



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 893 252 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.01.1999 Patentblatt 1999/04

(51) Int. Cl.⁶: **B41F 13/02**, B65H 23/04,
B65H 23/16, B41F 23/04

(21) Anmeldenummer: **98112722.8**

(22) Anmeldetag: **09.07.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder:
**Heidelberger Druckmaschinen
Aktiengesellschaft
69115 Heidelberg (DE)**

(30) Priorität: **24.07.1997 US 899615**

(72) Erfinder: **Murray, Robert Richard
Madbury, NH 03820 (US)**

(54) **Vorrichtung zum Regeln der Bahnspannung nach einer Kühleinrichtung in einer Druckmaschine**

(57) Eine Vorrichtung zum Regeln der Spannung in einer Bahn (120) einer Druckmaschine umfaßt eine Tänzerwalze (20), die regelbar positionierbar und mit einem Luftzylinder (30) verbunden ist. Die Tänzerwalze (20) kommt mit der Bahn (120) in Kontakt, und zwar an einer Stelle, die sich hinter den Zugwalzen (6, 7) am Ausgang der Kühleinheit und vor dem nächsten Zugwalzenpaar (9) am Eingang der Längsschneideeinheit befindet. Der Luftzylinder (30) beaufschlagt die Tänzerwalze (20) mit einer Ausgleichskraft, so daß der Kontakt zwischen der Tänzerwalze (20) und der Bahn (120)

bestehen bleibt. Eine Steuereinheit (90) ist mit der Tänzerwalze (20) und dem nächsten Zugwalzenpaar verbunden. Die Steuereinheit (90) überwacht die Position der Tänzerwalze (20) und erhöht oder verringert die Geschwindigkeit des nächsten Zugwalzenpaares je nach Richtung und Größe der Bewegung der Tänzerwalze (20). Auf diese Weise wird die Spannung in der Bahn (120) zwischen den Zugwalzen (6, 7) am Ausgang der Kühleinheit und dem nächsten Zugwalzenpaar im wesentlichen konstant gehalten.

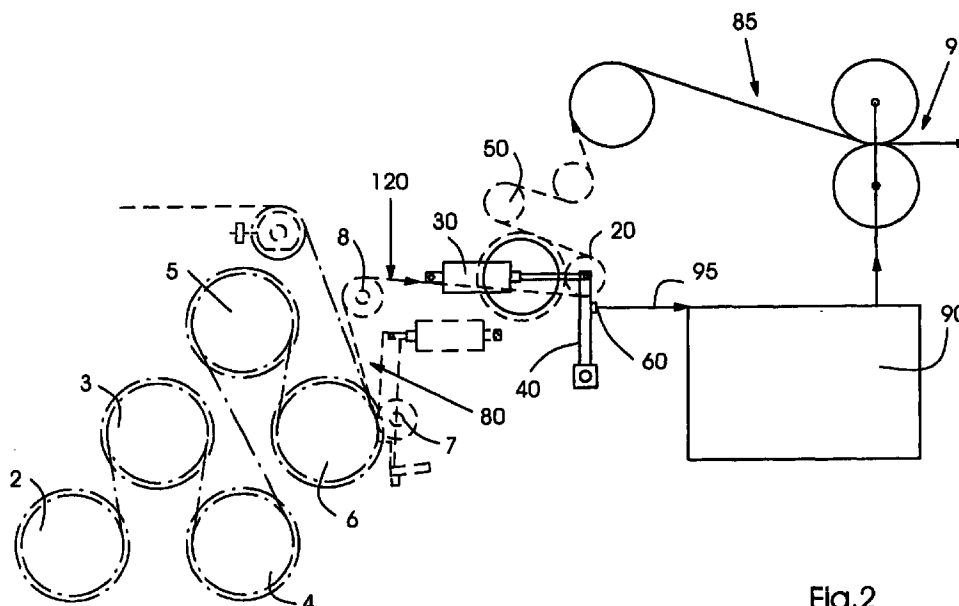


Fig.2

EP 0 893 252 A2

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Spannungsregelsystem, im besonderen eine Vorrichtung zum Regeln der Spannung einer Materialbahn in einem einer Kühleinrichtung in einer Druckmaschine nachfolgenden Bereich, gemäß, dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Bei Rollendruckmaschinen wird eine kontinuierliche Papierbahn durch die Maschine geführt. Die Bahn bewegt sich durch verschiedene Komponenten der Druckmaschine und wird dabei über angetriebene Walzen und freilaufende Walzen geführt, wobei die getriebenen Walzen die Vortriebskraft liefern und die freilaufenden oder Leitwalzen für die Position, Führung und Richtung der Bahn sorgen.

Eine Rollendruckmaschine umfaßt gewöhnlich eine Vielzahl von Bearbeitungseinheiten, wie Druckwerke, eine Trockeneinheit, eine Kühleinheit und eine Längsschneideeinheit. Zur Herstellung eines Farbdrucks druckt jedes Druckwerk eine eigene Farbe auf die Bahn. Bei einer Druckmaschine mit vier Druckwerken druckt z. B. ein erstes Druckwerk Schwarz, ein zweites Druckwerk Cyan, ein drittes Druckwerk Magenta und ein viertes Druckwerk Gelb. Die Bahn bewegt sich durch den Walzenpalt eines jeden Druckwerks von einem Druckwerk zum andern. Nachdem die Bahn den Walzenspalt des letzten Druckwerks verlassen hat, bewegt sie sich durch die Zugwalzen am Eingang einer nachfolgenden Bearbeitungseinheit, z. B. einer Kühleinheit.

Ein Zugwalzenpaar umfaßt ein Paar zylindrischer Walzen, die mit ihren Achsen im wesentlichen parallel zueinander angeordnet sind. Die Umfangsflächen der Zugwalzen stehen in Rollkontakt miteinander und die Materialbahn bewegt sich zwischen den Zugwalzen hindurch auf einem Pfad, der in etwa senkrecht zur Ebene der beiden parallelen Achsen der Walzen verläuft. Die Oberflächengeschwindigkeit der Bahn ist nahezu identisch mit der Umfangsgeschwindigkeit der Zugwalzen.

Wenn sich jedoch zwei Zugwalzenpaare in der Weise drehen, daß die Umfangsgeschwindigkeit des ersten Paares eine andere ist, als die des zweiten Paares, oder wenn ein Schlupf zwischen den Zugwalzen und der Bahn entsteht, kann dies zu einer Erhöhung oder einer Verminderung der Spannung in der Bahn führen. Die Bahn wird als angespannt oder straff betrachtet, wenn eine Längenänderung der Bahn von 0,1% oder mehr vorliegt. Die Bahn wird als durchhängend oder schlaff betrachtet, wenn die Länge eines Bahnabschnitts zwischen zwei Punkten einen Standardwert um z. B. 0,1% oder mehr überschreitet. Es können natürlich auch andere Kriterien angewandt werden, um zu bestimmen ob eine Bahn straff ist oder durchhängt. Das oben beschriebene Kriterium basiert auf einem 100%igen Sicherheitsfaktor, dem die Beobachtung zugrunde liegt, daß gewisse Papierarten reißen, wenn sie über einen Wert von 0,2% ihrer ursprünglichen Länge hinaus gedehnt werden.

Wenn ein erstes Zugwalzenpaar, durch das sich die Bahn bewegt, sich mit höherer Umfangsgeschwindigkeit dreht als das nachfolgende Zugwalzenpaar, ist es möglich, daß eine Reduzierung der Bahnlänge um z. B. 0,1% auftritt, was in einem Durchhang der Bahn resultiert. Dieser Zustand des Durchhangs in der Bahn wird auch als schlaffe Bahn bezeichnet.

Wenn alternativ sich das erste Zugwalzenpaar langsamer als das nachfolgende Paar dreht, dann baut sich die Spannung in der Bahn auf und kann Schlupf zwischen den Walzen und der Bahn verursachen. Wird die Spannung groß genug, so kann es einen Bahnbruch oder -riß geben. In diesem Fall muß die Druckmaschine abgeschaltet werden, um die gerissenen Teile der Bahn zu entfernen und die Bahn muß erneut durch die Druckmaschine geführt werden, was zu kostspieligen Stillstandszeiten und Arbeitsverlust führt.

In herkömmlichen Druckmaschinen bewegt sich die Bahn durch die Druckwerke, den Trockner und die Kühleinheit und dann zu einem Längsschneider. Die Kühleinheit ist die erste Einheit, in der die Bahn mit einem Walzenspalt in Kontakt kommt, nachdem sie sich aus dem Trockner der Maschine bewegt hat.

Die Kühleinheit hat den Zweck, die erhitzte Bahn zu kühlen, bevor diese im Falzapparat der Druckmaschine weiter bearbeitet wird. Die Kühleinheit umfaßt eine Vielzahl von Kühlwalzen, über die die Bahn zum Kühlen der Bahn geführt wird. Die letzte der Kühlwalzen bildet zusammen mit einer weiteren Walze ein Zugwalzenpaar am Ausgang der Kühleinheit. Da der Trockner gewöhnlich kein Zugwalzenpaar aufweist, ist es ein weiterer Zweck der Kühleinheit, die Bahn durch die Trockeneinheit zu ziehen.

Eine Reihe von fest angebrachten Leitwalzen ist normalerweise zwischen den Zugwalzen am Ausgang der Kühleinheit und den Zugwalzen am Eingang des Längsschneiders angeordnet. Diese Leitwalzen drehen sich frei um fest angebrachte Achsen und werden durch den Kontakt der Leitwalzen mit der Bahn angetrieben.

Ein Nachteil bei dieser Ausführungsform ist, daß die Leitwalzen eine Entspannung der Bahn nur durch Schlupf zwischen den Leitwalzen und der Bahn erlauben. Auf diese Weise kann nur ein begrenztes Maß an Spannung abgebaut werden. Ein weiterer Nachteil ist, daß Leitwalzen nicht geeignet sind, um den Durchhang einer schlaffen Bahn zu eliminieren.

Es wurden verschiedene Versuche unternommen, um den Durchhang aus schlaffen Bahnen zu beseitigen bzw. das Auftreten von gebrochenen Bahnen zu vermindern oder zu verhindern, jedoch keiner dieser Versuche führte zu einer Lösung des Problems.

So wurde versucht, motorgetriebene Spannungsregelungssysteme einzusetzen, welche die Spannung der Bahn

dadurch aufrechterhalten, daß sie die Motorgeschwindigkeit der angetriebenen Walzen dahingehend regeln, daß die Zufuhrate bei bestimmten Walzen entweder erhöht oder reduziert wird. Das Reduzieren der Motorgeschwindigkeit reduziert die Zufuhrate, wodurch stromabwärts ein Durchhang der Bahn vermieden wird. Eine Erhöhung der Motorgeschwindigkeit reduziert stromabwärts die Spannung in der Bahn, wodurch ein Bahnbruch verhindert wird. In konzeptioneller Hinsicht scheint die Lösung zwar gut zu sein, jedoch hat sie sich in der Praxis gezeigt, daß die Ansprechzeit dieser motorgetriebenen Steuerungssysteme in der Regel zu groß ist, um die Zustände einer durchhängenden Bahn oder einer gerissenen Bahn zu beseitigen, bevor Probleme entstehen. In gleicher Weise eignen sich die bekannten auf Basis einer Veränderung der Motordrehzahl arbeitenden Bahnspannungsregelungssysteme nicht dazu, einen Durchhang der Bahn oder eine zu hohe Bahnspannung während der Zeitdauer des Hochfahrens der Druckmaschine effektiv zu beseitigen, während der die Anforderungen an eine dynamische Regelung besonders hoch sind.

