвижната част на ножодържача се измества аксиално напред до освобождаване на хиртовото съединение, след което започва въртене на подвижната част до достигане на зададената позиция. След намиране на позицията, са задава команда за реверс на двигателя до връщане на подвижната част в изходно положение.

За стартиране избора на позиция трябва да се изключи електромагнитната спирачка, като се преминава през няколко последователни условия, дадени на фиг.6.

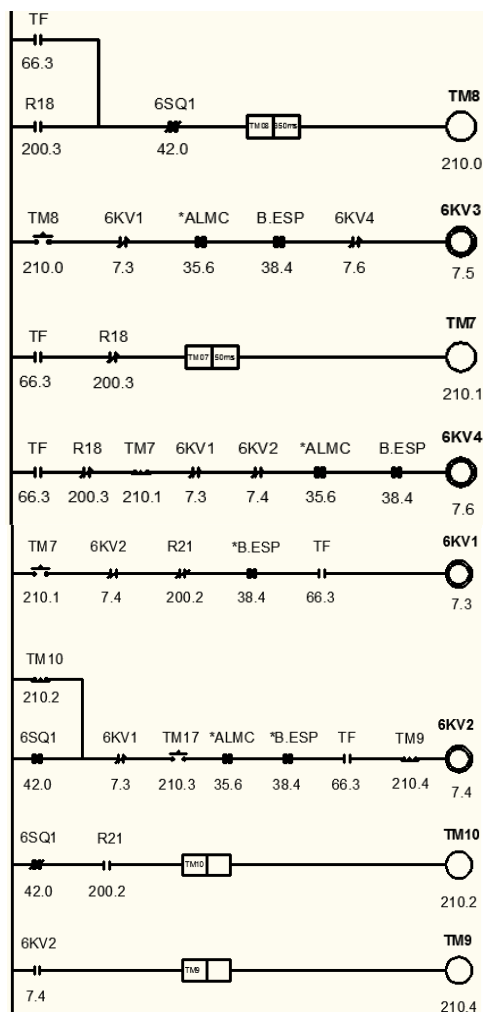
С въвеждането на таймерите в БДН се осигурява: повишаване на експлоатационния живот; по- сигурно и твърдо позициониране на зададената позиция; защитава се двигателя от претоварване.

Охлаждащата система в металорежещите машини е от особено значение, тъй като тя влияе върху качеството на обработвания детайл и енергийната консумация на цялата машина. При механична обработка в почти във всички случаи е необходимо охлаждането. Чрез въвеждане на допълнителни бутони на пулта за управление, както и декодирани команди в лидер диаграмата, се осигурява възможност за стартиране и стопиране работата на охлаждащата система при необходимост.

БСТ се използва за отвеждане на стружките, като той има автономно управление. Върху неговата правилна работа, влияние оказва използваните изключватели, с които се избягва риска от претоварване.

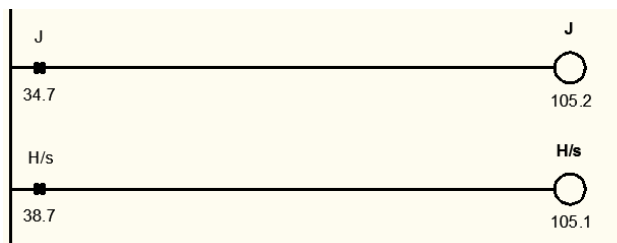
БСД е свързан с главното движение, като чрез ладер диаграмата е осигурена възможност за неговата смяна в процеса на обработка, като по този начин се осигурява възможност за обработка на детайли с различна твърдост и режими на рязане.

