



(11) **EP 2 313 215 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
23.11.2011 Patentblatt 2011/47

(51) Int Cl.:
B21D 3/05^(2006.01) B21F 1/02^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09780450.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2009/058849

(22) Anmeldetag: **10.07.2009**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2010/004037 (14.01.2010 Gazette 2010/02)

(54) **VERFAHREN ZUM RICHTEN VON TEILEN IN EINER WALZENRICHTMASCHINE**
METHOD FOR STRAIGHTENING PARTS IN A ROLLER STRAIGHTENING MACHINE
PROCÉDÉ POUR DRESSER DES PIÈCES DANS UNE MACHINE À DRESSER À GALETS

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR

• **KHIM, Gerald**
68753 Waghäusel (DE)

(30) Priorität: **10.07.2008 EP 08012481**

(74) Vertreter: **Strobel, Wolfgang et al**
Kroher-Strobel
Rechts- und Patentanwälte
Bavariaring 20
80336 München (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.04.2011 Patentblatt 2011/17

(73) Patentinhaber: **ARKU MASCHINENBAU GMBH**
76532 Baden-Baden (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 1 048 371 EP-A2- 1 402 966
EP-B1- 1 294 503

(72) Erfinder:
• **BRÄUTIGAM, Horst**
76344 Eggenstein (DE)

EP 2 313 215 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Richten von Teilen in einer Walzenrichtmaschine, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Das Walzenrichten ist ein Biegeverfahren, bei dem sich Werkzeuge, nämlich die Richtwalzen, drehen, wobei das Richtmaterial Wechselbiegungen unterworfen wird. Die hierfür eingesetzten Maschinen werden Richtmaschinen genannt. Darin wird das Richtmaterial zwischen zwei gegenüberliegend und versetzt angeordneten Reihen von Richtwalzen hindurchbewegt. Die oberen und unteren Richtwalzenreihen sind dabei so versetzt zueinander angeordnet, dass sie jeweils in den Zwischenraum des gegenüberliegenden Walzenpaares eintauchen können. Die Eintauchtiefe und die Geometrie der Richtwalzen bestimmen dabei die Größe der Wechselbiegungen, die teilplastisch sein müssen. Die größten Wechselbiegungen erfolgen an der Einlaufseite der Richtmaschine und werden in der Regel zur Auslaufseite der Maschine hin abnehmend eingestellt, wobei am Auslauf in der Regel keine Wechselbiegungen auf das Richtmaterial aufgebracht werden. Man unterscheidet zwischen Bandrichten und Teilerichten (vgl. Prof. Dr.-Ing. Horst Bräutigam "Richten mit Walzenrichtmaschinen", ARKU-Schriftenreihe der ARKU Maschinenbau GmbH, 3. erweiterte Auflage, Baden-Baden, September 1996, S. 25-55, 63-76).

[0003] Unter Bandrichten wird das Richten von auf Coils aufgewickelten Blechbändern verstanden, die vor der Weiterverarbeitung, beispielsweise in einer Presse oder Profilieranlage, abgewickelt und plan gerichtet werden müssen. Die Bandrichtmaschinen stehen somit stets in einer Prozesslinie und müssen die Prozesssicherheit durch Einhaltung der geforderten Planheitstoleranzen des gerichteten Bandes sicherstellen. Es handelt sich in der Regel um eine Zwischenfertigungsstufe. Beim Teilerichten handelt es sich dagegen meistens um eine Endfertigungsstufe.

[0004] Das Dickenspektrum bei Teilerichtmaschinen ist im Gegensatz zu der in der Materialdicke begrenzten Coilaufwicklung wesentlich höher als bei Bandrichtmaschinen. Zur Veranschaulichung des Teilerichtprozesses wird auf Fig. 1 Bezug genommen, in der eine Teilerichtmaschine 1 schematisch dargestellt ist. Die Teilerichtmaschine 1 weist einen oberen Richtwalzenblock 3 und einen unteren Richtwalzenblock 5 auf. In dem oberen Richtwalzenblock 3 ist ein Satz von oberen Richtwalzen 7 angeordnet, die von Stützwälzen 8 abgestützt werden. Im unteren Richtwalzenblock 5 ist ein Satz von unteren Richtwalzen 9 angeordnet, die von Stützrollen 10 abgestützt werden. Gemäß dargestellter Teilerichtmaschine 1 in Fig. 1 ist der untere Richtwalzenblock 5 fest in einem Maschinenständer (nicht dargestellt) angeordnet, während der obere Richtwalzenblock 3 in seiner Position und Schräglage eingestellt werden kann und sich in einem oberen Walzenstuhl befindet (vgl. a.a.O., S. 54-55). Die Einstellung des Richtspaltes erfolgt mittels

einer Richtspaltregelung, mit der beispielsweise Abweichungen vom gewünschten Sollwert des Richtspaltes nachgeregelt werden können.

[0005] Das Richtmaterial in Form eines Teils 11 wird durch die Teilerichtmaschine 1 gemäß Pfeil 13 gefördert. Es gelangt von einer Einlaufseite 15 zu einer Auslaufseite 17. Wie aus Fig. 1 ersichtlich, sind die oberen Richtwalzen 7 in die Zwischenräume zwischen die unteren Richtwalzen 9 eingetaucht, wodurch entsprechende Wechselbiegungen beim Teil 11 erzeugt werden. Zur Auslaufseite 17 hin nimmt die Eintauchtiefe der oberen Richtwalzen 7 in die unteren Richtwalzen 9 stetig ab, bis ein Abstand erreicht wird, der im Wesentlichen der Materialdicke des Teils 11 entspricht. Der eingestellte Richtspalt ist für das Richtergebnis maßgebend.