Zur Regelung von Spannung und Durchhang in der Bahn wurden hinter dem Einzugswerk von Offsetdruckmaschinen Tänzerwalzen verwendet. Hier regelt das Einzugswerk, das sich zwischen dem Rollenstand und dem ersten Druckwerk befindet, den Einzug der Bahn in das erste Druckwerk so, daß die Bahn mit der richtigen Spannung in das erste Druckwerk einläuft. Es sind Tänzerwalzen zwischen dem Rollenstand und dem Einzugswerk vorgesehen, um eine konstante Bahnspannung hinter dem Einzugswerk zu erhalten, oder es sind Tänzerwalzen zwischen dem Einzugswerk und dem ersten Druckwerk vorgesehen, um eine konstante Bahnspannung am ersten Druckwerk zu erhalten. Jedoch werden Tänzerwalzen gewöhnlich nicht im dem der Kühleinheit nachfolgenden Bereich einer Druckmaschine eingesetzt, da hierdurch negative Auswirkungen auf das Schnittregister bzw. die Länge der im Falzapparat erzeugten Signaturen befürchtet werden. Die Schnittregister-Regelung betrifft die Regelung der Geschwindigkeit und der Position der Bahn, im besonderen im Verhältnis zur Position des Druckbildes, um die Bahn im unbedruckten Bereich zu Signaturen zu schneiden. Eine Tänzerwalze verursacht dynamische Veränderungen in der Pfadlänge der Bahn. Wenn eine Tänzerwalze stromabwärts der Druckwerke platziert wird, dann ändert sich die Pfadlänge der Bahn, auf welcher ein Bild gedruckt wurde, was wiederum zu Schwierigkeiten bei der Aufrechterhaltung des Schnittregisters führt.

Nach der Erfindung soll die Aufgabe gelöst werden, einen Durchhang der Bahn während des Hochfahrens der Druckmaschine zu vermeiden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale von Anspruch 1 gelöst. Weitere Merkmale der Erfindung sind in den Unteransprüchen enthalten.

Gemäß vorliegender Erfindung umfaßt eine Vorrichtung zur Regelung der Spannung einer Bahn in einer Druckmaschine eine verstellbar positionierbare Tänzerwalze, die mit einem Luftzylinder verbunden ist und die Bahn stromabwärts der Zugwalzen am Ausgang der Kühleinheit und vor einem nächsten Zugwalzenpaar, z. B. den Zugwalzen am Eingang des Längsschneiders, kontaktiert. Der Luftzylinder beaufschlagt die Tänzerwalze mit einer konstanten Kraft, während eine Steuervorrichtung, die mit dem Luftzylinder und dem nächsten Zugwalzenpaar verbunden ist, die Position der Tänzerwalze überwacht. In Reaktion auf eine Bewegung der Tänzerwalze, die einen Durchhang in der Bahn angibt, wird durch die Steuervorrichtung die Geschwindigkeit des nächsten Zugwalzenpaares erhöht, um den Durchhang zu eliminieren. Umgekehrt wird in Reaktion auf eine Bewegung der Tänzerwalze, die eine Verminderung der Bahnlänge zwischen den Zugwalzen am Ausgang der Kühleinheit und den Zugwalzen vor der nächsten Verarbeitungseinheit der Druckmaschine angibt, durch die Steuervorrichtung die Geschwindigkeit des nächsten Zugwalzenpaares verringert. Somit wird die Spannung in der Bahn zwischen den Zugwalzen am Ausgang der Kühleinheit und dem nächsten (stromabwärtigen) Zugwalzenpaar im wesentlichen konstant gehalten. Es ist zu bemerken, daß das gleiche Prinzip, wenn auch im umgekehrten Sinne je nach Geschwindigkeitserhöhung oder -verringerung auf ein Regelsystem angewandt werden kann, bei dem durch die Position der Tänzerwalze die Geschwindigkeit der Zugwalzen am Ausgang der Kühleinheit anstelle der Geschwindigkeit der Zugwalzen der nächsten Einheit geregelt wird. Dadurch, daß die Bahn in gestrafftem Zustand gehalten und die Position der Tänzerwalze kontrolliert wird, werden durchhängende oder schlaffe Bahnen insbesondere während des Hochfahrens der Druckmaschine vermieden und die Regelung des Schnittregisters beibehalten.

Nach einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung bewegt sich die Tänzerwalze entlang eines Bogens mit einem Radius, der von zwei im wesentlichen parallelen Hebelarmen bestimmt wird, wobei an jedem Ende der Drehachse der Tänzerwalze ein Hebelarm mit seinem einen Ende drehbar angebracht ist. Das andere Ende eines jeden Hebelarmes ist mit dem Maschinenrahmen drehbar verbunden. Zwei im wesentlichen parallele Luftzylinder sind mit der Tänzerwalze drehbar verbunden, und zwar jeweils ein Luftzylinder mit seinem einen Ende an jedem Ende der Drehachse der Tänzerwalze. Das andere Ende eines jeden Luftzylinders ist an einer anderen Stelle des Rahmens drehbar befestigt. Eine Ausführungsform sieht einen 90° Winkel zwischen dem Hebelarm und dem Luftzylinder vor, unter welchem beide mit der Drehachse der Tänzerwalze verbunden sind. Es sind auch weitere Relativwinkel zwischen den Hebelarmen und den Luftzylindern realisierbar. Ungeachtet der Größe des Relativwinkels sieht diese Ausführungsform vor, daß sich die Tänzerwalze entlang eines Bogens bewegt, dessen Radius der Hebelarm ist, während die Luftzylinder in Reaktion auf die von der Bahn auf die Tänzerwalze ausgeübten Kräfte auseinander und zusammengeführt werden. Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform sieht vor, daß der Bogen, auf dem sich die Tänzerwalze bewegt, in einer im wesentlichen horizontalen Ebene liegt. Solch eine Konstruktion liefert auch einen Beitrag zur Mini-

mierung des Effekts der Schwerkraft auf die Masse der Tänzerwalze.

Nach einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung bewegt sich die Tänzerwalze im wesentlichen geradlinig oder linear. Der lineare Pfad wird von zwei im wesentlichen parallelen Luftzylindern vorgegeben, wobei an jedem Ende der Tänzerwalze ein Luftzylinder mit seinem einen Ende befestigt ist. Das andere Ende des jeweiligen Luftzylinders ist am Maschinenrahmen befestigt, so daß sich der Luftzylinder nicht drehen kann. Hierdurch wird die Stange des Luftzylinders in im wesentlichen geradliniger Richtung vor- und zurückgefahren, wodurch sich eine lineare Bewegung der Tänzerwalze ergibt. Die Tänzerwalze kann mit ihren beiden Enden auch auf an dem Rahmen befestigten bewegbaren Stützen gelagert sein, um ihre Linearbewegung zu erleichtern. Es ist ebenso denkbar, daß unter Verwendung bewegbarer Stützen zur Führung der Linearbewegung der Tänzerwalze verschiedene Anordnungen mit einem oder mehreren Luftzylindern möglich sind, um die Bewegung der Tänzerwalze zu beeinflussen. Gemäß vorliegender Erfindung befinden sich der Luftzylinder und die Tänzerwalze in einer neutralen Position, wenn die Geschwindigkeit des aus der Kühleinheit austretenden Teils der Bahn mit der Geschwindigkeit des in den Längsschneider eintretenden Teils der Bahn übereinstimmt. Wenn jedoch eine Geschwindigkeitsdifferenz zwischen dem aus der Kühleinheit austretenden Bahnteil und dem in den Längsschneider eintretenden Bahnteil entsteht, wird der Luftzylinder ausgefahren oder zurückgezogen je nach Bedarf, um die Position der Tänzerwalze zu ändern und eine konstante Spannung in der Bahn aufrechtzuerhalten. Die Änderung der Position der Tänzerwalze wird von der Steuereinheit erfaßt, die die Geschwindigkeit der am Eingang des Längsschneiders angeordneten Zugwalzen entsprechend erhöht oder verringert. Die Änderung der Geschwindigkeit der Zugwalzen am Eingang des Längsschneiders bringt die Tänzerwalze in ihre neutrale Position zurück. Wenn die Tänzerwalze in ihrer neutralen Position verharret, stimmt die Geschwindigkeit des aus der Kühleinheit austretenden Bahnteils im wesentlichen mit der Geschwindigkeit des in den Längsschneider eintretenden Bahnteils überein. Die Positionsänderungen der Tänzerwalze und die resultierenden Geschwindigkeitsanpassungen der Zugwalzen finden insbesondere beim Hochfahren der Druckmaschine statt, während eine im wesentlichen konstante Spannung in der Bahn aufrechterhalten wird. Das Schnittregister kann weiterhin nach dem Erreichen einer korrekten Geschwindigkeit im Bedarfsfalle nachjustiert werden.

Die vorliegende Erfindung wird in der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele im Zusammenhang mit den beigegeführten, nachstehend erklärten Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Ansicht einer herkömmlichen Druckmaschine;

Fig. 2 eine Seitenansicht eines der Kühleinrichtung nachfolgenden Bereichs der Druckmaschine, der eine Anordnung mit einer Tänzerwalze gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung aufweist;

Fig. 3 eine Seitenansicht des der Kühleinrichtung nachfolgenden Bereichs der Druckmaschine, der eine Anordnung mit einer Tänzerwalze gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung aufweist;

Fig. 4 eine perspektivische Ansicht einer Tänzerwalze, die in linearen Schienen gehalten wird, welche am Rahmen der Druckmaschine befestigt sind;

Fig. 5 eine Seitenansicht des der Kühleinrichtung nachfolgenden Bereichs einer Druckmaschine, der eine Anordnung mit einer Tänzerwalze gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung aufweist.

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Steuern der Spannung in der durch eine Druckmaschine laufenden Bahn.

Fig. 1 zeigt eine herkömmliche Druckmaschine mit einem Rollenstand 100, einem Einzugswerk 200, einem ersten Druckwerk 300, einem zweiten Druckwerk 400, einem dritten Druckwerk 500, einem vierten Druckwerk 600, einer Trockeneinheit 700, einem Kühlwalzenstand 800 und einem Falzapparat 900. Eine Papierrolle 110, von der die Bahn 120 abgezogen wird, befindet sich im Rollenstand 100. Die Bahn 120 bewegt sich vom Rollenstand 100 zum Einzugswerk 200, von wo aus sie sich weiter durch einen Einlauf-Walzenspalt und um eine nicht gezeigte Tänzerwalze bewegt. Von dort aus bewegt sich die Bahn 120 in das erste Druckwerk 300, das z. B. die Farbe Schwarz auf die Bahn druckt, und weiter in das zweite Druckwerk (das Cyan druckt), in das dritte Druckwerk 500 (das Magenta druckt) und in das vierte Druckwerk 600 (das Gelb druckt).

