

AXIS CO-ORDINATE OF CUTTING AREA INFLUENCE OVER THE ALGORITHM FOR ADAPTIVE CONTROL OF THE PRECISION IN TURNING

ILIYA CHETROKOV, VASIL GEORGIEV

Abstract: This paper presents algorithm for adaptive control of the precision after mathematical model about forced induced errors in case of turning with CNC lathe. The paper considers the influence of the axis-co-ordinate z from the cutting area over the algorithm for automatic compilation of the controlling program.

Key words: mechanical engineering, algorithm, adaptive control, CNC lathe

ВЛИЯНИЕ НА ОСОВАТА КООРДИНАТА НА ЗОНАТА НА РЯЗАНЕ ВЪРХУ АЛГОРИТЪМА ЗА АДАПТИВНО УПРАВЛЕНИЕ НА ТОЧНОСТТА ПРИ СРУГОВАНЕ

1. Въведение

Методите на традиционното адаптивно управление при механично обработване включват използването на специални устройства за контрол в реално време на различни параметри на технологичната система [1]. За осъществяване на управлението се налага използването и на устройства за регулиране на режима на рязане и размерно поднастройване на металорежещия инструмент. Допълнителните устройства усложняват конструкцията на машината и стесняват областта на приложение на адаптивното управление.

В резултат на развитието на металорежещите машини и съвместното използване на компютърните технологии става възможно да се постигне висока гъвкавост и висока степен на автоматизация. Машините с ЦПУ предлагат големи възможности за реализиране на адаптивно управление без да се включват допълнителни устройства в технологичната система. Високата точност, прилагането на компютърно управление на режима на рязане и размерно поднастройване по време на обработването дават възможност адаптивното управление да се извършва от работните органи на машината. Този подход се реализира като програмно адаптивно управление [2], осъществено чрез софтуер и компютърно управление на металорежещата машина. За разработването на адаптивно управление от този вид се използват математически модели за силовите деформации в работното пространство на машината и алгоритми за осъществяване на управлението.

При обработване на сравнително дълги участъци на заготовките се наблюдава влияние на осовата координатата z върху големината на силовите деформации.

Съществуват редица методи за определяне и изследване на това влияние [1, 3], както и системи с допълнителни контролни и управляващи устройства [1, 4] за отстраняване на грешките в следствие промяната зоната на рязане по оста z .

При прилагането на програмно адаптивно управление е необходимо алгоритмите за управление на процеса да отчитат влиянието на осовата координата върху и силовите деформации и да осъществяват управлението, така че да се намалява грешката на формата в надлъжно направление.

2. Алгоритъм за адаптивно управление на силовите деформации в следствие влиянието на координатите на зоната на рязане.

При обработване на цилиндрични повърхнини, често промяната на координатите на зоната на рязане се отразяват на големината на силовите деформации в технологичната система. Ще бъде разгледан случаят на влияние на координатата z при обработване на струг с ЦПУ. Общият вид на модела отразяващ това влияние може да се представи с полинома:

$$Y = b_0 + b_1 a + b_2 f + b_3 z + b_{12} a f + b_{13} a z + b_{23} f z + b_{11} a^2 + b_{22} f^2 + b_{33} z^2 \quad (1)$$

Където: Y е силовата деформация, μm ;

b_i - коефициенти на модела;

a - дълбочина на рязане, mm ;

f - подаване, $mm/об$;

