

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 732 444 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
21.10.1998 Patentblatt 1998/43

(51) Int Cl.⁶: **D21G 1/00, D21G 1/02**

(21) Anmeldenummer: **96103276.0**

(22) Anmeldetag: **04.03.1996**

(54) **Kalander für die Behandlung einer Papierbahn und Verfahren zu dessen Betrieb**

Calander for treating a paper web and process for its use

Calandre pour le traitement d'une bande de papier et méthode d'utilisation

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE DE FI FR GB IT NL SE

(30) Priorität: **09.03.1995 DE 19508349**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.09.1996 Patentblatt 1996/38

(73) Patentinhaber: **Voith Sulzer Finishing GmbH**
47803 Krefeld (DE)

(72) Erfinder:

- **Kayser, Franz**
47608 Geldern (DE)
- **van Haag, Rolf, Dr.**
47647 Kerken (DE)
- **Rothfuss, Ulrich**
47929 Grefrath (DE)
- **Wenzel, Reinhard**
47809 Krefeld (DE)

• **Junk, Dieter**
57223 Kreuztal (DE)

(74) Vertreter: **Knoblauch, Ulrich, Dr.-Ing. et al**
Patentanwälte Dr. Knoblauch,
Kühhornshofweg 10
60320 Frankfurt (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 027 270 DE-U-29 504 034
US-A- 5 237 915

- **TAPPI JOURNAL, Bd. 76, Nr. 6, Juni 1993,**
NORCROSS, GA., US, Seiten 115-119,
XP000420366 THOMAS J. LAUTERBACH:
"synthetic composite covers in supercalenders:
update"
- **TAPPI JOURNAL, Bd. 74, Nr. 10, Oktober 1991,**
NORCROSS, GA., US, Seiten 179-186,
XP000234497 JOHN D. PEEL: "supercalendering
and soft nip calendering compared"

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 732 444 B1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf einen Kalandrier für die Behandlung einer Papierbahn, insbesondere zur Erzeugung von tiefdruckfähigem Papier, mit einem vom Ende her belastbaren Walzenstapel, der zwischen jeweils einer harten und einer weichen Walze gebildete Arbeitsspalte und zwischen zwei weichen Walzen einen Wechselspalt aufweist, wobei ein Teil der Walzen beheizbar und mindestens eine Endwalze durchbiegungssteuerbar ist, und auf ein Verfahren zum Betrieb dieses Kalandriers.

Kalandrier dieser Art sind vielfach bekannt, beispielsweise aus dem Prospekt "Die neuen Superkalandrierkonzepte" der Firma Sulzer Papertec aus 1994 (Kennziffer 05/94 d). Sie dienen der abschließenden Behandlung einer Papierbahn, damit diese einen gewünschten Wert der Glätte, des Glanzes, der Dicke, des Bulk u.dgl. erhält, und sind getrennt von einer Papiermaschine aufgestellt. Die "weichen" oder elastischen Walzen tragen einen hauptsächlich aus Fasermaterial bestehenden Bezug. Die beheizbaren Walzen haben eine auf etwa 80°C begrenzte Oberflächentemperatur. Die mittlere Druckspannung in den Walzenspalten liegt im Normalbetrieb zwischen 15 und 30 N/mm², im untersten Arbeitsspalt sind auch schon Werte bis maximal etwa 40 N/mm² angewendet worden. Für einfach zu satinierende Papiere, wie z.B. Schreibpapier, genügt ein Stapel mit 9 oder 10 Walzen. Für höherwertige Papiere, wie tiefdruckfähige Papiere, technische Papiere oder Verdichtungspapiere werden 12 bis 16 Walzen benötigt. Eine solche Großmaschine ist teuer und hat einen erheblichen Raumbedarf.