[0006] Bedingt durch die Blockbauweise sind bei Parallelität der Richtwalzen zwei definierte Bezugspunkte ausreichend für die Reproduzierbarkeit der Einstellwerte. Vorteilhafterweise wird die Einstellung in der Nähe der Einlaufseite bzw. Auslaufseite der Richtmaschine gewählt. Wie aus Fig. 1 ersichtlich, ist der obere Richtwalzenblock 3 gemäß Doppelpfeil 19 in vertikaler Richtung bewegbar und gemäß Doppelpfeil 21 auch um eine zu den Achsen der oberen und unteren Richtwalzen parallelen Achse schwenkbar. Damit können alle geforderten Einstellungen des Richtspaltes verwirklicht werden.

[0007] Ein Nachteil bei Richtmaschinen ist, dass der Richtspalt während des Richtens nicht konstant bleibt, sondern sich gemäß dem Federungsverhalten der mechanischen Bauteile ändert. Je dicker die Teile, desto größer die Kräfte und umso stärker muss dimensioniert werden. Die Federwege betragen insbesondere bei dicken zu richtenden Teilen ein Vielfaches des bei Starrheit der Bauteile erforderlichen theoretischen Einstellwertes.

[0008] Eine Verbesserung des Richtvorgangs bzw. Richtergebnisses durch Verringerung der Federwirkung bringt der Einbau einer Richtspaltregelung. Hierbei erfassen Sensoren, die z. B. an den Ecken des oberen Richtwalzenblocks 3 angebracht sind, die Bewegung und eine Steuerung sorgt dafür, dass ein hydraulisches oder mechanisches oder in hybrider Technik ausgeführtes Verstellelement den Richtspalt an diesen Stellen nachregelt und er so den eingestellten Wert beibehält. Das Richtergebnis hängt dabei im Wesentlichen nur noch von der Steifigkeit der Richtwalzenblöcke, insbesondere des oberen beweglichen Richtwalzenblockes ab.

[0009] Mit der Richtspaltregelung lassen sich nachweislich Teile auf Antrieb richten, für die im günstigsten Fall auf herkömmlichen Richtmaschinen mehrere Durchläufe erforderlich wären oder sich dort überhaupt nicht richten lassen.

[0010] Besonders schwierig gestaltet sich der Richtvorgang bei Teilen, die keine Rechteckkontur aufweisen, sondern runde Konturen und/oder großflächige Ausnehmungen haben. Um ein einigermaßen brauchbares Endergebnis zu erzielen sind hierfür umfangreiche praktische Ermittlungen für Einstellwerte notwendig, was ent-

sprechend aufwendig und damit auch teuer ist.

[0011] Viele Hersteller bieten heute über die Steuerung der Maschine die Möglichkeit an, durch beispielsweise manuelle Eingabe der Materialdicke oder auch durch Erfassung dieser über ein Messsystem, einen Vorschlag für die Einstellparameter zu erhalten. Da, wie oben ausgeführt, die Konturen der Teile beim Teilerichten sehr stark unterschiedlich sein können, reicht die alleinige Orientierung an der Dicke des Materials nicht aus. Ein Nachregeln ist möglich und meist erforderlich und die gefundenen können dann wieder abgespeichert werden.

[0012] Entscheidend beim Richten von Material ist das Überschreiten der Fließgrenze bei Biegung des Materials. Das Biegemoment, d. h. die innere Beanspruchung des Materials, muss groß sein, wodurch Querschnittsanteile zu fließen beginnen. Die dazu notwendigen Kräfte sind bei einem Teil mit konstantem Rechteckquerschnitt wesentlich durch das Produkt $bs^2\sigma_F$ bestimmt, wobei b die Breite des Richtmaterials, s die Dicke des Richtmaterials und σ_F die Fließgrenze des Richtmaterials ist.

[0013] Aus der Elastostatik ist z. B. die Größe $(bs^2)/6$ als Widerstandsmoment gegen Biegung bei einem Rechteckquerschnitt bekannt. Grundlage dieser Berechnung ist die Balkentheorie, deren wesentliche Aussage in den Figuren 2 bis 4 dargestellt ist. Danach ist die Normalspannung σ im Balkenquerschnitt durch die Beziehung

$$\sigma = \frac{M}{I} z$$

berechnet, wobei M das Biegemoment, I das axiale Flächenträgheitsmoment und z der Abstand des betrachteten Punktes von der neutralen Faser ist. Die demnach linear verteilte Spannung ist dem Betrage nach in dem am weitesten entfernten Randpunkt am größten. Es ergibt sich also

$$\sigma = \frac{M}{W} \quad \text{mit} \quad W = \frac{I}{|z|_{\max}}$$

als Widerstandsmoment. Daraus kann das Biegemoment berechnet werden, das notwendig ist, um am Querschnittsrand die Fließgrenze zu erreichen. In Fig. 2 ist weiterhin A die Querschnittsfläche, S der Schwerpunkt, dA ein differential kleines Flächenelement und x - y - z das Koordinatensystem. Letzteres ist auch in den Fig. 3 und 4 ersichtlich. Fig. 3 zeigt den Verlauf der Biegespannung und Fig. 4 das Biegemoment.

[0014] Das Größte beim Rechteckquerschnitt übertragbare Biegemoment ist, unter der Voraussetzung eines ideal-elastisch-plastischen Werkstoffverhaltens, das 1,5-fache des bereits angesprochenen Biegemomentes,

das am Querschnittsrand Fließen erzeugt. Das Fließen ist hierbei bereits über den gesamten Querschnitt ausgebreitet und die Tragfähigkeit des Querschnittes ist erschöpft.

[0015] Die zu richtenden Teile haben in der Regel einen in Abhängigkeit von der Kontur und der Dicke des Teiles sich ändernden Querschnitt. Das Widerstandsmoment ist also nicht konstant sondern ändert sich über die Länge des Teiles.

[0016] Der vorliegenden Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Richten von Teilen in einer Teilerichtmaschine anzugeben, bei dem die oben genannten Nachteile vermieden werden, und mit dem ein deutlich verbessertes Ergebnis bei den gerichteten Teilen erreicht wird.

