

International Conference on
COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING

Internationale Konferenz über
RECHNERINTEGRIERTE FERTIGUNGSSYSTEME

Zakopane, March 24-27 1992

Józef Gawlik, Edward Wantuch

Institut für Fertigungstechnik und Automation,
Technische Hochschule Kraków, Polen.

EINE STRUKTUR DES RECHNERSYSTEMS FÜR DIE IDENTIFIZIERUNG
UND ÜBERWACHUNG DES ZUSTANDES VOM BEARBEITUNGSPROZESS
IM MAGNETFELD

Zusammenfassung. Im Vortrag wurden die Hauptfaktoren, welche einen Einfluß auf die Eigenschaften der Oberflächenschicht vom Stahlwerkstück nach dem Behandlungsprozeß im schwachen Magnetfeld haben, besprochen. Es wurden die eigenartigen Merkmale der Spezialschleifwerkzeuge und eine Struktur des Systems für die Identifizierung und Überwachung des Bearbeitungsprozesses bestimmt.

1. Die Möglichkeit der Ausnutzung des Magnetfeldes
in der Oberflächenbehandlung

Einer Einfluß des Magnetfeldes auf die Stahlwerkstücke bei der beliebigen, verlusten Bearbeitungsprozeß man soll mit der Gruppe der magnet-mechanischen Effekten verbinden, die während der Einwirkung des Magnetfeldes mit dem Ferromagnetikum finden statt.

Als Resultat der Einwirkung des Magnetfeldes auf den gehärteten Stahl tritt die Störung des thermodynamischen Gleichgewichts dieses mehrphasen Materials, durch die Änderung der freien Gibbs-Energie der einzelnen Phasen der Legierung, auf [2,3].

In Zusammenhang damit, das thermodynamischen Potential des Mehrphasensystems, das gehärtete Stahl unter der Einwirkung des Magnetfeldes bildet, werden durch die Temperatur, Druck und Magnetisierung bestimmt.

Gehärteter Stahl ist eine Mischung der ferromagnetischen Phase α Fe sowie der Metallkarbiden (unter 513 K) und der paramagnetischen Phase γ Fe. In der Oberflächenschicht eines solchen Werkstückes, kann man nach dem Schleifen die Zone der Oxidschichten in der Stärke von einigen Nanometer unterscheiden, wel-

cher die magnetische Charakteristik im Tafel 1 dargestellt wurde.

Tafel 1

Die kritische Temperatur für die verschiedenen, magnetischen Strukturen der Modifikation der Eisenoxide

Art der magnetischen Struktur	Art des Eisenoxides	Kritische Temperatur	
		T_c (K) Curie	T_N (K) Neel
Antiferromagnetikum	Fe_2O_3	-	950
Ferromagnetikum	Fe_3O_4	858	-
Antiferromagnetikum	FeO	-	198

Die magnetische Eigenschaft des Stahls hängen von der Temperatur ab. Die Temperatur veranlast in der Ferromagnetikum das Abklingen der spontanen Ordnung der Spinen von Elektronen durch die termische Schwingunge im Curie-Temperatur ($T_c=1043$ K) und Übergang zum paramagnetischen Zustand.

Der Durchlauf der Änderungen der Magnetisierung zwei Hauptferromagnetiken, d.h. des Eisens und des Nickels als Funktion der Temperatur (Bild 1) charakterisiert sich der plötzlichen Senkung der Magnetisierung zum Null in der Umgebung des Curie-Punktes bei der Temperatursteigerung und gleichzeitig der schnellen Steigerung der Magnetisierung in der Umgebung dieses Punktes bei ihre Herabsetzung.

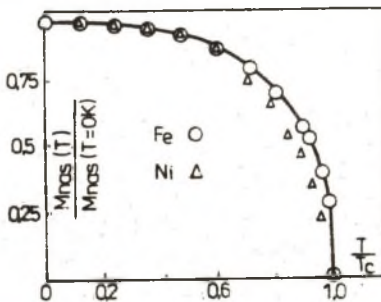


Bild 1. Relative Magnetisierung $M_{nas}/M_{nas}(T=0 K)$ als Funktion T/T_c [nach 6]

Für die bestimmten technologischen Arbeitsgängen kann man die starke und schwache magnetische Felde verwenden.