Des Weiteren sind sogenannte Kompaktkalandrier bekannt, bei denen eine beheizbare Walze mit einer durchbiegungssteuerbaren weichen Walze einen Spalt bildet und zur beidseitigen Behandlung der Papierbahn auch zwei derartige Kalandrier hintereinander geschaltet werden können. Hiermit lassen sich aber nur einfach zu satinierende Papiere, nicht aber technische Papiere, z.B. Silicon-Rohpapiere sowie Papiere für den Tiefdruck, herstellen. Außerdem muß ein großer Teil der Verformungsenergie als Wärme zugeführt werden. Die beheizbaren Walzen haben daher eine Oberflächentemperatur von 160 bis 200° C. Es wird viel Wärmeenergie abgestrahlt, die durch Klimaanlage wieder abgeführt werden muß. Weil die Walzendurchmesser festigkeitsbedingt größer als beim Superkalandrier sind, müssen hohe Streckenlasten aufgebracht werden, um die für ein gewünschtes Satinageergebnis notwendigen Druckspannungen zu erzeugen. Des Weiteren sind Austauschwalzen für die elastischen Walzen teuer, weil sie gleichzeitig durchbiegungssteuerbar sein sollen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Kalandrier der eingangs beschriebenen Art anzugeben, der auch für die Behandlung von tiefdruckfähigen und anderen hochwertigen Papieren geeignet, aber billiger in der Herstellung und im Betrieb ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Stapel nur acht Walzen aufweist und zur Erhöhung der der Papierbahn zuzuführenden Verformungsenergie zumindest für einen Arbeitsspalt -als Bedingung gilt, daß die Verweilzeit mindestens 0,1 ms beträgt und daß die Beheizung einer den Arbeitsspalt begrenzenden beheizbaren Walze auf eine Oberflächentemperatur von mindestens 100°C und die Belastung der Walzen auf eine mittlere Druckspannung im Arbeitsspalt von mindestens 42 N/mm² ausgelegt ist.

Durch die Reduzierung der Stapelhöhe wird der Einfluß des Walzengewichts auf die Streckenlast vermindert. Man kann daher bei gleicher Streckenlast im untersten Spalt im obersten Eingangsspalt mit einer höheren Streckenlast als bei den bekannten Superkalandriern arbeiten. Überraschenderweise genügt es daher, die zuzuführende Verformungsenergie moderat zu steigern, um auch hochwertige Papiere zufriedenstellend bearbeiten zu können. So kann die Wärmezufuhr bei Temperaturen erfolgen, die nur etwas über den bisher üblichen Temperaturen liegen und daher die Wärmeabstrahlung nur geringfügig erhöhen. Auch stehen hierfür die verschiedensten Wärmeträger zur Verfügung; es gibt keine Schwierigkeiten wie bei den hohen Temperaturen, die bei einem Kompaktkalandrier angewendet werden müssen. Auch genügt eine relativ geringe Erhöhung der Druckspannung, die mechanisch ohne weiteres ertragen werden kann und höchstens bei der Wahl des Bezuges der elastischen Walze zu berücksichtigen ist. Indem beide Maßnahmen (verstärkte Beheizung und verstärkte Belastung) zumindest in einem Arbeitsspalt, vorzugsweise dem untersten Arbeitsspalt, gleichzeitig angewendet werden, lassen sich außerordentlich gute Ergebnisse auch bei einem schnellaufenden Kalandrier und bei hochwertigen Papieren erzielen. Da der Walzenstapel eine geringere Höhe als bekannte Superkalandrier hat, benötigt man auch niedrigere Gebäude, was die Aufstellungskosten erheblich senkt.

Zweckmäßigerweise ist dafür gesorgt, daß zumindest für den einen Arbeitsspalt die Bedingung gilt, daß die Verweilzeit höchstens 0,9 ms beträgt und daß die Beheizung auf eine Oberflächentemperatur von maximal 150°C und die Belastung auf eine mittlere Druckspannung von maximal 60 N/mm² ausgelegt ist. Es ist daher tatsächlich nur eine moderate Erhöhung der Oberflächentemperatur und der Druckspannung erforderlich. In den meisten Fällen genügt sogar eine Oberflächentemperatur von weniger als 130°C und eine mittlere Druckspannung von weniger als 50 N/mm². Die bevorzugte Verweilzeit beträgt 0,2 bis 0,5 ms.