[0017] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0018] Erfindungsgemäß weist das gattungsgemäße Verfahren die folgenden Schritte auf:

a) Erfassen der Gesamtlänge (l) des zu richtenden Teiles,

b) Unterteilen der Länge des zu richtenden Teiles in eine Anzahl n von gleichen Teilflächen mit Seitenlänge ΔX , deren Abstände so zu wählen sind, dass in jedem Richtdreieck der Länge $2t$ eine ganzzahlige Anzahl von Teilflächen mit Seitenlänge ΔX liegt,

c) Erfassen der Dicke s des zu richtenden Teiles,

d) Erfassen der Breite b in der Mitte der jeweiligen Teilfläche,

e) Berechnen der Werte bs^2 für jede Teilfläche,

f) Ermitteln der Werte bs^2M durch einfache Mittelwertbildung über die Anzahl der in jedem Richtdreieck vorhandenen Werte bs^2 ,

g) Beziehen der Werte bs^2M auf den spezifischen Richtmaschinenwert der Richtmaschine und Multiplizieren dieser sich ergebenden Werte mit dem Wert der maximalen Durchbiegung ($\max X$) des Walzenstuhls, der den einstellbaren Richtwalzenblock aufweist, und dem Verhältnis der Fließgrenze des Richtmaterials (σ_F) zu der maximalen Auslegungsgröße der Richtmaschine, woraus der Offset-Wert des optimalen Versatzes erhalten wird,

h) Addieren während des Richtens des zu richtenden Teiles des für jedes Richtdreieck ermittelten Offsetwertes zu dem Grundeinstellungswert des Richtspaltes an der Einlaufseite der Richtmaschine zum Nachfahren der Einstelleinrichtung des Richtspaltes in Abhängigkeit der sich im Richtspalt auf das zu richtende Teil abgebildeten bewegenden Richtdreiecke.

[0019] Durch die Blockverstellung werden die in der Maschine erzeugten Wechselbiegungen stark voneinander abhängig, was im Gegensatz zu einer Einzelverstellung der Richtwalzen steht. Die Blockverstellung baut sozusagen die Wechselbiegungen vom Einlauf zum Auslauf der Maschine hin relativ gleichmäßig ab.

[0020] In der Theorie des Richtens wird ein Richtdreieck als kleinste Einheit in einer Richtmaschine definiert. Ein solches Richtdreieck zeigt die Fig. 5 (vgl. a.a.O., S. 42). Der Abstand zwischen zwei unteren Richtwalzen 9 beträgt den Wert $2t$, der der Wert der Länge des Richtdreiecks ist, wobei sich die obere Richtwalze 7 genau symmetrisch in der Mitte also jeweils mit Abstand t von den beiden unteren Richtwalzen 9 befindet. Aus der Fig. 5 ist auch die Dicke s des Richtmaterials 11 ersichtlich und die Zustellung bzw. Eintauchtiefe Z um die die obere Richtwalze 7 nach unten zwischen die beiden unteren Richtwalzen 9 zur Erzeugung der Wechselbiegungen beim Richtmaterial 11 eingetaucht ist. R gibt den Radius der Richtwalzen 7 und 9 an und ρ_n ist der Biegeradius zur neutralen Faser des Richtmaterials.

[0021] Das Richtdreieck wird erfindungsgemäß als Bezugsgröße gewählt, wobei gemäß Merkmal h) dessen Länge $2t$ auf dem zu richtenden Teil abgebildet wird. Entsprechend wird auf den sich bewegendem abgebildete Teil Bezug genommen.

[0022] Normalerweise wird mit parallelen Richtwalzen gerichtet, weil sich die Dicke s des zu richtenden Teils nicht oder nur unwesentlich ändert. Bei Sonderfällen muss die Dicke s entsprechend mehrmals erfasst werden.

[0023] Weitere Einzelheiten, bevorzugte, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die weiteren Figuren 6 bis 8. Im einzelnen zeigt:

Fig. 6 ein zu richtendes Teil und die zu erfassenden Werte;

Fig. 7 eine Tabelle mit den erfassten Werten und den Parametern zur Berechnung des Offsets;

Fig. 8 eine Ergebnistabelle von drei Versuchen zur Ermittlung des Richtergebnisses mit und ohne Offset;

[0024] In Fig. 6 ist ein zu richtendes Teil 11 dargestellt, welches eine "brückenartige" Kontur aufweist, nämlich eine Rechteckform mit einer halbkreisförmigen mittigen Ausnehmung mit Radius R . Das Teil 11 weist die Dicke s auf. Das Richtdreieck beträgt im Beispielfalle gemäß Fig. 6 65 mm , so dass das Maß $2t$ 65 mm beträgt. Im Beispielfall wird somit die Seitenlänge ΔX eines Flächenteiles des zu richtenden Teils 11 gleich dem Maß $2t$, also der Länge des Richtdreiecks gewählt.

[0025] Die Anfangs- und Endbreite des Teils 11 beträgt 400 mm und seine Gesamtlänge, welche von rechts nach links gemessen wird, entgegen der Durchlaufrichtung gemäß Pfeil 13 des zu richtenden Teils 11 durch die Teilerichtmaschine, beträgt 800 mm . Die Breite b wird jeweils in der Mitte einer Teilfläche gemessen, was durch die strichpunktierte Linien dargestellt ist.

[0026] In Spalte 1 der Tabelle von Fig. 7 sind die Lagen der Richtdreiecke angegeben. Die Angaben sind dabei

so zu verstehen, dass die Lage des ersten Richtdreiecks bei 0 bis 65 mm liegt, die Lage des zweiten Richtdreiecks im Bereich von 65 bis 130 mm liegt usw..