Die starke Magnetfelde, ung. 2.5 MA/m, bewirkten auf dem ferromagnetischen Martensit zusammen mit dem mechanischen Effekt des Wirkens der magnetischen Dipolen auf der metastabile Austenitsphase in der gehärteten Stählen und verursachen der Zerfall (die Verminderung) des Restaustenites.

Eine technologische Ausnutzung dieserartigen Einwirkungen in starken Magnetfeldern sind derzeit sehr problematisch, weil große technische Schwierigkeiten bei der Erhaltung der Magnetfeldern mit Hochintensität auftreten.

Eine Einwirkung der schwachen Magnetfeldern mit Intensität bis 500 kA/m. auf den metastabile Systeme des Artes "gehärtete Stähle" wird von Zeitparameter (Zahl der Übermagnetisierung, Magnetisierungszeit) und von der Temperatur des Stahls abgehängt [4,5]. Diese besondere Eigenschaft der schwachen Magnetfeldern ist mit der heftigen Magnetisierungsänderungen beim Curie-Punkt für αFe (Bild 1) verbunden. Das Magnetfeld verursacht in diesem Fall die Verminderung der freien Energie von entstehenden Ferrit αFe [2]. Dieses Prozeß erhöht die Menge des überschüssigen Ferrites in der unterperlitischen Stählen, und vermindert auch die Menge des abgebenden Zementites als paramagnetische Phase in der übereutektoidischen Stählen

Im Bereich der niedrigsten Temperatur fließt das Magnetfeld auf der martensitischen Umwandlung und verursacht das Entstehen des dispersen Martensites; gleichzeitig vermindert sich die Menge des Restaustenites ähnlich wie bei der Tieftemperaturbehandlung. Ein Mechanismus dieser Änderungen erklärt sich durch die elastisch-mechanische Einwirkung des Magnetfeldes während der Magnetisierung auf den ferromagnetischen Kristallen des Martensites umfassende vom paramagnetischen Medium im Art αFe . Das Magnetfeld fließt auch auf dem Wärmetransport im ferromagnetischen Werkstück ein, und verändert das Verhältnis der Wärmeübertragung von der Elektronen- und Schallquantwärme; besonders im mehrphasen Materialien wie z.B. Stahl nach der Wärmebehandlung.

Das Wesen des Problems erfährt das adiabatische Effekt von Righie-Leduc (Bild 2), das auf der Bildung des transversalen Temperaturgradientes $\frac{\partial T}{\partial y}$ beruht:

$$\frac{\partial T}{\partial y} = A_1 H_z \left(\frac{\partial T}{\partial x} \right) \quad (1)$$

beim Einfluß des Magnetfeldes H_z und beim ursprünglichem Gradient der Temperatur im Werkstück: $T_1 - T_2$, $T_1 > T_2$. Das Magnetfeld H_z hervorruft eine Teilung des Wärmestroms W in diese Weise, daß die "heiße" Elektronen gehende von der Temperatur T_1 , von den "kalten" Elektronen gehenden von der Temperatur T_2 separiert werden.

In der Beziehung mit diesem Prozeß wird die ursprüngliche Wärmestrom unter dem Winkel φ abgelenkt:

$$\varphi = \arctg \left(\frac{\frac{\partial T}{\partial y}}{\frac{\partial T}{\partial x}} \right) \quad (2)$$

Für die Ferromagnetikum:

$$\frac{\partial T}{\partial y} = (A_1 B_z + A_{s1} 4\pi I_z) \frac{\partial T}{\partial x} \quad (3)$$

wobei: A_1 - Koeffizient von Righie-Leduc
 A_{s1} - anomaler Koeffizient von Righie-Leduc
 B_z - magnetische Induktion
 I_z - Magnetisierung

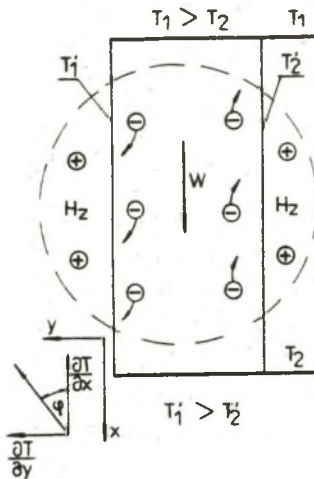


Bild 2. Änderung der Verteilung des Wärmestroms W unter dem Einfluß des Magnetfeldes im ferromagnetischen Werkstück beim Temperaturgradient $T_1 > T_2$ [nach 6]

Wie wird daraus erfolgen, das Magnetfeld ist ein sehr selektiver, energetischer Faktor, der in der Oberflächenbehandlung, für die Realisierung der technologischen Operationen der Ingenieurkunst von Oberflächenschichten, für die mehrphasen, ferromagnetischen Werkstoffen mit der spanabhebenden Bearbeitung kann man verwenden.

