



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 218 488 A1

4(51) G 05 B 13/00

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 05 B / 246 730 7

(22) 29.12.82

(44) 06.02.85

(71) VEB Maschinenfabrik „John Schehr“ Meuselwitz, DD

(72) Penzel, Helmar; Geweniger, Siegfried, Dr.-Ing., DD

(54) Numerisches Steuerungsverfahren mit adaptiver Regeleinrichtung

(57) Das Anwendungsgebiet der Erfindung erstreckt sich auf numerisch gesteuerte Schleifmaschinen. Als spezielles Anwendungsgebiet kommen numerisch gesteuerte Walzenschleifmaschinen in Betracht. Als Ziel der Erfindung soll eine wesentliche Verringerung des Programmieraufwandes für numerisch gesteuerte Bearbeitungsmaschinen bei gleichzeitiger voller Ausnutzung der bekannten Vorzüge adaptiver Regelungen erreicht werden. Der Erfindung liegt dabei die Aufgabe zugrunde, ein numerisches Steuerungsverfahren mit adaptiver Regeleinrichtung aufzuzeigen, mit dem die Vorteile der numerischen Steuerung mit denen adaptiver Regeleinrichtungen bei der Schleifbearbeitung von Walzen bei geringem Programmieraufwand kombiniert werden können. Erfindungsgemäß wird das dadurch erreicht, daß die zu bearbeitende Werkstücklänge L ermittelt und eine theoretische Teilstücklänge l so oft subtrahiert wird, bis die Bearbeitungslänge kleiner Null ist, die Werkstücklänge L durch die Anzahl der ermittelten Teilschritte x geteilt wird und diese praktische Teilstücklänge l_1 im numerischen Steuerungsprogramm als Schrittlänge dient.

Numerisches Steuerungsverfahren mit adaptiver Regeleinrichtung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Das Anwendungsgebiet der Erfindung erstreckt sich auf numerisch gesteuerte Schleifmaschinen. Als spezielles Anwendungsgebiet kommen numerisch gesteuerte Walzenschleifmaschinen in Betracht.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Bei herkömmlich numerisch gesteuerten Schleifmaschinen wird das Längsschleifen rotationssymmetrischer Werkstücke durch einander folgende Arbeitszyklen durchgeführt, wobei am Ende eines jeden Längshubes eine Zustellung des Schleifkörpers vorgenommen wird. Diese Längsschleifbearbeitung von Werkstücken wird mittels eines numerischen Steuersystems durch entsprechende numerische Informationen durchgeführt. Diese Informationen werden in der Reihenfolge bereitgestellt, in welcher sich die Arbeitszyklen der Längsschleifbearbeitung wiederholen. Mit einem derartigen numerischen Steuerungssystem zu schleifen ist zwar prinzipiell möglich, aber insbesondere bei der Schrubbearbeitung von Walzen ist damit keine optimale Schleifleistung zu erwarten.

Andererseits sind adaptive Regelungen an spanenden Werkzeugmaschinen bekannt, die in Abhängigkeit von verschiedenen Meßgrößen zur Auslastung des Systems Werkstück-Werkzeug-Maschine den Vorschub, die Schnitttiefe, die Schnittgeschwindigkeit usw. regeln.

Aus der DE-OS 2147 520 ist eine Lösung bekannt, die aus einer numerischen Steuerung und einem Auslastungsregelkreis besteht. Bei Überschreitung einer voreingestellten oberen Belastungsgrenze wird dabei eine Verringerung der Schnitttiefe bewirkt, wobei Bewegungszyklen ablaufen, zu denen Rücklaufbewegungen gehören, die nach abgebrochenem oder beendetem Schnitt das Werkzeug in der der Vorschubrichtung entgegengesetzten Richtung an eine Ausgangsstelle bringen, von der aus die weitere Abtragung des Werkstückaufmaßes fortgesetzt wird.

Die für eine adaptive Regelung notwendigen Informationen über den tatsächlichen Auslastungszustand der Maschine können nur dann in den Bearbeitungsablauf eingearbeitet werden, wenn entsprechende Befehle in das numerische Programm eingearbeitet sind.

Für Anwendungsfälle in der Walzenbearbeitungstechnik bedeutet dies, daß z. B. bei der Schleifbearbeitung eines zylindrischen Walzenballens ein Steuerungsprogramm erstellt werden muß, das nach definierten Wegstrecken die Einarbeitung eines adaptiven Regelsignals ermöglicht. Damit ist aber ein hoher Programmieraufwand verbunden, da die zu bearbeitende Walzenballenlänge mehrere Meter betragen kann.

Ziel der Erfindung

Als Ziel der Erfindung soll eine wesentliche Verringerung des Programmieraufwandes für numerisch gesteuerte Bearbeitungsmaschinen bei gleichzeitiger voller Ausnutzung der bekannten Vorzüge adaptiver Regelungen erreicht werden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der in der Charakteristik der bekannten technischen Lösungen beschriebene technische Mangel läßt sich darauf zurückführen, daß bei numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen üblicherweise Konturen geringer räumlicher Ausdehnung abgearbeitet werden, wodurch am Ende eines jeden notwendigen Programmschrittes der Befehl zur Einarbeitung eines adaptiven Regelsignals eingearbeitet werden konnte, ohne die für eine optimale Auslastungsregelung z. B. beim Schleifen notwendige Schrittlänge wesentlich zu überschreiten.