Съществуват различни режими в металорежещите машини, като по този начин се осигурява възможност за работа: по програма; автономно движение по координатните оси; търсене на нулеви точки; ръчно въвеждане на данни и други. По този начин значително се улеснява работата на оператора и се осигурява възможност за пълна автоматизация на процеса. Използваните режими във струговата машина с ЦПУ от фиг. 2 могат да се разделят на следните видове: ръчно въвеждане на данни (D); режим лента (T); редактиране на програми (EDT); памет/цикъл (MEM); импулсен генератор (H/s); ръчно движение (J); нулева точка (ZRN); блок по блок (SBK); подчинени изречения (BDT). Тяхното активиране в системата за ЦПУ се осъществява



След изтичането на времето на таймера TM7 (фиг.6) се активира изход 6KV1, който задвижва двигателя в права посока, при което подвижната част се измества напред и се завърта до съответната избрана позиция. Това води до активиране на датчик 6QS1, който се обръща в 1. Въртенето напред продължава

чрез ладер диаграмата, като част от нея е дадена на фиг. 7.



Фиг. 7. Активиране на режими на работа в струговата машина.

Системата за ЦПУ дава възможност за регулиране скоростта на подаване, скоростта на шпиндела и скоростта на бързия ход. Сигналите, свързани със скоростта на подаване са *OVR1, *OVR2, *OVR4, *OVR8, *OVR16; сигналите, свързани със скоростта на шпиндела са SPA, SPB, SPC. Това са входни сигнали, които активират съответни базови сигнали чрез ладер диаграмата.

Стартирането и спирането на въртенето на шпиндела, работата по програма и други основни функции, се осъществяват съответно от сигналите ST и *SP, които са базови за системата за ЦПУ.

Блокът „Аларми“ в металоурежещите машини се използва за сигнализация на някаква неизправност; защита от липса на масло, необходимо за дозаторното мазане; при аварийен стоп и при аларма в шпиндела. Реализацията и извеждане на пулта за управление, се осъществява чрез ладер диаграмата.

Блокът „Блокировки и защиты“ е с изключително значение за правилната, безопасна и надеждна работа на цялата машина. Посредством ладер диаграмата са реализирани следните блокировки и защиты са струговата машина от разглеждания клас: невъзможност за въртене на шпиндела без да е получено потвърждение от датчик за стегнат детайл; при работа на вретеното, да не се позволява команда за разхлабване на детайла; при работа с пинолата, да не се позволява работата на шпиндела; при отворена врата на машината, да не се позволява нейната работа; въвеждане на лимитни изключватели по координатните оси.

4. Заключение

Съставена е блокова схема на подсистемите, които изграждат струговите машини с ЦПУ от разглеждания клас. Формулирани са изискванията към тези подсистеми. Показани са практическите възможности за повишаване на техни експлоатационен живот и подобряване работата на цялата машина.

Проведените изследвания и получените резултати от тях може да се използват при модернизация на стругови машини.

Благодарности

Научните изследвания, резултатите от които са представени в настоящата публикация, са финансирани от Научноизследователски проект „Перспективни ръководители“ на ТУ – София № 181ПР0003-08/2018.

Литература

- [1] Попов, Г., *Металоурежещи машини, част I: Приложимост, устройство и управление, Книга втора*, Технически университет – София, София, 2010, ISBN 978-954-438-766-2.
- [2] Tata McGraw-Hill Education, 2013, *Manufacturing Technology: Metal cutting and machine tools*, v. 2, ISBN 9781259029561.
- [3] Youssef, H. A., H. El- Hofy, *Machining Technology: Machine Tools and Operations*, CRC Press, 2008, ISBN 9781420043402.
- [4] Zhilevska, M., M. Zhilevski, Study of reliability for a class of milling machines, *Unitech - Gabrovo*, 2017, ISSN 1313-230X.
- [5] Жилевски, М., Основни проблеми при струговите машини с ЦПУ, *Технически колеж - Ловеч*, 132-136, 2017, ISSN 2535-079X.
- [6] Жилевски, М., М. Михов, Изследване на подавателни електрозадвижвания за клас металоурежещи машини, *Научни известия на HTC по машиностроене*, №. 8, 105-108, 2016, ISSN 1310-3946.
- [7] Жилевски, М., Автореферат на дисертационен труд, Многокоординатни системи за електрозадвижване на клас металоурежещи машини, *Технически университет – София*, 2015.
- [8] Zhilevska, M., M. Zhilevski, Algorithm for development of ladder diagram for machine tools, *Unitech - Gabrovo*, т. 1, 387-391, 2015, ISSN 1313-230X.