Besonders vorteilhaft ist es, daß die Bedingung für die Mehrheit oder alle der sechs Arbeitsspalte gilt. Weil die erhöhten Werte gleichmäßig auf mehrere Arbeitsspalte verteilt sind, genügen sehr geringfügige Erhöhungen.

In diesem Zusammenhang empfiehlt es sich, daß Ober- und Unterwalze beheizbar sind. Über diese harten Walzen läßt sich die Wärmeenergie besser zuführen als über die angrenzende weiche Walze. Dies gilt auch, wenn die Ober-

und/oder Unterwalze durchbiegungssteuerbar sind, weil man beispielsweise eine beheizte Druckflüssigkeit zuführen kann.

Besonders günstig ist es, daß die weichen Walzen einen Kunststoffbezug tragen. Solche kunststoffbezogenen Walzen sind wesentlich besser als mit Fasermaterial bezogene Walzen für den Betrieb bei erhöhter mittlerer Druckspannung geeignet. Sie erlauben einen Betrieb mit einer Druckspannung von mehr als 42 N/mm². Insbesondere sollte der Bezug auf eine Druckspannungs-Belastbarkeit bis etwa 60 N/mm² ausgelegt sein.

Dies gilt insbesondere, wenn der Kunststoffbezug im wesentlichen aus faserverstärktem Epoxidharz besteht. Ein solcher Kunststoffbezug hat eine Standzeit von wenigstens zwölf Wochen. Als Beispiel hierfür wird ein Bezug aus "TopTec 4" der Firma Scapa Kern, Wimpassing/ Österreich genannt.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist der Stapel in-line einer Papiermaschine oder Streichmaschine angeordnet. Die Papierbahn kommt daher mit erhöhter Temperatur, beispielsweise mit 60° C, am Einlaßspalt des Kalenders an und benötigt daher nur noch eine geringe Wärmezufuhr, um eine ausreichende Verformungsenergie verfügbar zu machen. Bei einem solchen in-line-Betrieb sind Kunststoffbezüge, die schon aus Gründen der höheren Druckspannung erwünscht sind, besonders geeignet, weil sie - im Gegensatz zu Papierbezügen - wesentlich weniger gegen Markierungen empfindlich sind und daher nur selten ausgebaut und abgeschliffen werden müssen.

Zweckmäßigerweise besitzen alle Walzen einen Antrieb. Die Papierbahn kann daher bei laufendem Kalendar eingezogen werden, weil alle Walzen auf die gleiche Geschwindigkeit gebracht werden können, ehe die Spalte geschlossen werden.

Empfehlenswert ist es auch, daß der Stapel von einer Schutzhaube abgedeckt ist, die die Wärmeabstrahlung reduziert. Ein solche Schutzhaube verringert die Wärmeabstrahlung, so daß sich die Fabrikationshalle nicht so stark erwärmt und übermäßig klimatisiert werden muß. Umgekehrt wird die Temperatur im Innern der Haube auf einem höheren Wert gehalten, so daß die Wärmezufuhr über die Heizvorrichtung gering gehalten werden kann.

Ein Verfahren zum Betrieb eines zuvor beschriebenen Kalenders ist insbesondere dadurch gekennzeichnet, daß die gemittelten Zahlenwerte der Oberflächentemperatur T [in °C], der mittleren Druckspannung p [in N/mm²] und der Verweilzeit t [in ms] aller Arbeitsspalte so gewählt sind, daß die nachstehende Beziehung (I) für eine Zielgröße Z_g gilt:

$$Z_g = 1,378 - 0,00356 \cdot T - (0,00825 - 5,12 \cdot 10^{-5} T) p - [0,039 + (0,188 - 0,00112 T) p \cdot e^{-0,093 p}] t \cdot e^{-0,421 t} = 0,8 \text{ bis } 0,9.$$

Da man die Verweilzeit t bei einem gegebenen Kalendar nur in geringem Maße variieren kann, stehen zur Erfüllung der vorstehenden Bedingung hauptsächlich die Oberflächentemperatur T und die mittlere Druckspannung p zur Verfügung.