Bei der Schleifbearbeitung von Walzen ergeben sich aufgrund der großen Bearbeitungslängen, die mit einem Programmsatz abgearbeitet werden, keine Möglichkeiten, mit bekannten Mitteln einen effektiven numerisch-adaptiven Regelungsprozeß zu realisieren.

Um diese Ursache zu beseitigen, liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein numerisches Steuerungsverfahren mit adaptiver Regeleinrichtung aufzuzeigen, mit dem die Vorteile der numerischen Steuerung mit denen adaptiver Regeleinrichtungen bei der Schleifbearbeitung von Walzen bei geringem Programmieraufwand kombiniert werden können. Erfindungsgemäß wird das dadurch erreicht, daß die zu bearbeitende Werkstücklänge ermittelt und eine theoretische Teilstücklänge so oft abgezogen wird, bis die Bearbeitungslänge kleiner Null ist, die Werkstücklänge durch die Anzahl der ermittelten Teilschritte geteilt wird und diese praktische Teilstücklänge im numerischen Steuerungsprogramm als Schrittlänge dient.

Ausführungsbeispiel

Am Beispiel einer Walzenschleifmaschine mit numerischer Handeingabesteuerung soll die prinzipielle Funktionsweise des erfindungsgemäßen numerischen Steuerungsverfahrens beschrieben werden.

Die Länge des zu bearbeitenden Walzenballens wird zu Beginn des Schleifprozesses ermittelt und in den internen Rechner der Steuerung eingegeben. Diese Ballenlänge beträgt beispielsweise 2435 mm. Von der Ballenlänge L wird eine von der Spezifik des Schleifprozesses (z. B. Schleifkörperbreite) bestimmte theoretische Teilstücklänge 1 so oft subtrahiert, bis die Differenz zwischen der Ballenlänge L und dem Produkt aus der Anzahl der Teilschritte x und der Teilstücklänge 1 kleiner Null wird (1 wird mit 25 mm angenommen).

$$L - 1 = 2435 \text{ mm} - 25 \text{ mm} > 0$$

$$L - 21 = 2435 \text{ mm} - 2,25 \text{ mm} > 0$$

$$L - 971 = 2435 \text{ mm} - 97,25 \text{ mm} = 10 \text{ mm} > 0$$

$$L - 981 = 2435 \text{ mm} - 98,25 \text{ mm} = -15 \text{ mm} < 0$$

Die Anzahl der Teilschritte ergibt sich damit zu $x = 98$. Zur Ermittlung der praktischen Teilstücklänge l_1 wird die Ballenlänge L durch die Anzahl der ermittelten Teilschritte x dividiert.

$$L : x = l_1$$

$$2435 \text{ mm} : 98 = 24,8469 \text{ mm}$$

Die praktische Teilstücklänge l_1 wird mit der Genauigkeit des Auflösungsvermögens des Wegmeßsystems der Maschine ermittelt und ergibt sich gerundet mit $l_1 = 24,847 \text{ mm}$ bei einem angenommenen Auflösungsvermögen von 0,001 mm.

Diese praktische Teilstücklänge l_1 wird von der Steuerung der Walzenschleifmaschine 98mal abgearbeitet, wodurch der gesamte Walzenballen abgefahren wird ohne ein zulässiges Überfahren der Walzenballenlänge zu überschreiten.

Nach Abarbeitung einer jeden praktischen Teilstücklänge l_1 wird die Steuerung in die Lage versetzt, Informationen (z. B. über die Größe der Schleifmotorleistung) in den numerischen Steuerungsablauf aufzunehmen und damit optimale Auslastungsbedingungen für den Vorschleifprozeß zu schaffen.

Erfindungsanspruch:

Numerisches Steuerungsverfahren mit adaptiver Regeleinrichtung zum Abarbeiten des Werkstückaufmaßes entlang einer Werkstückkontur auf Werkzeugmaschinen mit numerischer Steuerung und einem Auslastungsregelungssystem mit regelbarem Vorschub- und Hauptantrieb, wobei die Vorschubgeschwindigkeit, die Zustellung und die Hauptspindeldrehzahl in Abhängigkeit von Zustandsgrößen, die für den Zerspanungsprozeß Grenzbedingungen darstellen, beeinflußt werden, **gekennzeichnet dadurch**, daß die zu bearbeitende Werkstücklänge L ermittelt und eine theoretische Teilstücklänge l so oft subtrahiert wird, bis die Bearbeitungslänge kleiner Null ist, die Werkstücklänge L durch die Anzahl der ermittelten Teilschritte l_1 im numerischen Steuerungsprogramm als Schrittlänge dient.