Nach dem Verlassen des vierten Druckwerks 600 tritt die Bahn 120 in die Trockeneinheit 700 ein, worin sie durch Zufuhr von Wärme getrocknet wird. Da sich die Bahn 120 durch die Erwärmung in ihrer Länge dehnt oder schrumpft und Feuchtigkeit verliert, kann sich die Spannung der Bahn nach dem Austritt aus dem Trockner 700 und vor dem Eintritt in den Kühlwalzenstand 800 verändern. Der Kühlwalzenstand 800 umfaßt eine Vielzahl von Kühlwalzen, welche die Bahn aus dem Trockner 700 ziehen und gleichzeitig kühlen, während sich die Bahn zwischen den Kühlwalzen hindurch bewegt. Die einzelnen Kühlwalzen werden gleichzeitig angetrieben, was z. B. durch ein Riemenantriebssystem erfolgt.

Sollte die Bahn 120 durch Nachgeben oder aufgrund einer unpräzisen Aufnahme durch die Kühlwalzen länger werden, so kann der Trockner die überschüssige Bahn in einen bogenförmigen Pfad blasen und somit die korrekte Spannung in der Bahn aufrechterhalten. Da die Bahn dazu neigt, bei der Bewegung durch die Kühlwalzen zu schrumpfen, kann sich die Spannung in der Bahn auch wieder ändern.

Bei den Systemen des Standes der Technik bewegt sich die Bahn nach dem Verlassen der Zugwalzen am Ausgang der Kühleinheit durch eine Vielzahl von Leit- und Steuerwalzen, bevor sie sich zwischen den Zugwalzen am Eingang des Längsschneiders im Falzapparat 900 hindurch bewegt. Die Leit- und Steuerwalzen können z. B. verwendet werden, um die Bahn zu lenken, Silikon auf die Bahn aufzutragen oder das Schnittregister bzw. die Schnittlänge zu steuern. Wie oben erwähnt, können Leitwalzen den Zustand einer schlaffen Bahn nicht beheben und bieten nur sehr begrenzte Möglichkeiten, wenn es darum geht, die Bahnspannung zu verringern.

Gemäß vorliegender Erfindung ist zwischen den Zugwalzen am Ausgang der Kühleinheit und den Zugwalzen am Eingang des Längsschneiders eine Tänzerwalzeneinrichtung vorgesehen. Die Tänzerwalzeneinrichtung umfaßt eine Tänzerwalze, die im Hinblick auf das Druckwerk in der Weise gelagert ist, daß sie relativ zum Druckwerk bewegt werden kann, und weist ferner ein Kraftausgleichselement, beispielsweise einen Luftzylinder auf, der eine im wesentlichen konstante, positionsabhängige Kraft ausübt, durch die die Tänzerwalze in Kontakt mit der Bahn gehalten wird.

Fig. 2 zeigt eine Seitenansicht eines der Kühleinheit der Druckmaschine nachfolgenden Bereichs mit einer Tänzerwalzeneinrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Bahn 120 bewegt sich um eine Reihe von angetriebenen Kühlwalzen 2, 3, 4, 5 und 6, welche die Bahn 120 kühlen. Die Bahn 120 tritt an der Kühlwalze 2 in die Kühleinheit ein und bewegt sich um die Walzen 3, 4 und 5 und zwischen dem von der Kühlwalze 6 und der Zugwalze 7 gebildeten Walzenspalt am Ausgang der Kühleinheit hindurch. Dann passiert die Bahn 120 eine Leitwalze 8, eine Tänzerwalze 20 und eine Leitwalze 50, bevor sie sich in eine stromabwärtige Bearbeitungseinheit, z. B. in den Walzenspalt 9 am Eingang des Längsschneiders bewegt.

Die Tänzerwalze 20 ist mit ihrer Achse an dem Luftzylinder 30 und an einem Hebelarm 40 angebracht. Der Luftzylinder 30 ist mit seinem ersten Ende mit der Tänzerwalze 20 und mit seinem zweiten Ende mit dem Maschinenrahmen drehbar verbunden. Der Hebelarm 40 ist mit seinem ersten Ende mit der Tänzerwalze 20 und mit seinem zweiten Ende mit dem Maschinenrahmen drehbar verbunden. Diese Konfiguration gewährleistet, daß sich die Tänzerwalze 20 entlang eines Bogens mit einem Radius bewegt, welcher der Länge des Hebelarmes entspricht und bei dem sich die Mitte bzw. der Drehpunkt an einem Punkt befindet, an dem der Hebelarm mit dem Rahmen verbunden ist.

Der Luftzylinder 30 streckt sich und zieht sich zurück, wie dies von der Kraftausübung der Bahn 120 auf die Tänzerwalze 20 bestimmt wird. Der Luftzylinder 30 wird mit einem konstanten Druck (P) beaufschlagt, der eine bestimmte Kraft oder Belastung erzeugt, die gleich dem Druck (P), multipliziert mit der Arbeitsfläche (A), des Zylinders ist. Diese spezifische Kraft (PA) kompensiert die von der Bahn 120 auf die Tänzerwalze 20 ausgeübte Kraft, so daß die Tänzerwalze 20 in einer neutralen Position gehalten wird, wenn die Bahn nicht unter Spannung ist oder durchhängt. Es sind keine resultierenden Kräfte auf der Tänzerwalze vorhanden, d. h., daß die Kräfte ausgeglichen sind und somit keine Beschleunigung der Tänzerwalze auftritt. Wenn die auf die Tänzerwalze 20 wirkende Last der Bahn 120 abnimmt, bewegt sich der Luftzylinder 30 in der Weise, daß eine korrespondierende Bewegung der Tänzerwalze 20 den Durchhang der Bahn 120 beseitigt und die Bahnlast wieder auf das vorgegebene Maß erhöht. Wenn sich die Bahnlast erhöht, bewegt sich der Luftzylinder in die entgegengesetzte Richtung, so daß eine korrespondierende Bewegung der Tänzerwalze 20 die Bahnlast auf ein bestimmtes Maß verringert.

Ein Positionssensor 60 ist mit dem Hebelarm 40 und einer Steuereinheit 90 verbunden. Die Steuereinheit 90 steuert auf der Basis der Position des Hebelarms 40 vorzugsweise die Geschwindigkeit der Zugwalzen 9 am Eingang des Längsschneiders.

Wenn sich der die Kühlwalzeneinheit 2-6 verlassende Teil der Bahn 120 (Position 80) mit der gleichen Geschwindigkeit wie der in den Walzenspalt 9 am Eingang des Längsschneiders eintretende Teil der Bahn 120 (Position 85) bewegt, nimmt die Tänzerwalze 20 eine neutrale Ausgangsposition ein, wie dies in Fig. 3 gezeigt ist. Wenn die Bahngeschwindigkeit bei Position 80 höher als die Bahngeschwindigkeit bei Position 85 ist, wird der Luftzylinder 30 ausgefahren und bewegt dabei die Tänzerwalze 20, um den Durchhang in der Bahn zu eliminieren. Wenn die Bahnspannung bei Position 80 geringer als die Bahnspannung bei Position 85 ist, zieht sich der Luftzylinder 30 zusammen, um zu verhindern, daß die Spannung in der Bahn 120 einen Schwellenwert überschreitet.

Der am Hebelarm 40 angebrachte Positionssensor 60 erfaßt jede Abweichung der Tänzerwalze 20 von der neutralen Position und sendet einen Abweichungswert 95 an die Steuereinheit 90. Der Positionssensor 60 kann z. B. so konzipiert sein, daß er Abweichungswerte zwischen 0,0 und -10,0 bei einem korrespondierenden inkrementalen Zusammenfahren des Luftzylinders zwischen beispielsweise ca. 0 bis -5 cm (0 bis -2 inches) oder ca. 0 bis -10 cm (0 bis -4 inches) aufweist; und daß er Abweichungswerte zwischen 0,0 und +10,0 bei einem inkrementalen Auseinanderfahren des Luftzylinders zwischen beispielsweise ca. 0 bis 5 cm (0 bis 2 inches) oder ca. 0 bis 10 cm (0 bis 4 inches) liefert. Natürlich sind diese Werte nur als Beispiele genannt und die eigentliche Bewegung der Tänzerwalze 20 hängt von den physikalischen Dimensionen der Vorrichtung im Zusammenhang mit dem darauf angewandten System ab. Es kann ein Wandler (LVDT) zur Umsetzung einer linearen Spannung in einen Abstand vorgesehen sein, um den Abwei-

chungswert 95 auf der Basis der Position der Tänzerwalze 20 zu liefern. Jedoch können zu diesem Zweck selbstverständlich auch andere Sensoren verwendet werden. Wie aus dem Stand der Technik bekannt ist, kann der Abweichungswert 95 ein beliebiges geeignetes Steuersignal sein, wie z. B. eine analoge Spannung, eine Impedanz, ein digitaler Wert oder sonstige Signale, welche der Steuereinheit 90 mit oder ohne zusätzliche Signalaufbereitung 5 zugeführt werden können. In Abhängigkeit von dem vom Positionssensor 60 ausgegebenen Abweichungswert 95 erhöht oder verringert die Steuereinheit 90 die Geschwindigkeit der Zugwalzen 9 am Eingang des Längsschneiders auf eine Geschwindigkeit, die dazu erforderlich ist, um die Tänzerwalze 20 in ihre neutrale Position zurück zu bewegen. Hierdurch kann das Schnittregister im nachgeordneten Querschneider insbesondere während des Hochfahrens der Druckmaschine im wesentlichen beibehalten werden.

Alternativ kann die Steuereinheit 90 die Geschwindigkeit der Zugwalzen 6, 7 am Ausgang der Kühleinheit erhöhen oder verringern, um ein ähnliches Resultat zu erzielen, d. h. die Tänzerwalze 20 in ihre neutrale oder Ausgangsposition zurück zu bewegen. Gemäß einer zweiten Alternative, kann die Steuereinheit 90 die Geschwindigkeit einer oder beider Zugwalzen 6, 7 am Ausgang der Kühleinheit oder der Zugwalzen am Eingang des Längsschneiders erhöhen oder verringern, um die Tänzerwalze 20 wieder in ihre neutrale Position zu bewegen.

Im allgemeinen ist die Position der Tänzerwalze 20 vom Kräftegleichgewicht der auf die Tänzerwalze 20 einwirkenden Kräfte bestimmt, was ausgedrückt werden kann als $T_1 + T_2 = PA$, (dabei ist eine 180° Umwindung der Bahn um die Tänzerwalze 20 bei vernachlässigter Reibung und einer nicht berücksichtigten Masse zugrundegelegt), wobei T_1 die Spannung in der Bahn 120 beim Einlauf auf die Tänzerwalze 20, T_2 die Spannung in der Bahn 120, wenn die Bahn die Tänzerwalze 20 verläßt, P der Druck im Luftzylinder 30 und A die Arbeitsfläche des Luftzylinders 30 ist. Die Position 20 der Tänzerwalze 20 steht in Beziehung zu der Menge des über einen Zeitraum durch die Walzenspalte bewegten Papiers.