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines in der Zeichnung dargestellten, bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Kalenders und

Fig. 2 in einem Diagramm die Abhängigkeit der Zielgröße Z_g von Oberflächentemperatur T, Druckspannung p und Verweilzeit t.

Der veranschaulichte Kalendar 1 weist einen Walzenstapel auf, der aus acht Walzen besteht, nämlich einer beheizbaren, durchbiegungssteuerbaren harten Oberwalze 2, einer weichen Walze 3, einer beheizbaren harten Walze 4, einer weichen Walze 5, einer weichen Walze 6, einer beheizbaren harten Walze 7, einer weichen Walze 8 und einer beheizbaren, durchbiegungssteuerbaren harten Unterwalze 9. Auf diese Weise ergeben sich sechs Arbeitsspalte 10 bis 15, die je durch eine harte Walze und eine weiche Walze begrenzt sind, und ein Wechselspalt 16, der durch zwei weiche Walzen 5 und 6 begrenzt ist.

Eine Papierbahn 17 wird aus einer Papiermaschine 18 zugeführt, durchläuft unter der Führung von Leitrollen 19 die Arbeitsspalte 10 bis 12, den Wechselspalt 16 und die Arbeitsspalte 13 bis 15, worauf sie in einer Wickelvorrichtung 20 aufgewickelt wird. In den drei oberen Arbeitsspalten 10 bis 12 liegt die Papierbahn mit der einen Seite, in den drei unteren Arbeitsspalten 13 bis 15 mit der anderen Seite an den harten Walzen an, so daß beidseitig die gewünschte Oberflächenstruktur, beispielsweise Glanz oder Glätte erreicht wird.

Wegen der direkten Verbindung des Kalenders 1 mit der Papiermaschine 18 ergibt sich ein in-line-Betrieb. Aus diesem Grund besitzt jede der Walzen 2 bis 9 einen eigenen Antrieb 21. Dies ermöglicht ein Einziehen der Papierbahn 17 während des Betriebes. Jede der weichen Walzen 3, 5, 6 und 8 besitzt einen Bezug 22 aus Kunststoff, insbesondere faserverstärktem Kunststoff. Dieses Material ist weniger markierungsempfindlich als Papier, so daß die für den in-line-Betrieb wesentlichen längeren Standzeiten erreicht werden. Außerdem kann der Bezug mit höherer Druckspannung beaufschlagt werden. Er ist auch gegenüber höheren Temperaturen beständiger als Papier.

Ein Steuergerät 23 hat mehrere Funktionen:

a) Über eine Leitung 24 wird die Kraft P festgelegt, mit der die Oberwalze 2 nach unten gedrückt wird, wobei die Unterwalze 9 zweckmäßigerweise ortsfest gehalten ist. Die Belastung kann auch in umgekehrter Richtung erfolgen, wobei die Kraft P auf die Unterwalze 9 wirkt und die Oberwalze 2 ortsfest gelagert ist. Durch die Belastung ist auch die Druckspannung bestimmt, die in den einzelnen Arbeitsspalten 10 bis 15 herrscht. Diese Druckspannung nimmt von oben nach unten zu, weil sich zu der Belastungskraft P jeweils noch das Gewicht der einzelnen Walzen addiert. Allerdings ist der Kraftzuwachs geringer als bei bekannten Superkalandern mit 9 bis 16 Walzen.

b) Über die Leitungen 25 und 26 werden die Vorrichtungen 27 bzw. 28 zum Durchbiegungsausgleich der Oberwalze 2 und der Unterwalze 9 mit Druckmittel beaufschlagt. Diese Vorrichtungen sorgen dafür, daß über die Länge der Walzen eine gleichmäßige Druckspannung herrscht, wie dies an sich bekannt ist. Hierfür können alle üblichen Vorrichtungen verwendet werden, insbesondere solche, bei denen Stützelemente nebeneinander in einer Reihe angeordnet sind und einzeln oder zonenweise mit unterschiedlichem Druck beaufschlagt werden können.

c) Die Walzen 2, 4, 7 und 9 sind beheizbar, wie dies durch Pfeile H angedeutet ist. Die Heizenergie wird über strichpunktierte Pfade 27 bis 30 zugeführt. Dies kann durch elektrische Beheizung, durch Strahlungsheizung, mit Hilfe eines Wärmeträgers u.dgl. erfolgen. Eine Schutzhaube 31 dient der Wärmeisolation und sorgt dafür, daß die in Folge der Beheizung abgestrahlte Wärme nur in geringem Maß in die Umgebung abgeführt wird.