Auf Grund dieser Anwendung des Magnetfeldes befindet sich die Voraussetzung seiner Einfluß auf die Struktur des Stahls, die in der Untersuchungen im Bereich der Magnetschleifbearbeitung, der termomagnetische Bearbeitung, festgestellt werden. Der Einfluß des Magnetfeldes wurde im Bereich der Technologie der spanabhebenden Bearbeitung und der Möglichkeiten der Steuerung von Wärmestrom in der Bearbeitungszone, bis jetzt noch nicht versucht.

2. Vorschlag des Systems für die Identifizierung und Überwachung des Zustandes von Bearbeitungsprozeß

Eine Kompliziertheit und Eigenart der Einwirkung von flexiblen Werkzeug im Prozeß der Oberflächenbehandlung im Magnetfeld stellen in den Vordergrund folgende Schwerpunkte:

- * Identifizierung des Zustandes der Bearbeitungsprozesses und des Zustandes vom Werkstück.
- * Prognostizierung der Charakteristik des Prozesses.
- * Überwachung der Parameter des Prozesses in Erwägung der Erzielung der annehmenden Charakteristik vom Werkstück nach dem Bearbeitungsprozeß.

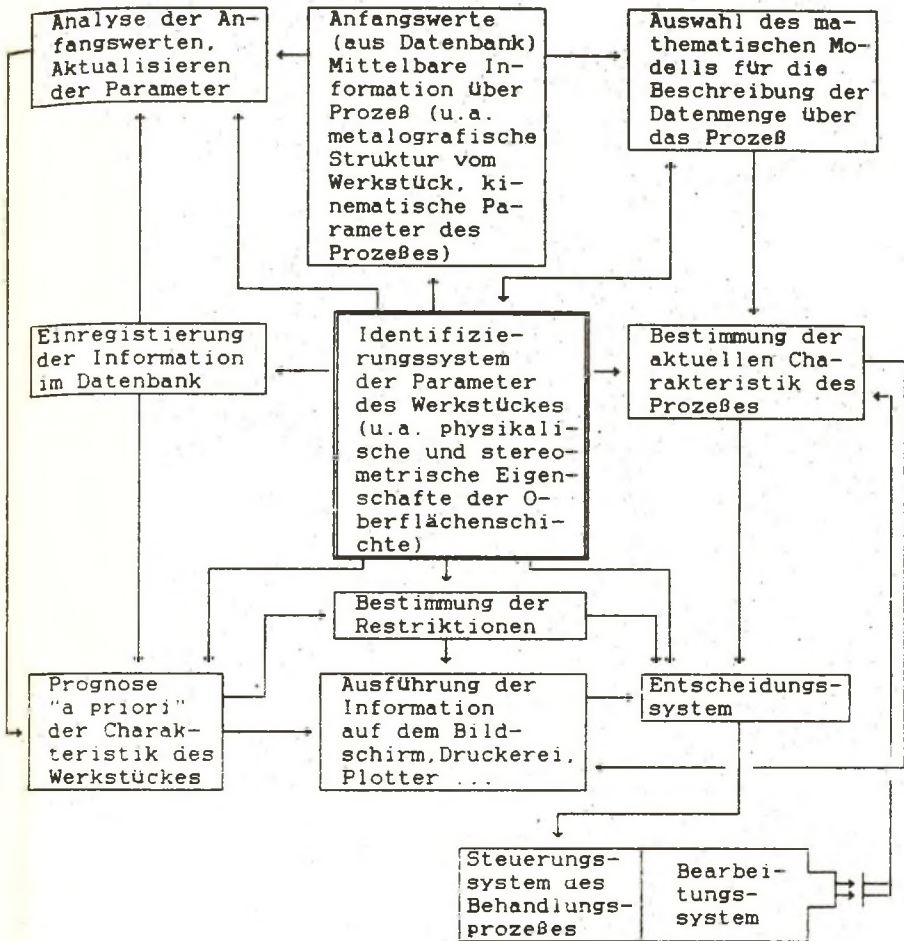


Bild 3. Eine Struktur des Identifizierung - und Überwachungssystems des Zustandes des Prozeßes bei der Oberflächenbehandlung im Magnetfeld