Wie aus Fig. 7 weiterhin ersichtlich wird nach Erfassen der Breite b in der Mitte der jeweiligen Teilfläche F_1 bis F_{12} in Fig. 6 und der Dicke s der Wert bs^2 daraus ermittelt. Danach erfolgt das Ermitteln der Werte bs^2M durch einfache Mittelwertbildung über die Anzahl der in jedem Richtdreieck vorhandenen Werte bs^2 . Die in der Spalte bs^2M zur Spalte bs^2 identischen Werte haben ihre Ursache darin, dass die Seitenlänge ΔX gleich dem Wert $2t$ entspricht. Der Wert bs^2M wird dann auf den für die jeweilige Richtmaschine festgelegten spezifischen Richtmaschinenkennwert, im Beispielfalle "35.000" bezogen. Dieser Wert ergibt sich aus dem maximalen für die Richtmaschine zulässigen Wert für bs^2 und σ_F , der für die betrachtete Richtmaschine gleich 400 N/mm^2 ist.

[0027] Der maximale Durchbiegungswert $\max X$ der Richtmaschine bzw. des zugeordneten Walzenstuhls beträgt $0,4$. In der nächsten Spalte ist das Verhältnis der Fließgrenze des Richtmaterials $\sigma_F = 240$ zu der Auslegungsgrenze der Richtmaschine $\sigma_F = 400$ angegeben. Das Verhältnis $240/400$ ergibt den Wert $0,6$. Erfindungsgemäß wird dann aus den jeweiligen Werten $bs^2M/35.000$ der maximalen Durchbiegung $\max X$ und dem Fließgrenzenverhältnis durch Multiplikation der drei Faktoren der an der entsprechenden Breite sich ergebende Offset-Wert berechnet (siehe Fig. 7). Wie ersichtlich, handelt es sich zwar nur um recht geringe Werte (Angaben in der Tabelle auf $1/1.000\text{ mm}$ genau), trotzdem führt die Addition des jeweiligen Offsetwerts zu einem Grundeinstellungswert des Richtspaltes zu überraschenderweise erheblich verbesserten Richtwerten.

[0028] Wie oben erläutert werden diese Offset-Werte zu dem Grundeinstellungswert des Richtspaltes an der Einlaufseite in Abhängigkeit der Position des Teiles addiert. Die Beeinflussung geschieht im Bereich der größten Richtkraft, die bei voll belegtem Richtaggregat etwa im Bereich des zweiten Richtdreiecks (gesehen von der Einlaufseite) liegt. Die Auslaufseite wird in der Regel konstant gehalten, sie kann natürlich bei Bedarf verstellt werden. Die Wirkungsweise wurde an einer hydraulischen Richtmaschine mit Richtspaltautomatik, also mit Richtspaltregelung exemplarisch gemäß folgender Vorgehensweise nachgewiesen:

[0029] Als Versuchsblech wurde das Teil 11 gemäß Fig. 6 verwendet. Die Grundeinstellung für das Versuchsblech von 5 mm Dicke mit der Fließgrenze σ_F von 240 N/mm^2 betrug:

Einlauf: 4 mm (d. h. 1 mm eingetaucht)

Auslauf: 5 mm (d. h. 0 mm eingetaucht).

[0030] Das Ergebnis von drei Versuchen ist in Fig. 8 dargestellt. Das untersuchte Teil hatte im Versuch 1 eine Ausgangsskrümmung von 12 mm und durch Einsatz des Offsets ein Ergebnis von einer Endkrümmung von $< 0,4\text{ mm}$.

[0031] Dieses Teil wurde in Versuch 2 bei gleicher Zu-
stellung im Einlauf und Auslauf wie bei Versuch 1 durch
die gleiche Richtmaschine gerichtet, wobei ein Offset-
Wert nicht eingestellt wurde. Erstaunlicherweise ist das
Ergebnis schlechter als im Versuch 1, nämlich $< 0,8$ mm.

Dieses Teil wurde im Versuch 3 wieder bei gleicher Zu-
stellung im Ein- und Auslauf wie in den vorherigen Ver-
suchen in dieser Richtmaschine gerichtet, wobei das Er-
gebnis von Versuch 1 reproduziert wurde. Dies zeigt,
dass mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens ein
erheblich verbessertes Richtergebnis erzielbar ist.

[0032] Wie aus Fig. 6 ersichtlich findet in Abhängigkeit
von dem Wert $2t$ (Richtdreieck) eine Aufteilung in zwölf
Teilflächen F_1 bis F_{12} statt, wobei, bedingt durch die
ganzzahlige Aufteilung der Gesamtfläche ein Anfangs-
randbereich R_A und ein Endrandbereich R_E von jeweils
10 mm übrig bleibt.

[0033] Erfindungsgemäß sind die Abstände so zu
wählen, dass immer eine ganzzahlige Anzahl
 $n \leq 1$ gleicher Teilflächen der Seitenlängen ΔX innerhalb
des Richtdreiecks mit der Länge $2t$ liegt. Durch die so
festgelegten Seitenlängen ΔX bleibt ein Reststück übrig,
das entweder am Teilanfang und Teilende vermittelt wird,
oder bei genügend kleinen Teilflächen auch einseitig ver-
nachlässigt werden kann. Die Größe der Teilflächen soll-
te der Komplexität des zu richtenden Teils angepasst
sein. Mit anderen Worten, bei sich stark verändernder
Kontur bzw. Materialmenge (Ausnehmungen, Löcher)
werden entsprechend kleine Seitenlängen ΔX ausge-
wählt werden, um die Änderungen der Werte bs^2 für die
Berechnung der Offset-Werte ausreichend genau zu er-
fassen.

[0034] Bei theoretischen Dickengleichheit sind die Er-
gebnisse bs^2 proportional zur zugehörigen Breite der
Teilfläche. Bei praktischer Ermittlung durch Messung
sind natürlich Abweichungen im Rahmen der Messge-
nauigkeit vorhanden.