Wenn der Walzenspalt 6, 7 am Ausgang der Kühleinheit eine Papiermenge dl_1 in einem Zeitraum dt bewegt und der Walzenspalt 9 am Eingang des Längsschneiders eine Papiermenge dl_2 im gleichen Zeitraum bewegt, ergibt die Differenz integriert über die Zeit einen Wert Δl , der von der Tänzerwalze aufgenommen werden muß, um die Bahnspannung aufrechtzuerhalten. Der Wert Δl ergibt sich aus folgender Gleichung:

$$\Delta l = \int_0^t (dl_2/dt - dl_1/dt) dt \quad (1)$$

oder

$$\Delta l = (l_2 - l_1) \text{ zum Zeitpunkt } t \quad (2)$$

Wenn die Geschwindigkeiten im Walzenspalt der Zugwalzen 6, 7 am Ausgang der Kühleinheit und der Zugwalzen 9 am Eingang des Längsschneiders im wesentlichen gleich sind, z. B. einen solchen Wert aufweisen, daß die durch die Zugbelastung der Bahn herbeigeführte Dehnung weniger als 0,01% der Bahnspanne beträgt, (wobei der Schlupf vernachlässigt ist und die Radien als konstant angenommen werden), gilt:

$$dl_1 = d\theta_1 r_1 \quad \text{und} \quad dl_2 = d\theta_2 r_2 \quad (3)$$

und

$$\Delta l = \int_0^t [(d\theta_2/dt) r_2 - (d\theta_1/dt) r_1] dt \quad (4)$$

oder

$$\Delta l = \theta_2 r_2 - \theta_1 r_1 \text{ zum Zeitpunkt } t. \quad (5)$$

Wenn jedoch Schlupf vorhanden ist, wie dies oft der Fall ist, dann ist Gleichung (5) keine akkurate Darstellung und es muß Gleichung (1) verwendet werden.

Bei Tänzerwalzen gibt es im allgemeinen zwei Betriebsarten oder Wirkungsweisen. Bei der ersten Betriebsart ist die Bahn straff und deshalb die Bahnspannung über einen Zeitraum konstant. Bei der zweiten Betriebsart ist die Bahn

locker oder schlaff. Bei dieser Betriebsart ist die Bahnspannung verringert, und die Bahn wird als durchhängende Bahn bezeichnet.

Bei der Betriebsart 1 beseitigt ein leichtgewichtiger, schnell arbeitender Luftzylinder 30 jegliche zyklische Spannungsänderung unterhalb einer vorgewählten Abschnide-Frequenz. Die Abschnide-Frequenz wird von den physikalischen Eigenschaften der Tänzerwalzeneinrichtung, wie der Federkonstanten und der Dämpfungskonstanten des Luftzylinders 30 sowie der Masse der Tänzerwalze bestimmt. Beispielsweise eignen sich ein Luftzylinder 30 und eine Tänzerwalze 20 mit einer Eigenfrequenz von 10 Hertz dazu, Abweichungen in der Bahnspannung im Bereich von 10 Hertz aufzunehmen. Je nach den physikalischen und dynamischen Eigenschaften der Druckmaschine kann eine höhere oder niedrigere Eigenfrequenz der Tänzerwalzeneinrichtung erforderlich sein. Im Betriebsmodus 1 wird keine nennenswerte Bewegung der Position der Tänzerwalze 20 festgestellt. Im Betriebsmodus 2 ist eine noch bewegliche Tänzerwalze 20 erforderlich, um die in der Bahn 120 erzeugten Längenänderungen $\Delta 1$ zu absorbieren. Wenn die Spannung im Bahnpfad konstant ist, repräsentiert $\Delta 1$ die kumulative Abweichung der beiden Geschwindigkeiten der Walzen, wie dies in der Gleichung 4 gezeigt ist.

Im Betriebsmodus 1 wird die Spannung normalerweise durch den Ausgleich der auf die Tänzerwalze 20 wirkenden Kräfte stabilisiert. Jedoch kann z. B. während der Maschinenanlaufzeiten die Tänzerwalze 20 ein Übergangsverhalten zeigen, wobei die Masse beschleunigt werden muß und die Spannung nicht stabil ist. Während dieser Betriebsperioden stimmt die Geschwindigkeit der Zugwalzen 6, 7 am Ausgang der Kühleinheit mit der Geschwindigkeit der Zugwalzen 9 am Eingang des Längsschneiders hinsichtlich der Bahnspannung nicht optimal überein, was zur Folge hat, daß sich die Tänzerwalze 20 beträchtlich bewegt. Die Bahnspannungssteuerung funktioniert in erster Linie aufgrund der Fähigkeit der Tänzerwalze 20, einen positiven Kontakt mit der Bahn 120 aufrechtzuerhalten und eine straffe, d. h. nicht durchhängende Bahn herzustellen. In Übergangsperioden ist nur die Transportdifferenz, $\theta_2 r_2 - \theta_1 r_1$ wichtig und die Zugbelastung der Bahn 120 trägt nur sehr wenig zur Position der Tänzerwalze 20 bei.

Gemäß vorliegender Erfindung wird eine Änderung in der Position der Tänzerwalze 20 dazu benutzt, die Geschwindigkeit der Zugwalzen 9 am Eingang des Längsschneiders zu steuern, wodurch die Tänzerwalze 20 im Betriebsmodus 1 gehalten wird. Wenn die Abweichung der Tänzerwalze 20 von ihrer Ausgangs- oder neutralen Position als Fehler definiert wird, kann das Integral über den Fehler zum Zurücksetzen der Tänzerwalze 20 in ihre Ausgangs- oder neutrale Position verwendet werden, so daß $\Delta 1$ auf 0 geht. Geeignete Steuerungs- und Regelungsalgorithmen für diesen Zweck werden im folgenden am Beispiel weiterer Ausführungsformen der Erfindung eingehend erläutert.

Fig. 3 zeigt eine Seitenansicht des der Kühleinheit nachfolgenden Bereichs einer Druckmaschine mit einer Tänzerwalzeneinrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In Fig. 3 bewegt sich die Bahn 120 um eine Tänzerwalze 20, die an einem Luftzylinder 30 befestigt ist. Der Luftzylinder 30 ist im Maschinenrahmen fest angebracht und zwar so, daß die Stange des Luftzylinders im wesentlichen geradlinig aus- und eingefahren werden kann, um die Tänzerwalze 20 auf einem im wesentlichen linearen Pfad zu führen.

Bei dieser zweiten Ausführungsform fährt der Luftzylinder 30 in Reaktion auf die durch die Bahnspannung ausgeübten Kräfte aus und verringert somit die Spannung, um zu verhindern, daß sich diese auf ein Niveau erhöht, welches zu einem Bahnbruch führen kann. Die Steuereinheit 90, die das Abweichungssignal, das die Position der Tänzerwalze 20 darstellt, als Input erhält, verringert die Drehgeschwindigkeit der Zugwalzen 9 am Eingang des Längsschneiders, um die Tänzerwalze 20 in ihre neutrale Position zurückzubringen.

Der Luftzylinder 30 zieht sich entlang seines linearen Pfades zusammen, wenn die Spannung in der Bahn 120 unter einem vorbestimmten Belastungswert des Luftzylinders 30 fällt. Durch dieses Zurückziehen oder Zusammenziehen wird eine positive Spannung in der Bahn aufrechterhalten und Durchhäng in der Bahn auf effektive Weise eliminiert. Die Steuereinheit 90, die die zurückgezogene Position der Tänzerwalze 20 als Input verwendet, erhöht die Drehgeschwindigkeit der Zugwalzen 9 am Eingang des Längsschneiders, um die Tänzerwalze 20 in ihre neutrale Position zurückzubringen.

Wie in Fig. 4 gezeigt ist, kann die Tänzerwalze 20 mit einem Führungsrahmen 36 verbunden sein. Der Führungsrahmen 36 umfaßt daran befestigte Luftzylinder 30, die eine beaufschlagende Kraft liefern, die die Tänzerwalze 20 in Kontakt mit der Bahn 120 hält. Der Führungsrahmen 36 ist so konstruiert, daß er sich in linearen Schienen 35 bewegen kann, um die Linearbewegung der Tänzerwalze 20 zu erleichtern.

Fig. 5 zeigt eine Seitenansicht des der Kühleinheit nachfolgenden Bereichs einer Druckmaschine mit einer Tänzerwalzeneinrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In Fig. 5 ist die Tänzerwalze 20 an dem freien Ende eines Luftzylinders 30 angebracht. Wie in der zweiten Ausführungsform ist der Luftzylinder 30 am Rahmen der Druckmaschine in der Weise befestigt, daß die Stange des Luftzylinders im wesentlichen geradlinig ein- und ausgefahren wird, um die Tänzerwalze auf ihrem linearen Pfad zu führen. Die in Fig. 4 gezeigten linearen Schienen 35 und der Führungsrahmen 36 können in vorteilhafter Weise auch auf die Konstruktion der Fig. 5 angewandt werden. Jedoch wird der Luftzylinder 30 im Gegensatz zur zweiten Ausführungsform in Reaktion auf eine Verringerung der Bahnspannung ausgefahren, um eine positive Spannung in der Bahn 120 aufrechtzuerhalten und das Entstehen von Durchhang in der Bahn zu verhindern. Der Luftzylinder 30 zieht sich in Reaktion auf eine Erhöhung der Bahnspannung

zusammen, wodurch ein Ansteigen der Spannung bis zu einem Punkt, an dem ein Bahnbruch zu befürchten ist, verhindert wird. Die Steuereinheit 90 erhöht die Drehgeschwindigkeit der Zugwalzen am Eingang des Längsschneiders in Reaktion auf das Ausfahren des Luftzylinders 30 und reduziert die Drehgeschwindigkeit der Zugwalzen 9 am Eingang des Längsschneiders in Reaktion auf das Zurückziehen oder Zusammenziehen des Luftzylinders 30.

Obschon die Tänzerwalze 20 zuvor als an einem Luftzylinder 30 angebracht beschrieben wurde, können auch andere Mechanismen zur Kraftbeaufschlagung der Bahn benutzt werden. So können z. B. Federn oder von den Rädern von Walzen herabhängende Massen zur Erzeugung einer sich über einen dynamisch ändernden Bereich von Positionen wirkenden Kraft zur Beaufschlagung der Tänzerwalze herangezogen werden.

Die Steuereinheit 90 steuert die Drehgeschwindigkeit der einen Einlaufspalt bildenden Zugwalzen oder der einen Auslaufspalt bildenden Zugwalzen, um die Spannung in der Bahn insbesondere während des Hochfahrens der Druckmaschine zu regeln und zu gewährleisten, daß ein Durchhang der Bahn in diesem Betriebszustand mit Sicherheit ausgeschlossen wird. Ein Algorithmus zur Regelung des Durchhangs der Bahn berücksichtigt z. B. eine Bahnspanne von einer Länge ℓ zwischen einem Einlaufspalt und einem Auslaufspalt. Der Auslaufspalt weist z. B. einen Auslauf-Zuwachs von 0,5% auf. Der Bahnabschnitt weist eine maximale Zugbelastung von 0,1%, eine Geschwindigkeit v , und eine gewisse Menge ungedehnten Papiers $s(0)$ auf.

