

**ВЛИЯНИЕ НА ГРЕШКИТЕ НА ФОРМАТА НА ЗАГОТОВКАТА ВЪРХУ
АЛГОРИТЪМА ЗА АДАПТИВНО УПРАВЛЕНИЕ НА ТОЧНОСТТА ПРИ
СТРУГОВАНЕ**

**Васил Георгиев
Илия Четроков**

Технически университет - София, филиал Пловдив, Катедра машиностроителна техника и технологии, ул. "Цанко Дюстabanов" № 25, Пловдив, България

Резюме

Адаптивно управление на точността (АУТ) при струговане на ММ с ЦПУ може да се осъществи чрез системата за ЦПУ. При известен математически модел за деформационното поведение на технологичната система, информация за големината на силовата деформация в реално време се получава от модела с въведени в него данни за размерите и формата на заготовката. В работата са представени алгоритми за АУТ, които отчитат грешките на формата на заготовката.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Традиционно адаптивното управление при механично обработване посредством металорежещи машини се осъществява чрез използване на специални устройства за контрол в реално време на различни параметри на технологичната система [1]. Освен тези устройствата се налага включване и на устройства за регулиране на режима на рязане и размерно поднастройване на инструмента. Този подход има определени недостатъци. Включването на допълнителни устройства в машината усложняват нейната конструкция. Трябва да се има предвид, че устройствата за контрол и регулиране не са с универсално приложение. Те са приложими за конкретна машина и технология. Всичко това стеснява 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. При тези условия се търсят нови решения и реализации на адаптивно управление. Големи възможности предлагат машините с ЦПУ. Високата им 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 разработване на адаптивно управление от този вид се използват математически модели на силовите деформации в работното пространство на машината [3] и алгоритми за осъществяване на стратегията за управление. При заготовки с равномерна прибавка тези алгоритмите са сравнително прости и чрез тях се осъществява стабилизиране или компенсирание на силовите деформации [4, 5]. При грешка на формата в надлъжно направление се налага управление на технологичния процес за отстраняване на променливата грешка от силови деформации вследствие променливата дълбочина на рязане.

**2. АЛГОРИТЪМ ЗА АДАПТИВНО УПРАВЛЕНИЕ НА СИЛОВИТЕ
ДЕФОРМАЦИИ ПРИ ЗАКОНОМЕРНО ПРОМЕНЛИВА ДЪЛБОЧИНА НА
РЯЗАНЕ**

В практиката, особено при грубо обработване, често се случва, дълбочината на рязане да се изменя в процеса на работа. Това явление се проявява вследствие отклонение на формата на заготовката в надлъжно сечение.

Най-често срещан случай за променлива дълбочина на рязане е промяната по линеен закон. Изразява се в конусност на заготовката при обработване на ротационни тела.

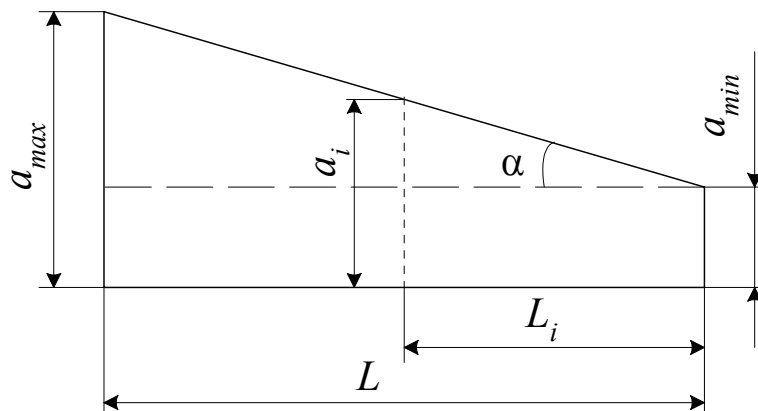
Моделът на силовите деформации в зависимост от влиянието на дълбочината на рязане a и подаването f може да се представи в общ вид с полинома:

$$Y = b_0 + b_1 a + b_2 f + b_{12} a f + b_{11} a^2 + b_{22} f^2.$$

(1)

На фиг.1 графично е представена междинната прибавка, отразяваща дълбочината на рязане за един проход на заготовка с описаното отклонение на формата в надлъжно сечение.