[0035] Die Breiten b und die Dicken s sind insbeson-
dere dann einfach angebbbar, wenn das Richtteil mit CAD
erfasst wurde. Zur Ermittlung der mittleren der weiteren
Werte bs^2M genügt dann meist ein kleines zusätzliches
Hilfsprogramm.

[0036] Vorteilhafterweise besteht auch die Möglichkeit
der Erfassung der Kontur des Teiles 11 durch Kamera-
bilder oder Laserabtastung im Zusammenhang mit der
Dickenmessung des zu richtenden Teils 11. Ein entspre-
chendes Rechenprogramm führt dann die Berechnung
durch.

[0037] Die ermittelten, bzw. errechneten Kurven aus
den Werten bs^2M werden jetzt in Verbindung mit einem
Rechenmodell zur Ermittlung der Einstellwerte benutzt,
insbesondere kann aus dem Maximum der Werte bs^2M
auf die größte Richtkraft geschlossen werden.

[0038] Vorteilhafterweise kann das Rechenmodell ne-
ben der Berücksichtigung des Federungsverhaltens des
oberen, beweglichen Walzenstuhls auch erweitert wer-
den auf die Berücksichtigung des Federungsverhaltens
des unbeweglichen Maschinenständers. Weiterhin kann

die Anzahl der mechanischen Richtwalzen wenn das Teil
kürzer als die Länge des gesamten Richtaggregates ist
berücksichtigt werden und die Änderung des Federungs-
verhaltens bei Einlauf und Auslauf des Richtmaterials
kann ebenfalls berücksichtigt werden.

[0039] Durch Erfassung der Position des zu richtenden
Teiles kann der ermittelte Offset-Wert der entsprechen-
den Teilfläche F_1 bis F_{12} bzw. dem darauf abgebildeten
Richtdreieck zugeordnet werden und die Grundeinstel-
lung des Richtwerts mit dem entsprechenden Offset-
Wert vergrößert werden, was zu einem erheblich verbes-
serten Richtergebnis führt. Ggf. wird eine Kraftmessung
vorgenommen, die zur Überprüfung der Richtkräfte dient
und eine Überlast der Maschine verhindert.

[0040] Mit der vorliegenden Erfindung wird ein Verfah-
ren zum Richten von Teilen in einer Walzenrichtmaschi-
ne geschaffen, dass unter Verwendung der Blockzustel-
lung der Richtwalzen im Vergleich mit der Einzelverstel-
lung von Richtwalzen wirtschaftlicher, einfacher und uni-
verseller ist. Da bewusst viele Wechselbiegungen er-
zeugt werden, ist die Restspannungsverteilung günstiger
als bei Wenigwalzenmaschinen. Sind andererseits nur
wenige Wechselbiegungen machbar, wie zum Beispiel
bei hochfesten neuen Materialien, so kann die Richtwal-
ze so eingestellt werden, dass ein Teil der Richtwalzen
außer Eingriff ist.

[0041] Unter den Begriff "Teile" fallen auch sehr lange
Teile mit einer speziellen Kontur bzw. Ausnehmungen
und auch vom Coil abgewickelte Bänder, beispielsweise
Löchlebleche. Letztere erhalten durch geeignete Stanz-
oder Schneidverfahren ihre Löcher nach dem Abwik-
keln vom Coil und werden erst anschließend gerichtet.
Aufgrund der ggfls. starken Materialunterschiede über
die Länge des Werkstücks eignet sich das erfindungs-
gemäße Verfahren besonders auch zum Richten dieser
Werkstücke.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Richten von Teilen (11) in einer Wal-
zenrichtmaschine (1), die einen oberen und einen
unteren Walzenstuhl aufweist und bei der die oberen
und unteren Richtwalzen (7, 9) je in einem Richtwal-
zenblock (3, 5) angeordnet werden, und wenigstens
einer der Richtwalzenblöcke (3) in seiner Position
und Schräglage zur Einstellung des Richtspaltes
veränderbar ist, wobei wenigstens eine Richtspalt-
einstelleinrichtung an der Einlaufseite (15) und an
der Auslaufseite (17) der Richtmaschine (1) ange-
ordnet ist, und zur Einstellung des Richtspaltes eine
Richtspaltregelung vorgesehen ist,
dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren die
folgenden Schritte aufweist:

- a) Erfassen der Gesamtlänge (l) des zu richtenden
Teiles (11),
- b) Unterteilen der Länge des zu richtenden Tei-

les in eine Anzahl n von gleichen Teilflächen mit Seitenlänge ΔX , deren Abstände so zu wählen sind, dass in jedem Richtdreieck der Länge $2t$ eine ganzzahlige Anzahl von Teilflächen mit Seitenlänge ΔX liegt,

c) Erfassen der Dicke s des zu richtenden Teiles,
d) Erfassen der Breite b in der Mitte der jeweiligen Teilfläche,

e) Berechnen der Werte bs^2 für jede Teilfläche,
f) Ermitteln der Werte bs^2M durch einfache Mittelwertbildung über die Anzahl der in jedem Richtdreieck vorhandenen Werte bs^2 ,

g) Beziehen der Werte bs^2M auf den spezifischen Richtmaschinenwert der Richtmaschine und Multiplizieren dieser sich ergebenden Werte mit dem Wert der maximalen Durchbiegung ($\max X$) des Walzenstuhls, der den einstellbaren Richtwalzenblock aufweist, und dem Verhältnis der Fließgrenze des Richtmaterials (σ_F) zu der maximalen Auslegungsgröße der Richtmaschine, woraus der Offset-Wert des optimalen Versatzes erhalten wird,

h) Addieren während des Richtens des zu richtenden Teiles (11) des für jedes Richtdreieck ermittelten Offset-Wertes zu dem Grundeinstellungswert des Richtspaltes an der Einlaufseite (15) der Richtmaschine zum Nachfahren der Einstelleinrichtung des Richtspaltes in Abhängigkeit der sich im Richtspalt auf das zu richtende Teil (11) abgebildeten bewegenden Richtdreiecke.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** neben der Berücksichtigung des Federungsverhaltens des Walzenstuhls, der den beweglichen Richtwalzenblock (3) aufweist auch das Federungsverhalten des Walzenstuhls bzw. Maschinenständers mit dem starren Richtwalzenblock (5) berücksichtigt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** für den Fall, dass das zu richtende Teil (11) eine geringere Länge als die Richtwalzenblöcke (3,5) aufweist, die verringerte Anzahl der bei einem solchen Teil (11) beteiligten Richtwalzen berücksichtigt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Änderung des Federungsverhaltens bei Einlauf und/oder Auslauf des Richtmaterials berücksichtigt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gestalt des zu richtenden Teils (11), mittels einer optischen Kamera-Abtasteinrichtung oder einer Laserabtasteinrichtung erfaßt wird.