Zu jedem Zeitpunkt t nach $t = 0$ ist die Länge des einlaufenden Papiers durch die Multiplikation der von Bahngeschwindigkeit (v) mit der Zeit (t), oder $v \times t$ gegeben. Die Länge des aus dem Auslaufspalt mit 0,5% Zuwachs auslaufenden Papiers ist $1,005 v \times t$. Die Menge des zum Zeitpunkt t angestauten ungedehnten Papiers $s(t)$ ist gleich der ursprünglichen Menge an Durchhangpapier, $s(0)$, plus der Menge des eingelaufenen Papiers minus der Menge des ausgelaufenen Papiers, wie dies in folgender Gleichung dargestellt ist:

$$s(t) = s(0) + vt - 1,005 vt$$

oder

$$s(t) = s(0) - 0,005 vt$$

Die Zeit zur Beseitigung des gesamten angestauten Papiers $s(0)$ aus der Bahnspanne (die Zeit, in die Menge des gespeicherten Papiers auf Null reduziert wird oder die Zeit, in der ein Durchhang beseitigt wird) ergibt sich aus folgender Gleichung:

$$t_{s=0} = s(0)/(0,005 v)$$

Nur zum Zwecke der Diskussion und nicht, um die Erfindung zu beschränken wird eine Bahnspannenlänge ℓ von ca. 8 m (25 feet) und eine Bahngeschwindigkeit v von ca. 457 m/min. (1500 fpm) oder 7,6 m/sec. (25 feet/sec.) angenommen. Unter diesen Umständen mag es scheinen, daß die Zeit, in der sich eine Zugbelastung von 0,001 entwickelt durch folgendes lineares Verhältnis gegeben ist:

$$t_{(0,001)} = \ell * 0,001 / (0,005 * v)$$

oder

$$t_{(0,001)} = 0,2 (\ell/v) = 0,2 \text{ sec.}$$

Dies ist jedoch inkorrekt, weil in jedem Zeitraum, in dem sich eine Zugbelastung in der Bahnspanne durch den Zuwachs im Auslaufspalt entwickelt, ein Element des Materials mit der neuen Bahnspannen-Zugbelastung vom Auslaufspalt entfernt wird, während ein neuer nicht gedehnter Teil des Materials in den Einlaufspalt eintritt. Somit liefert die obige lineare Methode ein fehlerhaftes Resultat.

Wenn die nichtlinearen Faktoren in Betracht gezogen werden, dann führt dies zu einer Differenzialgleichung erster Ordnung mit exponentieller Lösung wie folgt:

$$s(t) = s(\infty) (1 - e^{-(v/l)t})$$

5 wobei $s(\infty)$ der endgültige Zugbelastungswert ist. Da l/v hier 1 Sekunde ist, erhöht sich die Zugbelastung nur bis zu 63,2% ihres endgültigen Wertes nach 1 Sekunde. Es erfordert nahezu 3 Sekunden, bis sich die Zugbelastung auf 95% des endgültigen Wertes erhöht. Da diese Lösung eine Exponentialfunktion ist, wird der endgültige Wert theoretisch nie erreicht. Falls der Zuwachs im Walzenspalt gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung auf das Fünffache des Wertes erhöht wird, der erforderlich ist, um die endgültige Zugbelastung aufrechtzuerhalten, wird der Vorgang
10 zum Erreichen des Zuwachses im Schlupf-Spalt, der sich beim normalen Fortdruckbetrieb der Druckmaschine einstellt, auf ungefähr 0,22 Sekunden beschleunigt.

Somit ist die Zeit für das Entstehen „der nominalen laufenden Dehnung“ von 0,1% (bei maximaler Zugbelastung) 0,22 Sekunden für eine „ungedehnte Bahn“ (d. h. eine einlaufende Bahn mit Null Zugbelastung), die sich mit 457 m/min. (1500 fpm) oder 7,6 m/sec. (25 feet/sec.) über eine Spanne von 7,6 m (25 feet) mit einem Zuwachs von 0,5%
15 bewegt. Obschon die oben erwähnte fehlerhafte lineare Methode ein Resultat von 0,2 Sekunden ergab, ist dies nur zufällig. Würde sich beispielsweise der Auslauf-Zuwachs auf 0,1% verringern, dann würde sich zur Erreichung von 95% die Zeit auf 3 Sekunden erhöhen. Die lineare Methode sieht fälschlicherweise eine Reaktionszeit von 1 Sekunde vor, wenn ein Zuwachs von 0,1% zugrunde gelegt wird.

Die für eine Zugbelastung von 0.1% in einer Bahnspanne von 7,6 m (25 feet) zu entwickelnde Dehnung würde
20 0,001 mal 7,6 m (25 feet) oder 0,0076 m (0,025 feet) oder 7,6 mm (0,3 inches) betragen. Wenn zum Zeitpunkt, zu dem eine 7,6 mm (0,3 inch) Dehnung auftritt, der Zuwachs am Auslaufspalt auf das Niveau reduziert wird, bei dem die Dehnung aufrechterhalten wird, bleibt die Zugbelastung bei 0.1%. Dieser Zuwachs würde ein Wert von 0.001 sein. Wenn jedoch die Bahn 120 mit der richtigen Zugbelastung in den Einlaufspalt 6, 7 eintritt und die Zugbelastung der Bahnspanne 0.001 ist, dann muß die Geschwindigkeit am Auslaufspalt 9 mit der Geschwindigkeit im Einlaufspalt 6, 7 übereinstimmen, so daß sich keine zusätzliche Zugbelastung entwickelt. Sollte ferner die Bahn mit einer Zugbelastung
25 höher als die der Zugbelastung der Bahnspanne von 0.1% in den Einlaufspalt 6, 7 eintreten, dann muß der Zuwachs im Auslaufspalt unter 0.001 verringert werden, um die Zugbelastung von 0.1% zu erzielen. Dieser ziemlich komplexe Vorgang wird in Rollendruckmaschinen gewöhnlich dadurch bewältigt, daß zwischen der Zugwalze mit hohem Zuwachs (in diesem Falle dem Walzenspalt 9) und der Bahn 120 bei dem zu haltenden Belastungswert ein Schlupf
30 zugelassen wird. Wenn an den Walzenspalten separate Antriebe verwendet werden, müssen die „Übergangszuwächse“ mit Sorgfalt gesetzt werden, da der „natürliche, nichtlineare“ Übergang zum Schlupf vorhanden sein kann oder auch nicht. Dieses kann Verwirrung stiften, wenn versucht wird, das Antwortverhalten der Antriebssteuereinheit zu optimieren.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Zeit für das Beseitigen von 2,5 cm (1 inch) gespeicherter nicht
35 gedehnter Bahn aus einer beliebig langen Bahnspanne, die eine nominale Geschwindigkeit von 25 feet/sec (7,6 m/sec) bei einem Auslauf-Walzenspalt mit einer Übergeschwindigkeit von 0,5% aufweist, sich zu

$$\begin{aligned} t(0) &= 1/12/v/\text{Zuwachs} \\ t(0) &= 1/12/25/0.005 \\ 40 \quad t(0) &= 0.667 \text{ sec/inch (sec./2,5 cm)} \end{aligned}$$

ergibt.

Jedoch beträgt die Zeit, in welcher eine Zugbelastung von 0.001 in einer Bahnspanne mit einer dem reinen Zahlenwert der Bahngeschwindigkeit entsprechenden Länge (z. B. 7,6 m bei 7,6 m/s) entsteht, 0,22 oder mehr Sekunden,
45 was durch die Zeit-Konstante, l/v und den Zuwachs bestimmt wird.

Somit gibt es erfindungsgemäß zwei Mechanismen, die die Aufnahme des Papiers regeln. Der erste Mechanismus basiert auf der Differenz zwischen Einlauf-Bahngeschwindigkeit und Auslauf-Bahngeschwindigkeit unter einer konstanten Zugbelastung der Bahn. Der zweite Mechanismus ist eine exponentielle Entwicklung der Zugbelastungsänderung aufgrund einer Änderung der Zugbelastung der einlaufenden Bahn und der Zugbelastung der auslaufenden Bahn.

50 Betrachtet man weiterhin die Platzierung einer „perfekten“ Tänzerwalze im Bahnpfad, um eine geringe positive Spannung ohne Durchhang der Bahn aufrechtzuerhalten, so sollte eine solche Einrichtung nach Möglichkeit eine sehr geringe Masse, einen sehr kleinen Durchmesser und sehr geringe Massenträgheit aufweisen und mit einer der Bahn leicht entgegenwirkenden Kraftkomponente ausgerüstet sein, um gerade noch einen Kontakt zwischen der Tänzerwalze und der Bahn herzustellen.

55 Wenn solch eine Tänzerwalze an die Bahnspanne angefügt würde, um den Bahnpfad zur „Aufnahme von Durchhang“ $s(0)$ zu vergrößern, und wenn der Umschlingungswinkel der Tänzerwalze ca. 180° betragen würde, dann muß sich die Tänzerwalze die Hälfte der Durchhangsstrecke bewegen, um den Durchhang zu speichern.

Zur Aufrechterhaltung eines geraden Bahnpfades muß die Steuereinheit bei solch einem System, bei dem die

Bahn um die Tänzerwalze um 180° umschlingt, die Bewegung der Tänzerwalze erfassen und mit zwei multiplizieren, um s zu erhalten. Weist jedoch ein Schlupf-Spalt einen Schlupf von 0.5% auf und besteht das Ziel darin, lediglich den Durchhang aufzunehmen, dann braucht die Steuereinheit nicht aktiv zu werden.

Der integrierte Zuwachs beseitigt 2,5 cm (1 inch) pro 0.667 Sekunden (bei „0“ Zugbelastung) und setzt dann nach weiteren 0,22 Sekunden die Zugbelastung auf 0.1%. Somit würde nach ungefähr 0,7 Sekunden diese gewichtlose Tänzerwalze in ihre Null-Position zurückgekehrt sein, der Bahnpfad wäre gerade und genau 7,6 m (25 feet) und würde die Tänzerwalze nicht einschließen und die Zugbelastung würde beginnen, sich bis zu ihrem endgültigen Wert von 0.1% zu entwickeln. Leider könnte eine solche Tänzerwalzeineinrichtung jedoch eine übermäßige Zugbelastung, d. h. eine Zugbelastung größer als 0,1%, nicht korrigieren, da es keine Möglichkeit gibt, Papier aus dem geraden Pfad zu beseitigen. Nur der Schlupf-Spalt kann diese Funktion übernehmen.