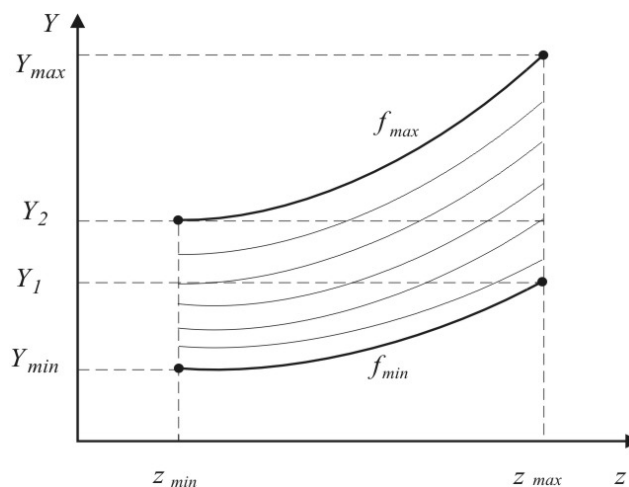
z - осова координата, mm ;

Управлението на процеса ще се разгледа при условие на непроменлива дълбочина на рязане a .

Според приетите условия за начало на координатната система движението на режещия инструмент е в направление от z_{max} към z_{min} .

Прилага се методът за стабилизиране на грешките от силови деформации, като се отчитат особеностите при работа с трифакторен модел.

При известна дълбочина на рязане грешките от силови деформации могат да се представят графично с двумерна графика, като по абсцисата е координата z , а различните подавания са изобразени като множество криви затворени в интервала f_{min} до f_{max} . Тази графична интерпретация е изобразена на фиг. 1.



Фиг. 1. Графична интерпретация на модела при три фактора

За да може да се извърши управление, е необходимо да се избере съответното ниво за стабилизиране на грешките от силови деформации. Това ниво трябва да дава решение на задачата за стабилизиране в областта, за която е дефиниран моделът и конкретните условия на обработването.

Ако се анализира графичната интерпретация на модела на грешките от силови деформации, могат да бъдат открити характерни области от решения.

При ниво на деформация Y_1 има възможност да се стабилизира деформацията чрез промяна на подаването. Това е валидно за цялата област затворена между Y_1 и Y_2 . При избрани нива на деформация в тази област, чрез съществуващия ресурс от подавания, за които е дефиниран моделът, може да се осъществи стабилизиране на деформациите

Нивото на стабилизиране Y_2 осигурява работа с по-големи стойности на подаването, което повишава производителността. В този случай в участъци с малка деформация се работи с максималното подаване. При ниво Y_1 никога не се достигат максималните стойности на f .

Принципът за осъществяване на управлението се основава на разделяне на повърхнината на участъци. Подходът при определяне на първоначалното подаване е свързан с промяната на деформациите спрямо z . Тъй като с движението по z деформациите намаляват, логично е в началото на обработване да се започне с минималното подаване за съответното ниво.

Изпълнението на алгоритъма за управление се осъществява при работа в определена последователност.

Определя се необходимо ли е да се извършва управление в зависимост от допуската на отклонението на формата в надлъжно сечение за обработвания детайл.

При известна дълбочина на рязане a координати за начало на обработването и модел на грешките от силови деформации се изчисляват Y_1 и Y_2 . Избира се ниво на деформации в зависимост от необходимостта за по-висока производителност или по-високо качество на обработваната повърхнина.

Изчислява се подаване за начало на обработването.

След това от математическия модел на грешките от силови деформации - формула (1), се решава задачата за намиране на координати по z , при дълбочина на рязане a_i за конкретната заготовка и подаването f_i , определено по формула (2), като константата f_{mm} е положителна.

$$f_i = f_{i-1} + f_{mm} \quad (2)$$

където: f_{i-1} е първоначално изчисленото подаване или подаването, изчислено при предходна стъпка на алгоритъма;