Mit Hilfe der Kraft P wird dafür gesorgt, daß die mittlere Druckspannung p in den Arbeitsspalten 10 bis 12 und 13 bis 15, insbesondere im untersten Spalt, zwischen 42 und 60 N/mm², und vorzugsweise über 45 N/mm² liegt. Mit Hilfe der Beheizung H wird dafür gesorgt, daß die Oberflächentemperatur der beheizbaren Walzen 2, 4, 7 und 9 zwischen 100 und 150°C liegt. Die Durchmesser der Walzen und die Elastizität des Belages 22 sind so gewählt, daß sich eine Spaltbreite von etwa 2 bis 15 mm, vorzugsweise etwa 8 mm, ergibt. Dies führt in Abhängigkeit von der Bahngeschwindigkeit zu Verweilzeiten t in jedem Arbeitsspalt von 0,1 bis 0,9 ms. Bevorzugt wird es, wenn die Temperatur T nur wenig über der unteren Grenze liegt, also beispielsweise bei 110°C, und wenn die Druckspannung nur wenig über der unteren Grenze liegt, beispielsweise bei 50 N/mm².

Es wurde gefunden, daß die Bedruckbarkeit bei Natur- und leichtgestrichenen Papieren nicht unbedingt mit dem erzielten Glanz oder der Glätte der Papierbahn zusammenhängt, sondern vielmehr mit der Verdichtung bzw. deren Kehrwert Bulk (in cm³/g). Das Maß für die Bedruckbarkeit im Tiefdruckverfahren wird dabei bestimmt durch die Anzahl der "missing dots" (fehlende Rasterpunkte im Viertel- und Halbtonbereich). Die besten Ergebnisse in dieser Hinsicht erhält man, wenn man in allen Arbeitsspalten dafür sorgt, daß die im Verfahrensanspruch angegebene Bedingung erfüllt ist.

In Fig. 2 ist in einem dreidimensionalen Diagramm in der Ordinate die Zielgröße Z_g, die der obigen Beziehung (I) entspricht, in der einen Abszisse die Druckspannung p in N/mm² und in der anderen Abszisse die Verweilzeit t in ms aufgetragen. Es sind drei Flächen konstanter Temperatur T in °C eingetragen, von denen die 100°C-Fläche mit vollausgezogenen Linien und Punkten an den Netzkreuzungen, die 125°C-Fläche strichpunktiert mit Kreisen an den Netzkreuzungen und die 150°C-Fläche gestrichelt mit Kreuzen an den Netzkreuzungen dargestellt ist. Um zu den gewünschten Zielgrößen zu gelangen, wird zunächst von allen sechs Arbeitsspalten der arithmetische Mittelwert der Verweilzeit t, der Oberflächentemperatur T und der mittleren Druckspannung p festgestellt. Geht man mit diesen Werten in das Diagramm der Fig. 2, kann man sofort feststellen, ob die Zielgröße Z_g im gewünschten Zielbereich zwischen 0,8 und 0,9 liegt. Vielfach lassen sich die Ergebnisse der Papierbehandlung noch dadurch verbessern, daß die Walzen, insbesondere die Mittelwalzen in nicht veranschaulichter Weise in Hebeln gelagert sind, wobei mit Vorteil die überhängenden Gewichte durch Stützvorrichtungen kompensiert sind, wie dies aus EP 0 285 942 B1 bekannt ist.