Da es solch eine „perfekte“ Tänzerwalze nicht gibt und der Schlupfspalt einem unkontrollierten Verhalten und Schwankungen in der Zugbelastung der einlaufenden Bahn unterworfen ist, müssen die Tänzerwalze und der Auslaufteil des Systems kompensiert werden, um das gewünschte Verhalten zu erzielen. Eine Beschränkung des maximal möglichen Zuwachses des Systems auf kleine Werte, z. B. auf zweimal den normalen Schlupfwert, gewährleistet eine geringe Beschleunigung und kinetische Energie ($\frac{1}{2} mv^2$) in der Bewegung der Tänzerwalze. Die kinetische Energie der Tänzerwalze muß in in der Bahn gespeicherte potentielle Energie ($\frac{1}{2} kx^2$) umgewandelt werden, wenn die Tänzerwalze stoppen soll und keine Dämpfung stattfindet. Zur Veranschaulichung sei angenommen, daß sich eine Tänzerwalze mit einem Gewicht von ca. 45 kg mit ca. 1,5 cm pro Sekunde bewegt. Dies liefert eine kinetische Energie von ca. 0,1 J. Wenn ferner von einer Federkonstante von ca. 227 kg pro 2,5 cm (500 lbs per inch) ausgegangen wird (wobei z. B. ca. 68 kg (150 lbs) eine Dehnung von ca. 0,8 cm (0,3 inches) in einer ca. 127 cm (50 inches) breiten Bahn über eine Bahnspanne von 7,6 m (25 feet) verursachen), dann ist der Betrag, um den sich die Bahn 120 dehnen muß, um die kinetische Energie zu absorbieren $(2 \cdot 0.0039/500 \cdot 144)^{0.5} = 0,047$ inch (ca. 1,2 mm) Bahndehnung. Dies sind etwa 16% der oben erwähnten normalen Bahndehnung. Da ein gewisses Maß an Dämpfung stattfindet, ist dies ein maximaler möglicher Wert. Die Tänzerwalze 20 bewegt sich aufgrund der Umschlingung der Walze nur zur Hälfte dieser Strecke oder ca. 60 mm. Somit wäre der eigentliche Wert geringer.

Die Eigenfrequenz der Schwingung für dieses einfache Feder-Masse-System beträgt ungefähr 7 Hz. Somit sind für das Auftreten einer vollständigen Schwingung 0,14 Sekunden erforderlich.

Wenn die Tänzerwalze die Fähigkeit hätte, alle Bewegungsbedingungen zu erfüllen, wäre nichts weiter nötig als den erforderlichen Baum für die Bewegung zu schaffen. Jedoch ist dies auch bei den einfachsten Tänzerwalzensystemen nicht praktikabel, denn irgendein Mittel zum Zurückbewegen der Tänzerwalze in eine vorbestimmte Arbeitsposition ist stets erforderlich. Für diesen Zweck kann eine Steuereinheit erfindungsgemäß derart ausgelegt sein, daß die Durchschnittsposition fixiert ist und daß sich die Tänzerwalze für kurze Perioden eine angemessene Strecke frei bewegen kann.

Die erfindungsgemäße Steuereinheit regelt bevorzugter Weise lediglich die Zuwachsdifferenz zwischen dem Einlauf-Walzenspalt und dem Auslauf-Walzenspalt, um die Tänzerwalze 20 langsam zurück in ihre Null-Position zu bewegen. Jedoch ist diese langsame Geschwindigkeit höher als die durch den Auslauf-Zuwachs von 0,5% gesetzte untere Grenze, d. h. nicht niedriger als ca. 2,5 cm (1 inch) in 0,75 Sekunden. Die Geschwindigkeit muß also hoch genug sein, um zu verhindern, daß die Tänzerwalze 20 ihren maximalen Bewegungspunkt erreicht. Der Einfachheit halber und sofern es die niedrigen dynamischen Anforderungen zulassen (beispielsweise eine Bewegung von ca. 3,8 cm/sec. (1,5 inch/sec.) regelt die Steuereinheit den Zuwachs derart, daß dieser im Bereich von +0,5% bis -0,5% liegt, so daß in Kombination mit einem integrierten mechanischen Zuwachs von 0,5% bei niedriger Bahnspannung oder bei spannungsloser Bahn erfindungsgemäß eine Verdopplung des Gesamtzuwachses (integrierter mechanischer Zuwachs plus Zuwachs der Steuereinheit) auftritt, der z. B. im Bereich von 0,0 bis 1,0% liegen kann.

Im folgenden ist ein exemplarisches Berechnungsverfahren zur Ausführung der gewünschten Steuerung gezeigt, bei welchem die Änderung in der Oberflächengeschwindigkeit der gesteuerten Zugwalze als delta v gegeben ist:

Start

5 $t = 0$ „Beginn einer Zeitmessung“
 $x = ?$ „Messen der Position der Tänzerwalze“

Wenn

10 $x < -0.05$ „prüfen, ob die Bahn zu locker ist“
 „Es sind 0,25 cm (0.1 inch) der Bahn gespeichert“
 Dann

15 $\Delta v = 0$ „Oberflächengeschwindigkeit = 1.005 Bahn-
 geschwindigkeit (d. h. mit einem vorgegebenen
 integrierten Zuwachs von 0,5 %“
 $t = ?$ „Erstellen einer Zeitbasis zur Beurteilung des
 weiteren Geschehens“

20 Wenn

$t < 0,1 \text{ sec.}$ „warten auf die Bewegung der Tänzerwalze“
 Dann

25 zurückkehren zu $t = ?$ „weiter warten“

 Sonst

 zu Start zurückkehren „es sollte eine meßbare Änderung
 erfolgt sein. Den Vorgang erneut
 starten“

Oder wenn

30 $x > 0.05$ „Prüfen, ob Tänzerwalze zu eng anliegt“
 „Tänzerwalze liegt eng an“
 Dann

35 $\Delta v = 2 \cdot 0.005$ „Oberflächengeschwindigkeit = 0,995 x Bahn-
 geschwindigkeit mit einem angenommenen
 Zuwachs von 0.005“
 $t = ?$ „Erstellen einer Zeitbasis zur Beurteilung
 des weiteren Geschehens“

40 Wenn

$t < 0,1 \text{ sec.}$ „warten auf die Bewegung der Tänzerwalze“
 Dann

45 zurückkehren zu $t = ?$ „weiter warten“

 Sonst

 zu Start zurückkehren „Dies ist eine kontinuierliche
 Schleife, die nicht langsamer als mit

50 einem Zyklus/0,1 Sekunden
 abgearbeitet wird und die den
 Durchhang der Bahn auf plus oder
 minus 0,25 cm ($\pm 0.1 \text{ inch}$) hält.

55 Ende

Bei einer robusteren Ausführung können der Einlauf-Walzenspalt und der Auslauf-Walzenspalt auf die gleiche nominale Geschwindigkeit abgestimmt sein, d. h., daß der Auslauf keinen integrierten Zuwachs aufweist. Im Steuerungsalgorithmus würde ein Betrag, der im Durchschnitt die Tänzerwalze in der Null- oder neutralen Position hält, zur nominalen Geschwindigkeit addiert oder von dieser subtrahiert werden. Dies würde z. B. als integrale Steuerung bezeichnet werden. Da das Ausmaß der Bewegung der Tänzerwalze ein Anzeichen für die Fehlergröße der vorhandenen Zugbelastung ist, kann der Zuwachs geregelt werden, um den Korrekturfaktor entsprechend zu erhöhen.

Nachfolgend wird noch ein Beispiel eines erfindungsgemäßen Berechnungsverfahrens zur Ausführung der zuvor beschriebenen Steuerung, der Zugwalzengeschwindigkeit und der Position der Tänzerwalze, insbesondere beim Hochfahren der Druckmaschine, beschrieben.

Start

$n = 0$ „den Integrator auf Null setzen“

$\Delta v = 0$

Oberflächengeschwindigkeit = $1.0 + \Delta v(n)$ „Erhöhen des jetzigen Wertes der Oberflächengeschwindigkeit um den momentanen Wert von Δv “

$x = ?$ „Position der Tänzerwalze messen“

Wenn

$x < -0.05$ „der Bahndurchhang beträgt mehr als 0,25 cm 0.1 inch) im Bahnpfad“

Dann

$t = 0$ „Beginn einer Zeitmessung“

$n = n + 1$ „Zählen der Bewegungen (hier nicht

5 verwendet, kann jedoch bei anderen Ausführungsformen verwendet werden)
 Zuwachs = $x/0.05 \times 0.001$ „als zusätzliche Antwort den Zuwachs im Vergleich zu dem Schwellenwert linear erhöhen“
 10 Delta v = delta v + Zuwachs „0,1 % Zuwachs für jede Bewegung der Tänzerwalze von 0.05 zur Geschwindigkeit im Walzenspalt addieren“
 15 Wenn delta v > 1.005
 Dann delta v = 1.005 „Oberflächengeschwindigkeit = die Summe aller vorhergehenden Korrekturen plus .001 Bahngeschwindigkeit, jedoch nicht größer als 1.005“
 20 t = ? „die Wartezeit prüfen“
 Wenn
 t < 0.1 sec. „Warten auf die Bewegung der Tänzerwalze“
 Dann
 25 zurück zu t = ?
 Sonst
 zurück zur Oberflächengeschwindigkeit
 30 Sonst wenn
 x > 0.05 „Tänzerwalze liegt eng an, Bahn wurde um + 0,25 cm (0.1 inch) gedehnt“
 Dann
 35 t = 0 „Beginn einer Zeitmessung“
 n = n + 1 „Zählen der Bewegungen (hier nicht verwendet, kann jedoch bei anderen Ausführungen verwendet werden)“
 40 Zuwachs = $x/0.05 \times 0.001$ „als zusätzliche Antwort den Zuwachs im Vergleich zu dem Schwellenwert linear erhöhen“
 delta v = delta v - Zuwachs „0,1 % Zuwachs für jede Bewegung der Tänzerwalze um 0,127 cm (0.05inch) aus der Nullposition von der Geschwindigkeit im Walzenspalt subtrahieren“
 45
 50 Wenn delta v > 0.995
 Dann delta v = 0.995 „Oberflächengeschwindigkeit = die Summe aller vorhergehenden Korrekturen minus 0,001 x Oberflächengeschwindigkeit der

55

Bahn, jedoch nicht weniger als 0,995 x
Bahngeschwindigkeit“

5 t =?

 Wenn

 t < 0.1 sec. „warten auf die Bewegung der Tänzerwalze“

10 Dann

 zurück zu t = ?

 Sonst

 zurück zur Oberflächengeschwindigkeit

15 Ende

20 Eine eine konstante Kraft entwickelnde Vorrichtung, wie z. B. ein Paar von Luftzylindern 30 auf jeder Seite der Tänzerwalze 20, kann beinahe zu jeder Zeit die Tänzerwalze an die Bahn 120 anstellen. Der einzige Zeitpunkt, in dem die Tänzerwalze 20 nicht an der Bahn 120 angestellt ist, kann auftreten, wenn die dynamischen Schwingungen der Tänzerwalze 20 z. B. während eines Rollenwechsels die Zugbelastung der Bahn völlig lockern würden, so daß die Bahn nicht mehr an der Tänzerwalze anliegt. Bezüglich der physikalischen Parameter in dem beschriebenen Beispiel könnten Schwingungen von ca. 0,127 cm (0,05 inch) solch ein Ergebnis herbeiführen. Jedoch stellen die hohe Dämpfungsrate der Zylinder und die auftretende Reibung in den sich drehenden Komponenten sicher, daß dies nicht geschieht.