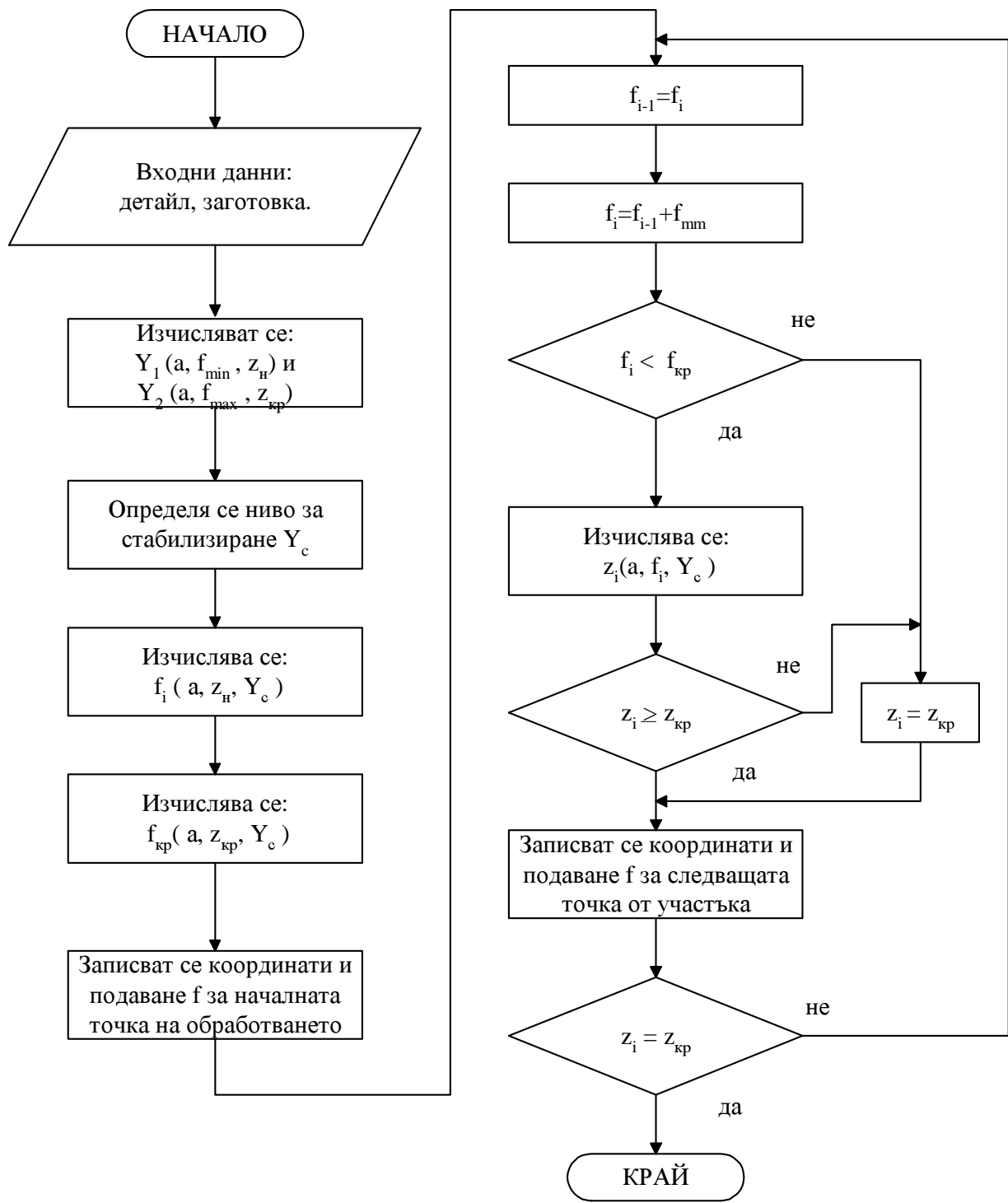
f_{mm} – минималната стойност, с която може да се променя подаването на машината.

Изчисляват се координати за първия участък на обработването.

Процедурата се повтаря за следващ участък и се извършва, докато не се достигне края на обработваната повърхнина.

Определеното ниво на стабилизация се изчислява и се отразява като корекция на координатите на обработване при автоматизираното съставяне на управляваща програма.

На фиг.2 е представена блок-схема на разглеждания алгоритъм за АУ.



