

©Journal of the Technical University at Plovdiv
“Fundamental Sciences and Applications”, Vol. 13, 2006
Anniversary Scientific Conference’ 2006
BULGARIA

DYNAMICAL ALGORITHM FOR DIMENSION SUB-TUNING

S. SALAPATEVA, V. GEORGIEV

Abstract: This paper treats the opportunities and the effectiveness of the method for determination of the moment for dimension sub-tuning Using computer analyses of the information about dimensions of processed parts at real time.

ДИНАМИЧЕН АЛГОРИТЪМ ЗА РАЗМЕРНО ПОДНАСТРОЙВАНЕ

1. Въведение.

Една от възможностите за повишаване на точността при обработване на поредица детайли с едно размерно настройване (автоматично получаване на размерите) е осъществяване на по-често размерно поднастройване. Граничен случай е непрекъснатото автоматично размерно поднастройване за компенсиране влиянието на систематичните фактори, които се променят по известен закон [1]. Тази възможност е осъществима при масово и едро серийно производство, когато процесите са добре изучени и статистическите им характеристики са известни, включително и параметрите на законите за промяна на систематичните фактори. В практиката по-широко приложение е намерил метода за размерно поднастройване с използването на контролни карти. От известните карти най-пълноценно и ефективно се използва допусковото поле, когато се използват статистическите оценки средна стойност на размера \bar{X} и средно квадратично отклонение S [2, 4]. В случая се работи с малки текущи извадки, за всяка от които се изчисляват тези оценки. Когато стойността им излезе извън контролните граници процесът се прекъсва и се извършва размерно поднастройване. Условие за прилагането на този метод е разсейването ω на размерите от случайните фактори (мигновеното разсейване) да е сравнително малко. Сравнено с допуската T на размера е необходимо да е изпълнено условието $T > 2\omega$. Това определя прилагането на метода при финото обработване и го ограничава при чистото, където разсейването от случайните фактори е по-голямо.

2. Изложение.

Съществува възможност да се увеличи точността на обработването чрез размерно поднастройване, ако се работи с пълната информация за размерите на обработените детайли, а не с малки текущи извадки. Тази възможност произтича от широкото въвеждане на компютърната техника за целите на управлението на технологичните процеси.

При използване на малки текущи извадки, поради малкия им обем, се получават по-големи стойности на оценките за мигновеното поле на разсейване и от там, по-големи стойности на поднастроечния импулс (промяната на настроечния размер). По този начин се увеличава сумарното поле на разсейване.

При използване на пълната информация за размерите на обработените детайли може да се проследи промяната на средната стойност на размера в реално време с уравнение на регресия, което я представя като функция на броя на обработените детайли. За болшинството от случаите тази зависимост е линейно уравнение на регресия от вида:

$$\bar{X}_n = b_{0n} + b_{1n}n, \quad (n = 3, 4, 5, \dots) \quad (1)$$

където \bar{X}_n е средната стойност на размера от уравнението на регресия за детайла с пореден номер n ;

b_{0n} и b_{1n} са статистически коефициенти в уравнението на регресия.

Получава се поредица от уравнения на регресия за първите 3, първите 4, първите 5 и т.н. обработени детайла. С увеличаване броя на обработените детайли се стеснява доверителния интервал на уравнението на регресия и респективно се повишава точността на оценката за средната стойност [3, 4].

Възниква въпросът, до колко детайла да се ограничи обема на извадката, за да се постигне определена точност на процеса. Възможни са два подхода за решаването на този проблем:

1. Аналитичен – чрез относителна оценка за промяната на средната стойност спрямо допуса на размера;

2. Статистически – чрез задаване на относителната грешка на средната стойност при определена доверителна вероятност.

Аналитичният метод се базира на колебанието на ъгловия коефициент, което може да се нарече равнинна прецесия на уравненията на регресия:

$$b_{13} \neq b_{14} \neq b_{15} \neq \dots$$

С увеличаване броя на обработените детайли (обема на извадката) намалява колебанието на ъгловия коефициент, т.е. прецесията затихва. Като критерий за достатъчно затихване на прецесията може да се използва допустимата грешка на размерното настройване $[\varepsilon] = 0,1T$. Ако разликата $\Delta \bar{A}_n$ между две последователни стойности на средния размер, определени от уравненията на регресия, е по-малка от $0,1T$ може да се счита, че прецесията е затихнала достатъчно.