25 LISTE DER BEZUGSZEICHEN

2 - 5	Kühlwalzen
6	Kühlwalze / Zugwalzewalze (Einlaufspalt)
30 7	Zugwalze (Einlaufspalt)
8	Leitwalze
9	Walzenspalt / Zugwalzenpaar (Auslaufspalt)
20	Tänzerwalze
30	Luftzylinder
35 35	lineare Schienen
36	Führungsramen
40	Hebelarm
50	Leitwalze
60	Positionssensor
40 80	Position / Teil der Bahn 120
85	Position / Teil der Bahn 120
90	Steuereinheit
95	Abweichungswert
100	Rollenstand
45 110	Papierrolle
120	Bahn
200	Zuführeinrichtung
300	erstes Druckwerk
400	zweites Druckwerk
50 500	drittes Druckwerk
600	viertes Druckwerk
700	Trockeneinheit
800	Kühlwalzerstand
900	Falzapparat

55 Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Regeln der Spannung in der Bahn einer Druckmaschine mit einer Kühleinheit und einer Längs-

schneideeinheit, wobei die Vorrichtung die folgenden Merkmale umfaßt:

eine Tänzerwalzeneinrichtung, die zwischen den einen Auslaufspalt bildenden Zugwalzen (6, 7) am Ausgang der Kühleinheit (2-6) und den einen Einlaufspalt bildenden Zugwalzen (9) am Eingang der Längsschneideeinheit angeordnet ist, wobei die Bahn (120) in Kontakt mit einer Tänzerwalze (20) der Tänzerwalzeneinrichtung steht; und

eine mit der Tänzerwalze (20) verbundene Steuereinheit (90) zum Erfassen einer Änderung in der Position der Tänzerwalze (20) und zur Regelung der Drehgeschwindigkeit einer der Zugwalzen (6, 7) am Ausgang der Kühleinheit oder der Zugwalzen (9) am Eingang der Längsschneideeinheit auf der Basis der erfaßten Positionsänderung der Tänzerwalze (20), um eine im wesentlichen konstante Spannung in der Bahn (120) aufrechtzuerhalten.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,

daß diese einen Positionssensor (60) umfaßt, der ein Abweichungssignal an die Steuereinheit (90) sendet, das den Abstand zwischen der momentanen Position und einer neutralen Position der Tänzerwalze (20) angibt, und daß die Steuereinheit (90) auf der Basis des Abweichungssignals die Drehgeschwindigkeit mindestens einer der Zugwalzen (6, 7) des Einlaufspaltes und mindestens einer der Zugwalzen (9) des Auslaufspaltes regelt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,

daß diese ein Kraftausgleichselement in Form eines Luftzylinders (30) aufweist, welches eine Kraft auf die Tänzerwalze (20) ausübt, die einer durch die Bahn (120) auf die Tänzerwalze (20) ausgeübten Kraft entgegenwirkt, um die Tänzerwalze (20) in Kontakt mit der Bahn (120) zu halten.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

daß die Tänzerwalzeneinrichtung ferner einen Hebelarm (40) umfaßt, dessen erstes Ende mit der Druckmaschine drehbar verbunden ist und dessen zweites Ende mit der Tänzerwalze (20) verbunden ist, und daß der Hebelarm (40) den Bewegungsbogen der Tänzerwalze (20) bestimmt, der einen Radius aufweist, der im wesentlichen gleich der Länge des Hebelarmes (40) ist.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,

daß eine Vielzahl von am Maschinenrahmen der Druckmaschine befestigten, im wesentlichen parallelen Schienen (35) vorgesehen sind, in welchen die Tänzerwalze (20) geführt wird.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,

daß die Vielzahl von im wesentlichen parallelen Schienen (35) geradlinige Schienen sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6,
dadurch gekennzeichnet,

daß ferner ein mit der Tänzerwalze (20) und dem Kraftausgleichselement (30) verbundener Führungsrahmen (36) vorgesehen ist, der in den Schienen (35) bewegbar aufgenommen ist, so daß sich der Führungsrahmen (36) und die Tänzerwalze (20) entlang dem von den Schienen (35) bestimmten Pfad bewegen.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

daß die Steuereinheit (90) die Drehgeschwindigkeit mindestens einer der Zugwalzen (6, 7) des Einlaufspaltes und mindestens einer der Zugwalzen (9) des Auslaufspaltes auf der Basis eines Fehlersignals steuert, das durch die Beziehung $\Delta l = \theta_2 r_2 - \theta_1 r_1$ bestimmt ist, in welcher Δl die Differenz zwischen der Länge der sich durch den Einlaufspalt bewegenden Bahn und der Länge der sich durch den Auslaufspalt bewegenden Bahn ist, $\theta_2 r_2$ die Länge des Bahnabschnitts ist, der sich durch den Auslaufspalt (9) bewegt, und $\theta_1 r_1$ die Länge des Bahnabschnitts ist, der sich durch den Einlaufspalt (6, 7) bewegt.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

daß die Steuereinheit (90) Mittel zur Bestimmung einer Zuwachsdifferenz zwischen dem Einlaufspalt und dem Auslaufspalt aufweist, und daß die Steuereinheit (90) die Drehgeschwindigkeit mindestens einer der Zugwalzen (6, 7) des Einlaufspaltes oder einer der Zugwalzen (9) des Auslaufspaltes auf der Basis der Zuwachsdifferenz zwischen dem Einlaufspalt und dem Auslaufspalt in der Weise regelt, daß die Tänzerwalze (20) im wesentlichen in einer neutralen Position gehalten wird.

5

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Tänzerwalzeneinrichtung ferner eine erste Leitwalze (8) umfaßt, die am Rahmen der Druckmaschine zwischen dem Einlaufspalt (6, 7) und der Tänzerwalze (20) drehbar befestigt ist.

10

11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Tänzerwalzeneinrichtung ferner eine zweite freilaufende Walze (50) umfaßt, die am Rahmen der Druckmaschine zwischen der Tänzerwalze (20) und dem Auslaufspalt (9) drehbar befestigt ist.