Unter Berücksichtigung der vielen Faktoren, die einen entscheidenden Einfluß auf die Kennziffern des Bearbeitungsprozesses haben, unter anderen soll man aufzählen:

- * kinematische Parameter des Prozeßes,
- * anfängliche, metallografische Struktur des bearbeitenden Werkstoffes, die Eingangsgröße bei der Behandlung bildet.

Die obengenannte Größe beeinflussen mittelbar auf der Charakteristik der Oberflächenschicht, die durch folgende Eigenschaften bestimmt werden:

- * die Zonenbau und Phasenzusammensetzung des bearbeitenden Werkstoffes:

* die stereometrische Eigenschaften der Oberflächenzone (die in diesen Fall die Restriktionen bilden).

Zu den Steuerungsgröße, die auf die physikalische Eigenschaften der Oberflächenschicht entscheidend beeinflussen, gehören:

- * die Stärke des Magnetfeldes, die auf dem Phasenzustand bestimmend wirkt,
- * die Parameter des Wärmestromes zuführenden zur Oberflächenschicht beim Bearbeitungsprozeß.

Der Auswahl dieser gesteuerten Hauptparameter und Struktur des Systems (Bild 3) wurde durch die Charakteristik der Einwirkung des Magnetfeldes auf den thermodynamischen Gleichgewicht des bearbeitenden Werkstoffes, sowie die Analyse der Literatur [1+8] begründet.

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Барон Ю.М.: Магнитно-абразивная и магнитная обработка изделий и режущих инструментов. Ленинград, Машиностроение-1989.
- [2] Берштейн М.Л., Путовой В.М.: Тернижеская обработка стальных изделий в магнитном поле. Москва, Машиностроение 1987.
- [3] Мальгин Б.В.: Магнитное упрочнение инструмента и деталей машин. Москва, Машиностроение 1989.
- [4] Wantuch E., Skrzypek S.: The Possibility a Wear-resistance Increasing of the Machine Parts by using the Magneto-abrasive Treatment. Konf. "Schleifen II" Brno 1987, CSRS.
- [5] Wantuch E., Harasymowicz J>: Modyfikacja własności tribologicznych warstwy wierzchniej metoda obróbki ścierniej w polu magnetycznym. Zeszyty Naukowe AGH, t.5M/1986.
- [6] Wert. Ch.A., Thomson R.M.: Fizyka ciała stałego, PWN, W-wa 1974.
- [7] Абрамов О.В., Розенбаум А.Н.: Прогнозирование состояния технических систем. Изд. Наука, Москва 1990.
- [8] Ray W.H.: Advanced Process Control. McCrew-Hill Book Company 1981. Москва Мир 1983.

THE STRUCTURE OF COMPUTER SYSTEM FOR IDENTIFICATION AND CONTROL OF STATE OF MACHINING EXTERNAL PROCESS IN MAGNETIC FIELD

Summary

The basic factors, which influence the outside layer features of the steel workpiece after surface machining in the weak magnetic field, were described in the paper. The specificity of the flexible grinding tool and the structure of the identification and machining process control system were determined in addition.

STRUKTURA KOMPUTEROWEGO UKŁADU IDENTYFIKACJI I NADZORU STANU
PROCESU OBROBKI POWIERZCHNIOWEJ W POLU MAGNETYCZNYM

Streszczenie

W referacie omówiono podstawowe czynniki, wpływające na właściwości warstwy wierzchniej stalowego przedmiotu po obróbce powierzchniowej w słabym polu magnetycznym. Określono specyficzne cechy specjalnego narzędzia ściernego oraz strukturę systemu do identyfikacji i kontroli procesu obróbkowego.

Wpłynęło do redakcji w styczniu 1992 r.

Recenzent: Jan Darlewski