Patentansprüche

1. Kalandern für die Behandlung einer Papierbahn, insbesondere zur Erzeugung von tiefdruckfähigem Papier, mit einem vom Ende her belastbaren Walzenstapel, der zwischen jeweils einer harten und einer weichen Walze gebildete Arbeitsspalte und zwischen zwei weichen Walzen einen Wechsellspalt aufweist, wobei ein Teil der Walzen beheizbar und mindestens eine Endwalze durchbiegungssteuerbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Stapel nur acht Walzen (2 bis 9) aufweist und zur Erhöhung der der Papierbahn (17) zuzuführenden Verformungsenergie zumindest für einen Arbeitsspalt (15) als Bedingung gilt, daß die Verweilzeit mindestens 0,1 ms beträgt und daß die Beheizung (H) einer den Arbeitsspalt begrenzenden beheizbaren Walze (2, 4, 7, 9) auf eine Oberflächentemperatur (T) von mindestens 100°C und die Belastung (P) der Walzen auf eine mittlere Druckspannung im Arbeitsspalt von mindestens 42 N/mm² ausgelegt ist.
2. Kalandern nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest für den einen Arbeitsspalt (15) die Bedingung gilt, daß die Verweilzeit höchstens 0,9 ms beträgt und daß die Beheizung (H) auf eine Oberflächentemperatur von maximal 150°C und die Belastung (P) auf eine mittlere Druckspannung von maximal 60 N/mm² ausgelegt ist.

3. Kalanders nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Bedingung für die Mehrheit oder alle der sechs Arbeitsspalte (10 bis 15) gilt.
4. Kalanders nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß Ober- und Unterwalzen (2, 9) beheizbar sind.
5. Kalanders nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die weichen Walzen (3, 5, 6, 8) einen Kunststoffbezug (22) tragen.
6. Kalanders nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoffbezug (22) auf eine Druckspannungs-Belastbarkeit bis 60 N/mm² ausgelegt ist.
7. Kalanders nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoffbezug (22) im wesentlichen aus faserverstärktem Epoxidharz besteht.
8. Kalanders nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Stapel in-line einer Papiermaschine (18) oder Streichmaschine angeordnet ist.
9. Kalanders nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß alle Walzen (2 bis 9) einen Antrieb (21) besitzen.
10. Kalanders nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Stapel von einer Schutzhaube (31) abgedeckt ist, die die Wärmeabstrahlung reduziert.
11. Verfahren zum Betrieb eines Kalanders nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die gemittelten Zahlenwerte der Oberflächentemperatur T [in °C], der mittleren Druckspannung p [in N/mm²] und der Verweilzeit t [in ms] aller Arbeitsspalte so gewählt sind, daß die nachstehende Beziehung für eine Zielgröße Z_g gilt:

$$Z_g = 1,378 - 0,00356 \cdot T - (0,00825 - 5,12 \cdot 10^{-5} T) p - [0,039 + (0,188 - 0,00112 T) p \cdot e^{-0,093 p}] t \cdot e^{-0,421 t} = 0,8 \text{ bis } 0,9.$$

Claims

1. Calender for treatment of a paper web, in particular for producing paper capable of intaglio printing with a roll stack which can be loaded from the end and which comprises working gaps formed in each case between a hard roll and a soft roll and between two soft rolls a change-over gap, wherein some of the rolls can be heated and at least one end roll can be controlled for deflection, characterised in that the stack comprises only eight rolls (2 to 9), and to increase the energy of deformation to be supplied to the paper web (17) the condition that the dwell time is at least 0.1 ms and that the heating (H) of one heatable roll (2, 4, 7, 9) defining the working gap is designed for a surface temperature (T) of at least 100°C and the load (P) on the rolls is designed for a mean compressive stress in the working gap of at least 42 N/mm² applies to at least one working gap (15).
2. Calender according to claim 1, characterised in that the condition that the dwell time is at most 0.9 ms and that the heating (H) is designed for a surface temperature of at most 150°C and the load (P) is designed for a mean compressive stress of at most 60 N/mm² applies to at least one working gap (15).
3. Calender according to claim 1 or 2, characterised in that the condition applies to the majority or all of the six working gaps (10 to 15).
4. Calender according to claim 3, characterised in that the upper and/or lower rolls (2, 9) can be heated.
5. Calender according to any of claims 1 to 4, characterised in that the soft rolls (3, 5, 6, 8) carry a plastic covering (22).
6. Calender according to claim 5, characterised in that the plastic covering (22) is designed for a compressive stress bearing capacity of up to 60 N/mm².
7. Calender according to claim 5 or 6, characterised in that the plastic covering (22) essentially consists of fibre-reinforced epoxy resin.