15

20

25

30

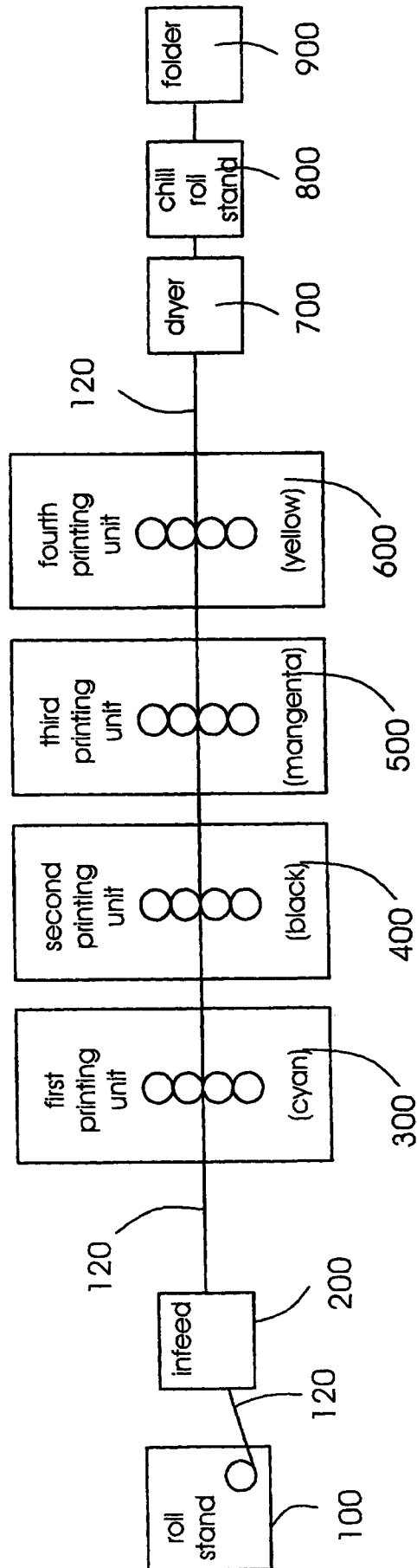
35

40

45

50

55



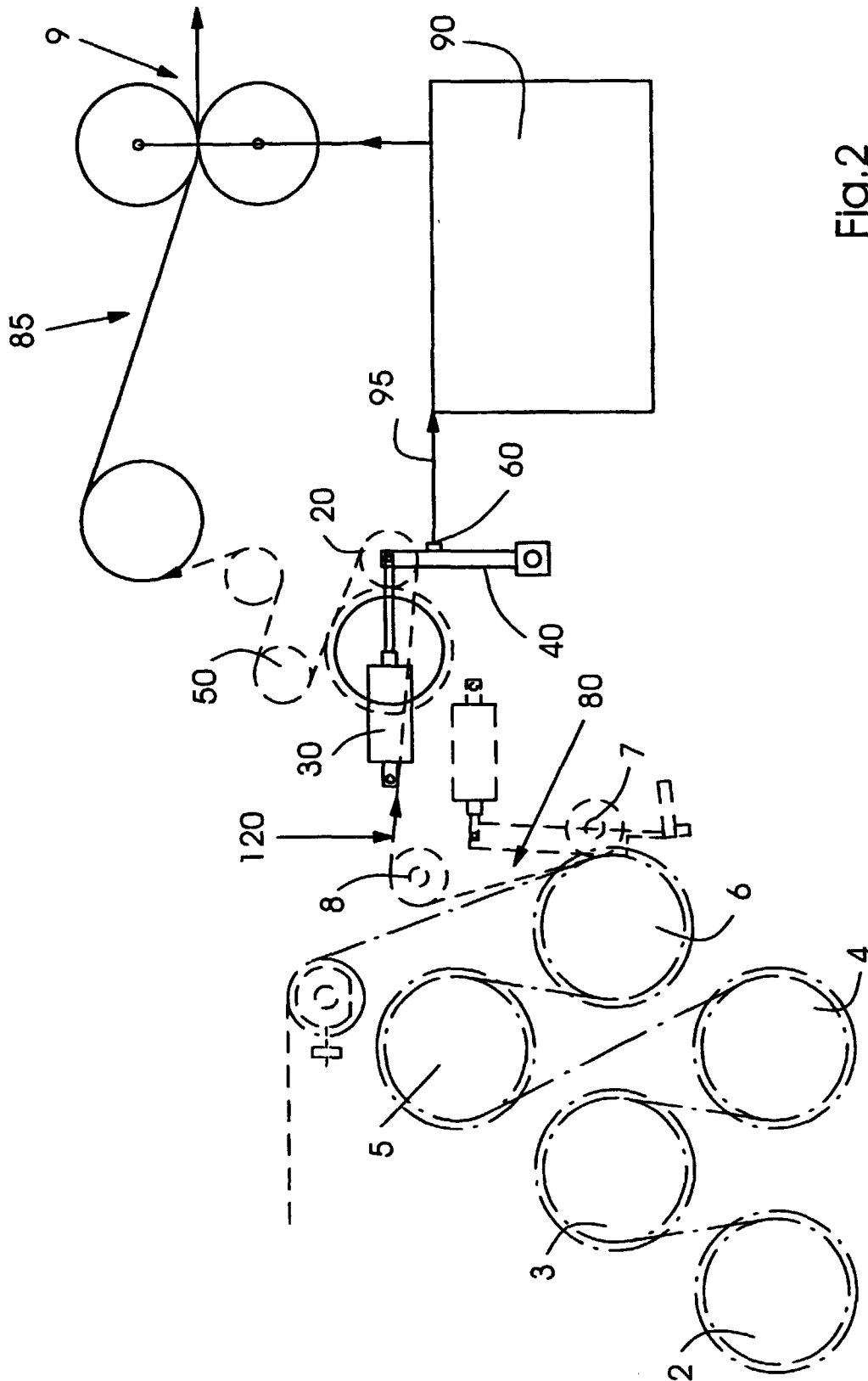


Fig.2

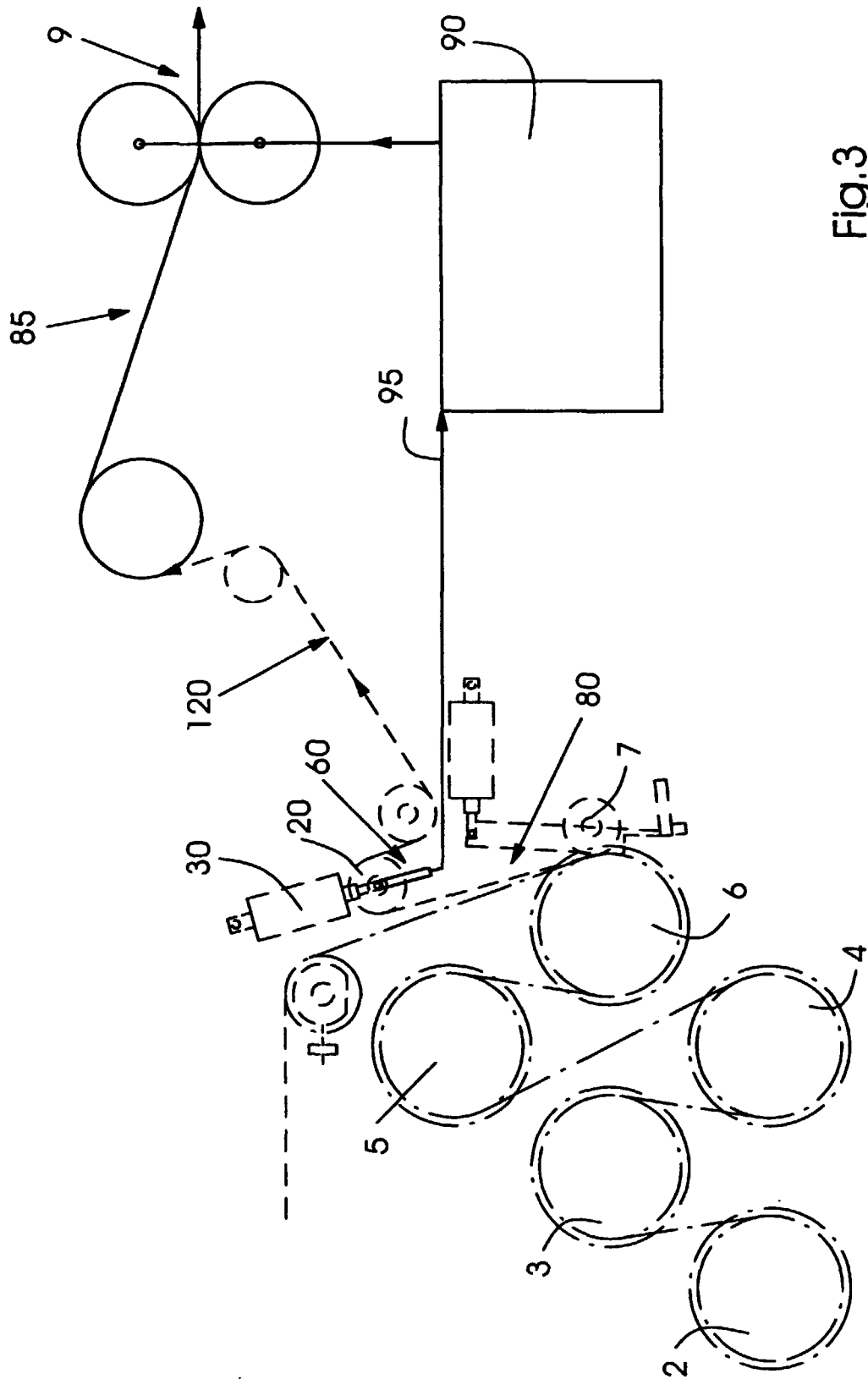


Fig.3

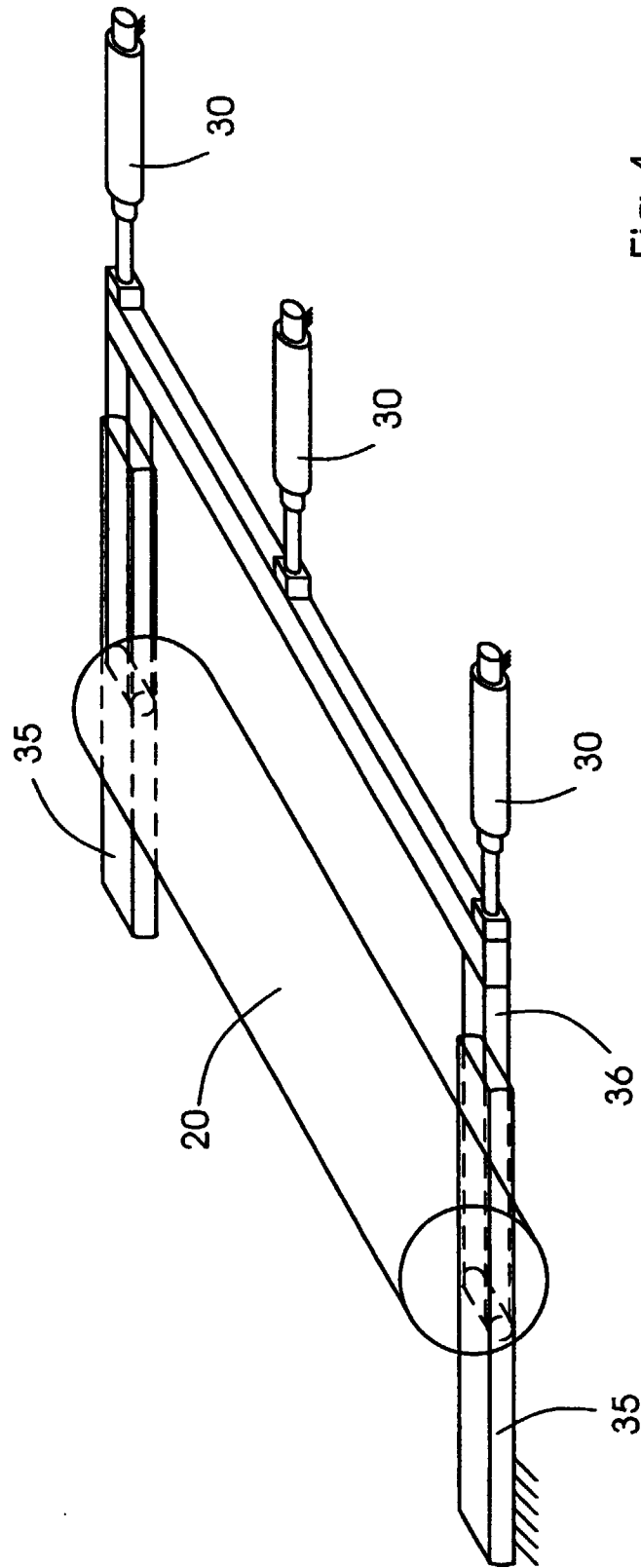


Fig. 4

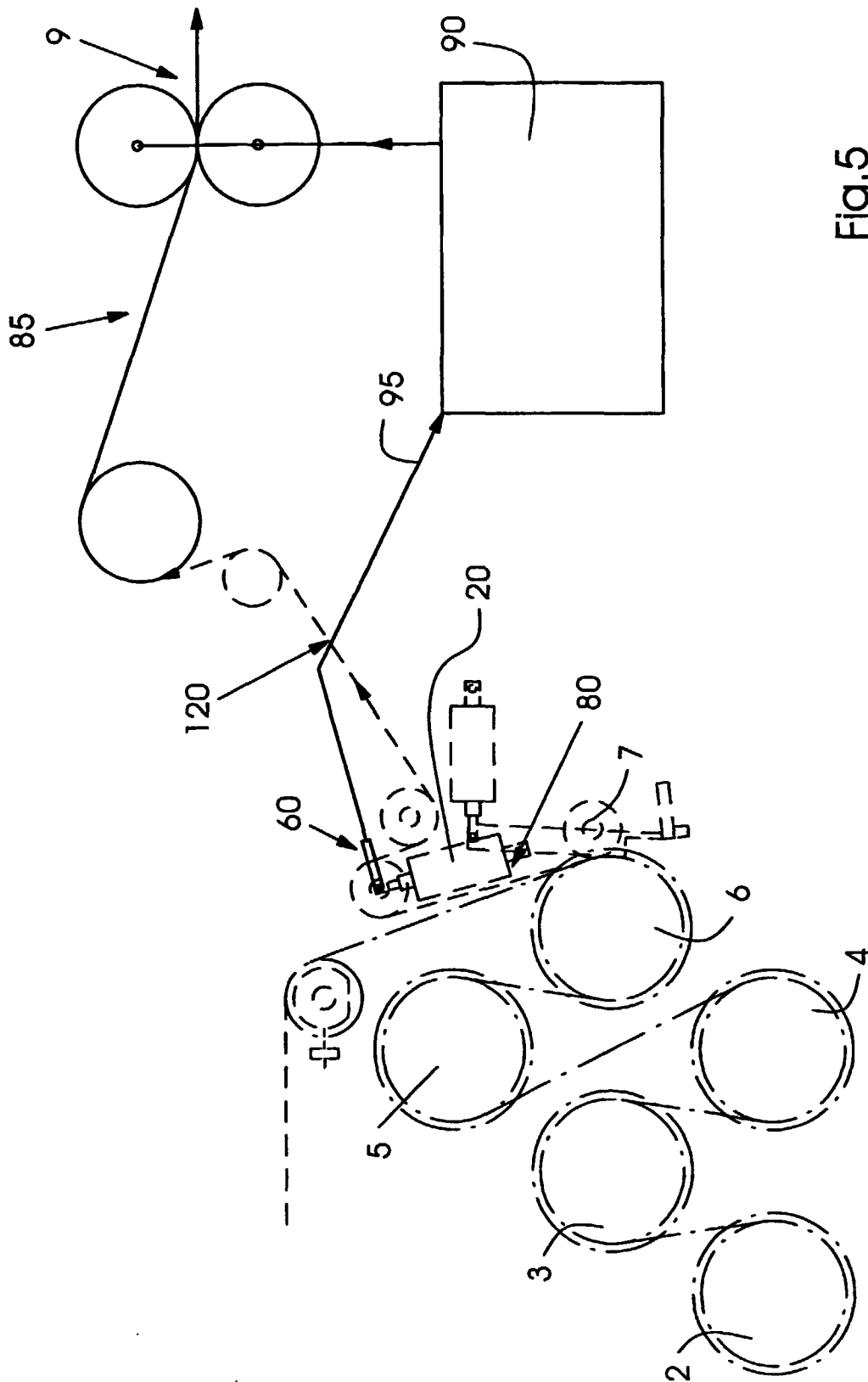


Fig.5