Claims

1. Method for straightening of parts (11) in a roll straightening machine (1), which has an upper and a lower roll seat and in which the upper and lower straightening rolls (7, 9) are arranged, each in a straightening roll block (3, 5), and at least one of the straightening roll blocks (3) is variable in its position and inclination for adjustment of the straightening gap, whereby at least one straightening gap adjustment device is positioned on the entry (15) side and on the exit side (17) of the straightening machine (1), and a roll gap control system is provided for adjustment of the straightening gap,

characterised in that the method exhibits the following steps:

a) detection of the overall length (l) of the part to be straightened,

b) sub-division of the length of the part to be straightened into a number n of equal subareas of side length ΔX , whose spacings are so chosen that a whole number of subareas of side length ΔX lies in each straightening triangle of length $2t$,

c) detection of the thickness s of the part to be straightened,

d) detection of the width b in the middle of the part to be straightened,

e) calculation of the value bs^2 for each sub-area,
f) determination of the values bs^2M by simple averaging over the number of values bs^2 present in each straightening triangle,

g) relating the values bs^2M to the specific straightening machine value of the straightening machine and multiplying the resulting values by the value of the maximum deflection ($\max X$) of the roller seat which has the adjustable straightening roll block and the ratio of the yield point of the straightened materials (σ_F) to the maximum design parameter of the straightening machine, from which the offset value of the optimum misalignment is obtained,

h) during straightening of the part (11) to be straightened, adding of the offset value determined for each straightening triangle to the basic setting value of the straightening gap on the entry side (15) of the straightening machine for the adjustment device to set the straightening gap as a function of the moving straightening triangles reproduced in the straightening gap on the part (11) to be straightened.

2. The method in accordance with claim 1, **characterised in that**, apart from taking into account the spring characteristic of the roller chair having the movable straightening roll block (3), the spring characteristic of the roll chair or machine base with the rigid straightening roll block

(5) is taken into account.

3. The method in accordance with claim 1 or 2, **characterised in that** in the case that the part (11) to be straightened has a length shorter than the straightening roll blocks (3,5), the reduced number of straightening rolls involved with such a part (11) is taken into account. 5
4. The method in accordance with one of the claims 1 to 3, **characterised in that** the variation of spring characteristic at entry and/or exit of the straightened material is taken into account. 10
5. The method in accordance with one of the claims 1 to 4, **characterised in that** the shape of the part (11) to be straightened is detected by means of an optical camera scanning device or with a laser scanning device. 15

Revendications

1. Procédé de dressage de pièces (11) dans une machine à dresser à cylindres (1), qui présente un jeu de cylindres supérieur et un jeu de cylindres inférieur et dans laquelle les cylindres de dressage supérieurs et inférieurs (7, 9) sont respectivement disposés dans un bloc de cylindres de dressage (3, 5), et au moins l'un des blocs de cylindres de dressage (3) est modifiable dans sa position et obliquité pour le réglage de la fente de dressage, au moins un dispositif de réglage de la fente de dressage étant disposé sur le côté entrée (15) et sur le côté sortie (17) de la machine à dresser (1), et un réglage de fente de dressage étant prévu pour le réglage de cette dernière, **caractérisé en ce que** le procédé comprend les étapes suivantes : 25
 - a) détection de la longueur totale (1) de la pièce (11) à dresser, 30
 - b) subdivision de la longueur de la pièce à dresser en un nombre n de surfaces partielles égales de longueur latérale ΔX , dont les écartements doivent être choisis de sorte qu'un nombre entier de surfaces partielles de longueur latérale ΔX se situe dans chaque triangle de dressage de longueur $2t$, 35
 - c) détection de l'épaisseur s de la pièce à dresser, 40
 - d) détection de la largeur b au centre de la surface partielle respective, 45
 - e) calcul des valeurs bs^2 pour chaque surface partielle, 50
 - f) détermination des valeurs bs^2M par simple formation des moyennes par rapport au nombre des valeurs bs^2 disponibles dans chaque trian-

gle de dressage,

g) rapport des valeurs bs^2M à la valeur spécifique de la machine à dresser et multiplication de ces valeurs résultantes par la valeur de la flexion maximale (max X) du jeu de cylindres, qui présente le bloc de cylindres de dressage réglable, et par le rapport de la limite apparente d'élasticité du matériau à dresser (σ_F) à la grandeur de calcul maximale de la machine à dresser, dont est obtenue la valeur offset du déport maximal, h) addition, pendant le dressage de la pièce (11) à dresser, de la valeur offset déterminée pour chaque triangle de dressage à la valeur de réglage de base de la fente de dressage sur le côté entrée (15) de la machine à dresser, pour le suivi du dispositif de réglage de la fente de dressage en fonction des triangles de dressage reproduits se déplaçant dans la fente de dressage sur la pièce (11) à dresser.