8. Calender according to any of claims 1 to 7, characterised in that the stack is arranged in line with a paper-making machine (18) or spreading machine.
9. Calender according to any of claims 1 to 8, characterised in that all the rolls (2 to 9) have a drive (21).
10. Calender according to any of claims 1 to 9, characterised in that the stack is covered by a protective hood (31) which reduces the heat radiation.
11. Method of operating a calender according to any of claims 1 to 10, characterised in that the averaged numerical values of surface temperature T [in °C], mean compressive stress p [in N/mm²] and dwell time t [in ms] of all the working gaps are selected so that the relationship below applies to a target quantity Zg:

$$Zg = 1.378 - 0.00356 \cdot T - (0.00825 - 5.12 \cdot 10^{-5} T) p - [0.039 + (0.188 - 0.00112 T) p \cdot e^{-0.093p}] t \cdot e^{-0.421t} = 0.8 \text{ to } 0.9.$$

Revendications

1. Calandre pour le traitement d'une bande de papier notamment pour la production de papier d'héliogravure, avec un empilement de cylindres qui peut être soumis à une charge à une extrémité et qui comporte des fentes de travail formées à chaque fois entre un cylindre dur et un cylindre mou et une fente de retournement formée entre deux cylindres mous, une partie des cylindres pouvant être chauffés et au moins un cylindre d'extrémité pouvant être contrôlé en flexion, caractérisée en ce que l'empilement ne comporte que huit cylindres (2 à 9) et que, pour augmenter l'énergie de déformation à amener à la bande de papier (17), on a comme condition pour au moins une fente de travail (15) que le temps de séjour vaut au moins 0,1 ms, que le chauffage (H) d'un cylindre (2, 4, 7, 9) pouvant être chauffé et limitant la fente de travail est conçu pour une température superficielle (T) d'au moins 100 °C et que la charge (P) des cylindres est conçue pour une contrainte de pression moyenne dans la fente de travail d'au moins 42 N/mm².
2. Calandre selon la revendication 1, caractérisée en ce que, pour au moins la fente de travail (15), on vérifie la condition dans laquelle le temps de séjour vaut au maximum 0,9 ms, le chauffage (H) est conçu pour une température superficielle d'au maximum 150 °C et la charge (P) est conçue pour une contrainte de pression moyenne d'au maximum 60 N/mm².
3. Calandre selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que la condition est vérifiée pour la majorité ou pour la totalité des six fentes de travail (10 à 15).
4. Calandre selon la revendication 3, caractérisée en ce que le cylindre supérieur (2) et le cylindre inférieur (9) peuvent être chauffés.
5. Calandre selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que les cylindres mous (3, 5, 6, 8) portent un revêtement (22) en matière plastique.
6. Calandre selon la revendication 5, caractérisée en ce que le revêtement (22) en matière plastique est conçu pour une capacité de charge par contrainte de pression allant jusqu'à 60 N/mm².
7. Calandre selon la revendication 5 ou 6, caractérisée en ce que le revêtement (22) en matière plastique est constitué globalement de résine époxy renforcée par des fibres.
8. Calandre selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que l'empilement est disposé en ligne avec une machine à papier (18) ou une coucheuse.
9. Calandre selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que tous les cylindres (2 à 9) ont un mécanisme d'entraînement (21).
10. Calandre selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que l'empilement est recouvert par un capot protecteur (31) qui réduit la dissipation de chaleur.