Фиг. 2. Блок-схема на алгоритъм за адаптивно управление на силовите деформации при влияние на координатите на зоната на рязане

Първоначално се изчисляват Y_1 и Y_2 - формула (1), при известни дълбочина на рязане a , подаване съответно f_{min} или f_{max} и координати z_n за начало на обработването и $z_{кр}$ за край на обработването.

Определя се нивото за стабилизиране Y_c .

При заместване на известните величини в (1) се определят подаването за първия участък f_i при дълбочина на рязане a , координати на обработването z_n и деформация Y_c . Определя се и подаването за крайната точка на обработване $f_{кр}$ при дълбочина на рязане a , координати на обработването $z_{кр}$ и деформация Y_c .

Записват се изчислените стойности за подаването и началната точка на обработването.

На f_{i-1} се присвоява текущата стойност на f_i ($f_{i-1} = f_i$).

Изчислява се нова стойност за f_i по формула (2).

Извършва се проверка достигната ли е крайната стойност на подаването $f_{кр}$. Ако е така на текущата стойност на координатата z_i се присвоява стойност на z за края на участъка $z_i = z_{кр}$.

Ако не е достигната стойността на $f_{кр}$, се изчислява стойността на z_i , замествайки във формула (1) дълбочината на рязане a , текущата стойност на подаването f_i и нивото на стабилизиране Y_c .

Проверява се, достигната ли е координатата на края на участъка $z_{кр}$. Извършва се за отстраняване на грешки от закръгления при изчисленията.

Ако не е изпълнено условието $z_i \geq z_{кр}$, тогава на z_i се присвоява стойността $z_{кр}$.

Извършва се проверка за дължината на получения участък. Ако е по-малък от минималната стойност L_{min} , се изчислява нов при следващата стойност за f_i .

Записват се текущите координати и подаването f за изчислената точка от траекторията на инструмента.

Извършва се проверка достигнати ли са координатите за край на обработвания участък. Ако условието не е изпълнено, отново се повтарят процедурите от блока “ $f_{i-1} = f_i$ ” до текущата проверка, като се изчислява нова текуща координата z_i и подаване f_i . Тази процедура се повтаря до достигане на края на обработвания участък.

Ако условието е изпълнено, работата на алгоритъма се прекратява.

Системата работи като се извършва автоматизирано програмиране на машина с ЦПУ. Подаването се поддържа оптимално за всеки участък.

Броят на участъците се избира динамично в зависимост от конкретната заготовка.

3. Заключение

Описаният метод реализира адаптивно управление за стабилизиране на силовите деформации, като разделя повърхнината на участъци. Подходящ е за системи за самопрограмиране.

Динамичното определяне на дължината на участъците с различно подаване води до оптимизиране на възможностите на системата по отношение на производителност. Във всеки един момент системата се стреми да работи с максималното възможно подаване.

Авторите изказват благодарност на НФНИ при МОН за финансирането на проект ВУ-ТН-953/06, в рамките на който е проведено настоящото изследване.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Б.С. Балакшин.** Адаптивное управление станками. Москва, "Машиностроение", 1973.
2. **В. И. Георгиев** Програмно управление на силовите деформации при металоурежищи машини с цифрово програмно управление. *Известия на ТУ в Пловдив, том 10 "Технически науки", Пловдив, 2003, стр.7-15.*
3. **S. Hinduja, D. Mladenov, M. Burdekin.** Assessment of Force-Induced Errors in CNC Turning. *Annals of the CIRP 2003.*
4. **C. Fan, E. G. Collins, C. Liu, B. Wang.** Radial Error Feedback Control for Bar Turning in CNC Turning Centers. *Journal of Manufacturing Science and Engineering, Vol. 125, N 1, 2003, pp. 77-84.*

Department of Mechanical Equipment and Technologies
Technical University–Sofia, Plovdiv Branch
25, Tsanko Dystabanov Str.
4000 Plovdiv
BULGARIA
E-mail: mtpt@tu-plovdiv.bg