

(12) **Wirtschaftspatent**Korrigiert gemäß § 23 Absatz 2 Anordnung
über die Verfahren vor dem Patentamt(19) **DD** (11) **244 085 C2**4(51) **B 21 D 7/14****AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN**

(21)	WP B 21 D / 285 070 7	(22)	23.12.85	(44)	01.02.89
				(44)	25.03.87

(71)	VEB Kombinat Schiffbau – Stammbetrieb, Doberaner Straße 110/111, Rostock, 2500, DD
(72)	Zorn, Herbert, Dr.-Ing.; Wiebeck, Erno, Prof. Dr. sc. techn.; Hartwig, Günter, Dipl.-Ing.; Aust, Ingo; Möller, Werner, DD

(54) **Steuer- und Kontrollsystem für Biegemaschinen**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Umformung von Blechen und stangenförmigen Halbzeugen. Ziel der Erfindung ist es, die automatische Umformung von Blechen und Profilen in zulässigen Toleranzen zu verbessern, um damit Korrekturbiegungen zu vermeiden. Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, der Bezugsbasis des gewählten Meßsystems einen einlaufseitigen Basisendpunkt zuzuweisen, der die Steuerung und Kontrolle der Umformung mit hinreichender Genauigkeit zuläßt. Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß der einlaufseitige Basisendpunkt zwischen dem einlaufseitigen Auflager und der Wirkungslinie des mittleren Biegestempels das Werkstück in einem Bereich antastet, der ausschließlich im aktuellen Biegeschritt umgeformt wird, im nachfolgenden Biegeschritt also keiner weiteren Umformung unterliegt, wobei die Umgebung der Biegemitte auszuschließen ist. Daraus folgt, daß die Vorzugsposition des einlaufseitigen Basisendpunktes bezogen auf die Wirkungslinie des mittleren Biegestempels um etwa die Hälfte des minimalen Umformschrittes zur Einlaufseite hin versetzt ist.

Patentanspruch:

Steuer- und Kontrollsystem für Biegemaschinen mit schrittweisem Arbeitsablauf, dessen Meßsystem eine Bezugsbasis aufweist, die einerseits durch einen zwischen den Auflagern der Biegemaschine angeordneten einlaufseitigen Basisendpunkt und andererseits durch einen auslaufseitigen Basisendpunkt begrenzt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß der einlaufseitige Basisendpunkt (5) bezogen auf die Wirkungslinie des mittleren Biegestempels (2) um etwa die Hälfte des minimalen Umformschrittes zum einlaufseitigen Auflager (3) hin versetzt ist

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung findet Anwendung in einem Meßsystem für die Steuerung und Kontrolle der Umformung von Platten und Profilen auf automatisch gesteuerten Biegemaschinen mit schrittweisem Arbeitsablauf

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Bei jeder Umformung von Platten und Profilen ohne Formwerkzeuge erfolgt die Steuerung des Umformprozesses über Formparameter. Diese Formparameter werden als Formänderung am Werkstück direkt oder als Lageänderung entsprechender Maschinenteile der Biegemaschine indirekt erfaßt. Bei einer automatisierten Umformung ist eine Kontrolle der erreichten Form erforderlich, die zweckmäßigerweise über den gleichen Formparameter wie die Steuerung erfolgt. Durch eine Rückkopplung zwischen Kontrolle und Steuerung kann eine unzulässige Differenz zwischen dem SOLL-Wert und dem IST-Wert der Kontur des umgeformten Werkstückes beseitigt werden.

Der Formparameter bezieht sich auf eine definierte Basislänge der Kurve, die durch einen einlaufseitigen, zwischen den Auflagern der Biegemaschine liegenden Basisendpunkt und einem zweiten auslaufseitigen Basisendpunkt begrenzt wird. Gemäß dem bekannten Stand der Technik erhält der einlaufseitige Basisendpunkt zwischen den Auflagern verschiedene Zuordnungen. Nach der DD-WP 51 760 ist eine Lösung bekannt, nach der der einlaufseitige Basisendpunkt dem Bereich der Umformzone zugeordnet ist. Da jedoch dieser Bereich der Umformzone im folgenden Biegeschritt teilweise einer zusätzlichen Umformung unterliegt, führt diese Zuordnung zu einer fehlerhaften Kontrollmessung, da die Messung an einem nicht fertig umgeformten Werkstück ausgeführt wird.

Bei weiteren bekannten Meßvorgängen (DD-WP 225 061 und DE-AS 15 52 991) liegt der einlaufseitige Basisendpunkt im Kräfteeinleitungspunkt in Auflagermitte. Dieses Meßsystem ist für Steuerung und Kontrolle der Umformung gleichermaßen geeignet. Der Nachteil besteht jedoch darin, daß die Kurve des Werkstückes in einem Bereich angetastet wird, in der die Formparameter, insbesondere die Krümmung und der Anstieg der Kurve in diesem Meßpunkt einen großen Gradienten aufweisen, so daß kleine Differenzen große Fehler verursachen können.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß alle bekannten Steuer- und Kontrollsysteme für die schrittweise Platten- und Profilmumformung durch die Wahl des einlaufseitigen Basisendpunktes eine fehlerhafte Umformung nicht ausschließen und häufig aufwendige Korrekturen erforderlich sind.