11. Procédé pour utiliser une calandre selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que les valeurs numériques moyennes de la température superficielle T [en °C], de la contrainte de pression moyenne p [en N/mm²] et du temps de séjour t [en ms] de toutes les fentes de travail sont choisies de telle sorte que l'on a pour une grandeur visée Zg la relation suivante :

$$Zg = 1,378 - 0,00356 \cdot T - (0,00825 - 5,12 \cdot 10^{-5} T)p - [0,039 + (0,188 - 0,00112T)p \cdot e^{-0,093p}]t \cdot e^{-0,421t} = 0,8 \text{ à } 0,9.$$

Fig.1

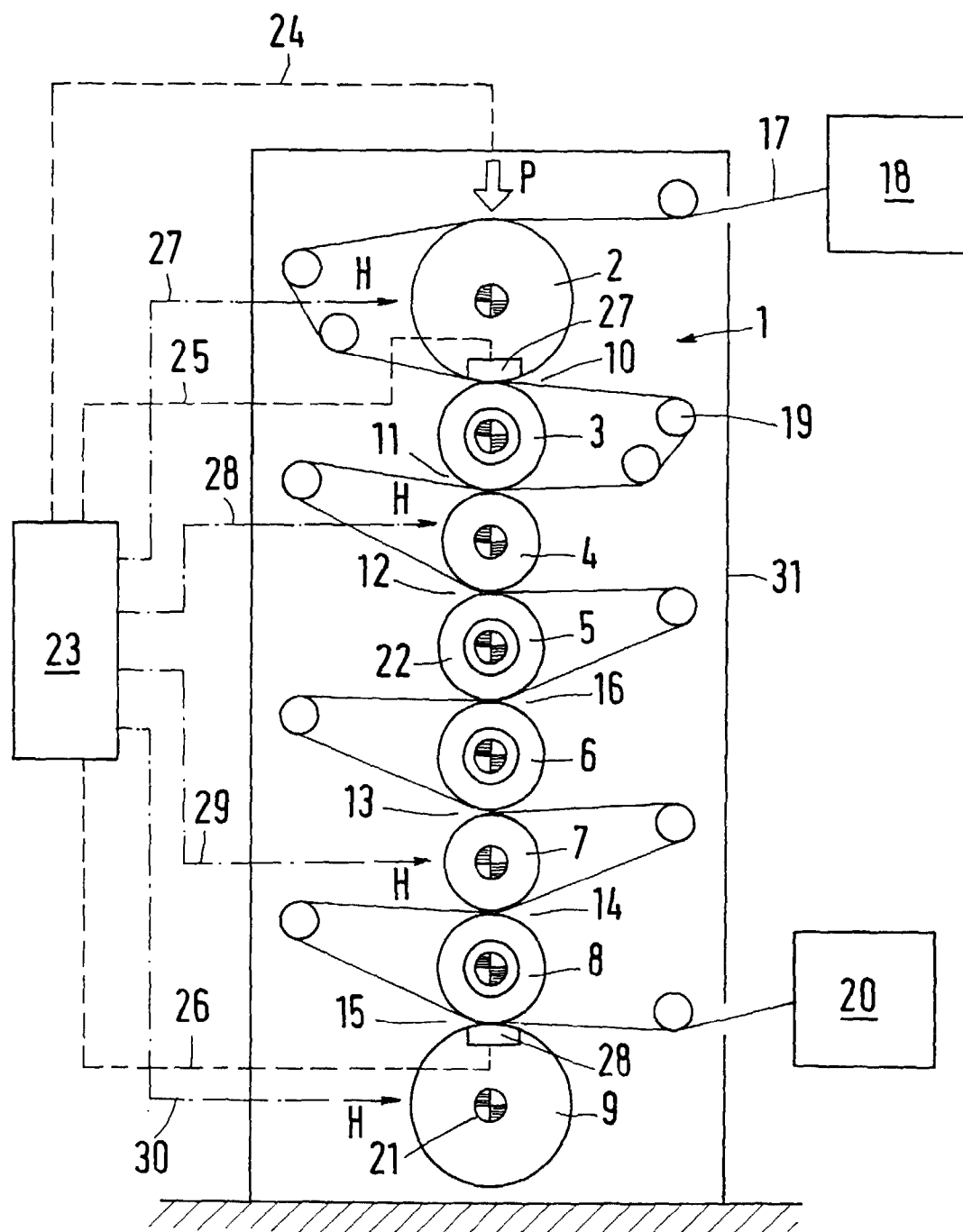


Fig.2