2. Procédé suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que**, outre la prise en compte du comportement élastique du jeu de cylindres, qui présente le bloc de cylindres de dressage mobile (3), le comportement élastique du jeu de cylindres et/ou du montant de machine avec le bloc de cylindres de dressage rigide (5) est également pris en compte. 20
3. Procédé suivant l'une des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que**, pour le cas où la pièce à dresser (11) présente une longueur plus petite que les blocs de cylindres de dressage (3, 5), le nombre réduit des cylindres, participant au dressage d'une telle pièce (11), est pris en compte. 30
4. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé par** la prise en compte de la modification du comportement élastique à l'entrée et/ou la sortie du matériau à dresser. 35
5. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la configuration de la pièce à dresser (11) est détectée au moyen d'un dispositif de balayage optique par caméra ou d'un dispositif de balayage par faisceau laser. 40

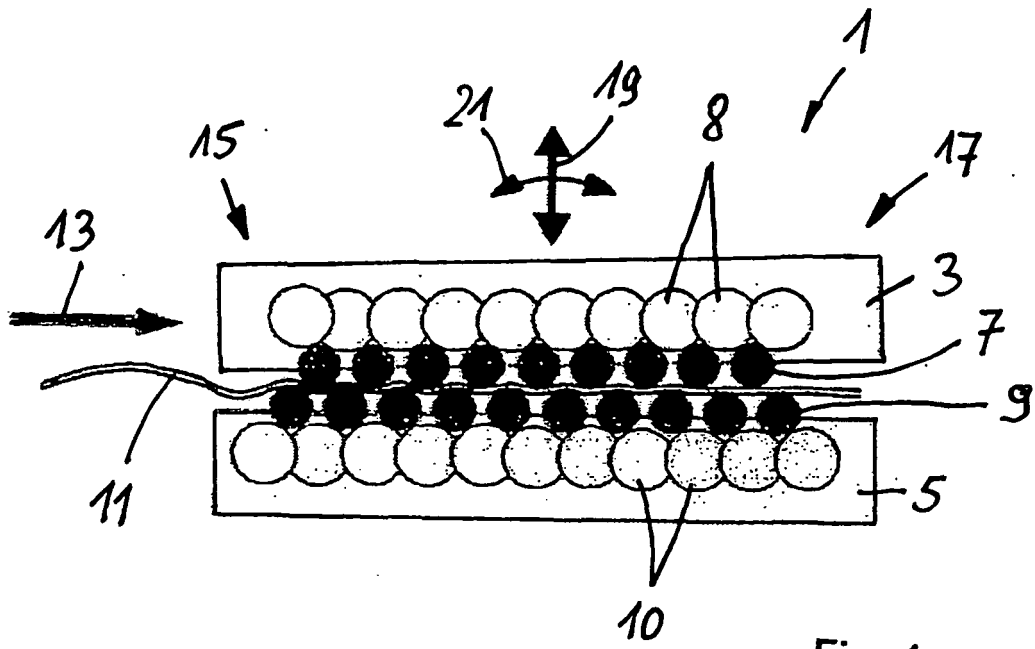


Fig. 1

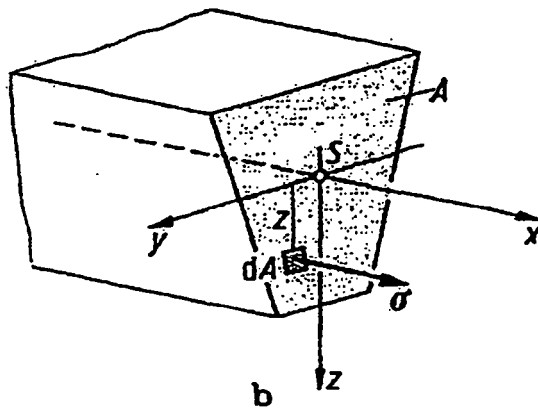


Fig. 2

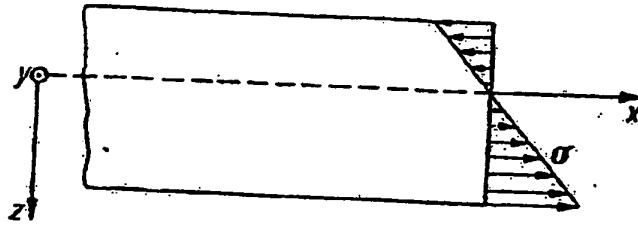


Fig. 3