Разглежда се случай на обработване от a_{\min} до a_{\max} . Известни са дълбочините на рязане в началото, в края на обработването и общата дължина L . Прилага се алгоритъмът за стабилизиране на грешките от силови деформации[4].



Фигура 1. Дълбочина на рязане, променяща се по линеен закон.

Тъй като обработването се извършва в посока от a_{\min} към a_{\max} за дълбочините на рязане от фиг.1, може да се запише:

- дълбочина на рязане в началото на обработвания участък- $a_n = a_{\min}$;
- дълбочина на рязане в края на обработвания участък- $a_{кр} = a_{\max}$.

В началото на обработването се прилага алгоритъмът за стабилизиране на грешките от силови деформации при известна дълбочина на рязане a_n .

След това от математическия модел на грешките от силови деформации - формула (1), се решава задачата за намиране на тази дълбочина на рязане a_i , при която за избраното ниво на стабилизиране Y_c , текущата стойност на подаването f_i ще бъде:

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

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. Знакът се определя в зависимост от това дали дълбочината на рязане се увеличава или намалява.

От графичното представяне на дълбочината на рязане на фиг.1 се вижда, че с решаването на правоъгълен триъгълник могат да се намерят размерите на участъка L_i за дълбочина на рязане от a_n до a_i

$$L_i = \frac{a_i - a_n}{\operatorname{tg} \alpha} \quad (3)$$

От известните дълбочини на рязане и общата дължина на обработването се изчислява $\operatorname{tg} \alpha$:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{a_{кр} - a_n}{L} \quad (4)$$

При известни стойности на всички необходими входящи величини следва при достигане на разстояние L_i от началото на обработването, подаването да се промени с най-малката стойност възможна за машината. По този начин грешката от силови деформации се поддържа на нивото зададено в началото на обработването.

Следва изчисляване на следващ участък за промяна на подаването. Прилага се описаният метод, като по формула (2) се изчислява нова стойност за f_i . Изчисляват се нови координати L_i за промяна на подаването.

Описаните процедури се повтарят до достигане на края на обработваната повърхнина.

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

Изпълнението на алгоритъма се осъществява в следния ред.

Първоначално се сравняват дълбочините на рязане в двата края на обработвания участък (a_n – начало; $a_{кр}$ - край), за да се определи дали в процеса на обработване дълбочината на рязане ще се увеличава или ще намалява.

По формула (1) се изчисляват нивата на деформация Y_1 или Y_2 .

Определя се дали подаването ще нараства или ще намалява, чрез знака на f_{mm} .

Определя се ниво за стабилизиране на силовите деформации Y_c .

Изчисляват се стойността на подаването, което ще се достигне в края на обработвания участък $f_{кр}(a_{кр}, Y_c)$, чрез заместване във формула (1).

Записват се координатите и подаването за начало на обработването.

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

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 a_i , замествайки във формула (1) нивото на стабилизиране Y_c и текущата стойност на подаването f_i .

Изчислява се координатата z_i до която трябва да се достигне с подаване $f = f_{i-1}$:

$$z_i = z_n - L_i. \quad (5)$$

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

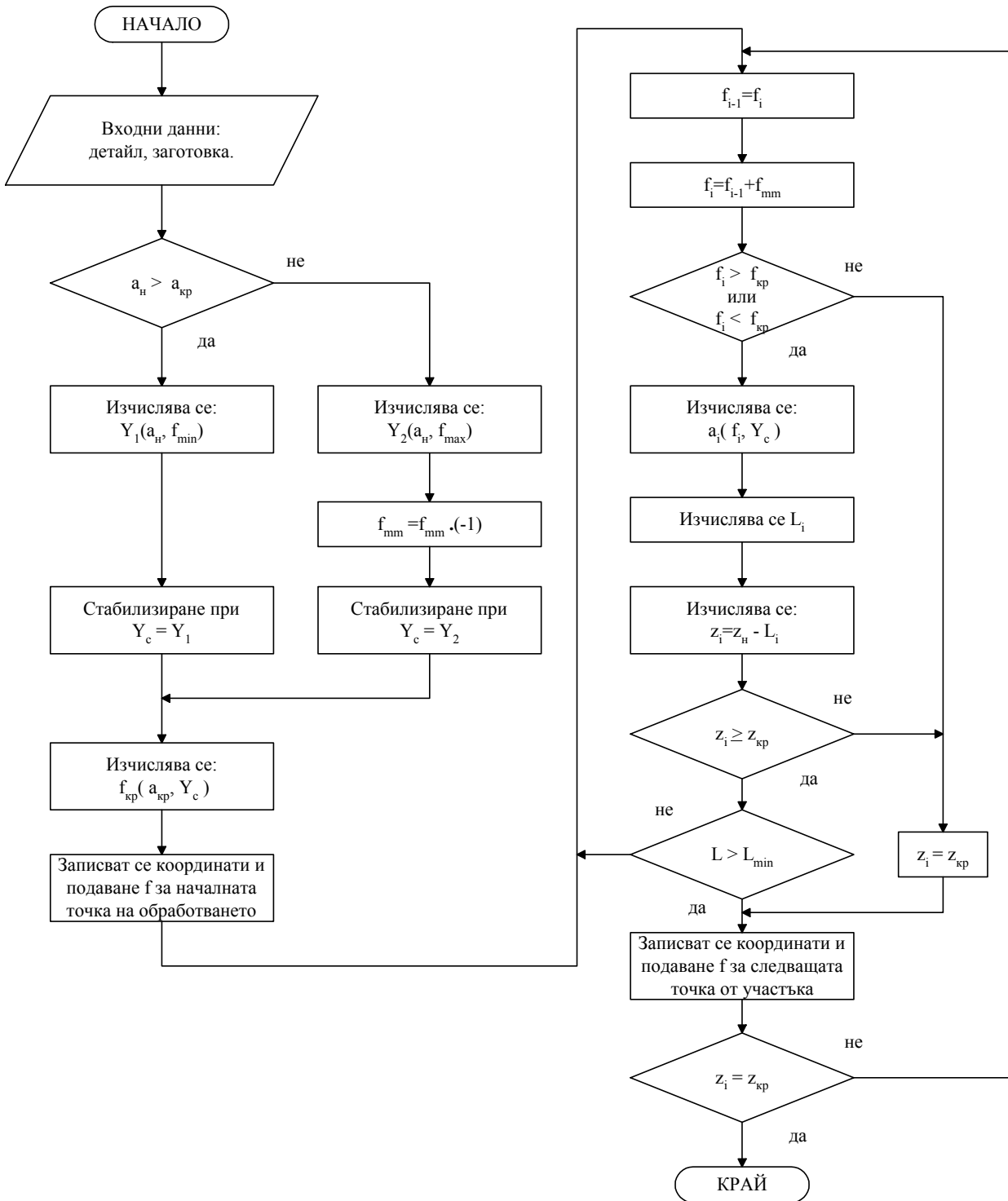
Ако не е изпълнено условието $z_i \geq z_{кр}$, на z_i се присвоява стойността $z_{кр}$.

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 изчисляват нови текущи координати z_i . Тази процедура се повтаря до достигане на края на обработвания участък.

Ако условието е изпълнено, работата на алгоритъма се прекратява. При отклонения на формата на заготовката от друг вид (бъчвообразност, седлообразност), разглежданият алгоритъм се прилага като се извършва разделяне на участъци и представянето им като конусни повърхнини.



Фигура 2. Блок-схема на алгоритъм за АУ при променлива дълбочина на рязане.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описаният метод осъществява разделяне на повърхнината на участъци с различно подаване, като реализира адаптивно управление за стабилизиране на грешките от силови деформации. Подходящ е за системи за самопрограмиране. Броят на участъците се избира динамично в зависимост от конкретната заготовка.

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.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балакшин Б.С. Адаптивное управление станками. Москва, "Машиностроение", 1973.
2. Георгиев В.И. Програмно управление на силовите деформации при металоурежещи машини с цифрово програмно управление. Известия на ТУ в Пловдив, том 10 "Технически науки", Пловдив, 2003, стр.7-15.
3. Георгиев В. И., И. А. Четраков. Изследване на силовите деформации в работното пространство на металоурежещи машини с ЦПУ. Известия на ТУ в Пловдив, том 10 "Технически науки", Пловдив, 2003, стр.17-25.
4. Георгиев В. И., И. А. Четраков. Адаптивно управление за стабилизиране на силовите деформации при струг с ЦПУ. Известия на ТУ в Пловдив, том 10 "Технически науки", 2003.
5. Георгиев В. И., И. А. Четраков. Адаптивно управление за компенсиране на силовите деформации при струг с ЦПУ. Сб. Машиностроителна техника и технологии. ТУ-Варна, 2003.