Ziel der Erfindung

Der nützliche Effekt, der bei Anwendung der Erfindung eintritt, besteht in der weiteren Qualifizierung der automatischen Umformung von Platten und Profilen, um die Abweichungen zwischen IST-Form und SOLL-Form in zulässigen Grenzen zu halten und Korrekturbiegungen unnötig zu machen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, der Bezugsbasis des Meßsystems für die Steuerung und Kontrolle der Umformung von Platten und Profilen auf automatisch arbeitenden Biegemaschinen mit schrittweisem Arbeitsablauf einen einlaufseitigen Basisendpunkt zuzuweisen, der eine Kontrolle der IST-Form mit hinreichender Genauigkeit ermöglicht und eine entsprechende Rückkopplung auf die Steuerung der Umformung im nachfolgenden Biegeschritt zuläßt.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß der einlaufseitige Basisendpunkt zwischen dem einlaufseitigen Auflager und der Wirkungslinie des mittleren Biegestempels das Werkstück in einem Bereich antastet, der ausschließlich im aktuellen Biegeschritt umgeformt wird, im nachfolgenden Biegeschritt also keiner weiteren Umformung unterliegt, wobei die Umformung der Biegeschritte zu meiden ist.

Als besonders vorteilhaft erweist es sich, den einlaufseitigen Basisendpunkt bezogen auf die Wirkungslinie des mittleren Biegestempels um etwa die Hälfte des minimalen Umformschrittes zur Einlaufseite hin zu versetzen.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden

Der Umformprozeß, im Ausführungsbeispiel die Umformung eines Profils 1 in einer automatisch arbeitenden Biegemaschine mit schrittweisem Arbeitsablauf, wird auf der Grundlage des die Krümmung des Profils 1 beschreibenden Formparameters charakterisiert. Die dazugehörige Zeichnung zeigt in

Fig 1 ein Schema des Umformprozesses,

Fig 2 eine zur Fig. 1 gehörige Darstellung der Krümmung des Profils in den einzelnen aufeinanderfolgenden Arbeitsschritten.

Die Gestaltung eines effektiven kombinierten Steuer- und Kontrollsystems für eine Profilbiegemaschine, die über ein einlaufseitiges Auflager 3, ein auslaufseitiges Auflager 4 und einen in der Wirkungsline 2 beweglichen mittleren Biegestempel verfügt und die daraus folgende Zusammenlegung von Steuer- und Kontrollsystem ist an folgende Bedingungen geknüpft

- Für die Steuerung des Umformprozesses muß die Bezugsbasis des Meßsystems so gelegt werden, daß während der Umformung der plastizierte Bereich erfaßt wird, was bedeutet, der einlaufseitige Basisendpunkt 5 liegt noch im Umformbereich
- Für die Kontrolle der IST-Form muß die Bezugsbasis nach der Umformung im fertig umgeformten Profilbereich liegen. Das heißt, es muß für den einlaufseitigen Basisendpunkt 5 eine Position an der Profilkontur gefunden werden, die diese Bedingungen erfüllt

Bei einer schrittweisen Umformung treten Plastizierungen in einem Umformschritt i nur dort ein, wo die Belastung größer als im vorangegangenen Umformschritt $i-1$ ist. Die eintretenden Plastizierungen ihrerseits erreichen nur die Werte, die sich bei gleicher Belastung ohne vorherige Plastizierung einstellen würden. Es findet also keine Superposition der Plastizierungen aufeinanderfolgender Umformschritte statt.

Unter den Voraussetzungen gleicher Belastungen und gleicher Vorschube in aufeinanderfolgenden Umformschritten ergeben sich die in der Zeichnung dargestellten Verhältnisse.

Der Bereich

$$\frac{l}{2} - \frac{S_i - 1}{2} < x < \left(\frac{l}{2} - \frac{S_i - 1}{2} \right) + l_{pli} \quad (1)$$

wird also im Umformschritt i weiter bzw. neu umgeformt, wobei der Abschnitt

$$\frac{l}{2} - \frac{S_i - 1}{2} < x < \frac{l}{2} + \frac{S_i}{2} \quad (2)$$

dieses Bereiches im nachfolgenden Umformschritt keine plastische Formänderung mehr erfährt. Liegt der einlaufseitige Basisendpunkt 5 eines Meßsystems in diesem Abschnitt, kann mit ihm sowohl der Umformprozeß erfaßt und gesteuert werden, als auch nach der Umformung die IST-Form kontrolliert werden. Der Steuersollwert kann in einfacher Weise mit einem dem Meßsystem analogen System von der Sollkurve abgenommen werden.

Zwei Kriterien führen zu einer weiteren Einschränkung bzw. Präzisierung der Lage des einlaufseitigen Basisendpunktes 5 nach (2).

- Er soll einen möglichst großen Teil des Bereiches entsprechend Gleichung (1) erfassen
- Die Umgebung der Biegemitte ist für eine Antastung schlecht geeignet, da die Formparameter in diesem Bereich einen großen Gradienten aufweisen, so daß kleine Differenzen große Fehler verursachen.

Somit ergibt sich

$$x = \frac{l}{2} + \frac{S_i}{2}$$

Unter Berücksichtigung unterschiedlicher Belastungen und ungleicher Vorschube in aufeinanderfolgenden Umformschritten erweist sich

$$x = \frac{l}{2} + \frac{S_{min}}{2}$$

als die Vorzugslage für den einlaufseitigen Basisendpunkt 5. Diese Vorzugslage sichert darüber hinaus im Zusammenwirken mit dem auslaufseitigen Basisendpunkt 5 in jedem Umformschritt eine maximale Basislänge des Bezugssystems.