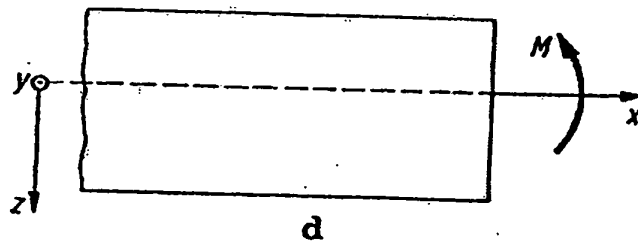


Fig. 4

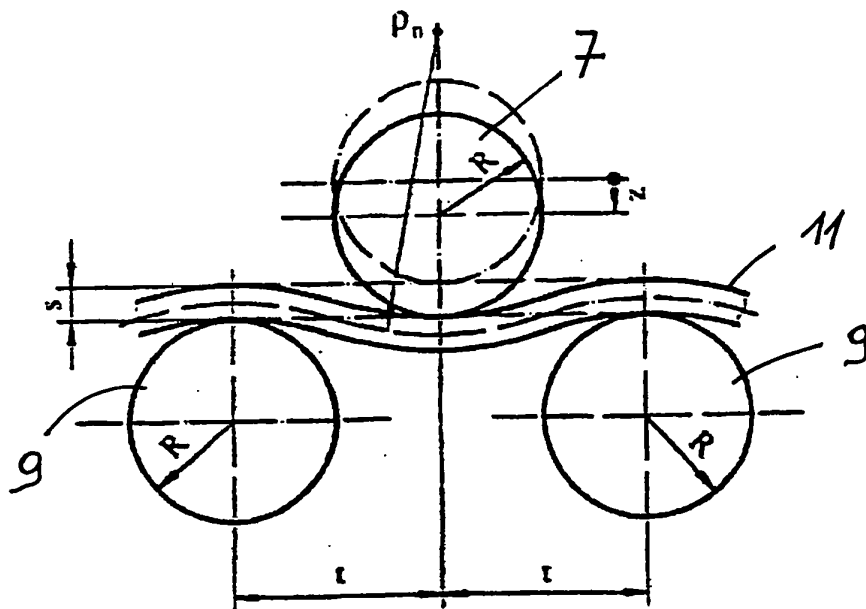


Fig. 5

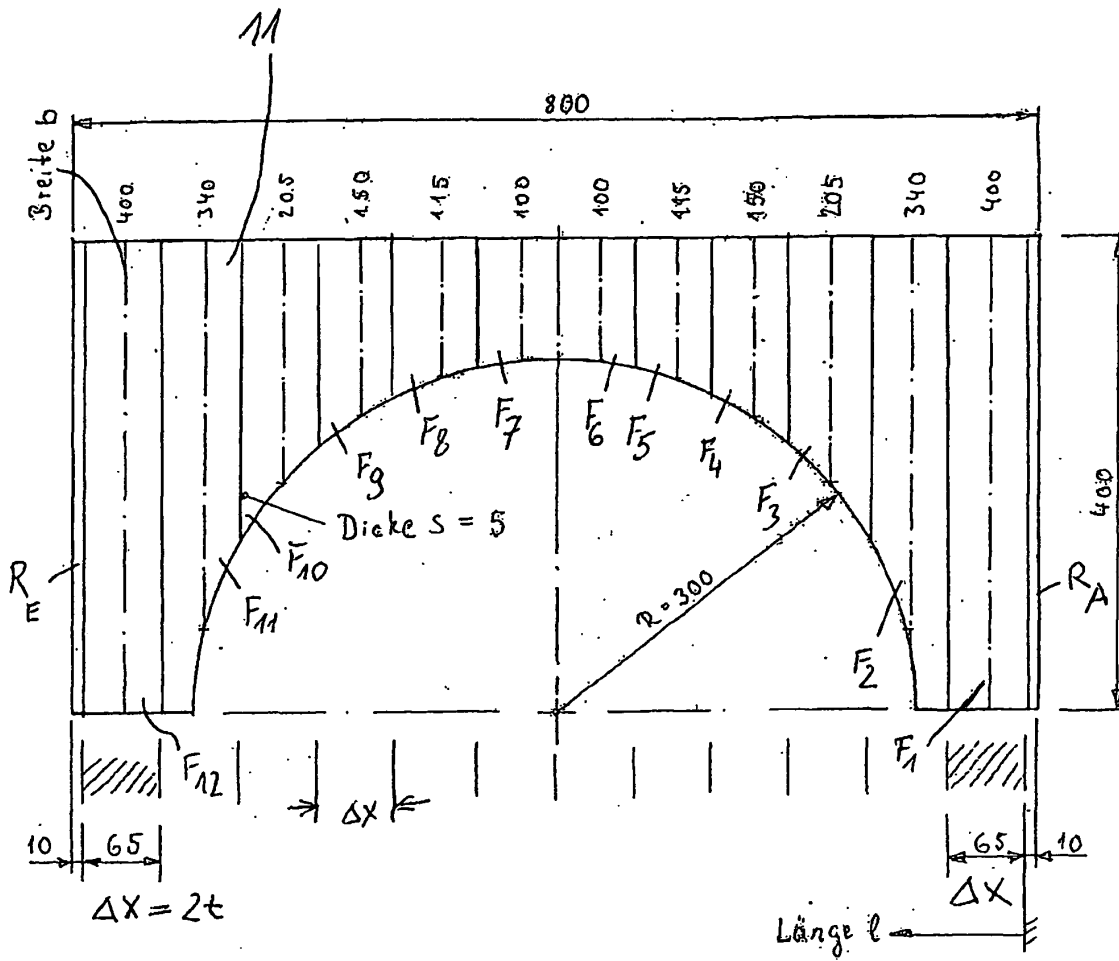
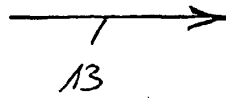


Fig. 6



Länge l [mm]	Breite b [mm]	Dicke s [mm]	bs ² [mm ³]	bs ² M [mm ³]	bs ² M/35000 [1]	max X [mm]	SigmaF/400	Offset [mm]
65	400	5,00	10000	10000	0,285	0,4	0,6	0,068
130	340	5,00	8500	8500	0,242	0,4	0,6	0,058
195	205	5,00	5125	5125	0,146	0,4	0,6	0,035
260	150	5,00	3750	3750	0,107	0,4	0,6	0,025
325	115	5,00	2875	2875	0,082	0,4	0,6	0,019
390	100	5,00	2500	2500	0,071	0,4	0,6	0,017
455	100	5,00	2500	2500	0,071	0,4	0,6	0,017
520	115	5,00	2875	2875	0,082	0,4	0,6	0,019
585	150	5,00	3750	3750	0,107	0,4	0,6	0,025
650	205	5,00	5125	5125	0,146	0,4	0,6	0,035
715	340	5,00	8500	8500	0,242	0,4	0,6	0,058
780	400	5,00	10000	10000	0,285	0,4	0,6	0,068

Fig. 7

Versuch	Ausgangskrümmung	Zustellung Einlauf	Zustellung Auslauf	Ergebnis	Bemerkung
1	12mm	4mm	5mm	<0,4mm	mit Offset
2	0,4mm	4mm	5mm	<0,8mm	ohne Offset
3	0,8mm	4mm	5mm	<0,4mm	mit Offset

Fig. 8

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Richten mit Walzenrichtmaschinen. **PROF. DR.-ING. HORST BRÄUTIGAM**. ARKU-Schriftenreihe der ARKU Maschinenbau GmbH. September 1996, 25-5563-76 **[0002]**