Следователно, броят на детайлите n , при който може да се прекъсне процеса и да се извърши поднастройване ще се определи от условието:

$$\Delta \bar{A}_n = b_{0(n-1)} - b_{0n} + (n-1)b_{1(n-1)} - nb_{1n} \leq 0,1T \quad (2)$$

При статистическия метод обемът на извадката се определя итеративно от условието[4]:

$$n = \left(\frac{t_{\gamma;k} \cdot S \cdot 100}{\Delta_{\gamma;k} \cdot \bar{X}} \right)^2, \quad (3)$$

където $t_{\gamma;k}$ е статистиката на Стюдент при доверителна вероятност γ и степени на свобода $k = n - 1$;

$\Delta_{\gamma;k}$ -относителната грешка на средната стойност в %.

3. Експериментално изследване.

За сравняване на двата метода за определяне обема на извадката е проведено експериментално изследване при чисто разстъргване на партида цилиндрични втулки от стомана 35 с диаметър на отвора 28 mm с конзолна борщанга на струг с ЦПУ СТ161.

Първоначално е приложен аналитичният метод за определяне обема на извадката. С едно размерно настройване се обработват поредица заготовки. Измерват се получените размери и се въвеждат в персонален компютър за статистическа обработка на информацията. След третия, четвъртия, петия и т.н. обработени детайли се определят уравненията на регресия и се прави проверката (2). При достатъчно затихване на прецесията се определя промяната на настроенния размер:

$$\Delta \bar{A}_n = \bar{X}_n - \bar{X}_3. \quad (4)$$

Ако разликата (4) е статистически значима се извършва размерно поднастройване с големина $\Delta \bar{A}_n$ за компенсиране на систематичната грешка. Ако разликата (4) е статистически незначима, работата продължава до достигане на значимост. Тогава се извършва поднастройване с достигнатата разлика.

След размерното поднастройване започва ново натрупване на информация и аналогична статистическа обработка, както за първата група детайли. Получените резултати са представени с точковата диаграма на фиг.1.

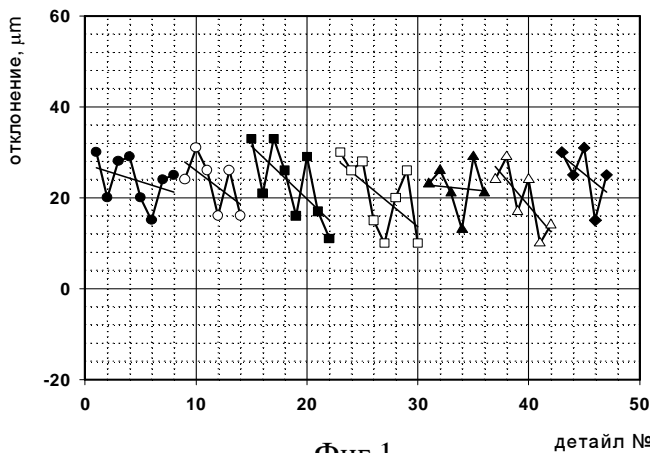
Извършени са шест поднастройвания. От статистическата обработка на информацията са получени следните резултати:

- дисперсиите на шестте групи (извадки) спрямо уравнението на регресия са еднородни. Усреднената дисперсия е $D_{cp}=29,5\mu m^2$, средно квадратичното отклонение $S_{cp}=5,4\mu m$ и мигновеното поле на разсейване е $\omega_{cp}=26\mu m$;
- осреднената големината на поднастроечния импулс е $\Delta \bar{A}_n = 10,3\mu m$;
- сумарното поле на разсейване при вероятно събиране на грешките ще бъде:

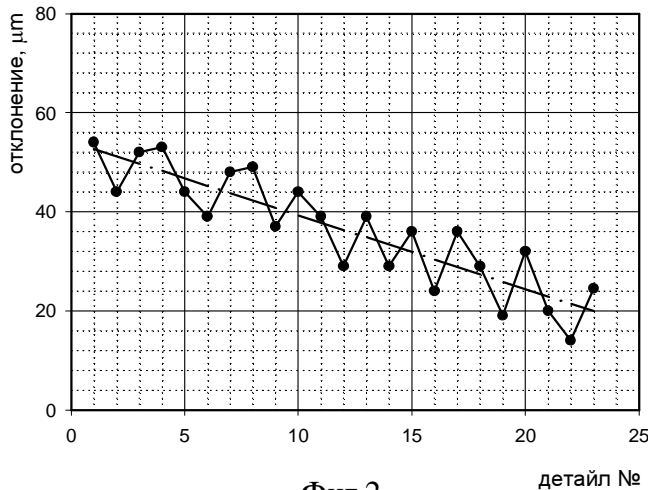
$$\omega_{\Sigma} = \sqrt{\omega_{cp}^2 + 3(\Delta \bar{A}_n)^2 + \omega_p^2} = 32\mu m. \quad (5)$$

Диаметралната грешка на отработване на поднастроечния импулс за СТ161 определена експериментално е $\omega_p=9,74\mu m$.

При определяне на обема на извадката по статистическия метод за същите условия на експеримента и статистически оценки на разсейването, по методиката дадена в [4] при 10% грешка на средната стойност се получава $n = 23$ детайла.



Фиг.1



Фиг.2

Следователно, при така зададената точност, размерното поднастройване трябва да се осъществява след обработването на 23 детайла. Ако работата продължи до този брой на обработените детайли, с измерените при разстъргването отклонения на размерите се получава точковата диаграма показана на фиг.2.

В този случай за поднастроечния импулс се получава $\overline{\Delta A}_n = 33,5 \mu m$.

Сумарното поле на разсейване определено по формула (5) е съответно $\omega_\Sigma = 64 \mu m$.

Следователно, при определяне обема на извадката статистически се получава два пъти по-голяма грешка на обработването за конкретния случай. Освен това, сумарното поле на разсейване е по-голямо от допуската на размера. Следователно, в границите на допуската не може да се постигне зададената точност на средната стойност на размера, което е условие за приемането на решение за размерно поднастройване.

4. Заключение.

Проведеният анализ позволява да се направи заключението, че с предложения аналитичен подход за определяне на момента за поднастройване се постига значително по-висока точност на обработените детайли отколкото ако броят на детайлите между две поднастройвания се определя статистически. С прилагането на този метод се получава сумарно поле на разсейване съпоставимо по големина с мигновеното. Следователно, динамичното размерно поднастройване по резултатите от компютърна обработка на информацията за размерите на обработените детайли в реално време е приложим и ефективен, както за процеси с малко, така и с голямо разсейване на размерите породено от случайни фактори.

В настоящата работа се представят резултати на изследователски екип от ТУ - София, Филиал Пловдив за осъществяване на интелигентно компютърно управление при струговане и свредловане на ММ с ЦПУ. Те са постигнати при осъществяване на изследователски проекти финансирани от Университета и Фонд „Научни изследвания” на Министерството на образованието и науката (проект „Създаване на методология за управление и диагностика на реконфигуриращи се производствени системи”).

ЛИТЕРАТУРА

1. **Балакшин Б. С.** Основы технологии машиностроения. Машиностроение. Москва, 1966.
2. **Митков А., Н. Након, Г. Гатев.** Ръководещи материали „Статистически методи за изследване на технологичните процеси и текущ контрол на качеството в машиностроенето”. ЦНИИТМАШ. София, 1974 г.
3. **Митков А., С. Кардашевски.** Статистически методи в селскостопанската техника. “ЗЕМИЗДАТ”. София, 1977 г.
4. Сборник БДС „Статистически методи за контрол-обща положения”. Комитет по качеството към Министерския съвет на Р. България. София, 1986 г.

Department of machine-building technics and technology
Technical University–Sofia, Plovdiv Branch
25 Tsanko Dystabanov St.
4000 Plovdiv
BULGARIA
E-mail: sisisal@abv.bg